

Hoe verbind je windmolenparken met de kust?

De laatste jaren bouwt men veel windmolenparken in zee. De opgewekte elektriciteit moet dan via kabels op de zeebodem naar de kust vloeien. Dit kan gebeuren onder de vorm van wisselstroom (HVAC) of gelijkstroom (VSC HVDC). Vandaag de dag gaat de voorkeur naar gelijkstroom voor het verbinden van deze windmolenparken. Een vaak gehoorde stelling is dat het onmogelijk zou zijn om wisselstroom te gebruiken bij het verbinden van windmolenparken voor afstanden van meer dan 50 km. Een studie van een YERA-ingenieur heeft tot volledig andere resultaten geleid. Volgens deze studie zou het mogelijk zijn om wisselstroom te gebruiken tot een afstand van ongeveer 200 km. Daarenboven zou wisselstroom zelfs economisch voordeliger zijn tot een afstand van ongeveer 170 km.

Probleemschets

Op het land gebeurt het transport van elektriciteit vandaag in bijna alle gevallen via wisselstroom. Dit komt omdat het vroeger veel gemakkelijker was om het spanningsniveau te veranderen bij wisselstroom dan bij gelijkstroom. De spanningsverandering gebeurt met zogenaamde transformatoren. Dit laat toe om elektriciteit op hoge spanning (bijvoorbeeld op 400 kV) te vervoeren over lange afstanden. Hierdoor gaat minder energie verloren. Energie die je uit je stopcontact haalt, staat op een veel lagere spanning om veiligheidsredenen (230 V).

Doordat er op zee doorgaans meer wind is dan op het land, is dit een betere locatie voor windmolenparken. Deze windmolenparken verbinden met de kust kan echter enkel met kabels op de zeebodem en niet met bovengrondse hoogspanningslijnen. De kabels zullen bij gebruik van wisselstroom een soort van 'nutteloos vermogen' opwekken, ook wel reactief vermogen genoemd. Vermogen dat wel nuttig is voor de consument noemt men actief vermogen. Het geproduceerde reactief vermogen beperkt de hoeveelheid actief vermogen die een kabel kan transporteren. Hoe langer de kabel is, hoe meer reactief vermogen hij produceert. Dit legt een begrenzing op aan de maximale lengte voor een kabel bij wisselstroom.

Dit probleem doet zich niet voor bij gelijkstroom. Daardoor kan het voordeliger zijn om de door de windmolens geproduceerde wisselstroom tijdelijk om te vormen tot gelijkstroom voor het transport over de zeebodem.

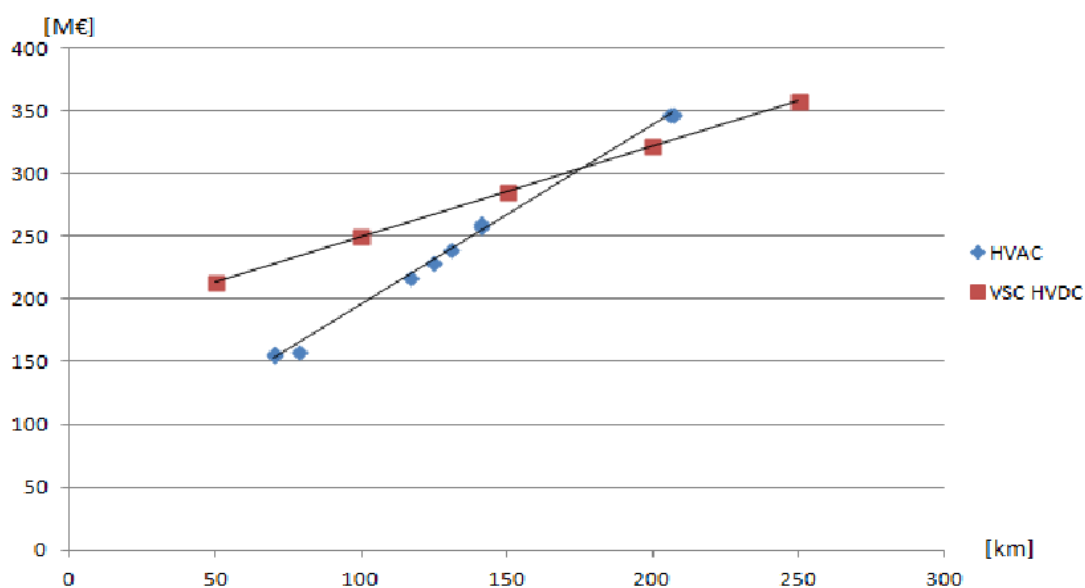
Voordelen en nadelen

Het belangrijkste nadeel van wisselstroom is dat er bijkomende voorzieningen nodig zijn om het geproduceerde reactief vermogen te absorberen. Door dit reactief vermogen te absorberen zal het verdwijnen van het net en zo meer capaciteit beschikbaar maken voor het actief vermogen. Dit gebeurt met zogenaamde reactoren en SVCs. Op het land kan de netbeheerder deze componenten bijvoorbeeld om de 100 km plaatsen. Bij een verbinding over zee kan dit om praktische redenen enkel aan de uiteinden van de kabel. Vermits absorptie om de x aantal km noodzakelijk is, vormt dit een beperking op de maximale afstand die je met wisselstroom kan overbruggen. Verder zijn de kabelkosten ook hoger dan bij gelijkstroom.

Het grote nadeel van gelijkstroom is het feit dat er twee convertoren nodig zijn. Een eerste convertor zet de wisselstroom van de windmolens om in gelijkstroom. Na transport door de kabel zet een tweede convertor de gelijkstroom terug om naar wisselstroom aan de kust. Dergelijke convertoren zijn erg duur en wegen zeer zwaar op de totale kostprijs van de verbinding. Samenvattend kan je stellen dat de vaste kosten groter zijn voor gelijkstroom, terwijl de variabele kosten (per km) groter zijn bij wisselstroom.

De studie

De studie onderzoekt eerst en vooral wat de maximaal haalbare lengte is voor wisselstroom, m.a.w. om de hoeveel kilometer is compensatie noodzakelijk? Deze afstand blijkt voor een typisch windmolenpark met een vermogen van 300 MW bij 220 kV ergens rond de 200 km te liggen. Verder bepaalt de studie waar het omslagpunt ligt voor de keuze tussen gelijkstroom of wisselstroom. De berekening daarvan is moeilijk, omdat er nauwelijks gegevens te verkrijgen zijn omtrent de exacte kostprijs van beide technologieën. Daarom zijn er verschillende schattingen gemaakt die telkens gebruik maken van andere kostprijsgegevens uit papers, thesissen en artikels of van producenten. Van alle gemaakte schattingen is 170 km de gemiddelde 'break even' afstand. De laagste gevonden 'break even' afstand is 110 km. Onderstaande figuur toont de gemiddelde kostprijs-schattingen.



Gelijkstroom of wisselstroom?

De resultaten komen duidelijk niet overeen met de stelling dat wisselstroom beperkt zou zijn tot een afstand van 50 km. Daarom kan het nuttig zijn om eens na te gaan waar deze stelling precies vandaan komt. De studie kan aanleiding geven om kritisch na te denken over het gebruik van gelijkstroom. Verder geven de resultaten aan dat wisselstroom zeker niet af te schrijven is voor afstanden onder de 110 km.

Martijn Flies
info@yera.be

Bronnen:

<http://www.nationalgrid.com/uk/Electricity/OffshoreTransmission/ODIS/CurrentStatement/2011docs/termsofuse.htm>

<http://www.4coffshore.com/windfarms/substations.aspx>

<http://www.ea.govt.nz/industry/ec-archive/gridinvestment-archive/gup/2007-gup/north-auckland-and-northland-proposal-history/>

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.66.4595>

http://wind.nrel.gov/public/SeaCon/Proceedings/Copenhagen.Offshore.Wind.2005/documents/papers/Gridconnection/T.Ackermann_Evaluation_of_Electrical_Transmission_Concept.pdf

http://homes.esat.kuleuven.be/dvherten/msc_thesis_bram_van_eeckhout_KUL.pdf