

HOOFDSTUK 3

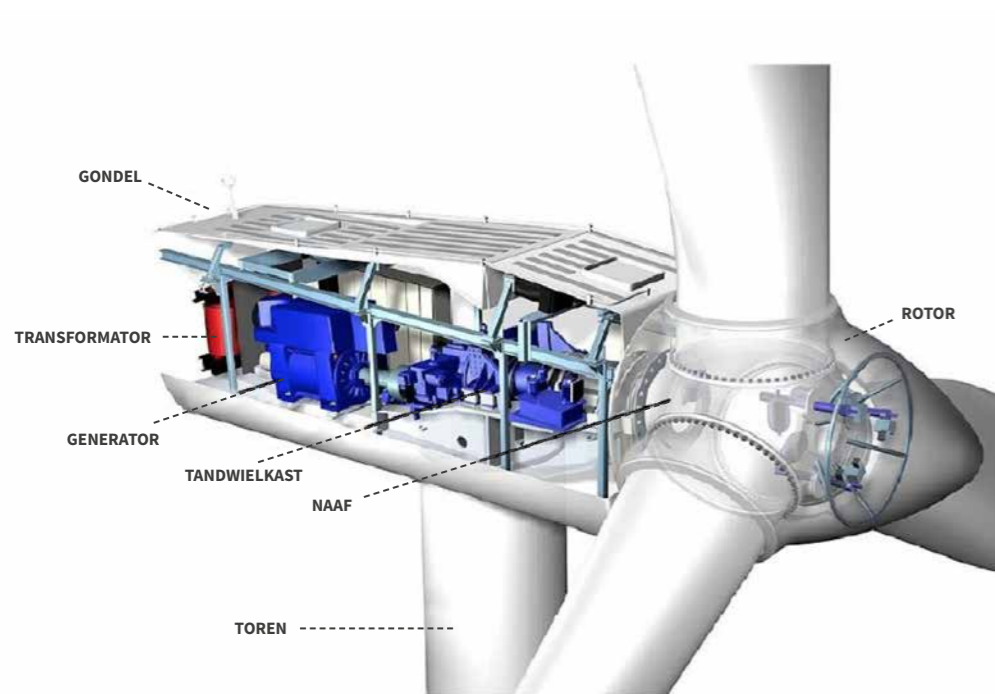
De techniek



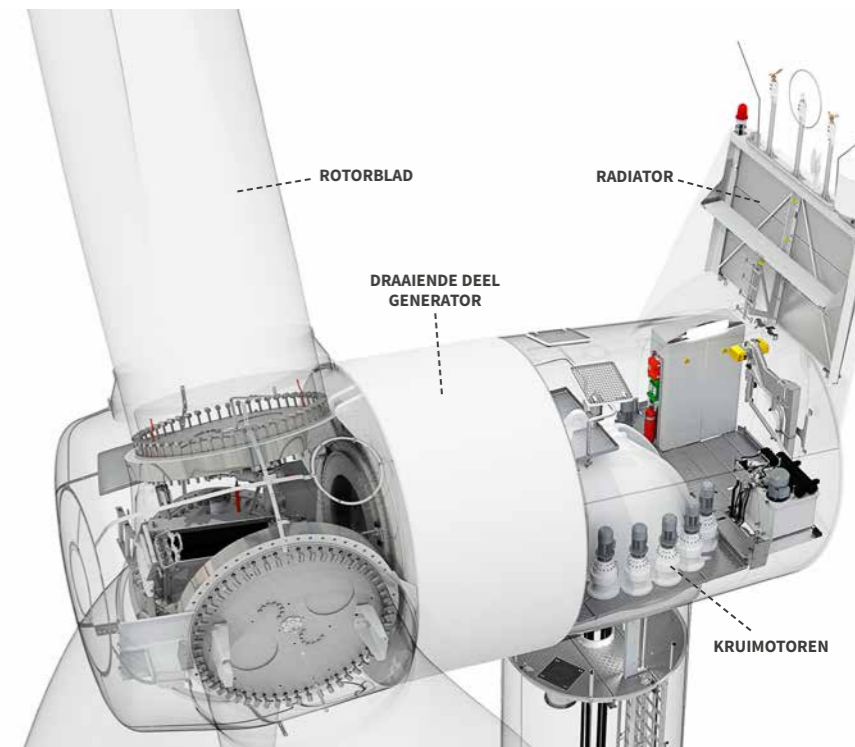


De techniek

Fabricage, assemblage, transport, bouw, installatie en onderhoud: al deze activiteiten doen zich voor bij de ontwikkeling en exploitatie van windturbineparken op zee. De techniek is daar onmisbaar bij. Windenergie op zee is gecompliceerder dan windenergie op land en vraagt om een andere aanpak als het gaat om windturbines, omvang van het park, fundering, elektrische infrastructuur, logistiek en onderhoud. De turbines op zee zijn veel groter dan die op land en staan in grotere aantallen bij elkaar. Ze moeten tegen golven, stormen en het ruige zoute zeemilieu bestand zijn. Ook de funderingen moeten tegen een stootje kunnen. De techniek die daarvoor nodig is, ontwikkelt zich dankzij onderzoek en ervaringen bij het bouwen en onderhouden van windturbineparken. En dat is nodig om de elektriciteit van zee zo goedkoop mogelijk en concurrerend met andere bronnen te kunnen produceren.



▲ De V164-turbine van Vestas met een vermogen van 10 MW.



▲ De direct drive-turbine van Siemens. De rotor drijft direct het draaiende deel van de generator aan.

De windturbine

In een windturbinepark draait alles om de windmolen ofwel windturbine. De windturbine zet wind om in elektriciteit. Dit gebeurt boven in de gondel in een aantal stappen. De wind laat drie aerodynamisch gevormde rotorbladen draaien. De as van de rotor drijft, in de meeste turbines, via een tandwielkast de generator (dynamo) aan. In de tandwielkast wordt het toerental verhoogd, zodat daarmee in de generator met behulp van magnetische velden elektriciteit kan worden opgewekt. Bij een direct drive turbine ontbreekt deze tandwielkast. De elektrische stroom uit de generator wordt direct in de gondel naar een hogere spanning getransporteerd. Door een kabel wordt deze stroom via de toren en het transitiestuk naar het transformatorstation op zee afgevoerd.

Onderdelen van windturbines

Een windturbine bestaat uit een mast of toren, de rotor met drie rotorbladen en de gondel. Onderdelen in de gondel zijn de hoofd-as, de tandwielkast, de generator, de transformator, het koelsysteem en de kruimotoren. Deze elektrische kruimotoren houden de rotor in de wind door de gondel ten opzichte

van de toren te draaien (kruien). Wanneer de turbine niet meer goed in de wind staat, stuurt een windvaan de kruimotoren aan. Onderdelen als de tandwielkasten, de generatoren en de transformatoren komen van verschillende Europese toeleveranciers en worden in de fabriek in de gondel samengebouwd. Voor het onderhoud van de windturbines op zee kunnen de servicetechnici vanaf een boot via de toren de turbine betreden of met een helikopter naar het dek bovenop de turbine worden gebracht.

Vermogen van windturbines

De hoogte en de lengte van de rotorbladen, de capaciteit van de generator en natuurlijk de windsnelheid bepalen hoeveel elektriciteit een windturbine kan opwekken. De hoeveelheid elektriciteit die wordt opgewekt, is evenredig met de derdemacht van de windsnelheid. Dit betekent dat wanneer het twee keer harder waait, er acht keer meer elektriciteit wordt opgewekt. Kleine verschillen in de windsnelheid geven dus grote verschillen in de opbrengst. Daarom krijgt de opstelling van de windturbines, ofwel de lay-out van het park, altijd veel aandacht.

Een nieuwe generatie windturbines

De eerste windturbines op zee waren in feite aangepaste landturbines. Inmiddels zijn er grote, speciaal voor plaatsing op zee ontwikkelde windturbines op de markt, met een vermogen van 8 tot 15 MW. De offshore windturbines zullen wellicht nog groter en robuuster worden om in de extreme omstandigheden van de Noordzee hun werk te doen. Het zijn windturbines met een hoog rendement, die al bij relatief lage windsnelheden een grote opbrengst hebben. De V164-turbine van Vestas is daar een voorbeeld van. Deze turbine kwam in 2011 van de tekentafel als een windturbine voor op zee met een vermogen van 7 MW, maar inmiddels produceert deze turbine 10 MW. Deze opschaling is stap voor stap gerealiseerd door de generator zo goed mogelijk op de rotor aan te passen en dankzij een verbeterde tandwielkast en betere regelingen. Nu brengt Vestas een 15 MW op de markt. In Borssele III en IV en in het Belgische project Northwester 2 zijn V164-turbines met een vermogen van 9,5 MW geplaatst. In Horns Rev 3 staan turbines met een vermogen van 8,3 MW. Deze turbines hebben een levensduur van vijftig jaar.

Grotere turbines lagere kosten

De huidige windturbines op zee zijn al bijna zo hoog als de Eiffeltoren. De ontwikkeling van grote turbines brengt de kosten van de opgewekte elektriciteit naar beneden. Bovendien verlagen grotere turbines de operationele en onderhoudskosten van windturbineparken, omdat er minder turbines in een project en dus ook minder funderingen en kabels nodig zijn. Voor windturbineparken met dergelijke grote windturbines zijn dus de investeringen en de risico's lager.

Direct drive-turbines

Direct drive-turbines zijn windturbines zonder tandwielkast. Siemens gebruikt als marktleider voor windenergie op zee, net als GE (General Electric) deze technologie voor de nieuwe generatie windturbines op zee. Dit robuuste, vereenvoudigde aandrijfconcept heeft minder bewegende delen en dus minder onderhoud nodig. De gondel van dergelijke windturbines hebben, net als turbines met een tandwielkast, een klimaatregeling (koeling). Met deze direct drive-turbines mikt Siemens niet alleen op de Europese markt, maar ook op projecten langs de oostkust van de Verenigde Staten en voor de kust van China en Taiwan.



▲ De nieuwe fabriek van Siemens aan de Elbe in Cuxhaven

Nieuwe fabriek van Siemens

Siemens Gamesa heeft met zijn windturbines op zee een marktaandeel van bijna 70%. Siemens heeft in Cuxhaven, in het noorden van Duitsland, aan de oever van de Elbe een fabriek met een vloeroppervlakte van 56.000 m² gebouwd. De gondels van de windturbines kunnen direct via de nabijgelegen terminal worden verscheept. Deze ultramoderne fabriek van ongeveer 200 miljoen euro is vooral voor de ontwikkeling van een nieuwe generatie windturbines op zee gebouwd. De fabriek biedt aan circa duizend mensen werkgelegenheid, zal ook toeleverende bedrijven naar de regio trekken en betekent dus veel voor de lokale en regionale economische ontwikkeling. Een deel van de turbineproductie van Siemens Gamesa is daarmee naar Duitsland verplaatst, en dat heeft negatieve effecten voor Deense toeleverende bedrijven en voor de haven van Esbjerg in Denemarken. Met deze fabriek laat Siemens wel zien vertrouwen te hebben in de verdere ontwikkeling van windenergie in de duurzame energiemix.



▲ Robots doen een groot deel van de productie in de nieuwe fabriek van Siemens.



▲ Gondels, klaar voor transport naar de bouwlocatie.



▲ Verscheeping van de eerste gondels uit de fabriek in Cuxhaven voor het Belgische windturbinepark Rentel.



▲ Hoewel er steeds meer wordt geautomatiseerd, blijft er toch ook nog veel handwerk over.

Rotorbladen

De rotorbladen van een windturbine vangen de wind en laten de hoofdas draaien. Door het vleugelprofiel van de bladen kunnen ze de windenergie efficiënt in een roterende beweging omzetten. Deze beweging drijft via een tandwielkast de generator aan. In de direct drive-turbines wordt geen tandwielkast gebruikt en drijft de rotoras direct een generator met een grote diameter aan. De meeste windturbines hebben drie rotorbladen, die afzonderlijk van elkaar kunnen worden versteld om de windenergie optimaal te benutten (bladhoekverstelling). De grote windturbinefabrikanten Siemens en Vestas hebben een eigen rotorbladenfabriek. Het Amerikaanse General Electric (GE) heeft de Franse windturbinefabrikant Alstom en de Deense bladenfabrikant LM overgenomen. Daarnaast zijn er nog enkele gespecialiseerde fabrikanten van rotorbladen. De rotorbladen zijn van kunststoffen gemaakt. Deze

composieten of polyester, polyurethaan en glasvezelmatten zijn slecht te recycleren. Het begraven van afgedankte rotorbladen op vuilstortplaatsen zoals nu in Amerika gebeurd is geen oplossing. Er zijn processen waarbij de bladen worden verwerkt tot een glasvezelversterkt granulaat dat gebruikt kan worden in de cementindustrie. Voor de grote aantallen windturbinebladen die in de komende jaren van zee zullen komen is een recyclinginfrastructuur nodig en een afzetmarkt voor gerecycled bladmateriaal. Maar dat is slechts tussentijdse oplossing. Gewerkt moet worden aan ontwerpen en materialen gericht op hergebruik van wieken om afval te voorkomen. De kunst is om rotorbladen te ontwerpen en te produceren met materialen die 100% te recycleren zijn. De windindustrie werkt hard aan recyclebare rotoren. Er is nog veel werk te doen voor er sprake is van een circulaire industrie.





Productie van rotorbladen

De productieprocessen van rotorbladen verschillen per fabrikant en zijn afhankelijk van de constructie van het blad. Voor het ontwerp, de constructie en de opschaling van rotorbladen worden kennis en rekenmethoden uit de luchtvaart gebruikt, maar er wordt ook goed naar de vleugels van vogels gekeken. De ontwikkeling van de rotorbladtechnologie heeft de bouw van 15 MW-windturbines mogelijk gemaakt met bladen van meer dan 100 meter. En de ontwikkelingen, tot een lengte van wel 150 meter, zullen verder gaan. De bladen mogen overigens wel langer, maar liefst niet zwaarder worden. De rotorbladen van de toekomst zullen bestaan uit lichte composietmaterialen, die flexibel zijn en net als de vleugels van vogels tegen de grillige krachten van de wind en de zwaartekracht kunnen.

Productie bij LM

De Deense firma LM Wind Power is eigendom van General Electric (GE). De rotorbladen van LM bestaan uit twee 'schalen' van glasvezel en polyester. Deze worden op elkaar bevestigd met behulp van een versterkingsmateriaal aan de binnenkant. Dit materiaal bestaat uit een glas-koolstofcomposietweefsel, dat met een speciale

uithardende hars wordt doordrenkt. Rotorbladen maken in het gebruik meer dan een miljard omwentelingen, met een telkens wisselende zwaartekracht in het blad en een voortdurende windkracht die de rotorbladen naar achteren duwt. Prototypen van bladen worden daarom uitgebreid getest. Tijdens vermoeiingstesten worden ze miljoenen keren in verschillende richtingen snel heen en weer gebogen. Deze vermoeiingstesten worden soms met zware belastingen afgesloten, tot de bladen het begeven. De bladen worden ook tegen blikseminslag getest en beschermd. Rotorbladen hebben ingebouwde bliksemafleiders. Deze geleiders moeten de bliksem via de rotor naar de gondel, de mast, het fundament en uiteindelijk de zeebodem afvoeren.

► Het testen van een 88,4 meter lang LM-rotorblad in de testfaciliteit van Offshore Renewable Energy Catapult in Blyth, Northumberland (bron: Catapult).

▼ Rotorbladen kunnen als hoogste punt van een windturbine door de bliksem worden getroffen. Om schade te voorkomen, wordt in het blad een bliksemafleider gebouwd. De bliksem wordt door het blad geleid en gaat via de toren naar de zeebodem



▲ Een overzicht van het testfaciliteitencomplex in Blyth.





▼ Siemens Gamesa Renewable Energy fabriekskade in het Britse Hull.

Productie bij Siemens

Voor de productie van rotorbladen heeft Siemens in het Engelse Hull een fabriek geopend. De bladen van epoxyhars worden met de gepatenteerde IntegralBlade®-technologie op een speciale manier in een mal van glasvezelmatten gegoten. Siemens claimt dat door deze techniek minder zwakke plekken in de lijmverbindingen ontstaan. Daardoor kunnen lichte, sterke en betrouwbare rotorbladen worden gemaakt. Ook dit productieproces is op lagere productiekosten van elektriciteit gericht, in een markt zonder subsidies maar nog niet gericht op hergebruik.

De lange rotorbladen van de nieuwe grote 15 MW windturbines stellen hoge eisen aan de productie, maar ook aan het transport. Het is bijna onmogelijk om bladen van ruim 100 meter lang over de weg te transporteren. Daarom kiezen producenten voor productielocaties aan het water en heeft Siemens Gamesa Renewable Energy heeft in het Britse Hull een fabriek aan de rivier de Humber gebouwd. Deze fabriek heeft 1.063 banen opgeleverd en 1.282 banen in de lokale toeleveringsketen, met uitzicht op nog eens ruim 600 banen. Dit betekent een enorme economische opleving in de regio.

