

Bennie Mols

Kijkduinstraat 121-2
1055 XW Amsterdam
benniemols@gmail.com

Maatschappij Studiegroep Wiskunde met de Industrie 2011

Veiling in reservestroom

In het Europese elektriciteitsgrid moet de energieopwekking te allen tijde overeenkomen met het energieverbruik. Om in te kunnen spelen op een plotseling toenemende energievraag, verplicht de Duitse regelgever energieaanbieders om voldoende energiereserve op voorraad te hebben. Deze energiereserve wordt op een veiling verhandeld. Het Noorse energiebedrijf Statkraft vroeg aan de Studiegroep Wiskunde met de Industrie of men met speltheorie het biedgedrag op deze veiling kan voorspellen.

Deelnemers van de studiegroep

Denes Palvolgyi (UM)
Gergely Csapo (UM)
Meike Wortel (VU)
Thijs Ruijgrok (UU)
Wander Wadman (TUD)
Zsombor Meder (UM)

Statkraft is een Noors staatsbedrijf dat de grootste producent van hernieuwbare energie in Europa is. Statkraft beheert onder andere een groot aantal waterkrachtcentrales. Zo'n tien jaar geleden besloot het bedrijf zijn energie ook op het Europese vasteland te verhandelen. Als eerste opende het een kantoor in Amsterdam; een jaar later volgde een kantoor in het Duitse Düsseldorf. Energieproducent Statkraft verkoopt zijn energie aan energieleveranciers, die op hun beurt de energie weer verkopen aan de eindgebruikers, zoals particulieren en bedrijven.

Duitsland heeft de operators van het elektriciteitsgrid verplicht om reserve-energie op voorraad te hebben voor het geval bijvoorbeeld een plotselinge black-out optreedt. Die reserve-energie moet binnen tien seconden geleverd kunnen worden. "De reserve-energie wordt verhandeld op een maandelijks veiling", vertelt elektrotechnisch ingenieur Philipp Siemes, hoofd van de afdeling Short term Energy Management van Statkraft in Düsseldorf. "De aanbieders bieden daar x megawatt aan tegen een prijs van y euro per megawatt. De veiling werkt zo dat de ca-

paciteiten met de laagste prijs per eenheid-verhoudingen worden gekocht totdat gridoperators hun verplichte reserve-energie hebben gehaald. De uitkomsten van de veiling zijn publiek toegankelijk."

De verzoeken van de gridoperators worden volautomatisch door software gegenereerd. Technisch is het een veeleisend probleem om binnen een tiental seconden een grote hoeveelheid energie te kunnen leveren. Niet alle energiecentrales kunnen immers zo snel op een sterk toegenomen energiebehoefte inspelen. Als energieproducent wil Statkraft natuurlijk een zo goed mogelijke prijs krijgen op de energieveiling. De vraag is hoe ze dat voor elkaar krijgen.

Siemes had zelf al behoorlijk wat tijd in dit probleem gestopt. Hij probeerde om de energieveiling te begrijpen vanuit fundamentele economische wetten: Wat is de invloed van de energieprijzen? Wat is de invloed van de brandstofprijzen? Wat zijn de invloeden van diverse andere economische factoren? Siemes: "Ik vond echter geen fundamentele correlatie tussen deze factoren en de werkelijke veilingprijzen. Vandaar dat ik het probleem wilde aanpakken vanuit speltheoretisch oogpunt."

In de speltheorie wordt immers de strategische interactie tussen de diverse rationeel handelende spelers van een 'spel' geanalyseerd. Omdat Siemes niet vertrouwd was met de ins en outs van speltheorie zou het hem veel te veel tijd kosten om het probleem speltheoretisch te analyseren. Siemes: "Dus dacht ik: laat ik het probleem voorleggen aan

een stel slimme wiskundigen. Via een Nederlandse collega had ik gehoord over de Studiegroep Wiskunde met de Industrie, en zo is het gekomen dat ik ons veilingprobleem heb voorgelegd aan een studiegroep van wiskundigen."

Behalve het proberen te achterhalen van de beste veilingprijs voor Statkraft, is er nog een reden om de veilingprijzen goed onder de loep te nemen. Juist omdat er relatief weinig energieaanbieders op de veiling opereren, zou het kunnen dat er stilzwijgende afspraken bestaan tussen die aanbieders om de prijs kunstmatig hoog te houden. Siemes: "Het zou in principe kunnen dat er subtiele strategische samenwerkingen bestaan tussen aanbieders, zonder dat er overduidelijk sprake is van een kartel. In onze traditionele economische analyse konden we zo'n subtiele samenwerking niet vinden, maar misschien dat een speltheoretische analyse zich beter leent om een subtiele samenwerking bloot te leggen."

Gehele of gedeeltelijke rationaliteit

Een groep van zes wiskundigen boog zich eind januari 2011 een week lang over het veilingprobleem van Statkraft. Promovendus Gergely Csapo van de afdeling Kwantitatieve Economie van de Universiteit Maastricht was een van hen. Hij vertelt dat de groep drie oplossingswegen heeft bewandeld: allereerst een speltheoretische aanpak gebaseerd op perfecte rationaliteit van de spelers; ten tweede een model gebaseerd op gedeeltelijke rationaliteit van de spelers; en ten derde een econometrisch model dat alleen maar is gebaseerd op een tijdreeksanalyse van de veilingresultaten uit het verleden. In de tijdreeksanalyse wordt er helemaal geen aanname gedaan over de rationaliteit van de spelers.

"In de speltheoretische aanpak waarbij de spelers perfect rationeel zijn, hebben we



Foto: Statkraft/Hans Stanosta

Het hogere reservoir van de Statkraft energieopslagcentrale in Erzhause (Duitsland). Deze centrale kan de reserve-energie leveren die op veilingen wordt verhandeld. Wanneer de elektriciteit goedkoop is (bijvoorbeeld 's nachts), gebruikt deze centrale energie door water van het lagere naar het hogere reservoir te pompen. Bij de eerstvolgende goede gelegenheid mag water van het hogere naar het lagere reservoir stromen. Daarbij drijft het turbines aan die elektriciteit opwekken.

twee soorten markten bekeken”, vertelt Csapo. “Als de markt groot genoeg is zodat er geen dominante speler kan ontstaan, dan zien we dat de prijs per verkochte eenheid daalt totdat de laatste verkoper op die laatste eenheid geen winst meer maakt. Als de markt zo klein wordt dat één speler dominant kan worden, dan zien we inderdaad dat deze de prijs kan gaan opdrijven.”

In de tweede aanpak simuleerden de wiskundigen tweeduizend biedingsrondes van zeven verschillende spelers met zeven verschillende biedstrategieën. In de eenvoudigste gevallen zijn de biedstrategieën bijvoorbeeld het gemiddelde van de geaccepteerde biedingen van de afgelopen maand, of de hoogste bieding van de afgelopen maand. “Ondanks het feit dat gedeeltelijke rationaliteit realistischer is dan perfecte rationaliteit, bleek deze aanpak niet zoveel op te leveren”, concludeert Csapo. “We zien dat de prijs langzaam convergeert naar de kostprijs om de reserve-energie te maken. Dat is niet realistisch voor de energie-aanbieders want dan verdienen ze niets meer.”

In de derde aanpak hanteerden de wiskundigen de algemene econometrische manier van modelleren, waarbij wordt verondersteld dat er a priori niets bekend is over hoe de data tot stand komen. Uitgangspunt waren de geaccepteerde biedingen (hoeveel energie voor welke prijs) tussen december 2007 en januari 2011: een periode met 25 veilingen. Csapo: “We hebben geprobeerd met een *autoregressive moving average model* (ARMA) een onderliggende structuur te ontdekken, maar dat is niet gelukt. We hebben geen manier gevonden om de bieding op de eerst volgende veiling goed te voorspellen.”

Een paar jaar geleden werd de reserve-energie nog elk half jaar geveild. Dat veranderde in eerste instantie naar een maandelijks veiling, en in het afgelopen jaar zelfs naar een wekelijkse veiling. De wiskundigen hebben ook nog onderzocht of ze theoretisch kunnen verklaren wat er dan in de praktijk gebeurt. Csapo: “Wij hebben aangetoond dat het verkorten van de tijd tussen twee veilingen leidt tot hogere prijzen, en dat is precies het omgekeerde van wat de regelgevers hadden gedacht. Maar het komt wel overeen met wat er in werkelijkheid is gebeurd. Ik denk dat dit het belangrijkste resultaat is van ons werk.”

Conclusie

“Zelfs de speltheorie blijkt het veilingprobleem niet te kunnen oplossen”, zegt Philipp Siemes van Statkraft over de resultaten van de studiegroep. “Het lijkt erop dat er geen ultiem model is dat de toekomstige veilingprijzen kan voorspellen. Aan de ene kant is dat teleurstellend. Maar aan de andere kant is het voor ons als bedrijf aardig om te zien dat een groep slimme wiskundigen niet in staat is geweest om het beter te doen dan wij het hebben gedaan. In ieder geval niet binnen een week. Statkraft heeft het goed gedaan op de veiling.”

Wat is dan Statkrafts strategie op de veiling? Siemes: “Wat wij doen is dat we twee of drie mensen laten kijken naar de trends uit het verleden. Zij bediscussiëren die trends en komen op een vrij subjectieve manier tot een consensus over een nieuw bod. Er ligt geen model aan ten grondslag dat precies berekent hoe wij op de veiling moeten handelen. Uit de resultaten van de wiskundigen blijkt echter

ook dat de andere energieproducenten geen model hebben waarmee ze de toekomstige veilingprijzen voorspellen. Als ze zo'n model wel hadden gehad, dan hadden we het in de analyses wel gevonden.”

De speltheoretische aanpak kon wel een praktijksituatie uit 2008 verklaren, vertelt Siemes. “Toen was één producent de hoofdleverancier. Hij kon de prijs opdrijven. De situatie veranderde in 2009, waardoor de prijs naar beneden liep. En dat laat het eerste model van de wiskundigen ook zien. Dat model is voor ons het interessantste. Het model met de gedeeltelijke rationaliteit kon de resultaten uit het verleden niet verklaren en ook de aanpak met de tijdreeksanalyse gaf geen goede fit met de data.”

Siemes weet nog niet of hij verder gaat met de speltheoretische aanpak. “Het punt is dat de markt is veranderd. Tijdens de studieweek gebeurde de veiling nog maandelijks. Niet lang daarna werd het een wekelijkse veiling, wat de situatie weer heeft veranderd. Een tweede punt is dat tot nu toe alleen de geaccepteerde biedingen werden gepubliceerd en niet de afgewezen biedingen, die te hoog waren. De Duitse regelgever denkt erover na om te verplichten ook de afgewezen biedingen openbaar te maken. Als dat gaat gebeuren, dan willen we dit nieuwe type veiling zeker opnieuw gaan analyseren. Maar als dat niet gebeurt, dan denk ik dat we bij onze huidige veilingstrategie blijven.”

Dit is een verslag van de Studiegroep Wiskunde met de Industrie 2011, van 24–28 januari op de VU in Amsterdam. Voor de bijbehorende wetenschappelijke publicatie, waarin de gebruikte wiskundige modellen en methoden uitvoerig staan beschreven, verwijzen we u naar de website www.few.vu.nl/~swi2011.