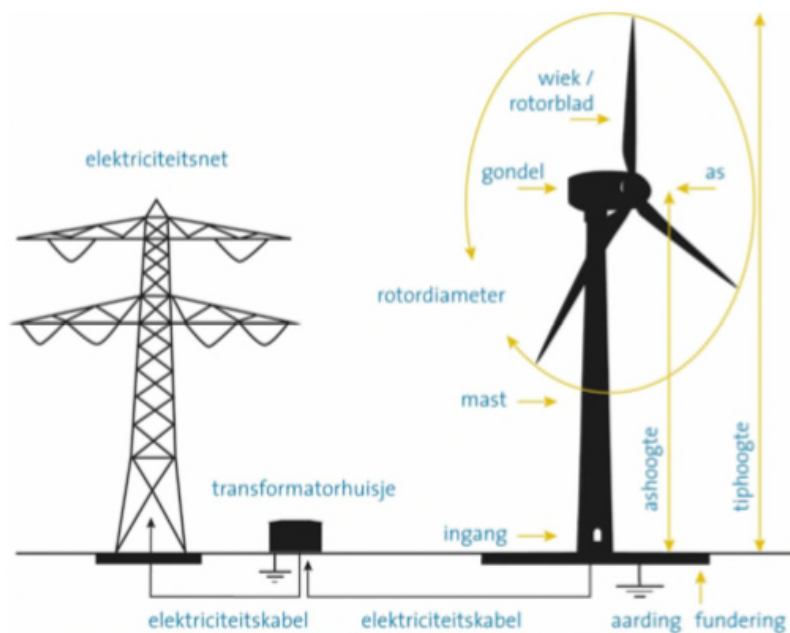


Infokaart (externe) veiligheid: Windturbines

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.



Afbeelding 1 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 coördinatieregelingen. 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.

Infokaart (externe) veiligheid: Windturbines

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.

Risico's en effecten

Het meest geloofwaardige scenario is een breuk 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.

IEC¹

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

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

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.

Infokaart (externe) veiligheid: Windturbines

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.

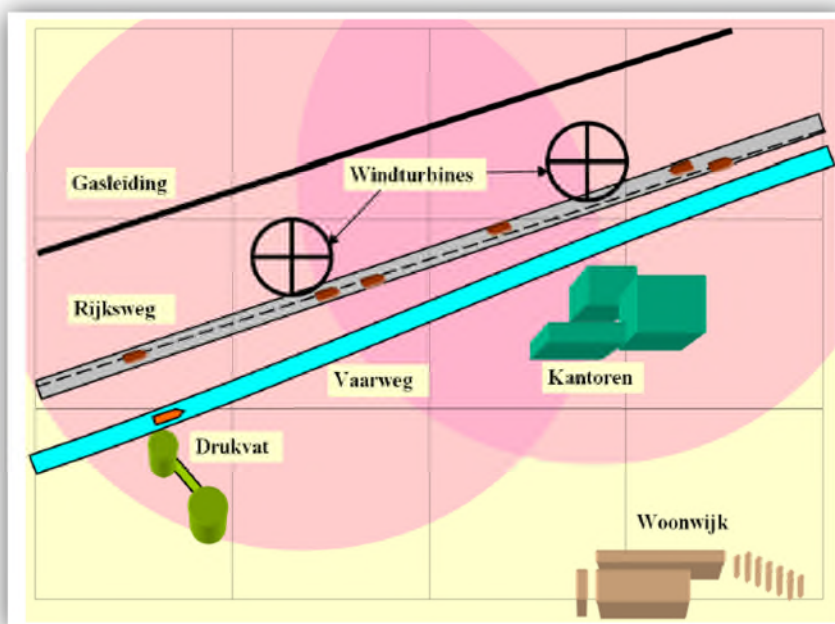
Windturbine in de nabijheid van een:

- 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) dijklichamen 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.

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.



Infokaart (externe) veiligheid: Windturbines

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).

GHOR processen en taken:

- Gewonden verzorgen en transporteren.

Politie processen en taken:

- Verkeer omleiden en gidsen hulpverleningsdiensten.

Gemeentelijke processen en taken:

- Opvang en verzorging van personen uit het effectgebied;
- Voorlichting/communicatie over het ongeval;
- Registreren van slachtoffers.

De benodigde omvang van de inzet is afhankelijk van de aard en omvang van de windturbine en de omgeving.

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 bladafworp wordt nul);
- Verhoging IEC klasse voor mast en fundering (alléén van toepassing op mastbreuk).

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 weggegooid wordt en voor schade en/of letsel zorgt. Het restrisico is dat het ijs

Infokaart (externe) veiligheid: Windturbines

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 vluchttrajec aan de buitenzijde van de windturbine voor (onderhouds-) medewerkers.

Maatregelen om de effecten te beperken:

- Beveiligen van bovengrondse object (gasleiding, hoogspanningsmast, kabel etc.);
- Aanbrengen van een beschermende omhulling (gewapend beton of stalen constructie);
- 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)

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.

- Restrisico in beeld brengen;
- Beoordelen of de hulpvraag en het hulpaanbod (tijdig) in evenwicht kunnen raken;
- De beslissing over de acceptatie van het restrisico ligt bij het bevoegd gezag.

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. Commissie voor de milieueffectrapportage, Factsheet Windparken op land en milieueffectrapportage, februari 2019
2. Instituut Fysieke Veiligheid, Infoblad Energietransitie ten bate van veiligheidsregio's, versie 2.0, 23 juli 2019
3. Cursus Basiskennis windturbines & het interpreteren van risicoberekeningen voor windturbines, oktober 2016 (Anteagroup)
4. Infosheet windturbines brandveiligheid en omgevingsrisico's, februari 2016 (VRR)
5. Handboek Risicozonering Windturbines, september 2014 (Agentschap NL)
6. Notitie horende bij het Handboek Risicozonering Windturbines