

AAN Gemeente Slochteren tav Bas Hollander
KOPIE AAN Wiebe Mulder, Bob Okhuijsen, John Zwaal

DATUM 23 mei 2016
REFERENTIE PU-AM 16-335
VAN Catherine Fricot, Chantal ter Braak

ONDERWERP Notitie analyse en bepaling veilige afstand van kleine windturbines

TER BESLUITVORMING



TER INFORMATIE



Doel notitie

De gemeente Slochteren heeft bij TenneT de vraag ingediend welke afstand in het bestemmingsplan moet worden aangehouden en geborgd tussen assets van TenneT en nog te plaatsen kleine windturbines (het e.e.a. conform het beleid kleine windturbines van de gemeente Slochteren, 2015). In deze notitie wordt onderbouwd en beschreven welke afstand moet worden aangehouden volgens TenneT om de leveringszekerheid niet in gevaar te brengen. De gemeente heeft aan TenneT gevraagd of het mogelijk is om - in lijn met hetgeen voor assets van Gasunie is opgenomen – een vaste afstand te definiëren. TenneT heeft in deze notitie onderbouwd welke afstand passend zou zijn om aan te houden, rekening houdend met de Nederlandse opgave inzake aantallen te plaatsen windturbines).

Aanname analyse kleine windturbines

In deze notitie wordt onder "kleine windturbine" verstaan dat het een turbine betreft met een maximale ashoogte van 15 meter betreft en een maximaal vermogen van 10kW en bladen van maximaal 6 meter conform beleid van de Gemeente Slochteren. Er wordt geen nominaal toerental opgegeven en ook is de afstand van het zwaartepunt van het afgebroken bladdeel tot het rotorcentrum niet opgegeven. De windturbine is ontworpen aan de hand van de IEC 61400-2 norm voor kleine windturbines, maar is niet gecertificeerd.

De windturbine zoals opgegeven door de Gemeente Slochteren worden uitgerust met drievoudige beveiligingen [1]:

- De rotorbladen draaien automatisch uit de wind indien de windbelasting te hoog wordt;
- De generator kan handmatig worden stopgezet middels een noodknop, en;
- overtollige energie wordt geloosd in een lastweerstand om de omvormer te beschermen.

Deze beveiligingen zijn een verbetering zijn ten opzichte van eerdere generatie windturbines, echter is de beveiliging niet van hetzelfde niveau als de windturbines van 1-5 MW. Daarnaast is de windturbine niet gecertificeerd.

Daarom kiest TenneT er voor rekening te houden met de maximale werpafstand bij tweemaal nominaal toerental (in tegenstelling tot de maximale werpafstand bij nominaal toerental zoals opgenomen in het Handboek Risicozonering Windturbines, verder te noemen HRW [3]).

Verder hanteert TenneT dat de werpafstand wordt gerekend tot aan de meest nabij gelegen:

- buitenste geleider ingeval van een bovengrondse verbinding;
- buitenzijde van het kabelbed ingeval van een ondergrondse verbinding;
- begrenzing van de inrichting ingeval van een station.

Aannames conform handboek Risicozonering Windturbines

Conform het HRW zijn er meerdere scenario's en faalkansen voor risicoanalyses van windturbines, te weten:

- Bladbreek
- Mastbreek
- Naar beneden van hele gondel en/of rotor
- Naar beneden vallen van kleine onderdelen, bladen en tipdelen nadat de toren heeft geraakt en stukken ijs tijdens stilstand.

Aangezien met name bladbreek het grootste risicogebied beslaat en de overige risico's binnen dit gebied vallen, is er in de beoordeling enkel naar de risicozonering van windturbines bij bladbreek gekeken.

Conform het HRW (bijlage C-9) zijn dan de volgende krachten van toepassing op trefkans bij bladafbreuk:

- Liftkrachten: Ten gevolge van de aerodynamische lift ondervindt het blad een kracht loodrecht op zijn oppervlak. Direct na breuk zal het blad in het vlak van de rotor wegvliegen, waarbij het zal roteren om zijn zwaartepunt. Tijdens dit tuimelen, kan de gemiddelde waarde van de lift worden verwaarloosd [8]. Liftkrachten zijn wel van belang als het blad gaat zweven. Echter, bij de huidige kunststof bladen ligt het zwaartepunt op ca. 1/3 van de bladlengte, waardoor het onwaarschijnlijk is dat een blad vanuit tuimelen overgaat in zweven, omdat dit een instabiele toestand is [4]. Bij beide modellen wordt dus verondersteld dat door de ligging van het zwaartepunt het blad tot inslag zal blijven tuimelen en dat de liftkrachten kunnen worden verwaarloosd.

- Weerstandskrachten in rotorvlak: De luchtweerstandskrachten in het rotorvlak hebben tot gevolg dat de werpafstand volgens de kogelbaanberekeningen wordt beperkt. Verwaarlozing van deze weerstandskracht levert dus een conservatieve werpafstand op bij het kogelbaanmodel. De weerstandskracht is evenredig met het kwadraat van de relatieve snelheid van het blad ten opzichte van de lucht, zodat bij een overtoerensituatie de invloed van de luchtweerstand erg groot kan worden.

- Weerstandskrachten loodrecht op rotorvlak
De luchtweerstandskracht loodrecht op het rotorvlak zal er voor zorgen dat het blad naar achteren wordt verplaatst. Dit aspect is alleen van belang als de invloed van de windrichting en windsnelheid in beschouwing wordt genomen, zoals bij het ballistisch model met luchtweerstandskrachten. Bij het kogelbaanmodel wordt dus impliciet aangenomen dat de invloed van de windrichting is te verwaarlozen. In hoofdstuk 4 van deze bijlage is aangetoond dat deze aanname gerechtvaardigd is voor locaties waar de windrichtingverdeling vergelijkbaar is met die van Nederland. Voor locaties waar een bepaalde windrichting dominant is, zoals bij passaatwinden, is het wel van belang de windroos in de berekening mee te nemen.

Samenvattend, zal de bepaling van de afstand van de impact bij bladbreek berekend worden onder de aanname dat er geen luchtweerstand is en dat het afgeworpen bladdeel niet gaat zweven.

Berekening ballistisch model zonder luchtkrachten

Indien het een en ander wordt toegepast en berekend voor deze situatie conform bijlage C-1 van het HRW dan volgt hieruit dat - er van uitgaande dat het blad bij de as breekt - de afstand tot het rotorcentrum van het zwaartepunt van het wegvliegende deel zeer conservatief ingeschat is op 50% (normaliter 35% bij kunststof bladen) van de bladafstand. Deze conservatieve inschatting is gemaakt omdat kennis omtrent deze bladen niet beschikbaar is (gesteld door de gemeente). De samenstelling van de windturbine is in ieder geval van hout en metaal. Verdere details worden niet gegeven. In bijlage 1 is een aantal voorbeelden opgenomen.

Ballistisch model zonder luchtkrachten

(zie handboek Risicozonering windturbines bijlage C-1 par 2.1 p C-10)

Aannamen:

- luchtkrachten worden verwaarloosd
- er wordt gebruik gemaakt van het principe van de klassiek kogelbaanmodel

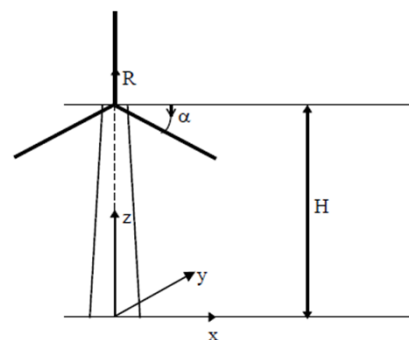
Formule voor plaatsbepaling van blad bij bladbreuk:

$$\begin{aligned} x(t) &= R_z \cos \alpha - \Omega R_z t \sin \alpha \\ y(t) &= 0 \\ z(t) &= H - R_z \sin \alpha - \Omega R_z t \cos \alpha - \frac{gt^2}{2} \end{aligned} \quad (2.1.3)$$

Het tijdstip waarop het zwaartepunt de grond raakt volgt uit $z(t_i)=0$ en wordt gegeven door

$$t_i = -\frac{\Omega R_z \cos \alpha}{g} + \sqrt{\frac{2}{g} \left(H - R_z \sin \alpha + \frac{\Omega^2 R_z^2 \cos^2 \alpha}{2g} \right)} \quad (2.1.4)$$

- H : hoogte rotoras [m]
 Ω : toerental van de rotor [rad/s]
 R_z : afstand tot het rotor centrum van het zwaartepunt van wegvliegende deel [m]
 α : azimuthhoek [rad]
 g : valversnelling ($= 9,81 \text{ m/s}^2$).



Figuur 1: Overzicht parameters in ballistisch model

Conclusie

Zoals hierboven aangegeven zijn wij van mening dat het niet hebben van een certificaat in combinatie met de gehanteerde veiligheidsmaatregelen om de kleine windturbines veilig te (kunnen) laten draaien minder zekerheid geven voor de door ons gewenste leveringszekerheid in vergelijking met de windturbines vallend binnen de reikwijdte van het HRW. Daarom wenst TenneT extra zekerheid en wordt de maximale werpafstand bij tweemaal nominaal toerental aangehouden om de minimale afstand te bepalen.

Deze werpafstand wordt gerekend tot aan de meest nabij gelegen:

- buitenste geleider ingeval van een bovengrondse verbinding;
- buitenzijde van het kabelbed ingeval van een ondergrondse verbinding;
- begrenzing van de inrichting ingeval van een station.

De werpafstand wordt bepaald door de bepalende variabelen te weten de ashoogte, nominaal toerental en de afstand van het zwaartepunt van het afgebroken bladdeel tot het rotorcentrum. In het beleid van de gemeente is echter geen (max.) nominaal toerental opgegeven en ook is de afstand van het zwaartepunt van het afgebroken bladdeel tot het rotorcentrum niet opgegeven. Dit maakt dat TenneT geen standaard afstand kan aangeven die aangehouden moet worden tussen de kleine windturbines en assets van TenneT.

De gemeente wordt dan ook verzocht in het beleid op te nemen dat de gewenste afstand voortvloeit uit de berekening conform ballistisch model zonder luchtkrachten [3]. Hiervan zijn in bijlage 1 enkele voorbeelden gegeven.

Hierbij geldt dat indien aangetoond kan worden dat de veiligheidsmaatregelen verbeteren en/of de windturbine gecertificeerd is, dat TenneT dan zal overwegen te kiezen voor nominaal toerental.

Referenties

- 1 Ruimtelijke onderbouwing testopstelling 10 kW windmolen, Graauwedijk 74 in Overschild, dd 2-dec-2014. Zaaknummer 2015001177 dd 18-maa-2015.
- 2 Ontwerprapport 10 kW windmolen, dd 11-feb-2015. Zaaknummer 2015001177, Gemeente Slochteren dd 16-maa-2015
- 3 Handboek Risicozonering Windturbines versie 3.1 dd sept 2014
<http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/windenergie-op-land/milieu-en-omgeving/risicozonering>

Bijlage 1 Voorbeelden bij ballistisch model zonder luchtkrachten.

Symbool parameter/output	Parameter/output	Casus 1	Casus 2	Casus 3	Casus 4	Casus 5	Casus 6	Casus 7
H	Ashoogte (m)	15	15	15	15	10	10	10
Rz	Afstand zwaartepunt afgebroken bladdeel tot rotorcentrum (m)	3	3	2	2	3	3	2
Ω	Nominaal Toerental (rpm)	140	75,67	75,67	140	140	75,67	140
Output	Maximale werpafstand bij nominaal toerental (m)	212	71	38	102	207	67	98
Output	Maximale werpafstand bij 2* nominaal toerental (m)	804	245	117	366	799	241	361