

Een 'Search Group Algoritme' voor de optimalisatie van offshore windmolenparken

Bossuyt Stijn¹

¹ Vakgroep Civiele Techniek, Afdeling Weg- en Waterbouwkunde, Universiteit Gent, Technologiepark 904, 9052 Gent, Belgium
E-mail: stijn.bossuyt@ugent.be

In onze tijd wint hernieuwbare energie meer en meer aan belang en in vele landen is het al een belangrijke pijler van de energievoorziening. Windenergie is een betrouwbaar en betaalbaar alternatief voor de klassieke bronnen en los van het duurzame karakter wordt de groei ervan mede gestimuleerd door de dalende productiekosten. In het Belgische klimaatplan is offshore windenergie onmisbaar. De bestaande en geplande windmolenparken op de Noordzee staan garant voor 50% van de te behalen hernieuwbare energieproductie tegen 2020 volgens de Europese doelstellingen.

De productie van een windmolenpark hangt af van allerlei factoren zoals het aantal en type windturbines. Een evenzeer cruciale factor voor het rendement is de lay-out van het windmolenpark i.e. de positionering van de verschillende turbines. De totale productie van een windmolenpark ligt lager dan de som van de capaciteit van de individuele turbines. Dit is te wijten aan het zog die zich achter een turbine vormt, de zogenaamde zogeffecten. Lay-out optimalisatie van een windmolenpark streeft ernaar deze effecten zoveel mogelijk te reduceren en voor elke windturbine de beste positie te bepalen voor een maximale energieproductie. Vermits de lay-out van windmolenparken aan land vaak bepaald wordt door externe landschapskenmerken is deze methode vooral praktisch voor offshore parken waar er doorgaans meer speling is op de positionering.

Dit onderzoek focust op het toepassen van het 'Search Group Algoritme' op dergelijk optimalisatieprobleem. Hiervoor werd een mathematisch model van de zogeffecten en van de energieproductie geïmplementeerd. Tevens werd ook de invloed van de instellingen eigen aan het algoritme, zoals bijvoorbeeld het aantal iteraties, onderzocht. Na berekening verkrijgt men de optimale lay-out en de ermee gepaard gaande productiecapaciteit. Om de prestaties van het algoritme te evalueren werden de resultaten vergeleken met deze van twee referentieproblemen. Het gaat om het 'Evolutionary Algoritme' en het 'Imperialist Competitive Algoritme', twee courante algoritmes uit de literatuur die als maatstaf gelden. Daar de resultaten van het 'Search Group Algoritme' variëren met de willekeurig gegeneerde initiële populatie werd elk probleem telkens 100 maal opgelost. Zo konden de verschillende berekende ontwerpen van de windmolenparken met elkaar vergeleken worden en werd er eveneens een statistische basis voor verdere vergelijking voorzien.

Na berekening bleek dat het 'Search Group Algoritme' aangaande de energieproductie over het algemeen efficiëntere lay-outs ontwierp in vergelijking met de twee algoritmes uit de literatuur. Uit het onderzoek naar de invloed van de instellingen van het algoritme op de resultaten werden richtlijnen voor het hanteren van het algoritme afgeleid. Uit de statistieken van de verschillende gegeneerde oplossingen kwam een zeer lage variatiecoëfficiënt naar voor. Er is dus slechts een zeer geringe dispersie tussen de verschillende oplossingen. Dit houdt in dat een relatief laag aantal iteraties volstaat om een optimale layout te berekenen wat bijgevolg leidt tot een aanzienlijk kortere berekeningstijd. Het betreft kortom een zeer robuust algoritme dat zeer geschikt is voor het oplossen van dergelijke complexe optimalisatieproblemen.

De combinatie van een mathematisch energieproductiemodel met het optimalisatiealgoritme kan ook voor tal van andere toepassingen aangewend worden. Mits ontwikkeling van een aangepast model kan dit bijvoorbeeld gebruikt worden voor de positionering van golfenergieconvertoren in een zogenaamd golfenergieconvertorenpark. Verder onderzoek kan ook de combinatie van zowel windturbines als golfenergieconvertoren optimaliseren. Er dient dan te worden nagegaan hoe de convertoren en de turbines elkaar en de golfhoogte beïnvloeden om zo de operationaliteit en de energieproductie te verhogen en de onderhoudskosten te verlagen.

Momenteel ben ik werkzaam als onderzoeker aan de Universiteit Gent in de onderzoeksgroep van professor Troch waar ik verder werk aan mijn thesisonderzoek. Er wordt een kostenfunctie geïmplementeerd om zo niet enkel de energieproductie te maximaliseren maar ook rekening te houden met de kosten van bijvoorbeeld de bekabeling. Desgelijks wordt naar een optimale balans tussen de kosten over de levensduur van het windmolenpark en een maximale energieproductie gestreefd. Daarnaast wordt er getracht een mathematisch energieproductiemodel voor golfenergieconvertoren te ontwikkelen om hiermee de optimale posities van golfenergieconvertoren

binnen een park te bepalen. Daar golfenergievectoren ook constructieve effecten op elkaar kunnen hebben kan een park van convertoren meer energie dan enkel de som van de individuele toestellen opleveren. Het is dus bijzonder belangrijk om de juiste posities te bepalen om een maximum aan constructieve effecten te verwezenlijken.