



Trefkansenonderzoek windpark Hartelbrug II

Actualisatie van onderzoek 2014

XL Wind B.V.

29 juni 2015
Definitief rapport
BD2238



Jonkerbosplein 52
Postbus 151
6500 AD Nijmegen
+31 88 348 70 00 Telefoon
info@rhdhv.com E-mail
www.royalhaskoningdhv.com Internet

Documenttitel Trefkansenonderzoek windpark Hartelbrug II
Actualisatie van onderzoek 2014
Verkorte documenttitel Trefkansenonderzoek windpark Hartelbrug II
Status Definitief rapport
Datum 29 juni 2015
Projectnaam Actualisatie trefkansenonderzoek windpark
Hartelbrug II
Projectnummer BD2238
Opdrachtgever XL Wind B.V.
Referentie BD2238/R0004/Nijm

Auteur(s) Linda Sprangers
Collegiale toets Wim Engelhard
Datum/paraaf 29 juni 2015
Vrijgegeven door Linda Sprangers
Datum/paraaf 29 juni 2015

SAMENVATTING

Vraagstelling

XL Wind B.V. heeft een windpark gerealiseerd langs het Hartelkanaal, ter hoogte van de Nieuwesluisweg, in Rotterdam. Hier zijn acht windturbines geplaatst om duurzame energie mee op te wekken. De aanwezigheid van windturbines levert echter een verhoogd risico op voor de omgeving: rotorbladen kunnen afbreken, de mast kan breken of een gondel kan eraf vallen. Bij het neerkomen van de rotorbladen, de mast of de gondel kunnen onder andere schepen, passanten en bedrijven geraakt worden. Omdat er geen wetgeving op dit gebied beschikbaar is, dient het bevoegd gezag te beoordelen of zij deze risico's aanvaardbaar acht.

In 2014 is voor dit plan een onderzoek uitgevoerd naar de externe veiligheidsrisico's (trekansen) voor de omgeving, als gevolg van het realiseren van acht windturbines, bepaald. Op basis van onder andere dit onderzoek is de vergunning voor de realisatie van deze windturbines door het bevoegd gezag destijds vergund, echter is dit besluit later door de rechter vernietigd. De procedure dient dan ook opnieuw doorlopen te worden. Onderdeel hiervan vormt wederom een onderzoek naar trekansen. Inmiddels is er een nieuw handboek voor het bepalen van trekansen verschenen, waarin op enkele onderdelen wijzigingen zijn aangebracht ten opzichte van de in 2014 gehanteerde versie van het handboek. Daarnaast is de wet- en regelgeving met betrekking tot het vervoer van gevaarlijke stoffen gewijzigd en is er inmiddels een veiligheidscontour vastgesteld in het betreffende gebied. Naar aanleiding van deze wijzigingen dient het onderzoek uit 2014 aangepast en geactualiseerd te worden. Onderhavige rapportage bevat deze actualisatie. Opgemerkt wordt dat deze windturbines overigens wel reeds in bedrijf zijn op de betreffende locatie.

Resultaten

Uit dit onderzoek blijkt dat een aantal objecten / activiteiten mogelijk een verhoogd risico lopen als gevolg van de aanwezigheid van de windturbines. Dit betreft onder andere de aanwezigheid van kantoren en bedrijven in de omgeving van de windturbines. Er liggen geen kwetsbare objecten (zoals woningen) binnen de plaatsgebonden risicocontour van 10^{-6} per jaar en er liggen geen beperkt kwetsbare (zoals bedrijven) binnen de plaatsgebonden risicocontour van 10^{-5} per jaar.

Verder blijkt uit het onderzoek dat er geen overschrijding is van de toetsingswaarde voor het personenvervoer over de A15 en de Nieuwesluisweg. Tevens is de verhoging van de faalfrequenties voor het transport van gevaarlijke stoffen over de weg (A15 en Nieuwesluisweg) en over het spoor, kleiner dan 10%. Op het Hartelkanaal wordt een toename berekend van meer dan 10% bij het transport van gevaarlijke stoffen via schepen. Uit berekeningen blijkt dat de plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} per jaar door deze toename niet buiten de vaarweg van het Hartelkanaal treedt.

Er treedt bij één bedrijf een toename op van de faalfrequentie met meer dan 10% voor haar tankautoverladingen met gevaarlijke stoffen (i.c. Veembedrijf De Rijke B.V.). De verwachting is dat de PR 10^{-6} per jaar van deze inrichting, ook na het meenemen van het aanvullende risico van windturbines, niet tot buiten de wettelijke veiligheidscontour reikt. Deze situatie blijft dan ook voldoen aan het Besluit externe veiligheid inrichtingen. De plaatsing van windturbines vormt dat ook geen knelpunt.

Voor het onder- en bovengronds leidingtransport van gevaarlijke stoffen dat in de nabijheid plaatsvindt, leidt een eventuele verhoging van de faalfrequentie niet tot een wettelijk knelpunt. Gezien de vastgestelde veiligheidscontour [21] leiden additionele risico's van de windturbines namelijk niet tot een ontoelaatbare situatie in geval van een ruimtelijk besluit. De buisleidingen voldoen ook na plaatsing van de windturbines aan het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb). De plaatsing van windturbines vormt dat ook geen knelpunt.

Opgemerkt dient te worden dat in dit onderzoek een conservatieve benadering gehanteerd is. De veiligheid van de te plaatsen turbines is namelijk hoger dan dat deze gehanteerd wordt in het onderzoek (uitgevoerd conform het 'Handboek Risicozonering Windturbines' [2]). De nieuwe turbines zijn namelijk voorzien van kabels voor de bliksemafleiding. Deze kabels zorgen er, naast afleiding van de bliksem, voor dat rotorbladen in geval van breuk aan de turbine vast worden gehouden. De kans dat een blad losraakt van de turbine wordt hierdoor kleiner, waardoor tevens de trefkans op de objecten en activiteiten in de omgeving afneemt. Tevens worden de turbines uitgevoerd met masten die de eerste 50 meter uit beton zijn vervaardigd en de bovenste 49 meter van staal zijn. In geval van mastbreuk breekt de mast dan ook niet bij de flensverbinding op de grond, maar op 50 meter hoogte. De risico's als gevolg van mastbreuk zijn in dit onderzoek dan ook overschat.

Conclusie

Over het algemeen kan geconcludeerd worden dat de windturbines langs het Hartelkanaal nagenoeg geen nadelige gevolgen oplevert voor de omgeving op het gebied van externe veiligheid. De risicoberekeningen zijn gemaakt volgens de nieuwste versie van het handboek zonder rekening te houden met extra veiligheidsvoorzieningen die zijn aangebracht aan de windturbines ten aanzien van afbreken van het rotorblad en mastbreuk. Vanwege het verhoogde risico ten aanzien van de nabije scheepvaart kan het bevoegd gezag een discussie wensen met de projectontwikkelaar.

INHOUDSOPGAVE

	Blz.	
1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Achtergrond	1
1.3	Doelstelling	1
1.4	Methodiek	2
2	UITGANGSPUNTEN	3
2.1	Inleiding	3
2.2	Turbinekenmerken	3
2.3	Ongevalseenario's	4
2.4	Onderzoeksgebied	6
3	BEPALING TREFKANSEN	9
3.1	Inleiding	9
3.2	Bebouwing	9
3.3	Wegen – personen vervoer	11
3.4	Wegen – vervoer van gevaarlijke stoffen	13
3.5	Waterwegen – regulier vervoer	15
3.6	Waterwegen – vervoer van gevaarlijke stoffen	15
3.7	Spoorwegen – vervoer van gevaarlijke stoffen	18
3.8	Industrie	20
3.9	Buisleidingen – gevaarlijke stoffen	26
4	SAMENVATTING	31
5	AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN	33
6	REFERENTIES	35

Bijlagen:

Bijlage 1:	Overzichtstekening;
Bijlage 2:	Initiële faalfrequenties weg- en spoorvervoer;
Bijlage 3:	Veiligheidscontour Botlek-Vondelingenplaat.

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

In 2014 is door Royal HaskoningDHV een trefkansenonderzoek uitgevoerd voor windturbines van XL Wind B.V. op windpark 'Hartelbrug II' ([1]). De vergunning voor de realisatie van deze windturbines is door het bevoegd gezag destijds vergund, echter is dit besluit later door de Raad van State vernietigd. De procedure dient dan ook opnieuw doorlopen te worden. Onderdeel hiervan vormt wederom een onderzoek naar trefkansen. Echter, het bestaande onderzoek hiervan dateert uit 2014. Inmiddels is er een nieuw handboek [4] voor het bepalen van de externe veiligheidsrisico's van windturbines verschenen, waarin op enkele onderdelen wijzigingen zijn aangebracht ten opzichte van de in 2014 gehanteerde versie van het handboek [2]. Daarnaast is de wet- en regelgeving met betrekking tot het vervoer van gevaarlijke stoffen gewijzigd en is er inmiddels een veiligheidscontour vastgesteld in het betreffende gebied. Naar aanleiding van deze wijzigingen dient het onderzoek uit 2014 geactualiseerd te worden. Onderhavige rapportage bevat deze actualisatie. Opgemerkt wordt dat deze windturbines overigens wel reeds in bedrijf zijn op de betreffende locatie.

1.2 Achtergrond

Ter hoogte van de Nieuwesluisweg in Rotterdam heeft XL Wind B.V. een windpark langs het Hartelkanaal geplaatst. Hier zijn acht windturbines geplaatst (zie overzichtsplattegrond in bijlage 1). De aanwezigheid van windturbines levert een verhoogd risico op voor de omgeving: rotorbladen kunnen afbreken, de mast kan breken of een gondel kan eraf vallen. Bij het neerkomen van de rotorbladen, de mast of de gondel kunnen onder andere schepen, passanten en bedrijven geraakt worden.

Voor de realisatie van het windpark 'Hartelbrug II' dient het Havenbedrijf Rotterdam grond beschikbaar te maken. Voordat zij deze grond uitgeeft aan XL Wind B.V. wensen zij de externe veiligheidsrisico's van deze acht turbines in kaart gebracht te hebben. Zoals eerder opgemerkt, zijn de windturbines al geplaatst en is de grond dus reeds beschikbaar gemaakt door het Havenbedrijf Rotterdam. Dit onderzoek betreft een actualisatie vanwege het verschijnen van een nieuw Handboek [4] en gewijzigde wet- en regelgeving.

Onderhavige rapportage bevat de uitvoering van dit onderzoek naar de externe veiligheidsrisico's van het windpark in relatie tot de activiteiten in de directe omgeving. Deze externe veiligheidsrisico's worden in kaart gebracht door het bepalen van trefkansen.

1.3 Doelstelling

Doelstelling van dit onderzoek is om de externe veiligheidsrisico's (trefkansen) als gevolg van het plaatsen van acht windturbines voor de omgeving te bepalen en een eerste toetsing uit te voeren of deze risico's aanvaardbaar geacht kunnen worden. Omdat er geen wetgeving (vanuit de windturbines) op dit gebied beschikbaar is, dient het bevoegd gezag de toetsing te verrichten.

1.4 Methodiek

Dit veiligheidsonderzoek wordt uitgevoerd op basis van het 'Handboek Risicozonering Windturbines (september 2014)' (verder aangeduid als 'Handboek') [4]. Dit Handboek beschrijft risico's die ontstaan wanneer de turbines in bedrijf zijn. De risico's van het plaatsen worden hierin niet betrokken. Momenteel is dit de enige methodiek, die in Nederland beschikbaar is, voor de bepaling van de externe veiligheidssituatie van windturbines.

2 UITGANGSPUNTEN

2.1 Inleiding

Voor de bepaling van de externe veiligheidsrisico's van het windpark Hartelbrug II is een aantal uitgangspunten van belang. Dit omvat de basisgegevens van de geplaatste windturbines, ongevalsscenario's die kunnen optreden en het gebied waarbinnen effecten kunnen optreden. In onderstaande paragrafen komen deze aspecten aan bod.

2.2 Turbinekenmerken

Het hernieuwde onderzoek richt zich op de acht reeds geplaatste windturbines langs de Nieuwesluisweg te Rotterdam (zie bijlage 1). Deze turbines zijn van het merk Enercon type E-101. In Tabel 2.1 zijn de kenmerken van deze turbine opgenomen.

Tabel 2.1: Kenmerken windturbines windpark Hartelbrug II

Gegeven	Enercon type E101	Eenheid
IEC-klasse	II, landlocatie ^a	[-]
Vermogen	3.000 ^a	[kW]
Ashoogte	99 ^a	[m]
Rotordiameter	101 ^a	[m]
Afstand zwaartepunt afgebroken bladdeel tot rotor centrum	18 ^b	[m]
Nominaal toerental	14,5 ^b	[rpm]
Lengte afgebroken bladdeel	49 ^b	[m]
Kritiek oppervlak afgebroken bladdeel	135 ^b	[m ²]

- Volgens opgave XL Wind B.V.. Het betreft een mast waarbij de onderste 50 meter van beton is en de bovenste 49 meter van staal.
- Bepaald conform Handboek.

Voor het vaststellen van de externe veiligheidsrisico's van de turbines wordt gebruik gemaakt van het Handboek. Dit Handboek is toepasbaar indien de turbines tenminste aan de volgende voorwaarden voldoen:

- Stalen mast en kunststof bladen;
- Gecertificeerd volgens IEC normen NEN-EN-IEC 61400-1 editie 3 en IEC-61400-22.

In onderhavige studie wordt er vanuit gegaan dat de turbines aan bovengenoemde voorwaarden voldoen.

Opgemerkt wordt dat de windturbines langs het Hartelkanaal voorzien zijn van een mast die de eerste 50 meter van beton is en de bovenste 49 meter van staal. Faalstatistiek van windturbines met dergelijke masten ontbreekt. De generieke waarden van het Handboek worden daarom toegepast op windturbines met betonnen masten (zie tevens paragraaf 2.3.4).

2.3 Ongevalsescenario's

Overeenkomstig het Handboek levert de aanwezigheid van een windturbine een verhoogd risico op voor de omgeving. Een drietal incidenten wordt hierbij onderscheiden:

- De rotorbladen kunnen afbreken (bladbreuk);
- De mast kan breken (mastbreuk);
- Er kunnen incidenten plaatsvinden binnen de rotordiameter (zoals het afvallen van de gondel).

Dit drietal faalscenario's wordt in onderstaande paragrafen toegelicht.

Opgemerkt wordt dat in onderhavig onderzoek enkel de directe risico's van windturbines worden behandeld. Er wordt niet ingegaan op de indirecte risico's (zogenaamde domino-effecten).

2.3.1 Bladbreuk

Bij het incident van een bladbreuk zal een rotorblad, tijdens werking van de windturbine, afbreken. Door de roterende werking van de windturbine vliegt het rotorblad de lucht in en komt op enige afstand van de windturbine op de grond terecht. Tijdens deze 'vlucht' van het rotorblad is het mogelijk dat objecten geraakt worden. In onderhavig onderzoek kan bijvoorbeeld een naastgelegen bedrijf of een langsvarend schip geraakt worden. De rekenmethodiek voor de bepaling van de trefkansen is opgenomen in het Handboek. In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van het ballistische model zonder luchtkrachten (klassieke kogelbaanmodel).

Voor ondergrondse leidingen en kabels geldt een vergelijkbare methodiek, echter wordt voor deze objecten tevens rekening gehouden met schokgolven. Deze schokgolven treden op indien een zwaar object (blad, gondel of mast) op de grond terecht komt, waarna schokgolven door de grond optreden. Deze schokgolven kunnen nog effect hebben op de ondergrondse leidingen en kabels.

Conform het Handboek blijft het risicogebied beperkt tot de maximale werpafstand (bij overtoeren) van de windturbine. Voor ondergrondse leidingen en hoogspannings–infrastructuur (boven- en ondergronds) dient een risicogebied gehanteerd te worden dat gelijk is aan de maximale werpafstand bij nominaal toerental (i.c. 147 meter). Voor bovengrondse buisleidingen betreft dit de maximale werpafstand bij overtoeren (i.c. 398 meter).

2.3.2 Mastbreuk

In geval van 'mastbreuk' is verondersteld dat de mast breekt bij de flens op de fundatie. Dit kan tot gevolg hebben dat de mast, gondel en/of rotorbladen terecht komen op nabij gelegen objecten of passerende voertuigen. De trefkansen en de rekenmethodiek hiervoor zijn opgenomen in het Handboek. De beschouwde windturbines zijn voorzien van een mast die de eerste 50 meter van beton is en de bovenste 49 meter van staal. In geval van mastbreuk treedt de breuk dan ook niet op bij de flens op de fundatie, maar bij de verbinding tussen het beton en het staal op 50 meter boven de fundatie. In dit onderzoek wordt er worst-case van uit gegaan dat mastbreuk wel bij de flens op de fundatie plaatsvindt.

Conform het Handboek blijft het risicogebied voor objecten bij dit incident beperkt tot een gebied rondom de windturbine dat gelijk is aan masthoogte plus de halve rotordiameter. Voor ondergrondse leidingen en hoogspanningsinfrastructuur (boven- en ondergronds) wordt een risicogebied gehanteerd dat gelijk is aan de masthoogte plus de halve rotordiameter en toevoeging van de kritische afstand. De kritische afstand is afhankelijk van de leidingkenmerken en wordt vooralsnog inschat op vijf meter. Deze risicogebieden zijn in onderstaande tabel opgenomen.

Tabel 2.2: Risicogebieden mastbreuk

Gegeven	Waarde	Eenheid
Risicogebied objecten en bovengrondse buisleidingen	149,5	[m]
Ondergrondse leidingen en boven- en ondergrondse hoogspanningsinfrastructuur	155	[-]

2.3.3 Incidenten binnen de rotordiameter

In het Handboek worden de volgende vier incidenten onderscheiden die op kunnen treden binnen de rotordiameter:

1. Afvallen van de hele rotor of de gehele gondel met de rotor;
2. Het naar beneden vallen van kleine onderdelen, bijvoorbeeld bouten, neuskegels of windmeters;
3. Het naar beneden vallen van delen van een blad nadat het tegen de toren is geslagen;
4. Het naar beneden vallen van brokken ijs tijdens stilstand.

Uit het genoemde Handboek is gebleken dat enkel het incident 'afvallen van de hele rotor of de gehele gondel met rotor' op een kwantitatieve manier beschouwd kan worden. Derhalve is enkel dit incident betrokken in onderhavig onderzoek. Daarnaast dient opgemerkt te worden dat de te plaatsen windturbines voorzien worden van bladverwarming. Dit zorgt ervoor dat er geen ijsvorming kan optreden op de bladen, waardoor het niet mogelijk is dat brokken ijs tijdens stilstand naar beneden vallen.

Conform het Handboek blijft het risicogebied bij dit incident voor bovengrondse objecten (inclusief bovengrondse buisleidingen en hoogspanningsinfractuur) beperkt tot een gebied rondom de windturbine dat gelijk is aan de halve rotordiameter. Voor ondergrondse buisleidingen geldt een afwijkend risicogebied bestaande uit de halve rotordiameter met toevoeging van de kritische afstand. De kritische afstand is afhankelijk van de leidingkenmerken en wordt vooralsnog inschat op vijf meter. De risicogebieden zijn in onderstaande tabel opgenomen.

Tabel 2.3: Risicogebieden afvallen rotor of gondel met rotor

Gegeven	Waarde	Eenheid
Risicogebied objecten	51	[m]
Risicogebied ondergrondse leidingen	56	[-]

2.3.4 Faalfrequenties

In het Handboek is, op basis een analyse van risicovolle incidenten, per scenario de faalfrequentie bepaald. Deze zijn weergegeven in Tabel 2.4. Het scenario 'bladbreuk' is hierbij verdeeld in twee omstandigheden. Een blad kan namelijk afbreken bij nominaal toerental, maar ook tijdens een overtoerensituatie. In de laatste situatie wordt het blad het verst weggeslingerd.

Tabel 2.4: Faalfrequenties per scenario

Faalscenario	Faalfrequentie [/turbine.jaar]
1. Bladbreuk	$8,4 \cdot 10^{-4}$
1a. Bladbreuk bij nominaal toerental	$8,4 \cdot 10^{-4}$
1b. Bladbreuk bij overtoeren (≈ 2 keer nominaal toerental)	$5,0 \cdot 10^{-6}$
2. Mastbreuk	$1,3 \cdot 10^{-4}$
3. Incidenten binnen de rotordiameter	-
3a. Afvallen gondel en/of rotor	$4,0 \cdot 10^{-5}$
3b. Afvallen kleine onderdelen	Kwalitatief beschouwen
3c. Afvallen bladdelen nadat een blad de toren heeft geraakt	Kwalitatief beschouwen
3d. Afvallen brokken ijs tijdens stilstand	Kwalitatief beschouwen

Opgemerkt wordt dat de te plaatsen turbines een mast hebben van voorgespannen beton. Dit is gewapend beton waarbij de wapening voor het gieten van beton onder de gevraagde spanning wordt gebracht. Deze techniek wordt sinds circa 6 tot 7 jaar toegepast bij windturbines, derhalve zijn ongevalanalyses van dit type masten niet betrokken in het Handboek. Volgens opgave van XL Wind B.V. zijn deze betonnen masten echter sterker dan de gebruikelijke stalen masten. Door het toepassen van de faalfrequenties voor de mastbreuk zoals opgenomen in het Handboek, wordt een conservatief beeld gegeven.

Door Agentschap NL wordt overigens aangegeven dat er te weinig betrouwbare faalinformatie bekend is over windturbines met betonnen masten. Wanneer er voldoende betrouwbare gegevens zijn over betonnen masten, kunnen ook hiervan faalstatistieken worden bepaald [3].

2.4 Onderzoeksgebied

2.4.1 Inventarisatie-afstand

In principe worden alle objecten in de omgeving beschouwd die door een afbrekend rotorblad tijdens een overtoeren-situatie getroffen kunnen worden. De maximale afstand die door een afbrekend rotorblad tijdens een overtoeren-situatie overbrugd kan worden, wordt de maximale werpafstand genoemd. Deze afstand is afhankelijk van het type turbine en wordt onder andere bepaald door de rotordiameter, toerental en de ashoogte. Voor de te plaatsen windturbines van het type Enercon E-101 zijn de werpafstanden bepaald voor de in het Handboek genoemde situaties. De resultaten hiervan zijn opgenomen in Tabel 2.5.

Tabel 2.5: Maximale werpafstanden

Situatie	Maximale werpafstand [m]
Normaal bedrijf (nominaal rotor toerental)	147
Overtoeren (circa 2,0 keer nominaal toerental)	398

2.4.2 Beschouwde objecten

Bij het uitvoeren van een risicoanalyse wordt, conform het Handboek, onderscheid gemaakt naar de volgende categorieën objecten, die in beschouwing genomen dienen te worden:

- Bebouwing;
- Wegen;
- Waterwegen;
- Spoorwegen;
- Industrie;
- Buisleidingen (onder- en bovengronds);
- Hoogspanningsinfrastructuur (onder- en bovengronds);
- Dijklichamen en waterkeringen.

Voor de onderzoekslocatie is bekeken welke objecten binnen een cirkel van 398 meter van één van de windturbines liggen en derhalve betrokken dienen te worden in het onderzoek. Tabel 2.6 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 2.6: Selectie objecten / activiteiten

Categorie	Subcategorie	Minimale afstand tot één van windturbines	Betrekken in onderzoek
Bebouwing	Bepert kwetsbare objecten (o.a. winkels, bedrijven en kantoren)	ca. 50 meter	Ja
	Kwetsbare objecten (o.a. woningen)	ca. 375 meter	Ja
Wegen	Personenvervoer	ca. 20 meter	Ja
	Vervoer van gevaarlijke stoffen	ca. 65 meter	Ja
Waterwegen	Regulier vervoer	Beide direct aan transportroute	Ja
	Vervoer van gevaarlijke stoffen		Ja
Spoorwegen	Personenvervoer	> 1.000 meter	Nee
	Vervoer van gevaarlijke stoffen	ca. 230 meter	Ja
Industrie	(Niet)-categoriale inrichtingen ^a	ca. 50 meter	Ja
	Categoriale inrichtingen ^b	ca. 50 meter	Ja
Buisleidingen (ondergronds)	Ongevaarlijke stoffen	n.v.t. ^c	n.v.t. ^c
	Gevaarlijke stoffen	ca. 100 meter	Ja
Buisleidingen (bovengronds)	Ongevaarlijke stoffen	n.v.t. ^c	n.v.t. ^c
	Gevaarlijke stoffen	ca. 180 meter	Ja
Hoogspanningsinfrastructuur (onder- en bovengronds)	-	> 1.000 meter	Nee
Dijklichamen en waterkeringen	-	Niet aanwezig	Nee

- a. Niet-categoriale inrichtingen betreffen inrichtingen die vallen onder het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi), artikel 2, lid 1a t/m lid 1d. Dit betreffen inrichtingen met grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen;
- b. Categoriale inrichtingen betreffen inrichtingen die vallen onder het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi), artikel 2, lid 1e t/m lid 1f. Dit betreffen bijvoorbeeld LPG-tankstations;
- c. Voor leidingen waardoor ongevaarlijke stoffen worden getransporteerd, bestaan geen risicocriteria. Deze hoeven in een risicoanalyse dan ook niet te worden beschouwd.

3 BEPALING TREFKANSEN

3.1 Inleiding

In onderhavig hoofdstuk worden de externe veiligheidsrisico's van de geselecteerde objecten / activiteiten (zie Tabel 2.6) in relatie tot het windpark Hartelbrug II bepaald. Hierbij komen de volgende onderdelen aan de orde: toetsingskader, bepaling van risico's (trefkansen) en de toetsing.

3.2 Bebouwing

3.2.1 Toetsingskader

De risiconormering ten aanzien van windturbines is in 2010 vastgelegd in het Besluit algemene regels inrichtingen milieubeheer (Barim), ook wel genoemd het Activiteitenbesluit. Het Activiteitenbesluit (artikel 3.15a) bepaalt dat het plaatsgebonden risico (PR) voor een kwetsbaar object van derden, veroorzaakt door een windturbine of een combinatie van windturbines, niet hoger is dan 10^{-6} per jaar. Het PR voor een beperkt kwetsbaar object mag niet hoger zijn dan 10^{-5} per jaar. Bij ministeriële regeling kunnen regels worden gesteld over de berekening van het PR. Tot op heden is een dergelijke ministeriële regeling nog niet vastgesteld. Voor het vaststellen van de PR-contouren is daarom het Handboek gevolgd.

In het Activiteitenbesluit is geen normering opgenomen ten aanzien van het groepsrisico (GR). Indien het bevoegd gezag eist dat het groepsrisico berekend moet worden, zal volgens het Handboek overeenstemming bereikt moeten worden op welke wijze dit moet worden berekend. De bepaling van het GR maakt echter geen deel uit van onderhavig onderzoek en wordt derhalve verder niet in beschouwing genomen.

Plaatsgebonden risico

Het PR geeft de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op een plaats buiten een inrichting zou verblijven, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval.

Voor het PR maakt het Bevi [5] een onderverdeling voor bebouwing naar kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten. Onder kwetsbare objecten wordt vallen onder andere kantoren (bruto vloeroppervlak > 1.500 m²) en recreatieterreinen voor het verblijf van meer dan 50 personen gedurende meerdere aaneengesloten dagen. Onder beperkt kwetsbare objecten vallen onder andere de kleinere kantoren en terreinen voor recreatieve doeleinden.

Groepsrisico

Het GR geeft de kans aan dat tenminste een bepaald aantal mensen door enig ongewoon voorval bij een bepaalde activiteit dodelijk wordt getroffen. Het groepsrisico wordt grafisch weergegeven als zogenaamde fN-curve, waarmee de kans (f) wordt uitgezet tegen het mogelijk aantal doden (N) en is afhankelijk van de bevolkingsdichtheid in de omgeving. De norm voor het groepsrisico is een richtwaarde, waar het bevoegd gezag gemotiveerd van mag afwijken. Een incident met 10 of meer doden mag slechts met een kans van één op de honderdduizend per jaar voorkomen (10^{-5}) terwijl een ongeval met 100 of meer doden slechts met een kans van één op de tien miljoen jaar (10^{-7}) mag voorkomen.

3.2.2 Bepaling risico's

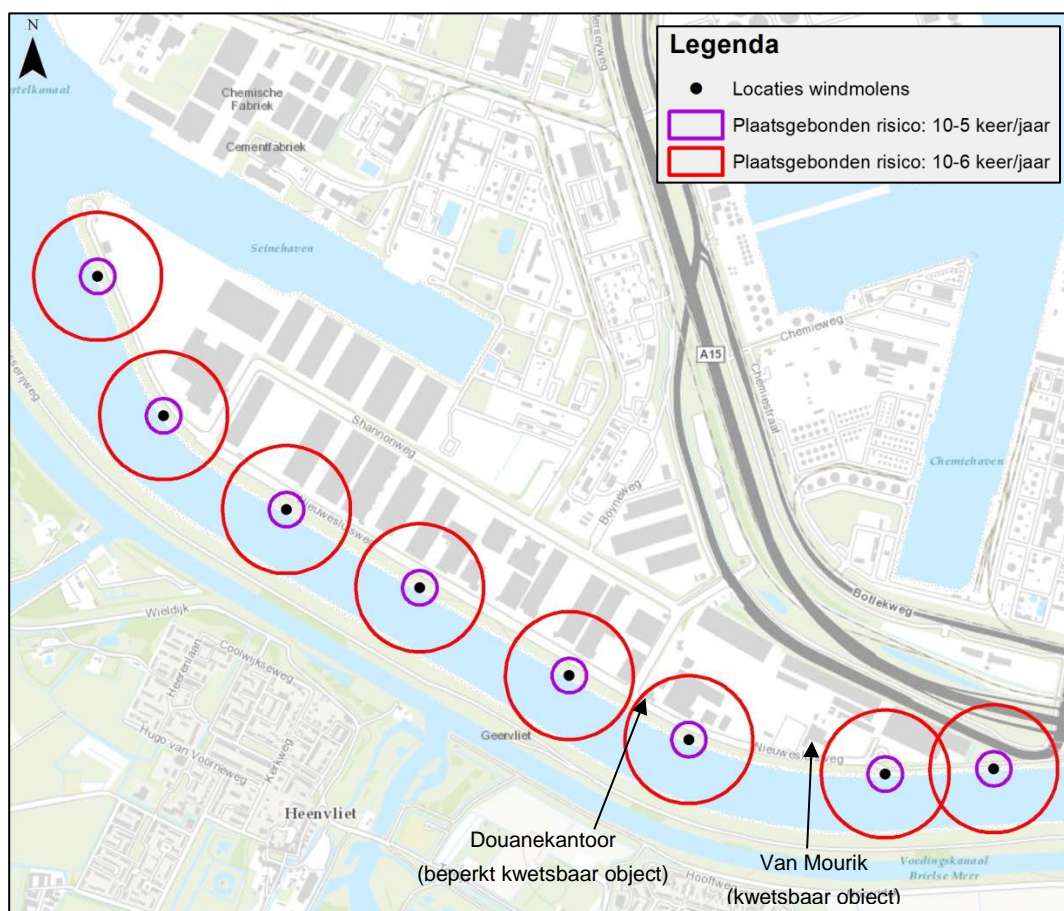
De PR 10^{-5} - en 10^{-6} -contour is afhankelijk van de specificaties van de windturbines. Benadrukt wordt dat de risicocontour onafhankelijk is van omgevingsfactoren. De te plaatsen windturbines beschikken allemaal over dezelfde eigenschappen, derhalve zijn de PR-contouren voor de acht turbines hetzelfde. Conform het Handboek gelden de volgende afstanden voor de bepaling van de PR-contouren:

- De PR 10^{-5} per jaar contour is gelijk aan de halve rotordiameter;
- De PR 10^{-6} per jaar contour is tenminste gelijk aan het maximum van ashoogte plus halve rotordiameter (bij een rotordiameter van meer dan 60 meter) of maximale werpafstand bij nominaal rotortoerental.

In Tabel 3.1 zijn de afstanden van de betreffende PR-contouren weergegeven. In navolgende figuur zijn de PR-contouren grafisch weergegeven.

Tabel 3.1: Plaatsgebonden risicocontouren

Plaatsgebonden risicocontour [jaar ⁻¹]	Afstand [m]
10^{-5}	50
10^{-6}	150



Figuur 3.1: Plaatsgebonden risicocontouren

3.2.3 Toetsing

Uit de bovenstaande figuur blijkt dat er geen (beperkt) kwetsbare objecten binnen de PR 10^{-5} contour gelegen te zijn. Binnen de PR 10^{-6} contour liggen eveneens geen kwetsbare objecten. Hierbinnen ligt wel een aantal beperkt kwetsbare objecten. Over het algemeen betreffen dit op- en overslagbedrijven zoals Holland terminals, Schenker en Veembedrijf de Rijke. Dit type bedrijven kan aangewezen worden als 'beperkt kwetsbare objecten'. Dit gezien het feit dat dit géén gebouwen betreft waarin doorgaans grote aantallen personen gedurende een groot gedeelte van de dag aanwezig zijn. Daarnaast ligt het Douanekantoor binnen de PR 10^{-6} contour. Volgens opgave van het Havenbedrijf Rotterdam is dit object in het saneringsprogramma tevens gekwalificeerd als 'beperkt kwetsbaar object'. Voor dit type objecten geldt dat deze niet binnen de PR 10^{-5} contour mogen liggen, maar wel binnen de PR 10^{-6} . Deze situatie voldoet derhalve aan het Activiteitenbesluit.

3.3 Wegen – personen vervoer

3.3.1 Toetsingskader

Voor wegen wordt onderscheid gemaakt in personenvervoer en vervoer van gevaarlijke stoffen. Onder personenvervoer vallen alle personen die zich verplaatsen over de weg, zoals fietsers, auto's en vrachtauto's met ongevaarlijke goederen.

Voor het personenvervoer over de rijksweg A15 kan worden uitgegaan van de beleidsregel van Rijkswaterstaat [7]. Hierin is gesteld dat windturbines, langs Rijkswegen, geplaatst mogen worden op een afstand van tenminste 30 meter uit de rand van de verharding of bij een rotordiameter groter dan 60 meter, tenminste de halve diameter. In dit geval betekent dat bij plaatsing van de 3 MW windturbines de afstand tot de rand van de weg minimaal 50,5 meter dient te bedragen. Daarnaast wordt plaatsing van windturbines in principe niet toegestaan op parkeerplaatsen en tankstations gelegen langs autowegen, die primair bestemd zijn voor kort oponthoud van de weggebruiker. Bij de plaatsing van de windturbines dient rekening gehouden te worden met deze criteria.

Voor de overige wegen (niet zijnde rijkswegen) is geen toetsingskader beschikbaar.

Het Handboek stelt dat, wanneer een weg zich binnen het invloedsgebied (maximale werpafstand) van de windturbine bevindt, het *individueel passanten risico* (IPR) en het *maatschappelijk risico* (MR) bepaald dient te worden. Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland en NS Rail infrabeheer hebben hiervoor richtlijnen opgesteld [7], voor het IPR en MR zijn deze opgenomen in Tabel 3.2.

Tabel 3.2: Maximaal toelaatbaar IPR en MR [7]

Wettelijke toelaatbare snelheid [km/uur]	Maximaal toelaatbaar IPR [jaar ⁻¹]	Maximaal toelaatbaar MR ^a [jaar ⁻¹]
< 160	$1 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-3}$
≥ 160	$1 \cdot 10^{-7}$	

a. De toetsingswaarde voor het MR is onafhankelijk van de snelheid.

3.3.2 Bepaling risico's

Afstandseis Rijkswaterstaat

De dichtstbijzijnde Rijksweg betreft de A15. Deze ligt op meer dan 50,5 meter afstand van de windturbines.

Individueel passanten risico en het maatschappelijk risico

Het IPR wordt conform het Handboek als volgt berekend:

$$\text{IPR} = \sum \text{trefkans} * \text{aanwezigheidsfractie per passant}$$

Het MR wordt conform Rijkswaterstaat [7] als volgt berekend:

$$\text{MR} = \text{aantal doden per passage} * \text{aantal passages per jaar}$$

Voor de bepaling van het IPR en MR is enkel uitgegaan van transporten die plaatsvinden met auto's of vrachtauto's. Aangenomen wordt dat het aandeel voetgangers en fietsers over de betrokken wegen dusdanig klein is, ten opzichte van het transport per (vracht)auto, dat dit nagenoeg geen invloed heeft op het IPR en MR. De turbines wordt direct langs de Nieuwesluisweg geplaatst, deze weg wordt derhalve betrokken in dit onderzoek. Daarnaast is de Rijksweg A15 een belangrijke transportroute in de omgeving. Hiervoor wordt eveneens het IPR en MR bepaald. In Tabel 3.3 zijn de resultaten van de berekening van hiervoor genoemde wegen weergegeven. Tevens is hierin aangegeven of de situatie voldoet aan de richtlijnen van Rijkswaterstaat.

Tabel 3.3: Resultaten IPR en MR wegen

Traject	Individueel passanten risico (IPR)			Maatschappelijk risico (MR)		
	Waarde [jaar ⁻¹]	Toetsings- waarde [jaar ⁻¹]	Overschrijding toetsingswaarde [-]	Waarde [jaar ⁻¹]	Toetsings- waarde [jaar ⁻¹]	Overschrijding toetsingswaarde [-]
Rijksweg A15	1,1*10 ^{-10 a}	1,0*10 ⁻⁶	Nee	3,0*10 ^{-6 b}	2,0*10 ⁻³	Nee
Nieuwesluisweg	9,5*10 ^{-9 a}	1,0*10 ⁻⁶	Nee	2,3*10 ^{-5 c}	2,0*10 ⁻³	Nee

- Uitgaande van twee passages per passant per jaar over 365 dagen per jaar;
- Uitgaande van 20.900.000 voertuigen per dag [13];
- Uitgaande van 1.800.000 voertuigen per dag [14]. Dit betreft het aantal transporten over de Tweedweg. Aangenomen is dat ditzelfde aantal voertuigen over de Nieuwesluisweg rijdt, hetgeen een overschatting betreft.

3.3.3 Toetsing

Voor de Rijksweg A15 wordt voldaan aan de afstandseisen zoals opgenomen in de beleidsregel van Rijkswaterstaat [6]. Het IPR en MR van de Rijksweg A15 en de Nieuwesluisweg voldoen aan de richtlijnen die Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland en NS Rail infrabeheer hiervoor hebben opgesteld [7].

3.4 Wegen – vervoer van gevaarlijke stoffen

Voor wegen wordt onderscheid gemaakt in personenvervoer en vervoer van gevaarlijke stoffen. In onderhavige paragraaf wordt ingegaan op het vervoer van gevaarlijke stoffen over de weg. Hierbij wordt gekeken naar de invloed van de transportroute op de windturbines en naar de invloed van de windturbines op de transportroute.

3.4.1 Toetsingskader

Effecten van transportroute op de windturbines

In het verleden [2] werd aanbevolen wordt om hierbij te toetsen aan de Circulaire Risiconormering gevaarlijke stoffen (CRnvg) [8]. In het actuele Handboek [4] is hiervoor geen toetsingskader opgenomen, daarom wordt aangesloten bij het Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt) [19]. Dit Besluit heeft op 1 april 2015 de CRnvg's vervangen.

In het Bevt zijn eisen gesteld voor het realiseren van nieuwe (beperkt) kwetsbare objecten. Windturbines betreffen echter geen kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten, derhalve is een toetsing niet van toepassing op deze situatie.

Effecten van windturbines op de transportroute

Voor het vervoer van gevaarlijke stoffen moet nagegaan worden of plaatsing van de windturbines niet leidt tot een onaanvaardbaar verhoogd risico op de transportroute. Conform het Handboek wordt deze trefkans bepaald door de kans dat een passerende vrachtauto geraakt wordt door een afgebroken blad of door een mastbreuk. Incidenten binnen de rotordiameter worden hierin, conform het Handboek, niet betrokken. Volgens de beleidsregel van Rijkswaterstaat [6] dient, bij een rotordiameter groter dan 60 meter, tenminste een afstand van een halve rotordiameter tussen de Rijksweg en de turbine gehanteerd te worden.

3.4.2 Bepaling risico's

In onderhavig onderzoek is de trefkans op vrachtauto's rijdend op de Nieuwesluisweg en de Rijksweg A15 bepaald. In Tabel 3.4 zijn de relevante kenmerken van de transportroute en tankwaggen opgenomen.

Tabel 3.4: Kenmerken transportroute gevaarlijke stoffen per weg

Gegeven	Waarde		Eenheid
	Rijksweg A15	Nieuwesluisweg	
Snelheid passerend object	90	50	[km/uur]
	25	14	[m/s]
Lengte passerend object	15	15	[m]
Remweg passerend object	75 ^a	42 ^a	[m]
Lengte passerend object (incl. remweg)	90	57	[m]
Breedte passerend object	2,5	2,5	[m]
Hoogte passerend object	2,5	2,5	[m]
Afstand tussen turbines en rand van transportroute			
Turbine 1	163	311	[m]
Turbine 2	275	36	[m]
Turbine 3	514	38	[m]
Turbine 4	689	40	[m]

Gegeven	Waarde		Eenheid
	Rijksweg A15	Nieuwesluisweg	
Turbine 5	1.004	40	[m]
Turbine 6	1.310	40	[m]
Turbine 7	1.572	27	[m]
Turbine 8	1.637	28	[m]

- a. De remwegafstand is afgeleid van de remweg van een weg buiten de bebouwde kom waarbij een snelheid van 80 km/uur is aanhouden [2].

Conform de formules zoals vermeld in het Handboek ([2] en [2]) is de trefkans van dit windpark op betreffende wegen berekend. Hierbij is getoetst aan faalfrequenties zoals deze gedefinieerd zijn in het rekenpakket RBM-II [9]. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen atmosferische tankwagens en tankwagens onder druk. Betrokken worden de faalfrequenties zoals deze gedefinieerd zijn voor de kans op uitstroming. Waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen een autosnelweg en een weg binnen de bebouwde kom. Er wordt geen rekening gehouden met de kansen van ontsteking. De resultaten van de berekeningen zijn opgenomen in onderstaande tabellen.

Tabel 3.5: Resultaten transport van gevaarlijke stoffen per weg

Gegeven	Waarde				Eenheid
	Rijksweg A15		Nieuwesluisweg		
Traject	Rijksweg A15		Nieuwesluisweg		[-]
Wegtype	Snelweg		Weg binnen bebouwde kom		[-]
Trefkans mastbreuk	0	0%	$7,0 \cdot 10^{-11}$	10%	[passage ⁻¹]
Trefkans incidenten binnen rotordiameter	0	0%	0	0%	[passage ⁻¹]
Trefkans bladbreuk	$5,4 \cdot 10^{-14}$	100%	$6,7 \cdot 10^{-10}$	90%	[passage ⁻¹]
Totale trefkans	$5,4 \cdot 10^{-14}$	100%	$7,4 \cdot 10^{-10}$	100%	[passage ⁻¹]
Lengte windturbinepark ^a	3,8		3,8		[km]
Totale trefkans windturbine	$1,4 \cdot 10^{-14}$		$1,9 \cdot 10^{-10}$		[passage ⁻¹ .km ⁻¹]
Druk tankauto	atmosferisch	druk	atmosferisch	druk	[-]
Intrinsieke faalfrequentie tankauto ^b	$8,4 \cdot 10^{-9}$	$4,3 \cdot 10^{-9}$	$1,2 \cdot 10^{-8}$	$3,5 \cdot 10^{-9}$	[passage ⁻¹ .km ⁻¹]
Procentuele verhoging faalfrequentie object	~0%	~0%	1,6%	5,5%	[%]

- a. Betreft de lengte van het windturbinepark (i.c. 3.000 meter) vermeerderd met tweemaal de lengte van de maximale werpafstand (i.c. 2x 398 meter);
- b. Berekend conform RBM-II [9]. Uitgaande van de ongevalfrequentie en de kans op uitstroming van 100 kilogram product (zie bijlage 2).

3.4.3 Toetsing

Voor het vervoer van gevaarlijke stoffen over de Rijksweg A15 en de Nieuwesluisweg wordt achtereenvolgens een maximale toename van 5,5% berekend. Aangezien deze toename minder dan 10% bedraagt, is de verwachting dat dit niet leidt tot een onaanvaardbaar verhoogd risico op deze transportroutes.

3.5 Waterwegen – regulier vervoer

Ten aanzien van rivieren, kanalen en havens is het beleid van Rijkswaterstaat [6] aangegeven dat windturbines geplaatst mogen worden op een afstand van tenminste 50 meter uit de rand van de vaarweg. De turbines worden geplaatst op een afstand van minimaal 55 meter van de rand van de vaarroute. Derhalve voldoet deze situatie aan het vigerende beleid.

3.6 Waterwegen – vervoer van gevaarlijke stoffen

3.6.1 Toetsingskader

Effecten van transportroute op de windturbines

In het verleden [2] werd aanbevolen wordt om hierbij te toetsen aan de Circulaire Risiconormering gevaarlijke stoffen (CRnvgs) [8]. In het actuele Handboek [4] is hiervoor geen toetsingskader opgenomen, daarom wordt aangesloten bij het Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt) [19]. Dit Besluit heeft op 1 april 2015 de CRnvgs vervangen. In het Bevt zijn eisen gesteld voor het realiseren van nieuwe (beperkt) kwetsbare objecten. Windturbines betreffen echter geen kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten, derhalve is een toetsing niet van toepassing op deze situatie.

Effecten van windturbines op de transportroute

Voor het vervoer van gevaarlijke stoffen moet nagegaan worden of plaatsing van de windturbines niet leidt tot een onaanvaardbaar verhoogd risico. In voorgaande versie van Handboek [2] (hoofdstuk 3) is overigens aangegeven dat over het algemeen geconcludeerd kan worden dat als de windturbines volgens de beleidsrichtlijnen van Rijkswaterstaat worden geplaatst, er geen noemenswaardige risicoverhoging optreedt.

3.6.2 Bepaling risico's

Om na te of plaatsing van de windturbines niet leidt tot een onaanvaardbaar verhoogd risico zijn de toename van het PR en GR beschouwd. Als eerste stap hiervoor is de trefkans voor het transport van gevaarlijke stoffen bepaald vervolgens is gekeken naar de wijziging van het PR en GR.

Conform het Handboek [2] wordt deze trefkans bepaald door de kans dat een passerend binnenvaartschip geraakt wordt door een afgebroken blad of door mastbreuk. In onderhavig onderzoek is de trefkans op binnenvaartschepen varend op het Hartelkanaal bepaald. In Tabel 3.6 zijn de relevante kenmerken van de transportroute en het schip opgenomen.

Tabel 3.6: Kenmerken transportroute van gevaarlijke stoffen per waterweg

Gegeven	Waarde	Eenheid
Snelheid passerend object	15	[km/uur]
	4	[m/s]
Lengte passerend object	90	[m]
Remweg passerend object	500	[m]
Lengte passerend object (incl. remweg)	590	[m]
Breedte passerend object	15	[m]
Hoogte passerend object	4	[m]
Kortste afstand tussen turbines en rand van transportroute	55	[m]

Conform de formules zoals vermeld in het Handboek ([2] en[4]) is de trefkans van het windpark Hartelbrug II op transporten over het Hartelkanaal berekend. De resultaten hiervan zijn opgenomen in Tabel 3.7.

Tabel 3.7: Resultaten transport van gevaarlijke stoffen Hartelkanaal

Gegeven	Waarde		Eenheid
Traject	Hartelkanaal (Oude Maas – Calandkanaal)		[-]
Trefkans mastbreuk	$2,6 \cdot 10^{-9}$	1%	[passage ⁻¹]
Trefkans incidenten binnen rotordiameter ^a	0	0%	[passage ⁻¹]
Trefkans bladbreuk	$8,9 \cdot 10^{-8}$	99%	[passage ⁻¹]
Totale trefkans	$9,2 \cdot 10^{-8}$	100%	[passage ⁻¹]
Lengte windturbinepark ^b	3,8		[km]
Totale trefkans windturbine	$2,4 \cdot 10^{-8}$		[passage ⁻¹ .km ⁻¹]
Intrinsieke faalfrequentie schip ^c	$2,9 \cdot 10^{-8}$		[passage ⁻¹ .km ⁻¹]
Procentuele verhoging faalkans object	83%		[%]

- Incidenten binnen de rotordiameter worden hierin niet betrokken, omdat de minimale afstand groter is dan halve rotordiameter;
- Betreft de lengte van het windturbinepark (i.c. 3.000 meter) vermeerderd met tweemaal de lengte van de maximale werpafstand (i.c. 2x 398meter);
- Betreft de locatiespecifieke scheepsschadefrequentie voor het Hartelkanaal (traject Oude Maas – Calandkanaal) [15].

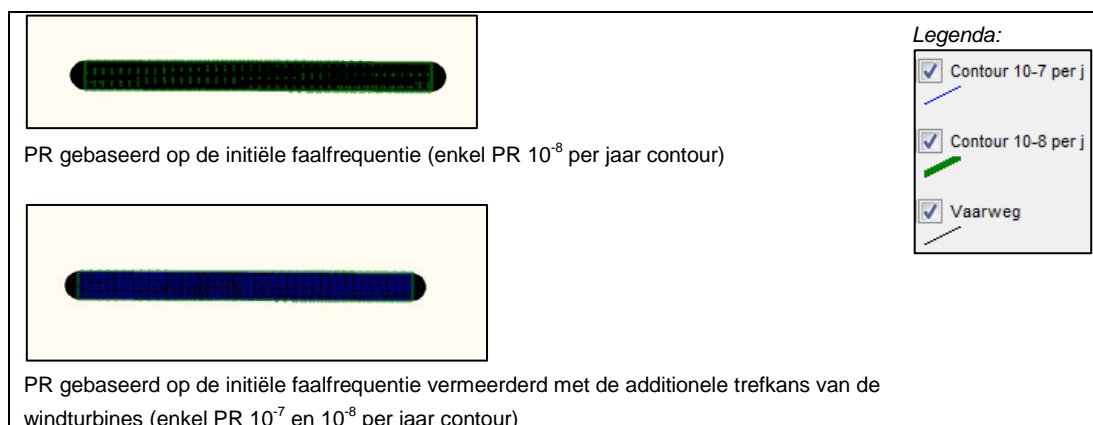
Voor de passerende scheepvaart met gevaarlijke stoffen blijkt de toename van de faalkans als gevolg van de aanwezigheid van de windturbines met meer dan 10% toe te nemen. Hierbij is plaatsing van de windturbine niet direct uitgesloten, maar wel kan worden geëist dat door middel van een QRA wordt aangetoond dat de beschouwde transportroute ook na plaatsing van de windturbine nog voldoet aan de normen voor PR en GR. Daarom is het PR voor de vaarroute berekend en het GR beschouwd.

Op basis van de uitgangspunten in Tabel 3.8 is het PR voor het Hartelkanaal berekend met RBM-II [16]. Uit deze berekeningen blijkt dat het PR in beide situaties niet zichtbaar verschilt. Tevens ligt in beide situaties de PR 10^{-6} contour niet buiten de vaarweg (zie Figuur 3.2). Na plaatsing van de windturbines voldoet deze situatie derhalve nog aan de

normen voor het PR. Omdat de PR-contouren niet zichtbaar wijzigen is het niet de verwachting dat het GR toeneemt als gevolg van de aanwezigheid van de windturbines.

Tabel 3.8: Uitgangspunten PR-berekeningen Hartelkanaal

Gegeven	Waarde	Eenheid	Toelichting
Breedte vaarweg	166	[m]	Zoals vermeld in de bijlage van HART [15].
Transportaantallen (binnenvaart)			Zoals vermeld in de Regeling basisnet [20].
LF2 – zeer brandbare vloeistoffen	23.840	[aantal/jaar]	Betreft optelling van LF1 (brandbare vloeistoffen) en LF2 (zeer brandbare vloeistoffen).
LT1 – toxische vloeistoffen	146	[aantal/jaar]	-
GF3 – licht ontvlambare gassen	2.135	[aantal/jaar]	-
GT3 – toxische gassen	196	[aantal/jaar]	-
Initiële faalfrequentie	$2,9 \cdot 10^{-8}$	[/passage.km]	Zoals vermeld in HART [15].
Additionele trefkans windturbines	$2,4 \cdot 10^{-8}$	[/passage.km]	Zie Tabel 3.7.
Faalfrequentie bij aanwezigheid windturbines	$5,3 \cdot 10^{-8}$	[/passage.km]	Optelling van initiële faalfrequentie en additionele trefkans vanwege aanwezigheid van windturbines.



Figuur 3.2: Plaatsgebonden risicocontouren van de vaarweg zonder en met windturbines

3.6.3 Toetsing

Uit de berekeningen blijkt dat het PR contour van 10^{-6} per jaar van het transport van gevaarlijke stoffen over het Hartelkanaal ook na plaatsing van de windturbines niet buiten de vaarweg ligt. Deze situatie voldoet dan ook nog steeds aan het wettelijke toetsingskader (Bevt).

3.7 Spoorwegen – vervoer van gevaarlijke stoffen

3.7.1 Toetsingskader

Effecten van transportroute op de windturbines

In het verleden [2] werd aanbevolen om hierbij te toetsen aan de Circulaire Risiconormering gevaarlijke stoffen (CRnvg) [8]. In het actuele Handboek [4] is hiervoor geen toetsingskader opgenomen, daarom wordt aangesloten bij het Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt) [19]. Dit Besluit heeft op 1 april 2015 de CRnvg vervangen. In het Bevt zijn eisen gesteld voor het realiseren van nieuwe (beperkt) kwetsbare objecten. Windturbines betreffen echter geen kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten, derhalve is een toetsing niet van toepassing op deze situatie.

Effecten van windturbines op de transportroute

Op een afstand van circa 230 meter van de dichtstbijzijnde windturbine is de Havenspoorlijn gelegen. Deze spoorlijn wordt geëxploiteerd door Keyrail B.V. Keyrail heeft geen beleid opgesteld ten aanzien van het plaatsen van windturbines langs spoortrajecten. Derhalve wordt in onderhavig onderzoek aangesloten bij het beleid van ProRail, zoals opgenomen in het Handboek.

ProRail hanteert de volgende minimaal vereiste afstand (gemeten vanuit het hart van het spoor): 7,85 meter plus halve rotordiameter, met een minimum van 30 meter.

In dit geval betekent dat bij plaatsing van de geselecteerde windturbines de afstand tot het spoor minimaal 58,35 meter dient te bedragen. De minimale afstand tot de Havenspoorlijn bedraagt 230 meter, derhalve voldoet deze situatie aan de afstandseisen van ProRail.

Voor het vervoer van gevaarlijke stoffen dient daarnaast nagegaan te worden of plaatsing van de windturbines niet leidt tot een onaanvaardbaar verhoogd risico. In voorgaande versie van Handboek [2] (hoofdstuk 3) is overigens aangegeven dat over het algemeen geconcludeerd kan worden dat als de windturbines volgens de afstandscriteria worden geplaatst, er geen noemenswaardige risicoverhoging optreedt.

3.7.2 Bepaling risico's

Om na te of plaatsing van de windturbines niet leidt tot een onaanvaardbaar verhoogd risico zijn is de trefkans voor het transport van gevaarlijke stoffen (i.c. passerende goederentrein) bepaald. Conform het Handboek [2] wordt deze trefkans bepaald door de kans dat een passerende goederentrein geraakt wordt door een afgebroken blad of door een mastbreuk.

In onderhavig onderzoek is de trefkans op goederentreinen rijdend op de Havenspoorlijn bepaald. Hierbij is verondersteld dat de transportroute evenwijdig is gelegen aan het windturbinepark. Voor de berekening is derhalve de kortste afstand tot de transportroute gehanteerd, dit betreft een conservatieve aanname. In Tabel 3.9 zijn de factoren opgenomen die nodig zijn voor de bepaling van de trefkans.

Tabel 3.9: Kenmerken transportroute Havenspoorlijn

Gegeven	Waarde		Eenheid
	Snelheid <40 km/uur	Snelheid >40 km/uur	
Snelheid passerend object	40	80	[km/uur]
	11	22	[m/s]
Lengte passerend object	15	15	[m]
Remweg passerend object	500	1.000	[m]
Lengte passerend object (incl. remweg)	515	1.015	[m]
Breedte passerend object	3,0	3,0	[m]
Hoogte passerend object	3,0	3,0	[m]
Afstand tussen turbines en rand van transportroute			
Turbine 1	236	236	[m]
Turbine 2	364	364	[m]
Turbine 3	547	547	[m]
Turbine 4	688	688	[m]
Turbine 5	988	988	[m]
Turbine 6	1.293	1.293	[m]
Turbine 7	1.555	1.555	[m]
Turbine 8	1.621	1.621	[m]

Conform de formules zoals vermeld in het Handboek ([2] en [4]) is de trefkans van dit windpark op transporten over de Havenspoorlijn berekend. Hierbij is getoetst aan faalfrequenties zoals deze gedefinieerd zijn in het rekenpakket RBM-II [9]. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen gas- en vloeistoftankwagens. Tevens wordt onderscheid gemaakt tussen een spoorlijn met een maximale snelheid van 40 km/uur en spoorwegen waar harder dan 40 km/uur gereden mag worden. Voor wissels en overgangen wordt uitgegaan van de standaard situaties zoals opgenomen in RBM-II [9]. Betrokken worden de faalfrequenties zoals deze gedefinieerd zijn voor de kans op uitstroming. Er wordt geen rekening gehouden met de kansen van ontsteking. De resultaten van de berekeningen zijn opgenomen in Tabel 3.10.

Tabel 3.10: Resultaten transporten Havenspoorlijn

Gegeven	Waarde				Eenheid
	<40 km/uur		>40 km/uur		
Spoortype					[-]
Trefkans mastbreuk	0	0%	0	0%	[passage ⁻¹]
Trefkans incidenten binnen rotordiameter ^a	0	0%	0	0%	[passage ⁻¹]
Trefkans bladbreuk	5,8*10 ⁻¹³	100%	5,7*10 ⁻¹³	100%	[passage ⁻¹]
Totale trefkans	5,8*10 ⁻¹³	100%	5,7*10 ⁻¹³	100%	[passage ⁻¹]
Lengte spoor ^b	3,8		3,8		[km]
Totale trefkans windturbine	1,5*10 ⁻¹³		1,5*10 ⁻¹³		[passage ⁻¹ .km ⁻¹]
Fase inhoud ketelwagen	gas	vloeistof	gas	vloeistof	[-]
Intrinsieke faalfrequentie ketelwagen ^c	2,2*10 ⁻¹¹	2,2*10 ⁻⁹	1,0*10 ⁻¹⁰	2,1*10 ⁻⁸	[passage ⁻¹ .km ⁻¹]
Procentuele verhoging faalkans object	0,7%	0,01%	0,1%	<0,01%	[%]

- Incidenten binnen de rotordiameter worden hierin niet betrokken, omdat de minimale afstand groter is dan halve rotordiameter;
- Berekend op basis van lengte windpark (3.000 meter) + 2x de werpafstand bij overtoeren (2x398);
- Berekend conform RBM-II [9]. Uitgaande van de ongevalfrequentie en de kans op uitstroming van 100 kilogram product (zie bijlage 2).

3.7.3 Toetsing

De afstand tussen de windturbines en de Havenspoorlijn (Keyrail) is groter dan de minimale afstand dit ProRail voor haar spoorlijnen hanteert. Hiermee wordt voldaan aan het beschouwde toetsingskader.

Voor het vervoer van gevaarlijke stoffen over de Havenspoorlijn wordt een maximale toename van 0,7% berekend. Aangezien deze toename minder dan 10% bedraagt, is de verwachting dat dit niet leidt tot een onaanvaardbaar verhoogd risico op deze transportroute.

3.8 Industrie

Voor industriële gebieden wordt onderscheid gemaakt naar:

- Niet categoriale inrichtingen: Voor deze inrichtingen kan uitsluitend via een berekening worden bepaald welke afstand tot gevoelig object moet worden aangehouden om aan de geldende normen te voldoen. Concreet betekent dit dat er voor de inrichting een kwantitatieve Risicoanalyse (QRA) uitgevoerd dient te worden.
- Categoriale inrichtingen: Voor deze inrichtingen is een systematiek ontwikkeld waarbij per type inrichting uit een tabel kan worden afgelezen bij welke afstand (risicocontour) wordt voldaan aan de norm. Voor deze inrichtingen behoeft geen QRA opgesteld te worden. Plaatsing van windturbines kan echter betekenen dat de risicocontour van de inrichting groter wordt. In het kader van ‘goede ruimtelijke ontwikkeling’ wordt het aangeraden om in overleg te treden met het bevoegd gezag.

3.8.1 Toetsingskader

Om na te gaan of de plaatsing van een windturbine in de omgeving van de inrichting invloed heeft op de te hanteren afstand tot gevoelige objecten dient bij het opstellen van de QRA voor de inrichting rekening gehouden worden met het treffen van de inrichting door een blad, mast of gondel. Indien de windturbine niet substantieel bijdraagt aan een hoger risico van de inrichting zullen de voor de inrichting geldende afstanden tot beperkt kwetsbare en kwetsbare objecten ook na plaatsing van kracht blijven. Als richtwaarde voor de toename van de catastrofale faalfrequentie ten gevolge van de plaatsing van een windturbine in de nabijheid van de inrichting ten opzichte van de situatie zonder windturbine kan 10% gehanteerd worden.

Bij categoriale inrichtingen dient het bovenstaande eveneens in beschouwing genomen te worden. Hierbij zal echter geen QRA opgesteld worden, maar zal aan de hand van de generieke faalfrequenties bezien worden of een significatie toename risico het gevolg is van de plaatsing van een windturbine.

Toetsingscriteria

Het Handboek beveelt de vergunningverlener aan om te toetsen op het plaatsgebonden risico (PR) en het groepsrisico (GR) voor inrichtingen. In het Bevi [5] zijn hiervoor de volgende toetsingskaders opgesteld:

Plaatsgebonden risico

Het PR geeft de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op een plaats buiten een inrichting zou verblijven, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval. Voor nieuwe situaties geldt voor kwetsbare objecten een grenswaarde van 10^{-6} voor het PR en voor beperkt kwetsbare objecten een richtwaarde van 10^{-6} . Concreet betekent dit dat in deze situatie kwetsbare objecten buiten de 10^{-6} -contour moeten liggen en beperkt kwetsbare objecten dienen *in principe* buiten de 10^{-6} -contour van de windturbine te liggen.

Groepsrisico

Het GR geeft de kans aan dat tenminste een bepaald aantal mensen door enig ongewoon voorval bij een bepaalde activiteit dodelijk wordt getroffen. Het groepsrisico wordt grafisch weergegeven als zogenaamde fN-curve, waarmee de kans (f) wordt uitgezet tegen het mogelijk aantal doden (N) en is afhankelijk van de bevolkingsdichtheid in de omgeving. De norm voor het groepsrisico is een richtwaarde, waar het bevoegd gezag gemotiveerd van mag afwijken. Een incident met 10 of meer doden mag slechts met een kans van één op de honderdduizend per jaar voorkomen (10^{-5}) terwijl een ongeval met 100 of meer doden slechts met een kans van één op de tien miljoen jaar (10^{-7}) mag voorkomen.

De bepaling van het groepsrisico maakt echter geen deel uit van onderhavig onderzoek en wordt derhalve verder niet getoetst. Wel vindt in onderhavig onderzoek een kwalitatieve beschouwing plaats van de impact van de plaatsing van windturbines nabij risicovolle inrichtingen ten aanzien van het groepsrisico. De verhoging van faalkansen bij omliggende bedrijven wordt kwantitatief vastgesteld.

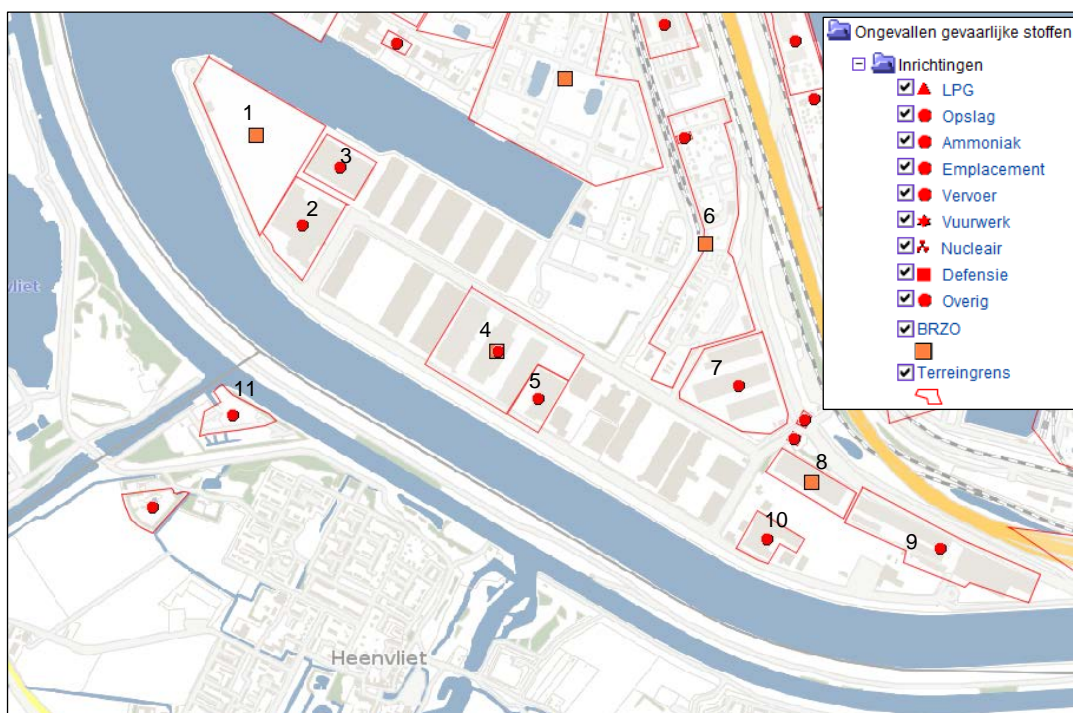
Veiligheidscontour

In 2014 is een veiligheidscontour rondom het gebied Botlek-Vondelingenplaat vastgesteld [21] (zie bijlage 3). Hiermee is vastgesteld dat de plaatsgebonden risicocontouren van 10^{-6} per jaar van inrichtingen mogen reiken tot de randen van deze veiligheidscontour.

3.8.2 Bepaling risico's

Toename faalfrequenties omliggende bedrijven

Om na te gaan of de plaatsing van een windturbine in de omgeving van de inrichtingen toelaatbaar is, dient rekening gehouden te worden met het treffen van de inrichting door een blad, mast of gondel. Onderstaande figuur toont de inrichtingen die relevant zijn in het kader van externe veiligheid. Tabel 3.11 toont de inrichtingen die binnen de maximale werpafstand van 398 meter van de windturbines zijn gelegen.



Figuur 3.3: Inrichtingen in de omgeving van windpark Hartelkanaal die relevant zijn voor externe veiligheid [10]

Tabel 3.11: Inrichtingen in de omgeving van windpark Hartelkanaal die relevant zijn voor externe veiligheid

Nummer (zie Figuur 3.3)	Naam inrichting	Toelichting
1.	HT Holland terminals B.V.	Opslag van gevaarlijke stoffen in stukgoed (PGS-15)
2.	Schenker International B.V.	Opslag van gevaarlijke stoffen in stukgoed (PGS-15)
3.	Estron Distri Centre B.V.	Opslag van gevaarlijke stoffen in stukgoed (PGS-15)
4.	Veembedrijf De Rijke B.V.	Laad-, los- en overslagactiviteiten en opslag van gevaarlijke stoffen
5.	Vanguard Logistics Services B.V.	Opslag van gevaarlijke stoffen in stukgoed (PGS-15)
6.	Air Products Botlek	Vervaardiging van industriële gassen ^a
7.	Hollands Veem B.V.	Opslag van gevaarlijke stoffen in stukgoed (PGS-15)
8.	DHL (voorheen Excel Rotterdam)	Opslag van gevaarlijke stoffen in stukgoed (PGS-15)
9.	Pacorini Metals Rotterdam B.V. (voorheen Henry Bath B.V.)	Laad-, los- en overslagactiviteiten en opslag van gevaarlijke stoffen
10.	Hoogendoorn Transport B.V.	Opslag van hout

Nummer (zie Figuur 3.3)	Naam inrichting	Toelichting
11.	De Groot caravanpark	Bovengrondse opslagtank propaan (4 m ³) en losactiviteiten.

- a. De activiteit met gevaarlijke stoffen bevindt zich geheel aan de noordzijde van de inrichting van Air Products; buiten de maximale werpafstand van de windturbines, derhalve wordt deze inrichting niet verder beschouwd.

Opslag van gevaarlijke stoffen in stukgoed (PGS-15)

Het relevant faalscenario voor de omgeving dat binnen deze bedrijven kan optreden is het ontstaan van een brand in de PGS-15 opslagen. Indien deze opslagen door een blad getroffen worden, zal in eerste instantie schade optreden aan het gebouw. Verondersteld wordt dat er geen brand ontstaat als gevolg van de inslag van een turbineblad. Derhalve wordt voor deze bedrijven de aanvullende faalkans niet berekend.

Opslag van hout

De opslag van hout is relevant in het kader van domino-effecten bij Brzo-inrichtingen. In het kader van windturbines is deze activiteit niet relevant. Verondersteld wordt namelijk dat er geen brand ontstaat als gevolg van de inslag van een turbineblad. Derhalve wordt voor deze bedrijven de aanvullende faalkans niet berekend.

Overige inrichtingen

De overig genoemde inrichtingen in Tabel 3.11 zijn voor dit onderzoek relevant, omdat deze inrichtingen bij een incident aan een windturbine kunnen leiden tot domino-effecten. Als richtwaarde voor het treffen van een inrichting door een blad, mast of gondel kan de toename van de faalfrequentie voor het 'catastrofaal falen van een installatie(onderdeel)' gehanteerd worden [2]. Het Handboek adviseert om als richtwaarde voor de toename van de faalfrequentie, als gevolg van de plaatsing van windturbines, 10% te hanteren. In de Handleiding Risicoberekeningen Bevi [12] is het 'catastrofaal falen' als volgt gedefinieerd: *De frequentie van 'catastrofaal falen' is de som van de frequenties van de scenario's 'instantaan falen' en '10 minuten uitstroming'*. In deze analyse is voor tankauto's uitgegaan van het scenario 'vrijkomen van de hele inhoud uit de grootste aansluiting', dit vanwege afwezigheid van het scenario '10 minuten uitstroming' in geval van tankauto's [12].

Op basis van het Handboek is de trefkans van één windturbine op het relevante object binnen de relevante inrichting berekend. De uitgangspunten en resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in Tabel 3.12.

Tabel 3.12: Toename faalkansen installaties omliggende inrichtingen

Inrichting	[-]	De Groot caravanpark [10]		Pacorini Metals Rotterdam B.V. (voorheen Henry Bath B.V.) [10]		Veembedrijf De Rijke B.V. [11]	
BESCHOUWD OBJECT							
Object	[-]	Propaantank	Tankauto propaan	Propaantank	Tankauto propaan	Tankauto (verlading)	Tankauto (stalling)
Specificatie object	[-]	Bovengronds, onder druk	Tankauto met een reservoir onder druk	Bovengronds, onder druk	Tankauto met een reservoir onder druk	Tankauto met een atmosferische tank	Tankauto met een atmosferische tank
Breedte object	[m]	6,5	12	1,6	12	12	12
Hoogte object	[m]	1,6	2	1,6	2	2	2
Diepte object	[m]	1,6	2	6,5	2	2	2
Afstand turbine tot rand object ^b	[m]	390	390	169	169	61	61
Verblijfsfactor object	[-]	1	1	1	1	0,01	0,07
FAALSCENARIO'S OBJECTEN (instrinsiek falen)							
Faalscenario 1	[-]	instantaan falen	instantaan falen	instantaan falen	instantaan falen	instantaan falen	instantaan falen
Faalkans 1	[jaar ⁻¹]	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$8,2 \cdot 10^{-8}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$
Faalscenario 2	[-]	10 minuten uitstroming	Vrijkomen gehele inhoud uit grootste aansluiting	10 minuten uitstroming	Vrijkomen gehele inhoud uit grootste aansluiting	Vrijkomen gehele inhoud uit grootste aansluiting	Vrijkomen gehele inhoud uit grootste aansluiting
Faalkans 2	[jaar ⁻¹]	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$4,1 \cdot 10^{-9}$	$4,1 \cdot 10^{-9}$
Totale faalkans	[jaar ⁻¹]	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$8,6 \cdot 10^{-8}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$
TREFKANSEN							
<i>Mastbreuk</i>							
Trefkans ^a	[jaar ⁻¹]	0	0	0	0	$1,8 \cdot 10^{-8}$	$1,5 \cdot 10^{-7}$
Aandeel mastbreuk van totaal	[%]	0%	0%	0%	0%	87%	87%
<i>Gondelval</i>							
Trefkans ^a	[jaar ⁻¹]	0	0	0	0	0	0
Aandeel gondel van totaal	[%]	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Bladbreuk</i>							
Trefkans ^a	[jaar ⁻¹]	$2,5 \cdot 10^{-11}$	$5,4 \cdot 10^{-11}$	$9,6 \cdot 10^{-12}$	$8,4 \cdot 10^{-11}$	$2,6 \cdot 10^{-9}$	$2,3 \cdot 10^{-8}$
Aandeel bladbreuk van totaal	[%]	100%	100%	100%	100%	13%	13%
SAMENVATTING							
Trefkans ^s	[jaar ⁻¹]	$2,5 \cdot 10^{-11}$	$5,4 \cdot 10^{-11}$	$9,6 \cdot 10^{-12}$	$8,4 \cdot 10^{-11}$	$2,0 \cdot 10^{-8}$	$1,8 \cdot 10^{-7}$
Verhoging faalfrequentie	[%]	0%	0%	0%	0%	24%	2%

a. Betreft de trefkans gecorrigeerd voor de aanwezigheidsduur van het object;

b. Dit betreft de kortste afstand vanaf één van de windturbines tot de rand van de inrichting van het bedrijf. Omdat onbekend is waar de opslagtank / tankauto zich exact bevindt op het terrein is dit een conservatieve benadering.

c. Informatie is afkomstig uit het Veiligheidsrapport van 2006. Conform de risicokaart [10] is de QRA sindsdien niet geactualiseerd.

Uit voorgaande tabel blijkt dat de faalkans voor het intrinsiek falen van een tankauto (verlading) bij Veembedrijf de Rijke meer dan 10% toeneemt als gevolg van de aanwezigheid van een windturbine. Conform het Handboek is dit geen gewenste situatie. Opgemerkt dient te worden dat dit een conservatieve benadering betreft omdat de exacte locatie van de tankautoverladingen niet bekend is. Ten opzichte van de windturbines bevindt de locatie zich in ieder geval achter een loods. In de berekening is geen rekening gehouden met het feit dat de tankauto beschermd is tegen inslag, door de aanwezigheid van deze loods. Op dit onderdeel is dus een overschatting gemaakt van de risico's.

Opgemerkt wordt tevens dat in dit onderzoek een conservatieve benadering gehanteerd is. De veiligheid van de geplaatste turbines is namelijk hoger dan dat deze gehanteerd wordt in het onderzoek (uitgevoerd conform het 'Handboek Risicozonering Windturbines'). De nieuwe turbines zijn namelijk voorzien van kabels voor de bliksemafleiding. Deze kabels zorgen er, naast afleiding van de bliksem, voor dat rotorbladen in geval van breuk aan de turbine vast worden gehouden. De kans dat een blad losraakt van de turbine wordt hierdoor kleiner, waardoor tevens de trefkans op de tankautoverlaadplaats afneemt.

Plaatsgebonden risico

De huidige PR 10^{-6} contour van Veembedrijf de Rijke ligt over een aantal beperkt kwetsbare objecten [10]. Door de aanwezigheid van de windturbines is het mogelijk dat deze contour beperkt vergroot. Aan de zuidzijde van Veembedrijf De Rijke liggen de dichtstbijzijnde kwetsbare objecten (woningen). Momenteel ligt de PR 10^{-6} contour aan de zuidzijde circa 40 meter buiten de inrichting. Deze bebouwing ligt op circa 450 meter afstand. Het is derhalve niet de verwachting dat de PR 10^{-6} contour van Veembedrijf de Rijke als gevolg van de windturbines dusdanig groter wordt, zodat hierbinnen kwetsbare objecten komen te liggen. Derhalve blijft de PR 10^{-6} contour van Veembedrijf de Rijke binnen het wettelijk kader zoals gesteld in het Bevi [5]. Tevens wordt opgemerkt dat de PR 10^{-6} contour van Veembedrijf de Rijke kan 'groeien' tot de zuidelijke oever van het Voedingskanaal Brielse Meer (voorbij de Maasdijk ten zuiden van het Hartelkanaal). Dit vanwege de vastgestelde veiligheidscontour in het havengebied Botlek-Vondelingenplaat [21].

Groepsrisico

Voor de omliggende bedrijven waarvoor een QRA is opgesteld, is de impact op het groepsrisico kwalitatief beschouwd. Hiervoor is de trefkans bepaald van de turbine(s) op de betreffende inrichting en deze aanvullende treffrequentie vergeleken met de faalfrequentie zoals genoemd in de QRA van het betreffende bedrijf. Uit Tabel 3.12 blijkt dat bij Veembedrijf De Rijke een toename van de faalfrequentie optreedt van meer dan 10%. Dit betekent dat bij het opstellen van een QRA voor dit bedrijf rekening gehouden dient te worden met deze verhoogde faalfrequentie. Door het hanteren van deze verhoogde faalfrequentie neemt het groepsrisico van deze bedrijven toenemen.

Het groepsrisico, direct veroorzaakt door de windturbines, is moeilijk vast te stellen. Hiervoor zijn namelijk geen rekenmethodieken beschikbaar zoals het geval is bij ongevallen met gevaarlijke stoffen. Bij een ongeval met gevaarlijke stoffen kunnen dodelijke slachtoffers vallen verspreid over een groot gebied, afhankelijk van de wijze waarop de gevaarlijke stoffen zich verspreiden in de omgeving. Hiervoor zijn rekenmodellen beschikbaar die dit in kaart kunnen brengen, zoals Safeti-NL.

Bij een ongeval met een windturbine kunnen alleen dodelijk slachtoffers vallen op de plekken waar afgebroken onderdelen van een windturbine terecht komen. Om bij een ongeval met een windturbine een groep slachtoffers te krijgen moet er dus een grote personendichtheid zijn binnen het trefgebied van de windturbine.

Op deze locatie leidt de plaatsing van windturbines tot een verhoging van het groepsrisico. Dit ten opzichte van de huidige situatie, waarin geen groepsrisico als gevolg van de windturbines aanwezig is.

Voor het groepsrisico¹ is geen wettelijk toetsingscriterium aanwezig. Voor inrichtingen geldt wel een oriëntatiewaarde. Deze oriëntatiewaarde mag overschreden worden. Het bevoegd gezag dient, conform het Bevi [5], een onderbouwing te geven van elke wijziging van het groepsrisico.

3.8.3 Toetsing

Bij één inrichting treedt, als gevolg van de aanwezigheid van een windturbine, een verhoging van de faalfrequentie op van meer dan 10%. Dit heeft betrekking op het falen van een tankauto op de tankautoverlaadplaats bij Veembedrijf De Rijke B.V.. Hierdoor is het mogelijk dat de PR 10^{-6} per jaar contour van deze inrichting groter wordt. Deze vergroting is toegestaan tot de veiligheidscontour (zie bijlage 3). Deze veiligheidscontour ligt op minimaal 370 meter van Veembedrijf De Rijke B.V. (zuidzijde). De huidige PR 10^{-6} per jaar contour ligt aan deze zijde van de inrichting circa 40 meter buiten de inrichting. Het is dan ook niet te verwachten dat deze contour, na plaatsing van de windturbines, buiten de veiligheidscontour reikt. Gesteld kan dan ook worden dat deze situatie voldoet aan het vigerende beleidskader.

3.9 Buisleidingen – gevaarlijke stoffen

Buisleidingen (buiten bedrijfsinrichtingen) worden onderverdeeld in:

1. Leidingen waardoor ongevaarlijke stoffen worden getransporteerd, zoals drinkwaterleidingen, rioleringen of stadsverwarming;
2. Leidingen waardoor gevaarlijke stoffen worden getransporteerd, zoals aardgasleidingen en leidingen met petrochemische producten.

Leidingen voor ongevaarlijke stoffen worden, conform het Handboek, in het kader van de externe veiligheid niet in beschouwing genomen.

3.9.1 Toetsingskader

In 2011 is het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb) [22] en de bijbehorende Regeling externe veiligheid buisleidingen (Revb) [23] in werking getreden. Hierin is vastgelegd dat binnen de PR 10^{-6} contour van de buisleiding geen kwetsbare objecten aanwezig mogen zijn, binnen deze contouren mogen in principe ook geen beperkt kwetsbare objecten aanwezig.

¹ Oriëntatiewaarde: Uitgangspunt voor de oriëntatiewaarde is dat een ongeval met 10 doden slechts met een kans van één op de honderdduizend ($1 \cdot 10^{-5}$) per jaar mag voorkomen, een ongeval met 100 doden met een kans van één op tien miljoen ($1 \cdot 10^{-7}$), etc.

Bij de bepaling van de PR 10^{-6} contour van de buisleiding dient het aanvullend risico als gevolg van risicoverhogende objecten (i.c. windturbines) betrokken te worden.

Opgemerkt wordt dat het Bevb en de Revb geldt voor:

- buisleidingen voor aardgas met een uitwendige diameter van 50 mm of meer en een druk van 1.600 kPa of meer;
- buisleidingen voor aardolieproducten met een uitwendige diameter van 70 mm of meer en een druk van 1.600 kPa of meer;
- buisleidingen voor brandbare stoffen met een uitwendige diameter van 70 mm of meer of een binnendiameter van 50 mm of meer en een druk van 1.600 kPa of meer;
- buisleidingen voor vergiftige stoffen, en
- buisleidingen voor specifieke stoffen met een uitwendige diameter van 70 mm of meer of een binnendiameter van 50 mm of meer en een druk van 1.600 kPa of meer.

In het havengebied van Rotterdam is een veiligheidscontour vastgesteld [21]. Conform artikel 16 van het Bevb is toetsing aan de PR 10^{-6} binnen deze veiligheidscontour niet van toepassing indien een ruimtelijk besluit wordt genomen (artikel 11 van het Bevb). Buiten de veiligheidscontour gelden de richtwaarden van het Bevb. De maximale werpafstand (nominaal toerental) van de windturbines reikt tot 147 meter. Deze afstand reikt niet tot ondergrondse leidingen buiten de veiligheidscontour. De maximale werpafstand (tweemaal nominaal toerental) van de windturbines reikt tot 398 meter. Deze afstand reikt niet tot bovengrondse leidingen buiten de veiligheidscontour. Een vergroting van de plaatsgebonden risicocontouren, als gevolg van de aanwezigheid van windturbines, leidt dan ook niet tot een ontoelaatbare situatie buiten de veiligheidscontour. In geval van een ruimtelijk besluit leiden de additionele risico's van de windturbines niet tot een ontoelaatbare situatie aan buisleidingen buiten de veiligheidscontour.

3.9.2 Bepaling risico's

Bepaling risico's ondergrondse leidingen

Binnen de maximale werpafstand bij nominaal toerental (147 meter) van de windturbines is een ondergrondse leidingstraat / -strook gelegen. Deze ligt binnen de werpafstand van één windturbine (nummer 1; de meest oostelijke). Overeenkomstig de risicokaart [10] zijn er diverse leidingen met gevaarlijke stoffen aanwezig in deze ondergrondse leidingstraat / -strook (zie Tabel 3.13).

Tabel 3.13: Aanwezige leidingen in ondergrondse leidingstraat / -strook [10]²

Naam	Transportroutedeel
[-]	[-]
Gasunie	-
Odfjell Terminals	Paklijn 13
Odfjell Terminals	Paklijn 14
Air Products Nederland	12-N-8100-NC100
Shell Nederland Raffinaderij	PEU-120
Air Products Nederland	350-O-6810-BT/NC110
HbR	LB 200100004
SNC	LB 200100004
OCAP	A15-tracé
Air Liquide	CO_NL_02_Rotterdam Zuid
Air Liquide	ZONE_NL_02_N
Air Liquide	ZONE_NL_09_O
Air Liquide	H2_NL_02_Rotterdam Zuid

Op basis van de ligging van de leidingen ten opzichte van de turbine kunnen zowel het scenario bladbreuk, mastbreuk en incidenten binnen de rotordiameter van invloed zijn op deze buisleidingen. Er treedt een aandachtspunt op zodra de PR 10^{-6} per jaar contour van een buisleiding buiten de veiligheidscontour reikt. Deze veiligheidscontour ligt op circa 360 meter afstand van de buisleidingen.

De maximale afstand van de PR 10^{-6} per jaar contour van brandbare vloeistoffen (zgn. PGS klasse 1) bedraagt 54 meter [24]. Dit op basis van een buisleiding met een diameter van 36" en een druk van 150 bar. Als gevolg van de aanwezigheid van windturbines is het niet mogelijk dat deze PR 10^{-6} van 54 tot 360 meter toeneemt.

De aanwezige hogedruk aardgasleidingen in deze buisleidingenstaat hebben een diameter van 20 inch en een druk van 80 bar [10]. De maximale afstand voor 1% letaliteit van dergelijke buisleidingen bedraagt 290 meter [25]. Dit betreft tevens de maximale afstand tot waar de PR 10^{-6} /jaar contour kan reiken; de 1% letaliteitsafstand is immers onafhankelijk van de gehanteerde faalfrequentie van de buisleiding. Zonder verdere berekening kan geconcludeerd worden dat de windturbine van XL Wind geen PR 10^{-6} /jaar contour op kan leveren die de veiligheidscontour op 360 meter overschrijdt.

Bepaling risico's bovengrondse leidingen

Binnen de maximale werpafstand bij overtoeren (398 meter) van de windturbines is een bovengrondse leidingstraat / -strook gelegen. Deze ligt binnen de werpafstand van de twee oostelijke windturbines. Op basis van de ligging van de leidingen ten opzichte van de turbines zijn zowel het scenario blad- als mastbreuk van invloed op deze buisleidingen. Voor gondelval is relevant indien de bovengrondse leidingen binnen de rotorstraal liggen (i.c. 50,5 meter). Alle windturbines liggen op grotere afstand, gondelval is dan ook niet relevant.

² Vermeld zijn de af te lezen leidingen op de risicokaart. Er kan niet met zekerheid gesteld worden of dit alle aanwezige leidingen zijn.

Voor aanvullende risico's als gevolg van mastbreuk en bladbreuk geldt hetzelfde als voor de ondergrondse buisleidingen: de PR 10^{-6} per jaar contouren overschrijden de veiligheidscontour niet. Dit vanwege de relatief kleine PR 10^{-6} per jaar contour en de maximale 1% letaliteitsafstand. Voor bovengrondse buisleidingen geldt dan ook dat het aanvullende risico als gevolg van de aanwezigheid van windturbines niet leidt tot PR 10^{-6} per jaar contour buiten de veiligheidscontour.

3.9.3 Toetsing

Gezien de vastgestelde veiligheidscontour [21] leiden additionele risico's van de windturbines niet tot een ontoelaatbare situatie in geval van een ruimtelijk besluit. De plaatsing van windturbines vormt dat ook geen knelpunt.

4 SAMENVATTING

XL Wind B.V. heeft een windpark gerealiseerd langs het Hartelkanaal, ter hoogte van de Nieuwesluisweg, in Rotterdam. Hier zijn acht windturbines geplaatst. De aanwezigheid van windturbines levert een verhoogd risico op voor de omgeving: rotorbladen kunnen afbreken, de mast kan breken of een gondel kan eraf vallen. Bij het neerkomen van de rotorbladen, de mast of de gondel kunnen onder andere schepen, passanten en bedrijven geraakt worden. Vanwege deze risico's zijn de trefkansen van omliggende objecten en activiteiten in deze rapportage berekend.

De te plaatsen windturbines hebben een maximale werpafstand van 398 meter en een plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} /jaar van 150 meter. Binnen de maximale werpafstand zijn de externe veiligheidsrisico's van omliggende objecten en activiteiten onderzocht. Tabel 4.1 geeft hiervan een samenvattend overzicht.

Momenteel is er nog geen wettelijk toetsingskader beschikbaar voor de toetsing van externe veiligheidsrisico's van windturbines. Derhalve geeft onderhavig onderzoek enkel een indicatie van risico's, het bevoegd gezag dient een afweging te maken omtrent de aanvaardbaarheid.

Tabel 4.1: Samenvatting toetsing per object / activiteit

Categorie / activiteit	Subcategorie	Resultaat onderzoek	
		Effect categorie / activiteit op windpark	Effect windpark op categorie / activiteit
Bebouwing	Kwetsbare objecten (o.a. woningen)	- ^b	Geen kwetsbare objecten binnen PR 10 ⁻⁶ per jaar contour.
	Beperkt kwetsbare objecten (o.a. winkels, bedrijven en kantoren)	- ^b	Geen beperkt kwetsbare objecten binnen PR 10 ⁻⁵ per jaar contour.
Wegen	Personenvervoer	- ^b	A15 voldoet aan de afstandseis van Rijkswaterstaat A15 en Nieuwesluisweg: geen overschrijding toetsingswaarde IPR en MR.
	Vervoer van gevaarlijke stoffen	Niet van toepassing.	Toename faalkans tankauto's op A15 en Nieuwesluisweg <10%.
Waterwegen	Regulier vervoer	- ^b	Windpark 50 meter buiten vaarweg.
	Vervoer van gevaarlijke stoffen	Voldoet aan richtlijnen van Rijkswaterstaat.	Toename van de faalkans van schepen op Hartelkanaal bedraagt meer dan 10%. Uit berekeningen blijkt dat de plaatsgebonden risicocontour 10 ⁻⁶ per jaar door deze toename niet buiten de vaarweg van het Hartelkanaal treedt en voldoet dan ook aan het wettelijke toetsingskader.
Spoorwegen	Personenvervoer	- ^a	- ^a
	Vervoer van gevaarlijke stoffen	Niet van toepassing.	Toename faalkans trein op Havenspoorlijn <10%.
Industrie	(Niet)-categoriale inrichtingen	- ^b	Bij één bedrijf toename faalkans >10%, echter blijft de PR 10 ⁻⁶ per jaar contour naar verwachting binnen de wettelijke veiligheidscontour.
Buisleidingen	Ondergronds – Gevaarlijke stoffen	- ^b	Risico's van ondergrondse buisleidingen blijven binnen de wettelijke veiligheidscontour.
	Ondergronds – Ongevaarlijke stoffen	- ^a	- ^a
	Bovengronds – Gevaarlijke stoffen	- ^b	Risico's van ondergrondse buisleidingen blijven binnen de wettelijke veiligheidscontour.
	Bovengronds – Ongevaarlijke stoffen	- ^a	- ^a
Hoogspanningsinfrastructuur	-	- ^a	- ^a
Dijklichamen en waterkeringen	-	- ^a	- ^a

- a. Vanwege de minimale afstand tot één van windturbines is deze activiteit niet betrokken in het onderzoek;
b. Deze effecten zijn niet onderzocht in onderhavig onderzoek.

5 AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN

Ashoogte	Hoogte van het maaiveld tot het rotorcentrum.
Bevi	Besluit externe veiligheid inrichtingen.
Bladbreek	Het afbreken van een turbineblad bij de bladwortel of de naaf.
Faalkans	De kans op bladbreek of de kans op een ander scenario, meestal uitgedrukt in kans per jaar.
GR	Groepsrisico.
IPR	Individueel passanten risico.
Maximale werpafstand	De maximale afstand die door een afbrekend rotorblad tijdens een overtoerensituatie overbrugd kan worden.
Nominaal toerental	Omwentelingssnelheid van de rotor waarbij het nominaal vermogen wordt geleverd.
Overtoeren	Omwentelingssnelheid van de rotor waarbij de snelheid hoger ligt dan het nominaal toerental.
PR	Plaatsgebonden Risico.
QRA	Kwantitatieve risico analyse.
Trefkans	De kans dan een object getroffen wordt door (een onderdeel) van een falende windturbine, waarbij een dodelijk slachtoffer het gevolg is.

6 REFERENTIES

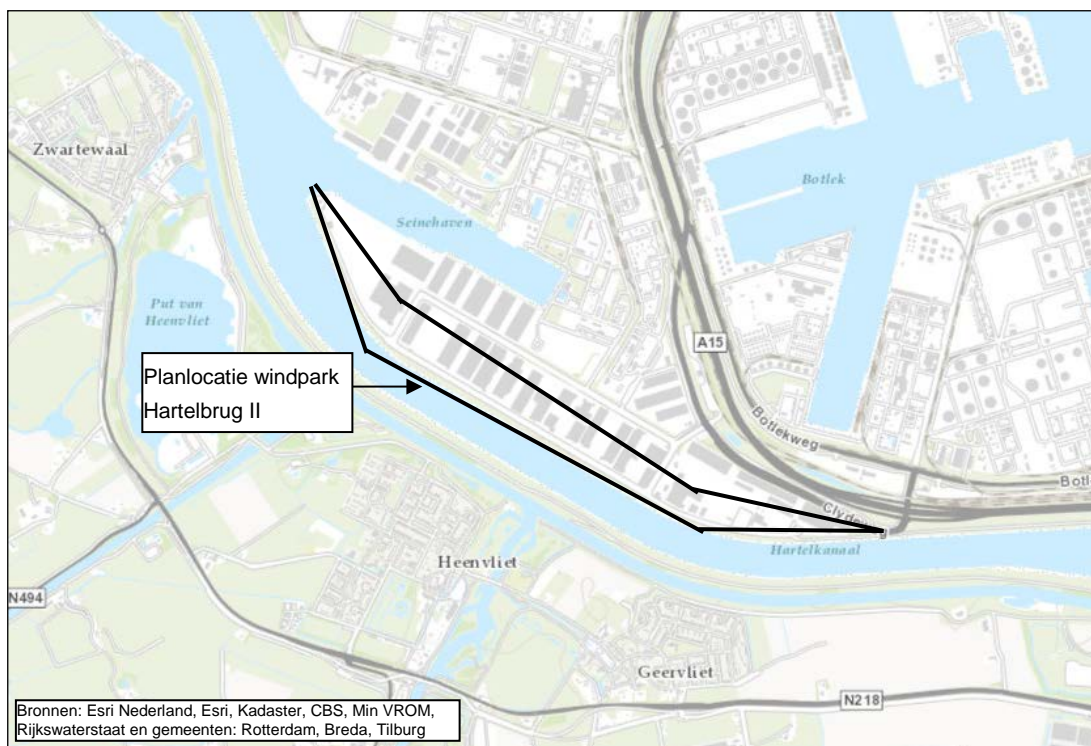
- [1] Trefkansenonderzoek windpark Hartelbrug II – Actualisatie van onderzoek 2010, Royal HaskoningDHV, referentie BD2238/R0002/Nijm, 7 juli 2014;
- [2] Handboek Risicozonering Windturbines, 3^e geactualiseerde versie (eindversie), DNV KEMA / Agentschap NL, mei 2013;
- [3] Notitie horende bij het Handboek Risicozonering Windturbines, 3^e geactualiseerde versie mei 2013, Agentschap NL;
- [4] Handboek Risicozonering Windturbines, DNV-GL, eindversie, 3^e geactualiseerde versie mei 2013 en herziene versie 3.1, september 2014;
- [5] Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi), besluit van 27 mei 2004, houdende milieukwaliteitseisen voor externe veiligheid van inrichtingen milieubeheer VROM;
- [6] Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatwerken, Ministerie van Verkeer en Waterstaat – Directoraat-generaal Rijkswaterstaat, Staatscourant 2 juli 2002, nr. 123 / pag. 13;
- [7] Windturbines langs auto-, spoor- en vaarwegen – beoordeling van veiligheidsrisico's, kenmerk VRWP-R-99004, werkgroep windenergie, 15 april 1999;
- [8] Circulaire Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen (CRnvg), Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2004';
- [9] Achtergronddocument RBM-II, versie 2.0, Adviesgroep AVIV B.V., november 2011;
- [10] Openbare risicokaart (www.risicokaart.nl), bezocht 29 april 2015;
- [11] Veiligheidsrapport (VR) Veembedrijf De Rijke, locatie Botlek, versie 7, maart 2006;
- [12] Handleiding Risicoberekeningen Bevi, versie 3.2, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), 1 juli 2009;
- [13] NDW database, verkeersintensiteiten op de A15 tussen aansluitingen 14 en 15;
- [14] Roportis, verkeersintensiteiten op de Tweedweg;
- [15] Handleiding Risicoanalyse Transport (HART) – Bijlagen, versie 1.0, Rijkswaterstaat – Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 17 juni 2014;
- [16] Rekenmodel RBM-II, versie 2.3.0 (build 535), Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 14 november 2013;

- [17] Trefkansberekeningen windturbines, Royal HaskoningDHV, referentie BC1822-103-100/R0004/Nijm, 21 oktober 2013;
- [18] Handleiding Risicoberekeningen Bevb, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, versie 2.0, 1 juli 2014;
- [19] Besluit externe veiligheid transportroutes, tekst geldend op 29 april 2015;
- [20] Regeling basisnet, tekst geldend op 29 april 2015;
- [21] Besluit tot vaststelling van de veiligheidscontour Botlek-Vondelingenplaat, college van burgemeester en wethouders van Rotterdam, 4 februari 2014;
- [22] Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb), tekst geldend op 1 mei 2015;
- [23] Regeling externe veiligheid buisleidingen (Revb), tekst geldend op 1 mei 2015;
- [24] Risicoafstanden voor buisleidingen met brandbare vloeistoffen K1K2K3, Ministerie van VROM, augustus 2008;
- [25] Tabellen 1% en 100% letaliteitsgrens, gasunie, 8 januari 2009.

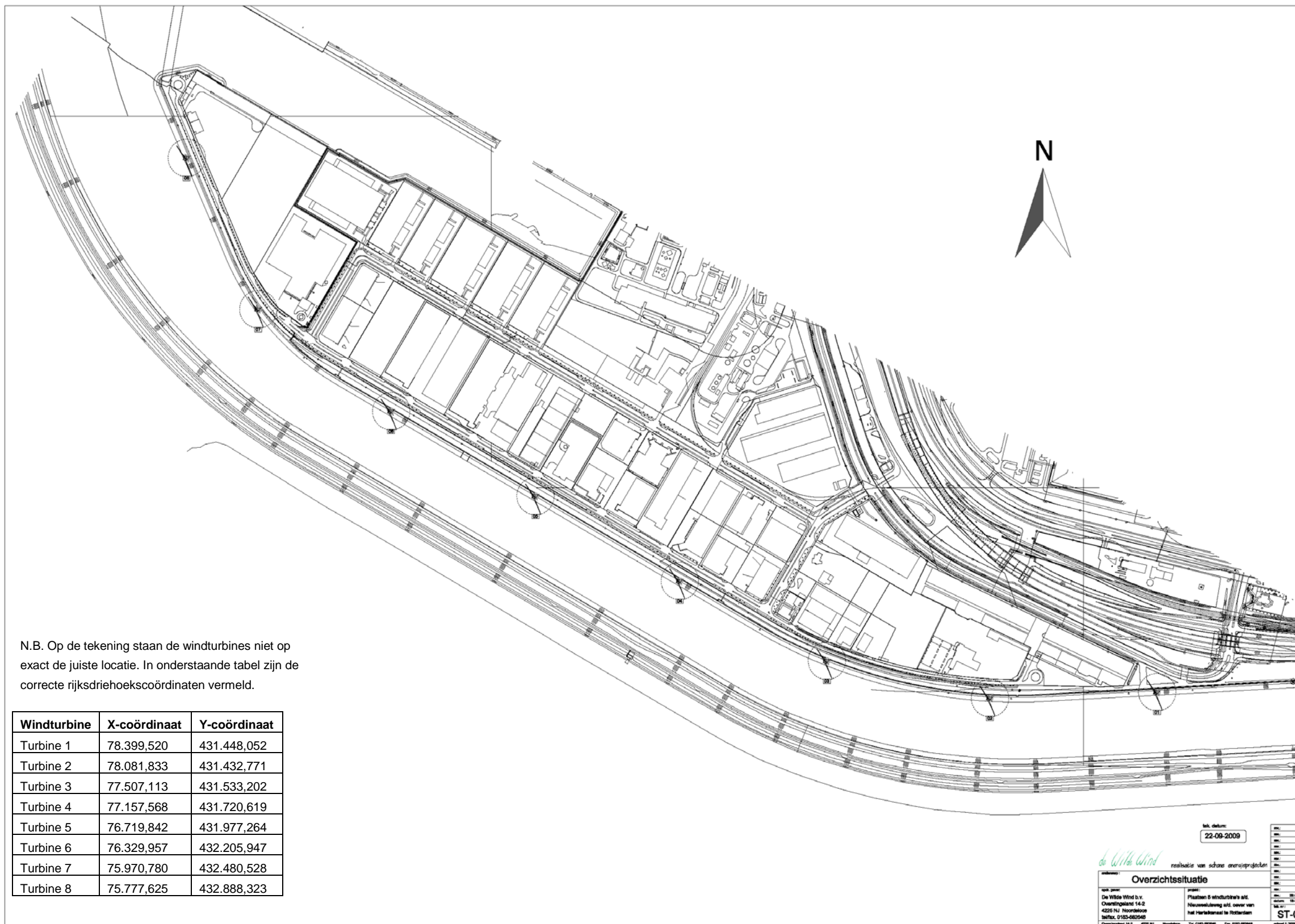
Bijlage 1

Overzichtstekening

Figuur B1.1: Overzichtsplattegrond windpark Hartelbrug II



Figuur B1.2: Overzichtssituatie windpark Hartelbrug II



Bijlage 2

Initiële faalfrequenties weg- en spoorvervoer

INITIËLE FAALKANSEN WEG- EN SPOORVERVOER

In onderstaande tabellen 2 zijn achtereenvolgens de initiële faalfrequenties afgeleid voor het vervoer gevaarlijke stoffen over de weg en per spoor. Deze zijn afgeleid uit het achtergronddocument van RBM-II [9].

Tabel B2.1: Afleiding initiële faalfrequenties vervoer gevaarlijke stoffen over de weg

Wegtype	Ongevalfrequentie	Type tankwagen	Kans op uitstroming >100 kg	Initiële faalfrequentie
[-]	[/vtgkm]	[-]	[-]	[/vgt.kilometer]
Autosnelweg	$8,30 \cdot 10^{-8}$	atmosferisch	0,101	$8,4 \cdot 10^{-9}$
Weg buiten bebouwde kom	$3,60 \cdot 10^{-7}$	atmosferisch	0,077	$2,8 \cdot 10^{-8}$
Weg binnen bebouwde kom	$5,90 \cdot 10^{-7}$	atmosferisch	0,021	$1,2 \cdot 10^{-8}$
Autosnelweg	$8,30 \cdot 10^{-8}$	Druk	0,052	$4,3 \cdot 10^{-9}$
Weg buiten bebouwde kom	$3,60 \cdot 10^{-7}$	Druk	0,034	$1,2 \cdot 10^{-8}$
Weg binnen bebouwde kom	$5,90 \cdot 10^{-7}$	Druk	0,006	$3,5 \cdot 10^{-9}$

Tabel B2.2: Afleiding initiële faalfrequenties vervoer gevaarlijke stoffen over het spoor

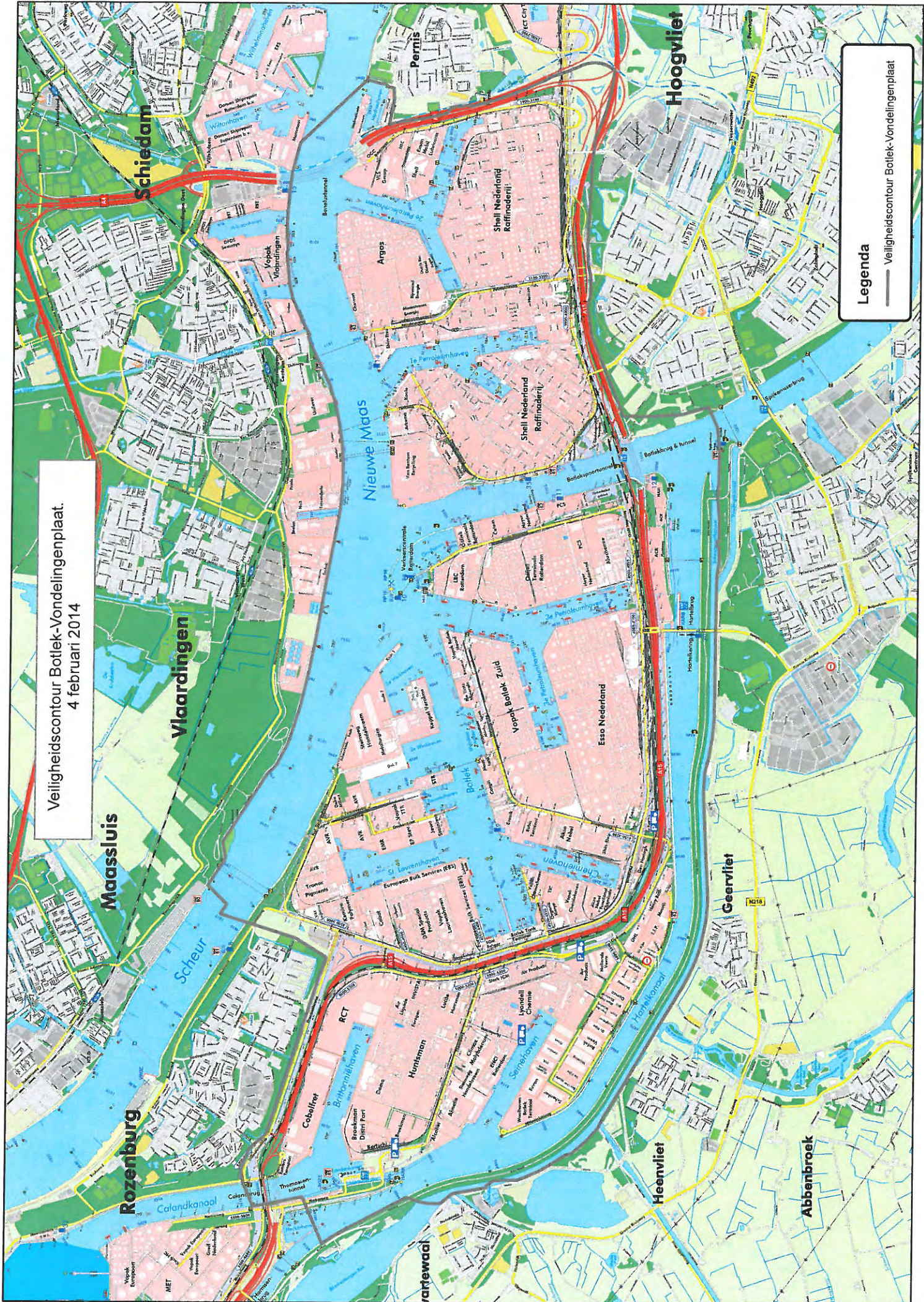
Spoortype	Ongevalfrequentie	Type ketelwagen	Kans op uitstroming	Initiële faalfrequentie
[-]	[/vtgkm]	[-]	[-]	[/vgt.kilometer]
< 40 km/uur, met wissels	$4,7 \cdot 10^{-8}$	Gas	$4,7 \cdot 10^{-4}$ ^a	$2,2 \cdot 10^{-11}$
> 40 km/uur, met wissels	$6,1 \cdot 10^{-8}$	Gas	$1,7 \cdot 10^{-3}$ ^a	$1,0 \cdot 10^{-10}$
< 40 km/uur, met wissels	$4,7 \cdot 10^{-8}$	Vloeistof	$4,7 \cdot 10^{-2}$ ^b	$2,2 \cdot 10^{-9}$
> 40 km/uur, met wissels	$6,1 \cdot 10^{-8}$	Vloeistof	$3,4 \cdot 10^{-1}$ ^b	$2,1 \cdot 10^{-8}$

- a. Vervolgscenario 'uitstroming uit gat (G2G)';
 b. Vervolgscenario 'continue uitstroom (G2L).

Bijlage 3

Veiligheidscontour Botlek-Vondelingenplaat

Veiligheidscontour Botlek-Vondelingenplaat.
4 februari 2014



Legenda
— Veiligheidscontour Botlek-Vondelingenplaat