

Resultaten onderzoek tonen invloed van vocht op windturbineonderdelen

28 februari 2023, 09:08

Pieter Jan Jordaens

Er is een directe correlatie tussen vocht en de levensduur verkortende technische fouten die voorkomen in windturbines, zo bevestigt onafhankelijk onderzoek door het Duitse Fraunhofer Instituut.

Lange tijd waren de onderliggende oorzaken van de frequente en kostelijke defecten in vermogensomvormers grotendeels onbekend. Onderzoek door Fraunhofer IWES dat zich verdiept in defecten in windturbinegeneratoren (WTG) bracht een groot consortium van onderzoekcentra en bedrijven bij elkaar om de grondoorzaken en drijfveren in deze defecten te vinden. De resultaten stellen de wijd verspreide veronderstellingen in vraag dat vermoeiing en de leeftijd van de turbine aanzienlijk bijdragen tot defecten bij de vermogensomvormers. Lang werd immers gedacht dat falen van windturbines veroorzaakt werd door vermoeiingseffecten in de vermogenselektronica en temperatuurcycli. In plaats daarvan wijst het onderzoek naar vochtigheid en condensatie als belangrijke factoren in defecten bij vermogensomvormers.

Analyses van velddata van een internationale vloot aan windturbines hebben duidelijk aangetoond dat schademechanismen, zoals die voorkomen in andere elektronische toepassingen, geen relevante rol spelen in windturbines. In plaats daarvan konden prominente, seizoensgebonden patronen van defecten worden geobserveerd, die erop wijzen dat de invloeden van klimaat en

omgeving kritische stressfactoren bleken te zijn, vochtigheid in het bijzonder. De vraag hierbij is: aan welk vochtigheidsniveau en welke temperaturen worden de omvormers in turbines in werkelijkheid blootgesteld?

Veldonderzoek

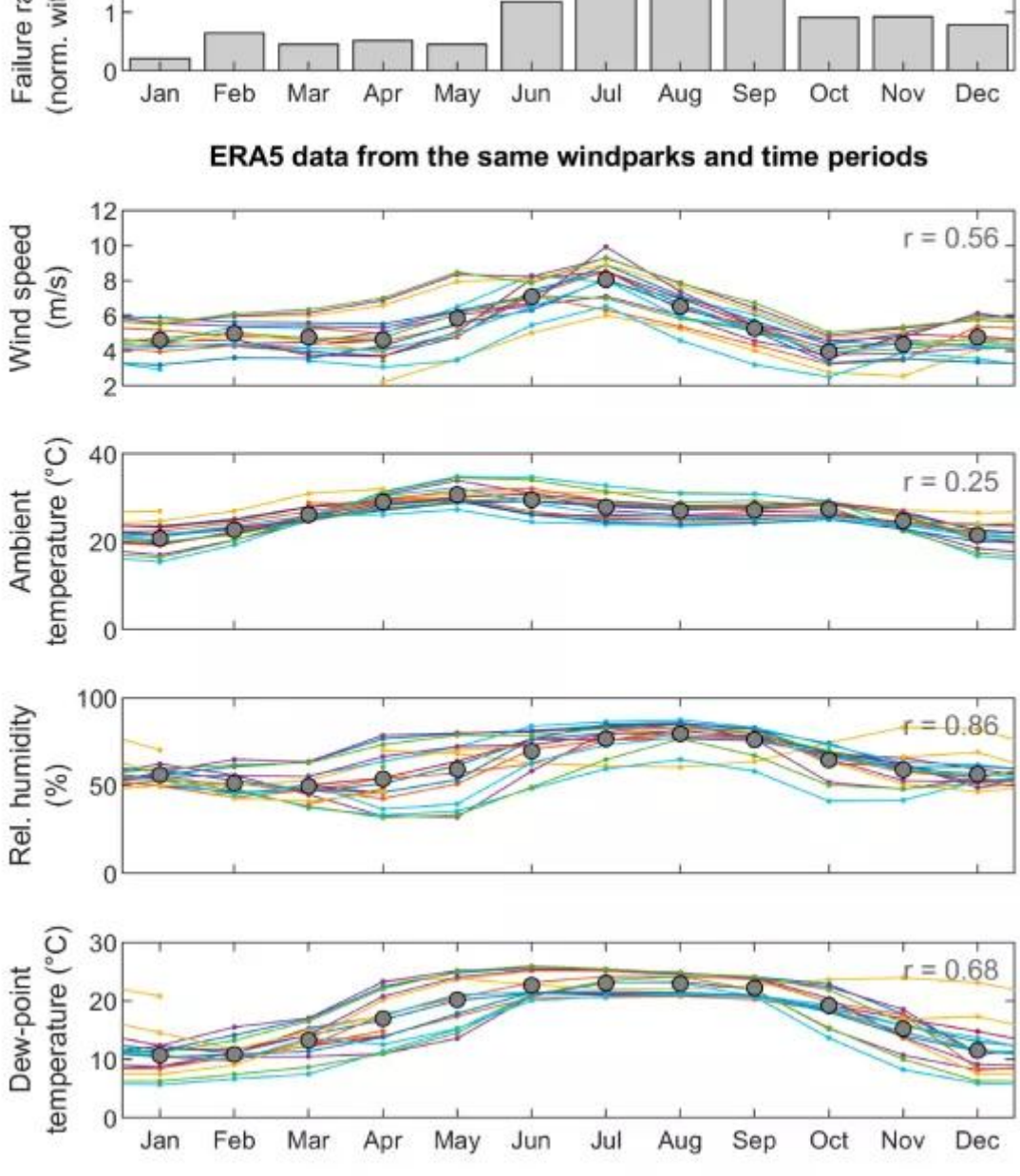
Het recente onderzoek, 'Humidity in Power Converters of Wind Turbines — Field Conditions and Their Relation with Failures', bekeek vochtigheid en temperatuur in detail. De paper vat de resultaten samen van meetcampagnes op het terrein op 31 windturbines van zeven verschillende fabrikanten, verspreid over drie continenten (Europa, Noord-Amerika en Azië). De turbines die aan metingen onderworpen werden, waren zeer uiteenlopend: onshore, nearshore en offshore windturbines, met omvormers in de gondel of torenbasis, met lucht- en watergekoelde omvormers.

Uit het onderzoek blijkt dat klimatologische invloed afhangt van drie factoren:

- de locatie van de windturbine met zijn specifieke klimatologische omgevingsomstandigheden,
- het ontwerp en werking van de turbine,
- het type koeling gebruikt voor de omvormers.

De turbinedata en analyse ervan maken het mogelijk na te gaan of er een verband is tussen defecten in componenten en de klimaatomstandigheden waaraan ze in werkelijkheid blootgesteld worden, wat een belangrijke stap is naar een beter inzicht in de drijvende factoren en mechanismen achter falen. Het onderzoek bevestigt de invloed van klimatologische omstandigheden op elektrische defecten: de onderzoekers merkten seizoengebonden variaties op van het aantal defecten in de fasemodule in een vloot windturbines is India en Scandinavië, meer bepaald dat de maanden met een groot aantal defecten samenvielen met regenachtige periodes, wat neerkomt op periodes waarin de absolute vochtigheid het hoogst is. Dit leidde tot de indicatie dat vochtigheid en/of condensatie aanzienlijke risicofactoren zijn voor fasemodule defecten.

Vocht binnen in de omvormercabines werd ook onderzocht in relatie tot de luchtvochtigheid in de turbines: hieruit bleek dat, omdat het temperatuurniveau van de omvormercomponenten grotendeels bepaald wordt door het werkingspunt en de instellingen van het koelingssysteem, het risico op condensatie in de vermogensomvormer rechtstreeks stijgt met de dauwpunttemperatuur.



Seizoensgebonden variatie in het percentage fasemodule defecten in een windturbinevloot met vloeistofgekoelde vermogensomzetters in India, op basis van defectendata op basis van 590 werkingsjaren van de windtubines, met overeenkomstige maandelijkse windsnelheid en omgevingsomstandigheden. Elke lijn staat voor een windturbinepark, de grijze stippen voor het gemiddelde over de parken, r beschrijft de correlatie met het percentage defecten (Bron: Fraunhofer IWES)

In de loop van een eerder uitgevoerd, uitgebreider onderzoeksproject, eveneens door Fraunhofer IWES, werd data verzameld van meer dan 10.000 windturbines. Het project gaat over meer dan 20.000 werkingsjaren in het totaal. De data is afkomstig van turbines van meer dan 12 verschillende producenten, van verschillende ouderdom op onshore en offshore locaties verspreid over de hele wereld. Deze grote hoeveelheden data bevatten heel wat informatie. Uit het onderzoek bleek onder meer dat onderdelen zoals de fasemodulatie componenten en stroomrails

(busbars) de voornaamste kostenfactoren zijn en dat de betrouwbaarheid van deze belangrijkste omvormercomponenten in hedendaagse windturbines niet hoger is dan die van turbines die 10-15 jaar langer operationeel zijn. Meer defecten waren duidelijk op te merken in verschillende gebieden tijdens periodes met een hoge vochtigheid.

De vermogensomvormers in windturbines bleken verantwoordelijk voor gemiddeld één defect per twee jaar, waarmee ze een van de meest frequent defecte turbineonderdelen zijn. De analyse van de veldgegevens toont duidelijk aan dat de aan vermoeiing gerelateerde schademechanismen in het domein van vermogenshalfgeleiders in realiteit geen relevante rol speelt voor defecten in het veld. Ook hier gaven de resultaten aan dat er meer aandacht dient te gaan naar invloeden vanuit de omgeving, en dan vooral naar de invloed van vochtigheid.

Invloed O&M-kosten op LCOE

Vandaag opereert de windenergiesector onder extreem hoge concurrentiedruk en de volledige waardeketen is onderhevig aan een bijkomende prijsdruk. Om met succes te concurreren met andere energieopwekkingen, moet de kost verder dalen, en de duurzaamheid en betrouwbaarheid verder verhogen.

De O&M-kosten van windturbines zijn goed voor gemiddeld 25-40 procent van hun LCOE (levelised cost of energy). Een groot deel daarvan is te wijten aan onderhouds- en herstellingswerken. Hierbij komt nog productieverlies als gevolg van uitval van de turbine (downtime), waarbij, zeker bij offshore turbines, herstellingen logistiek gezien complex kunnen zijn en vaak niet op korte termijn kunnen gebeuren. Onderzoek door Fraunhofer IWES berekende de kost hiervan: op jaarbasis komen reparatiekosten en productieverliezen van de 50 GW aan windturbines die momenteel in Duitsland geïnstalleerd zijn neer op ca. 200 miljoen euro en gaat ca. 200 gigawattuur aan energie verloren, genoeg om 55.000 gezinnen voor een jaar van energie te voorzien.

Naast een gepaste onderhoudsstrategie is een verbeterde betrouwbaarheid van componenten en systemen, zeker van deze met een hoog risico op defecten, dan ook een van de voornaamste hefbomen voor verdere verlaging van de LCOE. Het is echter slechts mogelijk effectieve maatregelen te ontwikkelen wanneer de oorzaken en mechanismen achter defecten goed begrepen worden.

Vermogenselektronica cruciaal in energietransitie-applicaties

Uit de onderzoeksprojecten kan worden afgeleid dat, zowel onshore, nearshore als offshore, het beheersen van het binnenklimaat van de turbine en de omvormerkast cruciaal is om het aantal defecten te verlagen, en een maximum aan werkingstijd en bescherming van de turbine te garanderen. In het licht van deze bevindingen is het aangeraden aandacht te besteden aan de omgevingsfactoren waaraan de turbines blootgesteld worden, in het bijzonder de absolute vochtigheid, en strategieën te implementeren om de vochtigheid binnen de gondel en de omvormercabine te beheersen, om zo de kans op condensatie tot een minimum te beperken.

Een manier om de invloed van vocht en condensatie op turbineonderdelen - maar ook andere toepassingen van energieoverdracht voorzien van vermogenselektronica (denk aan gelijkrichters bij waterstofelektrolyse) - te evalueren, is deze uitvoerig te testen tijdens het ontwikkelproces. Dit kan in speciaal daarvoor bestemde klimaatkamers, zoals ook Sirris er een heeft in de Haven van Antwerpen. Hier kunnen de klimaatomstandigheden worden nagebootst, zoals ze in realiteit voorkomen, zodat zwakheden in het ontwerp in een vroege fase opgespoord kunnen worden, en

de nodige maatregelen kunnen genomen worden voor of tijdens installatie. De grote klimaatkamer van Sirris is één van de enige in zijn soort in Europa waar grote multi-MW vermogensomvormers, maar ook bijvoorbeeld batterijsystemen kunnen getest worden op 95 procent relatieve luchtvochtigheid en hoge temperaturen. In het kader van de ontwikkelingen in de energietransitie waarbij men meer en meer gebruik maakt van 20-voet of 40-voet containers om



s aan het
bieert Sirris de
er!

Bronnen:

- https://www.cotes.com/blog/research-confirms-link-between-humidity-and-electrical-failures-in-wind-turbines
- https://websites.fraunhofer.de/IWES-Blog/en/20000-operating-years-data-analysis/m-sc-karoline-pelka
- https://www.mdpi.com/1996-1073/14/7/1919
- https://www.mdpi.com/1996-1073/12/4/593
- Kopfoto: Pixabay - Oimheidi

Auteurs



Pieter Jan Jordaens