



Adviseurs externe veiligheid en
risicoanalisten

Adviesgroep AVIV BV
M.H. Tromplaan 55
7513 AB Enschede

Externe veiligheidsonderzoek voor de bouw van windturbines Windplan Blauw

Project : 173359
Datum : 18 december 2017
Auteur : S.J.M. van Veldhoven, MSc.
Review : drs. R.J.M. Scheres
Versie : 5
Status : Definitief

Opdrachtgever:
Witteveen + Bos
t.a.v. J.A.Zoete Msc
K.R. Poststraat 100-3
8441 ER Heerenveen

Inhoudsopgave

1. Inleiding	2
2. Criteria en rekenmethodiek	3
2.1. Toetsingscriteria	3
2.2. Maximale werpafstanden	4
2.3. Plaatsgebonden risico	4
2.4. Individueel passanten risico	4
2.5. Maatschappelijk risico	5
2.6. Domino effecten vervoer gevaarlijke stoffen	5
2.7. Trefkansen en toename van de faalfrequentie van ondergrondse aardgasleidingen	6
2.8. Trefkansen van de hoogspanningsinfrastructuur	7
2.9. Trefkansen van industrie	7
3. Uitgangspunten	9
3.1. Turbines	9
3.1.1. Toekomstige turbines	9
3.1.2. Reeds bestaande turbines	11
4. Resultaten	13
4.1. Inleiding	13
4.2. Maximale werpafstanden	13
4.3. Plaatsgebonden risico	16
4.4. Bebouwing	17
4.5. Rijkswegen	17
4.5.1. Transportroutes gevaarlijke stoffen	17
4.5.2. IPR en MR	19
4.6. Waterwegen	22
4.7. Spoorwegen	26
4.8. Ondergrondse en bovengrondse buisleidingen	26
4.9. Hoogspanningsinfrastructuur	28
4.10. Industrie	29
5. Conclusies	31
Referenties	33
Bijlagen	34
B1 Parameters mogelijke turbines	34

1. Inleiding

Voor de bouw van windturbines bij in Oost Flevoland, tussen Lelystad, Swifterbant, Dronten en het Ketelmeer wordt een MER opgesteld. Dit onderzoek betreft het in kaart brengen van de externe veiligheidsrisico's. In de uitgangspuntennotitie [1] wordt, voor het aantal turbines en de turbinelocaties, uitgegaan van drie varianten: een basisvariant IR (60 turbines), en twee alternatieve varianten: variant IA met 63 turbines en variant IB met 62 turbines.

Het rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 worden de risicocriteria en rekenmethodiek beschreven die van toepassing zijn op het plangebied. Hoofdstuk 3 beschrijft de uitgangspunten. De resultaten van de risicoberekeningen worden getoond in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 staan de conclusie.

2. Criteria en rekenmethodiek

2.1. Toetsingscriteria

Een overzicht van alle geldende risicocriteria die de beheerders van infrastructurele werken hanteren is weergegeven in tabel 1. [2: paragraaf 3.4].

Onderdeel	Afstandseis	toetsing en normering
Bebouwing	<u>beperkt kwetsbare objecten</u> op $\frac{1}{2}$ rotordiameter, <u>Kwetsbare objecten</u> op masthoogte + $\frac{1}{2}$ rotordiameter of de maximale werpafstand bij nominaal toerental	PR: PR 10^{-5} en 10^{-6} voor resp. beperkt kwetsbare en kwetsbare objecten
Rijksweg	$\frac{1}{2}$ rotordiameter uit de rand van de verharding met een minimum van 30 meter	IPR: 10^{-6} MR : 2×10^{-3}
Waterweg	$\frac{1}{2}$ rotordiameter uit de rand van de vaarweg met een minimum van 50m	IPR: 10^{-6} MR : 2×10^{-3}
Spoorweg	7,85 meter + $\frac{1}{2}$ RD uit het rand van het dichtstbijzijnde spoor minimum van 30m	IPR: 10^{-6} MR : 2×10^{-3}
Ondergrondse buisleidingen	Hoogste waarde van: ☐ Maximale werpafstand bij nominaal toerental ☐ Ashoogte + $\frac{1}{2}$ rotordiameter	additionele bezwijkkans: Eerste benadering: Max 10% toevoegen aan oorspronkelijke breukkans buisleiding voor deel binnen invloedsgebied windturbine
Hoogspannings-infrastructuur (ondergronds en bovengronds)	Hoogste waarde van: ☐ Maximale werpafstand bij nominaal toerental ☐ Ashoogte + $\frac{1}{2}$ rotordiameter	additionele bezwijkkans: eerste richtlijn: max. 10% toevoegen aan autonome faalfrequentie hoogspanningsverbinding. In overleg met TenneT.
Industrie	Afhankelijk van inrichting	PR van inrichting GRI van inrichting: PR 10^{-6} en PR 10^{-5} contour Geen norm maar oriëntatiewaarde

Tabel 1. Risicocriteria

Dit rapport bevat de resultaten van de volgende berekeningen:

1. De maximale werpafstanden van de verschillende turbinevarianten;
2. De plaatsgebonden risicocontouren (PR 10^{-6} en PR 10^{-5}); per turbintype;
3. Het Individueel passantenrisico (IPR);
4. Het Maatschappelijk risico (MR);
5. De domino-effecten op het vervoer van gevaarlijke stoffen;
6. De trefkansen en toename faalfrequentie van ondergrondse aardgasleidingen;
7. De trefkansen van hoogspanningsinfrastructuur;
8. De trefkansen van industrie ;

Deze onderdelen worden in de komende paragrafen behandeld.

Opmerking: trefkansen worden in dit rapport genoteerd zoals het volgende voorbeeld:
 3.4×10^{-6} wordt genoteerd als $3.4E-6$

2.2. Maximale werpafstanden

Voor het bepalen van de externe veiligheidsrisico's zijn eerst voor elk turbinetype de maximale werpafstanden bepaald. Dit zijn de afstanden die door een afbrekend rotorblad overbrugd kunnen worden. Er wordt onderscheid gemaakt in een afstand bij een nominaal toerental en in overtoerensituatie. De maximale werpafstanden zijn bepaald voor alle mogelijke turbinetypen. Hierbij is uitgegaan van het ballistisch model zonder luchtkrachten ([2], paragraaf 2.1 van bijlage C). Na berekening van de werpafstanden wordt voor de overige berekeningen uitgegaan van het meest conservatieve scenario met betrekking tot de te kiezen windturbine.

2.3. Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico (PR) is de kans dat een persoon, die zich gedurende een jaar onafgebroken onbeschermd op een bepaalde plaats bevindt, overlijdt als gevolg van een ongeval door een falende windturbine. Voor berekening van de PR afstanden is rekening gehouden met de volgende scenario's:

1. Bladbreuk (zowel nominaal als overtoeren)
2. Mastbreuk
3. Gondel en/of rotorafworp

Normen voor het plaatsgebonden risico mbt (beperkt) kwetsbare objecten

In Artikel 3.15a lid 1 van het Activiteitenbesluit is bepaald dat het plaatsgebonden risico voor een buiten de inrichting gelegen kwetsbaar object, veroorzaakt door een windturbine of een combinatie van windturbines, niet hoger is dan 10^{-6} per jaar. De kans op overlijden is hier één op 1 miljoen per jaar. Het plaatsgebonden risico voor een buiten de inrichting gelegen beperkt kwetsbaar object, veroorzaakt door een windturbine of een combinatie van windturbines, is niet hoger dan 10^{-5} , dat wil zeggen één op honderdduizend, per jaar.

Met andere woorden: kwetsbare objecten zijn binnen de PR 10^{-6} contour niet toegestaan. Binnen de PR 10^{-5} contour zijn geen nieuwe beperkt kwetsbare objecten toegestaan.

De PR = 10^{-6} per jaar contour is gelijk aan de hoogste waarde van of de ashoogte plus een halve rotordiameter of de maximale werpafstand bij nominaal rotortoerental. De PR 10^{-5} per jaar contour is gelijk aan de halve rotordiameter.

2.4. Individueel passanten risico

Een deel van rijksweg A6 ligt binnen het invloedsgebied van de turbines. Daarnaast zijn er een aantal lokale wegen en/of fietspaden binnen het plangebied.

Het Individueel Passanten Risico (IPR) is de kans per jaar dat de passant met de langste verblijftijd overlijdt, als gevolg van een incident (mastbreuk, bladbreuk, gondel/rotorafworp) met één van de windturbines. Bij het berekenen van het IPR wordt

een persoon te beschouwd die onbeschermd voorbij komt. Een autoweg heeft weinig tot geen passanten die volledig onbeschermd voorbijkomen. In dit geval wordt daarom een vrachtwagen beschouwd omdat deze zowel een lagere snelheid als een grotere omvang heeft dan een personenauto, waardoor het IPR een hogere (meer conservatieve) waarde heeft. In het geval van een lokale weg waar zowel fietsers als gemotoriseerd verkeer toegestaan is, wordt voor beide vervoerstypen een IPR berekening uitgevoerd.

Aangenomen wordt dat de passant 365 dagen per jaar 2x per dag (heen- en terugweg) de route neemt. De toetswaarde voor het IPR is 10^{-6} . Elk risico kleiner dan 10^{-6} wordt beschouwd als aanvaardbaar.

2.5. Maatschappelijk risico

Het is een maat voor het verwachte aantal dodelijke slachtoffers per jaar en is een risicomaat voor de maatschappelijke beleving. De toetswaarde voor het MR is $2E-3$ [2].

2.6. Domino effecten vervoer gevaarlijke stoffen

Rijkswegen

Er bevindt zich een weg (A6) binnen het invloedsgebied van de turbines, van zowel de referentiesituatie als de plansituatie, waarover vervoer van gevaarlijke stoffen plaatsvindt.

Vaarwegen

Er bevindt zich een vaarwegroute die onderdeel is van het basisnet. De exacte ligging van de route is niet bekend (zie paragraaf 4.6). In de plansituatie is het zeer waarschijnlijk dat de invloedsgebieden van de turbiens over de vaarweg liggen. In de referentiesituatie ligt de vaarweg zeer waarschijnlijk buiten de invloedsgebieden van de turbines.

Spoorwegen

De spoorlijn Lelystad – Dronten loopt ten zuiden van het plangebied. Deze spoorlijn bevindt zich buiten het invloedsgebied van alle turbines. Dit is het geval in zowel de referentiesituatie als in alle varianten van de plansituatie.

Wanneer een windturbine wordt geplaatst in de nabijheid van een activiteit met gevaarlijke stoffen kunnen domino-effecten ontstaan. Dat kan gebeuren bij bovengrondse activiteiten (zoals vervoer gevaarlijke stoffen, opslagtank met gevaarlijke stoffen) en ondergrondse activiteiten (zoals buisleidingen). In het plangebied van windplan Blauw is er sprake van Rijksweg die deel uitmaakt van het basisnet. In het Handboek Risicozonering Windturbines [2] is aangegeven dat:

“Indien de windturbine niet substantieel bijdraagt aan een hoger risico van de transportroute zullen de voor de transportroute geldende afstanden tot beperkt kwetsbare en kwetsbare objecten ook na plaatsing van de windturbine van kracht blijven. Om dit te toetsen kan in eerste instantie naar de toename van de faalfrequentie van het transport gekeken worden. Indien deze toename een bepaalde richtwaarde niet overschrijdt dan is plaatsing van de windturbine uit oogpunt van risicobeoordeling zondermeer toegestaan. Als uitgangspunt voor deze richtwaarde kan 10% worden gehanteerd. Indien de toename in de catastrofale faalfrequentie deze richtwaarde overschrijdt, is plaatsing van de

windturbine niet 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.”

Met andere woorden: de toename van de faalfrequentie van het transport wordt bepaald. Als deze toename niet groter is dan 10% dan is de plaatsing van de windturbine met betrekking tot dit onderdeel zondermeer toegestaan.

Waterwegen

Het handboek [2] vermeldt de volgende criteria met betrekking tot waterwegen:

Een halve rotordiameter uit de rand van de vaarweg met een minimum van 50m.

Ongeacht deze afstand, moet het IPR en MR berekend worden. Wanneer er gevaarlijke stoffen over het water vervoerd worden, moet worden nagegaan of plaatsing van de windturbines niet leidt tot een onaanvaardbaar verhoogd risico.

Kanttekening:

Er wordt in het handboek [2] niet specifiek ingegaan op windturbines die in het water geplaatst zijn. Aangenomen wordt dat de systematiek en faalfrequenties voor turbines op land ook van toepassing is op turbines die in water geplaatst worden.

2.7. Trefkansen en toename van de faalfrequentie van ondergrondse aardgasleidingen

Er bevinden zich vier ondergrondse aardgasleidingen binnen het invloedsgebied van de turbines.

Voor zowel bovengrondse als ondergrondse buisleidingen wordt geadviseerd een afstand aan te houden waarbuiten geen significant additioneel risico van een windturbine te verwachten is. Door middel van het berekenen van trefkansen van de leidingen wordt gekeken wat toename op autonome faalfrequenties van de leidingen is. Voor de berekening van de trefkansen van de leiding is de methodiek gebruikt die beschreven is in [2: paragraaf 8.1 bijlage C]:

Per leiding is een tabel met leidinggegevens beschikbaar gesteld [7] waarin coördinaten, diepteligging, druk en materiaalspecificaties per leidingpunt zijn gegeven.

Breedte van de kritische strook van de leiding

Allereerst is de kritische afstand berekend. Dit is de afstand waarbinnen een door de grond aan de leiding doorgegeven schokgolf als gevolg van vallen van een windturbineonderdeel tot schade zal leiden aan de leiding. Dit is berekend met de vergelijking van paragraaf 8.1.1 (pagina Bijlage C-50). De kritische strook op maaiveldniveau is berekend zoals beschreven op pagina C-53. De berekening van de kritische afstand van de mast in het scenario mastbreuk is afhankelijk van de afstand van turbine tot het beschouwde leidingpunt. Voor berekening van de (potentiele) energie van de mast bij mastbreuk wordt aangenomen dat de massa van de mast uniform verdeeld is over de hoogte.

Trefkans per scenario

Per scenario en per leiding is de breedte van de kritische strook op maaiveldniveau bepaald. Per leidingdeel is (per scenario) de trefkans berekend door de trefkans per m² van het leidingdeel te vermenigvuldigen met de lengte van het leidingdeel en de breedte van de kritische strook en de faalfrequentie van het scenario. De totale trefkans van het scenario is de sommatie van deze waarden. De trefkans per kilometer leiding is bepaald door correctie met de lengte van het deel van de leiding dat voor de betreffende locatie van de windturbine binnen het gebied van de maximale effectafstand overtoeren ligt.

2.8. Trefkansen van de hoogspanningsinfrastructuur

Er bevinden zich een aantal hoogspanningsmasten en –lijnen binnen het invloedsgebied van de turbines.

Het handboek beschrijft het volgende criterium met betrekking tot hoogspanningsinfrastructuur: *‘TenneT acht het risico van windturbines op hun infrastructuur aanvaardbaar wanneer wordt voldaan aan de volgende afstanden. TenneT adviseert daarom deze afstand aan te houden. Er dient een vrije ruimte aangehouden te worden die minimaal gelijk of groter is dan de maximale werpafstand bij nominaal toerental, of indien deze groter is als hoogte plus ½ rotordiameter, van de betreffende windturbine, zoals beschreven en aangeduid in tabel 2 van dit handboek (generieke waarden voor werpafstanden, zie ook bijlage B).’* Met andere woorden: buiten de PR 10⁻⁶ contour worden de risico's aanvaardbaar geacht. Er wordt een trefkansberekening uitgevoerd voor de turbines waarbij er hoogspanningsinfrastructuur binnen de PR 10⁻⁶ contour ligt.

2.9. Trefkansen van industrie

In de plansituatie bevindt er zich één bovengrondse propaantank van 8000 l binnen het invloedsgebied van één turbine. Deze tank bevindt zich ook in het invloedsgebied van een van de te saneren turbines. In de referentiesituatie bevinden er zich vier bovengrondse propaantanks binnen de invloedsgebieden van de dubbeldraaiturbines.

Voor niet-categoriale inrichtingen geldt het volgende criterium [2]:

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 de windturbine van kracht blijven. Om dit te toetsen, kan in eerste instantie naar de toename van de catastrofale faalfrequentie van risicovolle installaties behorende tot de inrichting gekeken worden. Indien deze toename een bepaalde richtwaarde niet overschrijdt dan is plaatsing van de windturbine uit oogpunt van risicobeoordeling toegestaan. Als uitgangspunt voor deze richtwaarde kan 10% worden gehanteerd. Handboek Risicozonering Windturbines (3.1) 43

Indien de toename in de catastrofale faalfrequentie deze richtwaarde overschrijdt, is plaatsing van de windturbine niet uitgesloten, maar wel kan worden geëist dat door middel van een QRA wordt aangetoond dat de beschouwde installatie ook na plaatsing van de windturbine(s) nog voldoet aan de normen voor PR. Toename van het risico van een inrichting kan echter leiden tot een vergroting van de risicoruimte van de inrichting,

waardoor toekomstige uitbreiding kan worden bemoeilijkt. Dit kan een reden zijn voor de eigenaar van een inrichting om bezwaar te maken tegen plaatsing van de windturbine(s).

Om meer inzicht te krijgen op de kans op een domino-effect wordt in dit onderzoek de trefkans van de tank berekend.

3. Uitgangspunten

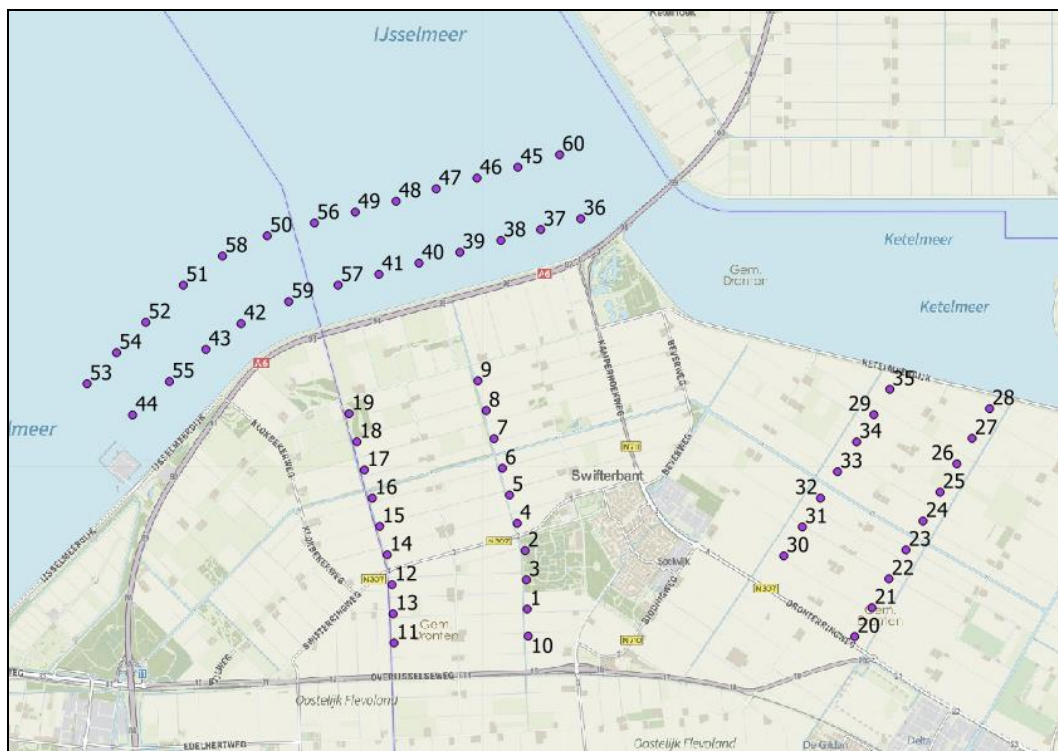
3.1. Turbines

3.1.1. Toekomstige turbines

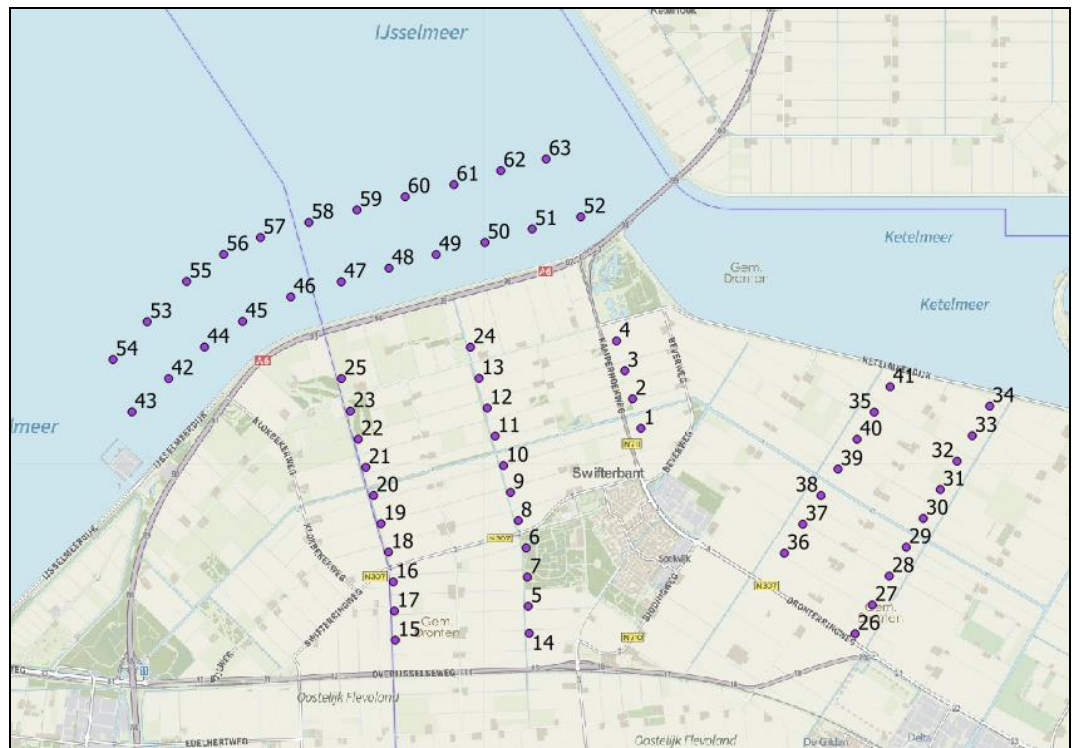
In de plannen wordt uitgegaan van drie varianten (basisalternatief IR, variant IA en IB). Het projectgebied is opgedeeld in drie deelgebieden, IJsselmeer, west en oost.

- De ligging van de turbines in deelgebied IJsselmeer is verschillend in elke variant
- De ligging van de turbines in west is gelijk in de basisvariant en in variant B, in variant A worden daarnaast 6 extra turbines geplaatst.
- De ligging van de turbines in oost is gelijk in elke variant.

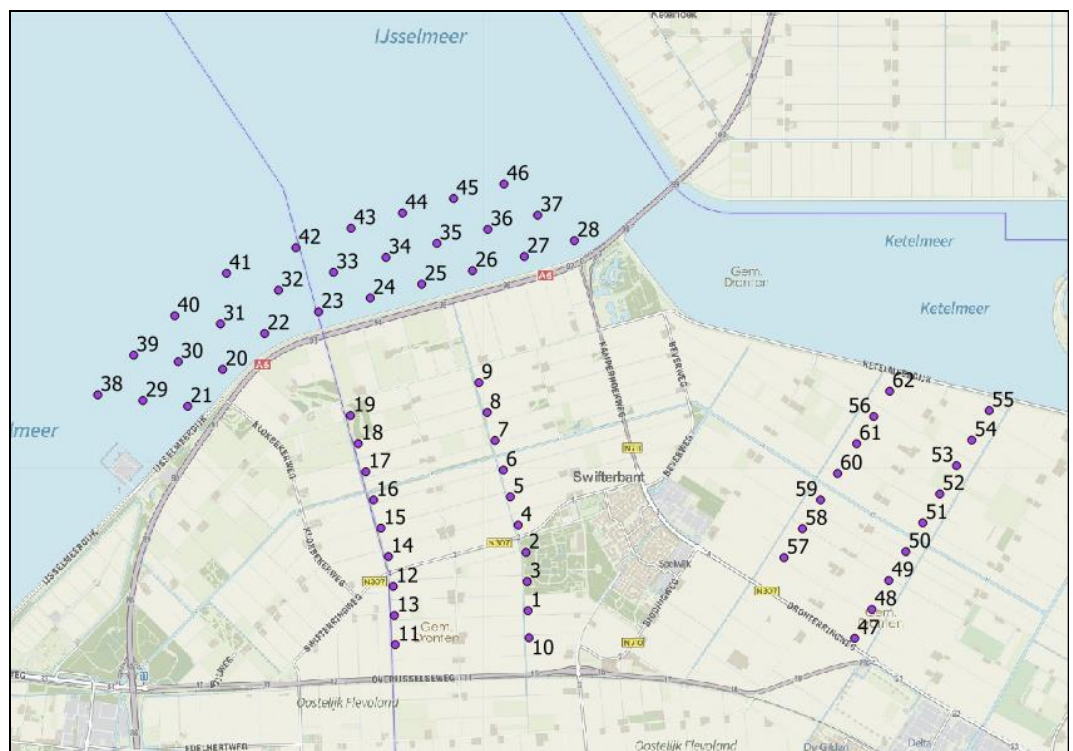
In figuur 1 t/m figuur 3 worden de locaties en nummering van de te realiseren windturbines weergegeven. De coördinaten zijn vermeld in het uitgangsdocument [1].



Figuur 1. Turbines Basisalternatief IR



Figuur 2 Turbines Variant IA



Figuur 3 Turbines variant IB

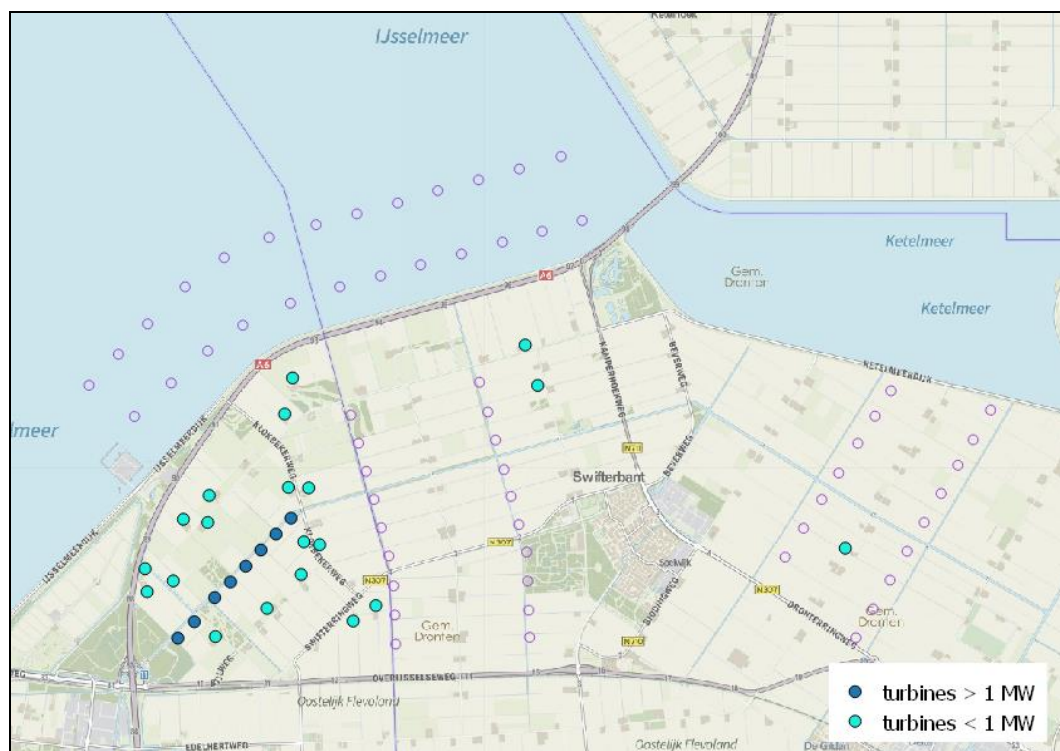
Er is een shortlist met mogelijk windturbine varianten beschikbaar gesteld [1]. Deze wordt weergegeven in bijlage B1. Allereerst is het turbinetype bepaald met de grootste maximale effectafstand bij nominaal toerental en bij overtoeren. De volgende aannames zijn hierbij gemaakt:

- De afstand van zwaartepunt ten opzichte van het rotorcentrum, de lengte en het kritiek oppervlak van het blad zijn benaderd met vergelijkingen uit [2] pagina B-9.
- Lengte gondel, hoogte gondel en diameter van de mast zijn benaderd met gegevens uit tabel 13 bijlage B-13 van [2]. Het vermogen van de betreffende turbine is hierbij naar boven afgerond.
- Er is in het handboek geen methodiek beschreven voor turbines die in water geplaatst worden, daarom wordt uitgegaan van de methodiek zoals op het land.

3.1.2. Reeds bestaande turbines

Alle bestaande turbines in het projectgebied worden gesaneerd [1]. Er wordt in het MER wel uitgegaan van een worst case benadering, dit betekent dat aangenomen wordt dat 29 turbines vijf jaar zullen dubbeldraaien. Het betreft in alle gevallen kleinere turbines met een ashoogte variërend tussen 34 en 67 meter, een rotordiameter tussen 18 en 72 meter en maximaal vermogen tussen 80 en 1750 kw. Het handboek [2] biedt faalfrequenties en risicomethodiek voor windturbines met een rotoroppervlak van meer dan 40 m² en met een vermogen vanaf 1 MW. Slechts 8 van de bestaande turbines voldoen aan deze laatste eigenschap. De minimale afstand van een turbine met een vermogen hoger dan 1MW is 1269 meter.

Alle reeds bestaande turbines die in de dubbeldraaiperiode gesaneerd worden liggen buiten alle maximale werpafstand van de nieuwe turbines en worden daarom als niet relevant beschouwd. Dit wordt grafisch weergegeven in Figuur 4.



Figuur 4. Turbines in dubbeldraaiperiode

4. Resultaten

4.1. Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten beschreven als de turbines worden geplaatst op de gegeven locaties.

4.2. Maximale werpafstanden

Van alle gegeven turbintypen zijn de maximale werpafstanden bij nominaal toerental en bij overtoeren bepaald. De fictieve turbines hebben, bij een toerental van 11 RPM de hoogste waarden voor de maximale werpafstand bij nominaal en overtoerental. Met deze configuraties worden de worst-case berekeningen in de rest van het rapport gerekend. De parameters deze turbintypes worden weergegeven in tabel 2.

Turbineparameters	WT1	WT2	Bron
Nominaal Vermogen [MW]	5.0	5.0	Gegeven [1]
Ashoogte [m]	137	166	Gegeven [1]
Rotordiameter [m]	152	164	Gegeven [1]
Nominaal toerental [rpm]	10.05	9.32	mailwisseling [6]
Afstand zwaartepunt-rotorcentrum [m]	27.4	29.5	Aanname [2: bijlage B-8] ¹
kritiek oppervlak	283.7	325.6	Aanname [2: bijlage B-9]
Bladlengte [m]	74.0	79.8	Aanname [2: bijlage B-9]
diameter mast [m]	10	10	aanname [2: bijlage B-13]
lengte gondel [m]	18	18	aanname [2: bijlage B-13]
hoogte gondel [m]	6	6	aanname [2: bijlage B-13]
massa mast [x 1000 kg] *	457	553	aanname [2: bijlage C-61]
massa gondel [x 1000 kg]	400	400	aanname [2: bijlage C-61]
massa blad [x 1000 kg]	20	20	aanname [2: bijlage C-61]

Tabel 2. Turbineparameters relevante turbintypen

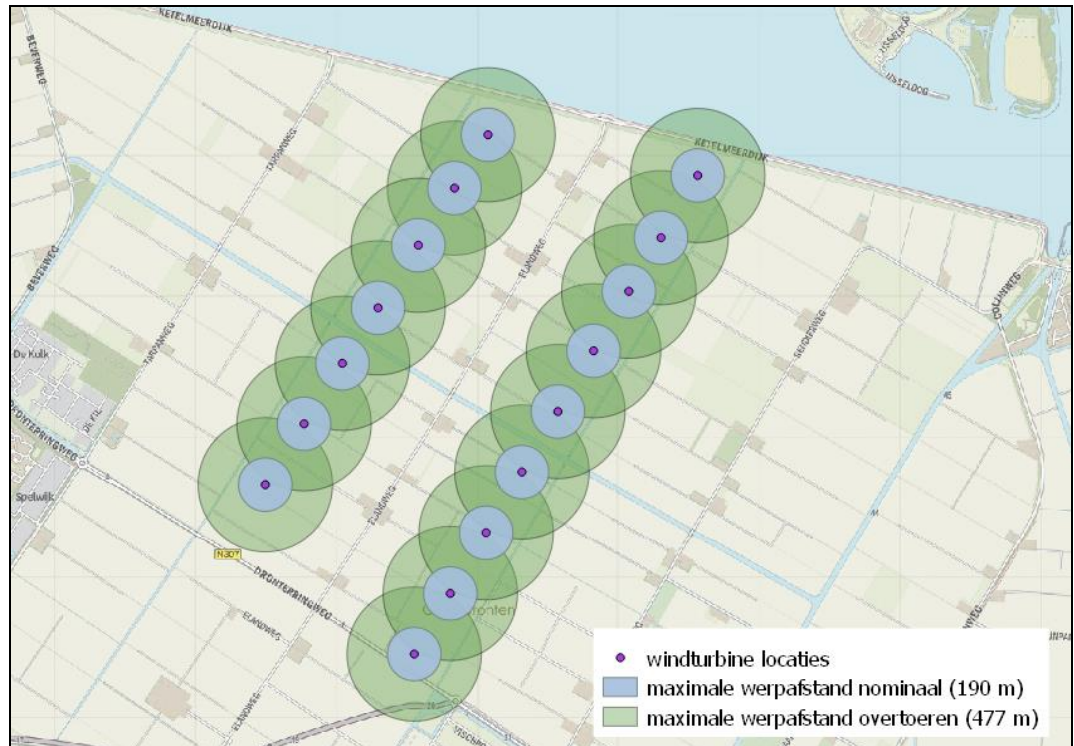
De fictieve turbine WT1 wordt toegepast op de turbinelocaties in deelgebied west en het IJsselmeer. Turbine WT2 wordt toegepast op de turbinelocaties in deelgebied Oost. De maximale werpafstanden voor bij nominaal toerental en overtoeren zijn gegeven in tabel 3. In bijlage B1 zijn de werpafstanden van de overige turbintypes gegeven.

Onderdeel	WT1	WT2
Deelgebied	west en IJsselmeer	Oost
Max werpafstand nominaal (m)	176	190
Max werpafstand overtoeren (m)	456	477

Tabel 3. Maximale werpafstanden van relevante turbintypen

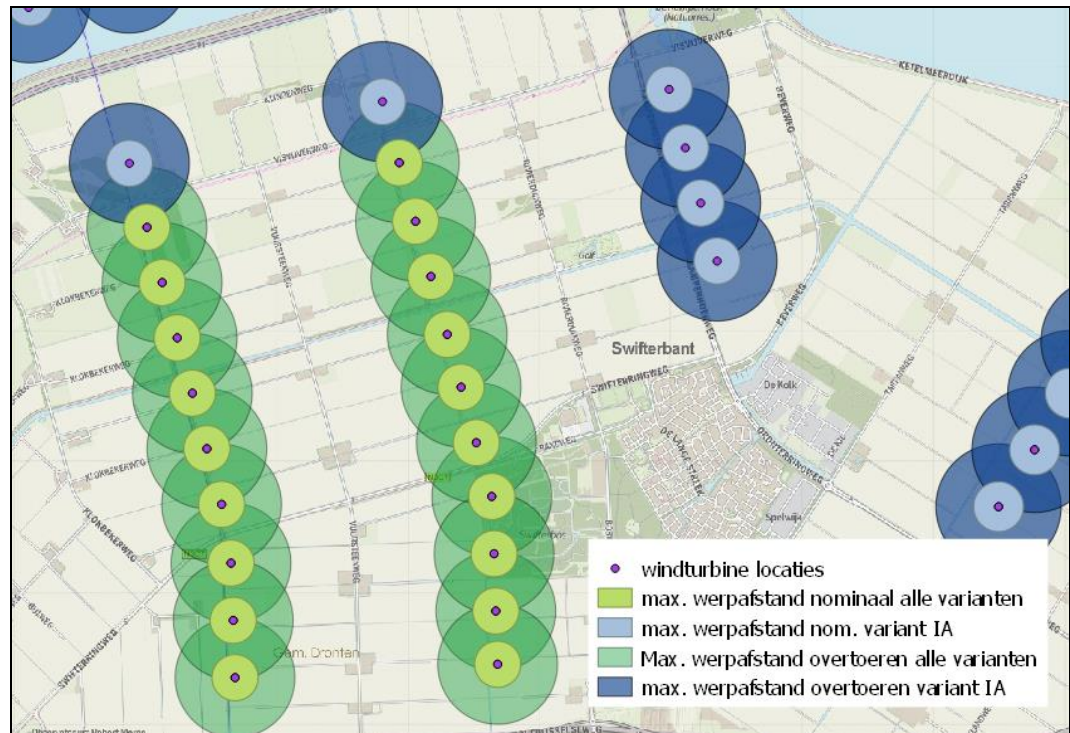
¹ [2: bijlage-8] = bijlage 8 van referentie 2. i.c. bijlage 8 van het Handboek Risicozonering Windturbines.

In het deelgebied oost liggen de turbines in alle varianten op dezelfde locatie. De maximale werpafstanden van dit deelgebied worden weergegeven in figuur 5.



Figuur 5. Maximale werpafstanden van de turbines in deelgebied oost

Figuur 6 geeft de maximale werpafstanden in deelgebied west. De blauw gearceerde werpafstanden zijn alleen in variant IB.



Figuur 6. Maximale werpafstanden van de turbines in deelgebied West

Figuur 7 geeft de maximale werpafstanden van de turbines in het IJsselmeer, voor de drie varianten afzonderlijk.



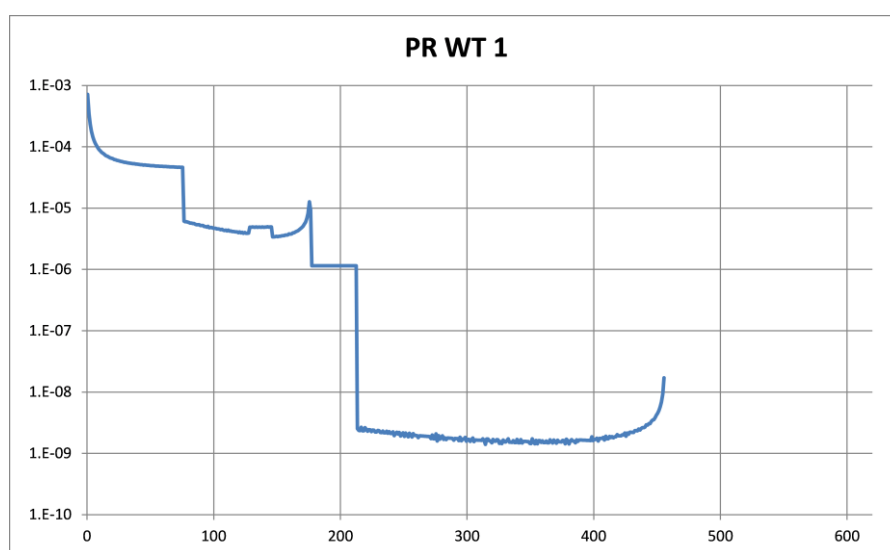
Figuur 7. Maximale werpafstanden van de turbines in deelgebied IJsselmeer

4.3. Plaatsgebonden risico

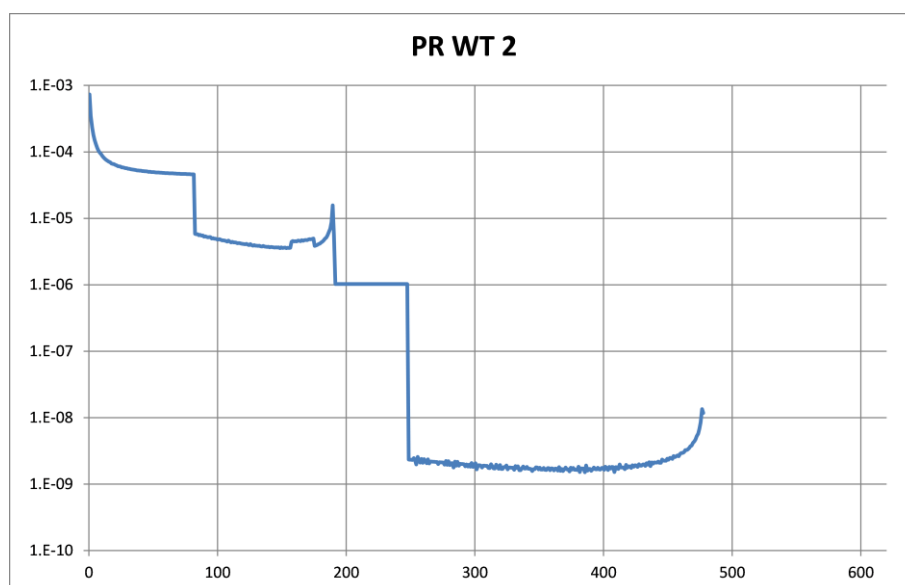
Het plaatsgebonden risico van WT1 en WT2 is berekend en is gegeven in tabel 4. Het PR als functie van de afstand is gegeven in Figuur 8 en Figuur 9.

	WT1	WT2
Deelgebied	West en IJsselmeer	Oost
PR 10^{-5} afstand (m)	76	82
PR 10^{-6} afstand (m)	213	248

Tabel 4. Plaatsgebonden risico van de fictieve turbines WT1 en WT2.



Figuur 8. PR als functie van de afstand (m) tot turbinetype WT1



Figuur 9. PR als functie van de afstand (m) tot turbinetype WT2

4.4. Bebouwing

Bij bebouwing kan onderscheid gemaakt worden tussen kwetsbare objecten (zoals woningen, ziekenhuizen en scholen) en beperkt kwetsbare objecten (verspreid liggende woningen en overige panden waar mensen verblijven).

Kwetsbare objecten zijn binnen de PR 10^{-6} contour van een turbine niet toegestaan. Binnen de PR 10^{-5} contour zijn geen nieuwe beperkt kwetsbare objecten toegestaan. Met behulp van BAG [9] en de risicokaart [3] is onderzocht of er (beperkt) kwetsbare objecten bevinden binnen de 10^{-5} en 10^{-6} contouren.

Er bevinden zich enkele verspreid liggende woningen (beperkt kwetsbaar) en (onderdelen van) agrarische bedrijven (beperkt kwetsbaar) binnen de invloedsgebieden van de turbines. In de plansituatie (alle varianten) bevinden zich geen kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten binnen de 10^{-6} contouren. In de referentiesituatie bevinden zich wel enkele beperkt kwetsbare objecten binnen de PR 10^{-6} contouren, maar buiten de PR 10^{-5} contouren van de dubbeldraaiperiodes.

Conclusie:

De gevolgen in de referentiesituatie zijn gelijk aan de plansituatie (alle varianten).

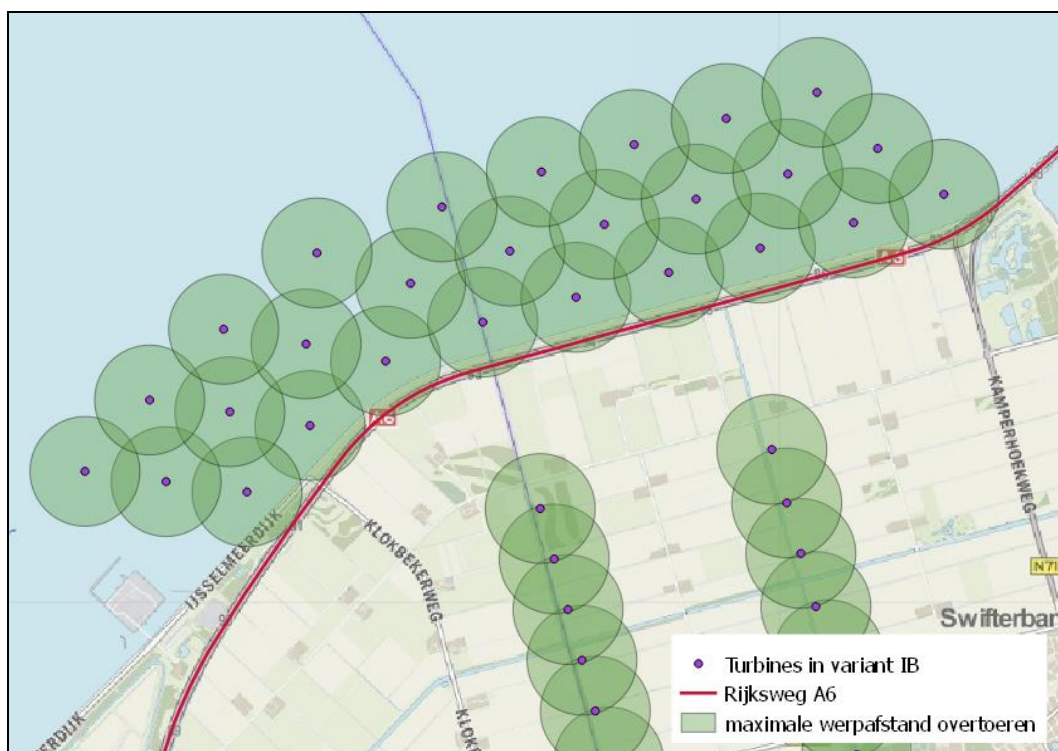
- Er bevinden zich geen kwetsbare objecten binnen maximale werpafstanden van alle turbines.
- Er bevinden zich geen beperkt kwetsbare objecten binnen de PR 10^{-5} contour van alle turbines.

Hiermee wordt zowel in de referentiesituatie als de plansituatie aan de norm voldaan.

4.5. Rijkswegen

4.5.1. Transportroutes gevaarlijke stoffen

De A6 is een weg waarover vervoer van gevaarlijke stoffen plaatsvindt en behoort tot het basisnet weg. De A6 ligt binnen het invloedsgebied, dat wil zeggen, de maximale werpafstand bij overtoeren, van een aantal turbines. Dit is alleen het geval bij variant IB waarbij sprake is van bolstapeling in drie lijnen met turbines in het IJsselmeer. In deze variant ligt de route binnen het invloedsgebied van acht turbines in de meest zuidelijke lijn van het IJsselmeer. De weg valt buiten de 10^{-6} contouren van alle turbines. Daarom is in deze situatie alleen het scenario bladbreuk bij overtoeren relevant. De situatie weergegeven in figuur 10.



Figuur 10. Rijksweg A6

We hebben de kans per jaar berekend dat een tankwagen met gevaarlijke stoffen getroffen wordt door een onderdeel van een turbine, en de toename op de ongevalsfrequentie. De turbines waarbij de A6 deels binnen de maximale werpafstand ligt, zijn weergegeven in tabel 5. Deze tabel geeft voor elke combinatie van turbinelocatie en routedeel de minimale afstand tot de route en de lengte van de betreffende route binnen het invloedsgebied (maximale werpafstand bij overtoeren) van de turbine.

De kans dat een passerende vrachtwagen met gevaarlijke stoffen wordt geraakt door een afbrekend blad wordt berekend met vergelijking uit het handboek [2: bijlage C paragraaf 3.2.2 vgl. 3.2.3]. Hierin wordt rekening gehouden met de lengte van de vrachtwagen (12 meter + 80 meter remweg), de breedte van de vrachtwagen (2.5 m), de snelheid (80 km/uur) en met de kans dat het blad op een afstand van maximaal 2/3 van de bladlengte alsnog de vrachtwagen raakt. Tabel 5 geeft de totale trefkansen van de weg per turbine weer. De kans dat een passerende vrachtwagen geraakt wordt door het blad van een turbine is gegeven in kolom 4. De trefkans per kilometer is gegeven in kolom 5.

nr	Afstand tot A6 (m)	Weglengthe binnen invloedsgebied turbine (m)	trekans per passage	trekans per voertuig km
IB.20	374	480	1.5E-14	3.2E-14
IB.22	363	510	1.7E-14	3.3E-14
IB.23	371	530	1.8E-14	3.5E-14
IB.24	364	550	1.9E-14	3.5E-14
IB.25	362	550	1.7E-14	3.1E-14
IB.26	356	570	2.0E-14	3.5E-14
IB.27	357	570	1.9E-14	3.4E-14
IB.28	328	690	2.1E-14	3.0E-14
Totaal			1.5E-13	2.7E-13

Tabel 5. Gemiddelde trekansen per scenario voor de voor een kilometer route binnen invloedsgebied

Tabel 6 toont de transportgegevens voor het berekenen van het groepsrisico conform de Regeling Basisnet [3].

wegvak nummer	Basisnet route	Plafonds		PAG	GF3
		10 ⁻⁶	10 ⁻⁷		
F36	A6: afrit 11 (Lelystad Noord) - afrit 13 (Urk)	0	82	Nee	4000

Tabel 6. Transportgegevens basisnet A6 [10]

Er is sprake van een fysiek scheiding van de rijrichtingen. De weg wordt daarom in de risicoberekening daarom aangemerkt als snelweg. De gehanteerde ongevalsfrequentie voor snelwegen is $8,3 \cdot 10^{-8}$ per voertuigkilometer. Uitgegaan wordt van een atmosferische tankwagen [11], hiervoor geldt een vervolgekans op een relevante uitstroming van meer dan 100 kg van 0.0156. Dit betekent dat de totale kans op een relevante uitstroming $1.3E-9$ per voertuigkilometer is. Aangenomen wordt dat er altijd een relevante uitstroming plaatsvindt op het moment dat de tankwagen wordt getroffen door een afbrekend turbineblad. De toename van de trekans met $2.7E-13$ is dan 0.02 %.

Conclusie:

In variant IR en variant IA is er geen toename op de faalfrequentie.

In variant IB is de toename kleiner dan 10%. Dit betekent dat het vervoer van gevaarlijke stoffen over de A6 geen belemmering vormt voor de plaatsing van de windturbines.

4.5.2. IPR en MR

Het IPR voor de diverse routes is berekend. Uitgegaan wordt van een passant die 365 dagen per jaar lang de betreffende route twee maal per dag passeert: op de heenweg en de terugweg. De toetswaarde voor het IPR is 10^{-6} . Elk risico kleiner dan 10^{-6} wordt beschouwd als aanvaardbaar. De berekende waarde van het IPR is kleiner dan 10^{-6} en kan daarom worden beschouwd als aanvaardbaar.

A6

Voor berekening van het IPR wordt een persoon beschouwd die onbeschermd aanwezig is op de weg. Er is gekozen voor een vrachtwagen omdat het IPR van een vrachtwagen hoger is dan van een personenauto. Omdat formeel voor het IPR een onbeschermd persoon moet worden beschouwd, maar op autowegen meestal geen sprake is volledig onbeschermden personen, zijn hier twee berekeningen uitgevoerd:

1. IPR op basis van de kans dat een passerende vrachtwagen wordt geraakt door de turbine
2. IPR op basis van de kans dat een onbeschermd persoon wordt geraakt door de turbine.

Het verschil tussen beide berekeningen zit in de verblijfsfactoren. Dit wordt beschreven in [2], bladzijde C20-21 voor bladbreuk en C33-34 voor mastbreuk.

Voor een vrachtwagen wordt uitgegaan van een snelheid van 80 km/uur, een totale lengte van 92 meter (12 meter + 80 meter remweg) en een breedte van 2.5 meter.

Alleen in variant IB ligt de weg binnen de invloedsgebieden van enkele (8) turbines. Tabel 7 geeft de resultaten per turbine en het resulterende IPR van de weg weer.

Turbine	min. afstand tot weg	IPR obv vrachtwagen	IPR obv onbeschermd persoon
IB.20	374	1.72E-14	1.5E-15
IB.22	363	1.53E-14	1.34E-15
IB.23	371	1.78E-14	1.55E-15
IB.24	364	1.88E-14	1.64E-15
IB.25	362	1.99E-14	1.74E-15
IB.26	356	1.85E-14	1.61E-15
IB.27	357	1.84E-14	1.6E-15
IB.28	328	2.12E-14	1.85E-15
IPR per passage		1.5E-13	1.3E-14
IPR per jaar (2x 365 passages)		1.1E-10	9.4E-12

Tabel 7. IPR per turbine

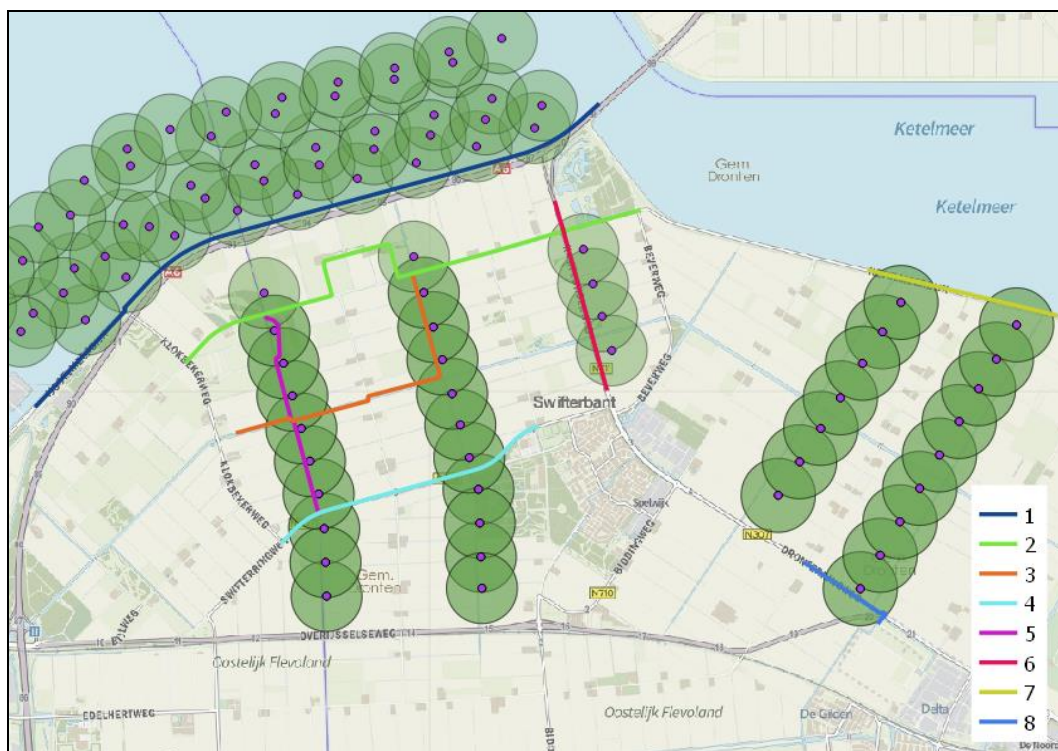
IPR is in beide gevallen kleiner dan 10^{-6} en dus aanvaardbaar.

Het maatschappelijk risico is het IPR van een passant die 1x per jaar de route aflegt vermenigvuldigd met het aantal passages (intensiteit) per jaar. Het gemiddeld aantal voertuigen in 2016 op de A6 is ongeveer 38.000 per dag [5]. Het MR is daarmee gelijk aan $2.0E-06$. De toetswaarde voor het MR is $2E-3$ [3]. Deze toetswaarde wordt niet overschreden. Het maximaal aantal passanten per jaar waarbij de toetswaarde van het MR wordt bereikt is $1.4E10$ per jaar. Zolang het aantal passanten onder deze waarde blijft, zal de toetswaarde van het MR niet overschreden worden.

Overige wegen binnen het plangebied

Van de overige wegen die (deels) binnen het plangebied liggen is het IPR en MR bepaald. Er zijn acht routes geïdentificeerd binnen het plangebied. Voor alle routes is het IPR van zowel een fietser als een vrachtauto berekend. Voor een fietser wordt een

onbeschermde persoon beschouwd. (vergelijkingen 3.2.4 en 5.2.5 van bijlage C van [2]), met een snelheid van 18 km/uur.



Tabel 8. IPR routes binnen plangebied

	invloedsgebied van turbines	IPR fietser	IPR vrachtauto
Route 1	IB.20 t/m IB.28	6.0E-11	n.v.t.
Route 2	IA.4 IA.13, IA.23 t/m IA.25	8.3E-11	3.3E-09
Route 3	IA.10 t/m IA.13, IA.20, IA.21 en IA.24	1.5E-08	n.v.t.
Route 4	IA.6, IA.8, IA.16, IA.18	2.0E-09	1.27E-08
Route 5	IA.16, IA.18 t/m IA.23 en IA.25	2.9E-08	n.v.t.
Route 6	IA.1 t/m IA.4	n.v.t.	1.7E-08
Route 7	IA.34 en IA.41	5.7E-11	3.01E-09
Route 8	IA.26	3.3E-09	1.46E-08

Tabel 9. IPR bij 2 x 365 passages per jaar

Het aantal passages van de wegen is niet bekend. Daarom is voor elke weg het aantal passages berekend waarbij de toetswaarde van 2E-3 wordt bereikt.

	Aantal Fietzers per dag	Aantal vrachtauto's per dag
Route 1	6.7E+07	n.v.t.
Route 2	4.8E+07	1.2E+06
Route 3	2.6E+05	n.v.t.
Route 4	2.0E+06	3.1E+05
Route 5	1.4E+05	n.v.t.
Route 6	n.v.t.	2.4E+05
Route 7	7.0E+07	1.3E+06
Route 8	1.2E+06	2.7E+05

Tabel 10. Aantal passages per dag voor bereiken van MR van 2E-3 per jaar

Deze hoge aantallen zullen op deze routes niet voorkomen. Het betreffende risico is dus acceptabel.

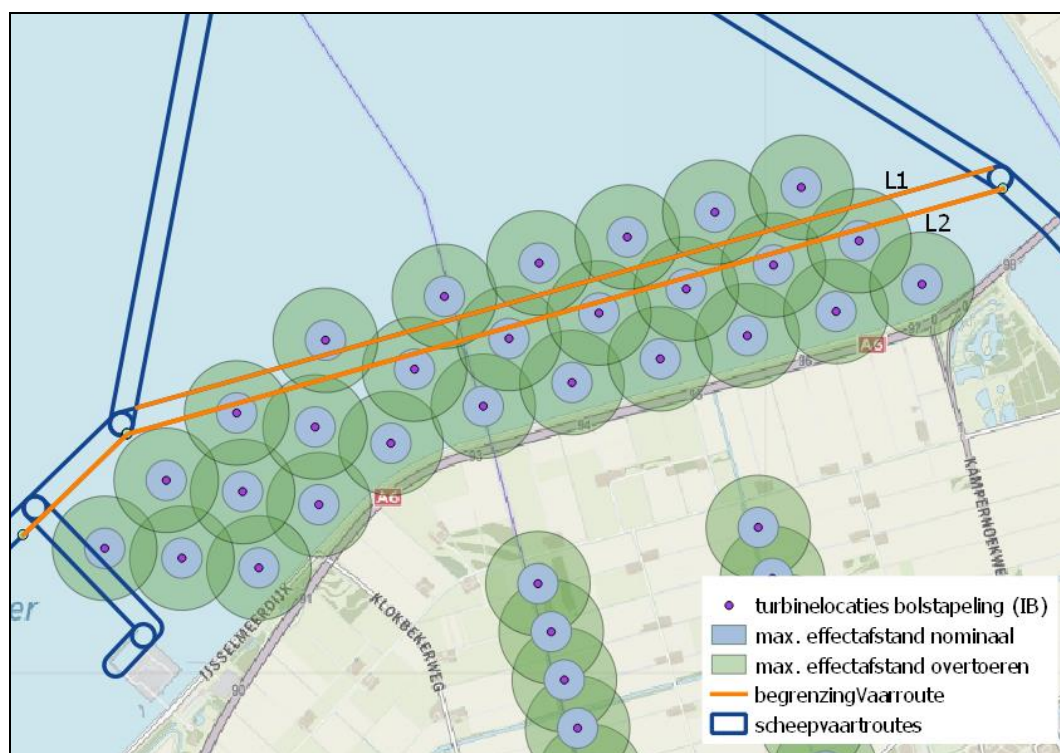
4.6. Waterwegen

Er bevinden zich twee binnenvaart vaarroutes in de buurt van het plangebied dat onderdeel is van het basisnet water. Aangenomen wordt dat de vaarroutes liggen zoals de begrenzingen in figuur 11 (paarse en oranje lijnen) is weergegeven en dat de oranje vaarroute ligt tussen de corridor Amsterdam-Noord Nederland en Amsterdam – Noord Nederland.

Er worden voor de berekeningen aan de oranje vaarroute twee situaties onderscheiden:

- L1: schip vaart aan rand van de noordzijde van de vaarwegbegrenzing;
- L2: schip vaart aan rand van de zuidzijde van de vaarwegbegrenzing.

De breedte van deze routes is overal 200 meter. Alle turbines in alle varianten liggen meer dan een halve rotordiameter (76 meter) van deze vaarwegbegrenzingen. De minimale afstand is 79 meter, dit is het geval bij turbine IB.40. Hiermee wordt voldaan aan het criterium dat de turbines op minimaal een halve rotordiameter uit de rand van de vaarweg met een minimum van 50m, moeten liggen.



Figuur 11. Vaarwegroute bij bolstapeling (variant IB)

Transport gevaarlijke stoffen

Omdat zowel uitgegaan wordt van vervoer van brandbare vloeistoffen als toxische gassen wordt voor beide stofcategorieën de toename op de faalfrequentie per voertuigkilometer berekend. Uitgegaan wordt van een scenario waarbij een kleine uitstroming plaatsvindt in het geval van een dubbelwandige container (bij LF). Verder wordt, bij gebrek aan statistische gegevens, aangenomen dat er altijd een relevante uitstroming plaatsvindt op het moment dat het binnenvaartschip wordt getroffen door een afbrekend turbineblad. Dit is een zeer conservatieve benadering. In werkelijkheid zal de kans op uitstroming lager zijn.

Tabel 11 toont de transportgegevens van de Regeling Basisnet en de scheepsschadefrequentie van het betreffende baanvak [11].

Corridor	Vaarroute	scheepsschade frequentie (1/vtgkm)	LF1	LF2	GT3
Rijn - Oost-Nederland	Ketelmeer (vanaf Keteldiep tot IJsselmeer)	3.6E-8	810	347	0
Amsterdam – Noord Nederland	IJsselmeer (vanaf Houtribsluizen tot Prinses Margrietkanaal)	3.5E-8	2786	1162	30

Tabel 11. Transportgegevens vaarroute basisnet [10]

Tabel 12 toont de scheepsschadefrequenties, de vervolgschans op relevante uitstroming en de resulterende kans op uitstroming per voertuigkilometer.

stofcategorie	scheepsschade frequentie (1/vtg x km)	vervolgkans uitstroming	Totale uitstroming (1/vtg km)	kans (1/vtg km)
brandbare vloeistoffen (LF1 en LF2)	3.5E-08	0.02	7.0E-10	
Toxische gassen (GT3)	3.5E-08	0.0125	4.4E-10	

Tabel 12. Scheepsschadefrequenties en kansen op uitstroming per stofcategorie

Tabel 13 toont de toename op de trefkans voor het vervoer van brandbare vloeistoffen en toxische gassen.

variant	Trefkans per passage per kilometer		Toename kans bij vervoer LF1 en LF2 (%)		Toename kans bij vervoer GT3 (%)	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2
basisvariant IR	1.2E-10	1.1E-10	17.2	15.9	27.5	25.4
Variant IA	1.1E-10	9.7E-11	16.1	13.8	25.7	22.1
Variant IB	1.1E-10	7.7E-10	15.9	110.7	25.5	177.1

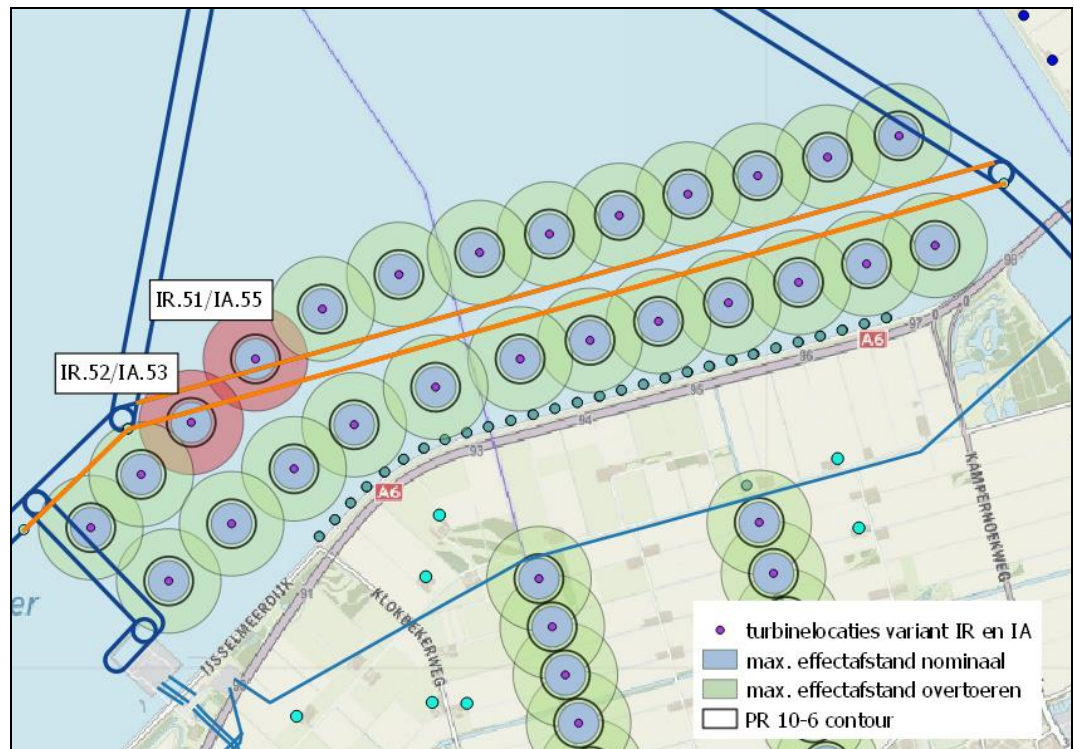
Tabel 13. Toename trefkans

De toename van de kans op uitstroming neemt in alle gevallen met meer dan 10% toe. Dit wordt veroorzaakt door enkele turbines. Bij de turbines waarbij de route binnen het invloedsgebied van bladworp met nominaal toerental ligt heeft zowel het scenario mastbreuk als bladworp bij nominaal toerental een grote impact op de toename. Voor de varianten IR en IA (figuur 12) en variant IB (figuur 13) zijn de maximale werpafstanden bij overtoeren van de turbines die zorgen overschrijding weergegeven in met een rode kleur.

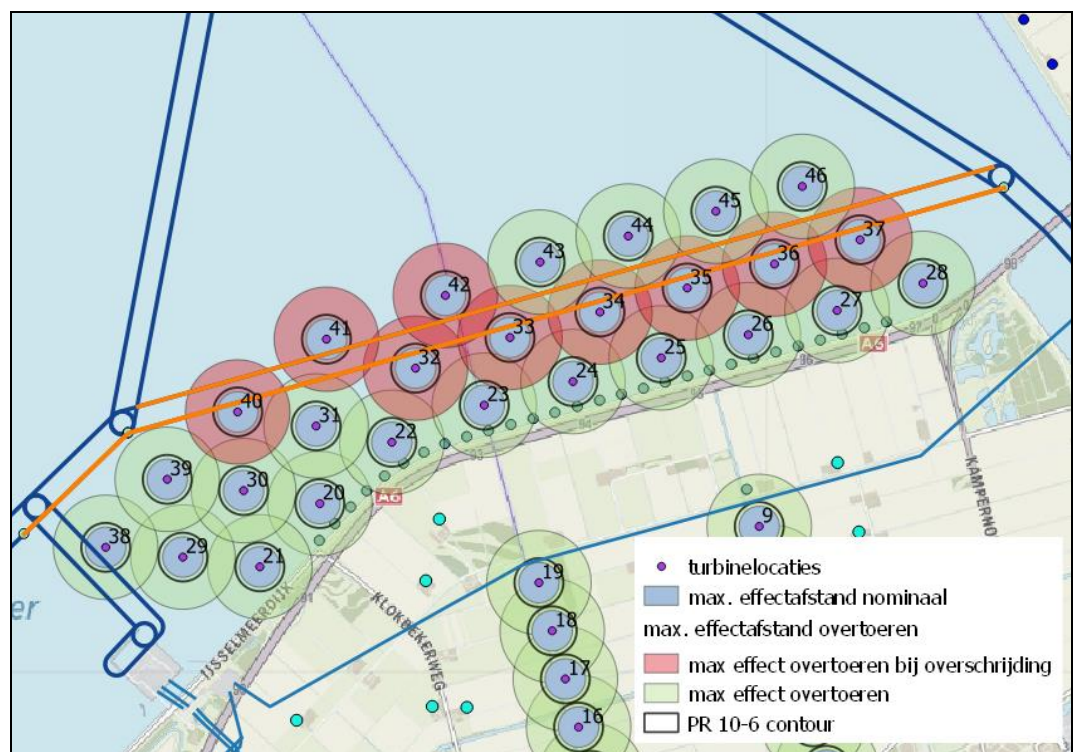
De toename in de catastrofale faalfrequentie overschrijft de richtwaarde (10% toename). Plaatsing van de windturbine is echter niet uitgesloten, maar er kan worden geëist dat (door middel van een QRA) wordt aangetoond dat de beschouwde transportroute ook na plaatsing van de windturbine nog voldoet aan de normen voor het plaatsgebonden risico. De normen voor het plaatsgebonden risico zijn dat:

1. Er geen kwetsbare objecten binnen de PR 10^{-6} contour van de vaarweg mogen liggen en
2. Er geen beperkt kwetsbare objecten binnen de PR 10^{-5} contour van de vaarweg mogen liggen.

Het PR-plafond voor binnenvaartroute is gelegen op het referentiepunt [10]. Op binnenvaartroutes zijn de referentiepunten gelegen op de begrenzingslijnen van de vaarweg [10]. De huidige PR-contour van de corridors Amsterdam - Noord-Nederland en Rijn – Oost-Nederland is 0 meter [10] en liggen daarom op de begrenzingslijnen van de vaarweg. Beide normen zullen na plaatsing van de windturbines niet overschreden worden gezien de afstand van het dichtstbijzijnde kwetsbaar object ten opzichte van de vaarweg bijna 5 kilometer is (woningen in Swifterband). De vrijstaande boerderijen zijn beperkt kwetsbaar en liggen op minimaal 2 kilometer van de vaarweg.



Figuur 12. Turbines die zorgen voor overschrijding van meer dan 10% uitstromingsfrequentie VGS in varianten IR en IA.



Figuur 13. Turbines die zorgen voor overschrijding van meer dan 10% uitstromingsfrequentie VGS in variant IB

IPR en MR

Van de oranje vaarroute uit de figuur is, per variant, de trefkans van een binnenvaartschip, het IPR en het maximaal aantal passages voor bereiken van de toetswarade van het MR, berekend. De hoogste trefkans wordt bereikt als een binnenvaartschip aan de randen van de begrenzing vaart. Aangenomen wordt dat de schip een lengte + remweg heeft van 150 meter, een breedte heeft van 10 meter en een snelheid van 25 km/uur. Er worden in de berekeningen twee situaties onderscheiden:

- L1: schip vaart aan rand van de noordzijde van de vaarwegbegrenzing;
- L2: schip vaart aan rand van de zuidzijde van de vaarwegbegrenzing.

Tabel 14 toont het IPR en het aantal transporten waarbij het maximaal aanvaardbare risiconiveau voor het MR bereikt wordt.

variant	IPR		max MR	
	L1	L2	L1	L2
basisvariant IR	2.9E-09	2.5E-09	5.1E+08	5.7E+08
Variant IA	2.6E-09	2.2E-09	5.5E+08	6.7E+08
Variant IB	2.2E-09	1.8E-08	6.8E+08	8.2E+07

Tabel 14. IPR en maximaal aantal passages per jaar voor MR

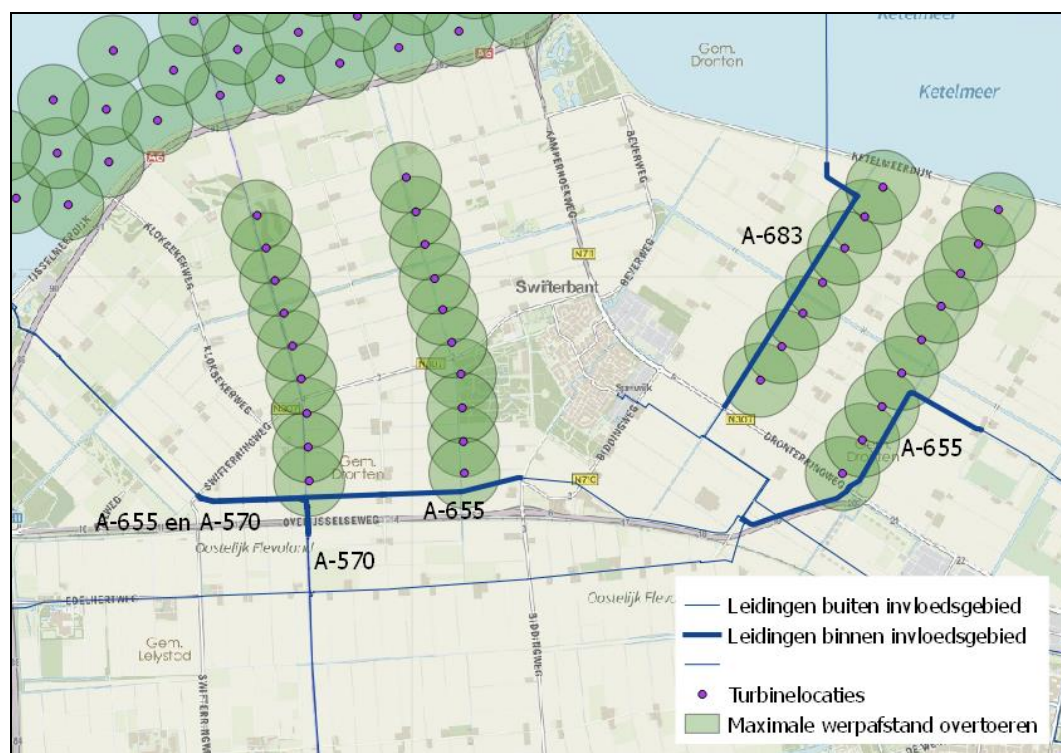
Het aantal passages per jaar voor het bereiken van het maximale aanvaardbare risiconiveau van het MR is zo hoog dat dit aantal in de praktijk niet voorkomt. Er wordt zowel aan de normen van het IPR als het MR voldaan.

4.7. Spoorwegen

De te realiseren windturbines liggen in de buurt van spoorroute 40 (Weesp-Hattem) die onderdeel is van het basisnet spoor. De dichtbijzijnde turbine staat op een locatie die in alle varianten gelijk is en wordt aangeduid als IR.11 (basisvariant), IA.11 (variant A) en IB.15 (variant B)) De turbine ligt op 537 meter van de rand van het spoor. De worst-case maximale werpafstand bij overtoeren van een turbine op deze locatie is 456 meter. Dit betekent dat de spoorlijn buiten het invloedsgebied van alle windturbines ligt en daarom geen belemmering vormt.

4.8. Ondergrondse en bovengrondse buisleidingen

Er zijn geen bovengrondse buisleidingen in en rondom het plangebied. Alle ondergrondse buisleidingen vallen buiten de PR 10^{-5} contour, dit betekent dat het scenario rotorafworp niet relevant is. De aargasleidingen worden weergegeven in figuur 14.



Figuur 14. Aardgasleidingen in het invloedsgebied

Leiding	Rekgrens	gasdruk	diameter	wanddikte	gem. diepte	autonome faafreq.
	pa	bar	mm	mm	m	1/ (km*jaar)
A-655 (west)	414E6	80	610	11.1	1.93	2.979E-07
A570 (zuid)	414E6	66.2	457	8.3	6.68	4.766E-06
A570 (west)	386E6	66.2	457	9.65	1.27	4.500E-06
A-683	414E6	66.2	406.4	6.2	1.94	3.864E-06
A-655 (oost)	414E6	80	610	11.1	2.00	2.507E-07

Tabel 15. Parameters aardgasleidingen

Tabel 16 geeft de leidinglengte binnen het invloedsgebied van de turbines, de trefkans (totaal en per kilometer) en de toename van de trefkans op de autonome faalfrequentie van de leiding.

Leiding	leiding lengte	Trefkans	Trefkans	toename op ff
	m	1/jaar	1/(km x jaar)	%
A-655 (west)	1629	3.6E-08	2.2E-08	+ 7%
A570 (zuid)	573	0 *)	-	-
A570 (west)	441	1.0E-08	2.3E-08	+ 1%
A-683	3320	1.5E-07	4.6E-08	+ 1%
A-655 (oost)	2144	7.2E-08	3.4E-08	+ 13%

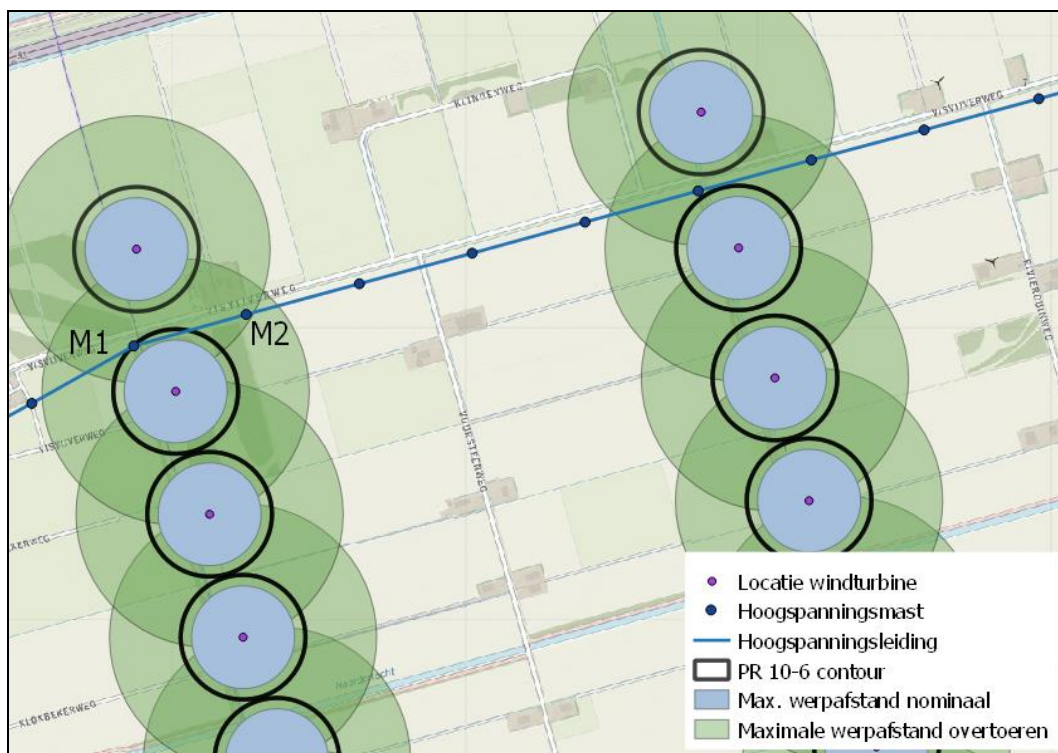
Tabel 16. Trefkansen aardgasleidingen

Dit betekent dat voor deze laatste leiding niet aan de richtlijn van maximaal 10% wordt voldaan. Er moet, in overleg met de Gasunie, nader onderzoek gedaan worden of de 13% toename van leiding A655 leidt tot een PR 10^{-6} contour die buiten de buisleiding ligt.

*) De leiding ligt zo diep dat de breedte van de kritische stroken van de scenario's bladworp nominaal en overtoeren gelijk is aan nul. De breedtes van kritische stroken van de scenario's mastbreuk en gondelafworp zijn groter dan nul, maar dit deel van de leiding ligt buiten het invloedsgebied van deze scenario's.

4.9. Hoogspanningsinfrastructuur

In het plangebied bevinden zich enkele bovengrondse hoogspanningsleidingen en -masten. Figuur 15 geeft deze hoogspanningsleidingen weer. Er is één set van turbines (IR.19, IA.23 en IB.19) waarbij hoogspanningsleidingen en masten binnen de PR 10^{-6} contour liggen. Het invloedsgebied van deze turbines overlapt met het invloedsgebied van turbine IA.25 (turbine linksboven), daarom wordt deze turbine ook meegenomen in de trefkansberekeningen.



Figuur 15. Hoogspanningsmasten en –leidingen binnen maximale werpafstand

Van deze turbines is de trefkans op de hoogspanningsleiding en -masten bepaald. Alle hoogspanningsinfrastructuur ligt buiten de maximale werpafstand bij nominaal toerental. Dit betekent dat twee scenario's relevant zijn: mastbreuk en bladworp in overtoerensituatie. De linkermast (M1) heeft een hoogte van 45 meter en de rechtermast (M2) van 48 m. [4]. Aangenomen wordt dat beide masten 5 meter lang en breed zijn. De bladlengte waarmee gerekend wordt is 74 meter. De effectieve breedte van de masten wordt berekend door aan beide zijden 2/3 van de bladlengte bij de breedte op te tellen.

Dit betekent dat er gerekend wordt met een breedte van 103.7 m. Bij de hoogte van de mast wordt $\frac{2}{3}$ van de bladlengte (aan de bovenkant) opgeteld. Dit betekent dat gerekend wordt met een effectieve masthoogte van 94.3 meter voor M1 en 97.3 meter voor M2. Voor berekening van de trefkansen van de mast en leidingen is aangesloten bij de methodiek beschreven in [2] waarbij uitgegaan wordt van bladafworp op basis van een vertikaal oppervlak ([ref] paragraaf 7.1.2). Voor berekening van de hoekfracties zijn goniometrische formules gebruikt.

In tabel 17 zijn per hoogspanningsmast (M1 en M2) en per turbine de trefkansen voor de twee scenario's gegeven. Bij het scenario mastbreuk is alleen de hoekfractie van belang waarbij falen van de mast leidt tot het treffen van de mast en/of hoogspanningslijn. De trefkans voor dit scenario is berekend met vergelijkingen in paragraaf 5.2 van bijlage C van [2], waarbij de minimale afstand tussen turbine en hoogspanningslijn is bepaald op 188 meter.

	trefkansen bladbreuk overtóeren			trefkans mastbreuk	TOTAAL
	masten			mast + lijnen	
	M1	M2	lijnen	M1	
IA.25	2.1E-08	1.3E-08	9.9E-08	-	1.3E-07
IR.19, IA.23 en IB.19	4.5E-08	1.9E-08	2.0E-07	4.5E-05	4.5E-05
Totaal					4.5E-5

Tabel 17. Trefkansen per jaar per scenario

De totale trefkans is 4.5E-5 per jaar en wordt bepaald door het scenario mastbreuk. Er moet in overleg met Tennet getreden worden hierover.

4.10. Industrie

Voor inventarisatie van de inrichtingen met gevaarlijke stoffen is de risicokaart [3] geraadpleegd. Een overzicht is weergegeven in figuur 16.



Figuur 16. Inrichtingen met gevaarlijke stoffen

Er bevinden zich vijf bovengrondse propaantanks binnen het invloedsgebied van een aantal turbines.

Turbines	situatie	Inhoud (L)
P1	2x planturbine + 1x saneerturbine	8000
D1	2x dubbeldraaiturbines	8000
D2	1xdubbeldraaiturbines	3000
D3	1xdubbeldraaiturbines	3000
D4	1xdubbeldraaiturbines	5000

Er bevindt zich één bovengrondse propaantank van 8000 l binnen het invloedsgebied van een aantal turbines in de plansituatie [3]. De tank ligt buiten de PR 10^{-6} (213 m) van alle turbines, en daarom is alleen het scenario bladbreuk in overtoerensituatie relevant. Om na te gaan wat het indirecte risico is dat de propaantank wordt getroffen door een blad van de windturbine, is de indicatieve trefkans bepaald. Uitgegaan wordt van een diameter van 1.5 meter, een lengte van 5 meter en een hoogte van 2 meter. Voor de bepaling van de trefkans is uitgegaan van de methodiek die beschreven is in Bijlage C paragraaf 3.3.2, omdat het object een beperkte hoogte heeft. In deze methode wordt rekening gehouden met de hoogte van de tank en de mogelijkheid dat het zwaartepunt van het blad terechtkomt binnen een afstand van $\frac{2}{3}$ van de lengte van het afgebroken blad tot de betreffende installatie. De raakfrequenties worden weergegeven in Tabel 18. Dit is inclusief de initiële faalfrequentie voor het scenario bladbreuk bij overtoeren ($5E-6$) per turbine per jaar.

Turbines	Afstand	Trefkans
IR.9 en IA.13 en IB.9	374 m	1.1E-08
IA.24	239 m	1.5E-08

Tabel 18. Trefkansen propaantank

5. Conclusies

Algemeen

Hieronder zijn per subonderwerp de conclusies weergegeven.

Worst-case turbine

De turbintypes met de hoogste waarde voor de maximale werpafstand in overtoersituatie zijn de fictieve turbines [1] WT1 en WT2 bij een toerental van 10.05 resp. 9.32 RPM.

De maximale werpafstand voor WT1 is 176 meter bij nominaal toerental en 456 meter bij overtoeren. De maximale werpafstand voor WT2 is 190 meter bij nominaal toerental en 477 meter bij overtoeren.

Plaatsgebonden risico

De PR 10^{-6} voor WT1 ligt 213 meter en voor WT2 op 248 meter van de turbines.

De PR 10^{-5} voor WT1 ligt 76 meter en voor WT2 op 82 meter van de turbines.

Onderdeel Bebouwing

Er bevinden zich enkele verspreid liggende woningen (beperkt kwetsbaar) en (onderdelen van) agrarische bedrijven (beperkt kwetsbaar) binnen de contouren voor de maximale werpafstanden. Er bevinden zich geen (beperkt) kwetsbare objecten binnen de 10^{-6} contouren van de windturbines. Hiermee is aan dit criterium voldaan.

Onderdeel Wegen

Rijksweg A6

De turbines bevinden zich op meer dan een halve rotordiameter van de weg. De toename op de faalfrequentie voor het vervoer van gevaarlijke stoffen is 0.02 %, dit is ruim minder dan 10%.

Het berekende IPR is gelijk aan $1.1E-10$. Dit is ruim lager dan de maximaal toegestane IPR van $1E-6$.

Bij 38.000 voertuigen over de A6 per dag is de waarde van het MR gelijk aan $2.0E-06$ per jaar. Dit is ruim lager dan de toetswaarde voor het MR van $2E-3$.

Overige wegen

Het IPR en MR van de overige wegen en fietspaden is berekend. In alle gevallen is het IPR en de verwachting van het MR ruim lager dan de toetswaarde.

Onderdeel waterwegen

Er bevinden zich twee binnenvaart vaarroutes in de buurt van het plangebied dat onderdeel is van het basisnet water.

De turbines bevinden zich op meer dan een halve rotordiameter van de vaarweg. De toename op de faalfrequentie voor het vervoer van brandbare vloeistoffen is maximaal 177 %, dit is fors meer dan 10%. De toename in de catastrofale faalfrequentie overschrijdt dus de richtwaarde (10% toename). Hierdoor kan worden geëist dat wordt aangetoond dat de beschouwde transportroute ook na plaatsing van de windturbine nog

voldoet aan de normen voor het plaatsgebonden risico. De normen voor het plaatsgebonden risico zijn dat:

1. Er geen kwetsbaar object binnen de PR 10^{-6} contour van de vaarweg mag liggen en
2. Er geen beperkt kwetsbaar object binnen de PR 10^{-5} contour van de vaarweg mag liggen.

De huidige PR-contour van de corridors Amsterdam - Noord-Nederland en Rijn – Oost-Nederland is 0 meter. Beide normen zullen na plaatsing van de windturbines niet overschreden worden gezien de afstand van het dichtstbijzijnde kwetsbaar object ten opzichte van de vaarweg bijna 5 kilometer is (woningen in Swifterband). De vrijstaande boerderijen zijn beperkt kwetsbaar en liggen op minimaal 2 kilometer van de vaarweg.

Onderdeel spoorwegen

Alle spoorlijnen liggen buiten het invloedsgebied van alle windturbines in alle varianten vormen daarom geen belemmering.

Onderdeel ondergrondse buisleidingen

Er liggen vier delen van buisleidingen binnen het invloedsgebied van de turbines. In drie van de vier gevallen is de berekende toename op de autonome faalfrequentie kleiner dan 10%. In één geval (het oostelijk deel van buisleiding A-655) is de toename 13%. Dit betekent dat voor deze laatste leiding niet aan de richtlijn van maximaal 10% wordt voldaan. Er moet, in overleg met de Gasunie, nader onderzoek gedaan worden of de 13% toename van leiding A655 leidt tot een PR 10^{-6} contour die buiten de buisleiding ligt.

Onderdeel hoogspanningsinfrastructuur

Er bevindt zich een hoogspanningslijn en enkele hoogspanningsmasten binnen het invloedsgebied. Er bevindt zich één hoogspanningsmast binnen de PR 10^{-6} contour van één turbine. De totale trefkans is $4.5E-5$ per jaar en wordt bepaald door het scenario mastbreuk. Er moet in overleg met Tennet getreden worden hierover.

Onderdeel industrie

Er bevindt zich één propaantank van 8000 liter binnen het invloedsgebied van twee turbines. De trefkansen zijn $1.1E-8$ en $1.5E-8$ per jaar.

Referenties

nr	datum	Omschrijving referentie
[1]	1-8-2017	Witteveen+Bos Referentie: UT615-46/17-011.048 MER Windplan Blauw Technische uitgangspunten onderzoeken MER fase 2 Nuon Wind development B.V. en Windvereniging SwifterwinT B.V.
[2]	2014	DNV GL, i.o.v. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. Handboek Risicozonering Windturbines, 3e geactualiseerde versie mei 2013 en herziene versie 3.1 september 2014.
[3]	2017	Risicokaart: website: http://www.risicokaart.nl
[4]	2017	hoogspanningsnetkaart versie 6.0 http://webkaart.hoogspanningsnet.com
[5]	2017	GIS portal verkeersintensiteiten https://gisportal.anteagroup.nl/HTML5/INWEVAIntensiteiten/Mobiel
[6]	15-8-2017	mailwisseling met opdrachtgever
[7]	16-8-2017	Mailwisseling met Gasunie: leidinggegevens van de ondergrondse aardgasleidingen
[8]	25-8-2017	Mailwisseling met Gasunie: autonome faalfrequenties van de aardgasleidingen
[9]	2017	BAG-Populatieservice, https://populatieservice.demis.nl
[10]	2014	Ministerie I&M Regeling Basisnet Staatscourant 19 maart 2014, nr. 8242
[11]	11-1-2017	Handleiding Risicoanalyse Transport versie 1.2, RIVM

Bijlagen

B1 Parameters mogelijke turbines

					max. effectafstand		PR	
type	as hoogte	rotor diam	vermogen (kW)	toerental (RPM)	nom inaal	over toeren	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶
shortlist								
Gamesa G132-5.0	120	132	5	12	175	469	66	186
	140	132	5	12	185	484	66	206
Lagerwey L136-4.5	120	136	4.5	11	163	428	68	188
	132	136	4.5	11	169	437	68	200
	140	136	4.5	11	173	443	68	208
	166	136	4.5	11	185	462	68	234
Enercon E141-EP4- 4.2	129	141	4.2	11	175	460	71	200
	135	141	4.2	11	178	465	71	206
	159	141	4.2	11	190	483	71	230
fictief								
WT1	137	152	5.0	10.05	176	456	76	213
WT2	166	164	5.0	9.32	190	477	82	248

Tabel 19