

74101391.006 12-7542 VERTROUWELIJK

**PR contouren voor windturbine Vestas V90-
3.0**

Arnhem, 10 januari 2013

Auteur(s) KEMA

In opdracht van Eneco

auteur : A. Taris
8 blz. 0 bijl. AT

beoordeeld : P. Franck
goedgekeurd : T. van der Wekken

Copyright © 2011, KEMA Nederland B.V., Arnhem, Nederland. Alle rechten voorbehouden.

Het is verboden om dit document op enige manier te wijzigen, het opsplitsen in delen daarbij inbegrepen. In geval van afwijkingen tussen een elektronische versie (bijv. een PDF bestand) en de originele door KEMA verstrekte papieren versie, prevaleert laatstgenoemde.

KEMA Nederland B.V. en/of de met haar gelieerde maatschappijen zijn niet aansprakelijk voor enige directe, indirecte, bijkomstige of gevolgschade ontstaan door of bij het gebruik van de informatie of gegevens uit dit document, of door de onmogelijkheid die informatie of gegevens te gebruiken.

De inhoud van dit rapport mag slechts als één geheel aan derden kenbaar worden gemaakt, voorzien van bovengenoemde aanduidingen met betrekking tot auteursrechten, aansprakelijkheid, aanpassingen en rechtsgeldigheid.

INHOUD

	Pagina
1 Inleiding.....	4
2 Berekening PR-contouren.....	4
2.1 Handboek risicozonering	4
2.2 Nieuwe Handboek.....	5
2.3 Preventieve maatregelen	6
3 Conclusies.....	8

1 INLEIDING

Eneco ontwikkelt windpark Nieuwegein dat bestaat uit vijf windturbines met een ashoogte van 105 meter. Het type windturbine is op dit moment nog onbekend.

Een van de vijf windturbines is gepland in de nabijheid van een AC restaurant.

Het restaurant kan tot 2500 m² uitbreiden en daarmee wordt het een kwetsbaar object (van die omvang moeten we uitgaan bij de vergunning). Volgens het Activiteitenbesluit is een kwetsbaar object niet toegestaan in de 10-6 contour rondom de windturbine. Ecofys heeft DNV KEMA gevraagd de PR contouren rondom de windturbine te berekenen om te bepalen wat de afstand tot aan het AC restaurant moet zijn.

2 BEREKENING PR-CONTOUREN

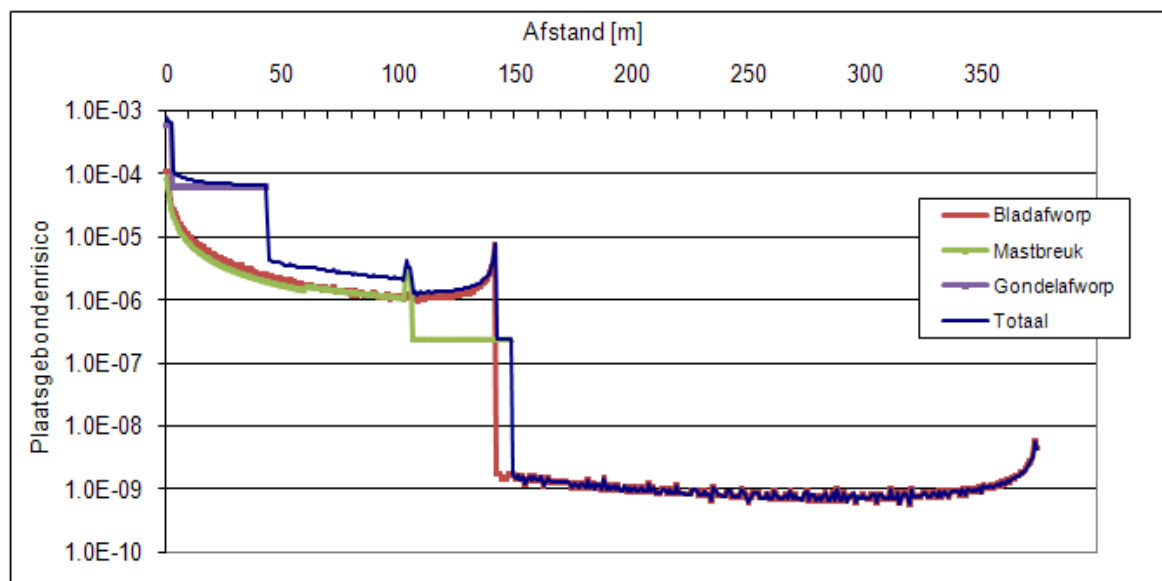
2.1 Handboek risicozonering

Volgens het handboek risicozonering ligt de 10-5 contour op een afstand van een halve rotordiameter. Uitgaande van een V90 met een rotordiameter van 90 meter is dit dus 45 meter. Het handboek zegt over de 10-6 contour "*het maximum van ashoogte en halve rotordiameter en de bladwerpafstand bij nominaal toerental*". Deze vuistregel is gebaseerd op berekeningen met verschillende turbines.

Als input voor deze berekeningen zijn de faalfrequenties van de turbines van belang en turbinegegevens als ashoogte, bladlengte, zwaartepunt van het blad en toerental.

De faalfrequenties uit het handboek zijn gebaseerd op onderzoek uit databases als ISET. Deze faalfrequenties zijn generiek toepasbaar.

Uitgaande van specifieke turbinegegevens van de Vestas V90 heeft KEMA het plaatsgebonden risico rondom de turbine berekend op basis van het huidige Handboek Risicozonering

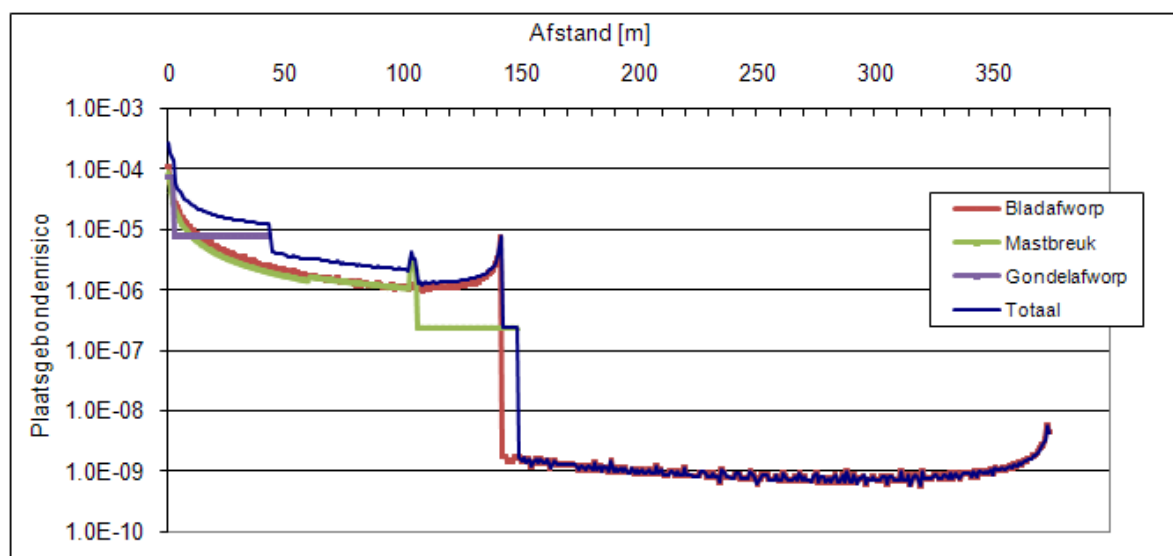


Figuur 1 PR-contouren V90 volgens huidige Handboek

Uit deze berekening blijkt dat de 10^{-5} contour voor dit specifieke type ligt op 45 meter en de 10^{-6} op 143 meter.

2.2 Nieuwe Handboek

De faalfrequenties die in het handboek zijn opgenomen zijn generiek en niet turbinespecifiek. Bovendien zijn de gegevens waarop de faalfrequenties gebaseerd zijn, sterk verouderd. Dat was één van de redenen voor AgentschapNL om DNV KEMA opdracht te geven een update van het handboek te maken. Hierin worden nieuwe faalfrequenties voorgesteld voor risicoberekeningen. Deze zijn (met name voor gondelafworp) iets gunstiger dan degene die in het huidige handboek staan. Op basis hiervan kunnen we een nieuwe PR-berekening uitvoeren. Overigens is in overleg met alle betrokken partijen (AgentschapNL, Ministerie van I&M, RWS, ProRail, TenneT, Gasunie, RIVM en de NWEA (Nederlandse Windenergie associatie)) afgesproken dat hiervan niet afgeweken mag worden voor risicoanalyses. Turbinespecifieke faalfrequenties zijn niet controleerbaar en kunnen dus niet gebruikt worden in risicoberekeningen. Wanneer we uitgaan van de nieuwe faalfrequenties blijven de PR-contouren ongeveer gelijk.



Figuur 2 PR-contouren V90 volgens nieuwe Handboek

Uit Figuur 2 blijkt dat de 10^{-5} contour voor dit specifieke type ligt op 45 meter en de 10^{-6} op 143 meter. Het blijkt dat bladbreuk maatgevend is. Concreet betekent dit dat de turbine op 143 meter van het restaurant geplaatst moet worden.

2.3 Bronmaatregelen

2.3.1 Verhoging IEC-klasse

In het nieuwe Handboek wordt ook een aantal bronmaatregelen vermeld. Dit zijn maatregelen die ervoor zorgen dat de turbine kleinere PR contouren krijgt. Een van deze maatregelen is toepassing van een hogere IEC-klasse.

Ecofys geeft aan dat het windklimaat in Nieuwegein IEC-klasse III is. Dit betekent dat de windsnelheid maximaal 7,5 m/s is¹. Een klasse III turbine voldoet voor deze locatie. Maar wanneer een klasse II of zelfs klasse I turbine wordt geplaatst –dus een stevigere mast en fundering- heeft dit in positieve zin invloed op de kans op falen van de mast.

Deze maatregel geldt enkel voor mastbreuk en niet voor de gondel/rotorafworp en bladafworp. Een zwaardere klasse voor de mast heeft vooral betrekking op de onderkant van de mast en de koppeling met de fundering en niet op de gondel en rotor.

Het uitgangspunt is dat maatgevende belastingen op een windturbinemast en fundatie gerelateerd zijn aan de windsnelheid. Hoe hoger de windsnelheid, hoe hoger de belastingen op mast en fundatie, met als gevolg dat het materiaal dichter tegen zijn kritieke grenswaarde wordt belast en daarmee een

¹ DNV KEMA heeft geen windaanbodberekening uitgevoerd ter controle en gaat derhalve uit van de gegevens die door Ecofys zijn geleverd.

hogere kans op falen heeft. Omgekeerd houdt dit in dat als de mast en fundatie voor een hogere windsnelheid zijn ontworpen dan de locatie vereist, het materiaal minder zwaar wordt belast en de faalkans van de mast afneemt.

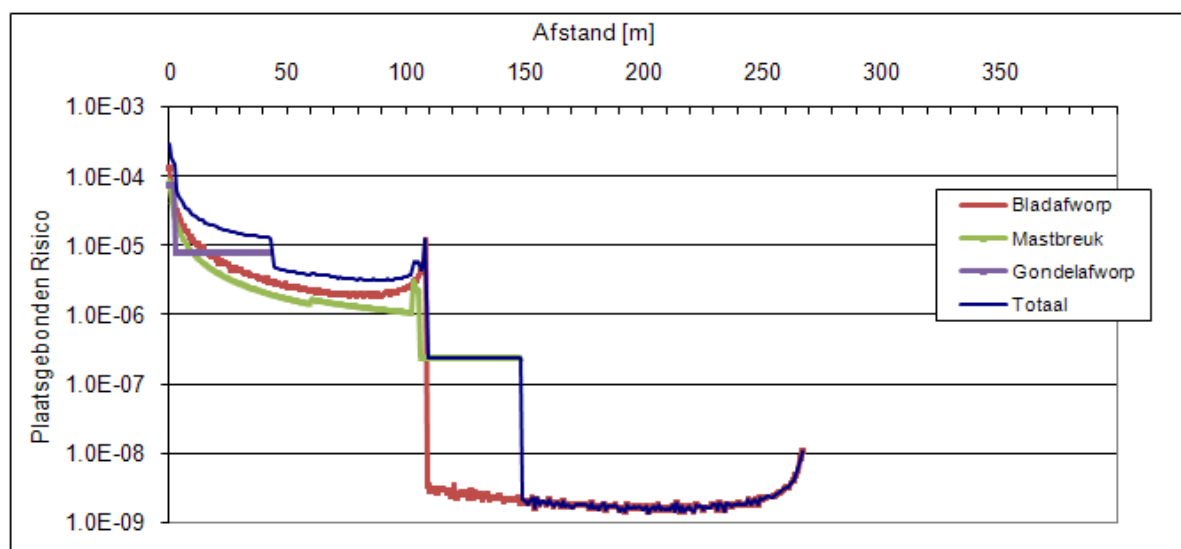
Een hogere IEC klasse kan niet gebruikt worden als bronmaatregel voor rotor, gondel en bladen. De belangrijkste reden is dat falen van deze componenten ook andere oorzaken kan hebben zoals gefaald bedrijf, foutief onderhoud en falen door blikseminslag. Een andere overweging is dat rotor, gondel en bladen in de meeste gevallen al voor IEC klasse I zijn ontworpen, waardoor een hogere klasse geen optie is

Omdat bladbreuk maatgevend is, kan deze mitigerende maatregel in eerste instantie niet gebruikt worden om de 10^{-6} contour te verkleinen.

2.3.2 Toerentalverlaging in combinatie met sectormanagement

Een bronmaatregel die volgens het huidige handboek kan worden toegepast en als resultaat heeft dat de afworpf afstand van de rotorbladen afneemt is toerentalverlaging. Deze bronmaatregel wordt dan ook expliciet opgenomen in het nieuwe handboek. Toerenverlaging kan enkel worden gerealiseerd in combinatie met verlaging van het nominaal vermogen. De bijbehorende verlaging in vermogen dient met de leverancier afgestemd te worden. Als vuistregel kan gehanteerd worden dat de afname in nominaal vermogen evenredig is met de toerentalverlaging. Ter illustratie, 10% toerentalverlaging leidt tot 10% verlaging van het vermogen.

Om nog redelijke opbrengsten over te houden, is het niet wenselijk het toerental te ver te verlagen. In het geval dat het toerental van de V90 met 20% afneemt, ziet de grafiek er als volgt uit.



Figuur 3 PR-contouren V90 volgens nieuwe Handboek met toerentalverlaging

Het blijkt dat de 10^{-5} contour voor dit specifieke type ligt op 45 meter en de 10^{-6} op 110 meter.

Deze toerentalverlaging hoeft niet constant te worden toegepast. Toerentalverlaging moet worden toegepast in de sectoren waarbij de kans bestaat dat een afgeworpen blad het restaurant ook daadwerkelijk zou kunnen raken. Uitgaande van een afstand van 110 meter en een gebouwbreedte van 42 meter, betekent dit een hoek van 22 graden waarbij raakkans bestaat. Omdat de turbine ook 180 graden gedraaid kan staan is de totale hoek tweemaal 22 graden. De turbines hebben een continu variabel toerental dat afhankelijk is van de windsnelheid. De toerentalverlaging hoeft alleen toegepast te worden als het toerental (bijna) maximaal is. Dit is bij de hogere windsnelheden vanaf 11-12 m/s, afhankelijk van het te kiezen type turbine.

3 CONCLUSIES

Ecofys heeft DNV KEMA gevraagd de PR contouren rondom de Vestas V90 windturbine te berekenen om te bepalen wat de afstand tot aan kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten moet zijn. DNV KEMA heeft verschillende berekeningen uitgevoerd op basis van de faalfrequenties in het oude handboek, de voorgestelde faalfrequenties in het nieuwe handboek, en door toepassing van een bronmaatregel.

Tabel 1 PR-contouren V90

Methode	Omschrijving	PR10 ⁻⁵	PR10 ⁻⁶
1	Faalfrequenties oude handboek	45 m	143 m
2	Faalfrequenties nieuwe handboek	45 m	143 m
3	Faalfrequenties nieuwe handboek + bronmaatregel (toerentalverlaging)	45 m	110 m

Wanneer de faalfrequenties uit het nieuwe handboek gebruikt worden, blijkt dat de 10⁻⁶ contour nog steeds op 143 meter van de turbine ligt, omdat bladbreuk maatgevend is. Wanneer de mitigerende maatregel van toerentalverlaging wordt toegepast in de sectoren van het restaurant kan de turbine op 110 meter gesitueerd worden. Overigens hoeft de toerentalverlaging alleen te worden ingezet als het restaurant daadwerkelijk uitbreidt en daarmee een kwetsbaar object wordt.