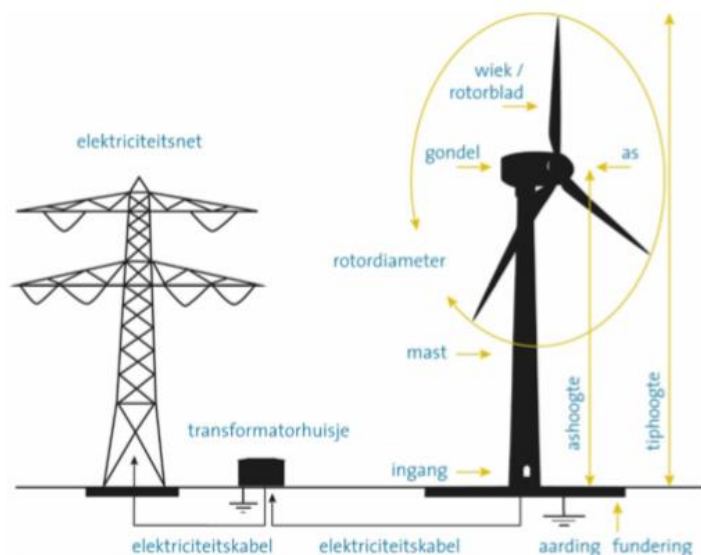


Infokaart (externe) veiligheid: Windturbines

Algemene beschrijving

Windenergie wordt gegenereerd door windturbines. Een windturbine heeft meestal vier hoofdonderdelen (zie afbeelding): een rotor, gondel (met daarin een versnellingsbak, naaf, generator en krui-installatie), mast (inclusief kabels) en een netaansluiting. De generator zet de bewegingsenergie om naar laagspannings elektriciteit (ongeveer 650 volt). In de gondel zijn diverse vloeistoffen aanwezig die nodig zijn om een windmolen draaiende te houden, zoals hydraulische olie en vet. De mast is meestal van metaal, maar kan ook van beton zijn. De turbines kunnen in geval van nood of voor onderhoud stil worden gezet met een aerodynamisch remsysteem en in geval van nood met een mechanische rem.



Opwekken windenergie met windturbines

Windturbines hebben doorgaans een vermogen in de range van 1 MW tot 5 MW. In Nederland staan ongeveer 2.000 windturbines (op land).

Voor het opzetten van een windpark gelden wetten en regels. Deze zijn er voornamelijk op gericht om de windmolens zo goed mogelijk in de omgeving in te passen. De Wet ruimtelijke ordening (Wro) bevat regels over de zogenoemde coördinatie-regelingen. Met deze regeling kan het bevoegd gezag alle procedures voor de verschillende vergunningen en het bestemmingsplan of inpassingsplan parallel aan elkaar laten lopen en coördineren. In het onderdeel 'juridische kaders' worden verdere relevante besluiten over windturbines benoemd en toegelicht.

Kans van optreden

Bij het falen van een windturbine zijn er drie faalscenario's belangrijk:

- Bladbreek: het blad breekt in de wortel af en wordt als geheel weggeworpen;
- Mastbreek: mastbreek vindt plaats doordat de mast bij de voetflens afbreekt of doordat de mast knikt op een hoger gedeelte;
- Gondel/rotorafworp: gondel en/of rotor komen als geheel naar beneden. De mast blijft staan.

Scenario	Faalfrequentie per turbine per jaar	Aandeel
Bladbreek	$8,4 \times 10^{-4}$	83%
a. Bladbreek bij nominaal bedrijf	$8,4 \times 10^{-4}$	
b. Bladbreek bij overtoeren	$5,0 \times 10^{-6}$	
Mastbreek	$1,3 \times 10^{-4}$	13%
Gondel/rotorworp	$4,0 \times 10^{-5}$	4%

Een windturbine wordt ontworpen en gebouwd voor 30 jaar en krijgt een certificaat voor 20 jaar. Na 20 jaar moet de molen jaarlijks worden geïnspecteerd.

Door de diverse vloeistoffen die worden gebruikt in de gondel ontstaat een brandrisico. Effecten hiervan zijn rookontwikkeling en hitteontwikkeling. Daarnaast bestaat door brand het gevaar dat (een gedeelte van) de turbine afbreekt. In Nederland hebben sinds 2013 drie branden plaatsgevonden in windmolens. De kans op een brand in een windmolen is $1,25 \times 10^{-4}$ per jaar.

Voor werknemers en hulpverleners - die de turbine in moeten voor een redding/blussing - zijn daarnaast vallen van hoogte, beknelling, elektrocutie en geraakt worden door bewegende delen belangrijke risico's.

Risico's en effecten

Het meest geloofwaardige scenario is een breek en val van een windturbineblad bij nominaal bedrijf, op gebouwen, personen of vitale infrastructuur. Dit kan eventueel ook gebeuren bij overtoeren door overbelasting of bij extreem weer.

Belangrijke parameters die van belang zijn, zijn de ashoogte, rotordiameter en lengte van het blad, nominaal toerental, ligging van het zwaartepunt van het blad en het bladoppervlak. De maximale afstand die door een afbrekend rotorblad overbrugd kan worden, wordt de maximale werpafstand genoemd. Hieronder zijn de algemene waarden voor de werpafstand weergegeven. Wanneer er gegevens beschikbaar zijn van een specifieke turbine kunnen specifieke afstanden worden berekend, deze kunnen afwijken van de algemene waarden.

IEC1¹

Turbine type	WT1000		WT2000		WT3000		WT4000		WT5000	
Vermogen [kW]	1000		2000		3000		4000		5000	
Ashoogte [m]	60	80	80	100	90	120	90	120	100	120
Max werpafstand [m]										
Nominaal toerental	131	143	158	170	176	193	186	204	202	214
Overtoeren	389	406	457	473	507	531	543	568	585	602

IEC2

Turbine type	WT1000		WT2000		WT3000		WT4000		WT5000	
Vermogen [kW]	1000		2000		3000		4000		5000	
Ashoogte [m]	60	80	80	100	90	120	90	120	100	120
Max werpafstand [m]										
Nominaal toerental	142	155	175	187	198	216	213	231	233	245
Overtoeren	430	447	519	536	588	613	641	667	699	716

¹ De windklasse van een gebied is bepalend voor het type turbine. De International Electrotechnical Commissie (IEC) onderscheidt drie windklassen: IEC I (High Wind), IEC II (Medium Wind) en IEC III (Low Wind). Het plaatsen van een turbine klasse I op een klasse II locatie verkleint de faalkans van de turbine.

De risico's van het falen van een windturbine zijn onder andere afhankelijk van de omgeving waar de windturbine in staat. Een object in de nabijheid van de windturbine(s) en de aanwezigheid van personen of infrastructuur vergroten de effecten en daarmee de risico's. Daarnaast is de eventuele aanwezigheid van een risicobron in de directe omgeving, zoals een opslag met gevaarlijke stoffen van belang. Er zijn vier mogelijke situaties. Twee situaties waarbij sprake is van directe risico's en twee waarbij sprake is van indirecte risico's, ook wel domino-effect genoemd.

Windturbine in de nabijheid van een:

- kwetsbaar object: direct risico voor het object (*bijvoorbeeld een woonwijk*);
- weg, spoorweg of vaarweg: direct risico voor passanten;
- risicobron (*bijvoorbeeld Bevi-inrichting*): indirect risico voor een kwetsbaar object wanneer dit in de omgeving van de risicobron ligt;
- weg, spoorweg, vaarweg of buisleiding waar gevaarlijke stoffen over/door vervoerd worden: indirect risico voor de omgeving en daarin aanwezige kwetsbare objecten als gevolg van een ongeval met gevaarlijke stoffen.

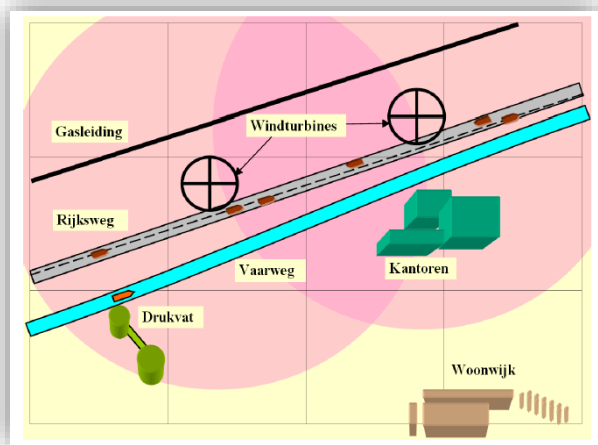
Bij een risicoanalyse moet worden gekeken naar objecten in de omgeving die in te delen zijn in één van de volgende categorieën: (1) bebouwing, (2) autowegen, (3) vaarwegen, (4) spoorwegen, (5) industrie, (6) buisleidingen, (7) hoogspanningsinfrastructuur en (8) dijkluchamen en waterkeringen.

Voor elke categorie zijn andere risicocriteria en wetgeving van toepassing. Bij opslag of transport van gevaarlijke stoffen moet het groepsrisico berekend worden. Hiervoor zijn de afstandseisen niet van toepassing.

De richtwaarde van 10% geeft antwoord op de vraag in hoeverre het scenario van een omgevallen windturbine in de QRA moet worden beschouwd van een bedrijf met bijvoorbeeld een drukvat gelegen binnen de risicocontour van een windturbine(park). Wanneer de faalkans van het drukvat met meer dan 10% zou toenemen, dan is deze van invloed op de risicocontour van het bedrijf en dus in de QRA moeten worden meegenomen. Als de faalkans ten gevolge van de windturbine kleiner is dan 10% ten opzichte van de bestaande faalkans, dan kan de bijdrage van de windturbine worden verwaarloosd.

Juridische kaders

Activiteitenbesluit	Geen beperkt kwetsbare objecten binnen de PR 10 ⁻⁵ contour. Geen kwetsbare objecten binnen PR 10 ⁻⁶ contour.
Besluit externe veiligheid buisleidingen	Turbines toegestaan, mits toegevoegd risico geen knelpunten met het plaatsgebonden risico veroorzaakt.
Besluit externe veiligheid inrichtingen	Turbines toegestaan, mits toegevoegd risico geen knelpunten met het plaatsgebonden risico/groepsrisico veroorzaakt.
Besluit externe veiligheid transportroutes	Turbines toegestaan, mits toegevoegd risico geen knelpunten met het plaatsgebonden risico/groepsrisico veroorzaakt.
Beleidslijn Rijkswaterstaat (ProRail)	Bij overdraai over gronden is vergunning vereist waarbij afstand minimaal de halve rotordiameter moet zijn (wegen) of 50 meter (vaarwegen), of uit onderzoek blijkt dat er geen onaanvaardbaar veiligheidsrisico bestaat.
Handboek risicozonering windturbines	Verzameling van eisen, normwaarden, richtlijnen en beleidslijnen van derden. Daarnaast bijlagen met rekenmethodieken.



Bestrijdbaarheid en hulpverlening [per aanvraag beoordelen]

Bij een ongeval met een windturbine kunnen alleen slachtoffers vallen op plekken waar afgebroken onderdelen van een windturbine terecht komen. Daarnaast kunnen domino-effecten optreden zoals instortende gebouwen, lekkende tanks met gevaarlijke stoffen en uitval van nutsvoorzieningen. Een repressieve inzet door de brandweer in een windturbine is niet mogelijk.

Benodigheden voor optreden: [per aanvraag beoordelen]

- [Gebied] en [windturbine] goed toegankelijk;
- Geschikte opstelplaats(en).

Voor iedere situatie gelden specifieke inzetstrategieën waarbij altijd geprobeerd zal worden de windturbine uit te zetten. Voor brand boven in de windturbine geldt dat de mogelijkheden om de brand te bestrijden, beperkt zijn en de risico's voor de hulpverleners groot, waardoor eventuele slachtoffers niet te redden zijn. De strategie beperkt zich dan tot het aanhouden van voldoende afstand en wachten tot het vuur gedoofd is. Voor hulpverlening boven in de windturbine kan de inzet van een hoogtereddingsteam (HRT) noodzakelijk zijn.

Zelfredzaamheid

Bij een ongeval met een windturbine kunnen alleen slachtoffers vallen op de plekken waar afgebroken onderdelen van een windturbine terecht komen. Daarnaast kunnen er natuurlijk slachtoffers vallen door domino-effecten.

- (Onderhouds-)medewerkers moeten bij brand zelf de windturbine kunnen verlaten.

Maatregelen [per aanvraag beoordelen]

Planologische mogelijkheden verkennen:

- Alternatieve locatie onderzoeken;
- Beperken van de bouw van windturbines op locaties met intensief ruimtegebruik (bijv. vitale infrastructuur en petrochemische industrie);
- Beperken van de kans op bladbreuk door innovaties zoals windturbines zonder bladen.

Bronmaatregelen om de kans te beperken:

- Sectormanagement: stilzetten (risico door bladafwerp wordt nul);
- Verhoging IEC klasse voor mast en fundering (alléén van toepassing op mastbreuk);
- Verwarming in het rotorblad.

Bronmaatregelen om de effecten te beperken:

- Ashoogteverlaging (verlagen effectafstand mastbreuk en bladafworp);
- Toerentalverlaging in combinatie met vermogensbeperking (verkleinen worpafstand rotorbladen);
- Sectormanagement: verlagen toerental (bij vooraf gedefinieerde windrichtingen voor scenario bladafworp);
- Bij ijsafzetting op de rotorbladen moeten de turbines stilgezet worden om te voorkomen dat het ijs met kracht weggeworpen wordt en voor schade en/of letsel zorgt. Het restrisico is dat het ijs van stilstaande rotorbladen valt. Het gebied waarin dit voor schade en/of letsel zorgt, is wel kleiner dan bij draaiende rotorbladen.

Brandpreventieve maatregelen:

- maatregelen om schade aan de windturbine te voorkomen;
- maatregelen om het vluchten van (onderhouds-) medewerkers mogelijk te maken;
- bieden van een alternatief vluchtraject aan de buitenzijde van de windturbine voor (onderhouds-) medewerkers.

Maatregelen om de effecten te beperken:

- Beveiligen van bovengrondse objecten (gasleiding, hoogspanningsmast, kabel etc.);
- Voldoende afstand houden tot objecten en infrastructuur (hoogspanningsleidingen en hogedrukgasleidingen²);
- Vitale infrastructuur en petrochemische industrie als kwetsbaar object beschouwen;
- Diepteligging (voor ondergrondse objecten);
- Sterkte van objecten vergroten;
- Ondergrondse infrastructuur afdekken met beschermende stalen of betonnen platen;
- Nemen van brandpreventieve maatregelen als omgeving kwetsbaar is voor brand (risico op bos-, heide- of duinbrand)

De hinder die mensen ervaren van windturbines, hangt in de praktijk ook af van de mate waarin zij zich betrokken voelen bij de opzet, de exploitatie en het toezicht op het windpark. Het is daarom belangrijk omwonenden mee te laten denken over de opzet en de opgelegde voorwaarden. Een groter draagvlak is ook bereikbaar door omwonenden (financieel) te laten participeren in het park, bijvoorbeeld via een korting op hun energierekening.

Restrisico [per aanvraag beoordelen]

De maatregelen zijn gericht op het voorkomen en/of beheersen van een incident met windturbines. Na uitvoering van de geadviseerde maatregelen blijft een restrisico over.

Incidenten

- Twee doden (monteurs) bij brand windturbine in Ooltgensplaat (29 oktober 2013);
- Wiek van windturbine op snelweg na blikseminslag in Zeewolde (28 mei 2009);
- Weg afgezet na ijsvorming op wieken windturbines in Groningen Seaport (18 december 2008).

Referenties

1. Agentschap NL, Handboek Risicozonering Windturbines, september 2014
2. Antegroep, Cursus Basiskennis windturbines & het interpreteren van risicoberekeningen voor windturbines, oktober 2016

² Gasunie vindt dat in beginsel een intrinsiek veilige afstand aangehouden moet worden tussen de windturbines en de gasinfrastructuur. Deze intrinsiek veilige afstand is gelijk aan de bladworpafstand van een bij overtoeren van de windturbine afgebroken rotorblad. Voor de ondergrondse gasleidingen beschouwt Gasunie de grootste waarde van ofwel de bladworpafstand van een bij nominaal toerental afgebroken rotorblad ofwel de afstand gelijk aan de masthoogte + 1/3 wieklengte als een voldoende veilige afstand.

3. Commissie voor de milieueffectrapportage, Factsheet Windparken op land en milieueffectrapportage, februari 2019
4. Gasunie Transport Services, Het beleid van Gasunie Transport Services inzake het veilig plaatsen van windturbines bij haar gasinfrastructuur, 2015
5. <https://www.ifv.nl/kennisplein/Documents/20210329-IFV-Kennisbundel-windturbines.pdf>
6. Instituut Fysieke Veiligheid, Een internationale verkenning naar fysieke veiligheidsaspecten van de energietransitie, 14 januari 2020
7. Instituut Fysieke Veiligheid, Infoblad Energietransitie ten bate van veiligheidsregio's, 23 juli 2019
8. Notitie horende bij het Handboek Risicozonering Windturbines
9. Rijkswaterstaat, Handreiking Risicozonering Windturbines, 21 januari 2020
10. VRR, Infosheet windturbines brandveiligheid en omgevingsrisico's, februari 2016