

Risicoanalyse van twee Windturbines aan de Eemshornweg

In de Eemshaven

Vertrouwelijk

22548/10.99731

Risicoanalyse van twee windturbines aan de Eemshornweg

in de Eemshaven

Vertrouwelijk

In opdracht van Essent

auteur (s): C.N. Rooker

beoordeeld: H.R. Chevalking

naam: 22548_10_99731 6MW essent final.doc

goedgekeurd : A.J. Geutjes

Referentienr: NRG-22548/10.99731

64 blz 9 april 2010

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
Inleiding	7
1 Situatieschets	8
2 Analysemodel en parameters	10
2.1 Analysemodel	10
2.2 Invoerparameters	11
2.2.1 Gegevens windturbine type A	11
2.2.2 Gegevens van de windgesteldheid	11
2.2.3 Faalfrequenties	11
3 Risico's	12
3.1 Plaatsgebonden Risico (PR)	12
3.2 Individueel Passanten Risico (IPR)	13
3.3 Maatschappelijk Risico (MR)	13
3.4 Groepsrisico (GR)	14
4 Risicocontouren en selectie voor nadere beschouwing	15
4.1 Objecten buiten de 10^{-8} -risicocontouren	16
4.2 Objecten binnen 10^{-8} -risicocontouren	17
4.2.1 Nader te beschouwen objecten	17
Veiligheid	17
Beschikbaarheid	18
4.2.2 Niet nader te beschouwen objecten	19
5 Resultaten	20
5.1 Bedrijfsgebouwen	20
Binnen de 10^{-6} -risicocontour	21
Buiten de 10^{-6} -risicocontour	22
5.2 Zeemanshuis	23
5.3 Enkel spoor	24
5.3.1 Afstand tot de spoorweg	24
5.3.2 Veiligheidsrisico	25
5.4 Eemshornweg	27
5.4.1 Beleidscriteria	27
5.4.2 Veiligheid	27
5.4.3 Vallend ijs	28
Maximaal toelaatbare kans op ijsafzetting	29
5.5 Onbebouwde terreinen	31
5.5.1 Toekomstig koelhuis	31
5.6 Vaarwegen	32
5.6.1 Afstand tot de vaarweg	32
5.6.2 Handelskade Emmahaven en Julianahaven	33
Vrachtschepen	33
Vrachtschip met munitie	34
Vrachtwagen met munitie op de kade van de Julianahaven	35

	Cruiseschepen	36
5.6.3	Keergebied (Doekegatskanaal)	37
	Individueel Passanten Risico en Maatschappelijk Risico (Veiligheid)	37
	Falen van één vrachtschip in het keergebied	38
5.7	Ro-Ro steiger	39
5.8	Ondergrondse gasleidingen van Enexis	39
5.8.1	Kentallen van de gasleidingen	39
5.8.2	Veiligheid van de gasleidingen	40
5.9	Ondergrondse elektriciteitskabel	41
5.9.1	Kentallen van de ondergrondse elektriciteitskabel	41
5.9.2	Beschikbaarheid van de ondergrondse elektriciteitskabel	42
6	Alternatief scenario	43
6.1	Parameters	43
6.1.1	Windturbinegegevens	43
6.2	Risicocontour en selectie voor nadere beschouwing	43
6.2.1	Selectie nadere beschouwing	45
6.3	Resultaten	45
6.3.1	Bedrijfsgebouwen	45
6.3.2	Zeemanshuis	46
6.3.3	Enkel spoor	47
6.3.4	Eemshornweg	47
	Beleidscriteria	47
	Veiligheid	48
	Vallend ijs	48
6.3.5	Onbebouwde terreinen	49
6.3.6	Toekomstig koelhuis	49
6.3.7	Vaarwegen	49
	Handelskade Emmahaven en Julianahaven	50
	Keergebied (Doekegatskanaal)	51
6.3.8	Ro-Ro steiger	51
6.3.9	Ondergrondse gasleidingen	52
6.3.10	Ondergrondse elektriciteitskabel	52
7	Conclusies	53
7.1	Hoofdscenario (hoofdstuk 5)	53
7.1.1	Bebouwing in de nabijheid van de windturbines (paragrafen 5.1 & 5.2)	53
7.1.2	Overige beschouwde objecten (paragraaf 5.3 t/m 5.9)	54
7.2	Alternatief scenario (hoofdstuk 6)	57
7.2.1	Bebouwing in de nabijheid van de windturbines (paragrafen 6.3.1 & 6.3.2)	57
7.2.2	Overige beschouwde objecten (paragraaf 6.3.3 t/m 6.3.10)	57
	Referenties	58
	Lijst van tabellen	59
	Lijst van figuren	61
Bijlage A	Locaties van de 2 MW windturbines	62
Bijlage B	De ondergrondse leidingen en kabels	64

Samenvatting

Essent bezit een windturbinepark in de Eemshaven en is voornemens hier een tweetal windturbines van de 6MW klasse aan toe te voegen. De voorgenomen locaties liggen nabij de Eemshornweg. Essent heeft aan NRG gevraagd om een risicoanalyse conform het Handboek Risicozonering Windturbines uit te voeren (het Handboek). Dit rapport bevat de resultaten van de externe veiligheidsrisicoanalyses voor twee scenario's. Het hoofdsценario gaat uit van twee windturbines type A. In het alternatieve scenario is één windturbine type A vervangen door een windturbine type B.

Hoofdsценario

Bebouwing in de nabijheid van de windturbines

Momenteel is er geen specifieke wetgeving voor de beoordeling van externe veiligheid van windturbines ten opzichte van de omgeving. De beoordeling van risico's conform het Handboek is in belangrijke mate gebaseerd op in het Besluit Extern Veiligheid Inrichtingen (BEVI) gehanteerde definities en criteria. Dertien bedrijfsgebouwen voldoen *niet* aan het BEVI toetsingscriterium voor beperkt kwetsbare objecten. Aangezien dit toetsingscriterium een richtwaarde is, mag hiervan worden afgeweken indien hiervoor gewichtige redenen zijn. Het Zeemanshuis (object 4) is het meest kritische object, omdat daar de meeste personen gedurende de dag aanwezig zijn.

Gevolgen toekomstige regelgeving voor beoordeling bebouwing

Op dit moment heeft het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimte Ordening en Milieu een wijziging in voorbereiding waarbij de grenswaarde van het plaatsgebonden risico voor beperkt kwetsbare objecten veroorzaakt door een windturbine of een combinatie daarvan vastgesteld wordt op 10^{-5} per jaar. Naar verwachting zal deze wijziging per 1 januari 2011 in werking treden.

Aan de toekomstige regelgeving voldoen drie gebouwen *niet*. Daarbij dient opgemerkt te worden dat het gebouw Wagenborg Stevedoring aan de Eemshornweg 9 (object 3) slechts voor een klein deel binnen de 10^{-5} -risicocontour van windturbine R37 ligt. Het Zeemanshuis (object 4) en de bebouwing ten oosten van het Zeemanshuis (object 10) vallen binnen de 10^{-5} -risicocontour van windturbine R36.

Overige beschouwde objecten

Enkel spoor (object 13)

Omdat de rotor van de turbines over het spoor heen draaien mogen de turbines niet worden opgericht zonder vergunning van Prorail. Bij de vergunningsaanvraag wordt door Prorail een risicoanalyse verlangd op grond waarvan moet kunnen worden vastgesteld dat er geen ernstige hinder of gevaar is voor een veilig en doelmatig gebruik of beheer van de spoorweg. Er wordt voldaan aan het Individueel Passanten Risico criterium ($1 \cdot 10^{-6}$ per jaar) en het Maatschappelijk Risico criterium ($2 \cdot 10^{-3}$ doden per jaar).

Eemshornweg (object 14)

De beleidsregels van Rijkswaterstaat zijn gehanteerd. Deze beleidsregels geven een minimum afstandseis tussen de rand van de verharding van wegen en de windturbine. Aan de minimum afstandseis kan niet worden voldaan. Op grond van dezelfde beleidsregels kan plaatsing van windturbines toch worden toegestaan indien dit geen onaanvaardbaar verhoogd veiligheidsrisico oplevert.

Zonder mitigerende maatregelen tegen ijsafzetting kan niet aan het IPR criterium worden voldaan. Mitigerende maatregelen voor afvallend ijs tijdens stilstand zijn nodig om de het IPR risico op een aanvaardbaar niveau te houden.

Keergebied Doekegatskanaal (object 21)

De beleidsregels van Rijkswaterstaat zijn gehanteerd. Deze beleidsregels geven een minimum afstandseis tussen de rand van de (gemarkeerde) vaarweg en de windturbine. Hieraan wordt voldaan.

Alternatief scenario

Bebouwing in de nabijheid van de windturbines

Elf bedrijfsgebouwen voldoen *niet* aan het BEVI toetsingscriterium. Aangezien het toetsingscriterium een richtwaarde is, mag hiervan worden afgeweken indien hiervoor gewichtige redenen zijn. De loods ten westen van het Zeemanshuis (object 5) voldoet *wel* aan het BEVI criterium. De loods ten oosten van het Zeemanshuis (gebouw 6) hoeft voor dit alternatief niet meer nader beschouwd te worden omdat deze buiten de 10^{-8} -risicocontour valt.

Voor wat betreft de toetsing aan de toekomstige regelgeving zijn de conclusies gelijk aan die van het hoofdscenario.

Overige beschouwde objecten

Voor de overige beschouwde objecten zijn de conclusies gelijk aan die van het hoofdscenario.

Inleiding

Essent bezit een windturbinepark in de Eemshaven en heeft het voornemen hier een tweetal windturbines van de 6MW klasse aan toe te voegen. De voorgenomen locaties zijn gelegen langs de Eemshornweg. Voor de beoordeling zijn twee typen turbines toegepast die onderscheiden worden als type A en type B. Voor de windturbines type A zijn als referentie de gegevens gebruikt van type E126 van de fabrikant Enercon. Windturbine type A is toegepast in het hoofdsценario. In het alternatieve scenario is de meest westelijke windturbine (R36) vervangen door windturbine typ B. Voor windturbine type B zijn als referentie gegevens gebruikt van type 6XM van de fabrikant Repower

De analyse is gebaseerd op de informatie die door Essent is verstrekt. Het voorliggende rapport beschrijft de risico's van elk van de twee voorziene windturbines voor personen en objecten in de directe omgeving. Deze analyse is uitgevoerd conform het Handboek Risicozonering Windturbines, versie 2, 2005 [1]. De in het Handboek beschreven toetsingsmethoden en criteria dienen als richtlijn voor het bepalen van het risico na plaatsing van windturbines op een specifieke locatie. Het Handboek heeft geen wettelijke status. Toepassing van het Handboek voor bepaling van veiligheidsrisico's wordt algemeen aanvaard door het Bevoegd Gezag en belanghebbenden.

Op dit moment heeft het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimte Ordening en Milieu een wijziging in voorbereiding waarbij de grenswaarde van het plaatsgebonden risico voor beperkt kwetsbare objecten veroorzaakt door een windturbine of een combinatie daarvan vastgesteld wordt op 10^{-5} per jaar. Naar verwachting zal deze wijziging per 1 januari 2011 in werking treden. Dit rapport toetst op zowel de bestaande regelgeving als op de toekomstige regelgeving.

De risicoanalyse bestaat in de eerste plaats uit het bepalen van de risicocontouren van de windturbines. Hieruit is bepaald welke objecten (wegen, leidingen e.d.) binnen de 10^{-8} -risicocontour liggen en zodoende nader beschouwd dienen te worden (hoofdstuk 4). Voor de relevante objecten is vervolgens een risicoanalyse uitgevoerd (hoofdstuk 5), waarbij gekeken is naar de trefkans en de gevolgen m.b.t. veiligheid en onvoorziene niet-beschikbaarheid die daardoor veroorzaakt wordt. Hoofdstuk 6 bevat de risicocontouren en de resultaten van de beschouwde objecten van het alternatief scenario.

1 Situatieschets

Op de kaart in Bijlage A staan de bovengrondse objecten en de locaties van de windturbines (R36 en R37) aangegeven. De maximale werpafstand bij twee keer nominaal toerental is 500 m. Voor een eerste selectie is gekeken naar objecten binnen een straal van 500 m vanaf de windturbines. Buiten deze straal is de trefkans praktisch nul. De objecten, waaronder de nieuw te bouwen RWE elektriciteitscentrale en de LNG*-terminal liggen buiten de straal van 500 meter, en vallen daarom dus bij voorbaat af..

Bijlage B bevat de ligging van de ondergrondse leidingen en kabels in de nabijheid van de beide windturbines.

In de nabijheid van deze windturbines bevinden zich objecten die mogelijk meegenomen moeten worden in de risicoanalyse. Tabel 1.1 geeft een overzicht van deze objecten. Voor de bovengrondse objecten komt de nummering overeen met Bijlage A. Onderaan de tabel staan de ondergrondse leidingen en kabels vermeld.

Tabel 1.1 Overzicht van de objecten in de nabijheid van de windturbines

nummer	Beschrijving	Zie paragraaf
<i>Bovengrondse objecten</i>		
1	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 1	4.2.1
1a	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 1	4.2.1
1c	Marico Eemshornweg 3a	4.2.1
2	Sealane Cold Storage	4.2.1
2a	Sealane Cold Storage	4.2.1
3	Wagenborg Stevedoring (v.h. Veem&Factor) Eemshornweg 9	4.2.1
3a	Wagenborg Stevedoring (v.h. Veem&Factor) Eemshornweg 9	4.2.1
3b	Wagenborg Stevedoring (v.h. Veem&Factor) Eemshornweg 9	4.2.1
3c	Wagenborg Stevedoring (v.h. Veem&Factor) Eemshornweg 9	4.2.1
4	Zeemanshuis	4.2.1
5	Loods ten westen van het Zeemanshuis	4.2.1
5a	Kantoor westelijk naast loods ten westen van het Zeemanshuis (nieuwbouw)	4.1
6	Loods ten oosten van het Zeemanshuis (voormalig AG EMS, nu Wagenborg)	4.2.1
7	Kantoor ten zuiden van het Zeemanshuis	4.2.1
8	KNRM reddingsstation	4.2.1

* LNG = Liquefied Natural Gas, vloeibaar aardgas

nummer	Beschrijving	Zie paragraaf
9	Kantoor ten zuiden KNRM (zuidwest hoek Emmahaven)	4.1
10	Bebouwing ten oosten van het Zeemanshuis (plaatstalen overkapping voormalig AG-EMS)	4.2.1
10a	Bebouwing ten oosten van het Zeemanshuis (stenen gedeelte, voormalige vertrekhal AG-EMS)	4.2.1
11	Drijvende steiger in de Emmahaven	4.1
11a	Steiger / aanlegplaats in de zuidwest hoek van de Emmahaven	4.1
11b	Olieopslagfaciliteiten (nieuw) in de zuidwest hoek van de Emmahaven	4.1
12	Drijvende steiger in de Julianahaven (Vopak)	4.1
13	Enkel spoor (openbare infrastructuur / hoofdspoorweg, beheerder is Prorail)	4.2.1
14	Eemshornweg	4.2.1
15	Gebouw ten zuiden van drijvende stijger Emmahaven objectnr 11	4.1
16	Klein kantoor ten oosten van loods objectnr 6	4.1
17	Klein kantoor ten zuiden van loods objectnr 6 Loodswezen	4.1
18	Terrein ter plaatse van afgebrand gebouw	4.2.1
19	Dijklichamen	4.1
20	handelskade Emmahaven en Julianahaven	4.2.1
21	Keergebied Doekegatskanaal tot Emmahaven	4.2.1
31	Ro-Ro steiger in Emmahaven, noordkade	4.2.1
32	Terrein ten oosten van gebouw 10	4.2.1
<i>Ondergrondse objecten</i>		
33	Leidingen Tyco	4.2.2
34	Waterleidingen	4.2.2
35	KPN kabels	4.2.2
36	Glasvezel kabel	4.2.2
37	Gasleidingen	4.2.1
38	Elektriciteitskabel	4.2.1

2 Analysemodel en parameters

2.1 Analysemodel

Drie faalscenario's vormen een potentieel gevaar door windturbines. Dit zijn:

- Afbreken van (een gedeelte van) een blad;
- Omvallen van de mast (inclusief gondel en rotor);
- Neerstorten van de gondel en/of rotor.

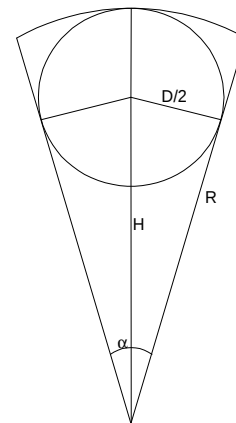
1. *Bladbreek:*

De treffrequentie van een object door afgeworpen bladen van windturbines komt uit een simulatiemodel dat met behulp van een kogelbaanmodel de kans bepaalt of een afgebroken blad (of deel daarvan) op een bepaalde plaats terecht komt en het object raakt. De trefkans volgt uit de vermenigvuldiging van deze kans met de kans op bladbreek. Het kogelbaanmodel houdt rekening met luchtweerstand, de windverdeling op de betreffende locatie en met liftkrachten van de rotorbladen.

2. *Omvallen van de mast (inclusief gondel en/of rotor):*

Het risico voor personen en bovengrondse objecten door het omvallen van de mast volgt uit de modellering met een cirkelsegment met openingshoek (α) (Figuur 2.1).

Het cirkelsegment waarbij de mast in aanraking komt met het object vermenigvuldigd met de kans op omvallen bepaalt de trefkans. De aanname is dat de richting waarin de windturbine valt een uniforme verdeling heeft. De reden voor deze aannames is dat een mast zo zwaar is dat de wind een verwaarloosbare invloed heeft op de valrichting.



Figuur 2.1

Cirkelsegment ($R = \text{masthoogte } (H) + \text{rotordiameter } (D) / 2$)

3. *Neerstorten van de gondel en/of rotor:*

Het zelfde model als onder 2 bepaalt de trefkans van personen en objecten door het neerstorten van een rotor of van een gondel met rotor. Het risicogebied is dit geval beperkt een cirkel rondom de toren met als straal de rotordiameter.

2.2 Invoerparameters

2.2.1 Gegevens windturbine type A

Windturbine type A heeft de volgende dimensies/eigenschappen:

Tabel 2.1 Gegevens windturbine type A (referentie turbine Enercon E126)

Dimensie/Eigenschap	Waarde
Vermogensklasse	6 MW
Masthoogte	135 m
Rotordiameter	127 m
nominaal toerental	12 rpm
straal rotornaaf	2 m
aantal bladen	3
cut in windsnelheid	4 m/s
Zwaartepunt t.o.v. rotorcentrum	18,9 m
lengte van het blad	60,5 m
oppervlakte van het blad	294 m ²
massa van het blad	66 000 kg

2.2.2 Gegevens van de windgesteldheid

De windroos die nodig is voor de berekening van treffrequenties van bladworp komt van het dichtstbijzijnde weerstation van het KNMI in Lauwersoog [2]

2.2.3 Faalfrequenties

Het Handboek [1] geeft onderstaande generieke faalfrequenties.

Tabel 2.2 Scenario's en faalfrequenties voor windturbines

Scenario	Faalfrequentie [1/jaar]
Bladbreek	$8,4 \times 10^{-4}$
Omvalen van de mast (inclusief gondel/rotor)	$1,3 \times 10^{-4}$
Neerstorten van de gondel en/of de rotor	$3,2 \times 10^{-4}$

Deze generieke data is gebaseerd op een historie van windturbines tot het jaar 2000. Omdat er sinds die tijd de nodige innovaties hebben plaatsgevonden, is het realistisch te veronderstellen dat deze generieke faalfrequenties conservatieve waarden zijn.

3 Risico's

Dit hoofdstuk bevat een korte uitleg van de relevante risicocriteria. Deze risicocriteria komen uit het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI) [3]. Windturbines vallen niet onder één van de categorieën van inrichtingen waarop het BEVI zich richt. De risico's rond windturbines kunnen wel op vergelijkbare wijze worden getoetst als de inrichtingen zoals omschreven in het BEVI. Daardoor sluit het Handboek [1] aan op het BEVI, maar het heeft geen formele wettelijke status. Inmiddels bestaat er jurisprudentie, waarin de toepassing van het Handboek voor bepaling van veiligheidsrisico's erkend wordt door de rechterlijke macht.

3.1 Plaatsgebonden Risico (PR)

Het plaatsgebonden risico (PR) is gedefinieerd als *“het risico op een plaats buiten de inrichting, uitgedrukt als kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op die plaats zou verblijven, overlijdt als een rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen de inrichting”* [3].

Een risicocontour is een lijn die plaatsen met een gelijke plaatsgebonden risicowaarde verbindt. Deze plaatsgebonden risicocontour is onafhankelijk van het al dan niet feitelijk aanwezig zijn van personen op of rond de inrichting.

In het BEVI [3] staat dat voor nieuwe activiteiten (situaties) voor kwetsbare objecten een grenswaarde van plaatsgebonden risico gelijk aan 10^{-6} per jaar geldt en voor beperkt kwetsbare objecten een richtwaarde van plaatsgebonden risico gelijk aan 10^{-6} per jaar geldt. Dit wil zeggen dat kwetsbare objecten buiten de 10^{-6} -risicocontour moeten liggen, en dat beperkt kwetsbare objecten in principe buiten de 10^{-6} -risicocontour moeten liggen. Aangezien er bij beperkt kwetsbare objecten sprake is van een richtwaarde kan door het Bevoegd Gezag (in de meeste gevallen is dit een orgaan van de gemeente) worden afgeweken van de richtwaarde indien zij gewichtige redenen daarvoor aanwezig acht.

In de Staatscourant [15] is een ontwerp van een algemene maatregel van bestuur gepubliceerd. Hieruit blijkt dat aan het besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer artikel 3.15a wordt toegevoegd. Lid 2 van dit artikel luidt: “Het plaatsgebonden risico voor een beperkt kwetsbaar object, veroorzaakt door een windturbine of een combinatie daarvan, is niet hoger dan 10^{-5} per jaar.” Met een ministeriële regeling kan hiervan worden afgeweken. De verwachting is dat dit ontwerp per 1 januari 2011 in werking treedt. Daarop anticiperend wordt in deze analyse naast toetsing aan de huidige criteria ook getoetst aan

de toekomstige regelgeving. Het Bevoegd Gezag kan dan bij haar afweging rekening houden met de uitwerking van die nieuwe regelgeving.

3.2 Individueel Passanten Risico (IPR)

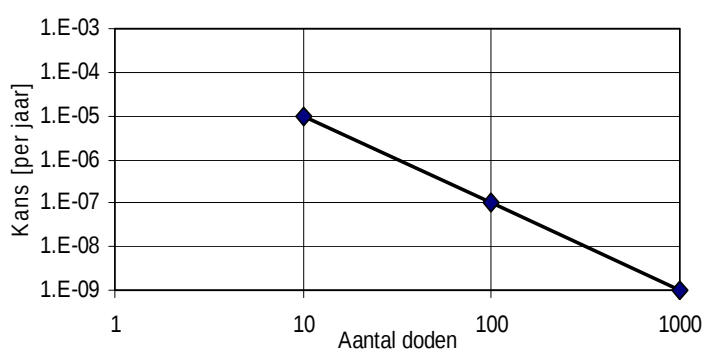
Het Individueel Passanten Risico is een risicomaat die aansluit bij de individuele beleving van een passant, namelijk de overlijdenskans per passant per jaar. Hierbij wordt de passant gevolgd gedurende zijn bezigheden in de nabijheid van een windturbine. Het IPR houdt rekening met de aanwezigheidsfractie van een passant; dit is de procentuele verblijfsduur in de 'gevaarlijke' omgeving gedurende een jaar. Het maximaal toelaatbaar IPR wordt gesteld op $1 \cdot 10^{-6}$ per jaar. Deze studie gaat ervan uit dat een mens overlijdt, zodra deze geraakt wordt door een deel van een windturbine.

3.3 Maatschappelijk Risico (MR)

Het Maatschappelijk Risico is de verwachtingswaarde van het aantal dodelijke slachtoffers onder passanten per jaar. Dit is het product van het gemiddelde aantal dodelijke slachtoffers per passage en het aantal passages per jaar. Ten opzichte van het IPR wordt bij het MR met alle passages gerekend, in plaats van het aantal passages van één enkel persoon. Het externe veiligheidsbeleid van VROM houdt per industriële installatie een acceptabel risiconiveau aan van $2 \cdot 10^{-3}$ dodelijke slachtoffers per jaar. Een maximaal toelaatbaar MR van $2 \cdot 10^{-3}$ dodelijke slachtoffers sluit hierbij aan. Deze waarde wordt in dit rapport dan ook aangehouden voor toetsing.

3.4 Groepsrisico (GR)

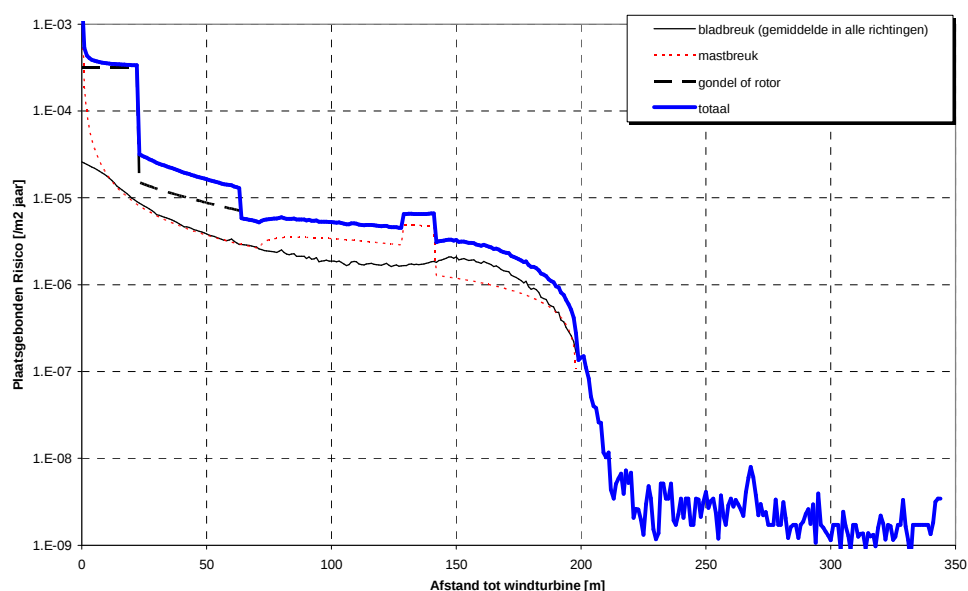
Het ministerie van VROM heeft het Groepsrisico gedefinieerd als de “*cumulatieve kans per jaar dat een aantal personen overlijdt als rechtstreeks gevolg van hun aanwezigheid in het invloedsgebied van een inrichting en een ongewoon voorval binnen die inrichting*” [4]. De toetsingswaarde voor het GR is maximaal toelaatbare kans van één op honderdduizend per jaar (10^{-5} /jaar) op een ongeval met 10 doden, en één op tien miljoen per jaar (10^{-7} /jaar) op een ongeval met 100 doden. Figuur 3.1 bevat een grafische weergave van deze norm.



Figuur 3.1 Grafische weergave van de norm voor het GR

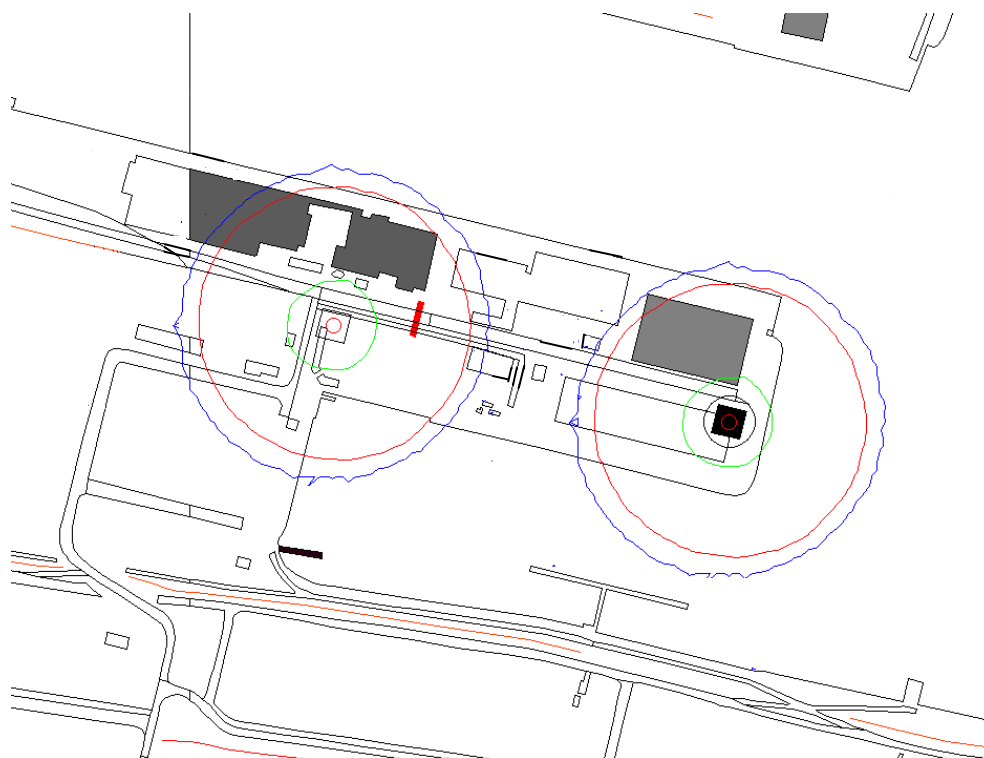
4 Risicocontouren en selectie voor nadere beschouwing

De berekeningen zijn uitgevoerd conform het Handboek [1] en leiden tot een contour van het plaatsgebonden risico. Zoals in hoofdstuk 2 is aangegeven wordt het plaatsgebonden risico bepaald door drie faalscenario's: bladworp, mastbreuk inclusief rotor en gondel en rotor en/of gondelval. Figuur 4.1 bevat het verloop van het plaatsgebonden risico als functie van de afstand tot de turbinevoet.



Figuur 4.1 Verloop van het plaatsgebonden risico als functie van de afstand tot de turbinevoet

In Figuur 4.2 zijn de risicocontouren van de windturbines geprojecteerd op de kaart met de locaties van de windturbines (10^{-5} groen; binnenste, 10^{-6} rood; middelste, 10^{-8} blauw; buitenste).



Figuur 4.2 Overzichtskartaal met de 10^{-5} -, 10^{-6} - en 10^{-8} -risicocontouren

4.1 Objecten buiten de 10^{-8} -risicocontouren

Voor objecten die buiten de 10^{-8} -risicocontouren liggen ($< 1,0 \cdot 10^{-8} / \text{m}^2$ jaar) is de kans van treffen verwaarloosbaar. Een nadere beschouwing van deze objecten is niet zinvol. Onderstaande tabel (Tabel 4.1) bevat deze objecten.

Tabel 4.1 Objecten buiten de 10^{-8} -risicocontouren.

Nummer	Beschrijving
5a	Kantoor westelijk naast loods ten westen van het Zeemanshuis (nieuwbouw)
9	Kantoor ten zuiden KNRM (zuidwest hoek Emmahaven)
11	Drijvende steiger in de Emmahaven
11a	Steiger / aanlegplaats in de zuidwest hoek van de Emmahaven
11b	Olieopslagfaciliteiten (nieuw) in de zuidwest hoek van de Emmahaven
12	Drijvende steiger in de Julianahaven (Vopak)
15	Gebouw ten zuiden van drijvende stijger Emmahaven objectnr 11
16	Klein kantoor ten oosten van loods objectnr 6
17	Klein kantoor ten zuiden van loods objectnr 6 Loodswezen
19	Dijklichamen
33	Tyco kabel
36	Glasvezelkabel

4.2 Objecten binnen 10^{-8} -risicocontouren

De objecten die liggen binnen de 10^{-8} -risicocontouren moeten onderverdeeld worden in een groep waarvoor een risicoanalyse noodzakelijk is en een groep waarvoor dit niet noodzakelijk is. Dit laatste geldt bijvoorbeeld voor ondergrondse kabels en leidingen die ongevaarlijke stoffen transporteren [1].

4.2.1 Nader te beschouwen objecten

In hoofdstuk 2 van het Handboek [1] staat dat een risicoanalyse begint met het inventariseren van gevoelige objecten. Deze zijn in het Handboek onderverdeeld in tien hoofdcategorieën. Deze tien categorieën zijn:

1. Bebouwing
2. Wegen
3. Vaarwegen
4. Spoorwegen
5. Industrie
6. Ondergrondse kabels en leidingen
7. Bovengrondse leidingen
8. Hoogspanningslijnen
9. Dijklichamen en waterkeringen
10. Straalpaden.

De objecten die zowel binnen de 10^{-8} -risicocontouren liggen als onder een van bovengenoemde hoofdcategorieën vallen, staan in Tabel 4.2. Deze objecten moeten nader beschouwd worden. Hoofdstuk 5 bevat de resultaten van de uitgevoerde risicoanalyse per object.

Veiligheid

Elk te beschouwen object wordt voor zover van toepassing getoetst aan de wettelijke criteria ten aanzien van het plaatsgebonden risico, Individueel Passanten Risico en Maatschappelijk Risico. Voor leidingen en kabels wordt getoetst of de toename in faalfrequentie per kilometer moet beneden de in het Handboek [1] vermelde richtwaarde van 10% blijft.

Beschikbaarheid

Plaatsing van de windturbines leidt tot een verhoging van de niet-beschikbaarheid van een object. Of dit acceptabel is, is afhankelijk van de maatschappelijke en bedrijfseconomische belangen van betrokken partijen. De relatieve bijdrage van de windturbines op de eigen autonome faalfrequentie of niet-beschikbaarheid van het betreffende object is dan van belang. Het Handboek [1] hanteert als richtwaarde dat de toename niet meer dan 10% mag zijn.

Tabel 4.2 Objecten binnen 10^{-8} -risicocontouren, die nader beschouwd dienen te worden

Nummer	Beschrijving	Zie paragraaf
1	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 1	5.1
1a	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 1	5.1
1c	Marico	5.1
2	Sealane Cold Storage	5.1
2a	Sealane Cold Storage	5.1
3	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 9	5.1
3a	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 9	5.1
3b	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 9	5.1
3c	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 9	5.1
4	Zeemanshuis	5.2
5	Loods ten westen van het Zeemanshuis	5.1
6	Loods ten oosten van het Zeemanshuis	5.1
7	Kantoor ten zuiden van het Zeemanshuis	5.1
8	KNRM reddingsstation	5.1
10	Bebouwing ten oosten van het Zeemanshuis	5.1
10a	Bebouwing ten oosten van het Zeemanshuis	5.1
13	Enkel spoor	5.3
14	Eemshornweg	5.4
18	Terrein ter plaatse van afgebrand gebouw	5.5
20	Handelkades Emmahaven en Julianahaven	5.6
21	Keergebied Doekegatskanaal tot Emmahaven	5.6
31	Ro-Ro steiger in Emmahaven, noordkade	5.6
32	Terrein ten oosten van gebouw 10	5.5
37	Gasleidingen	5.8
38	Elektriciteitskabel	5.9

4.2.2 Niet nader te beschouwen objecten

De objecten die in Tabel 4.3 vermeld staan, liggen binnen de 10^{-8} -risicocontouren, maar vereisen geen risicoanalyse.

Tabel 4.3 Objecten binnen 10^{-8} -risicocontouren, maar die niet nader beschouwd hoeven te worden

nummer	Niet nader te beschouwen objecten	Reden	Trefkans [per jaar]
34	Waterleidingen	Kabels en leidingen waardoor ongevaarlijke stoffen getransporteerd worden hoeven niet in een risicoanalyse beschouwd te worden. [1]	$6,4 \cdot 10^{-5}$
35	KPN kabels		$3,1 \cdot 10^{-4}$

5 Resultaten

5.1 Bedrijfsgebouwen

In de nabijheid van windturbine R36 en R37 staan een aantal bedrijfsgebouwen. Deze worden getoetst aan het wettelijke kader voor het plaatsgebonden risico. In beginsel zijn bedrijfsgebouwen een beperkt kwetsbaar object ([6] en BEVI artikel 1.b [3]).

Echter, gebouwen waarin doorgaans grote aantallen personen gedurende een groot gedeelte van de dag aanwezig zijn, zoals kantoren met een bruto vloeroppervlak van meer dan 1500 m² zijn kwetsbaar objecten (BEVI artikel 1.m.c 1^o [3]). In de toelichting van het BEVI (Stb. 2004, 250 p 28) staat vermeld dat een kantoor bestemd voor meer dan 50 personen een kwetsbaar object is.

De onderstaande Tabel 5.1 bevat per bedrijfgebouw het bruto vloeroppervlak, het maximum aantal aanwezige personen en de functie van het bedrijfsgebouw. Uit deze gegevens blijkt dat alle bedrijfsgebouwen beperkt kwetsbare objecten zijn.

Tabel 5.1 Bedrijfsgebouwen met enkele kenmerken

Nummer	beschrijving	Typering bedrijfsgebouw [7]	Bruto vloeroppervlak [m ²] [7]	Max. aantal personen [7]	Geheel of gedeeltelijk binnen de 10 ⁻⁶ risicocontour? [Ja/Nee]	Geheel of gedeeltelijk binnen de 10 ⁻⁵ risicocontour? [Ja/Nee]
1	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 1	Opslaghal	> 1500	49	R36: ja R37: nee	R36: nee R37: nee
1a	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 1	Kantoorruimte boven opslaghal	< 1500	49	R36: ja R37: nee	R36: nee R37: nee
1c	Marico	Kantoorruimte	< 1500	49	R36: ja R37: nee	R36: nee R37: nee
2	Sealane Cold Storage	Opslag in koelhuizen	> 1500	49	R36: ja R37: nee	R36: nee R37: nee
2a	Sealane Cold Storage	Kantoorruimte	< 1500	49	R36: ja R37: nee	R36: nee R37: nee
3	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 9	Opslaghal	> 1500	49	R36: nee R37: ja	R36: nee R37: ja
3a	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 9	Opslaghal	> 1500	49	R36: ja R37: nee	R36: nee R37: nee

Nummer	beschrijving	Typering bedrijfsgebouw [7]	Bruto vloeroppervlak [m ²] [7]	Max. aantal personen [7]	Geheel of gedeeltelijk binnen de 10 ⁻⁶ risicocontour? [Ja/Nee]	Geheel of gedeeltelijk binnen de 10 ⁻⁵ risicocontour? [Ja/Nee]
3b	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 9	Opslagsilo	>1500	49	R36: nee R37: nee	R36: nee R37: nee
3c	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 9	Kantoorruimte	>1500	49	R36: nee R37: nee	R36: nee R37: nee
5	Loods ten westen van Zeemanshuis	Opslaghal/werkplaats	< 1500	≤ 50	R36: ja R37: nee	R36: nee R37: nee
6	Loods ten oosten van het eemanshuis	Opslaghal	> 1500 [†]	≤ 50 [‡]	R36: nee R37: nee	R36: nee R37: nee
7	Kantoor ten zuiden van het Zeemanshuis	Kantoorruimte	< 1500 [†]	≤ 50 [‡]	R36: ja R37: nee	R36: nee R37: nee
8	KNRM reddingsstation	Kantoorruimte met opslag	< 1500	≤ 50 [‡]	R36: ja R37: nee	R36: nee R37: nee
10	Bebouwing ten oosten van het Zeemanshuis	Overkapping	< 1500 [†]	≤ 50 [‡]	R36: ja R37: nee	R36: ja R37: nee
10a	Bebouwing ten oosten van het Zeemanshuis	Kantoorruimte	< 1500 [†]	≤ 50 [‡]	R36: ja R37: nee	R36: nee R37: nee

Binnen de 10⁻⁶-risicocontour

In het BEVI [3] staat dat voor beperkt kwetsbare objecten een richtwaarde voor het plaatsgebonden risico van 10⁻⁶ per jaar geldt voor het toetsingscriterium. Aangezien het toetsingscriterium een richtwaarde is, kan het Bevoegd Gezag hiervan af wijken indien zij gewichtige redenen daarvoor aanwezig acht.

De bedrijfsgebouwen delen van Wagenborg Stevedoring, Marico, Sealane Cold Storage, de loods ten westen van het Zeemanshuis, het kantoor ten zuiden van het Zeemanshuis, de KNMR en de bebouwing ten oosten van het Zeemanshuis (objecten 1, 1a, 1c, 2, 2a, 3, 3a, 5, 7, 8, 10, 10a in Tabel 5.1) liggen binnen de 10⁻⁶-risicocontour. Er wordt dus *niet* voldaan aan het toetsingscriterium voor het plaatsgebonden risico, zoals beschreven in het BEVI.

[†] Het oppervlak het object is bepaald met behulp van Autocadtekening Windpark Westereems Overzicht (23-03-09).

[‡] Op basis van de activiteit wordt verondersteld dat het aantal tegelijkertijd aanwezige personen kleiner of gelijk aan 50 personen is.

Op dit moment heeft het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimte Ordening en Milieu een wijziging in voorbereiding waarbij de grenswaarde van het plaatgebonden risico voor beperkt kwetsbare objecten, veroorzaakt door een windturbine of een combinatie daarvan vastgesteld wordt op 10^{-5} per jaar (zie paragraaf 3.1). Daarop anticiperend wordt in deze analyse naast de huidige criteria de vermoedelijk toekomstige regelgeving ook beschreven.

De bebouwing ten oosten van het Zeemanshuis (object 10 in Tabel 5.1) ligt binnen de 10^{-5} -risicocontour van R36. De 10^{-5} -risicocontour van R37 gaat nog een klein stukje over het bedrijfsgebouw Wagenborg Stevedoring (object 3 in Tabel 5.1). Voor deze beide bedrijfsgebouwen wordt dus *niet* voldaan aan de naar verwachting per 1 januari 2011 in werking tredende regelgeving. De overige bedrijfsgebouwen voldoen aan dit toetsingscriterium.

Buiten de 10^{-6} -risicocontour

De bedrijfsgebouwen delen van Wagenborg Stevedoring en de loods ten oosten van het Zeemanshuis in (objecten 3b, 3c, 6 in Tabel 5.1) vallen zowel buiten de 10^{-5} - als buiten de 10^{-6} -risicocontour. Hiermee wordt dus voldaan aan het toetsingscriterium voor het plaatsgebonden risico (BEVI en de naar verwachting per 1 januari 2011 in werking tredende regelgeving).

In onderstaande tabel is per object de trefkans weergegeven.

Tabel 5.2 Trefkans van de bedrijfsgebouwen in de nabijheid van de windturbines

nummer	beschrijving	Getroffen door wind-turbine	Trefkans per jaar door			Totale trefkans [jaar]
			Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val	
1	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 1	R36	$4,7 \cdot 10^{-5}$	$5,1 \cdot 10^{-5}$	-	$9,9 \cdot 10^{-5}$
1a	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 1	R36	$5,0 \cdot 10^{-6}$	$3,5 \cdot 10^{-5}$	-	$4,0 \cdot 10^{-5}$
1c	Marico	R36	$6,6 \cdot 10^{-6}$	$4,5 \cdot 10^{-5}$	-	$5,2 \cdot 10^{-5}$
2	Sealane Cold Storage	R36	$7,0 \cdot 10^{-5}$	$5,6 \cdot 10^{-5}$	-	$1,3 \cdot 10^{-4}$
2a	Sealane Cold Storage	R36	$8,4 \cdot 10^{-6}$	$5,3 \cdot 10^{-5}$	-	$6,2 \cdot 10^{-5}$
3	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 9	R37	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$6,9 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$4,9 \cdot 10^{-4}$
3a	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 9	R36	$2,4 \cdot 10^{-6}$	$3,0 \cdot 10^{-5}$	-	$3,2 \cdot 10^{-5}$
		R37	$1,4 \cdot 10^{-8}$	-	-	$1,4 \cdot 10^{-8}$
						$3,2 \cdot 10^{-5}$

nummer	beschrijving	Getroffen door wind- turbine	Trefkans per jaar door			Totale trefkans [/jaar]
			Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val	
3b	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 9	R36	$2,4 \cdot 10^{-7}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$	-	$2,4 \cdot 10^{-5}$
		R37	$3,9 \cdot 10^{-8}$	-	-	$3,9 \cdot 10^{-8}$
						$2,4 \cdot 10^{-5}$
3c	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 9	R37	$4,8 \cdot 10^{-9}$	-	-	$4,8 \cdot 10^{-9}$
5	Loods ten westen van het Zeemanshuis	R36	$5,4 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$	-	$2,6 \cdot 10^{-5}$
6	Loods ten oosten van het Zeemanshuis	R36	$3,3 \cdot 10^{-7}$	$2,4 \cdot 10^{-5}$		$2,5 \cdot 10^{-5}$
7	Kantoor ten zuiden van het Zeemanshuis	R36	$5,5 \cdot 10^{-6}$	$4,9 \cdot 10^{-5}$	-	$5,5 \cdot 10^{-5}$
8	KNRM reddingsstation	R36	$2,0 \cdot 10^{-6}$	$2,4 \cdot 10^{-5}$	-	$2,6 \cdot 10^{-5}$
10	Bebouwing ten oosten van het Zeemanshuis	R36	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$8,3 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$4,2 \cdot 10^{-4}$
10a	Bebouwing ten oosten van het Zeemanshuis	R36	$3,3 \cdot 10^{-5}$	$4,6 \cdot 10^{-5}$	-	$4,9 \cdot 10^{-5}$

5.2 Zeemanshuis

Het Zeemanshuis ligt in de nabijheid van windturbine R36. Het wettelijke kader voor het plaatsgebonden risico is van toepassing. In het BEVI [3] staat dat sport- en kampeerterreinen en terreinen bestemd voor recreatieve doeleinden beperkt kwetsbare objecten zijn (BEVI artikel 1.f), voor zover zij niet bestemd zijn voor het verblijf van meer dan 50 personen gedurende meerdere aaneengesloten dagen (BEVI artikel 1.m.d). Volgens Essent [7] vindt er geen nachtverblijf plaats in het Zeemanshuis. Daaruit volgt dat het Zeemanshuis een beperkt kwetsbaar object is.

In het BEVI staat dat voor beperkt kwetsbare objecten een richtwaarde voor het plaatsgebonden risico van 10^{-6} per jaar. Het Zeemanshuis ligt binnen de 10^{-6} -risicocontour van windturbine R36 en daarmee voldoet het Zeemanshuis *niet* aan het toetsingscriterium voor het plaatsgebonden risico.

Tabel 5.3 Enkele kenmerken van het Zeemanshuis

Nummer	beschrijving	Typering bedrijfsgebouw [7]	Bruto vloeroppervlak [m ²] [7]	Max. aantal personen [7]	Geheel of gedeeltelijk binnen de 10^{-6} - risicocontour? [Ja/Nee]	Geheel of gedeeltelijk binnen de 10^{-5} - risicocontour? [Ja/Nee]
4	Zeemanshuis	Verblijf (geen nachtverblijf)	< 1500	70	R36: ja R37: nee	R36: ja R37: nee

Het Zeemanshuis ligt binnen de 10^{-5} -risicocontour van R36. Daarom voldoet het Zeemanshuis *niet* aan de naar verwachting per 1 januari 2011 in werking tredende regelgeving.

Tabel 5.4 bevat de totale trefkans en de trefkans per beschouwd faalscenario.

Tabel 5.4 Trefkans van het Zeemanshuis

nummer	beschrijving	Getroffen door wind-turbine	Trefkans per jaar door			Totale trefkans [jaar]
			Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val	
4	Zeemanshuis	R36	$2,4 \cdot 10^{-6}$	$3,9 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$3,6 \cdot 10^{-4}$

5.3 Enkel spoor

De beide windturbines staan gepland in de nabijheid van een spoorweg langs de Eemshornweg die bestemd is voor goederenvervoer. Deze spoorweg valt onder het gezag van ProRail. ProRail moet een vergunning verstrekken voor plaatsing van windturbines wanneer een (deel van een) rotorblad binnen het beheersgebied draait. Het beheersgebied van ProRail strekt zich uit tot 11 m uit het hart van het buitenste spoor. ProRail heeft haar visie, zoals beschreven in “Windturbines langs auto-, spoor- en vaarwegen; Beoordeling van veiligheidsrisico’s” [17] vertaald naar een plaatsingsadvies voor windturbines. Zij beoordeelt op twee aspecten, namelijk:

- De afstand tot de spoorweg
- Het veiligheidsrisico

5.3.1 Afstand tot de spoorweg

Prorail stelt dat de minimale vereiste afstand van de mast tot het hart van het spoor moet voldoen aan:
 $= 2,85 \text{ m} + 5,0 \text{ m} + \text{halve rotordiameter} = 71,35 \text{ m}.$

Bij plaatsing op een afstand minder dan de minimaal vereiste afstand zal ProRail een risicoanalyse eisen. Als deze afstand groter is dan de minimaal vereiste afstand, kan ProRail een risicoanalyse vragen bij het beoordelen van een plaatsingsadvies. Tabel 5.5 bevat de afstand van de windturbine tot het hart van de spoorlijn.

Tabel 5.5 Afstand windturbine tot het hart van het naastliggende spoor.

windturbine	Afstand windturbine – hart spoorlijn [m]	voldoet aan het minimale afstandscriterium [ja/nee]
R36	31,5	Nee
R37	30,8	Nee

Beide windturbines staan gepland op een afstand die kleiner is dan de minimaal vereiste afstand.

5.3.2 Veiligheidsrisico

Omdat een rotorblad van de windturbine binnen het beheersgebied van ProRail draait, moet ProRail een vergunning voor plaatsing verstrekken. Bij de vergunningsaanvraag zal een risicoanalyse worden verlangd. Risicoanalyses voor spoorwegen worden in twee hoofdcategorieën onderverdeeld:

1. Vervoer van gevaarlijke stoffen

Het spoor wordt gebruikt voor het transport van goederen van en naar de haven. Een van de goederen betreft goederen van de categorie IMO class 1. Hieronder vallen explosieve stoffen, zoals in dit geval munitie van defensie. Verder worden er geen gevaarlijke stoffen per spoor vervoerd.

Uit de informatie van Essent ([7] & [18] & [19]) voert Wagenborg Stevedoring de munitieverlading uit. Hier komen meerdere munitiewagons aan (tot 1 maal per week). De munitie wordt bewaard in standaard 20ft-containers voor droge lading. Tijdens een munitieverlading worden per keer 800 containers met munitie overgeslagen. Per dag komen er 3 treinen met 66 containers. Op het moment van lossen worden de containers overgebracht naar een schip dat aan de kade van de Julianahaven ligt. De containers staan opgesteld op het spoor ter hoogte van de doorgang tussen Wagenborg en Sealane. Daarmee staan ze opgesteld buiten de 10^{-5} -risicocontour van de R36 en R37 (lengte van de trein 400 m).

Er zijn verschillende klassen munitie. IMO class 1.4 heeft bij explosie de minste impact op de omgeving, maximaal 2 meter. De IMO class 1.1 is de klasse met de zwaarste munitie. Alle IMO class 1 transporten moeten voldoen aan de regelgeving volgens Accord européen relatif au transport international de marchandises Dangereuses par Route (ADR). Hierin wordt onder andere de wijze van verpakken beschreven met als doel de kans om ongevallen te minimaliseren. De ontsteking en projectiel apart vervoert. Tevens zijn 2 tot 3 zekeringen in projectielen geïnstalleerd om te voorkomen dat een projectiel eerder dan gewenst tot ontploffing komt.

Op basis van informatie van het ministerie van Defensie is aangenomen dat het risico bij munitie-overslagactiviteiten 10^{-4} per jaar is [20].

De trefkans van een permanent verblijvende trein met 66 containers op dat deel van het spoor is $8,7 \cdot 10^{-5}$ per jaar. Echter niet iedere trefkans leidt tot bezwijken. Hier wordt verondersteld dat treffen tot bezwijken leidt. Na aankomst van een trein met volle munitiecontainers, wordt deze containers gelijk verladen naar het vrachtschip. Er staat niet gedurende het gehele jaar een trein met volle munitiecontainers op het spoor. Het Handboek geeft als richtwaarde dat een toename in faalfrequentie van maximaal 10% acceptabel is. Uitgaande van een toename van 10%, is de maximale verblijftijd van een volle munitietrein 125 dagen op jaarbasis.

2. Personenvervoer

Het personenvervoer op het enkel spoor beperkt tot het personeel van de goederentreinen. Het risico voor passanten moet voldoen aan het individueel passanten risico (IPR) en het maatschappelijke risico (MR) (zie paragraaf 3.2 en 3.3).

Aangenomen is dat op de locomotief twee personen aanwezig zijn. De lengte van de locomotief inclusief remweg is 100 meter. Voor de snelheid van de goederentrein over dit spoortraject is een gemiddelde van 15 km/hr aangenomen. Voor de bepaling van het maximum aantal passages gelden de criteria voor IPR ($1 \cdot 10^{-6}$ per jaar) en MR ($2 \cdot 10^{-3}$ doden per jaar).

Tabel 5.6 Trefkans van een goederentrein en maximum aantal passages per dag

windturbine	Trefkans van trein [/passage]	Maximum aantal toegestane individuele passages [/dag]	Maximum aantal toegestane passages [/dag]
R36	$3,2 \cdot 10^{-10}$	8	8470
R37	$3,1 \cdot 10^{-10}$	9	8797

Uitgaande van het IPR-criterium volgt dat het maximale toegestane aantal passages 8 is dat één uniek persoon per dag over het traject mag maken. Het is niet te verwachten dat er meer dan 8000 passages per dag zijn, daarom wordt voldaan aan het MR-criterium.

5.4 Eemshornweg

5.4.1 Beleidscriteria

De beide windturbines staan in de nabijheid van de Eemshornweg gepland. De weg valt onder het gezag van de gemeente Eemsmund. Voor zo ver bekend heeft de gemeente Eemsmund geen eigen beleidsregels voor veiligheidscriteria voor wegen. Er is daarom getoetst aan de beleidregels voor rijkswegen van Rijkswaterstaat [12]:

1. Plaatsing van windturbines wordt toegestaan op een afstand van 30 meter uit de rand van de verharding of bij een rotordiameter groter dan 60 m, ten minste de halve rotordiameter.
2. Binnen een afstand van 30 meter uit de rand van de verharding wordt plaatsing slechts toegestaan, indien uit aanvullend onderzoek blijkt dat er geen onaanvaardbaar verhoogd veiligheidsrisico bestaat.
3. In nabijheid van een knooppunt of aansluiting of op locaties waarbij rotorbladen zich boven de verharding zullen bevinden plaatsing van windturbines slechts toegestaan indien uit aanvullende onderzoek blijkt dat er geen onaanvaardbaar verhoogd risico is voor de verkeersveiligheid.

De rijweg bevindt zich binnen de afstand van een halve rotordiameter (63,5 m) van de windturbines (zie Tabel 5.7). Er wordt *niet* voldaan aan bovenstaande punt 1. Op grond van bovenstaande punt 3 kan plaatsing worden toegestaan indien aannemelijk is dat er geen onaanvaardbaar verhoogd veiligheidsrisico optreedt. Of dit zo is zal moeten blijken uit de navolgende paragrafen.

Tabel 5.7 Trefkans van Eemshornweg

Getroffen door windturbine	Trefkans per jaar door			Totale trefkans [jaar]	Afstand tot de weg [m]
	Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val		
R36	$4,8 \cdot 10^{-5}$	$6,7 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-4}$	33
R37	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$7,5 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$4,2 \cdot 10^{-4}$	34

5.4.2 Veiligheid

Rijwegen vallen niet onder kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten [3]. Dit betekent dat er geen wettelijk criterium geldt voor het plaatsgebonden risico. Wel dient er rekening gehouden te worden met het Individueel Passanten Risico (IPR) (zie paragraaf 3.2) en Maatschappelijk Risico (MR) (zie paragraaf 3.3). De aannames m.b.t. een voetganger, fietser en automobilist staan Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Gegevens van de voetganger, fietser en automobilist.

	Snelheid [km/uur]	Lengte (incl. remweg) [m]
Voetganger	3	1
Fietser	10	4
Automobilist (1 persoon per auto)	40	30

Met de trefkans van de Eemshornweg is het maximum aantal toegestane passages bepaald, waarbij wordt voldaan aan de criteria voor IPR ($1 \cdot 10^{-6}$ per jaar) en MR ($2 \cdot 10^{-3}$ doden per jaar). De uitkomsten daarvan staan in Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Trefkans van voetganger, fietser en automobilist en maximum aantal passages per dag

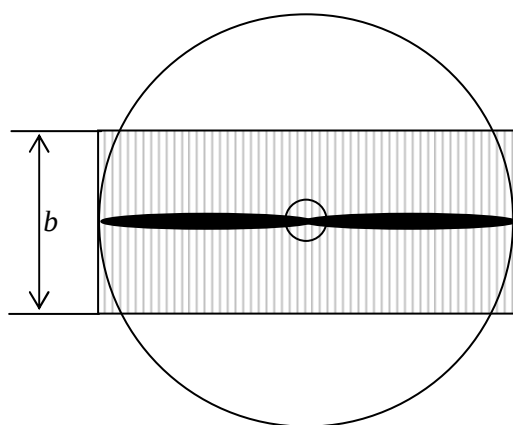
	windturbine	Trefkans van passant [/passage]	Maximum aantal toegestane individuele passages [/dag]	Maximum aantal toegestane passages [/dag]
Voetganger	R36	$1,7 \cdot 10^{-11}$	165	330 828
	R37	$1,6 \cdot 10^{-11}$	171	342 323
Fietser	R36	$2,0 \cdot 10^{-11}$	138	275 690
	R37	$1,9 \cdot 10^{-11}$	143	285 269
Automobilist	R36	$3,7 \cdot 10^{-11}$	74	147 035
	R37	$3,6 \cdot 10^{-11}$	76	152 144

Voor het IPR is de automobilist bepalend. Het is onwaarschijnlijk dat een automobilist vaak dan 74 keer per dag langs komt. Daarmee is voldaan aan het IPR-criterium.

Bij het MR mogen er maximaal 147 035 passanten per dag langs komen. Immers voetgangers en fietsers hebben een lagere trefkans dan automobilisten. Overschrijden van dit aantal is onwaarschijnlijk. Daarmee is eveneens voldaan aan het MR-criterium.

5.4.3 Vallend ijs

Volgens het Besluit Voorzieningen en Installaties Milieubeheer mogen turbines met ijsafzetting op de bladen niet opstarten. Uit ervaring is bekend dat in Nederland ijsafzetting op de bladen meestal ontstaat tijdens stilstand van de windturbine. Observaties van dit fenomeen laten zien dat grotere stukken ijs in een rechthoekige strook onder het rotorvlak terecht komen (zie Figuur 5.1). Conform het Handboek [1] is de breedte b van deze strook gelijk is aan $1/3$ van de masthoogte en de lengte is gelijk aan de rotordiameter.



Figuur 5.1 Schematische weergave van de strook (gearceerd gebied) waar brokken ijs terecht kunnen komen bij ijsafzetting.

Als dit gebied vrij toegankelijk is, zal vallende ijs mogelijk personen treffen. Auto's bieden voldoende bescherming aan de inzittenden.

Volgens het Handboek [1] komt de situatie, waarbij er ijsafzetting optreedt in Nederland maximaal twee keer per jaar voor.

Maximaal toelaatbare kans op ijsafzetting

De kans dat een persoon komt te overlijden ten gevolge van ijsval is afhankelijk van de volgende factoren:

A. Frequentie ijsval [/jaar]

Helaas is er geen exacte frequentie van ijsval bekend. Dit zal zeker meer dan de eens in de 10 jaar zijn.

B. Verblijftijdfractie in het gebied met mogelijke ijsval [-]

Gezien het snelheidsverschil tussen voetgangers en fietser en omdat het aantal individuele passages van een voetganger in dezelfde orde van grootte ligt als die van een fietser, zijn de voetgangers maatgevend. Daarom worden alleen voetgangers verder beschouwd.

Om de trefkans van een passerende voetganger te bepalen is aangenomen dat een persoon wordt getroffen door afvallend ijs als dit terecht komt op een gebied van 1 m^2 rondom die persoon. Op basis van de snelheid (Tabel 5.8; 3 km/hr), de afstand tot de weg (Tabel 5.7; 32 m / 34 m) en rotordiameter (127 m) is de verblijftijd per passage, waar mogelijk ijs valt te bepalen. Uitgaande van 4 keer per dag en 260 dagen per jaar is het aantal passages in een jaar 1040. De fractie van de verblijftijd van een passant in het gebied waar mogelijk ijsval optreedt is berekend. Tabel 5.10 bevat de resultaten.

Tabel 5.10 Fractie van de verblijftijd van een passant in het gebied waar mogelijk ijs valt

	Windturbine R36	Windturbine R37
Voetganger	0,42%	0,43%

C. Fractie gebied getroffen door mogelijke ijsval ten op zichten van rotoroverdraaigebied [-]

Het oppervlak met mogelijke ijsval is een rechthoekige strook onder de rotor. De breedte van de strook bedraagt 45 m voor deze windturbines met masthoogte 135 m. Het oppervlak van deze strook is 45 % van het totale oppervlak met de straal van de rotordiameter.

D. Kans op treffen van een bepaald gebied gegeven ijsafval. [-]

Onder de rotor is een gebied waar mogelijk ijs kan terecht komen. Echter het kan niet overal te gelijkertijd terecht komen, slecht op een bepaald deel van dit gebied. De kans dat dit specifiek het gebied van de passant is, wordt hier 5% verondersteld.

E. Overlijdenskans van een passant getroffen door ijsafval [-]

Gezien de valhoogte en de mogelijke grootte van een ijsbrok is te verwachten dat de impact op een passant zodanig is dat deze overlijdt, dus de overlijdenskans is 100%.

Dan is de kans op overlijden ten gevolge van ijsval in formulevorm:

$$\text{Kans op overlijden}_{\text{passant getroffen door ijsval}} = A * B * C * D * E \text{ [/jaar]}$$

Met A = frequentie ijsval [/jaar]

B = verblijfstijdfraction gebied met mogelijke ijsval [-]

C = fractie gebied getroffen door mogelijk ijsval t.o.v.
rotoroverdraaigebied [-]

D = kans op treffen van bepaald gebied gegeven ijsval [-]

E = overlijdensfractie van een passant getroffen door ijsafval [-]

Om aan het IPR-criterium te voldoen moet de trefkans van een passant getroffen door ijsval kleiner of gelijk zijn aan 10^{-6} per jaar. Omdat de frequentie op ijsval zeer onzeker is de maximaal toelaatbare kans op afvallen van ijs tijdens stilstand berekend, waarbij nog voldaan wordt aan het IPR-criterium. In Tabel 5.11 zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 5.11 Maximaal toelaatbare kans per jaar op afvallen van ijs tijdens stilstand, waarbij nog wordt voldaan aan het IPR-criterium.

	Windturbine R36	Windturbine R37
Voetganger	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$

Het blijkt dat als de kans op ijsafval tijdens stilstand groter is $1,0 \cdot 10^{-2}$ per jaar (eens in de 100 jaar) het IPR groter zal zijn dan 10^{-6} per jaar. Omdat de kans per jaar op ijsval zeker meer is dan één keer per 10 jaar, wordt *niet* voldaan aan het IPR-criterium.

Met mitigerende maatregelen waardoor de strook onder het rotorvlak waar afvallende brokken ijs terecht kunnen komen ontoegankelijk wordt voor voetgangers, wordt aan het IPR-criterium voldaan.

5.5 Onbebouwde terreinen

In de nabijheid van beide windturbines bevinden zich twee terreinen, waar momenteel geen bebouwing is. Ten behoeve van mogelijke toekomstige bestemming van de betreffende percelen is de trefkans van deze beide percelen in onderstaande tabel weergegeven. Beide terreinen liggen binnen de 10^{-6} -risicocontour van een windturbine. Het terrein ten oosten van gebouw 10 (object 32) ligt buiten de 10^{-5} -risicocontour van windturbine R36. Een klein deel van het terrein ter plaatse van het afgebrande gebouw (object 18) valt binnen de 10^{-5} -risicocontour van windturbine R37.

Tabel 5.12 Trefkans van de onbebouwde terreinen

Nummer	Beschrijving	Getroffen door wind-turbine	Trefkans per jaar door			Totale trefkans [jaar]
			Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val	
18	Terrein ter plaatse van afgebrand gebouw	R37	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$8,5 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$5,5 \cdot 10^{-4}$
32	Terrein ten oosten van gebouw 10	R36	$1,4 \cdot 10^{-5}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$	-	$5,9 \cdot 10^{-5}$

5.5.1 Toekomstig koelhuis

Er bestaan plannen om op het terrein ten oosten van gebouw 10 (object 32) een opslagloods met koelcellen te bouwen. Het koelen van deze cellen gebeurt meestal met behulp van een ammoniakkoelinstallatie. De huidige generatie ammoniakkoelinstallaties zijn indirecte koelsystemen. Hierbij wordt door de ammoniak een tweede medium (bijvoorbeeld een water-glycoloplossing) afgekoeld. Deze wordt vervolgens rondgepompt over de koelers in de diverse koelcellen. Door deze constructie blijft ammoniak (toxisch, reactief en ontvlambaar) binnen de installaties in de machinekamer.

Voor ammoniakinstallaties gelden de wettelijke criteria voor het plaatsgebonden risico en groepsrisico. De grootste hoeveelheid ammoniak bevindt zich in een opslagvat. Daarom is de autonome faalfrequentie van een koelinstallatie gelijk gesteld aan de faalfrequentie van het instantaan vrijkomen van de gehele inhoud van een bovengrondse opslagtank onder druk ($5 \cdot 10^{-7}$ per jaar [10]). Omdat de faalfrequentie laag is, is marge tot de grenswaarden van de wettelijke normen ruim. Het is verwachten dat ondanks het domino-effect, de toename in faalfrequentie binnen de wettelijke normen blijven. Echter er dient wel opgemerkt te worden dat het mogelijk is de ammoniakkoelinstallatie buiten de 10^{-8} -risicocontouren van beide windturbines te plaatsen.

5.6 Vaarwegen

5.6.1 Afstand tot de vaarweg

De windturbines komen in de nabijheid van de Emmahaven, Julianahaven en Doekegatskanaal. Er dient daarom rekening gehouden te worden met de beleidsregels van Rijkswaterstaat [12]:

- Windturbines worden op een afstand van 50 meter uit de rand van de vaarweg geplaatst ofwel er wordt aangetoond dat er geen hinder voor wal- en scheepsradar optreedt. De minimale afstand tot de rand van de vaarweg is altijd tenminste de helft van de rotordiameter (hier 63,5m).
- De plaatsing van de windturbines mag geen visuele hinder opleveren voor het scheepvaartverkeer en het bedienende personeel van de kunstwerken. Het zicht op vaarwegmarkering mag niet door plaatsing van windturbines worden afgeschermd.

Ten aanzien van de afstand van de windturbines tot de vaarweg wordt aan de beleidsregel van Rijkswaterstaat voldaan voor zowel de Julianahaven als Emmahaven. De afstand van de windturbine R37 tot de rand van het Doekegatskanaal is 51 m. Tussen de rand van het Doekegatskanaal en de vaarweg ligt een talud met een breedte van 25-30 m [18]. Hierdoor wordt de afstand tot vaarweg 76 – 81 m en voldoet daarmee aan het criterium van de minimale afstand. Mogelijke nautische radar- en zichthinder wordt in dit rapport niet nader beschouwd.

Tabel 5.13 bevat de verschillende trefkansen van de vaarwegen en kades.

Tabel 5.13 Trefkansen van handelskade van de Emmahaven, de Julianahaven en het keergebied

Nummer	Beschrijving	Getroffen door wind-turbine	Afstand turbine – kade [m]	Trefkansen per jaar door			Totale trefkansen [jaar]
				Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val	
20a	Handelskade Emmahaven	R36	92	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$4,9 \cdot 10^{-5}$	-	$6,6 \cdot 10^{-5}$
		R37	97	$2,0 \cdot 10^{-5}$	$5,9 \cdot 10^{-5}$	-	$7,9 \cdot 10^{-5}$
							$1,4 \cdot 10^{-4}$
20b	Handelskade Julianahaven	R36	185	$6,2 \cdot 10^{-6}$	$4,3 \cdot 10^{-5}$	-	$5,0 \cdot 10^{-5}$
		R37	184	$8,9 \cdot 10^{-6}$	$3,7 \cdot 10^{-5}$	-	$4,6 \cdot 10^{-5}$
							$9,6 \cdot 10^{-4}$
21	Keergebied Doekegatskanaal tot Emmahaven	R37	51	$2,7 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	-	$4,4 \cdot 10^{-4}$

5.6.2 Handelskade Emmahaven en Julianahaven

Aan de handelskade van de Emmahaven en de Julianahaven liggen schepen. Dit zijn vracht- of cruiseschepen.

Bij de eerste categorie worden er diverse goederen overgeslagen, waaronder munitie van defensie (IMO class 1; zie ook paragraaf 5.3.2). Deze schepen liggen alleen aan bij de handelskade Julianahaven. Uit de informatie van Essent ([7] & [18]) blijkt dat er verder geen gevaarlijke stoffen overgeslagen worden. De tweede categorie verblijft daar voor onderhoud, proefvaarten en afbouw. De mensen op de cruiseschepen zijn geen passagiers, maar mensen voor uitvoering van eerder genoemde werkzaamheden en eigen personeel.

Tabel 5.14 Gegevens per scheepscategorie.

	Vrachtschepen	Cruiseschepen
lengte [m]	100	294
breedte [m]	15	32
snelheid [knp ; km/h]	9; 16,7	9; 16,7

Vrachtschepen

Een vrachtschip liggend aan een handelskade kan getroffen worden door beide windturbines. In Tabel 5.15 wordt de trefkansen van een vrachtschip weergegeven. Er wordt van uitgegaan dat de kade een bezettingsgraad heeft van 100%.

Tabel 5.15 Trefkansen van een vrachtschip aan de handelskade van de Emmahaven en de Julianahaven

Nummer	Beschrijving	Getroffen door windturbine	Trefkans per jaar door			Totale Trefkans [jaar]
			Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val	
20a	Vrachtschip aan handelskade Emmahaven	R36	$8,0 \cdot 10^{-7}$	$2,2 \cdot 10^{-6}$	-	$3,0 \cdot 10^{-6}$
		R37	$9,0 \cdot 10^{-7}$	$2,7 \cdot 10^{-6}$	-	$3,6 \cdot 10^{-6}$
						$6,6 \cdot 10^{-6}$
20b	Vrachtschip aan handelskade Julianahaven	R36	$2,5 \cdot 10^{-7}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$	-	$2,0 \cdot 10^{-6}$
		R37	$3,6 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$	-	$1,9 \cdot 10^{-6}$
						$3,9 \cdot 10^{-6}$

Voor schepen zijn er geen scenario's voor intrinsiek falen. Aangenomen wordt dat verlading plaatsvindt tijdens het grootste deel van de tijd, dat een schip aanwezig is, en de verladingsscenario's dominant zijn ten opzichte van intrinsiek falen. Alleen voor gevaarlijke stoffen is het verladingsscenario wel relevant. Dat betreft hier munitie dat in de volgende paragraaf behandeld wordt.

De enige scenario's, naast de verlading, die van belang zijn, zijn externe beschadiging ten gevolge van scheepsbotsingen. Deze worden zeer sterk bepaald door de locale situatie. In het geval een schip gelegen is in een (kleine) haven buiten de transportroutes, is de kans op een botsing, dusdanig klein, dat deze niet beschouwd hoeft te worden.

Vrachtschip met munitie

In de Julianahaven kunnen vrachtschepen liggen ten behoeve van munitieverladings (zie ook paragraaf 5.3.2). Een munitieverlading vindt plaats gedurende 4 dagen (800 containers per verlading met 198 containers per dag via het spoor aangevoerd). Er is aangenomen dat er twee transporten per maand plaatsvinden. Tabel 5.16 bevat de trefkans van een vrachtschip met munitie.

Tabel 5.16 Trefkansen van een vrachtschip met munitie aan de handelskade van de Julianahaven

Beschrijving	Getroffen door windturbine	Trefkans per jaar door			Totale trefkans [jaar]
		Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val	
Vrachtschip met munitie aan handelskade Julianahaven	R36	$6,7 \cdot 10^{-8}$	$4,6 \cdot 10^{-7}$	-	$5,3 \cdot 10^{-7}$
	R37	$9,5 \cdot 10^{-8}$	$4,0 \cdot 10^{-8}$	-	$4,9 \cdot 10^{-7}$
					$1,0 \cdot 10^{-6}$

De trefkans van een vrachtschip met munitie is $1,0 \cdot 10^{-6}$ per jaar (Tabel 5.16). Op basis van informatie van van het ministerie van Defensie is aangenomen dat het risico bij munitie-overslagactiviteiten 10^{-4} per jaar is [20]. Samen met de veronderstelling dat treffen tot bezwijken leidt (zie ook paragraaf 5.3.2) is de toename in faalfrequentie 1,0%. In het Handboek wordt als richtwaarde genoemd dat een toename van 10% acceptabel is. Dit geval wordt hier ruimschoots aan voldaan.

Vrachtwagen met munitie op de kade van de Julianahaven

Ten behoeve van munitieverlading kunnen op de kade van de Julianahaven (zie ook paragraaf 5.3.2) kan er een vrachtwagen met munitie staan. De munitie wordt vervoerd in een standaard 20ft-container voor droge lading.

Tabel 5.17 Trefkansen van een vrachtwagen met munitie op de handelskade van de Julianahaven

Beschrijving	Getroffen door windturbine	Trefkans per jaar door			Totale trefkans [jaar]
		Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val	
Vrachtwagen met munitie op handelskade Julianahaven	R36	$6,7 \cdot 10^{-9}$	$4,6 \cdot 10^{-8}$	-	$5,3 \cdot 10^{-8}$
	R37	$9,5 \cdot 10^{-9}$	$4,0 \cdot 10^{-8}$	-	$4,9 \cdot 10^{-8}$
					$1,0 \cdot 10^{-7}$

De trefkans van een permanent verblijvende vrachtwagen is $1,0 \cdot 10^{-7}$ per jaar. Op basis van informatie van van het ministerie van Defensie is aangenomen dat het risico bij munitie-overslagactiviteiten 10^{-4} per jaar is [20]. Samen met de veronderstelling dat treffen tot bezwijken leidt (zie ook paragraaf 5.3.2) is de toename in faalfrequentie 0,10%. In het Handboek wordt als richtwaarde genoemd dat een toename van 10% acceptabel is. Ook bij permanent verblijf van een vrachtwagen met munitie wordt hier ruimschoots aan voldaan.

Cruiseschepen

Afhankelijk van de exacte locatie waar cruiseschepen in de Julianahaven aangemeerd liggen, kan een cruiseschip getroffen worden door één van beide windturbines. De meest ongunstige locaties zijn direct ten noorden van windturbine R36 en R37 aan de kade van de Julianahaven. In Tabel 5.18 vermeldt de treffrequentie van een cruiseschip op bovengenoemde locaties.

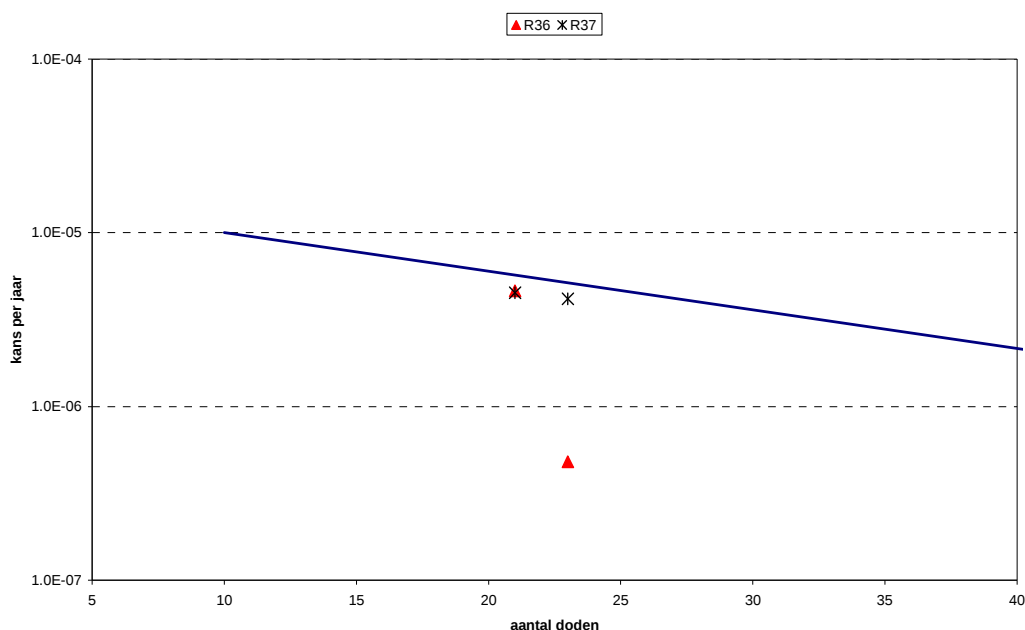
Tabel 5.18 Trefkans t.g.v. windturbines van een cruise schip

Beschrijving	trefkans per jaar door			Totale trefkans [/jaar]
	Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val	
Cruise schip aan handelskade Julianahaven direct ten noorden van windturbine R36	$9,6 \cdot 10^{-7}$	$8,3 \cdot 10^{-6}$	-	$9,3 \cdot 10^{-6}$
Cruise schip aan handelskade Julianahaven direct ten noorden van windturbine R37	$7,2 \cdot 10^{-7}$	$8,3 \cdot 10^{-6}$	-	$9,0 \cdot 10^{-6}$

Uit [7] & [18] blijkt dat er 3 cruiseschepen per jaar gedurende maximaal 30 dagen aangemeerd liggen. Aangenomen is dat gedurende deze periode gemiddeld 600 medewerkers gedurende 24 uur per dag aanwezig zijn. De afstand tot het schip is 190 m. Dit houdt in dat in het faalscenario 'de gondel en/of rotorval' niet op het schip vallen. De faalscenario's bladbreuk en mastbreuk kunnen het schip treffen.

Resultaat van de groepsrisicobepaling van een cruise schip

In Figuur 5.2 is de toetsingsnorm zoals gedefinieerd in paragraaf 3.4 weergegeven. Daaraan zijn voor beide windturbines twee punten toegevoegd. Deze representeren de twee faalscenario's bladworp en mastbreuk bij een bepaalde groeps grootte. Verondersteld wordt dat de medewerkers gelijk verdeeld zijn over het schip en 24 uur per dag gedurende 90 werkdagen (30 ligdagen * 3 schepen) aanwezig zijn. Tevens is aangenomen dat de helft van de mensen, die getroffen wordt ook daadwerkelijk overlijdt.



Figuur 5.2 Groepsrisico voor de scenario's bij een groep van 600 medewerkers.

Uit berekening volgt dat zolang de gemiddelde groeps grootte beneden de 600 personen blijft, wordt voldaan de norm voor het groepsrisico.

Het is mogelijk om cruiseschepen aan de kade van de Julianahaven buiten de 10^{-8} -risicocontouren aan te meren. Dan zal de norm van het groepsrisico niet overschreden worden ten gevolge van het falen van de windturbines.

5.6.3 Keergebied (Doekegatskanaal)

Het falen van de windturbine R37 kan leiden tot het treffen van een varend schip en het daarop aanwezige personeel. Voor opvarende personen gelden wettelijke criteria waaraan het windpark moet voldoen. Dit zijn het criterium van het Individueel Passanten Risico (IPR) en het Maatschappelijk Risico (MR). Voor het criterium voor een varend schip geeft het Handboek [1] als algemene richtwaarde aan dat de faalkans toename maximaal 10% mag zijn.

Individueel Passanten Risico en Maatschappelijk Risico (Veiligheid)

In dit deel van de Eemshaven keren diverse vrachtschepen. De afmetingen van een vrachtschip staan in Tabel 5.14. Door rekening te houden met het oppervlak van een schip en de keertijd van een schip (aanname 4 uur), wordt de trefkans van een varend schip per passage bepaald. Deze trefkans dient als

basis voor het bepalen van het maximale aantal vaarbewegingen voordat de normen van het IPR en het MR overschreden worden (Tabel 5.19).

Tabel 5.19 Maximaal toelaatbaar aantal passages voor het Doekegatskanaal

	Trefkans van een schip per keeractie	Maximum toelaatbaar aantal keeracties	
		IPR [1/dag]	MR [/dag]
Vrachtschepen	$2,9 \cdot 10^{-13}$	9417	6 278 144

Het toegestane IPR ($\max 1 \cdot 10^{-6}$ per jaar) wordt overschreden als één vrachtschip met dezelfde bemanning gemiddeld meer dan de 9417 keer per dag keert in dit havengebied. Dit is niet erg waarschijnlijk, zodat de conclusie is dat aan de eis van het IPR is voldaan.

De norm voor de MR ($\max 2 \cdot 10^{-3}$ per jaar) wordt overschreden als het aantal vaarbewegingen boven de 6 miljoen per dag uitkomt. Dit is niet waarschijnlijk, zodat ook geconcludeerd mag worden dat aan het MR-criterium is voldaan.

Falen van één vrachtschip in het keergebied

Ondanks dat er geen schepen met gevaarlijke stoffen aanmeren aan de kades van de Julianahaven en de Emmahaven is het mogelijk dat in Doekegatskanaal LNG gastankers keren. De trefkans per keeractie van een vrachtschip gelijk aan $2,9 \cdot 10^{-13}$ per jaar (zie Tabel 5.19). Net als bij de handelskade is de veronderstelling dat als een schip getroffen wordt, deze ook bezwijkt.

In de PGS 3 [10] staat de initiële ongevallen faalfrequentie van schepen met zware schade. Aangenomen wordt dat in het Doekegatskanaal schepen met de grootste afmetingen kunnen varen; een CEMT klasse 6 vaarweg[§]. Voor vaarwegen van deze vaarklasse is de initiële faalfrequentie $1,4 \cdot 10^{-6}$ per schip per km. De kans op continu groot verlies van de lading loopt van 0,1 (enkelwandig schip) tot $1,2 \cdot 10^{-4}$ (gastanker). De bijdrage door plaatsing van de windturbines zal het grootst zijn als de autonome faalfrequentie van een schip het kleinst is. De meest ongunstige situatie is dus een schip met de kleinste kans op een groot lek: de gastanker. De faalkans voor gastankers waarbij groot lek ontstaat, is $1,7 \cdot 10^{-10}$ per schip per kilometer ($= 1,4 \cdot 10^{-6} * 1,2 \cdot 10^{-4}$). Per keeractie wordt dit vermenigvuldigd met de afstand van het keren, hier 3 km (=

[§] De klasse-indeling is bepaald door de Conférence Européenne des Ministres de Transport (CEMT). Per klasse zijn de maximale afmetingen van een schip vastgelegd.

$1,7 \cdot 10^{-10} \cdot 3 = 5,0 \cdot 10^{-10}$ per schip per passage). Dit betekent dat de toename van de faalkans van een schip t.g.v. de windturbines langs de vaarweg ($2,9 \cdot 10^{-13} / 5,0 \cdot 10^{-10}$) = 0,1% is. Hiermee wordt ruimschoots voldaan aan de in het Handboek [1] vermelde richtwaarde van 10%.

5.7 Ro-Ro steiger

De Ro-Ro steiger ligt in de Emmahaven aan de noordkade. Er zijn geen wettelijke criteria met betrekking tot de veiligheid voor steigers zoals deze Ro-Ro steiger. Dit rapport past het groepsrisico toe. De totale trefkans en de trefkans per faalscenario wordt in Tabel 5.20 weergegeven. De steiger ligt binnen de 10^{-6} -risicocontour van windturbine R37.

Tabel 5.20 Trefkans van de Ro-Ro steiger

nummer	beschrijving	Getroffen door wind-turbine	Trefkans per jaar door			Totale trefkans [jaar]
			Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val	
31	Ro-Ro steiger in Emmahaven, noordkade	R37	$3,0 \cdot 10^{-6}$	$2,8 \cdot 10^{-5}$	-	$3,1 \cdot 10^{-5}$

Het geringe aantal personen dat aanwezig kan zijn in combinatie met de trefkans is het groepsrisico verwaarloosbaar. Onder de veronderstelling dat deze steiger alleen gebruikt wordt voor de logistiek van voor de bouw van windparken op zee spelen alleen bedrijfseconomische gevolgen een rol.

5.8 Ondergrondse gasleidingen van Enexis

In de nabijheid van de beide windturbines liggen een lage druk gasleiding en een hoge druk gasleiding. Deze analyse neemt aan dat beide leidingen gelijke parameters hebben [9]. De beheerder is Enexis. Voor ondergrondse leidingen noemt het Handboek [1] het veiligheids criterium of de toename in de faalfrequentie per strekkende kilometer beneden de richtwaarde van 10% blijft.

5.8.1 Kentallen van de gasleidingen

De ondergrondse gasleidingen bestaan uit een hoge druk deel en een lage druk deel. In Tabel 5.21 zijn de gegevens van de gasleiding voor elk van de delen weergegeven. De trajectlengte bestaat uit de lengte waarlangs de windturbines staan. In de PGS 3 staan de catastrofale breukfrequenties van ondergrondse pijpleidingen; deze is $6,1 \cdot 10^{-4}$ per kilometer per jaar [10].

Tabel 5.21 Gegevens van het gasleidingstelsel van Enexis

Tracé	Tracélengte waarover de windturbines zijn gepositioneerd [km]	buitendiameter van de leiding [mm]
Hoge druk gasleiding	0,29	110
Lage druk gasleiding	1,2	110

5.8.2 Veiligheid van de gasleidingen

Voor elk van deze tracés is de trefkans bepaald. Het neerkomen van een afgebroken blad op een gedeelte van de grond, waaronder zich de ondergrondse leiding bevindt, heeft niet noodzakelijkerwijs het falen van de ondergrondse leiding tot gevolg. In overeenstemming met het Handboek [1] is de veronderstelling dat de bezwijkkans t.g.v. de bescherming door de grond een factor 0,001 lager is dan de trefkans. Voor de overige faalscenario's (vallen van de mast / neerstorten van gondel en/of rotor) geldt de aanname dat als de gondel de grond boven de leiding raakt dit direct leidt tot bezwijken van de gasleiding. De bezwijkkans in deze scenario's is nul als de gondel de gasleiding op een afstand groter dan 1/3 van de rotorstraal de grond raakt. Direct tegen de mast aan is deze kans één. Daartussenin neemt de bezwijkkans evenredig af. De bezwijkkans van de twee tracés staat in Tabel 5.22.

Tabel 5.22 Bezwijkkans van de gasleidingen van Enexis

beschrijving	Getroffen door wind-turbine	Bezwijkkans per strekkende kilometer per jaar door			Totale bezwijkkans [km jaar]
		Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val	
Hoge druk gasleiding	R36	$2,5 \cdot 10^{-8}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$	-	$1,4 \cdot 10^{-5}$
	R37	$3,1 \cdot 10^{-10}$	-	-	$3,1 \cdot 10^{-10}$
					$1,4 \cdot 10^{-5}$
Lage druk gasleiding	R36	$1,0 \cdot 10^{-9}$	$3,7 \cdot 10^{-5}$	-	$3,7 \cdot 10^{-5}$

Vervolgens is deze bezwijkkans vergeleken met de autonome breukfrequentie van deze gasleidingstracés (zie Tabel 5.23). Voor beide leidingdelen geldt dat de toename van de faalfrequentie beneden de richtwaarde van 10% blijft. Er kan dus geconcludeerd worden dat aan de in het Handboek [1] vermelde richtwaarde van 10% is voldaan.

Tabel 5.23 Toename in bezwijkkans

Beschrijving	Autonome bezwijkkans [/km jaar]	Bezwijkkans t.g.v. deze windturbines [/ km jaar]	Toename in bezwijkkans [%]
Hoge druk gasleiding	$6,1 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$	2,3%
Lage drukgasleiding	$6,1 \cdot 10^{-4}$	$3,7 \cdot 10^{-5}$	6,1%

5.9 Ondergrondse elektriciteitskabel

Er loopt een ondergrondse elektriciteitskabel in de nabijheid van de beide te plaatsen windturbines (zie Bijlage B). In Tabel 5.24 staan de kentallen van de ondergrondse elektriciteitskabel.

Wettelijke criteria met betrekking tot de veiligheid zijn er niet voor elektriciteitskabels. Er kan wel gekeken worden of de beide windturbines de storingskans van de elektriciteitskabel substantieel verhogen in verband met eventuele maatschappelijke schade als gevolg van een stroomstoring. De maximaal toelaatbare toename is afhankelijk van wat de eigenaar en/of gebruiker van het tracé acceptabel acht.

5.9.1 Kentallen van de ondergrondse elektriciteitskabel

Een elektriciteitskabel is als gevolg van onderhoud en storingen een deel van de tijd niet beschikbaar. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen voorziene niet beschikbaarheid (VNB) en onvoorziene niet beschikbaarheid (ONB). De ONB van de elektriciteitskabel zelf wordt in dit rapport verder aangeduid als de autonome niet-beschikbaarheid. Door het plaatsen van een windturbine in de nabijheid van een elektriciteitskabel kan het aantal storingen en daarmee de ONB toenemen. De relatie tussen ONB, faalfrequentie (λ) en gemiddelde reparatieduur (Θ) is: $ONB = \lambda * \Theta$. Het Handboek [1] geeft als richtwaarde dat een toename van de ONB tot 10% acceptabel is.

Er zijn geen specifieke faalgegevens van deze kabel bekend bij NRG. Uit beschikbare basisgegevens van EnergieNed [11] is de autonome faalfrequentie voor de spanning $1,2 \cdot 10^{-2}$ per strekkende kilometer per jaar.

Tabel 5.24 Kentallen ondergrondse elektriciteitskabel

Kental	waarde [eenheid]
Tracé vanaf voedingstation	5,5 km
Lengte blootstelling	3,0 km
Gemiddelde reparatietijd	168 uur
Autonome faalfrequentie van gehele tracé	$6,6 \cdot 10^{-2}$ /jaar
Autonome ONB	$1,3 \cdot 10^{-3}$

5.9.2 Beschikbaarheid van de ondergrondse elektriciteitskabel

Voor de ondergrondse elektriciteitskabel is de trefkans bepaald. Echter het neerkomen van een afgebroken blad op een gedeelte van de grond, waaronder zich de ondergrondse kabel bevindt, heeft niet noodzakelijkerwijs het falen van de ondergrondse kabel tot gevolg. In overeenstemming met het Handboek [1] is de veronderstelling dat de bezwijkkans t.g.v. de bescherming door de grond een factor 0,05 lager is dan de trefkans. Voor de overige faalscenario's (vallen van de mast / neerstorten van gondel en/of rotor) geldt de aanname dat als de gondel de grond boven de ondergrondse elektriciteitskabel raakt dit direct leidt tot bezwijken. De bezwijkkans in deze scenario's is nul als de gondel de ondergrondse elektriciteitskabel op een afstand groter dan 1/3 van de rotorstraal de grond raakt. Daartussenin neemt de bezwijkkans evenredig af. Direct tegen de mast aan is deze kans één. De bezwijkkans van de ondergrondse elektriciteitskabel ten gevolge van beide windturbines is weergegeven in Tabel 5.25.

Tabel 5.25 Bezwijkkans en ONB van de elektriciteitskabel

Getroffen door wind-turbine	Bezwijkkans per jaar door			Totale bezwijkkans [jaar]	ONB [-]
	Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val		
R36	$6,1 \cdot 10^{-7}$	$2,6 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$2,7 \cdot 10^{-6}$
R37	$2,8 \cdot 10^{-8}$	-	-	$2,8 \cdot 10^{-8}$	$5,4 \cdot 10^{-10}$
				$1,4 \cdot 10^{-4}$	$2,7 \cdot 10^{-6}$

Uit een vergelijking van deze waarde ($2,7 \cdot 10^{-6}$) met de autonome onvoorziene beschikbaarheid van $1,3 \cdot 10^{-3}$ volgt dat er geen noemenswaardige toename van de onvoorziene beschikbaarheid is. Er kan dus geconcludeerd worden dat er ruimschoots aan de in het Handboek [1] vermelde richtwaarde van 10% wordt voldaan.

6 Alternatief scenario

Dit hoofdstuk bevat de risicoanalyse van het alternatieve scenario. In dit scenario is de meest westelijke windturbine (R36) een type B. De andere windturbine (R37) blijft een type A. Dit hoofdstuk vermeldt alleen de verschillen tussen dit alternatieve scenario en het hoofdsenario.

6.1 Parameters

6.1.1 Windturbinegegevens

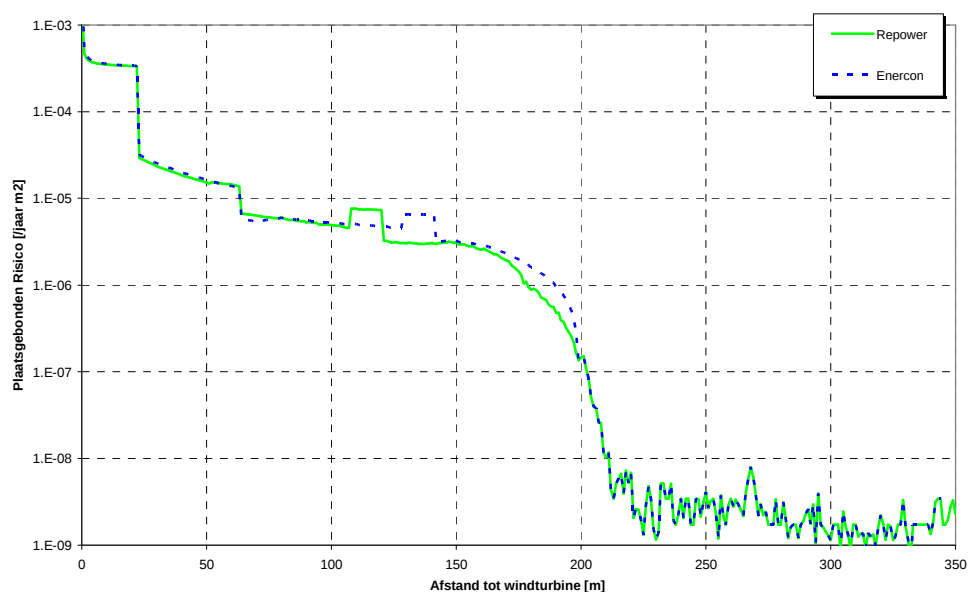
Windturbine type B heeft de volgende dimensies/eigenschappen:

Tabel 6.1 Gegevens windturbine type B (referentie turbine Repower 6XM)

Dimensie/ Eigenschap	Waarde
Vermogensklasse	6 MW
Ashoogte	114 m
Rotordiameter	126 m
nominaal toerental	12,1 rpm
straal rotornaaf	3 m
aantal bladen	3
cut in windsnelheid	3,5 m/s
Zwaartepunt t.o.v. rotorcentrum	18,7 m
lengte van het blad	61,5 m
oppervlakte van het blad	294 m ²
massa van het blad	20 000 kg

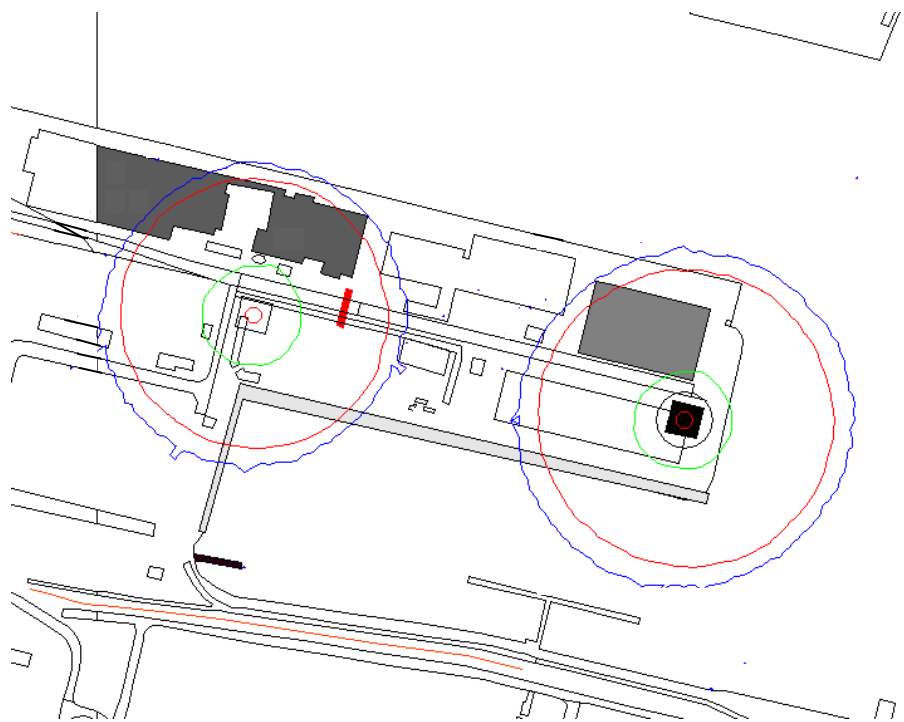
6.2 Risicocontour en selectie voor nadere beschouwing

In Figuur 6.1 geeft het verloop van het plaatsgebonden risico van de Repower windturbine als functie van de afstand tot de turbinevoet weer. Ter vergelijking is het verloop van het plaatsgebonden risico van de Enercon windturbine in de grafiek toegevoegd.



Figuur 6.1 Verloop van het plaatsgebonden risico als functie van de afstand tot de turbinevoet van de Repower (groen; doorgetrokken lijn) en Enercon (blauw; stippellijn) windturbine.

Figuur 6.2 bevat de 10^{-5} (groen; binnenste), 10^{-6} (rood; middelste) en 10^{-8} (blauw; buitenste) risicocontouren op een kaart.



Figuur 6.2 Overzichtskaart met de 10^{-5} -, 10^{-6} - en 10^{-8} -risicocontouren (alternatief scenario)

6.2.1 Selectie nadere beschouwing

Behalve gebouw 6 (loods ten oosten van het Zeemanshuis) dat in het alternatieve scenario buiten de 10^{-8} -risicocontour ligt, zijn de objecten die nader beschouwd moeten worden dezelfde als die voor het hoofdsenario. (zie paragrafen 4.1 en 4.2)

6.3 Resultaten

6.3.1 Bedrijfsgebouwen

Conform het hoofdsenario (zie paragraaf 5.1) zijn alle bedrijfsgebouwen in de categorie beperkt kwetsbare objecten in te delen. Hier voldoet de loods ten westen van het Zeemanshuis (5 in Tabel 6.2) aan het BEVI toetsingscriterium [3] voor het plaatsgebonden risico. De bebouwing ten oosten van het Zeemanshuis (object 10) voldoet *niet* aan het toetsingscriterium in de toekomstige wijziging van het besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer (zie Tabel 6.2). De overige gebouwen in de nabijheid van windturbine R36 voldoen aan de toekomstige regelgeving.

In onderstaande tabel (Tabel 6.2) staat de trefkans per bedrijfsgebouw.

Tabel 6.2 Trefkans van de bedrijfsgebouwen in de nabijheid van de windturbines (alternatief scenario)

nummer	beschrijving	Getroffen door wind-turbine	Trefkans per jaar door			Totale trefkans [jaar]	Geheel of gedeeltelijk binnen de 10^{-6} risicocontour? [Ja/Nee]	Geheel of gedeeltelijk binnen de 10^{-5} risicocontour? [Ja/Nee]
			Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val			
1	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 1	R36	$3,8 \cdot 10^{-5}$	$5,3 \cdot 10^{-5}$	-	$9,1 \cdot 10^{-5}$	R36: ja R37: nee	R36: nee R37: nee
1a	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 1	R36	$6,4 \cdot 10^{-6}$	$3,7 \cdot 10^{-5}$	-	$4,3 \cdot 10^{-5}$	R36: ja R37: nee	R36: nee R37: nee
1c	Marico	R36	$6,4 \cdot 10^{-6}$	$4,9 \cdot 10^{-5}$	-	$5,5 \cdot 10^{-5}$	R36: ja R37: nee	R36: nee R37: nee
2	Sealane Cold Storage	R36	$7,5 \cdot 10^{-5}$	$6,5 \cdot 10^{-5}$	-	$1,4 \cdot 10^{-4}$	R36: ja R37: nee	R36: nee R37: nee
2a	Sealane Cold Storage	R36	$9,3 \cdot 10^{-6}$	$5,7 \cdot 10^{-5}$	-	$6,6 \cdot 10^{-5}$	R36: ja R37: nee	R36: nee R37: nee
3a	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 9	R36	$4,8 \cdot 10^{-7}$	$3,1 \cdot 10^{-5}$	-	$3,2 \cdot 10^{-5}$	R36: ja R37: nee	R36: nee R37: nee
		R37	$1,4 \cdot 10^{-8}$	-	-	$1,4 \cdot 10^{-8}$		
						$3,2 \cdot 10^{-5}$		

nummer	beschrijving	Getroffen door wind-turbine	Trefkans per jaar door			Totale trefkans [/jaar]	Geheel of gedeeltelijk binnen de 10^{-6} risicocontour? [Ja/Nee]	Geheel of gedeeltelijk binnen de 10^{-5} risicocontour? [Ja/Nee]
			Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val			
3b	Wagenborg	R36	$4,3 \cdot 10^{-8}$	-	-	$4,3 \cdot 10^{-8}$	R36: nee R37: nee	R36: nee R37: nee
	Stevedoring	R37	$3,9 \cdot 10^{-8}$	-	-	$3,9 \cdot 10^{-8}$		
	Eemshornweg 9					$8,2 \cdot 10^{-8}$		
5	Loods ten westen van het Zeemanshuis	R36	$3,4 \cdot 10^{-8}$	-	-	$3,4 \cdot 10^{-8}$	R36: nee R37: nee	R36: nee R37: nee
7	Kantoor ten zuiden van het Zeemanshuis	R36	$8,5 \cdot 10^{-6}$	$3,9 \cdot 10^{-5}$	-	$4,7 \cdot 10^{-5}$	R36: ja R37: nee	R36: nee R37: nee
8	KNRM reddingsstation	R36	$1,6 \cdot 10^{-6}$	$2,8 \cdot 10^{-5}$	-	$2,9 \cdot 10^{-5}$	R36: ja R37: nee	R36: nee R37: nee
10	Bebouwing ten oosten van het Zeemanshuis	R36	$2,4 \cdot 10^{-5}$	$8,7 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$4,3 \cdot 10^{-4}$	R36: ja R37: nee	R36: ja R37: nee
10a	Bebouwing ten oosten van het Zeemanshuis	R36	$3,7 \cdot 10^{-6}$	$4,7 \cdot 10^{-5}$	-	$5,0 \cdot 10^{-5}$	R36: ja R37: nee	R36: nee R37: nee

6.3.2 Zeemanshuis

Evenals als bij het hoofdscenario (zie paragraaf 5.2) voldoet het Zeemanshuis *niet* aan het toetsingcriterium uit het BEVI [3] voor het plaatsgebonden risico en *niet* aan de toekomstige regelgeving [15]. Het Zeemanshuis ligt binnen de 10^{-5} -risicocontour van windturbine R36. In onderstaande tabel (Tabel 6.3) is de trefkans van het Zeemanshuis weergegeven.

Tabel 6.3 Trefkans van het Zeemanshuis

nummer	beschrijving	Getroffen door wind-turbine	Merk wind-turbine	Trefkans per jaar door			Totale trefkans [/jaar]
				Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val	
4	Zeemanshuis	R36	Repower	$4,4 \cdot 10^{-6}$	$5,0 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$3,7 \cdot 10^{-4}$
		R36	Enercon	$2,4 \cdot 10^{-6}$	$3,9 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$3,6 \cdot 10^{-4}$

6.3.3 Enkel spoor

Gelijk aan het hoofdsценario (paragraaf 5.3) draait een rotorblad van de windturbines binnen het beheersgebied van ProRail. Bij het alternatieve scenario zal ProRail een vergunning voor plaatsing moeten verstrekken. De afstand tot het hart van het spoor van de geplande R36 is minder dan de minimaal vereiste afstand (70,85 m).

1. Vervoer gevaarlijke stoffen

Net als bij het hoofdsценario kan door het falen van windturbine R36 een wagon met munitie getroffen worden. Op basis van dezelfde uitgangspunten als bij het hoofdsценario, is de treffrequentie van een permanent verblijvende trein met 66 containers $8,5 \cdot 10^{-5}$ per jaar (hoofdsценario $8,7 \cdot 10^{-5}$ per jaar) en de maximale verblijftijd van een volle munitietrein 132 dagen op jaarbasis (hoofdsценario 125 dagen).

2. Personenvervoer

Evenals bij het hoofdsценario (paragraaf 5.3) wordt er voldaan aan het IPR-criterium en het MR-criterium. De trefkans van een trein ten gevolge van het falen van windturbine R36, het maximum aantal toegestane individuele passage per dag en het maximum aantal passages per dag staat in Tabel 6.4

Tabel 6.4 Trefkans van een goederentrein, IPR per passage, maximum aantal passages per dag

windturbine	Merk windturbine	Trefkans van trein [/passage]	Maximum aantal toegestane individuele passage [/dag]	Maximum aantal toegestane passage [/dag]
R36	Repower	$3,3 \cdot 10^{-10}$	8	8425
	Enercon	$3,2 \cdot 10^{-10}$	8	8470

6.3.4 Eemshornweg

Beleidscriteria

Zoals beschreven in paragraaf 5.4.1 is één van de beleidscriteria van Rijkswaterstaat de minimale afstand. Ook hier bevindt de rijweg zich binnen de afstand van een halve rotordiameter (R36: 63 m; R37: 63,5 m) van de windturbines (zie Tabel 5.7 en Tabel 6.5). Hier geldt ook dat plaatsing toegestaan is, indien aannemelijk is dat er geen onaanvaardbaar verhoogd veiligheidsrisico optreedt.

Tabel 6.5 Trefkans van Eemshornweg

Getroffen door windturbine	Merk windturbine	Trefkans per jaar door			Totale trefkans [/jaar]	Afstand tot de weg [m]
		Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val		
R36	Repower	$4,6 \cdot 10^{-5}$	$8,2 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$4,5 \cdot 10^{-4}$	32
	Enercon	$4,8 \cdot 10^{-5}$	$6,7 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-4}$	32

Veiligheid

Met dezelfde uitgangspunten als bij het hoofdscenario wordt voldaan aan het IPR- en MR-criterium. De trefkans van de Eemshornweg, het maximum aantal toegestane passages waarbij nog voldaan wordt aan de criteria voor IPR ($1 \cdot 10^{-6}$ per jaar) en MR ($2 \cdot 10^{-3}$ doden per jaar) staan in Tabel 6.6.

Tabel 6.6 Trefkans van voetganger, fietser en automobilist en maximum aantal passages per dag

	windturbine	Trefkans van trein [/passage]	Maximum aantal toegestane individuele passages [/dag]	Maximum aantal toegestane passages [/dag]
Voetganger	R36	$1,7 \cdot 10^{-11}$	161	321564
Fietser	R36	$1,0 \cdot 10^{-11}$	134	267970
Automobilist	R36	$6,4 \cdot 10^{-11}$	71	142918

Vallend ijs

Ook bij het alternatieve scenario kan ijsval optreden. Daar voor de masthoogte van de windturbine R36 lager is dan bij het hoofdscenario, zal de breedte van de strook om de windturbine 38 m worden (Enercon 45 m, Repower 38 m). Deze strook is dan 38% van het totale oppervlak met de straal van de rotordiameter.

Maximaal toelaatbare kans op ijsafzetting

Net als bij het hoofdscenario geldt indien er geen mitigerende maatregelen voor ijsafzetting tijdens stilstand getroffen worden, er *niet* voldaan wordt aan het IPR-criterium.

Met dezelfde uitgangspunten als bij het hoofdscenario is de fractie van de verblijftijd van een passant in het gebied waar de rotor ‘overdraait’ bepaald. Dit is weergegeven in Tabel 6.7. In Tabel 6.8 is de maximaal toelaatbare kans per jaar op afvallen van ijs tijdens stilstand, waarbij nog wordt voldaan aan het IPR-criterium ($1 \cdot 10^{-6}$ per jaar) weergegeven.

Tabel 6.7 Fractie van de verblijftijd van een passant in het gebied waar de rotor overdraait

	Windturbine R36 Repower	Windturbine R36 Enercon
Voetganger	0,41%	0,42%

Tabel 6.8 Maximaal toelaatbare kans per jaar op afvallen van ijs tijdens stilstand, waarbij nog wordt voldaan aan het IPR-criterium.

	Windturbine R36 Repower	Windturbine R36 Enercon
Voetganger	$1,310^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$

6.3.5 Onbebouwde terreinen

Gelijk aan het hoofdsenario (paragraaf 5.5) liggen beide onbebouwde terreinen binnen de 10^{-6} -risicocontour van een windturbine. Evenzo ligt het terrein ten oosten van gebouw 10 (object 32) buiten de 10^{-5} -risicocontour. De trefkans van het terrein ter plaatse van het afgebrande gebouw (object 18) wijzigt niet, omdat deze getroffen kan worden door windturbine R37 (zie Tabel 5.12). In Tabel 6.9 wordt de totale trefkans en de trefkans per faalscenario weergegeven.

Tabel 6.9 Trefkans van de onbebouwde terreinen

nummer	Beschrijving	Getroffen door wind-turbine	Merk wind-turbine	Trefkans per jaar door			Totale trefkans [jaar]
				Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val	
32	Terrein ten oosten van gebouw 10	R36	Repower	$1,1 \cdot 10^{-5}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$	-	$5,6 \cdot 10^{-5}$
			Enercon	$1,4 \cdot 10^{-5}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$	-	$5,9 \cdot 10^{-5}$

6.3.6 Toekomstig koelhuis

De beschouwing van de eventueel toekomstige koelhuis met een ammoniakkoelinstallatie wordt beschreven in paragraaf 5.5.1.

6.3.7 Vaarwegen

Even als bij het hoofdsenario (zie paragraaf 5.6) wordt voor de handelskaden van de Emmahaven, de handelskade van de Julianahaven en het Doekegatskanaal voldaan aan het afstandscriterium van Rijkswaterstaat. In Tabel 6.10 zijn de verschillende trefkansen t.g.v. de windturbine R36 van de beschouwde objecten weergegeven.

Tabel 6.10 Trefkansen van handelskade van de Emmahaven, de Julianahaven (R37 zie ook Tabel 5.13)

Nummer	Beschrijving	Getroffen door wind-turbine	Merk wind-turbine	Trefkans per jaar door			Totale trefkans [jaar]
				Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val	
20a	Handelskade Emmahaven	R36	Repower	$1,7 \cdot 10^{-5}$	$5,3 \cdot 10^{-5}$	-	$7,0 \cdot 10^{-5}$
		R37	Enercon	$2,0 \cdot 10^{-5}$	$5,9 \cdot 10^{-5}$	-	$7,9 \cdot 10^{-5}$
							$1,5 \cdot 10^{-4}$
		R36&R37	Enercon				$1,4 \cdot 10^{-4}$
20b	Handelskade Julianahaven	R36	Repower	$4,4 \cdot 10^{-7}$	-	-	$4,4 \cdot 10^{-7}$
		R37	Enercon	$8,9 \cdot 10^{-6}$	$3,7 \cdot 10^{-5}$	-	$4,6 \cdot 10^{-5}$
							$4,6 \cdot 10^{-4}$
		R36&R37	Enercon				$9,6 \cdot 10^{-4}$

Handelskade Emmahaven en Julianahaven

Vrachtschip met munitie

Wederom met dezelfde uitgangspunten als bij het hoofdsценario is de trefkans van een vrachtschip met munitie aan de handelskade van de Julianahaven en de toename in de faalfrequentie berekend (zie Tabel 6.11).

Tabel 6.11 Trefkansen van een vrachtschip met munitie aan de handelskade van de Julianahaven

Beschrijving	Getroffen door windturbine	Merk wind-turbine	Trefkans per jaar door			Totale trefkans [jaar]	Toename in faalfrequentie [%]
			Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val		
Vrachtschip met munitie aan handelskade Julianahaven	R36	Repower	$4,8 \cdot 10^{-9}$	-	-	$4,8 \cdot 10^{-9}$	
	R37	Enercon	$9,5 \cdot 10^{-8}$	$4,0 \cdot 10^{-7}$	-	$4,9 \cdot 10^{-7}$	
						$5,0 \cdot 10^{-7}$	0,5%
	R36&R37	Enercon				$1,0 \cdot 10^{-6}$	1,0%

Er wordt ruimschoots voldaan aan de in het Handboek vermelde richtwaarde van 10%.

Cruiseschepen

De meest ongunstige locaties zijn wederom ten noorden van beide windturbines aan de kade van de Julianahaven. Omdat het scenario mastbreuk bij R36 Repower windturbine het cruiseschip niet meer kan

treffen, zal de meest ongunstige locatie direct te noorden van de R37 zijn. De analyse hiervan is beschreven in paragraaf 5.6.2; cruiseschepen.

Vrachtwagen met munitie op de kade van de Julianahaven

Trefkans van een vrachtwagen met munitie op de handelskade van de Julianahaven en toename in faalfrequentie zijn met dezelfde uitgangspunten als bij het hoofdsceario berekend (zie paragraaf 5.6.2).

Tabel 6.12 Trefkansen van een vrachtwagen met munitie op de handelskade van de Julianahaven

Beschrijving	Getroffen door windturbine	Merk wind-turbine	Trefkans per jaar door			Totale trefkans [jaar]	Toename in faalfrequentie [%]
			Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val		
Vrachtwagen met munitie aan handelskade Julianahaven	R36	Repower	$4,710^{-10}$	-	-	$4,710^{-10}$	
	R37	Enercon	$9,510^{-9}$	$4,010^{-8}$	-	$4,910^{-8}$	
						$5,010^{-8}$	0,05%
	R36&R37	Enercon				$1,010^{-7}$	0,10%

Ook bij permanent verblijf van een vrachtwagen met munitie wordt ruimschoots voldaan aan de in het Handboek vermelde richtwaarde van 10%.

Keergebied (Doekegatskanaal)

Het keergebied kan alleen getroffen worden door het falen van windturbine R37. In paragraaf 5.6.3 is dit reeds beschreven. Aan alle relevante criteria wordt voldaan.

6.3.8 Ro-Ro steiger

De Ro-Ro steiger ligt buiten de 10^{-8} -risicocontour van de windturbine R36. Deze steiger bevindt zich wel in de nabijheid van windturbine R37. De trefkans van deze steiger is weergegeven in Tabel 5.20.

Het geringe aantal personen dat aanwezig kan zijn in combinatie met de trefkans is het groepsrisico verwaarloosbaar. Onder de veronderstelling dat deze steiger alleen gebruikt wordt voor de logistiek van de bouw van windparken op zee spelen alleen bedrijfseconomische gevolgen een rol.

6.3.9 Ondergrondse gasleidingen

Evenals bij het hoofdscenario (zie paragraaf 5.8) is de toename in de faalfrequentie beneden de in het Handboek [1] vermelde richtwaarde van 10%. Dus er wordt voldaan aan de richtwaarde.

In Tabel 6.13 staat de toename in de bezwijkkansen voor beide gasleidingstukken.

Tabel 6.13 Toename in bezwijkkansen

Beschrijving	Merk windturbine	Autonome bezwijkkansen [/km jaar]	Bezwijkkans t.g.v. deze windturbines [/ km jaar]	Toename in bezwijkkansen [%]
Hoge druk gasleiding	R36 Enercon R37 Repower	$6,1 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-5}$	2,9%
	R36 Enercon R37 Enercon	$6,1 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$	2,3%
Lage drukgasleiding	R36 Enercon R37 Repower	$6,1 \cdot 10^{-4}$	$6,0 \cdot 10^{-5}$	9,4%
	R36 Enercon R37 Enercon	$6,1 \cdot 10^{-4}$	$3,7 \cdot 10^{-5}$	6,1%

6.3.10 Ondergrondse elektriciteitskabel

Evenals bij het hoofdscenario (zie paragraaf 5.9) wordt er voldaan aan de in het Handboek [1] vermelde richtwaarde van 10%. In Tabel 6.14 zijn de bezwijkkansen en de onvoorziene niet beschikbaarheid van deze elektriciteitskabel weergegeven.

Tabel 6.14 Bezwijkkansen en ONB van de elektriciteitskabel

Getroffen door wind-turbine	Merk windturbine	Bezwijkkansen per jaar door			Totale bezwijkkansen [/jaar]	ONB [-]
		Bladworp	Mastbreuk incl. rotor & gondel	Rotor en/of gondel val		
R36	Repower	$7,4 \cdot 10^{-7}$	$2,8 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$2,7 \cdot 10^{-6}$
R37	Enercon	$2,8 \cdot 10^{-8}$	-	-	$2,8 \cdot 10^{-8}$	$5,4 \cdot 10^{-10}$
					$1,4 \cdot 10^{-4}$	$2,7 \cdot 10^{-6}$
R36&R37	Enercon				$1,4 \cdot 10^{-4}$	$2,7 \cdot 10^{-6}$

7 Conclusies

7.1 Hoofdscenario (hoofdstuk 5)

Bij het hoofdscenario worden er twee windturbines van het type A geplaatst.

7.1.1 Bebouwing in de nabijheid van de windturbines (paragrafen 5.1 & 5.2)

Alle gebouwen in de nabijheid van de beide windturbines zijn in te delen in de categorie beperkt kwetsbare objecten. Dertien bedrijfsgebouwen voldoen *niet* aan het BEVI toetsingscriterium. Aangezien het toetsingscriterium een richtwaarde is kan het Bevoegd Gezag hier van af wijken indien zij gewichtige redenen aanwezig acht.

Naar verwachting zal per 1 januari 2011 regelgeving van kracht worden voor plaatgebonden risico voor kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten ten opzichte van windturbines. Aan de toekomstige regelgeving voldoen drie gebouwen *niet*.

In onderstaande tabel is voor de betreffende bedrijfspanden aangeven of ze wel of niet voldoen aan beide toetsingscriterium.

Tabel 7.1 Bedrijfsgebouwen voldoen wel of niet aan toetsingscriterium

Nummer	Beschrijving	Voldoet aan vigerend BEVI toetsingscriterium? [ja/mits gewichtige redenen]	Voldoet aan toekomstige regelgeving? [ja/nee]	Opmerkingen
1	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 1	Mits gewichtige redenen	Ja	
1a	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 1	Mits gewichtige redenen	Ja	
1c	Marico	Mits gewichtige redenen	Ja	
2	Sealane Cold Storage	Mits gewichtige redenen	Ja	
2a	Sealane Cold Storage	Mits gewichtige redenen	Ja	
3	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 9	Mits gewichtige redenen	Nee	Slechts een klein deel van het gebouw valt binnen de 10 ⁻⁵ -risicocontour
3a	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 9	Mits gewichtige redenen	Ja	

Nummer	Beschrijving	Voldoet aan vigerend BEVI toetsingscriterium? [ja/mits gewichtige redenen]	Voldoet aan toekomstige regelgeving? [ja/nee]	Opmerkingen
3b	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 9	Ja	Ja	
3c	Wagenborg Stevedoring Eemshornweg 9	Ja	Ja	
4	Zeemanshuis	Mits gewichtige redenen	Nee	Het meest kritische gebouw i.v.m. aanwezige personen
5	Loods ten westen van het Zeemanshuis	Mits gewichtige redenen	Ja	
6	Loods ten oosten van het Zeemanshuis	Ja	Ja	
7	Kantoor ten zuiden van het Zeemanshuis	Mits gewichtige redenen	Ja	
8	KNRM reddingsstation	Mits gewichtige redenen	Ja	
10	Bebouwing ten oosten van het Zeemanshuis	Mits gewichtige redenen	Nee	
10a	Bebouwing ten oosten van het Zeemanshuis	Mits gewichtige redenen	Ja	

7.1.2 Overige beschouwde objecten (paragraaf 5.3 t/m 5.9)

Naast de bedrijfsgebouwen zijn diverse andere objecten beschouwd. Ten behoeve van het overzicht staan de resultaten van de beschouwing van deze objecten in onderstaande tabel. Tevens is daarbij aangegeven welke toetsingscriteria gehanteerd zijn en of hieraan wordt voldaan.

Tabel 7.2 Resultaten van de beschouwing van diverse objecten

Object	Deel	Criterium	Resultaat	Voldoet? [ja/nee]	Conclusie
13 Enkel spoor (\$5.3)	Afstand tot de spoorweg	Minimale afstand = 71,35 m	Afstand is R36: 31,5 m R37: 30,8 m	Nee	ProRail moet vergunning verstrekking voor plaatsing en eist een risicoanalyse
	Gevaarlijke stoffen: Containers met munitie	Richtwaarde: toename in faalfrequentie < 10%	Bij een maximale verblijftijd van 125 dagen is de toename in faalfrequentie 10%	Ja, mist de verblijftijd maximaal 125 dagen per jaar is	
	Personenvervoer	IPR $1 \cdot 10^{-6}$ per jaar	max. 8 individuele passage per dag	Ja	
	Personenvervoer	MR $2 \cdot 10^{-3}$ doden per jaar	max. 8470 toegestane passages per dag	Ja	
14 Eemshornweg (\$5.4)		Minimale afstand = 63,5 m	Afstand is R36: 32 m R37: 34 m	Nee	Risicoanalyse bij planologische onderbouwing
	Personenvervoer	IPR $1 \cdot 10^{-6}$ per jaar	max. 74 individuele passage per dag	Ja, mits mitigerende maatregelen tegen ijsafzetting tijdens stilstand	
	Personenvervoer	MR $2 \cdot 10^{-3}$ doden per jaar	max. 147 000 toegestane passages per dag	Ja	
18 Terrein ter plaatse van afgebrand gebouw (\$5.5)			Trefkans: $5,5 \cdot 10^{-4}$ per jaar		

Object	Deel	Criterium	Resultaat	Voldoet? [ja/nee]	Conclusie
20a Handelkades Emmahaven (§5.6)		Minimale afstand = 63,5 m	Afstand is R36: 92 m R37: 97 m	Ja	
	Vrachtschip		$7,3 \cdot 10^{-6}$ per jaar		
20b Handelkades Julianahaven (§5.6)		Minimale afstand = 63,5 m	Afstand is R36: 185 m R37: 184 m	Ja	
	Vrachtschip		$3,9 \cdot 10^{-6}$ per jaar		
	Gevaarlijke stoffen: Vrachtschip met munitie	Richtwaarde: toename in faalfrequentie < 10%	Toename: 1,0%	Ja	
	Cruise schip liggend op de meest ongunstige situatie	Groepsrisico conform BEVI	Er wordt voldaan aan de wettelijke criteria van het GR als het gemiddelde aantal aanwezigen gedurende 90 dagen per jaar onder de 600 personen blijft.	Ja, mits voldaan wordt aan het gemiddelde aantal bij genoemde verblijftijd	Het is mogelijk cruiseschepen in de Julianahaven aan te meren buiten de 10^{-8} - risicocontouren
	Gevaarlijke stoffen: vrachtwagens met munitie	Richtwaarde: toename in faalfrequentie < 10%	Toename: 0,1%	Ja	
21 Keergebied Doekegatskanaal tot Emmahaven (§5.6)		Minimale afstand = 63,5 m	R37: 76-81 m	Ja	
	Personenvervoer	IPR $1 \cdot 10^{-6}$ per jaar	max. 5453 individuele passage per dag	Ja	
	Personenvervoer	MR $2 \cdot 10^{-3}$ doden per jaar	max. 3 500 00 toegestane passages per dag	Ja	
	LNG gastanker	Richtwaarde: toename in faalfrequentie < 10%	Toename: 0,1%	Ja	
31 Ro-Ro steiger in Emmahaven, noordkade (§5.7)			Trefkans: $3,1 \cdot 10^{-5}$		

Object	Deel	Criterium	Resultaat	Voldoet? [ja/nee]	Conclusie
32 Terrein ten oosten van gebouw 10 (§5.5)			Trefkans: $5,9 \cdot 10^{-5}$ per jaar		
	Toekomstig koelhuis met ammoniak-koelinstallatie		De toename faalfrequentie van de installatie zal binnen wettelijke normen voor PR en GR blijven	Ja	Het is mogelijk deze te plaatsen buiten de 10^{-8} -risicocontouren
37 Gasleidingen (§5.8)	Hoge druk	Richtwaarde: toename in faalfrequentie < 10%	Toename: 2,3%	Ja	
	Lage druk	Richtwaarde: toename in faalfrequentie < 10%	Toename: 6,1%	Ja	
38 Elektriciteits-kabel (§5.9)		Richtwaarde: toename in ONB < 10%	Toename: nauwelijks	Ja	

7.2 Alternatief scenario (hoofdstuk 6)

7.2.1 Bebouwing in de nabijheid van de windturbines (paragrafen 6.3.1 & 6.3.2)

Bij het alternatieve scenario wordt de meest westelijke windturbine (R36) windturbine van het type B in plaats van type A. Op de andere windturbine locatie (R37) blijft type A windturbine gepositioneerd.

Er zijn elf bedrijfsgebouwen die *niet* voldoen aan het BEVI toetsingscriterium. Aangezien het toetsingscriterium een richtwaarde is, kan het Bevoegd Gezag hier van af wijken indien zij gewichtige redenen aanwezig acht. De loods ten westen van het Zeemanshuis (object 5) voldoet *wel* aan het BEVI criterium. De loods ten oosten van het Zeemanshuis (gebouw 6) hoeft niet meer nader beschouwd te worden, omdat deze buiten de 10^{-8} -risicocontour valt.

Voor wat betreft de toetsing aan de toekomstige regelgeving zijn de resultaten gelijk aan die van het hoofdscenario.

7.2.2 Overige beschouwde objecten (paragraaf 6.3.3 t/m 6.3.10)

Voor de overige beschouwde objecten zijn de conclusies gelijk aan die van het hoofdscenario.

Referenties

- [1] Handboek Risicozonering Windturbines, Rademaker, Braam, Brinkman et al., -Novem, 2e geactualiseerde versie 2005
- [2] <http://www.knmi.nl/samenw/hydra>
- [3] 250 Besluit van 27 mei 2004, houdende milieukwaliteitseisen voor externe veiligheid van inrichtingen milieubeheer (Besluit externe veiligheid inrichtingen, BEVI), Staatsblad 2004
- [4] Externe veiligheid inrichtingen, InfoMil, juni 2004
- [5] Publication series on dangerous substance (PGS 3), Guidelines for risk quantitative risk assessment, ministerie van VROM, 2005
- [6] http://www.infomil.nl/onderwerpen/hinder-gezondheid/veiligheid/bevi-revi/jurisprudentie/item_190731/
- [7] Risicoanalyse acties v0.5 NRG.xls per e-mail ontvangen van R. Korsuize (Essent) op 23 nov. 2009 aan C.M. Ackerman (NRG).
- [8] Besluit risico's zware ongevallen, 1999
- [9] Memo: Toelichting belemmeringenkaart Boreas, M Vonk (Arcadis), 14 juli 2009
- [10] Publication series on dangerous substance (PGS 3), Guidelines for risk quantitative risk assessment, ministerie van VROM, 2005
- [11] Rapportage "Onvoorziene niet beschikbaarheid in 0,4 kV t/m 380 kV netten", KEMA Energiened, 1996
- [12] Ministerie van Verkeer en Waterstaat - Directoraat-generaal Rijkswaterstaat, "Beleidsregel voor plaatsen van windturbines op, in of over Rijkswaterstaatwerken", Staatscourant 2 juli 2002, nr. 123 / pag. 13
- [13] Handleiding Risicoberekingen BEVI, RIVM, juli 2009.

- [14] Vernieuwde Bevi en Revi: wat en wanneer?, Infomil nieuw 53, april 2009.
- [15] Besluit van houdende wijziging van het Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer en het Besluit omgevingsrecht (wijziging milieuregels windturbines), Staatscourant nr 12902, 31 augustus 2009.
- [16] RE: verzoek om informatie ontvangen via website: Graag afhandelen, Email van H. Keizers (TNO), 19 januari 2009.
- [17] Windturbines langs auto-, spoor- en vaarwegen; Beoordeling van veiligheidsrisico's, Rijkswaterstaat en NS Railinfrabeheer, Doc. Nr. VRWP-99004, 15 april 1999.
- [18] Laatste aanpassingen risicoanalyse, email ontvangen van R. Korsuize (Essent), 29 maart 2010
- [19] FW: concept rapport NRG, email ontvangen van R. Korsuize (Essent), 2 april 2010
- [20] FW: windturbine Eemshaven, email ontvangen van R. Korsuize (Essent), 8 april 2010

Lijst van tabellen

Overzicht van de objecten in de nabijheid van de windturbines	8
Gegevens windturbine type A (referentie turbine Enercon E126)	11
Scenario's en faalfrequenties voor windturbines	11
Objecten buiten de 10^{-8} -risicocontouren.....	16
Objecten binnen 10^{-8} -risicocontouren, die nader beschouwd dienen te worden	18
Objecten binnen 10^{-8} -risicocontouren, maar die niet nader beschouwd hoeven te worden.....	19
Bedrijfsgebouwen met enkele kenmerken.....	20
Trefkans van de bedrijfsgebouwen in de nabijheid van de windturbines.....	22
Enkele kenmerken van het Zeemanshuis	23
Trefkans van het Zeemanshuis	24
Afstand windturbine tot het hart van het naastliggende spoor.	25
Trefkans van een goederentrein en maximum aantal passages per dag	26
Trefkans van Eemshornweg	27
Gegevens van de voetganger, fietser en automobilist.	28

Trefkans van voetganger, fietser en automobilist en maximum aantal passages per dag	28
Fractie van de verblijftijd van een passant in het gebied waar mogelijk ijs valt.....	30
Maximaal toelaatbare kans per jaar op afvallen van ijs tijdens stilstand, waarbij nog wordt voldaan aan het IPR-criterium.....	31
Trefkans van de onbebouwde terreinen.....	31
Trefkans van handelskade van de Emmahaven, de Julianahaven en het keergebied	33
Gegevens per scheepscategorie.....	33
Trefkans van een vrachtschip aan de handelskade van de Emmahaven en de Julianahaven.....	34
Trefkans van een vrachtschip met munitie aan de handelskade van de Julianahaven.....	35
Trefkans van een vrachtwagen met munitie op de handelskade van de Julianahaven	35
Trefkans t.g.v. windturbines van een cruise schip.....	36
Maximaal toelaatbaar aantal passages voor het Doekegatskanaal	38
Trefkans van de Ro-Ro steiger	39
Gegevens van het gasleidingstelsel van Enexis.....	40
Bezwijkkans van de gasleidingen van Enexis	40
Toename in bezwikkans	41
Kentallen ondergrondse elektriciteitskabel	42
Bezwijkkans en ONB van de elektriciteitskabel	42
Gegevens windturbine type B (referentie turbine Repower 6XM)	43
Trefkans van de bedrijfsgebouwen in de nabijheid van de windturbines (alternatief scenario).....	45
Trefkans van het Zeemanshuis	46
Trefkans van een goederentrein, IPR per passage, maximum aantal passages per dag	47
Trefkans van Eemshornweg	48
Trefkans van voetganger, fietser en automobilist en maximum aantal passages per dag	48
Fractie van de verblijftijd van een passant in het gebied waar de rotor overdraait	49
Maximaal toelaatbare kans per jaar op afvallen van ijs tijdens stilstand, waarbij nog wordt voldaan aan het IPR-criterium.....	49
Trefkans van de onbebouwde terreinen.....	49
Trefkans van handelskade van de Emmahaven, de Julianahaven (R37 zie ook Tabel 5.13).....	50
Trefkans van een vrachtschip met munitie aan de handelskade van de Julianahaven.....	50
Trefkans van een vrachtwagen met munitie op de handelskade van de Julianahaven	51
Toename in bezwikkans	52
Bezwijkkans en ONB van de elektriciteitskabel	52
Bedrijfsgebouwen voldoen wel of niet aan toetsingscriterium	53

Resultaten van de beschouwing van diverse objecten.....	55
---	----

Lijst van figuren

Cirkelsegment ($R = \text{masthoogte (H)} + \text{rotordiameter (D)} / 2$)	10
Grafische weergave van de norm voor het GR	14
Verloop van het plaatsgebonden risico als functie van de afstand tot de turbinevoet.....	15
Overzichtskaart met de 10^{-5} - , 10^{-6} - en 10^{-8} - risicocontouren	16
Schematische weergave van de strook (gearceerd gebied) waar brokken ijs terecht kunnen komen bij ijsafzetting.	29
Groepsrisico voor de scenario's bij een groep van 600 medewerkers.	37
Verloop van het plaatsgebonden risico als functie van de afstand tot de turbinevoet van de Repower (groen; doorgetrokken lijn) en Enercon (blauw; stippellijn) windturbine.....	44
Overzichtskaart met de 10^{-5} -, 10^{-6} - en 10^{-8} - risicocontouren (alternatief scenario)	44

62



Bijlage B De ondergrondse leidingen en kabels

