

Congestie- management

Simulatiehandleiding





Inhoud

01 Inleiding	4
1.1 Elektriciteitsmarkten	5
1.2 Congestie management	6
1.2.1 Aansluitbeleid	6
1.2.2 Verschillende mechanismen	7
02 Simulatie	8
2.1 Concept	9
2.2 Spelronden	9
2.3 Bediening	10
2.3.1 Verbinding maken	10
2.3.2 Spelersinterface	11
2.3.3 Centrale interface	12
03 Congestie management mechanismen	13
3.1 Basic system redispatch	14
3.1.1 Theorie	15
3.1.2 Simulatie	17
3.2 Expliciete veiling	17
3.2.1 Theorie	18
3.2.2 Simulatie	20
3.3 Marktsplitsing	20
3.3.1 Theorie	21
3.3.2 Simulatie	22
04 Spel scenario	23
4.1 Economische crisis	24
4.2 Verwoestende storm	24
4.3 Beperkte transmissie capaciteit	25
4.4 Misbruik van marktmacht	25
4.5 Onderbenutting	25
05 Implementatie aannames	26

01

Inleiding

Congestiemanagement wordt in Europa om verschillende redenen toegepast en er zijn verschillende mechanismen beschikbaar. Om uit te leggen hoe deze mechanismen werken en wat de consequenties van hun toepassing zijn, hebben wij een 'participatieve simulatie' ontwikkeld waarin gebruikers zelf kunnen ervaren hoe congestie-management werkt vanuit het perspectief van een elektriciteitsproducent. Wij zijn van mening dat deze aanpak leidt tot een beter begrip dan een puur theoretische benadering en hopen dat deelname een leuke en leerzame ervaring is.

1.1

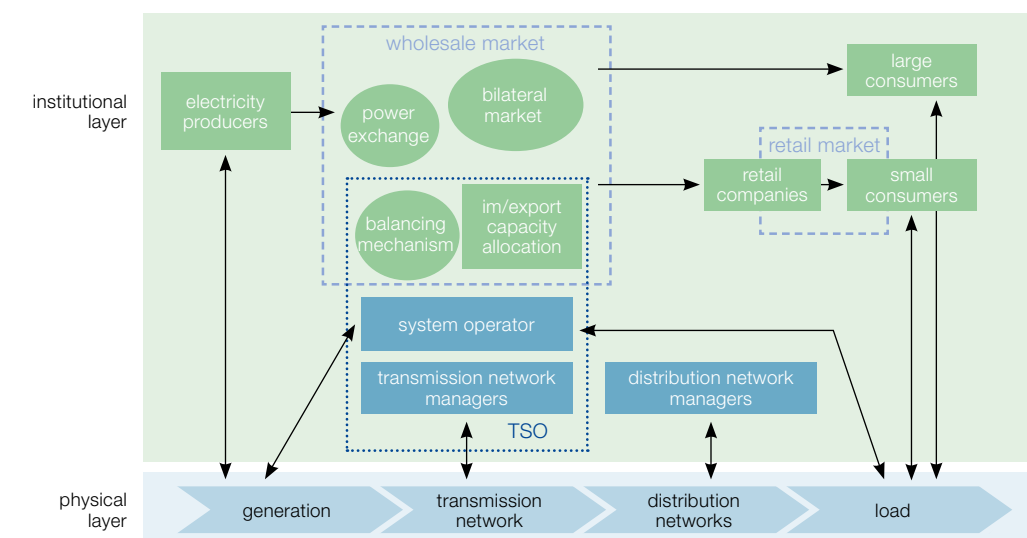
Elektriciteitsmarkten

In de geliberaliseerde Nederlandse elektriciteitssector zijn marktpartijen vrij om onderling stroom te verhandelen. Productie en consumptie zijn institutioneel losgekoppeld van netbeheer. Hoewel transacties tussen producenten en afnemers uiteindelijk leiden tot fysieke productie en consumptie die gevolgen hebben voor de transporten op het hoogspannings- en laagspannings-net, hoeven netgebruikers hier in principe geen rekening mee te houden. Dit wordt ook wel het 'koperen plaat'-principe genoemd. Producenten en consumenten mogen stroom kopen, verkopen, produceren en consumeren zonder rekening te hoeven houden met het elektriciteitsnet dat benodigd is om dit mogelijk te maken.

Bovenstaande wordt schematisch weergegeven in Figuur 1, waarin is te zien dat producenten en afnemers (al dan niet met tussenkomst van leveranciers, 'retail companies') direct met elkaar handelen (groene actoren) zonder tussenkomst van een netbeheerder. Voor fysieke levering van stroom is het net (blauwe actoren) echter onontbeerlijk.

Zolang de capaciteit van het net toereikend is voor alle door de netgebruikers gecreëerde transporten, is er niets bijzonders aan de hand. Onder de huidige wetgeving is TenneT als hoogspanningsnetbeheerder (TSO)¹ bovendien verplicht om voor voldoende capaciteit te zorgen. Er kunnen zich echter situaties voordoen waarbij de transporten op bepaalde momenten groter zijn dan de beschikbare netcapaciteit. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn wanneer een producent een nieuwe centrale in gebruik neemt, terwijl de benodigde uitbreiding van het hoogspanningsnet nog niet is voltooid. In een dergelijk geval is er sprake van congestie: het 'aanbod' van elektriciteitstransporten overtreft de beschikbare netcapaciteit. Wanneer *congestie* in het hoogspanningsnet op deze manier wordt gedefiniëerd, is dit fenomeen in theorie niet anders dan congestie in andere infrastructuren, zoals bijvoorbeeld op de weg (files ontstaan wanneer het aantal auto's dat van een stuk weg gebruik wil maken groter is dan de maximumcapaciteit van deze weg) of in ICT (een langzame internetverbinding doordat het aantal datapakketjes te groot is om te worden verwerkt door de infrastructuur).

Figuur 1: Fysieke en institutionele systeemlagen (bron: De Vries, 2004)



¹ Transmission System Operator



1.2 Congestie management

In tegenstelling tot op de weg of op het internet, waar congestie leidt tot files en vertraagde data-pakketjes, die tijdsverlies en wellicht wat frustratie tot gevolg hebben, leidt congestie in elektriciteitsnetten niet tot files van elektronen. Wanneer de elektriciteitsinfrastructuur overbelast dreigt te geraken wordt belasting afgeschakeld. In het ergste geval kan dit leiden tot grootschalige stroomuitval, waarmee een veel groter gebied getroffen wordt dan enkel de overbelaste verbinding. Fysieke congestie moet op het net daarom worden voorkomen.

Congestie op het hoogspanningsnet wordt daarom vastgesteld in een stadium vóórdat overbelasting daadwerkelijk optreedt. In Nederland gebeurt dit op basis van de door netgebruikers ingediende transportprognoses (T-prognoses). Als uit deze T-prognoses blijkt dat het net ergens overbelast zou raken wanneer geen actie wordt ondernomen, stelt men dat er sprake is van congestie. Congestie kan dus worden gedefiniëerd als “de situatie waarin een elektriciteitsverbinding haar limiet heeft bereikt, als gevolg waarvan transacties niet fysiek kunnen worden geïmplementeerd” (vertaald citaat; Van Blijswijk, 2011, p. 4).

1.2.1 Aansluitbeleid

In het verleden werden elektriciteitscentrales en -netten centraal gepland door de Samenwerkende Elektriciteitsproductiebedrijven (Sep), de organisatie waar TenneT uit voortgekomen is. Deze centrale planning leidde er toe dat het hoogspanningsnet was afgestemd op de vermogens en locaties van centrales en afnemers, welke bovendien relatief voorspelbare belastingspatronen hadden. Sinds de liberalisering van de elektriciteitsmarkt, die in 1998 begon en in 2004 werd voltooid, ligt de verantwoordelijkheid voor de planning van productie-eenheden en het hoogspanningsnet niet langer bij één partij. Er bestaat nu een breed scala aan private energiebedrijven die zelf mogen bepalen of, hoe en wanneer zij in nieuwe centrales investeren (of oude centrales ontmantelen). TenneT is verantwoordelijk voor het hoogspanningsnet en is in principe verplicht om zorg te dragen dat er te allen tijde voldoende transportcapaciteit beschikbaar is om aan de wensen van de markt te voldoen.

Tot voor kort mocht TenneT de aansluiting van nieuwe eenheden uitstellen als er onvoldoende capaciteit beschikbaar was op het hoogspanningsnet, bijvoorbeeld tot het moment dat er weer voldoende transportcapaciteit beschikbaar was

gemaakt door de verzwaring van het net of de uitgebruikname van een oude eenheid op dezelfde locatie. Congestie kwam derhalve niet voor, omdat het net altijd toereikend was om de transporten van aangeslotenen te faciliteren. Omdat het Ministerie van Economische Zaken² van mening was dat nieuwe toetreders onder dit beleid benadeeld werden ten opzichte van gevestigde marktpartijen, is er een nieuw aansluitbeleid ingevoerd dat TenneT verplicht om alle nieuwe eenheden, ongeacht de ruimte op het net, direct op het hoogspanningsnet aan te sluiten. Dit nieuwe aansluitbeleid heeft tot gevolg dat marktpartijen transporten kunnen creëren die groter zijn dan de maximale capaciteit van verbindingen. Met andere woorden: er kan congestie optreden in het Nederlandse hoogspanningsnet.

1.2.2 Verschillende mechanismen

Wanneer op basis van de door netgebruikers ingestuurde T-prognoses blijkt dat er congestie optreedt, moet TenneT actie ondernemen om te voorkomen dat het net daadwerkelijk overbelast raakt. Hiertoe zijn verschillende mogelijkheden beschikbaar. Op de lange termijn kan congestie worden verholpen door de aanleg of opwaardering van verbindingen, maar omdat dergelijke maatregelen doorgaans jaren in beslag nemen moet er voor de korte termijn naar andere middelen gezocht worden. In essentie is er maar één manier om congestie op korte termijn te verhelpen, en dat is door de transporten die in het net ontstaan zó te wijzigen dat deze nergens de maximale capaciteiten van de netcomponenten overschrijden. Omdat elektriciteit zich niet laat sturen (in tegenstelling tot auto's en datapakketjes die wel een alternatieve route kunnen nemen), kan dit alleen maar worden

gedaan door ofwel productie te verplaatsen naar andere centrales, danwel het sturen van belasting. Dit laatste is in de praktijk erg lastig en wordt daarom buiten beschouwing gelaten. In de toekomst kan het slim sturen van elektriciteitsgebruik mogelijk wel bijdragen aan het oplossen van congestieproblematiek.

Hoewel het verplaatsen van productie conceptueel eenvoudig lijkt, is het van belang om te onthouden dat TenneT geen eigenaar is van de eenheden die congestie veroorzaken (of kunnen verhelpen). Elektriciteitscentrales zijn eigendom van private partijen welke (onder de huidige wetgeving) vrij zijn om zelfstandig te bepalen welke centrales zij inzetten om aan hun productieverplichtingen te voldoen. Het veranderen van deze inzet om congestie te verhelpen kan financiële gevolgen hebben, bijvoorbeeld wanneer een dure gascentrale moet worden ingezet omdat een goedkope kolencentrale moet worden afgeregeld. Er zal dus compensatie of een andere prikkel moeten bestaan om producenten zo ver te krijgen en op de juiste wijze (lees: op de juiste locatie en met het juiste vermogen) centrales op en af te regelen.

In dit document worden drie verschillende soorten mechanismen behandeld die gebruikt kunnen worden om congestie te verhelpen:

- Expliciete veiling
- Basic system redispatch
- Marktsplitsing (en het hieraan gerelateerde marktkoppeling)

Hoewel er vele implementatievarianten op deze mechanismen bestaan, biedt deze groep een goed inzicht in de verschillende mogelijkheden en eigenschappen van congestie management-alternatieven. Hoofdstuk 3 introduceert en behandelt deze congestie management mechanismen, waarbij wordt ingegaan op zowel de achterliggende theorie als de handelingen die van marktpartijen (en deelnemers aan deze simulatie) wordt verwacht.

² Tegenwoordig: Economische Zaken, Landbouw en Innovatie.

02 Simulatie

Iedere speler neemt de rol aan van een elektriciteitsproducent (zie kader) in een fictief land dat uit twee regio's bestaat ('North' en 'South') en een verplichte spothandel kent. Dit houdt in dat alle stroom via de power pool wordt verhandeld (zie Figuur 2). Elke producent bezit drie centrales van 1000 MW (van een verschillend type en met verschillende vaste en variabele kosten) en kan zelf bepalen hoeveel capaciteit hij tegen welke prijs aanbiedt.

2.1 Concept

- De simulatie bevat de volgende typen centrales: wind, nucleair, bruinkool, steenkool, 'nieuw aardgas' (efficiënt), en 'oud aardgas' (minder efficiënt).
- Er kunnen drie (al dan niet verschillende) prijs/volume-paren worden aangeboden.
- Elke spelronde wordt onafhankelijk van alle voorgaande of volgende rondes gesimuleerd.
- Binnen elke regio wordt een koperen plaat verondersteld, d.w.z. de beschikbare transmissiecapaciteit is te allen tijde voldoende, maar tussen de regio's is het mogelijk dat congestie optreedt.
- Bij meer dan zes spelers worden er teams gevormd.

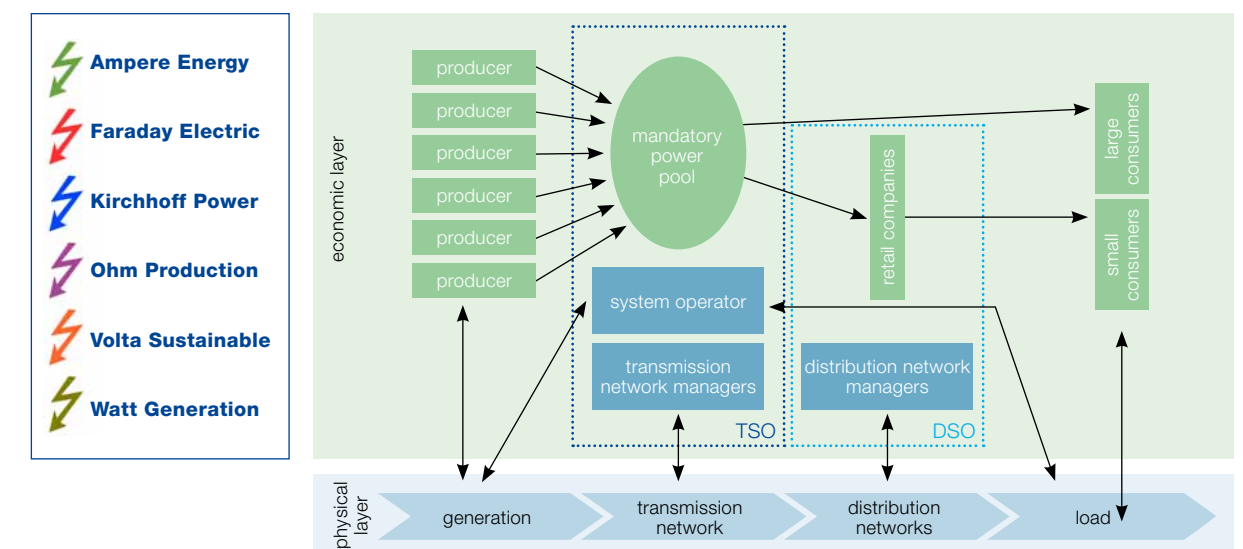
2.2 Spelronden

De simulatie wordt in rondes gespeeld, waarbij in elke ronde één uur elektriciteitshandel wordt gesimuleerd. Afhankelijk van het scenario dat door de spelleider gekozen wordt, geldt een bepaald congestiemanagementmechanisme³. Wat betreft deze mechanismen worden de volgende situaties onderscheiden:

- Geen handel tussen de regio's (d.w.z. er zijn twee afzonderlijke markten)
- Koperen plaat (d.w.z. geen transmissiebeperkingen tussen de regio's)
- Beperkte transmissiecapaciteit (d.w.z. mogelijk optreden van congestie) met toepassing van één van de volgende congestiemanagement-mechanismen:
 - Basic system redispatch (momenteel in Nederland toegepast)
 - Expliciete veiling (bijv. toegepast op veel interconnectoren)
 - Marktsplitsing (bijv. toegepast in Scandinavië)

Deze situaties komen terug in de spelscenario's, die in hoofdstuk 4 worden geïntroduceerd.

Figuur 2: Verplichte spothandel (schematische weergave) bron: De Vries, 2004



³ Voor aanvang van een spelronde wordt naar de spelers gecommuniceerd welk mechanisme wordt gesimuleerd.

2.3

Bediening

De simulatie maakt gebruik van NetLogo 4.1.3. Dit programma is gratis te downloaden via <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/4.1.3/> en is beschikbaar voor Windows, Mac en Linux. NetLogo hoeft niet te worden geïnstalleerd, maar draait direct nadat de bestanden zijn uitgepakt in een map op de harde schijf of op een USB stick.

2.3.1

Verbinding maken

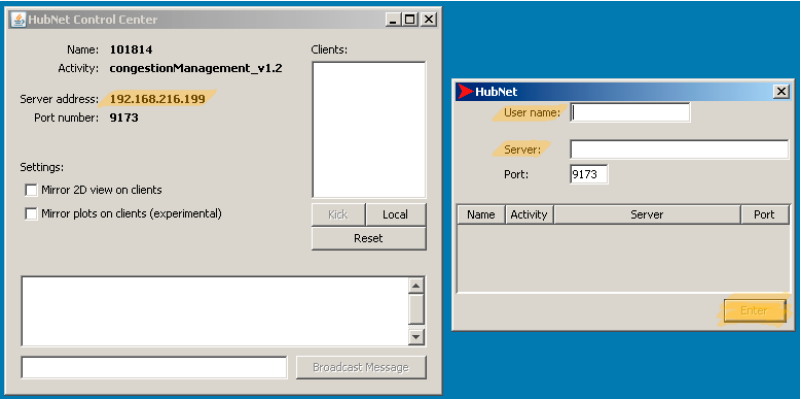
Om als speler deel te nemen aan een simulatiesessie heb je het programmaonderdeel HubNet nodig, dat in staat is om als gebruiker verbinding te maken met de server waarop de NetLogo-sessie draait. Open hiervoor het bestand `hubnet.sh`, dat in de NetLogo-map te vinden is. Je ziet dan het venster dat in Figuur 3 rechts is weergegeven.

Het spel wordt standaard gespeeld met drie eenheden per producent. Na het starten van HubNet vul je de gebruikersnamen ('*User name*') van jouw eenheden elk in een afzonderlijk HubNet-scherm in (N.B.: HubNet moet dus meerdere keren

worden geopend). Deze inloggegevens worden tijdens de spelsessie gecommuniceerd naar de spelers. Vervolgens selecteer je de juiste server in het overzicht (zie Figuur 3, rechts) of, wanneer deze niet zichtbaar is, vul je het IP-adres handmatig in. Het IP-adres wordt door de spelleider gecommuniceerd en staat ook in het centrale scherm (Figuur 3, links).

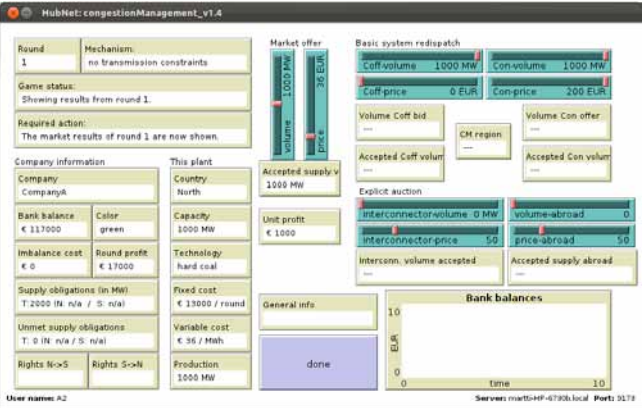
Wanneer je de gebruikersnaam hebt ingevoerd en de server hebt geselecteerd druk je rechtsonderin op 'Enter'. Je krijgt dan het scherm te zien dat in paragraaf 2.3.2 wordt besproken.

Figuur 3: Verbinding maken met HubNet



³ Voor aanvang van een spelronde wordt naar de spelers gecommuniceerd welk mechanisme wordt gesimuleerd.

Figuur 4: Spelersinterface



2.3.2

Spelersinterface

Elke speler heeft drie centrales van 1000 MW ter beschikking waarvan de capaciteit per ronde kan worden aangeboden op een spotmarkt. In Figuur 4 is het 'controlevenster' weergegeven dat bij een centrale hoort (elke speler bedient dus drie vensters). Dit scherm bevat vijf onderdelen.

- **Algemene spelinformatie:** Linksbovenin wordt de algemene spelinformatie weergegeven, zoals de spelronde en het congestiemanagement-mechanisme dat in deze ronde van toepassing is. Ook is hier de actuele spelstatus ('*Game status:*') zichtbaar, alsmede de actie die van de spelers verwacht wordt ('*Required action:*'). Ook vindt men hier de kleur van de speler (deze komt overeen met de lijn in de grafiek), het actuele banksaldo ('*Balance:*'; voor het gehele bedrijf) en de winst die gedurende de afgelopen ronde met de betreffende eenheid⁴ is behaald.

- **Bedrijfsinformatie:** Aan de linkerzijde wordt informatie over de producent als geheel weergegeven, zoals naam, kleur en banksaldo, alsmede voor de huidige ronde de onbalanskosten, winst, geaccepteerde biedingen, niet-voldane productieverplichtingen en interconnectierechten.

- **Eenheid & bieding:** In het midden van het scherm vindt een speler informatie over de betreffende eenheid (locatie, brandstoftype, vaste kosten per ronde, variabele kosten per MWh) en de knoppen om een bieding (prijs / volume) in te stellen. Onderin geeft 'Accepted supply volume' telkens nadat de markt gecleared is weer hoeveel MWh van deze bieding is geaccepteerd.
(N.B.: de biedingen die worden gedaan in de drie vensters zijn niet gekoppeld aan een specifieke eenheid, maar gelden voor de producent als geheel.)

- **Congestiemanagement:** Aan de rechterzijde van het scherm staan de knoppen die van belang zijn bij de toepassing van de congestiemanagementmechanismen *basic system redispatch* en *explicit auction*. Hiermee kunnen op- en afregelbiedingen per eenheid, alsmede biedingen voor rechten op interconnectorcapaciteit en spotmarkt-biedingen in de aangrenzende regio worden geplaatst.
(N.B.: op- en afregelbiedingen zijn gekoppeld aan de eenheid die in het venster vermeld staan; biedingen voor interconnectorcapaciteit en spotmarktbiedingen op de aangrenzende markt gelden daarentegen voor de producent als geheel.)

- **Banksaldo's:** Een grafiek van de banksaldo's van alle spelers wordt rechtsonderin weergegeven. Deze is identiek aan de grafiek die op het centrale scherm wordt weergegeven.

⁴ In de simulatie worden biedingen aan eenheden gekoppeld, doordat zij met locatieherkenning worden aangeboden. Dit betekent echter niet dat de bieding direct bepaalt of en in welke mate de eenheid wordt ingezet. Meer informatie over de implementatie van biedingen met locatieherkenning versus de inzet van eenheden is te vinden in hoofdstuk 5.

03

Congestiemangement- mechanismen

2.3.3

Centrale interface

De centrale interface, die gedurende de simulatie op een groot scherm geprojecteerd zal worden (of op andere wijze zichtbaar is) en te vinden is in Figuur 5, bevat de grafieken die per ronde de marktresultaten weergeven. Daarnaast vindt men hier een aantal bedieningsvariabelen die relevant zijn voor de spelleider.

- **Scenario:** Aan de linkerzijde staat een aantal knoppen waarmee de spelleider de simulatieparameters kan instellen (congestiemanagement-mechanisme, vraag, VOLL⁵ en transmissiecapaciteit tussen Noord en Zuid).

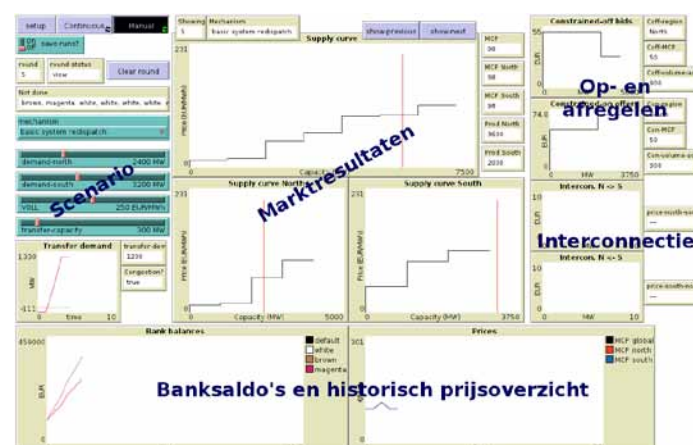
- **Marktresultaten:** In het midden worden de marktresultaten aan het eind van elke ronde weergegeven.

- **Op- en afregelen:** Rechts (boven) vindt men (indien van toepassing) aan het eind van elke ronde de congestiemarktresultaten.

- **Interconnectie:** Rechts (midden) worden de biedingen voor interconnectiecapaciteit weergegeven, zowel voor capaciteit van Noord naar Zuid als van Zuid naar Noord.

- **Banksaldo's en historische prijzen:** Onderin, ten slotte, staat een historisch overzicht van de banksaldo's van spelers (linksonder) en de elektriciteitsprijzen in de twee markten (rechtsonder).

Figuur 5: Centrale interface



⁵ Value Of Lost Load (Waarde van niet-geleverde stroom). In de simulatie gaan we er vanuit dat de vraag naar elektriciteit volledig inelastisch is. Wanneer er onvoldoende aanbod is om aan de vraag te voldoen, wordt aangenomen dat de prijs naar de VOLL-waarde gaat en dat bij deze prijs vraag en aanbod weer in evenwicht zijn.

In elke ronde wordt de elektriciteitshandel van één afzonderlijk uur gesimuleerd. Spelers kunnen in elke ronde capaciteit aanbieden op de spotmarkt (een of meer prijs/volume-paren). Afhankelijk van het mechanisme dat gesimuleerd wordt en het eventueel optreden van congestie, moeten spelers daarnaast nog andere handelingen verrichten. Deze zullen in de hiernavolgende paragrafen worden uitgelegd. De simulatie bevat nog geen opstart- en afregelkosten of *ramping constraints*, dus elke ronde kan onafhankelijk gespeeld worden.

teitssysteem dat uit twee regio's (A en B) bestaat en waartussen beperkte interconnectorcapaciteit bestaat. In de grafieken worden de volgende afkortingen gebruikt:

- **P/C:** Price/Cost (het prijsniveau van biedingen komt in de voorbeeldsituaties overeen met de werkelijke variabele kosten)
- **Q:** Quantity – Capaciteit (in MWh/h)
- **S_A:** Aanbodcurve regio A
- **D_A:** Vraag regio A (volledig inelastisch)
- **S_B:** Aanbodcurve regio B
- **D_B:** Vraag regio B (volledig inelastisch)
- **S_T:** Gecombineerde aanbodcurve
- **K:** Interconnectorcapaciteit tussen regio A en B

De werking van de mechanismen zal telkens met behulp van een voorbeeld worden verduidelijkt. Elk voorbeeld wordt in een grafiek geïllustreerd. In deze voorbeelden wordt uitgegaan van een elektrici-

Figuur 6: Congestie in Nederland (bron: TenneT, 2012)



3.1

Basic system redispatch

In Nederland wordt *basic system redispatch* (BSR) toegepast om congestie op te lossen. In de praktijk wordt dit mechanisme ingezet wanneer er een productieoverschot bestaat op de Maasvlakte en in het Westland. Onder dit mechanisme wordt op basis van T-prognoses berekend of er congestie ontstaat. Door een deel van de elektriciteitsproductie te verplaatsen naar centrales die niet bijdragen aan congestie, wordt overbelasting van de infrastructuur voorkomen. Hiertoe wordt het elektriciteitssysteem bij congestie in twee (of meer) regio's opgedeeld waarbij producenten binnen het congestiegebied (waar een surplus van productie is die onvoldoende kan worden afgevoerd) inbieden op een markt voor afregelvermogen, en producenten buiten het congestiegebied op een markt voor opregelvermogen.

Voorbeeld: concentratie elektriciteitsproductie op de Maasvlakte

In 2011 kon het transmissienet dat de Maasvlakte met de Ring verbond de transporten die producenten op de Maasvlakte creëerden niet altijd aan. Om congestie het hoofd te bieden heeft men in Nederland besloten om *basic system redispatch* in te voeren. Onder dit mechanisme ligt de verantwoordelijkheid voor het oplossen van congestie bij de hoogspanningsnetbeheerder, die bij producenten op- en afregelvermogen moet inkopen wanneer de infrastructuur overbelast dreigt te raken.

Aansluitend op een overgangsperiode waarin een vorm van congestie-management werd toegepast om het overschot aan WKK-vermogen van tuinders in het Westland op te vangen, wordt congestiemanagement sinds april 2011 in zijn huidige vorm toegepast op de verbinding Simonshaven – Craijestein (zie Figuur 6). Met de ingebruikname van BritNed en Enecogen overtreft het surplus aan geproduceerde stroom op de Maasvlakte op sommige momenten de beschikbare capaciteit met de Ring, waardoor congestiemanagement noodzakelijk is. TenneT vraagt eenheden op deze locatie om af te regelen en aan partijen buiten deze locatie om op te regelen.

3.1.1

Theorie

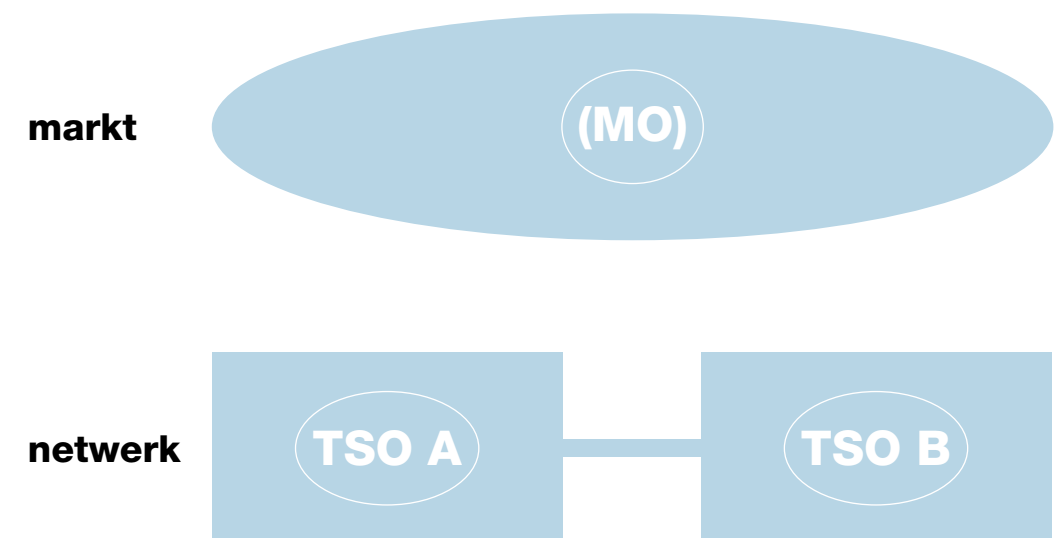
Onder BSR mogen producenten en consumenten veronderstellen dat er een geïntegreerde markt zonder interne transmissiebeperkingen bestaat. Dit wordt geïllustreerd door Figuur 7. De TSO is verantwoordelijk voor het verhelpen van eventuele congestie. Omdat de TSO echter geen productiecapaciteit bezit, zal deze producenten moeten vinden die bereid zijn om hun productie zodanig aan te passen dat er niet teveel centrales draaien in regio's met onvoldoende afvoercapaciteit.

Om te bepalen welke centrales worden op- en afgeregeld, organiseert de TSO een afregel- en een opregelmarkt waar producenten biedingen kunnen plaatsen waarin zij aangeven tegen welke prijs ze bereid zijn om een bepaald volume minder of meer te produceren. De TSO roept de laagste biedingen voor opregelvermogen (kosten) en de hoogste biedingen voor afregelvermogen (opbrengsten) af in de mate die noodzakelijk is om de congestie op te lossen.

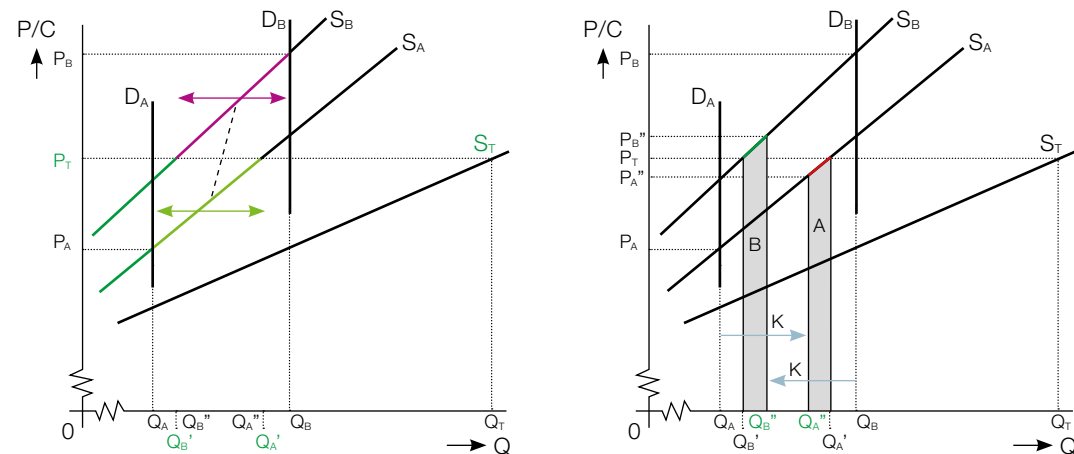
Als producent is het gunstig om te worden afgeroepen. In het geval van een afgeroepen afregelbieding hoeft een producent namelijk niet te produceren, terwijl hij zijn stroom toch op de markt mag verkopen. Een producent zal daarom bereid zijn om de TSO te *betalen* als hij wordt afgeregeld. In feite betaalt een afgeregelde producent dus voor de overdracht van (een deel van) zijn productieverplichtingen aan de TSO, waarmee hij zijn variabele kosten (o.a. brandstof) bespaart. Opregelbiedingen worden gedaan door producenten met eenheden die op dat moment niet worden ingezet voor productie. Daarmee biedt de opregelmarkt een mogelijkheid om deze centrales alsnog nuttig te gebruiken.

In tegenstelling tot de 'gewone' spotmarkt wordt er geen uniforme prijs voor op- en afregelvermogen vastgesteld, maar geldt het 'pay-as-bid'-principe. Producenten ontvangen (of betalen) een prijs gelijk aan de hoogte van hun afgeroepen bieding.

Figuur 7: Schematische weergave basic system redispatch



Figuur 8: Grafische weergave BSR



(a) Dispatch zonder congestie (groen). Verdrongen capaciteit in B (paars).

(b) Opregel- (groen) en afregelvermogen (roze)

Figuur 8 geeft weer welke gevolgen de toepassing van BSR heeft voor de inzet van eenheden en het ontstaan van congestiekosten. In Figuur 8a geeft S_T de aanbodcurve van de geïntegreerde markt weer, welke ontstaat wanneer de individuele curves S_A en S_B bij elkaar worden opgeteld. Het punt waar S_T de (volledig inelastische) vraag (dit is de som van de vraag D_A in regio A en D_B in regio B) kruist, bepaalt het verhandelde volume (Q_T) en de prijs (P_T) voor alle producenten en consumenten in de regio. Alle eenheden uit regio A en regio B met een prijsniveau op of onder P_T worden in deze situatie ingezet voor productie (dit is met groen weergegeven). Uit de figuur volgt dat in regio A een overschot aan elektriciteit geproduceerd wordt, namelijk het lichtgroene gedeelte van lijn S_A dat rechts van de vraag in A (D_A) ligt. Hierdoor hoeft een aantal duurdere eenheden in B niet te worden ingezet (de eenheden op de lijn S_B tussen de kruisingen met P_T en D_B , in paars weergegeven).

In de situatie die door Figuur 8 wordt weergegeven is de beschikbare transmissiecapaciteit tussen de regio's beperkt tot K (in blauw weergegeven), als gevolg waarvan niet het gehele overschot aan productie in regio A naar regio B getransporteerd kan worden. In regio A zal dus een deel van de productie moeten worden afgeregeld (zodat deze niet meer dan $D_A + K$ bedraagt), terwijl in regio B

additionele capaciteit moet worden opgeregeld (zodat deze samen met K precies de vraag in B bedraagt, ofwel $Q_B'' + K = D_B$).

In Figuur 8b is te zien dat wanneer de duurste producenten in regio A worden afgeregeld (in theorie is de prijs van afregel- en opregelbiedingen gelijk aan de 'gewone' spotmarktbieding, dus vallen deze samen in de figuur), de productie in A terugloopt van Q_A' naar Q_A'' . Dit is in rood weergegeven. Door in regio B de goedkoopste biedingen te accepteren, zal de productie hier met hetzelfde volume toenemen (van Q_B' naar Q_B'' , in groen). Merk op dat producenten hun goedkoopste centrales als eerste inzetten voor productie, waardoor alleen nog relatief dure centrales beschikbaar voor het leveren van opregelvermogen. De kosten voor opregelvermogen (in dit voorbeeld tussen P_T en P_B'') liggen hierdoor per definitie hoger dan de opbrengsten uit afregelvermogen (in dit voorbeeld tussen P_A'' en P_T). Als dit andersom was geweest dan hadden marktpartijen deze eenheden immers 'gewoon' ingezet en was er geen congestie ontstaan.

De kosten van congestiemanagement voor de TSO worden dus bepaald door het verschil tussen de opbrengsten uit afregelvermogen (oppervlak van A) en kosten van opregelvermogen (oppervlak van B).

Voordelen van basic system redispatch zijn:

- Eenvoudig te implementeren
- Gelijk speelveld voor netwerkgebruikers
- Correcte prikkels voor TSO

Nadelen van basic system redispatch zijn:

- Geen prikkel voor efficiënte locatiekeuze nieuwe centrales
- Risico van gaming

Het systeem berekent vervolgens voor elke producent de kosten en baten gedurende deze ronde en past de banksaldo's aan. Bij toepassing van BSR zijn de volgende baten van toepassing:

- Op de spotmarkt verkochte elektriciteit
- Geselecteerde opregelbiedingen

De kosten bestaan in de simulatie uit:

- Vaste kosten (onafhankelijk)
- Variabele kosten (afhankelijk van het productieniveau; wanneer een afregelbieding wordt geaccepteerd hoeft bijv. niet te worden geproduceerd)
- Geselecteerde afregelbiedingen (dit is een bedrag dat de producent aan de TSO betaalt, zie paragraaf 3.1.1)

Aan het einde van elke ronde worden de resultaten op het centrale scherm getoond.

3.1.2 Simulatie

Onder basic system redispatch mogen de spelers (producenten) bij de spothandel in elektriciteit veronderstellen dat de transmissienetwerken van regio Noord en Zuid één koperen plaat vormen. In de simulatie wordt de markt eerst als geheel *gecleared*, waarbij de marginale bieding de prijs bepaalt. De spelers worden aansluitend op de hoogte gebracht of hun biedingen zijn geselecteerd. Het systeem berekent vervolgens de transporten tussen Noord en Zuid op basis van de locatie van de geselecteerde biedingen (omdat producenten slechts in één regio capaciteit hebben staan en er geen bilaterale handel plaatsvindt, is bekend hoeveel er in elke regio geproduceerd zal worden) en bepaalt of deze de beschikbare interconnector-capaciteit overschrijden.

Wanneer blijkt dat er tussen de regio's congestie optreedt, wordt de spelers gevraagd om biedingen te doen voor op- en afregelvermogen. Afhankelijk van de regio waarin een eenheid zich bevindt krijgen de spelers een bericht welk type vermogen gevraagd wordt. Deze biedingen worden *gecleared* op basis van pay-as-bid, wat betekent dat de producenten de door hun geboden prijs ontvangen resp. betalen.

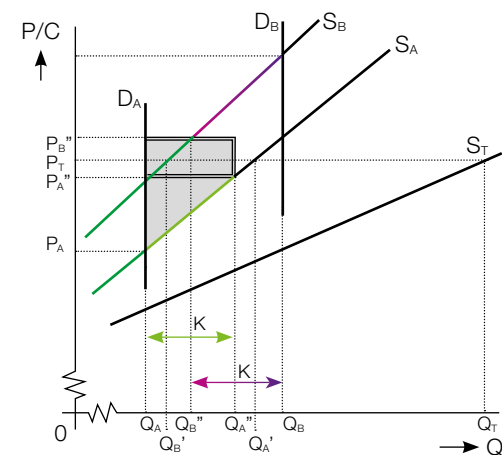
3.2 Expliciete veiling

Bij een expliciete veiling bestaan er afzonderlijke markten voor transmissiecapaciteit en elektriciteit. Elke producent die stroom wil verkopen buiten de regio waar zijn productiemiddelen staan moet over voldoende grensoverschrijdende transmissierechten beschikken. Expliciete veilingen worden veelal gebruikt voor handel tussen landen, waar verschillende TSO's verantwoordelijk zijn voor de netwerken.

3.2.1 Theorie

Door transmissiecapaciteit tussen regio's expliciet te veilen, wordt congestie *ex ante* voorkomen doordat er niet meer rechten worden verkocht dan er daadwerkelijk capaciteit beschikbaar is. Dit wordt weergegeven in Figuur 9, waarin is te zien dat ook voor de interconnectiecapaciteit (bovenste pijl) een markt bestaat. De daadwerkelijk gebruikte capaciteit is daardoor precies gelijk aan de beschikbare (en op de markt beschikbaar gestelde) capaciteit.

Figuur 10: Grafische weergave expliciete veiling.



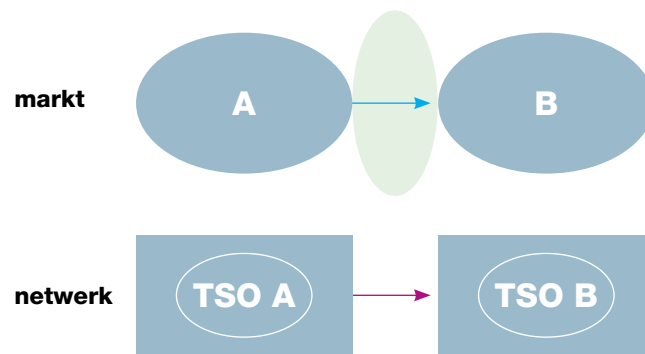
Groen: ingezette eenheden, lichtgroen: additionele inzet A t.b.v. export naar B; paars: niet-benodigde inzet in B.

Wanneer een producent verwacht dat de elektriciteitsprijs in een aangrenzende regio hoger zal zijn dan op zijn 'thuismarkt' (d.w.z. de markt waarin een productiemiddel fysiek is gestationeerd), kan hij overwegen om zijn capaciteit op een andere markt aan te bieden. Zolang de kosten van interconnectie-rechten kleiner zijn dan de extra opbrengsten van de verkoop in de andere regio, zal hij immers meer kunnen verdienen.

Figuur 10 laat zien welke gevolgen de toepassing van expliciet veilen heeft voor de inzet van eenheden en de kosten van congestie. S_A en S_B zijn de aanbodcurves van regio's A resp. B, en S_T is de aanbodcurve die zou ontstaan wanneer de individuele curves S_A en S_B bij elkaar konden worden opgeteld wanneer zij één markt zouden vormen (dit is niet het geval!). De gezamenlijke productie in regio A en regio B zou dan Q_T bedragen, met een prijs P_T . Q_A' resp. Q_B' is de mate waarin beide regio's hieraan bijdragen. In het tegenovergestelde geval, dus wanneer er juist helemaal geen handel zou plaatsvinden tussen beide regio's (interconnectiecapaciteit $K = 0$), bepalen de punten waar S_A en S_B gekruist worden door de (perfect inelastisch veronderstelde) vraag (D_A respectievelijk D_B) het prijsniveau en verhandelde volume in regio A (P_A en Q_A) en regio B (P_B en Q_B).

Wanneer er een interconnector wordt gebouwd tussen regio's A en B, wordt het mogelijk om stroom te verkopen in de aangrenzende markt. Dit is aantrekkelijk voor producenten in A, omdat de elektriciteitsprijs in B hoger is ($P_B > P_A$). In Figuur 10 is te zien wat er gebeurt als interconnectiecapaciteit K beschikbaar wordt gesteld aan de markt. In regio A zou meer productie plaatsvinden (lichtgroen), omdat dit tegen relatief lage kosten kan in

Figuur 9: Schematische weergave expliciete veiling



vergelijking met regio B. Het productieniveau in regio A schuift dan op van Q_A naar Q_A'' . Doordat een aantal producenten uit regio A zijn (relatief goedkope) capaciteit nu in regio B verkoopt, wordt eenzelfde volume K aan productie in B uit de markt gedrukt (paars). Hierdoor daalt de productie in regio B van Q_B naar Q_B'' .

Door het extra aanbod vanuit regio A dalen de prijzen in regio B van P_B naar P_B'' . In regio A stijgen de prijzen juist (van P_A naar P_A''), doordat er minder wordt aangeboden als gevolg van de inzet van een deel van het productiepark voor export naar B.

Als gevolg van de hogere prijs in regio B zijn producenten in A in principe bereid om te betalen voor interconnectiecapaciteit. In theorie ligt de prijs die producenten maximaal bereid zijn om te betalen op $P_B - P_A$, ofwel het verschil in prijzen tussen A en B. Producenten die inbieden op de interconnectie-markt moeten zich overigens wel realiseren dat de prijsverschillen tussen de markten kleiner zullen worden als gevolg van de handel, waardoor er minder grote winsten te behalen zijn dan men op het eerste gezicht misschien zou verwachten. De waarde van interconnectorcapaciteit is voor producenten in A in werkelijkheid dan ook geen $P_B - P_A$, maar $P_B'' - P_A''$.

De prijs die producenten betalen voor interconnectorcapaciteit komt doorgaans ten goede aan de eigenaar van de interconnector. In Europa zijn dit in veel gevallen de TSO's die verantwoordelijk zijn voor de netten aan weerszijden van een interconnector. Zij worden op deze manier gecompenseerd voor de gedane investeringen. Merk overigens op dat in het geval van oneindige (of voldoende grote) transmissiecapaciteit de prijzen P_A'' en P_B'' naar elkaar zouden toegaan. Er valt dan geen prijsvoordeel

meer te behalen door elektriciteit te exporteren, waardoor producenten niet langer bereid zijn voor interconnectiecapaciteit te betalen ($P_B - P_A = 0$). Eigenaren van interconnectorcapaciteit verdienen dan niks meer aan hun verbindingen, terwijl de opbrengsten juist toenemen wanneer de capaciteit schaars is (m.a.w.: als er onvoldoende wordt geïnvesteerd).

Overigens weten producenten niet van tevoren wat de prijzen in regio A en B zijn. Zij moeten hiervan een inschatting maken op het moment dat zij bieden voor interconnectorcapaciteit, maar zij hebben geen zekerheid wat betreft de uiteindelijke prijzen en daarmee het voordeel om elders te verkopen in plaats van op de thuismarkt.

Voordelen van expliciet veilen zijn:

- Marktwaaarde van de verbinding wordt expliciet
- Correcte indicatie van benodigde investeringen in infrastructuur
- Geen aanpassingen marktstructuur vereist (met name van belang bij interconnectie tussen landen)

Nadelen van expliciet veilen zijn:

- Waarde van interconnectie voor markt-partijen in de praktijk moeilijk in te schatten
- Vereist twee (losse) transacties: transactiekosten?
- In een vermaasd net: onderbenutting van transmissiecapaciteit door eventuele loopflows
- Verkeerde investeringsprikkels voor TSO's in theorie

3.2.2 Simulatie

Bij het expliciet veilen mogen producenten in principe alleen elektriciteit verkopen in hun eigen regio (regio Noord of Zuid). Als zij hun stroom willen aanbieden in de aangrenzende regio, moeten ze eerst de beschikking hebben over het recht om gebruik te maken van de interconnector. Voordat de biedingen voor elektriciteit worden gedaan leveren de spelers daarom eerst biedingen aan voor interconnectorcapaciteit. Hiervoor worden de sliders ‘interconnector-volume’ en ‘interconnector-price’ gebruikt om het gewenste volume resp. de prijs die de producent bereid is om te betalen aan te geven. De marginale bieding bepaalt het prijsniveau en de biedingen van de producenten die bereid waren om meer dan deze prijs te betalen worden geaccepteerd. Het is overigens niet verplicht om deel te nemen aan deze veiling.

Figuur 11: Congestiegebieden in Noord-Europa



Na het veilen van interconnectorcapaciteit kunnen producenten elektriciteit aanbieden in één of beide (mits zij over voldoende transmissie rechten beschikken) markten. De sliders 'volume' en 'price' kunnen worden gebruikt om elektriciteit in de thuismarkt aan te bieden. Voor een bieding in de aangrenzende markt gebruikt men 'volume-abroad' en 'price-abroad'. Het vak 'interconn. volume accepted' geeft de toegekende interconnectorrechten aan (en daarmee dus de maximaal in het buitenland te verkopen elektriciteit).

Houd er rekening mee dat het mogelijk is om meer elektriciteit aan te bieden dan men aan productiecapaciteit heeft staan (3000 MW per markt, dus 6000 MW op een maximale productie van 3000 MW). Wanneer een speler niet aan zijn productieverplichtingen kan voldoen zal het vermogen dat niet geleverd kan worden automatisch worden ingekocht tegen een prijs die in elk geval boven de geldende marktprijs ligt.

3.3 Marktsplitsing

Onder een systeem van marktsplitsing vindt de handel in interconnectiecapaciteit en elektriciteit op geïntegreerde wijze plaats. Marktpartijen hoeven slechts één bieding te plaatsen, waarna het marktalgoritme automatisch de eventuele congestiekosten verrekent in de elektriciteitsprijzen. Een vereiste voor dit systeem is dat er vooraf meedere regio's gedefinieerd zijn waar (zo nodig) verschillende elektriciteitsprijzen kunnen gelden.

Marktsplitsing wordt onder meer toegepast in Noord-Europa, waar het elektriciteitssysteem is opgedeeld in congestiegebieden zoals weergegeven in Figuur 11.

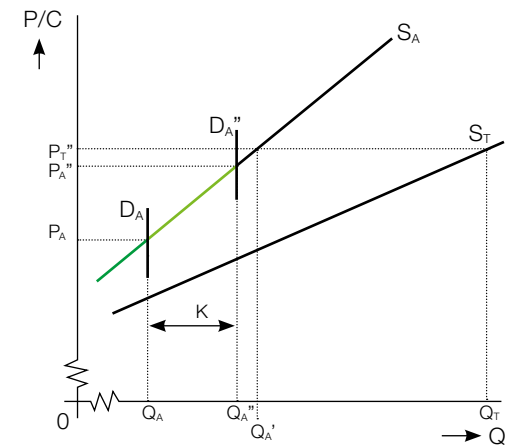
3.3.1 Theorie

Bij de toepassing van marktsplitsing wordt bij het selecteren van biedingen impliciet rekening gehouden met de beschikbare interconnectie-capaciteit tussen de vooraf vastgestelde congestie-gebieden. Iedere bieding is voorzien van locatie-herkenning, welke in eerste instantie geen rol speelt: de markt wordt *gecleared* alsof er geen transmissiebeperkingen zijn. Vervolgens wordt berekend of het netwerk de transporten die op basis hiervan gecreëerd zouden worden aankan. Zolang deze transporten de capaciteit van de interconnector(en) niet overschrijden geldt er één systeemprijs voor alle gebruikers (producenten en consumenten). Als het netwerk de transporten die gecreëerd zouden worden echter niet aankan, zal het algoritme de markt 'splitsen' in twee of meer congestiegebieden (elk congestiegebied kan uit één of meer regio's bestaan) waarbinnen afzonderlijk vraag- en aanbodbiedingen worden geselecteerd al naargelang er voldoende interconnectiecapaciteit beschikbaar is.

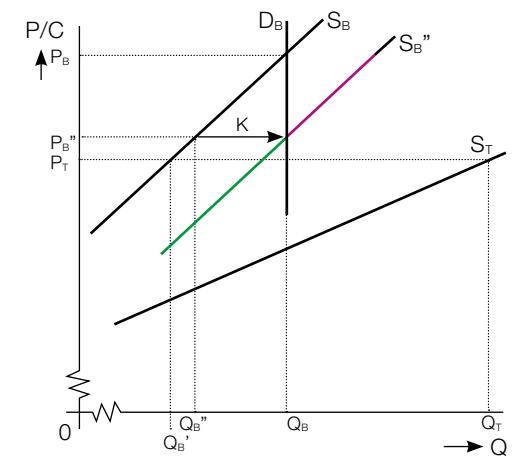
In de congestiegebieden wordt bij congestie dus afzonderlijk een prijs/volume-paar bepaald, op basis van vraag en aanbod binnen de gebieden. Dit leidt in de regel tot een lage elektriciteitsprijs in het gebied met een surplus aan (goedkope) productiecapaciteit en een hoge elektriciteitsprijs in de regio met relatief dure productie, welke in eerste instantie daarom netto importeur was. De TSO koopt vervolgens in het goedkopere gebied elektriciteit – waarvan de hoeveelheid gelijk is aan de beschikbare interconnectiecapaciteit – en verkoopt deze in het duurdere gebied. Als gevolg van deze actie kruipen de prijzen in beide gebieden naar elkaar toe, wat wordt weergegeven in Figuur 12. Deze figuur geeft de afzonderlijke marktresultaten van twee congestiegebieden weer, nadat deze afzonderlijk *gecleared* zijn omdat de marktresultaten in eerste instantie tot congestie leidden.

De curves S_A en S_B geven de aanbodcurves van de regio's A en B weer. Deze worden elk gesneden door de (inelastische) vraagcurves van dezelfde regio (D_A en D_B). Het snijpunt van deze curves geeft

Figuur 12: Grafische weergave marktsplitsing.



(a) Regio A



(b) Regio B

Groen: ingezette eenheden; lichtgroen: additioneel ingezette eenheden in A t.b.v. vraag in B; paars: verdrongen eenheden in B door opschuiven aanbodcurve (door import uit A).

04

Spelscenario

de prijzen (P_A en P_B) en productie (Q_A en Q_B) voor elk van de regio's weer wanneer er geen handel tussen beide regio's zou plaatsvinden. Doordat de TSO echter elektriciteit inkoopt in het goedkope congestiegebied en deze verkoopt in het duurdere gebied, neemt de vraag in regio A 'virtueel' toe met een volume dat gelijk is aan de capaciteit van de interconnector die beide regio's verbindt: K. In regio B wordt deze stroom aangeboden, waardoor de aanbodcurve in zijn geheel en eveneens met K opschuift naar rechts.

Regio A krijgt nu te maken met aanvullende vraag uit regio B, waar afnemers bereid zijn om elk bedrag tot maximaal P_B te betalen. Hierdoor wordt een 'virtuele' vraag uit regio B (ter grootte van K) toegevoegd aan D_A (weergegeven als D_A''). Het gebruik van de beschikbare interconnectorcapaciteit heeft daardoor tot gevolg dat de elektriciteitsprijs in regio A toeneemt tot P_A'' en er meer geproduceerd wordt, ten behoeve van de export naar B (in lichtgroen weergegeven). In regio B neemt de prijs juist af (van P_B naar P_B''), omdat het aanbod K vanuit regio A ervoor zorgt dat de duurste geselecteerde biedingen uiteindelijk toch afvallen (paars). De productie in regio B bedraagt daarom slechts Q_B'' , waarbij de resterende vraag wordt ingevuld door de import K uit regio A.

Merk op dat de eigenaren van interconnectoren, net als onder expliciet veilen, verdienen aan congestie. Zij strijken zgn. *congestion rents* op door elektriciteit goedkoop in te kopen en voor een hogere prijs door te verkopen in het andere congestiegebied. Wanneer private partijen interconnectoren mogen bouwen, bieden hoge congestiewinsten een investeringsprikkel. Dit is, bijvoorbeeld, in delen van de Verenigde Staten gebruikelijk. In het geval dat TSOs echter monopolist zijn op het gebied van interconnectie, vormen deze opbrengsten juist een omgekeerde prikkel: het verhelpen van congestie leidt immers tot een afname van congestiewinsten.

Om deze perverse prikkel tegen te gaan stellen toezichhouders vaak beperkingen aan de wijze waarop congestiewinsten mogen worden aangewend, bijvoorbeeld door deze te oormerken als kapitaal dat enkel mag worden ingezet om nieuwe investeringen mee te financieren of moet terugvloeien naar de netgebruikers via lagere tarieven.

Voordelen van marktsplitsing zijn:

- Lage transactiekosten (eenvoudig voor marktpartijen)
- Efficiënt gebruik van beschikbare transmissiecapaciteit

Nadelen van marktsplitsing zijn:

- Vereist hoge mate van marktintegratie
- Verkeerde investeringsprikkel voor TSOs
- Discriminatie van marktpartijen op basis van locatie

3.3.2 Simulatie

Zoals reeds is besproken hoeven producenten onder marktsplitsing slechts één bieding te plaatsen (m.b.v. de sliders 'volume' en 'price'). Nadat de markt is *gecleared* geeft de bovenste grafiek in het centrale scherm de resultaten weer voor de markt als geheel. Wanneer congestie optreedt geven de grafieken hieronder de resultaten voor Noord (links) en Zuid (rechts) afzonderlijk weer. (Overigens geven deze grafieken de aanbodbiedingen te allen tijde weer als ondersteuning van een eventuele analyse van de marktresultaten. Wanneer de markt niet is gesplitst zal er echter geen vraagcurve zichtbaar zijn.)

Gedurende het spel worden verschillende congestie-managementmechanismen geïntroduceerd. Dit gebeurt aan de hand van een verhaallijn, welke zo is opgebouwd dat de verschillende mechanismen op een logische wijze op elkaar volgen. Onderstaande paragrafen geven de verhaallijn weer en beschrijven wat er van de spelers in elk van de situaties verwacht wordt.

De elektriciteitsvraag varieert, maar de deelnemers krijgen elke ronde te horen of er piek- dan wel dalvraag wordt verondersteld. Ook wordt gecommuniceerd welk vraagniveau de deelnemers (ongeveer) kunnen verwachten (in de realiteit kan men op basis van historische gegevens immers ook een inschatting maken, terwijl de uiteindelijke vraagcurve pas na het clearen van de markt bekend is).



4.1 Economische crisis

“Na een economische crisis is de energievraag in Noord en Zuid ingestort. Hoewel er door het sluiten van oudere centrales geen overschot aan productiecapaciteit is, is er nog wel een enorm overschot aan transmissiecapaciteit tussen beide regio's.”

Uitgangspunten:

- Mechanisme: geen transmissiebeperkingen (koperen plaat)
- Noord en Zuid vormen één markt

4.2 Verwoestende storm

“Na een verwoestende storm is alle transmissiecapaciteit tussen Noord en Zuid buiten gebruik gesteld. Beide regio's moeten wat elektriciteit betreft hun eigen boontjes doppen: er is geen handel mogelijk.”

Uitgangspunten:

- Mechanisme: geen handel
- Noord en Zuid vormen twee gescheiden markten
- Geen handel tussen de regio's mogelijk

4.3 Beperkte transmissiecapaciteit

“In de afgelopen jaren is er door de TSO's van Noord en Zuid hard gewerkt aan het herstellen van de infrastructuur. Hoewel de transmissiecapaciteit nog beperkt is, hebben de regio's besloten om de gezamenlijke markt in ere te herstellen. De TSO's zijn samen verantwoordelijk voor het oplossen van congestie.”

Uitgangspunten:

- Mechanisme: basic system redispatch
- Noord en Zuid vormen één markt
- Koperen plaat
- 300 MW transmissiecapaciteit
 - TSO's verantwoordelijk voor oplossen congestie
 - Aparte markten voor op- en afregelvermogen (pay-as-bid)

4.5 Onderbenutting

“Uit gegevens verstrekt door de netbeheerders in de regio's Noord en Zuid is gebleken dat de beschikbare interconnectorcapaciteit regelmatig onderbenut wordt. “Consumenten betalen hierdoor onnodig hoge stroomprijzen”, aldus de toezichthouder. Er is daarom te besluten om de interconnectorcapaciteit voortaan impliciet te veilen, omdat verwacht wordt dat hierdoor de benutting omhoog, en de prijzen omlaag zullen gaan.”

Uitgangspunten:

- Mechanisme: Marktsplitsing
- Noord en Zuid vormen in principe één markt
- Elektriciteit en interconnectiecapaciteit worden tegelijkertijd verhandeld: producenten bieden slechts éénmaal

4.4 Misbruik van marktmacht

“Na verschillende invallen van de mededingingsautoriteit bij stroomproducenten is aan het licht gekomen dat het congestiemechanisme op grote schaal werd misbruikt om geld te verdienen. Er is daarom besloten om interconnectiecapaciteit voortaan enkel vóóraf te verkopen - en wel aan de hoogste bieder.”

Uitgangspunten:

- Mechanisme: Expliciete veiling
- Noord en Zuid vormen afzonderlijke markten
 - Producent moet kiezen wáár (op welke markt) hij stroom aanbiedt
 - Binnen de regio's geldt nog wél het principe van de koperen plaat
- Interconnectiecapaciteit afzonderlijk verkocht (aan de hoogste bieder)
 - Wie stroom elders wil verkopen, moet beschikken over voldoende rechten voor het gebruik van interconnectiecapaciteit

05

Implementatieaannames

Wetten en regels (zoals bijvoorbeeld de Netcode) die gelden voor elektriciteitssystemen en -markten zijn niet uniform maar verschillen van land tot land. In de simulatie is gepoogd om deze zo eenvoudig mogelijk op te nemen, zodat de focus van het spel op congestie-management kan blijven, zonder dat de spelers te maken krijgen met allerlei eigenaardigheden van de specifieke bepalingen die van toepassing zijn op hun acties.

Dit hoofdstuk biedt een overzicht van de 'wetten en regels' die van toepassing worden geacht op het veronderstelde (gesimuleerde) systeem.

- **Biedingen:** Voor elke eenheid kan een speler een afzonderlijke bieding (prijs/volume) indienen. Omdat een speler drie eenheden bezit kunnen dus drie prijs/volume-paren worden ingediend. De biedingen zijn echter niet direct gerelateerd aan de eenheid die in het betreffende venster wordt weergegeven (zie ook het volgende punt).

- **Inzet van eenheden:** De simulatie zal proberen om zo goedkoop mogelijk aan de productie-verplichtingen van een producent te voldoen, rekening houdende met de markten waarin een speler productieverplichtingen heeft.

- **Locatieherkenning:** Aan elke bieding (elk prijs/volume-paar) wordt een locatieherkenning gekoppeld, namelijk de locatie van de eenheid in het venster waarmee de bieding gedaan is.

- **Op- en afregelbiedingen:** De op- en afregelbiedingen zijn eenheid-gerelateerd, d.w.z.: hiermee wordt alleen capaciteit aangeboden voor de eenheid die in het venster waarmee de bieding is ingediend wordt weergegeven.

- **Interconnectorcapaciteit:** Ook voor interconnectorcapaciteit kunnen drie biedingen worden ingediend. Geaccepteerde capaciteit geldt voor een producent als geheel en is niet gekoppeld aan het venster waarmee de bieding is ingediend.

- **Onbalans:** Wanneer een producent niet aan zijn productieverplichtingen kan voldoen (het volume van geaccepteerde biedingen overstijgt de beschikbare capaciteit of de producent heeft onvoldoende interconnectorcapaciteit ingekocht) moet deze stroom worden ingekocht op de onbalansmarkt. De prijs bedraagt 120% van de normale marktprijs (in de regio waar de producent niet aan zijn verplichtingen kan voldoen), en vormt daarmee een prikkel om onbalans te voorkomen. Onbalans wordt te allen tijde binnen de regio opgelost, om te voorkomen dat de onbalanshandel opnieuw voor congestie zorgt. Deze actie wordt automatisch uitgevoerd en vereist geen handelingen van de spelers.

Literatuur

de Vries, L.J. (2004). *Securing the public interest in electricity generation markets. The myths of the invisible hand and the copper plate*. PhD thesis, Delft University of Technology, Delft.

TenneT (2012). Netkaart 2012.

van Blijswijk, M.J. (2011). *Congestion management in the Dutch power sector: a quantitative evaluation of policy options*. Master's thesis, Delft University of Technology, Delft.

TenneT is de eerste grensoverschrijdende elektriciteitstransporteur van Europa. Met 20.000 kilometer aan hoogspanningsverbindingen en 36 miljoen eindgebruikers in Nederland en Duitsland behoren we tot de top 5 elektriciteitstransporteurs van Europa. Onze focus is gericht op de ontwikkeling van een Noordwest-Europese energiemarkt en op de integratie van duurzame energie.

Taking power further

TenneT TSO B.V.

Utrechtseweg 310, Arnhem
Postbus 718, 6800 AS Arnhem
Nederland

Telefoon +31 (0)800 836 63 88

E-mail servicecenter@tennet.eu

www.tennet.eu

© TenneT

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd of openbaar gemaakt zonder uitdrukkelijke toestemming van TenneT.

Aan de inhoud van dit document kunnen geen rechten worden ontleend.

Oktober 2012

