

Advies door Elia bij het oprichten van windturbines in de nabijheid van hoogspanningsinstallaties

Versie 1 februari 2024



Inhoud

1.	Algemeen	3
2.	Hoogspanningslijn	5
2.1	Beoordeling risico voor trillingen door turbulentie van de windmolen.....	5
2.2	Beoordeling risico trefkans van een falende windmolen	5
3.	Hoogspanningsposten	7
3.1	Beoordeling risico voor trillingen door turbulentie van de windmolen.....	7
3.1.1	AIS posten.....	7
3.1.2	GIS posten.....	7
3.2	Beoordeling risico trefkans van een falende windmolen	8
3.2.1	AIS posten en GIS posten	8



1. Algemeen

Elia onderscheidt twee risico's tijdens de uitbating van een windmolen t.o.v. een hoogspanningslijn en hoogspanningspost die hieronder verder beschreven worden:

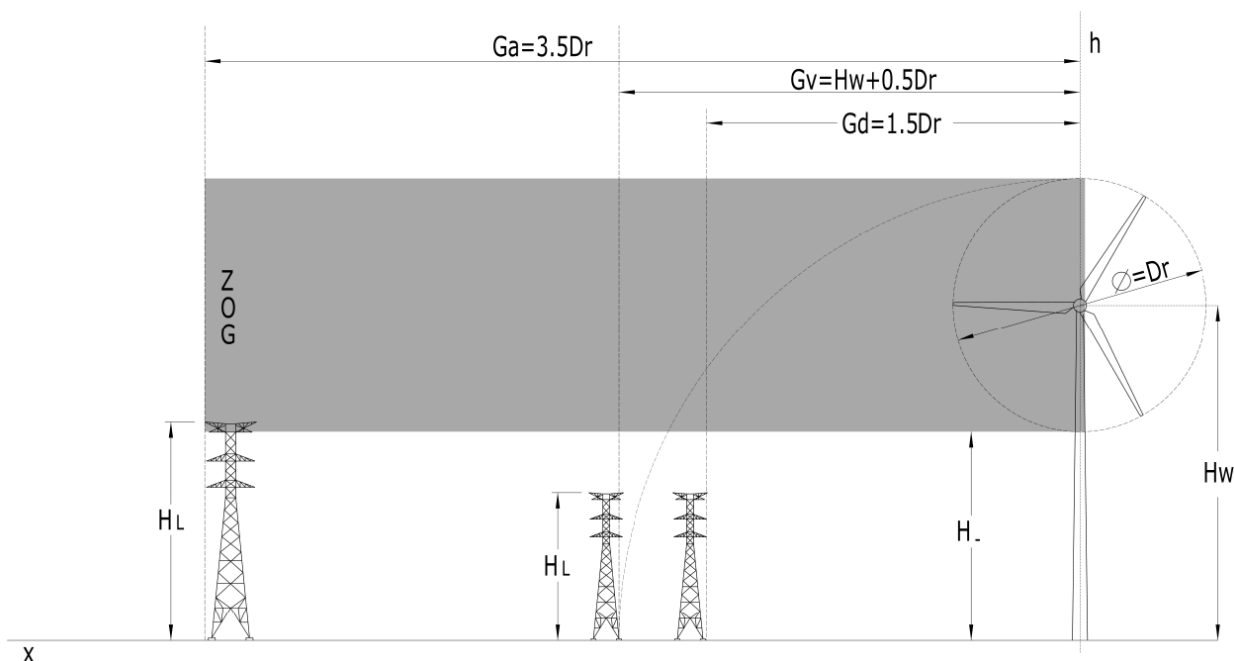
1. Falen van de hoogspanningsgeleiders van de hoogspanningslijn of van de rails, transversalen van de hoogspanningspost door **trillingen**
2. Falen van de hoogspanningsmasten van de hoogspanningslijn of van de hoogspanningspost doordat deze getroffen wordt door een **falende windmolen**

De adviesverlening voor bovenvermelde risico's houdt rekening met de volgende definities:

- **L** = de onderlinge afstand tussen een windmolen en de hoogspanningslijn of perceelgrens van een hoogspanningspost.
 - Voor een hoogspanningslijn: de horizontale afstand, gemeten op de loodrechte tussen de verticale as van de windmolen en de buitenste fase van een overspanning;
 - Voor een hoogspanningspost (AIS/GIS): de horizontale afstand, gemeten op de loodrechte tussen de verticale as van de windmolen en de perceelgrens van de Elia-eigendom
- **H_w** = de hoogte boven het maaiveld van de as van de windmolenrotor
- **H₋** = $H_w - 0,5 \times D_R$ ondergrens van de invloed zone van de windmolenrotor
- **D_R** = de doormeter van de windmolenrotor
- **H_L** = de hoogte van de bovenste hoogspanningsgeleider/aardkabel(s)/rails in de beschouwde invloedzone
- **H_v** = $G_v =$ Valgevaargrens = $H_w + 0,5 D_R$
- **G_A** = Adviesgrens = $3,5 D_R$ = Minimale waarde voor de onderlinge afstand (L) waarvoor geen overleg met Elia noodzakelijk is
- **G_D** = Drukgevaargrens = $1,5 D_R$ = Minimale waarde voor de onderlinge afstand (L) waarbij volgens internationale studies de veranderingen in winddruk, veroorzaakt door de windmolen in werking, een ongewenste beweging van de geleiders kunnen veroorzaken met kans tot beschadiging (o.a. breuk) op langere termijn.
- **G_{PN}** = Effectafstand bladbreuk nominaal = Het bereik van de tip van het blad van de faalmodus bladbreuk bij nominaal toerental m.a.w. de som van de maximale werpafstand van het zwaartepunt en de afstand van het zwaartepunt van het blad tot de tip van het blad.
- **Zog** = cilindervormige zone achter de windmolens waarbinnen er turbulentie kan optreden in de luchtlagen die zorgen voor bijkomende trillingen bv. op de geleiders van de hoogspanningslijn.

Onderstaand schema illustreert de verschillende definities, met uitzondering van **G_{PN}** omdat dit geen vaste geometrische afstand is.





Wat betreft de beoordeling van het risico trefkans van een falende windmolen verwijzen we naar de volgende referenties voor de begroting van het risico:

- Handboek Windturbines. Richtlijnen voor de risicoberekeningen van windturbines – versie 1.1 d.d. 01/10/2019, Vlaamse Overheid, Departement Omgeving, 2019.
<https://omgeving.vlaanderen.be/instrumentarium-windturbines>
- Handboek Risicozonering Windturbines, 3e geactualiseerde versie mei 2013 en herziene versie 3.1 september 2014, AgentschapNL: *specifiek om de trefkans te begroten op een bovengrondse hoogspanningslijn*
[Handboek Risicozonering Windturbines versie 2 \(rvo.nl\)](#)

Als bovenstaande referenties recentere updates hebben op het ogenblik van het opmaken van een risico-analyse, dient dit vermeld te worden in de particuliere risico-analyse.

Voor de hierna volgende beoordelingen op het risico van trillingen en trefkansen zowel op een hoogspanningslijn als een hoogspanningspost, geven de tabellen een overzicht van de concrete toepassing, hetgeen geïllustreerd wordt door schema's.

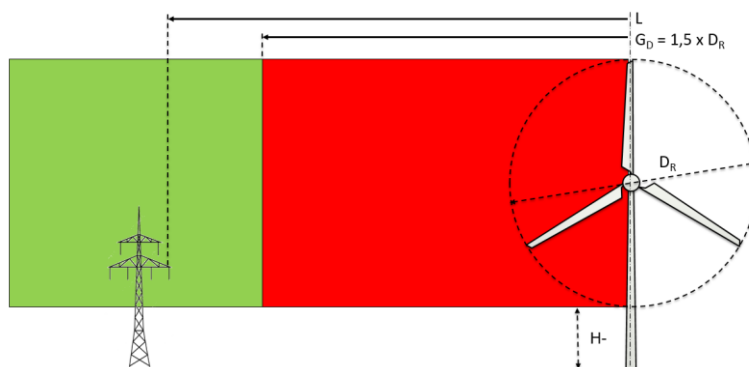
Het advies wordt telkens aangevraagd via contactcenternoord@elia.be voor Vlaanderen en contactcentersud@elia.be voor Wallonië.



2. Hoogspanningslijn

2.1 Beoordeling risico voor trillingen door turbulentie van de windmolen

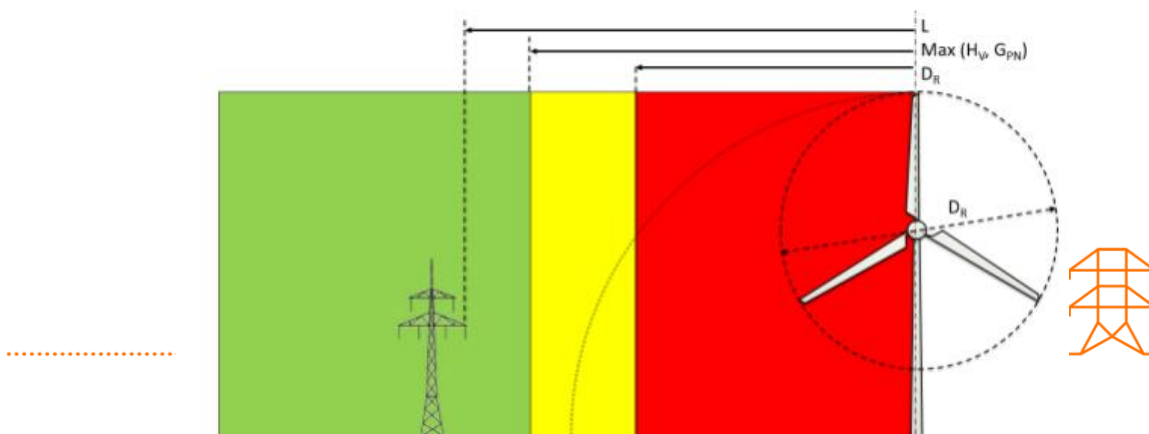
Afstand van de windturbine t.o.v.	Buiten het zog $H > H_L$	In het zog $L > 1,5 D_R$	In het zog $L < 1,5 D_R$
Hoogspanningslijn	Positief advies	Positief advies	Negatief advies



2.2 Beoordeling risico trefkans van een falende windmolen

Elia houdt rekening met de volgende faalwijzen van een windmolen: 'mastbreuk' (effectafstand H_V) en 'bladbreek bij nominaal toerental' (effectafstand G_{PN}) in haar advies.

Afstand van de windturbine t.o.v.	$L >$ effectafstand tip 'mastbreuk' (H_V) en 'bladbreek bij nominaal toerental' (G_{PN})	$D_R < L <$ maximum van effectafstand tip 'mastbreuk' (H_V) en 'bladbreek bij nominaal toerental' (G_{PN})	$L < D_R$
Hoogspanningslijn	Positief advies	Voorwaardelijk positief advies (*)	Negatief advies



(*) De aanvrager dient een risicoanalyse voor te leggen opgemaakt door een onafhankelijk organisme dat de trefkans begroot van de windmolen op het betrokken luchtlijnsegment met aanduiding van de effectafstanden ‘mastbreuk’ en ‘bladbreuk bij nominaal toerental’.

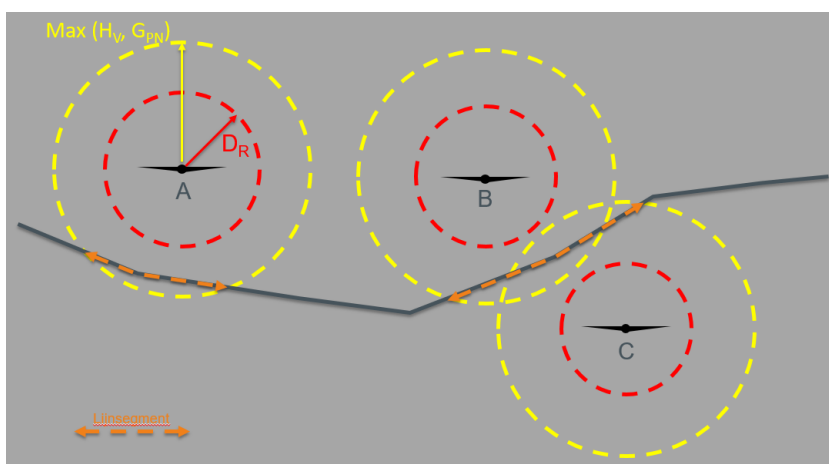
Het risico dient als volgt begroot te worden:

$$Risiko = \frac{\sum Trefkansen\ van\ alle\ betrokken\ windmolens\ op\ 1\ luchtlijnsegment}{Faalkans\ van\ 1\ hoogspanningsmast}$$

Waarbij het luchtlijnsegment het geheel is van de (deels) overlappende delen van de luchtlijn in de voorwaardelijke zones van de individuele windmolens. De onderstaande figuur illustreert dit principe:

Voor de risico-analyse van windmolen A wordt enkel de trefkans van windmolen A beschouwd;

Voor de risico-analyse van windmolen B en/of C moeten de trefkansen van B én C mee gecumuleerd worden.



Voor de evaluatie van de faalkans van de hoogspanningslijn wordt de algemene faalkans van één hoogspanningsmast genomen. Deze waarde houdt rekening met falen door het cascade-effect van een andere hoogspanningsmast. Daarom mag deze waarde niet vermenigvuldigd worden met het aantal masten van de hoogspanningslijn in het lijnsegment.

In de risico-analyse wordt de kans op geleiderbreuk niet in rekening gebracht omdat de aard van de impact van geleidersbreuk op de hoogspanningslijn veel beperkter is dan de te verwachten impact van een falende windmolen op een hoogspanningslijn. De impact van een falende hoogspanningsmast is wel gelijkaardig.

De te gebruiken waarden voor de intrinsieke faalkans van een hoogspanningsmast staan in de onderstaande tabel:

Spannings [kV]	Faalkans [/jaar]	Opmerking
70	2,0.10 ⁻⁵	Alle lijnen
110-150-220	1,2.10 ⁻⁴	Alle lijnen
380	1,7.10 ⁻⁴	Alle lijnen behalve hieronder
	3,0.10 ⁻⁵	<ul style="list-style-type: none"> Horta-EekloNoord-Van Maerlant & Gezelle-Stevin) Mercator-Lillo-Zandvliet (Brabo).
	3,0.10 ⁻⁶	<ul style="list-style-type: none"> Avelgem-Izegem-Gezelle (Ventilus) Avelgem-Courcelles (Boucle de Hainaut).

Indien de toename van de faalkans van een mast van de hoogspanningslijn kleiner is dan 10% kan Elia een positief advies geven.

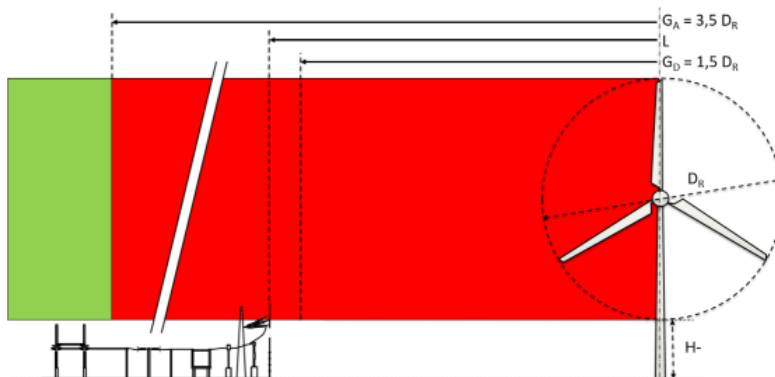
3. Hoogspanningsposten

3.1 Beoordeling risico voor trillingen door turbulentie van de windmolen

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen **AIS** (Air Insulated Substation) of 'buitenposten' en **GIS** (Gas Insulated Substation) of 'binnenposten'.

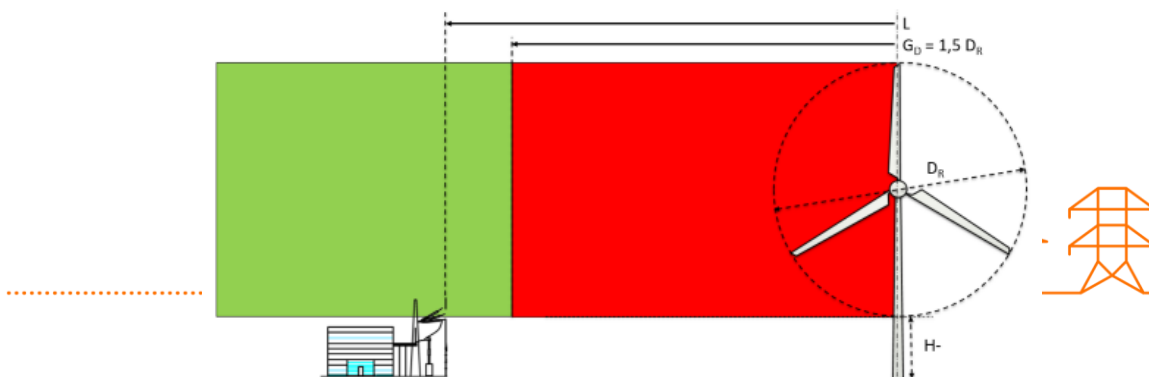
3.1.1 AIS posten

Afstand van de windturbine t.o.v.	Buiten het zog	In het zog $L > 3,5 D_R$	In het zog $L < 3,5 D_R$
Buitenpost AIS	Positief advies	Positief advies	Negatief Advies



3.1.2 GIS posten

Afstand van de windturbine t.o.v.	Buiten het zog	In het zog $L > 1,5 D_R$	In het zog $L < 1,5 D_R$
Binnenpost GIS	Positief advies	Positief advies	Negatief Advies

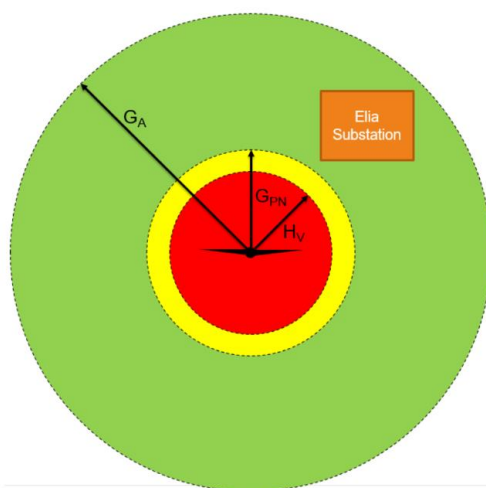
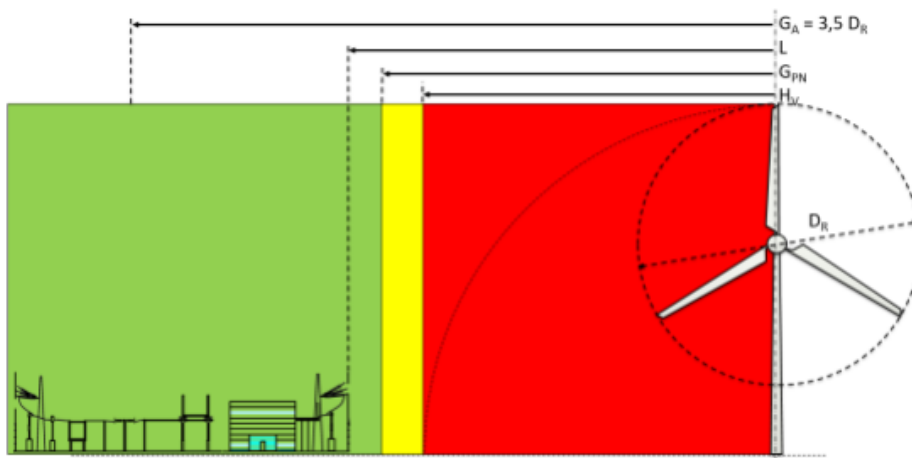


3.2 Beoordeling risico trefkans van een falende windmolen

3.2.1 AIS posten en GIS posten

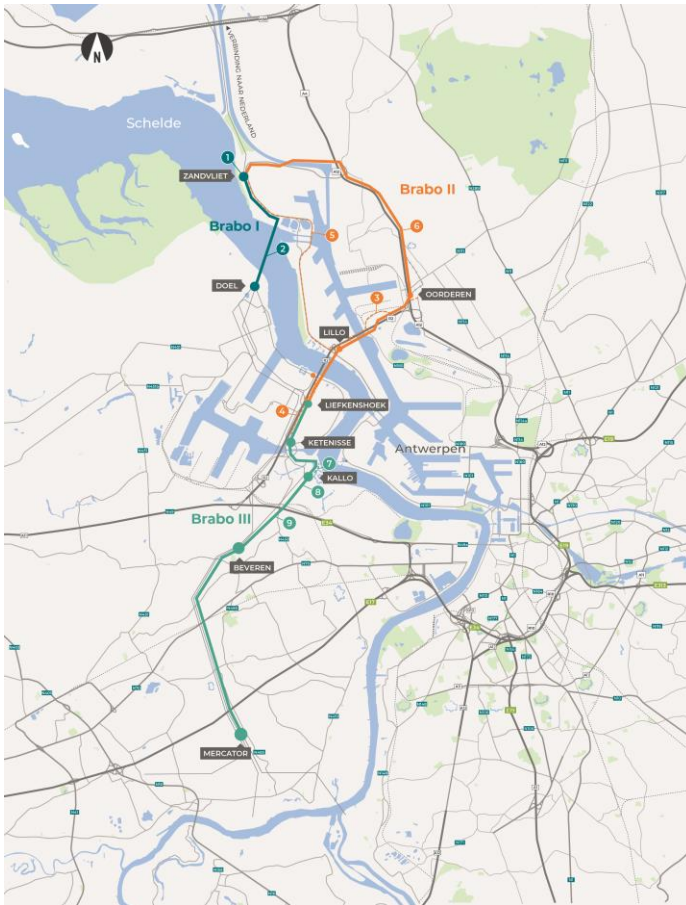
Afstand van de windturbine t.o.v.	$L >$ effectafstand tip "mastbreuk" (H_V) én "bladbreuk bij nominaal toerental" (G_{PN})	effectafstand tip "mastbreuk" (H_V) $<$ $L <$ "bladbreuk bij nominaal toerental" (G_{PN})	$L <$ effectafstand tip "mastbreuk" (H_V)
Buitenpost AIS	Positief advies	Voorwaardelijk positief advies (*)	Negatief advies

(*) De aanvrager dient een risicoanalyse voor te leggen opgemaakt door een onafhankelijk organisme dat de trefkans begroot van de windmolen op de volledige site met aanduiding van alle effectafstanden. Elia (Asset Management) evalueert deze trefkans geval per geval.



FAALKANS berekening specifieke 380 kV hoogspanningslijnen: $3,0 \cdot 10^{-5}$ / jaar

Tracé project BRABO : Mercator-Lillo-Zandvliet



Tracé project STEVIN : Horta-EekloNoord-Van Maerlant & Gezelle-Stevin

