

Wind Power: modelling and impact on power systems dynamics

Dr.ir. J.G Sloopweg, Technische Universiteit Delft
i.s.m. het Utrecht Centre for Energy Research, Universiteit Maastricht en ECN
Onderdeel van 'AIRE: Accelerated Implementation of a Renewable Electricity supply in the Netherlands'

Aanleiding

De bijdrage van windenergie aan de elektriciteitsproductie wordt steeds groter. Het was ten tijde van de aanvang van het onderzoek echter niet duidelijk wat de invloed van een groeiende penetratiegraad van windenergie is op de korte termijn-stabiliteit van het elektriciteitsnet; dit terwijl dit een belangrijk aandachtspunt is bij een toenemende bijdrage van windenergie aan de elektriciteitsvoorziening. De korte termijn-stabiliteit van een elektriciteitsnet is de mate waarin een elektriciteitsvoorzieningssysteem in staat is om na een verstoring opnieuw een stabiele evenwichtstoestand te bereiken. In het onderzoek zijn simulatiemodellen van windturbines ontwikkeld waarmee de korte termijn-stabiliteit van elektriciteitsnetten kan worden onderzocht en is met behulp van deze modellen de invloed van windturbines op de korte termijn-stabiliteit geanalyseerd. Rekenen aan elektriciteitsnetten wordt gedaan door middel van het PSS/ETM-programma.

Methode

Het PSS/ETM-programma wordt internationaal gebruikt voor het rekenen aan de stabiliteit van elektriciteitsnetten. Omdat er nog geen compatibele PSS/ETM-modellen voor windmolens bestonden, zijn die gemaakt. Er zijn niet alleen modellen ontwikkeld voor individuele windturbines, maar tevens twee modellen voor geaggregeerde windparken (één voor constant toerental turbines en één voor variabel toerental turbines). Vervolgens is aan de hand van zogenaamde 'testnetwerken', die internationaal in het onderzoek worden toegepast, en aan de hand van een rekenmodel van het Nederlandse hoogspanningsnet, de invloed van windmolens op de korte termijn stabiliteit van het elektriciteitsnet onderzocht.

Resultaten

De resultaten van de uitgevoerde analyses zijn weergegeven in de tabel.

	Transiënte stabiliteit	Klein-sigitaal stabiliteit
Vast toerental turbine	Veroorzaken in bepaalde situaties spanningsinstabiliteit na kortsluiting of afschakeling nabijgelegen generatoren	In sommige gevallen verbetering van de stabiliteit
Variabel toerental turbine	Nauwelijks een risico op spanningsinstabiliteit	Nauwelijks invloed

Transiënte stabiliteit heeft betrekking op veranderingen in de topologie van het netwerk. Voorbeelden van topologische veranderingen zijn een kortsluiting (ofwel een fout), de afschakeling van verbindingen, veranderingen in de opwekking door afschakeling van generatoren en veranderingen in of afschakeling van belastingen. Klein-sigitaal-stabiliteit heeft betrekking op veranderingen van de toestandsvariabelen van de generatoren in het systeem. Toestandsvariabelen van generatoren zijn onder andere het rotortoerental en de magnetische fluxen. De resultaten ten aanzien van de klein-sigitaal stabiliteit dienen met enige voorzichtigheid benaderd te worden omdat dit het eerste onderzoek is dat gedaan is naar de invloed van windmolens op de klein-sigitaal stabiliteit van elektriciteitsvoorzieningsystemen.

Consequenties en aanbevelingen

De opgestelde modellen zijn gevalideerd aan de hand van metingen die door enkele fabrikanten van windmolens beschikbaar gesteld zijn, waarna zij geïntegreerd zijn in PSS/E™. Het creëren van geaggregeerde windmolenparken bleek te werken, zodat bij het rekenen aan windmolenparken niet elke windturbine afzonderlijk beschouwd hoeft te worden. De ontwikkelde simulatiemodellen bleken zeer goed toepasbaar bij het onderzoeken van het effect van windmolens op de korte-termijn-stabiliteit van elektriciteitsvoorzieningssystemen.

Aangezien de klein-sigitaal stabiliteit van elektriciteitsvoorzieningssystemen met een grote bijdrage van windmolens nog weinig onderzocht is, dient hier verder naar gekeken te worden om te zien of de bij dit onderzoek behaalde resultaten ook in andere gevallen worden bevestigd. Daarnaast dient er een uitgebreidere validatie plaats te vinden van het opgestelde model, in het bijzonder voor wat betreft het gedrag bij kortsluitingen in het netwerk. Een ander punt voor verder onderzoek is de handhaving van de vermogensbalans bij een grote bijdrage van windenergie en aan de massatraagheid van het systeem als gevolg van het toepassen van variabel toerental windmolens.

Meer informatie

Han Slootweg, han.slootweg@essent.nl, 06-52376925

De volledige dissertatie (2003) is te downloaden via:

<http://eps.et.tudelft.nl/downloads/PhD%20thesis%20Slootweg.pdf>