



BOSCH & VAN RIJN

Consultants in renewable energy and planning

Kwantitatieve Risico Analyse

T.b.v de plaatsing van twee windturbines in Deventer

Opdrachtgever





Kwantitatieve Risico Analyse

T.b.v de plaatsing van twee windturbines in Deventer

5 september 2012

Auteurs

Drs. Ing. Jeroen Dooper

Bosch & Van Rijn

Prins Bernhardlaan 63

3555 AC Utrecht

Tel: 030-677 6466

Mail: info@boschenvanrijn.nl

Web: www.boschenvanrijn.nl

© Bosch & Van Rijn 2012

Behoudens hetgeen met de opdrachtgever is overeengekomen, mag in dit rapport vervatte informatie niet aan derden worden bekendgemaakt. Bosch & Van Rijn BV is niet aansprakelijk voor schade door het gebruik van deze informatie.



1 Inhoudsopgave

1	Inhoudsopgave	4
2	Inleiding	5
2.1	Achtergrond	5
2.2	Het analysemodel	6
2.3	Leeswijzer	7
3	Toetsingscriteria	8
3.1	Windturbines en bebouwing	8
3.2	Wegen	8
3.3	Hogedruk gasleidingen	10
3.4	Transport gevaarlijke stoffen	10
4	De Risico's	11
4.1	Windturbines en bebouwing	11
4.2	Wegen	12
4.3	Hogedruk gasleidingen	12
4.4	Transport gevaarlijke stoffen	12
5	IJsafwerping	14
6	Groepsrisico	16
7	Conclusie	17
Bijlage 1:	Trefkans transport gevaarlijke stoffen	18
Bijlage 2:	Invloed op transport gevaarlijke stoffen	20



2 Inleiding

2.1 Achtergrond

Vanwege de kans op falen kunnen windturbines een risico opleveren voor de omgeving. Bij de toetsing op veiligheidsaspecten wordt gebruik gemaakt van verschillende (wettelijke) kaders.

In mei 2004 is het *“Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen”* (BEVI) in werking getreden. Hiermee zijn de risiconormen voor externe veiligheid met betrekking tot bedrijven met gevaarlijke stoffen wettelijk vastgelegd. Windturbines vallen niet onder de categorieën van inrichtingen waarop het BEVI zich richt. In opdracht van SenterNovem is daarom het *“Handboek Risicozonering Windturbines”* opgesteld, deze geeft richtlijnen om de risico's rond windturbines op een vergelijkbare wijze als in het BEVI te toetsen. De risicocriteria in dit handboek zijn geen wet, maar dienen slechts als richtlijn voor het bepalen van het risico na plaatsing van windturbines op een specifieke locatie. Begin 2011 is een aanpassing in het activiteitenbesluit in werking getreden waarin de normen m.b.t. veiligheid en windturbines staan gegeven.

In aanvulling op het externe veiligheidsbeleid dat algemeen van toepassing is, hanteren Rijkswaterstaat en ProRail eigen risicocriteria voor windturbines welke zijn opgenomen in de documenten *“Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over Rijkswaterstaatwerken”* en *“Windturbines langs auto-, spoor-, en vaarwegen – Beoordeling van veiligheidsrisico's”*.

Buiten de eerdergenoemde eisen en richtlijnen dienen windturbines ook te voldoen aan eisen omtrent interne veiligheid. Bij interne veiligheid gaat het om voorzieningen in en aan de windturbines zelf, die de kans op onveilige situaties (o.a. brand, elektrocutie, afwerpen van ijsafzetting) zo klein mogelijk maken. Dergelijke interne veiligheidsvoorzieningen gelden voor elk type turbine in elke willekeurige opstelling. Deze veiligheidsvoorzieningen zijn samengevat in een geobjectiveerd eisenpakket NVN 11400-0 *“Windturbines, voorschriften voor typecertificatie, technische eisen”* of haar opvolger IEC 61400-1 *“Wind Turbine Safety and Design”*. Alleen gecertificeerde windturbines voorzien van een geldig typecertificaat conform (een van) de hierboven genoemde normen komen in Nederland in aanmerking voor een bouw- en milieuvergunning. Het spreekt voor zich dat de geplande windturbines in Deventer aan deze norm zullen voldoen.



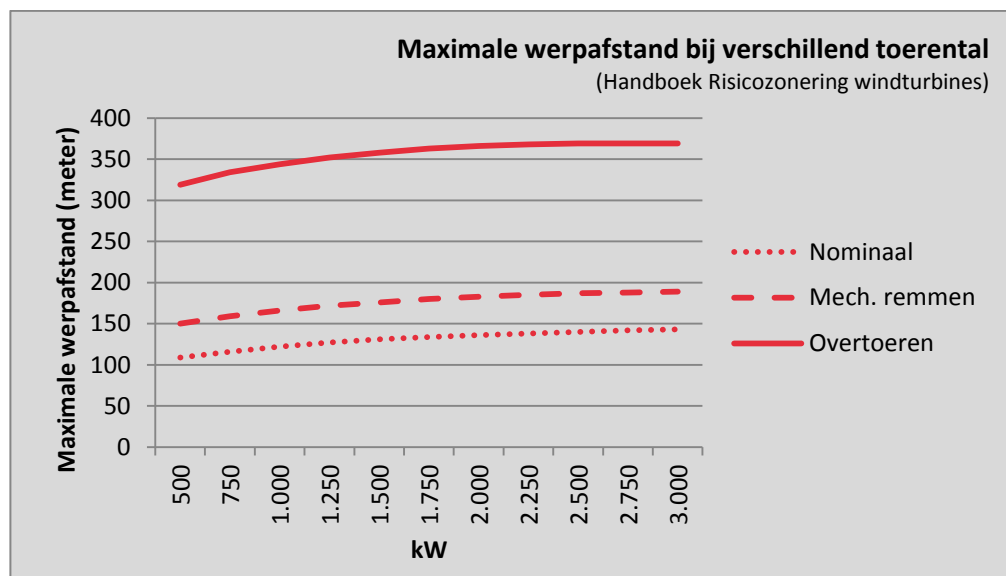
2.2 Het analysemodel

De risico's van een windturbine worden gevormd door 3 typen falen:

1. het afbreken van (een gedeelte van) een windturbineblad,
2. het omvallen van een windturbine door mastbreuk,
3. en het naar beneden vallen van de gondel en/of rotor.

Hierbij is niet alleen het falen, maar ook de omstandigheden waaronder dat gebeurt van invloed op het risico. Zo kan een blad afbreken bij het nominale toerental, maar ook tijdens een overtoerensituatie. In dit laatste geval kan het blad verder worden weggeslingerd. De maximale werpafstand bepaalt het gebied waarbinnen een windturbine een theoretische risicoverhoging tot gevolg heeft.

De maximale werpafstanden is gegeven in het Handboek Risicozonering Windturbines. Op basis van generieke getallen en modellen zijn de maximale werpafstanden bepaald voor windturbines tot 3MW, zie onderstaand figuur.



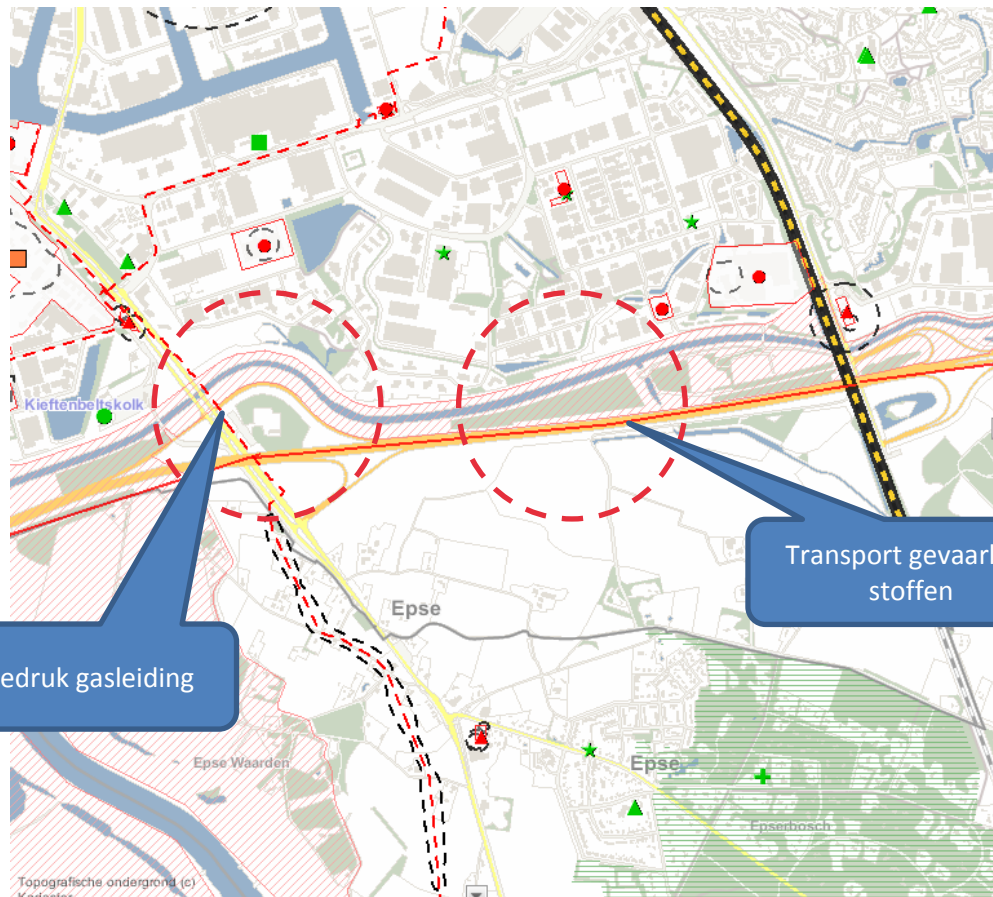
Figuur 1: Maximale werpafstand bij verschillend toerental (500 - 3.000 kW)

In onderstaand figuur staat de maximale werpafstand (bij overtoeren) van de twee geplande windturbines gegeven (— —). Op basis van de risicokaart van Nederland zijn de risicobronnen binnen deze werpafstanden bepaald (www.risicokaart.nl, IPO). Het gaat om de volgende risicopunten:

- ❖ Hogedruk Gasleiding
- ❖ Transport gevaarlijke stoffen

Daarnaast zijn de volgende risicopunten van belang:

- ❖ Bebouwing
- ❖ (Rijks)wegen



Figuur 2: Nabijgelegen risicobronnen (ww.risicokaart.nl, IPO)

2.3 Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk worden de toetsingscriteria gegeven voor de te behandelen risicopunten. In hoofdstuk 4 worden de risico's beoordeeld op deze risicopunten door toedoen van de windturbines. Daarnaast is het onderwerp 'Ijsafwerping' van belang. Dit wordt in hoofdstuk 5 behandeld.

Voor calamiteitendiensten is het van belang dat verhoogde Groepsrisico's (GR) bekend zijn. In hoofdstuk 6 wordt hier apart aandacht aan besteed.

Hoofdstuk 7 sluit af met conclusies.



3 Toetsingscriteria

3.1 Windturbines en bebouwing

De normen omtrent windturbines en bebouwing staan gegeven in het Activiteitenbesluit welke eind 2010 is gewijzigd. De wijziging is op 1 januari 2011 in werking getreden. De norm is als volgt:

1. Het plaatsgebonden risico voor een **buiten de inrichting gelegen kwetsbaar object**, veroorzaakt door een windturbine of een combinatie van windturbines, is niet hoger dan **10^{-6} per jaar**.
2. 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} per jaar**.

Gemeente Deventer heeft aanvullend op het Rijksbeleid de ‘Omgevingsvisie Externe Veiligheid’ (Gemeente Deventer, juli 2007) opgesteld. Hierin staat hierover het volgende (ambitieniveau Ruimte voor Ontwikkeling):

“Beperkt kwetsbare objecten, waarvoor richtwaarden gelden in plaats van grenswaarden, mogen in nieuwe situaties nergens binnen de $PR = 10^{-6}$ -contour van een bedrijf of transportader liggen”.

Deze omgevingsvisie sluit aan bij de richt- en grenswaarden uit het BEVI. Windturbines vallen niet onder de reikwijdte van het BEVI en er gelden dan ook geen richtwaarden voor beperkt kwetsbare objecten binnen de 10^{-6} contour.

3.2 Wegen

Voor Rijkswegen zijn generieke afstanden berekend waarbuiten er geen ontoelaatbare risico's voor passanten plaatsvinden. Het document *“Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over Rijkswaterstaatwerken”* staan de minimale afstanden tot Rijkswegen gegeven:

“Langs rijkswegen wordt plaatsing van windturbines toegestaan bij een afstand van ten minste 30m uit de rand van de verharding of bij een rotordiameter groter dan 60m, ten minste de halve diameter”.

Voor de overige openbare wegen bestaan geen genormeerde afstanden, waardoor kleinere afstanden mogelijk zijn. In de beleidsregel *“Windturbines langs auto-, spoor-, en vaarwegen – Beoordeling van veiligheidsrisico's”* staan de richtlijnen als volgt gegeven:



“Individuele passantenrisico (IPR)

Voor het risico voor de passant is een risicomaat gekozen die aansluit bij de individuele beleving van de passant, namelijk de overlijdenskans per passant per jaar. Hierbij wordt de passant gevolgd gedurende zijn bezigheden in de nabijheid van het windturbinepark.

De initiatiefnemer die een of meerdere windturbines wil plaatsen dient aan te tonen dat het maximale toelaatbare Individueel Passanten Risico IPR niet wordt overschreden op de infrastructuur in de nabijheid van de turbine. De grens is vastgesteld van honderdzestig kilometer per uur. Een generiek IPR van 10^{-6} wordt aangehouden voor alle infrastructuur waarop de wettelijk toelaatbare snelheden de honderdzestig kilometer per uur niet overschrijden, en een generiek IPR van 10^{-7} op infrastructuur waarop wettelijk toelaatbare snelheden boven de honderdzestig kilometer per uur bestaan.

Maatschappelijk risico

Er zijn verschillende maten te kiezen voor het maatschappelijk risico. In het externe-veiligheidsbeleid voor stationaire installaties of vervoersactiviteiten wordt uitgegaan van groepsrisicocurven of FN-curven. Groepsrisicocurves hebben alleen betekenis voor ‘kleine-kans-groot-gevolg’-ongevallen met slachtofferaantallen groter dan 10 per ongeval. Uit studies ref. [2, 4, 5, 6] blijkt dat bij windturbineparken in de nabijheid van rijkswegen altijd ruimschoots aan de groepsrisiconorm wordt voldaan.*

In dit kader is de verwachtingswaarde EV van het aantal doden per jaar een goede risicomaat. Risicomaat EV = gemiddeld aantal doden per passage x aantal passages per jaar. Dit is gelijk aan het verwachte aantal dodelijke slachtoffers per jaar per windturbine(park). Een individuele passant kan meerdere keren per dag langskomen. Het gemiddeld aantal doden per passage is gelijk aan het quotiënt van het IPR en het aantal passages per passant per jaar.

In ref. [3] wordt afgeleid dat door VROM per industriële installatie een acceptabele risiconiveau aangehouden van $2 \cdot 10^{-3}$ doden per jaar. Dus een maximaal toelaatbaar maatschappelijk risico van $2 \cdot 10^{-3}$ doden per jaar per windturbinepark sluit aan bij het externenveiligheidsbeleid bij VROM. Deze waarde wordt door de werkgroep aangehouden.”

** Geen bijlagen in dit rapport. Zie Windturbines langs auto-, spoor-, en vaarwegen – Beoordeling van veiligheidsrisico’s.*



3.3 Hogedruk gasleidingen

Voor gasleidingen hanteert de Gasunie een 'high impact zone' waarbuiten geen substantiële negatieve invloed van een windturbine te verwachten is. Buiten deze zone wordt de negatieve invloed van een windturbine niet meer in rekening gebracht. Deze 'high impact zone' heeft een diameter van ashoogte + 1/3 wieklengte. Dit is echter geen harde belemmering. In overleg met Gasunie en afhankelijke van een locatie specifieke risicoanalyse zijn kleinere afstanden vergunbaar. In dat geval wordt getoetst aan artikel 6 van het Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen:

- ❖ *Het plaatsgebonden risico voor een kwetsbaar object, veroorzaakt door een buisleiding, mag niet hoger zijn dan 10^{-6} per jaar.*
- ❖ *De exploitant voert de aanleg of vervanging van een buisleiding zodanig uit dat het plaatsgebonden risico van de buisleiding op een afstand van vijf meter gemeten vanuit het hart van de buisleiding niet hoger is dan 10^{-6} per jaar.*
- ❖ *Bij regeling van Onze Minister kan voor een bepaalde categorie van buisleidingen een andere afstand tot de buisleiding worden vastgesteld waarbuiten het plaatsgebonden risico de norm van 10^{-6} niet mag overschrijden, of tijdelijk een hoger risico worden geaccepteerd.*

3.4 Transport gevaarlijke stoffen

Indien de windturbines niet substantieel bijdraagt aan een hoger risico van het transportader zullen de geldende Groepsrisico (GR) en Persoonsgebonden Risico (PR) en afstanden tot (beperkt) kwetsbare objecten ook na plaatsing van de windturbines 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 risico-beoordeling toegestaan. Als uitgangspunt voor deze richtwaarde wordt volgens het Handboek Risicozonering Windturbines 10% gehanteerd. Indien de toename deze richtwaarde overschrijdt, is plaatsing niet direct uitgesloten, maar wordt door een uitgebreidere analyse bepaald of er na plaatsing nog steeds voldaan wordt aan de geldende normen.



4 De Risico's

4.1 Windturbines en bebouwing

De risicocontouren bevinden zich op een afstand van (Handboek Risicozonering Windturbines):

- ❖ De $PR = 10^{-6}$ contour is gelijk aan het maximum van ashoogte plus halve rotordiameter en maximale werpafstand bij nominaal toerental.
- ❖ De $PR = 10^{-5}$ contour is gelijk aan de halve rotordiameter.

Hoewel er nog geen specifieke windturbine type is gekozen geldt er wel een maximale ashoogte van 90 meter en tiphoogte van 135 meter. De maximale werpafstand bij nominaal toerental van een 3MW windturbine is 143 meter. Dit resulteert in een maximale 10^{-6} contour van 143 meter. Voor de wienlengte wordt, als gevolg van de maximale hoogtes, uitgegaan van 45 meter. Hiermee komt de 10^{-5} contour op 45 meter.

In onderstaande kaart zijn de risicocontouren en bebouwing gegeven. Binnen de 10^{-5} en 10^{-6} contouren laat het bestemmingsplan respectievelijk geen beperkt kwetsbare en kwetsbare objecten toe. Bij de westelijke windturbine staat binnen de 10^{-6} contour een loods van Rijkswaterstaat en bevindt zich de gasleiding van de Gasunie. De loods van Rijkswaterstaat heeft de bestemming 'Verkeer'. Van grote aantallen bezoekers en lange verblijftijden, dus een kwetsbaar object, is geen sprake.



Figuur 3: De maximale risicocontouren van de geplande windturbines



4.2 Wegen

De windturbines staan op ruim 50 meter afstand tot de Rijksweg (en afrit) gepland. Tot overige wegen wordt een grotere afstand gehanteerd. Hiermee bestaan er geen ontoelaatbare risico's voor passanten (*Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over Rijkswaterstaatwerken*).

4.3 Hogedruk gasleidingen

Direct langs de N348 bevindt zich een ondergrondse hogedruk gasleiding van de Gasunie, zie Figuur 2. Buiten de 'high impact zone' is geen substantiële negatieve invloed van een windturbine te verwachten. Deze 'high impact zone' heeft een diameter van $\text{ashoogte} + 1/3 \text{ wiewlengte}$. Uitgaand van een maximale tiphoogte van 135 meter en een minimale wiewlengte van 45 meter heeft de 'high impact zone' een maximale straal van 105 meter. In onderstaand figuur is deze high impactzone (geel) en de gasleiding (rode stippellijn) ingetekend.



Figuur 4: Geplande windturbine ten opzichte van 'high impact zone' gasleiding.

4.4 Transport gevaarlijke stoffen

In september 2011 heeft adviesbureau AVIV de QRA opgesteld voor het transport externe veiligheid A1 te Deventer. In bijlage 1 is berekend hoe groot de kans is dat een passerend vrachtwagen met gevaarlijke stoffen wordt getroffen door wreekbreuk en mastbreuk.

AVIV heeft vervolgens de trefkansverhoging geanalyseerd ten opzichte van de huidige situatie, zie bijlage 2. Hieruit blijkt dat de aanwezigheid van de windturbines zorgt voor een maximale toename van 8% op de kans op een ernstig ongeval met een vrachtwagen met gevaarlijke stoffen met relevante uitstroming.



Het externe veiligheidsrisico dat is berekend in studie Externe veiligheid hotel bestemmingsplan bedrijvenpark A1 wordt vooral bepaald door stofcategorie GF3 (brandbaar gas). Voor gasuitstroming neemt de kans op een ernstig ongeval met een vrachtwagen met ten hoogste 8% toe in de meest conservatieve situatie. Dit geldt alleen voor de afrit van de snelweg, uit de richting Hengelo, die in studie [2] niet is meegenomen.

Het toevoegen van de faalkansen van het vervoer gevaarlijke stoffen over de A1 door een ongeval met een windturbine heeft dus geen significante invloed op de hoogte van het externe veiligheidsrisico wat het vervoer van gevaarlijke stoffen met zich mee brengt.



5 Ijsafwerping

Op de bladen van een windturbine kan ijsafzetting optreden. Het Handboek Risicozonering Windturbines zegt hierover het volgende:

“Uit ervaring is bekend dat in Nederland ijsafzetting op de bladen meestal ontstaat tijdens stilstand van de turbine. Observaties van dit fenomeen hebben laten zien dat bij een kleine beweging of doorbuiging van het blad, hetgeen al optreedt bij zeer geringe windsnelheid, het ijs in grote brokken naar beneden valt en dat langwerpige platen ijs in een strook onder het rotoroppervlak terecht komen. De brokken hebben een oppervlak dat kleiner is dan het blad zelf en een dikte van enkele millimeters tot een centimeter. Door het “dwarrelen” van de brokken ijs kunnen deze, afhankelijk van de hoogte van de windturbine in een strook van enkele tientallen meters breed terecht komen. Bij een turbine met een masthoogte van ca. 65 meter is waargenomen dat de stukken ijs op 10-15 meter van het rotoroppervlak terecht kwamen.

Indien het gebied onder de rotor vrij toegankelijk is zal het aspect van afvallen ijs in de risicobeoordeling meegenomen moeten worden. De impact op een object is vergelijkbaar met die van brokken ijs die b.v. van een vrachtwagen afwaaien en een achteropkomende auto treffen; meestal is de achteropkomende auto niet beschadigd. Onbeschermde personen kunnen mogelijk gewond raken. Het aantal keren per jaar dat ijs aangroeit aan een blad is sterk afhankelijk van de lokale omstandigheden. Volgens schattingen van de opstellers van het handboek komt de situatie in Nederland maximaal twee keer per jaar voor.

Volgens het Besluit Voorzieningen en Installaties Milieubeheer mogen de windturbines niet in bedrijf zijn of worden genomen indien er ijs op de bladen zit. Mocht dit toch gebeuren dan zijn de risico's voor de omgeving minimaal omdat het om kleine brokstukken gaat die relatief ver weg geslingerd kunnen worden. Het PR hiervan is verwaarloosbaar klein.”

Ijsafwerping en Rijksweg A1

Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over Rijkswaterstaatwerken zegt hierover:

“De Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) heeft in 1992 een onderzoek uitgevoerd naar de invloed van windturbines op de verkeersveiligheid. De risico's zijn onderverdeeld in afleiding, slagschaduw en reflectie, afvallend ijs en botsing. De algemene conclusie uit het rapport is, dat deze risico's verwaarloosbaar zijn. Daarnaast is het risico op bladbreuk onderzocht door de Bouwdienst van RWS. De resultaten zijn neergelegd in het rapport ‘Veiligheidsrisico's voor passanten langs windturbines 1999’. De beide onderzoeksresultaten hebben tezamen met de ARBO ‘beleidsregels voor beheer en onderhoud’ geleid tot een voorkeursafstand van minimaal 30m en 50m uit de rand van de verharding van het hoofdwegennet respectievelijk de rand van de vaarweg tot aan de as van de windturbine.”



Het gebied direct onder de windturbine

Het gebied onder de windturbine is niet openbaar. Er zullen hier niet tot nauwelijks mensen aanwezig zijn waardoor de risico's met betrekking tot ijsafwerping verwaarloosbaar klein zijn.

Ijsdetectie / Bladverwarming

Windturbines kunnen uitgerust worden met ijsdetectie. Wanneer ijsafzetting plaatsvindt stopt de windturbine en draait deze indien gewenst naar een vooraf ingestelde stand (bijv. parallel aan de weg zodat de afstand tot de weg zo groot mogelijk is). De windturbines worden vervolgens pas weer in bedrijf genomen wanneer visueel is vastgesteld dat er geen ijs meer op de bladen zit.

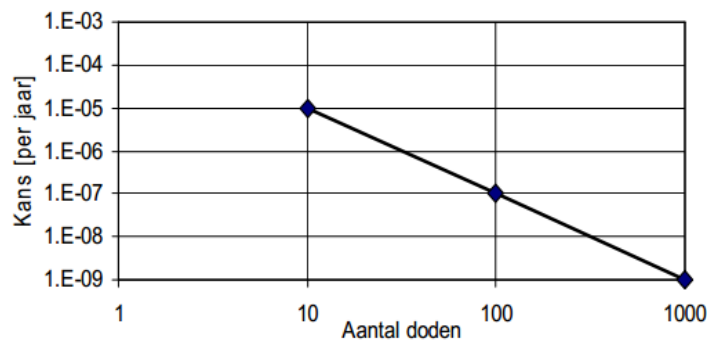
Een aantal windturbintypes op de markt kan worden voorzien van bladverwarming in combinatie met ijsdetectie. Wanneer ijsafzetting wordt gedetecteerd worden de bladen verwarmt zodat de ijsafzetting wordt tegengegaan. Zo vindt er geen ijsafwerping plaats.

De windturbines in Deventer zullen op z'n minst met ijsdetectie worden uitgerust. Na ijsdetectie zullen de windturbines parallel aan de rijksweg gedraaid worden zodat de kans dat er ijs op de rijksweg terecht komt geminimaliseerd wordt.



6 Groepsrisico

Het ministerie van VROM heeft het Groepsrisico gedefinieerd als de “cumulatieve kans per jaar dat een aantal personen overlijdt als rechtstreeks gevolg van hun aanwezigheid in het invloed gebied van een inrichting en een ongewoon voorval binnen die inrichting”. De toetsingswaarde voor het GR is maximaal toelaatbare kans van één op honderdduizend per jaar (10^{-5} /jaar) op een ongeval met 10 doden, en één op tien miljoen per jaar (10^{-7} /jaar) op een ongeval met 100 doden. Deze norm is grafisch weergegeven in onderstaand figuur.



Concreet betekent dit dat het groepsrisico enkel een aandachtspunt betreft indien er zich hoge dichtheden aan personen binnen het invloedgebied van de windturbine aanwezig zijn. Aangenomen wordt dat de kans dat een afgeworpen stuk blad 10 slachtoffers of meer in één keer zal treffen, zeer klein is. Daarom wordt het scenario ‘bladbreek’ niet als relevant geacht bij het bepalen van het groepsrisico.

Binnen de effectafstand voor ‘mastbreuk’ wordt de trefkans bepaald door het scenario mastbreuk en op korte afstand door het scenario ‘gondelbreuk’. Binnen deze effectafstanden (tiphoogte 135 meter) bevinden zich geen hoge dichtheden aan mensen. GR als direct gevolg van de windturbine is niet aan de orde.

Het document “Windturbines langs auto-, spoor- en vaarwegen; Beoordeling van veiligheidsrisico’s” zegt wat betreft de rijksweg het volgende: “Groepsrisicocurves hebben alleen betekenis voor ‘kleine-kans-groot-gevolg’-ongevallen met slachtoffer-aantallen groter dan 10 per ongeval. Uit studies ref. [2, 4, 5, 6] blijkt dat bij windturbineparken in de nabijheid van rijkswegen altijd ruimschoots aan de groepsrisiconorm wordt voldaan. In dit kader is de verwachtingswaarde Externe Veiligheid (EV) van het aantal doden per jaar een goede risicomaat.”

In de minimale afstand tot de rijksweg is reeds rekening gehouden met de verwachtingswaarde EV en het IPR.

De faalkans van de windturbines op de gasleidingen en transport gevaarlijke stoffen draagt niet substantieel bij aan een hoger risico. Hierdoor zullen de geldende Groepsrisico (GR) en Persoonsgebonden Risico (PR) en afstanden tot (beperkt) kwetsbare objecten ook na plaatsing van de windturbines van kracht blijven.



7 Conclusie

De plaatsing van de windturbines levert geen onacceptabele risico's voor de omgeving. Ten aanzien van alle relevante onderwerpen wordt voldaan aan de geldende richtlijnen en normen:

❖ **Windturbines en bebouwing**

Er bevinden zich geen kwetsbare objecten binnen de 10^{-6} contour en beperkt kwetsbare objecten binnen de 10^{-5} contour. Hiermee wordt voldaan aan de norm uit het Activiteitenbesluit (*Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer*).

❖ **Wegen**

De windturbines staan op een afstand van minimaal de wiek Lengte tot de Rijksweg (en afrit) gepland. Tot overige wegen wordt een grotere afstand gehanteerd. Hiermee bestaan er geen ontoelaatbare risico's voor passanten (*Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over Rijkswaterstaatwerken*).

❖ **Hogedruk gasleidingen**

Uitgaand van een maximale tiphoogte van 135 meter en een minimale wiek Lengte van 45 meter heeft de 'high impact zone' een maximale straal van 105 meter. De windturbines staan ruim buiten deze 'high impact zone' geprojecteerd (ca. 140 meter). Hiermee wordt ruim voldaan aan de richtlijn van de Gasunie en is verder kwantitatief onderzoek niet nodig.

❖ **Transport gevaarlijke stoffen**

Het toevoegen van de faalkansen van het vervoer gevaarlijke stoffen over de A1 door een ongeval met een windturbine heeft geen significante invloed op de hoogte van het externe veiligheidsrisico wat het vervoer van gevaarlijke stoffen met zich mee brengt. De conservatieve verhoging van 8% blijft onder de richtwaarde uit het Handboek Risicozonering Windturbines.

❖ **Ijsafwerping**

De windturbines in Deventer zullen op z'n minst met ijsdetectie worden uitgerust. Na ijsdetectie zullen de windturbines parallel aan de rijksweg gedraaid worden zodat de kans dat er ijs op de rijksweg terecht komt geminimaliseerd wordt. Direct onder de windturbine is geen openbaar gebied waardoor er zich geen onacceptabele risico's voordoen ten aanzien van ijsafwerping en passanten.

❖ **Groepsrisico**

De plaatsing van de windturbines resulteert niet in een onacceptabel Groepsrisico.



Bijlage 1: Trefkans transport gevaarlijke stoffen

Raakkans per passage

Wanneer de windturbine faalt kan dit een risicoverhogend effect opleveren voor passerend vervoer gevaarlijke stoffen. De volgende twee typen falen hebben een risicoverhogend effect op de weg:

1. het afbreken van (een gedeelte van) een windturbineblad,
2. het omvallen van een windturbine door mastbreuk,

Het naar beneden vallen van de gondel en/of rotor heeft alleen een risicoverhogend effect in het gebied direct onder de rotor. De windturbines draaien niet over de weg.

We bereken de faalkans per passage voor de volgende 3 punten:



Op basis van Bijlage B paragraaf 4: Generieke gegevens van het Handboek Risicozonering Windturbines is de totale trefkans van vervoer van gevaarlijke stoffen berekend. In dit voorbeeld wordt uitgegaan van een vrachtwagen van 15 bij 2,5 meter. Hij rijdt hierbij gemiddeld 80 km/u bij punten 2 en 3 en 40 km/u bij punt 1. De totale trefkans van een passerende object bedraagt:

$$P_{w,t} = N_T \cdot \left\{ P_{w,b}^* \frac{F_{a,b}}{L_b} + P_{w,m}^* F_{a,m} \right\}$$



waarin ;

NT: aantal turbines = 1

$P_{w,b}$: genormaliseerde trefkans per passage dat een passerend object wordt getroffen door een afgebroken blad van een 3,0 MW-turbine.

*Punt 1: $2,1 * 10^{-4}$ Punt 2: $5,0 * 10^{-5}$ Punt 3: $2,1 * 10^{-4}$*

L_b : Lengte van blad = 45 m.

$P_{w,m}$: genormaliseerde trefkans per passage dat een passerend object wordt getroffen door een omvallende 3,0 MW-turbine.

*Punt 1: $8 * 10^{-5}$ Punt 2: buiten val afstand Punt 3: $8 * 10^{-5}$*

$F_{a,m}$: factor die de verblijfstijd van het passerend object in rekening brengt.

*Punt 1: $1,8 * 10^{-7}$ Punt 2: buiten val afstand Punt 3: $9,1 * 10^{-8}$*

$F_{a,b}$: factor die de verblijfstijd van het passerend object in rekening brengt.

*Punt 1: $6,1 * 10^{-6}$ Punt 2: $3,0 * 10^{-6}$ Punt 3: $3,0 * 10^{-6}$*

$$F_{a,m} = \frac{L_o}{v_o} \frac{1}{365 \cdot 24 \cdot 3600}$$

$$F_{a,m} = \frac{L_o}{v_o} \frac{1}{365 \cdot 24 \cdot 3600} \left\{ 1,5 \cdot b_o + \frac{2}{3} L_b \right\}$$

Waarin:

L_o : lengte van het passerend object + remweg = 15 m + 48 m = 63 m.

v_o : snelheid van het passerend object in m/s = 80 km/u = 22 m/s en 40 km/u = 11 m/s

b_o : breedte van passerend object = 2,5 m/s

De trefkans van een passerende vrachtwagen is nu:

Punt 1. $4,29 * 10^{-11}$ per passage

Punt 2. $3,33 * 10^{-12}$ per passage

Punt 3. $2,13 * 10^{-11}$ per passage



Bijlage 2: Invloed op transport gevaarlijke stoffen

Notitie **Invloed risico's windturbines op externe veiligheidsrisico's vervoer gevaarlijke stoffen A1 te Deventer.**

Opdrachtgever : Bosch & Van Rijn

Contactpersoon Jeroen Dooper

Datum : 22 juni 2012

Auteur : ing. A.M. op den Dries

Reviewer : ir. J. Heitink

Project : 122312



Adviesgroep AVIV BV
Langestraat 11
7511 HA Enschede

Notitie : Invloed risico's windturbines op externe veiligheidsrisico's vervoer gevaarlijke stoffen A1 te Deventer

Opdrachtgever : Bosch & Van Rijn
Contactpersoon Jeroen Dooper

Datum : 22 juni 2012
Auteur : ing. A.M. op den Dries
Reviewer : ir. J. Heitink
Project : 122312

Inleiding

De gemeente Deventer is voornemens twee windturbines te plaatsen tussen de snelweg A1 en bestemmingsplan Bergweide-kloosterlanden-hanzepark-veenoord. De aanwezigheid van deze windturbines verhoogt het risico op ongevallen op de snelweg. Hierdoor wordt ook de kans op een ongeval van vervoer gevaarlijke stoffen (VGS) hoger.

Bosch & Van Rijn is in opdracht van de gemeente Deventer bezig met het inventariseren en berekenen van alle risico's die door de aanwezigheid van de windturbines worden veroorzaakt. Middels een notitie hebben zij berekend wat de trefkans is van een passerende vrachtwagen [1]. Aan de hand van deze trefkans wordt in deze notitie uitgelegd dat deze extra ongevalskans geen significante invloed heeft op het externe veiligheidsrisico.

Hoogte faalkans VGS met en zonder windturbines

In de studie Externe veiligheid hotel bestemmingsplan bedrijvenpark A1 is het externe veiligheidsrisico berekend van de A1 voor bestemmingsplan bedrijvenpark A1 te Deventer [2]. In deze studie is uitgegaan van de standaard initiële faalkans van $8.3 \cdot 10^{-8}$ /km jr voor snelwegen. De vervolgcans voor een uitstroming met meer dan 100 kg gevaarlijke stoffen is voor vloeistoffen 0.076 en voor gassen 0.0156 [3]. Tabel 1 toont de initiële kansen, de vervolgcansen en de totale kansen op een uitstroming van meer dan 100 kg gevaarlijke vloeistoffen en gassen (relevante uitstroming).

Initiële faalkans snelwegen [vtg km]	Fase uitstroming	Vervolgkans relevante uitstroming	Totale kans op relevante uitstroming [vtg km]
$8.3 \cdot 10^{-8}$	Vloeistof	0.076	$6.3 \cdot 10^{-9}$
$8.3 \cdot 10^{-8}$	Gas	0.0156	$1.3 \cdot 10^{-9}$

Tabel 1. Overzicht faalkansen en vervolgcansen relevante uitstroming

Uit de notitie van Bosch & van Rijn blijkt dat de trefkans van een passerende vrachtwagen maximaal $4.29 \cdot 10^{-11}$ per passage is (voor punt 1). Conservatief wordt aangenomen dat er altijd relevante uitstroming plaatsvindt als een vrachtwagen wordt getroffen door een windturbine(deel). Daarom wordt de trefkans per passage bij de totale kans op relevante uitstroming opgeteld. De trefkans per passage is echter niet uitgedrukt in /vtg km. Om dit om te kunnen rekenen is achterhaald op welke afstand het afgebroken blad de vrachtauto nog kan raken en wat vervolgens de lengte van de passage is. Voor de maximale afstand waarop het afgebroken blad de vrachtauto kan raken wordt 190 m aangehouden, conform figuur 4.1 uit bijlage B van het handboek risicozonering windturbines [4]. De raakkans buiten deze 190 m is meer dan een factor 100 lager als binnen deze 190 m, vandaar dat de grens getrokken wordt bij 190 m. Binnen deze afstand vanaf punt 1 ligt circa 430 m weg. Figuur 1 toont een grafisch overzicht van de ligging van dit deel van de afrit.



Figuur 1. Overzicht ligging windturbine

De kans op relevante uitstroming wordt daarom vermenigvuldigd met 0.432 om de kans op relevante uitstroming per passage te krijgen. De uitstromingskans per passage is vervolgens gesommeerd met de trefkans per passage. Tabel 2 toont het overzicht van deze sommatie.

Fase uitstroming	Trefkans per passage door windturbine	Totale kans op relevante uitstroming [/vtg km]	Kans op relevante uitstroming per passage	Gesommeerde kans op relevante uitstroming per passage	Percentage gesommeerde kans t.o.v. kans zonder windturbine
Vloeistof	$4.3 \cdot 10^{-11}$	$6.3 \cdot 10^{-9}$	$2.7 \cdot 10^{-9}$	$2.8 \cdot 10^{-9}$	102%
Gas	$4.3 \cdot 10^{-11}$	$1.3 \cdot 10^{-9}$	$5.6 \cdot 10^{-10}$	$6.0 \cdot 10^{-10}$	108%

Tabel 2. Overzicht kansen na sommatie met trefkans windturbines

Punt 1 in de notitie van Bosch & van Rijn ligt op de afrit van de snelweg. Voor dit punt heeft Bosch en & van Rijn aangenomen dat de snelheid van de vrachtwagens de helft is van die op de snelweg. Hierdoor wordt de raakkans hoger aangezien de vrachtwagen zich langer op hetzelfde stuk weg bevindt. Door uit te gaan van de trefkans per passage van punt 1 (i.p.v. punt 2 of 3) wordt dus uitgegaan van een bovengrens.

Conclusie

Uit tabel 2 is op te maken dat de aanwezigheid van de windturbines zorgt voor een maximale toename van 8% op de kans op een ernstig ongeval met een vrachtwagen met gevaarlijke stoffen met relevante uitstroming. Het externe veiligheidsrisico dat is berekend in studie Externe veiligheid hotel bestemmingsplan bedrijvenpark A1 wordt vooral bepaald door stofcategorie GF3 (brandbaar gas). Voor gasuitstroming neemt de kans op een ernstig ongeval met een vrachtwagen met ten hoogste 8% toe in de meest conservatieve situatie. Dit geldt alleen voor de afrit van de snelweg, uit de richting Hengelo, die in studie [2] niet is meegenomen.

Het toevoegen van de faalkansen van het vervoer gevaarlijke stoffen over de A1 door een ongeval met een windturbine heeft dus geen significante invloed op de hoogte van het externe veiligheidsrisico wat het vervoer van gevaarlijke stoffen met zich mee brengt.

Referenties

1. Bosch & van Rijn 2012 Windturbines en transport gevaarlijke stoffen Deventer
Versie 20 juni 2012
2. AVIV 2012 Externe veiligheid hotel bestemmingsplan bedrijvenpark A1
Projectnummer 122213
3. AVIV 2011 Achtergronddocument RBM II
Versie 2.0 november 2011
4. SenterNovem 2005 Handboek Risicozonering Windturbines
Versie 2 januari 2005