



## Duurzaamheid in elektrische-energieonderzoek

**IN HET ONDERZOEK OP GEBIED VAN ELEKTRISCHE ENERGIETECHNIEK AAN DE UNIVERSITEIT GENT (UGENT) SPELEN TOEPASSINGEN IN DUURZAME EN HERNIEUWBARE ENERGIE EEN STEEDS GROTERE ROL. VERSCHILLENDE ASPECTEN WORDEN HIERBIJ ONDERZOEKT GAANDE VAN PRODUCTIETECHNOLOGIEËN VAN ELEKTRISCHE ENERGIE OP BASIS VAN HERNIEUWBARE BRONNEN TOT DE INTEGRATIE HIERVAN IN HET ELEKTRISCHE ENERGIESYSTEEM. IN DIT ARTIKEL WORDT IN HET BIJZONDER INGEGAAN OP ENKELE ELEKTROTECHNISCHE ASPECTEN VAN HET ONDERZOEK OP GEBIED VAN DUURZAME ENERGIE AAN HET LABORATORIUM VOOR ELEKTRISCHE ENERGIETECHNIEK (EELAB, UGENT), ZONDER EVENWEL VOLLEDIGHEID NA TE STREVEN.**

L. VANDEVELDE, UGENT

De meest voor de hand liggende en gekende hernieuwbare bronnen voor elektrische energieproductie zijn biomassa, windenergie, in het bijzonder grote MW-windturbines en zonne-energie, maar daarnaast bestaan er tal van andere technologieën die nader onderzoek verdienen. Enerzijds zullen er immers zoveel mogelijk hernieuwbare energiebronnen moeten aangeboord worden om de doelstellingen qua hernieuwbare elektrische energieproductie te halen en anderzijds hebben alle technologieën hun toepassingsmogelijkheden maar ook hun beperkingen, zodat er, ook binnen de hernieuwbare energie, een 'energiemix' wenselijk of zelfs noodzakelijk is.

Het optimaliseren van de energieopbrengst van kleine en middelgrote windturbines (KMWT) vormt een eerste onderzoekstopic in dit kader. Eén van de elektrotechnische uitdagingen hierbij is de optimale aansturing van de generator om zoveel mogelijk energie te capteren bij een sterk variabele windsnelheid (en -richting) via zogenaamde maximum power point tracking (MPPT). Op relatief lage hoogte zijn de windsnelheden niet alleen lager maar ook sneller variërend dan op grotere hoogte, wat de MPPT bemoeilijkt en een dynamische aanpak vereist. In het algemeen zorgt een MPPT-algoritme ervoor dat de windturbine draait aan een snelheid zodat de

turbine zoveel mogelijk energie levert bij een bepaalde windsnelheid. Bij KMWT kunnen dergelijke MPPT-algoritmes nog verbeterd worden door niet het vermogen dat de turbine aan de generator levert te maximaliseren, maar wel het uiteindelijk geproduceerde elektrische vermogen, rekening houdend met het rendement van de vermogenselektronische omvormer en de generator. De rendementen, terugverdientijden en dergelijke van KMWT worden trouwens soms vergeleken met die van de grote MW-turbines, waardoor de eerste er minder voordelig uitkomen. Men moet echter alle factoren in rekening brengen. Met KMWT kan men bij



foto@haven oostende

Met de steun van







voorbeeld de elektrische energieproductie afstemmen op het lokaal verbruik (bijvoorbeeld van bedrijven) en zijn er in vele gevallen slechts beperkte netinvesteringen nodig.

Een tweede technologie die onderzocht wordt is golfenergie, meer bepaald golfenergiecon-

vertoren van het point-absorber-type, waarbij de op- en neergaande beweging van een boei door de golven omgezet wordt naar een draaiende beweging om een generator aan te drijven. Analoog als bij KMWT, is een van de voornaamste uitdagingen het maximaliseren van de energieopbrengst, ditmaal uit de gol-

ven, door een gepaste sturing van de elektrische generatoren. Een bijkomende moeilijkheid hierbij is dat de boei een onregelmatige beweging maakt (in tegenstelling tot een continue luchtstroming bij windturbines) waardoor een “voorspellende” regeling nodig is. In verband met het (economisch) potentieel van golfenergie wordt vaak de vergelijking gemaakt met offshore windenergie. Men kan deze technologieën echter moeilijk vergelijken aangezien golfenergie nog veel minder matuur is en in de onderzoeks- en ontwikkelingsfase zit, waarbij er nog veel verschillende concepten naast elkaar ontwikkeld en uitgetest worden. Enerzijds biedt de combinatie van offshore windenergie en golfenergie mogelijkheden door gebruik te maken van dezelfde verbinding met het elektriciteitsnet aan land. Anderzijds zijn er ook mogelijke nichemarkten voor golfenergie, bijvoorbeeld voor lokale elektrische energievoorziening op zee.

Offshore windenergie als een volkomen “mature” technologie voorstellen is trouwens ook betwijfelbaar. Er zijn immers nog veel mogelijkheden voor het optimaliseren van de uitbating van windturbineparken (bijvoorbeeld voor het maximaliseren van de levensduur) en van het (predictief) onderhoud van windturbines. Ondermeer door de aggresieve omgeving en trillingen zijn de elektrische en mechanische werkingsomstandigheden van het complete windturbinesysteem (van fundering over de generator tot de wieken) helemaal niet standaard en kan er nog veel geleerd worden via monitoring van de verschillende componenten.

### Integratie van hernieuwbare energiebronnen in het elektrische energienet

Naast de productie van elektrische energie op basis van hernieuwbare bronnen, is ook de integratie van deze productie-eenheden in het elektrische energiesysteem een belangrijke onderzoekstopic.

In elektrische distributienetten, die oorspronkelijk geconcepieerd werden voor het aansluiten van enkel verbruikers, kunnen verschillende problemen optreden bij het aansluiten van decentrale energieproductie-eenheden. Voorbeelden hiervan zijn overspanning, onbalans tussen de fasen en congestie (overbelasting). Door een gepaste regeling van de productie-eenheden kan men deze problemen





echter in sterke mate verminderen. Aanzienlijke onderzoeksinspanningen worden geleverd om oplossingen te bieden die gebaseerd zijn op lokale metingen van de elektrische grootheden (in het bijzonder de netspanning), zonder dus beroep te moeten doen op communicatie tussen de verschillende eenheden onderling of met een centrale controle-eenheid. Op deze manier kunnen robuuste regelmethodes ontwikkeld worden om het net stabiel te houden. Een bijzondere toepassing is het zogenaamde microgrid, een elektrisch net met diverse verbruikers, productie-eenheden en mogelijk ook energieopslag, dat al dan niet verbonden is met een hogerliggend distributienet. In eilandmode (dit is zonder connectie met een hogerliggend distributienet) is er op ieder ogenblik een evenwicht tussen het geproduceerde en het verbruikte elektrische vermogen. De stabiliteit van een dergelijk microgrid kan bekomen worden door een zogenaamde primaire regeling die enkel op basis van lokale metingen werkt. Een verdere optimalisatie kan dan gebeuren waarbij veelal gebruik wordt gemaakt van communicatie. Steeds meer onderzoekers zien de toekomst van de 'smart grids' in die zin evolueren, namelijk als een verbinding van vele 'smart microgrids' die elk op zich over een lokale intelligente regeling beschikken.

Ook op het gebied van het transmissienet (hoogspanningsnet) zijn er nog vele uitdagingen. De stabiliteit ervan wordt tot vandaag nog grotendeels verzekerd door de klassieke elektriciteitscentrales, terwijl (bijvoorbeeld) de windturbineparken er enkel op gericht zijn zoveel mogelijk energie te capteren en in het elektrische energienet te injecteren. Indien het aandeel aan hernieuwbare energie in de elektriciteitsproductie echter toeneemt, zullen ook deze productie-eenheden, zoals windturbines, netondersteunende diensten moeten leveren, onder andere om de stabiliteit te garanderen. In bepaalde gevallen zijn de systemen voor het leveren van deze netondersteunende diensten door hernieuwbare energiebronnen reeds

aanwezig, maar worden ze weinig of niet benut. Nochtans zullen deze diensten bepalend zijn bij de verdere toename van hernieuwbare energie in het elektrische energiesysteem en zullen methodes ontwikkeld moeten worden om (bijvoorbeeld) de stabiliteit van netten met een zeer groot aandeel aan hernieuwbare energie te analyseren. De huidige methodes zijn immers nog in grote mate ontwikkeld voor het geval van klassieke centrales met direct aan het net gekoppelde generatoren (synchrone machines) terwijl windturbines en andere hernieuwbare productie-eenheden geheel of gedeeltelijk via vermogenselektronische omvormers aan het net zijn gekoppeld zodat er geen rechtstreeks verband meer is tussen de draaisnelheid van de generatoren en de frequentie van het net. Hierdoor en door het feit dat bepaalde productie-eenheden zoals fotovoltaïsche systemen helemaal geen inertie, met andere woorden geen buffer aan kinetische energie, hebben wordt het stabiliteitsvraagstuk fundamenteel gewijzigd.

Ondermeer wegens het intermitterend en enigszins onvoorspelbaar karakter van hernieuwbare energieproductie, zal energieopslag ongetwijfeld een belangrijke rol spelen. Hierbij zullen (terug) diverse systemen noodzakelijk zijn, naargelang de functie, bijvoorbeeld (grootschalige) opslag over langere termijn om onevenwichten tussen vraag en aanbod op te vangen of opslagsystemen die snel kunnen reageren om het net te stabiliseren. Opslagsystemen kunnen zowel in transmissie- als in distributienetten (en microgrids) hun dienst bewijzen, in dit laatste bijvoorbeeld om congestie en/of overspanningen op momenten van lage vraag en hoge productie door gedistribueerde opwekking in het betreffende distributienet te vermijden.

Het afstemmen van vraag en aanbod brengt ons bij de mogelijkheden tot vraagsturing als onderdeel van demand-side management (DSM). Dit laatste bestaat enerzijds uit energie-efficiëntie, met name het reduceren van

het (elektrische) energieverbruik, en allerlei maatregelen zoals "load shifting", dit is het verschuiven van het verbruik naar momenten van hoge productie, en "peak shaving", het uitvlakken van het verbruik. Voor grote gebruikers van elektrische energie kunnen deze maatregelen een aanzienlijke impact hebben. Eén van de discussiepunten is of DSM ook bij kleinere (bijvoorbeeld particuliere) verbruikers zinvol en realistisch (technisch implementeerbaar) is.

Een interessante piste in opslag en vraagsturing is alleszins de koppeling tussen elektrische en thermische systemen. Zo kunnen thermische inertie (van gebouwen) en andere thermische opslag als energiebuffer voor het elektrisch net dienen en kan de elektrische energievraag voor koeling en verwarming in de tijd verschoven worden.

### **Besluit**

In het onderzoek in de elektrische energietechniek vormt duurzame en hernieuwbare energie een belangrijk thema met zowel theoretische als toepassingsgerichte onderwerpen. UGent-EELAB legt hierin z'n eigen accenten door bijvoorbeeld in te zetten op een aantal minder voor de hand liggende en nog volop in ontwikkeling zijnde technologieën en door het ontwikkelen van originele controlealgoritmes voor elektrische energienetten met een steeds groeiend aandeel aan hernieuwbare bronnen.