Patryk Aleksander

STRATEGIA „PRZEKONTRAKTOWANIA" STOSOWANA PRZEZ PRZEDSIĘBIORSTWA OBROTU ENERGIĄ ELEKTRYCZNĄ

Energia elektryczna jest bardzo specyficznym towarem. Ze względu na swoje cechy energia dalece odbiega od powszechnie przyjętego wyobrażenia o towarze. Do cech tych należy przede wszystkim brak praktycznych możliwości ekonomicznie uzasadnionego magazynowania energii elektrycznej ([5], s. 172). Energia elektryczna jest niezbędna do funkcjonowania każdego przedsiębiorstwa i gospodarstwa domowego, więc poza skrajnymi przypadkami człowiek nie może się bez niej obejść. Strategiczne znaczenie dla gospodarki i państwa ma ciągłość i niezawodność działania systemu elektroenergetycznego. Brak możliwości magazynowania, z jednej strony, oraz potrzeba ciągłości i niezawodności działania – z drugiej, wymuszają konieczność równoważenia dostawami energii elektrycznej zapotrzebowania na nią dokładnie w momencie, kiedy się pojawia. Powszechność i intensywność wykorzystywania energii oraz przymus jej zakupu w lokalnym zakładzie energetycznym wpływa na niską elastyczność cenową popytu. Podczas gdy powszechność i intensywność wykorzystywania nasila się, przymus zakupu, zgodnie z harmonogramem uzyskiwania przez odbiorców prawa do korzystania z usług przesyłowych, od 1 lipca 2007 roku zniknie i prawo wyboru dostawcy, znane jako zasada TPA (Third Party Access), uzyskają w Polsce wszyscy odbiorcy ([4], art. 4.2). Niezbędnym technicznym wymogiem świadczenia usługi przesyłu energii elektrycznej jest sieć elektroenergetyczna. Fakt istnienia tylko jednej takiej sieci na terenie kraju oraz konieczność jej wykorzystywania sprzyja monopolizacji sektora.

Wymienione cechy:

– ograniczone możliwości magazynowania,
– strategiczne znaczenie sektora,
– konieczność równoważenia popytu i podaży w czasie rzeczywistym,
– niska elastyczność cenowa popytu,
– niebezpieczeństwo monopolizacji sektora uwarunkowane specyfiką infrastruktury,

kształtują sposób organizacji rynku energii elektrycznej. Łączy on dwie skrajnie różne grupy mechanizmów. Po pierwsze, mechanizmy centralnego sterowania, wynikają zarówno bezpośrednio z faktu istnienia naturalnego monopolu sieciowego, jak i z obowiązku czuwania nad bezpieczeństwem systemu oraz jego niezawodnością, są gwarantem ciągłości dostaw. Po drugie, mechanizmy konkurencji rynkowej, są w stanie zapewnić zarówno racjonalne ceny energii, mające swoje uzasadnienie w kosztach, jak i optymalną alokację zasobów. Ze względu na swobodę podejmowania decyzji na polskim rynku energii elektrycznej można wyróżnić segment regulowany i konkurencyjny. Jednocześnie, biorąc pod uwagę wolumen obrotu, rynek energii elektrycznej jest rynkiem albo hurtowym, albo detalicznym.

W części regulowanej rynku hurtowego (na tzw. rynku technicznym) wytwórcy dostarczają energię (generacja wymuszona) i świadczą usługi systemowe. W części regulowanej rynku detalicznego przedsiębiorstwa energetyczne sprzedają energię elektryczną na podstawie taryf zatwierdzonych przez prezesa Urzędu Regulacji Energetyki tym odbiorcom, którzy nie posiadają prawa do korzystania z usługi przesyłowej lub z niego nie korzystają.

W części konkurencyjnej rynku detalicznego mają miejsce dostawy energii elektrycznej na warunkach umownych do tych odbiorców, którzy nabyli prawo do korzystania z usługi przesyłania energii. Część konkurencyjna rynku hurtowego składa się z trzech segmentów, w ramach których realizowany jest obrót w warunkach konkurencji (tzw. rynek energii elektrycznej czynnej):

– segment kontraktowy – umowy zawierane bezpośrednio między uczestnikami rynku w wyniku negocjacji,

– segment giełdowy – obrót energią następuje w formie transakcji i kontraktów zawieranych na giełdzie energii,

– segment bilansujący – operator systemu przesyłowego bilansuje różnice między podażą (ilością zakontraktowaną w powyższych segmentach) a popytem (bieżącym zapotrzebowaniem).

W ramach rynku hurtowego działają ([5], s. 174):

– wytwórcy – sprzedają energię elektryczną w ramach segmentu kontraktowego i giełdowego, uczestniczą w segmencie bilansującym oraz świadczą systemowe usługi regulacyjne;

– przedsiębiorstwa dystrybucyjne – kupują energię elektryczną w ramach segmentu kontraktowego i giełdowego oraz uczestniczą w segmencie bilansującym;

– wielcy odbiorcy kupujący energię elektryczną w ramach segmentu kontraktowego i giełdowego, uczestniczący również w segmencie bilansującym;

– operatorzy handlowi (Giełda Energii SA oraz przedsiębiorstwa obrotu energią) – pośredniczą w handlu energią[1];

– operatorzy handlowo-techniczni – występując w imieniu innych podmiotów na podstawie kontraktów, przygotowują zbilansowane grafiki obciążeń i przedkładają je operatorowi systemu przesyłowego do realizacji;

– operator systemu przesyłowego – bilansuje system i czuwa nad bezpieczeństwem jego pracy.

Maksymalizacja zysku, stanowiąca cel racjonalnych przedsiębiorców, jest nierozłącznie związana z procesem podejmowania decyzji, obierania określonych strategii, które, przynajmniej w zamierzeniu, mają do tego celu doprowadzić. Każda strategia rynkowa musi odwoływać się do struktury rynku oraz specyfiki mechanizmów, które nim rządzą. Rynek energii elektrycznej, ze względu na fakt wyraźnego rozróżnienia części regulowanej oraz konkurencyjnej, zawęża pole manewru, gdyż handel w części regulowanej jest podporządkowany taryfom zatwierdzanym przez prezesa Urzędu Regulacji Energetyki. Jednak w obszarze konkurencyjnym uczestnicy rynku mogą swobodnie realizować indywidualne strategie ([6], s. 19). Rodzaj oraz obszar stosowania strategii różni się zależnie od podmiotu, który je stosuje. Przedsiębiorstwami obrotu energią elektryczną[2], zwanymi dalej przedsiębiorstwami obrotu, są wszystkie te firmy energetyczne, które posiadają koncesję na obrót energią elektryczną, wydaną przez prezesa Urzędu Regulacji Energetyki ([1], pkt 1.1.4). Przedsiębiorstwa obrotu mogą próbować maksymalizować zysk, między innymi poprzez działania związane z występującą na rynku energii znaczną różnicą między cenami kupna i sprzedaży energii na rynku bilansującym, skutkującą ponoszeniem niejednakowej wielkości strat.

Rynek bilansujący odgrywa bardzo dużą rolę w kształtowaniu strategii uczestników rynku. W szczególności ma on ogromne znaczenie dla przedsiębiorstw obrotu, które są na nim cenobiorcami. Dzieje się tak dlatego, że każda ilość energii elektrycznej, z którą przedsiębiorstwo obrotu wchodzi na ten rynek, będąca różnicą między rzeczywistym poborem a zadeklarowaną ilością, niezależnie od charakteru tej różnicy, generuje straty[3]. Przedsiębiorstwa obrotu zmuszone są do odsprzedania nadmiaru energii na rynku bilansującym po niekorzystnie niskich cenach, lub do dokupienia niedoboru energii na rynku bilansującym po niekorzystnie wysokich cenach. Za bilansowanie systemu odpowie-

[1] Podmioty w ramach tej grupy są bardzo zróżnicowane.

[2] W szczególności przedsiębiorstwami obrotu mogą być spółki dystrybucyjne pośredniczące w handlu energią i jednocześnie zajmujące się przesyłaniem i dystrybucją energii.

[3] Przynajmniej w sensie rachunkowym, gdyż, jak zobaczymy później, może przynosić zyski w sensie ekonomicznym.

dzialny jest operator systemu przesyłowego, który czuwa nad bezpieczeństwem jego pracy. Rozliczenia należności wynikających z różnic między rzeczywistym poborem a zadeklarowaną ilością energii dokonywane są na podstawie cen rozliczeniowych ([2], pkt 7.3.9.2), wyznaczanych przez operatora systemu przesyłowego, dla każdej godziny doby handlowej ([2], pkt 7.1.3). Jeżeli różnica między rzeczywistym poborem a zadeklarowaną ilością energii stanowi do ±1% rzeczywistego poboru energii ([2], pkt 7.3.9.3.9), to przedsiębiorstwo obrotu rozliczane jest po jednolitej cenie rozliczeniowej odchylenia *CRO*. Jeżeli wykracza poza to pasmo (zwane strefą nieczułości), to przedsiębiorstwo obrotu rozliczane jest według:

– ceny rozliczeniowej odchylenia zakupu CRO_Z (przeważnie niższej od *CRO*), w przypadku odsprzedaży energii na rynek bilansujący;

– ceny rozliczeniowej odchylenia sprzedaży CRO_S (przeważnie znacznie wyższej od *CRO*), w przypadku dokupienia energii z rynku bilansującego ([2], pkt 7.3.6.2.3).

Przez asymetrię cenową należy rozumieć przede wszystkim zróżnicowanie ceny w zależności od stopnia niezbilansowania, jak również zróżnicowanie ceny w zależności od charakteru transakcji (kupno bądź sprzedaż). W badanym okresie, od lipca 2002 do czerwca 2003, różnica między *CRO* i CRO_Z wynosiła średnio 25 PLN na 1 MWh, natomiast różnica między CRO_S i *CRO* – 125 PLN na 1 MWh. Fakt ten jest impulsem do podejmowania przez przedsiębiorstwo obrotu działań mających na celu minimalizowanie straty, poprzez minimalizowanie udziału w rynku bilansującym oraz zajmowanie korzystniejszej z dwóch pozycji: kupna bądź sprzedaży dla ilości energii, z którą ostatecznie na ten rynek wchodzi. Przedsiębiorstwo obrotu staje przed problemem decyzyjnym z niesymetryczną funkcją straty. Jeżeli przewiduje, że w danym okresie ceny energii na giełdzie energii oraz rynku bilansującym będą się kształtować na poziomie, na którym bardziej opłacalne będzie odsprzedawanie na rynek bilansujący nadwyżki energii zakupionej wcześniej na giełdzie energii niż dokupowanie brakującej energii na rynku bilansującym, to może celowo zawyżyć wielkość zakupu – mówimy wtedy o realizowaniu przez przedsiębiorstwo obrotu strategii „przekontraktowania". Jeżeli natomiast przedsiębiorstwo obrotu przewiduje, że w danym okresie ceny energii na giełdzie energii oraz rynku bilansującym będą się kształtować na poziomie, na którym bardziej opłacalne będzie dokupowanie na rynku bilansującym brakującej energii niż odsprzedawanie na rynek bilansujący nadwyżki energii zakupionej wcześniej na giełdzie energii, to może celowo zaniżyć wielkość zakupu – mówimy wtedy o realizowaniu przez przedsiębiorstwo obrotu strategii „niedokontraktowania".

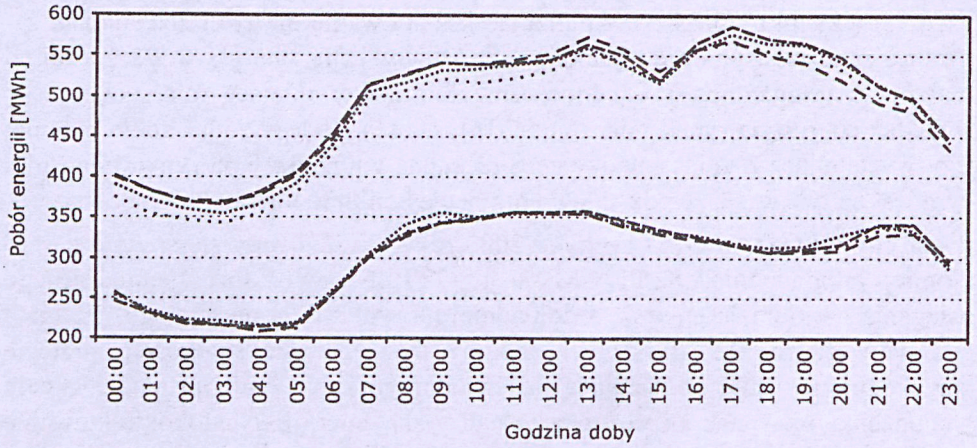
Z dniem 1 lipca 2002 roku na rynku bilansującym w Polsce zaczęto stosować zróżnicowane ceny rozliczeniowe odchyleń odbiorców energii (ceny CRO_S

i CRO_Z) ([2], pkt 7.3.6.2.3). Analizując kształtowanie się tych cen, można zauważyć znaczną asymetrię wynikającą z różnic w cenie energii, w zależności od wolumenu (względnego) i jednocześnie faktu, czy miejsce miał zakup, czy sprzedaż energii na rynek bilansujący ([6], s. 115). Należy zadać sobie pytanie: Czy występująca różnica między cenami kupna i sprzedaży na rynku bilansującym jest na tyle duża, że pozwala na przyjęcie konkretnej strategii?

Ceny CRO_Z i CRO_S w czerwcu 2003 roku, kształtowały się średnio na poziomie, odpowiednio, 82 PLN/MWh i 222 PLN/MWh. Fakt jednoczesnego osiągania na giełdzie energii (a dokładniej na rynku dnia następnego) średnich cen na poziomie 111 PLN/MWh mógłby jednoznacznie sugerować strategię „przekontraktowania", polegającą na świadomym zawyżaniu prognoz w celu wchodzenia na rynek bilansujący z nadwyżką energii. Niedokontraktowanie rodziłoby dla przedsiębiorstwa obrotu większe straty niż ewentualne przekontraktowanie. W wyniku bowiem takich działań przedsiębiorstwo obrotu, sprzedając energię po cenie średnio 82 PLN/MWh, osiągnęłoby przychody na każdej MWh jedynie średnio o 29 PLN niższe na rynku bilansującym, niż mogłoby osiągnąć, sprzedając tę samą ilość energii na giełdzie energii[4]. Natomiast dokupując na rynku bilansującym energię po cenie średnio 222 PLN/MWh, koszt zakupu byłby o 111 PLN, czyli dwukrotnie, wyższy na każdej MWh energii w porównaniu z ewentualną możliwością zakupu tej samej ilości na giełdzie energii. Należy jednak pamiętać, że CRO_Z oraz CRO_S są używane dopiero poza jednoprocentową strefą nieczułości. Cena CRO, stosowana do rozliczania odchyleń w jednoprocentowej strefie, kształtowała się średnio na poziomie 97 PLN/MWh, co sprawia, że stosowanie strategii „przekontraktowania" staje się mniej oczywiste, bowiem przynajmniej w strefie nieczułości, bardziej opłacało się dokupować energię z rynku bilansującego, niż ją odsprzedawać. Należałoby zatem zadać pytanie w następujący sposób: Ile wynosi graniczne niezbilansowanie, od którego należy stosować strategię „przekontraktowania"?

Dla przykładu przeanalizujmy ceny osiągane na rynku bilansującym i giełdzie energii oraz pobór energii elektrycznej dla pewnego polskiego przedsiębiorstwa obrotu, w okresie od lipca 2002 do czerwca 2003 roku. Analizowanemu przedsiębiorstwu obrotu podlega obszar jednego z większych miast wojewódzkich. Załóżmy dla uproszczenia, że jedyną alternatywą dla uczestników rynku energii elektrycznej wobec rynku bilansującego jest giełda energii, a dokładniej rynek dnia następnego. Przykładowe krzywe poboru energii elektrycznej przedstawia rysunek 1.

[4] Rozważania te służą jedynie wprowadzeniu pewnego punktu odniesienia. Przedsiębiorstwa obrotu nie posiadają takiego wyboru, wchodzą na rynek bilansujący z nadzieją, że zadeklarowały dokładnie tyle energii, ile w rzeczywistości pobiorą.



Rysunek 1. Krzywe poboru energii elektrycznej pewnego przedsiębiorstwa obrotu dla dni od poniedziałku do piątku, 06–10 stycznia 2003 roku (górna grupa krzywych) oraz 23–27 czerwca 2003 roku (dolna grupa krzywych)

Źródło: Opracowanie własne

Krzywe dla dni od wtorku do piątku są bardzo do siebie podobne. Krzywe dla sobót, niedziel i poniedziałków są podobne do jednoimiennych dni tygodnia. Odchylenia od podanych krzywych są obserwowane w ciągu doby, np. podczas nagłej, nieprzewidzianej zmiany warunków atmosferycznych. Cały wykres zmienia swoje położenie oraz kształt w zależności od pory roku, czyli od pogody. Stanowi on jednak pewien wzorzec dla ekspertów, co sprawia, że krzywe prognoz poboru są zwykle takiego samego kształtu, co obserwowane w niedalekiej przeszłości krzywe poboru. Prognozy sporządzane są codziennie, więc odchylenia rzeczywistego poboru od deklarowanego są podobne w czasie miesiąca, ponieważ „dzisiejszy" pobór deklarowany bazuje najczęściej na „wczorajszym" wzorcu[5]. Załóżmy zatem, że dla badanego przedsiębiorstwa obrotu, zadeklarowana ilość energii w każdej godzinie doby, każdego dnia badanego okresu, odchyla się od rzeczywistego poboru o średnio taką samą jego część. Ułamek ten, który oznaczymy przez x, może – w zależności od odchylenia – przyjmować wartości z przedziału $\langle -1,1 \rangle$. Zauważmy, że w celu postawienia problemu potrzebna jest funkcja celu, która pozwoli stwierdzić dla danego stopnia niezbilansowania x, która z dwóch strategii, przekontraktowania czy niedokontraktowania, jest lepsza, innymi słowy, o jakim charakterze (o jakim znaku) niezbilansowanie przynosi mniejszą stratę. Zestawmy straty ponoszone w zależności od przyjętej strategii dla takiego samego, co do wartości bezwzględnej, stopnia niezbilansowania x. Otrzymana różnica informuje o tym, która strategia przynosi mniejsze

[5] W przypadku sobót, niedziel i poniedziałków, które różnią się od pozostałych dni tygodnia, prognozy bazują na wzorcu sprzed jednego bądź kilku tygodni.

straty. Pamiętając o znaku, który zostanie uwzględniony później, ograniczmy zmienność x do przedziału $\langle 0,1 \rangle$. Omawianą funkcję można przedstawić wzorem:

$$f(x) = [11\ldots1]_{1\times m}\left[P_P(x)_{m\times n} - P_N(x)_{m\times n}\right] \bullet Q_{m\times n} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}_{n\times 1}, \qquad (1)$$

gdzie:

$P_P(x)$ – macierz o wymiarach $m\times n$ strat jednostkowych na rynku bilansującym w porównaniu z giełdą energii, przy niezbilansowaniu na poziomie x, przy realizowaniu strategii „przekontraktowania";

$P_N(x)$ – macierz o wymiarach $m\times n$ strat jednostkowych na rynku bilansującym w porównaniu z giełdą energii, przy niezbilansowaniu na poziomie x, przy realizowaniu strategii „niedokontraktowania";

Q – macierz o wymiarach $m\times n$ wielkości poboru w każdym z m dni, w każdej z n godzin doby,

$\bullet$ – iloczyn Hadamarda[6].

W rozpatrywanym przykładzie m będzie równe liczbie dni w danym miesiącu, natomiast $n = 24$ godziny dla każdego dnia[7].

Jeżeli wartość funkcji $f(x)$, przy danym x jest:

– dodatnia, to oznacza mniejszą[8] stratę w przypadku „przekontraktowania" w porównaniu z „niedokotraktowaniem" takiej samej części poboru energii,

– ujemna, to oznacza mniejszą stratę w przypadku „niedokontraktowania" w porównaniu z „przekontraktowaniem" takiej samej części poboru energii.

Uzyskujemy zatem pewien profil opłacalności stosowania strategii: „niedokontraktowania" albo „przekontraktowania" w zależności od średniego stopnia niezbilansowania.

Wielkości $P_P(x)$ oraz $P_N(x)$ obliczane są według wzorów:

$$P_P(x) = \begin{cases} (P_{CRO} - P_{RDN})\,x & dla \quad x \le 0{,}01, \\ 0{,}01\,(P_{CRO} - P_{CRO_Z}) + (P_{CRO_Z} - P_{RDN})\,x & dla \quad x > 0{,}01, \end{cases} \qquad (2)$$

$$P_N(x) = \begin{cases} (P_{RDN} - P_{CRO})\,x & dla \quad x \le 0{,}01, \\ 0{,}01\,(P_{CRO_S} - P_{CRO}) + (P_{RDN} - P_{CRO_S})\,x & dla \quad x > 0{,}01, \end{cases} \qquad (3)$$

[6] Iloczyn Hadamarda macierzy $A_{m\times n}=(a_{ij})$ i $B_{m\times n}=(b_{ij})$, postaci $(A\bullet B)_{m\times n}=(a_{ij}\times b_{ij})$.

[7] Długość dób zmiany Czasu Urzędowego w Polsce jest różna od 24h. Dla doby 23h odpowiednia godzina została wypełniona zerem, dla doby 25h ostatnia godzina doby została pominięta.

[8] Mniejszą, ponieważ elementy macierzy $P_P(x)$ oraz $P_N(x)$ są ujemne.

gdzie:

P_{CRO} – macierz o wymiarach $m \times n$ cen rozliczeniowych *CRO* dla każdego z m dni rozpatrywanego horyzontu czasowego, dla każdej z n godzin doby,

P_{RDN} – macierz o wymiarach $m \times n$ cen energii elektrycznej osiąganych na rynku dnia następnego giełdy energii,

P_{CRO_Z} – macierz o wymiarach $m \times n$ cen rozliczeniowych zakupu energii CRO_Z,

P_{CRO_S} – macierz o wymiarach $m \times n$ cen rozliczeniowych sprzedaży energii CRO_S.

Zatem elementy macierzy $P_P(x)$ wyrażają stratę jednostkową[9], jaką wykaże przedsiębiorstwo obrotu realizujące strategię „przekontraktowania" przy stopniu niezbilansowania x, w kolejnych godzinach rozpatrywanego horyzontu czasowego, rozumianą jako różnica między ceną, którą przedsiębiorstwo obrotu osiąga, odsprzedając nadmiar energii na rynku bilansującym, a ceną, którą mogłoby ono osiągnąć, odsprzedając ów nadmiar na giełdzie energii. Natomiast elementy macierzy $P_N(x)$ wyrażają stratę jednostkową[10], jaką wykaże przedsiębiorstwo obrotu realizujące strategię „niedokontraktowania" przy stopniu niezbilansowania x, w kolejnych godzinach rozpatrywanego horyzontu czasowego, rozumianą jako różnica między ceną, którą mogłoby ono osiągnąć, dokupując niedobór energii na giełdzie energii, a ceną, którą osiąga, dokupując ów niedobór na rynku bilansującym. Jeżeli wartość elementu macierzy $P_P(x)$ lub $P_N(x)$ jest:

– ujemna, to oznacza ona stratę;

– dodatnia, to oznacza ona ewentualny zysk.

Podstawiając $P_P(x)$ i $P_N(x)$, dla $x \leq 0{,}01$, do $f(x)$, otrzymujemy:

$$f(x) = [1\,1 \ldots 1]\left[\left(P_{CRO} - P_{RDN}\right)x - \left(P_{RDN} - P_{CRO}\right)x\right] \bullet Q \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}, \tag{4}$$

co po przekształceniach daje:

$$f(x) = [1\,1 \ldots 1]\left[P_{CRO} - P_{RDN} - P_{RDN} + P_{CRO}\right]x \bullet Q \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}, \tag{5}$$

[9] Zdarzają się dni, w których dla niektórych godzin, cena na giełdzie energii jest niższa od CRO_Z, więc teoretycznie zysk jest również możliwy.

[10] Ceny na giełdzie energii mogą być wyższe niż *CRO*, więc może wystąpić zysk, rozumiany jako ujemna strata.

i ostatecznie otrzymujemy wyrażenie[11]:

$$f(x) = 2\,[1\,1\ldots1]\,(P_{CRO} - P_{RDN}) \bullet Q \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} x\,. \tag{6}$$

Jest to funkcja liniowa o postaci $f(x) = a_1 x$, o jednym miejscu zerowym dla $x = 0$ i współczynniku kierunkowym:

$$a_1 = 2\,[1\,1\ldots1]\,(P_{CRO} - P_{RDN}) \bullet Q \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}. \tag{7}$$

Zatem funkcja $f(x)$, w zależności od znaku a_1, w przedziale dla $x \in \langle 0;\ 0{,}01 \rangle$ maleje albo rośnie liniowo począwszy od zera. Podstawiając $P_P(x)$ i $P_N(x)$, dla $x > 0{,}01$, do $f(x)$ oraz przekształcając wzór, otrzymujemy:

$$f(x) = [1\,1\ldots1]\left(0{,}01\left(2\,P_{CRO} - P_{CRO_Z} - P_{CRO_S}\right) + \left(P_{CRO_Z} + P_{CRO_S} - 2\,P_{RDN}\right)x\right) \bullet Q \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} \tag{8}$$

Rozdzielając iloczyn Hadamarda względem dodawania, otrzymujemy:

$$f(x) = [1\,1\ldots1]\left(P_{CRO_Z} + P_{CRO_S} - 2\,P_{RDN}\right) \bullet Q \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} x$$

$$+\,0{,}01\,[1\,1\ldots1]\left(2\,P_{CRO} - P_{CRO_Z} - P_{CRO_S}\right) \bullet Q \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}. \tag{9}$$

[11] Ponieważ zmienna x jest liczbą, możemy dowolnie zmieniać jej kolejność, względem wszystkich rodzajów iloczynów.

Otrzymana funkcja jest liniowa o postaci $f(x) = a_2 x + b$, posiada miejsce zerowe dla:

$$x = \frac{-0{,}01\,[1\,1\ldots 1]\left(2P_{CRO} - P_{CRO_Z} - P_{CRO_S}\right) \bullet Q \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}}{[1\,1\ldots 1]\left(P_{CRO_Z} + P_{CRO_S} - 2P_{RDN}\right) \bullet Q \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}}, \tag{10}$$

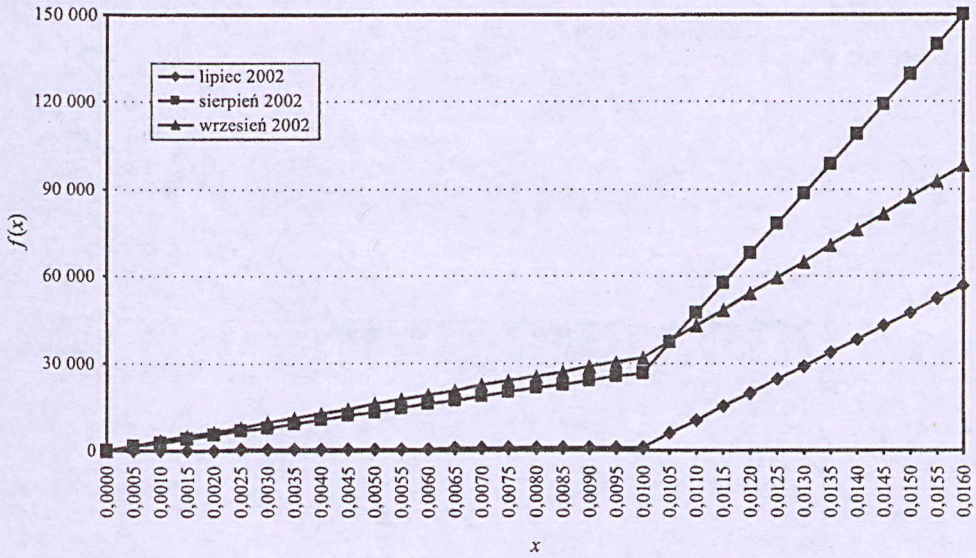
oraz współczynnik kierunkowy równy:

$$a_2 = [1\,1\ldots 1]\left(P_{CRO_Z} + P_{CRO_S} - 2P_{RDN}\right) \bullet Q \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}. \tag{11}$$

Zatem funkcja $f(x)$, w zależności od znaku a_2, w przedziale dla $x \in \langle 0{,}01;\ 1 \rangle$ maleje albo rośnie liniowo. Wynika stąd, że funkcja $f(x)$ jest funkcją przedziałami liniową, daną wzorem ogólnym:

$$f(x) = \begin{cases} a_1 x & dla \quad x \in \langle 0;\ 0{,}01 \rangle, \\ a_2 x + b & dla \quad x \in \langle 0{,}01;\ 1 \rangle. \end{cases} \tag{12}$$

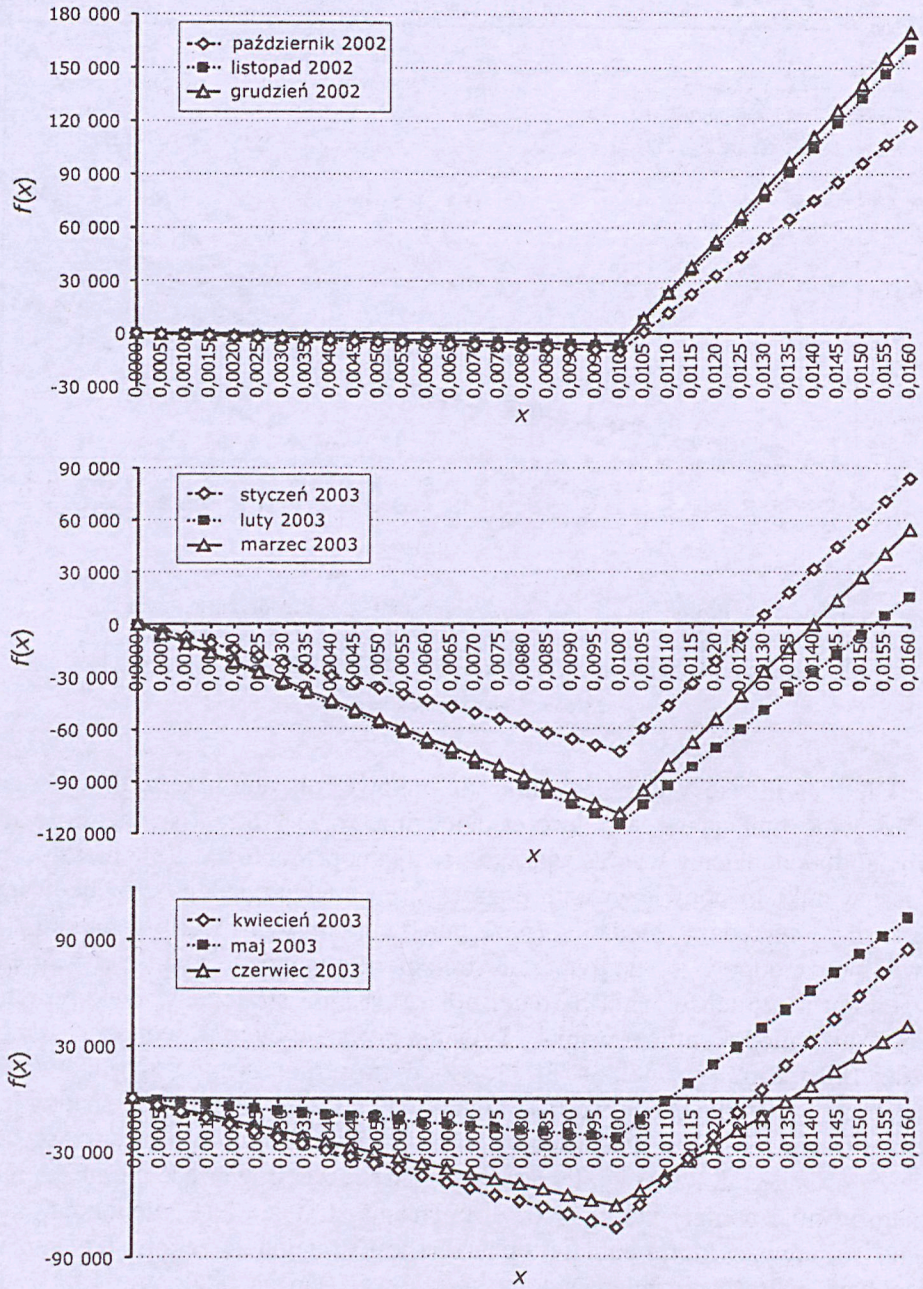
Na podstawie danych z każdej godziny, oszacowano parametry funkcji $f(x)$ dla kolejnych miesięcy okresu od lipca 2002 do czerwca 2003. Dla pierwszych trzech miesięcy badanego okresu profile opłacalności strategii przedstawia rysunek 2.



Rysunek 2. Profile opłacalności stosowania strategii: „niedokontraktowania" albo „przekontraktowania" w zależności od średniego stopnia niezbilansowania dla przedsiębiorstwa obrotu „X" w okresie od 1 lipca 2002 do 30 września 2000

Źródło: Opracowanie własne

Dla tych miesięcy współczynniki kierunkowe (dla obu przedziałów) są dodatnie, więc funkcja w całej swojej dziedzinie rośnie. Strata wyraźnie rośnie szybciej dla odchylenia wykraczającego poza jednoprocentową strefę nieczułości, co jest wynikiem obowiązywania poza tą strefą niekorzystnego zróżnicowania cen kupna i sprzedaży. Dodatnia (poza punktem zerowym) wartość funkcji $f(x)$ powoduje, że odpowiedź na pytanie o strategię jest jednoznaczna – bez względu na stopień niezbilansowania bardziej opłacalną była strategia „przekontraktowania" niż „niedokontraktowania". Sytuacja przestaje być tak jednoznaczna od października 2002 (rysunek 3a, 3b, 3c), kiedy to współczynniki kierunkowe a_1 są ujemne, w wyniku czego wartość funkcji $f(x)$ od samego początku spada i jest ujemna (poza zerem) w strefie nieczułości. Poza strefą nieczułości wartość $f(x)$ rośnie i osiąga punkt zerowy. Punkt ten wyznacza zatem wartość graniczną niezbilansowania, poniżej której bardziej opłacalną strategią jest „niedokontraktowanie", a powyżej której bardziej opłacalna jest strategia „przekontraktowania". Graniczna wartość niezbilansowania kształtowała się na poziomie: 1,04% dla października oraz 1,02% dla listopada i grudnia 2002 roku. Granica ta przesuwała się w górę i osiągnęła najwyższą wartość dla lutego 2003 równą 1,53% (rysunek 3b). Dla ostatniego badanego miesiąca – czerwca 2003 graniczny poziom niezbilansowania kształtował się na poziomie 1,36% (rysunek 3c).



Rysunek 3. Profile opłacalności stosowania strategii: „niedokontraktowania" albo „przekontraktowania" w zależności od średniego stopnia niezbilansowania dla przedsiębiorstwa obrotu „X" w okresie a) od 1 października 2002 do 31 grudnia 2002, b) od 1 stycznia 2003 do 31 marca 2003, c) od 1 kwietnia 2003 do 30 czerwca 2003

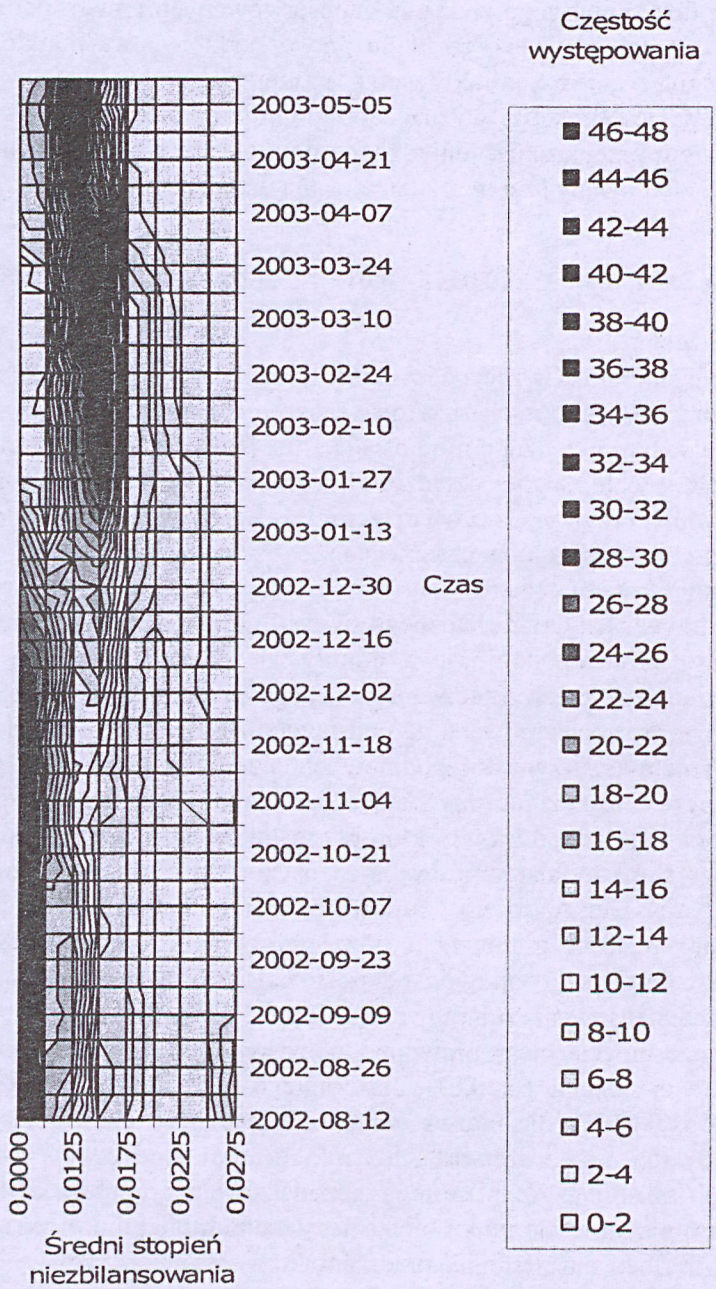
Źródło: Opracowanie własne

W celu dokładniejszego zbadania zaobserwowanych zmian, podjęto próbę skonstruowania empirycznego rozkładu prawdopodobieństwa punktów przełączenia strategii, z „niedokontraktowania" na „przekontraktowania". Dokonano tego w następujący sposób – wyznaczono graniczną wartość niezbilansowania, będącą punktem przełączenia, dla każdego dnia okresu 13 tygodni, na jej podstawie został zbudowany szereg rozdzielczy dla przedziałów:

$$\langle 0;\ 0{,}01\rangle, (0{,}01;\ 0{,}0125\rangle, (0{,}0125;\ 0{,}015\rangle, \ldots, (0{,}025;\ 0{,}0275\rangle, (0{,}0275;\ 1\rangle,$$

a następnie histogram. Graniczne wartości niezbilansowania dla kolejnych dni zostały wyznaczone jako miejsca zerowe funkcji $f(x)$ w przedziale $x \in (0{,}01;\ 1\rangle$. Jeśli funkcja w tym przedziale nie posiadała miejsca zerowego oznaczało to, że była dodatnia w całej swojej dziedzinie (poza zerem). Jako graniczną wartość niezbilansowania przyjmowano wtedy zero. Procedura ta została powtórzona dla trzynastotygodniowych okien czasowych, rozpoczynających się od kolejnych tygodni, zatem ostatni, czterdziesty histogram powstał na podstawie danych z ostatnich trzynastu tygodni badanego okresu. Otrzymane histogramy ukazują rozkład masy prawdopodobieństwa empirycznego, wystąpienia w badanym okresie granicznego niezbilansowania z danego przedziału. Rysunek 4 przedstawia histogramy skonstruowane na podstawie przedziałów wartości (oś odciętych), dla kolejnych trzynastotygodniowych okien czasowych (oś rzędnych). Każdy histogram jest oznaczony datą poniedziałku, tygodnia przypadającego w połowie okresu, na podstawie którego został wyznaczony. Wysokości poszczególnych słupków histogramów są zaznaczone różnymi kolorami, zgodnie z legendą. Najjaśniejsze obszary odpowiadają przedziałom, dla których w danym okresie wartości granicznego niezbilansowania wystąpiły najrzadziej. Obszary najciemniejsze odpowiadają przedziałom, dla których wartości granicznego niezbilansowania odnotowano najczęściej. Na rysunku 4 można zaobserwować przesunięcie masy prawdopodobieństwa granicznego stopnia niezbilansowania z przedziału $\langle 0;\ 0{,}01\rangle$ dla drugiego półrocza roku 2002, do przedziału $(0{,}015;\ 0{,}0175\rangle$ dla pierwszych 4 miesięcy roku 2003 oraz przedziału $(0{,}01;\ 0{,}015\rangle$ dla maja i czerwca 2003 roku. Zatem analizowane przedsiębiorstwo obrotu (jeżeli jego średni stopień niezbilansowania przekraczał 1%) w celu minimalizowania straty na rynku bilansującym dla drugiego półrocza roku 2002 powinno było stosować strategie „przekontraktowania".

Granica ta podniosła się i dla pierwszych 4 miesięcy roku 2003 wynosiła 1,75%, następnie nieznacznie obniżyła się do 1,5%. Jednocześnie, od około połowy stycznia do końca czerwca 2003 roku, analizowane przedsiębiorstwo obrotu poniosłoby mniejszą stratę w przypadku stosowania strategii „niedokontraktowania",



Rysunek 4. Rozkład prawdopodobieństwa empirycznego wartości granicznej niezbilansowania dla przedsiębiorstwa obrotu „X" w okresie 1 lipca 2002 do 30 czerwca 2003

Źródło: Opracowanie własne

o ile wartość średniego stopnia niezbilansowania kształtowałaby się poniżej 1%. W praktyce, w miesiącach charakteryzujących się stałymi warunkami pogodowymi, średni stopień niezbilansowania analizowanego przedsiębiorstwa obrotu wynosi około 3%. W miesiącach „przejściowych", charakteryzujących się dużymi wahaniami pogodowymi, utrzymanie średniego stopnia niezbilansowania na poziomie jednocyfrowym jest bardzo dobrym osiągnięciem. Zatem można jednoznacznie stwierdzić, że analizowane przedsiębiorstwo obrotu minimalizowałoby stratę na rynku bilansującym stosując, przynajmniej w badanym okresie, strategię „przekontraktowania".

Każde odchylenie od rzeczywistego zapotrzebowania na energię, bez względu na znak, oznacza stratę. Analizując kształtowanie się cen energii na giełdzie oraz na rynku bilansującym, można zauważyć, że owa strata jest niesymetryczna. Zaproponowana funkcja celu umożliwia wyznaczenie profilu opłacalności stosowania w ustalonym okresie strategii „przekontraktowania" albo „niedokontraktowania" w zależności od średniego stopnia niezbilansowania dla danego przedsiębiorstwa obrotu, charakteryzowanego przez macierz wielkości poboru Q (ceny giełdowe oraz rozliczeniowe są dla wszystkich przedsiębiorstw obrotu jednakowe). Profile opłacalności to funkcje odcinkami liniowe, w których najważniejszą informację niesie miejsce zerowe – graniczna wartość niezbilansowania będąca punktem przełączenia opłacalności strategii z „niedokontraktowania" na „przekontraktowanie". Na podstawie punktów przełączenia tworzony jest histogram, ukazujący rozkład masy prawdopodobieństwa empirycznego, wystąpienia w badanym okresie granicznego niezbilansowania z danego przedziału. Przedsiębiorstwa obrotu dążą przede wszystkim do podnoszenia dokładności prognozy zapotrzebowania na energię elektryczną. Wzrost tej dokładności jest jednoznaczny z obniżaniem średniego stopnia niezbilansowania. Z drugiej jednak strony wartość granicznego niezbilansowania podlega fluktuacjom. Analiza wzajemnych relacji punktu przełączenia strategii z „niedokontraktowania" na „przekontraktowanie" oraz średniego stopnia niezbilansowania, umożliwia kontrolowanie zasadności stosowanej strategii i dostarcza informacji o ewentualnej potrzebie jej zmian[12]. Przykład liczbowy dotyczący aplikacji funkcji $f(x)$, przeprowadzony został na danych empirycznych z pewnego polskiego przedsiębiorstwa obrotu, któremu podlega obszar jednego z większych miast wojewódzkich. Profile opłacalności oraz histogram w konfrontacji ze średnim stopniem niezbilansowania dla tego przedsiębiorstwa obrotu w badanym okresie wskazuje jednoznacznie, że strategia „przekontraktowania" przynosi mniejsze starty. Fakt występowania „sprzyjającego" układu

[12] Oczywiście, narzędzie to działa na podstawie informacji ex post, jednak tendencja zmian kształtu histogramów w czasie i ruchu masy prawdopodobieństwa, może być traktowana jako sygnał ostrzegawczy.

cen, przy zbliżonych krzywych poboru oraz zbliżonym stopniu niezbilansowania przedsiębiorstw obrotu[13] prowadzi do upowszechnienia się strategii „przekontraktowania".

Literatura

[1] *Jaki model rynku energii*, red. M. Okólski, Urząd Regulacji Energetyki, Biblioteka Regulatora, www.ure.gov.pl, Warszawa, grudzień 2001

[2] Polskie Sieci Elektroenergetyczne SA, Operator Sieci Przesyłowej, Instrukcja ruchu i eksploatacji sieci przesyłowej, Część szczegółowa: Regulamin Rynku Bilansującego Energii Elektrycznej w Polsce, 20 grudnia 2002

[3] Topolski J., *Wpływ rozliczeń rynku bilansującego na sytuację spółek dystrybucyjnych i odbiorców TPA oraz przyjmowane przez nich strategie rynkowe*, Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej, „Biuletyn Informacyjny, Klient, Dystrybucja, Przesył" 2003, nr 5

[4] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne (DzU z 2006 r. nr 89, poz. 625 i nr 104, poz. 708)

[5] Zerka M., *Mechanizmy rynkowe w elektroenergetyce – zagadnienia wybrane*, Instytut Doskonalenia Wiedzy o Rynku Energii, Warszawa 2001

[6] Zerka M., *Strategie na rynkach energii elektrycznej*, Instytut Doskonalenia Wiedzy o Rynku Energii, Warszawa 2003

Patryk Aleksander

A STRATEGY OF OVERCONTRACTING, APPLIED BY COMPANIES TRADING IN ELECTRIC ENERGY

Abstract

In this paper, a strategy of overbuying energy applied by companies trading in electric energy, on balance energy market in Poland is presented. An objective function is introduced to determine profitability profiles of applying a strategy of either overcontracting or undercontracting as a function of average unbalance ratio. In particular the objective function enables the calculation of

[13] W okresie od września 2001 do grudnia 2002 udział salda wolumenu energii bilansującej, nieplanowanej, wszystkich uczestników rynku w zapotrzebowaniu krajowej sieci elektroenergetycznej wynosił 2,93% ([3], s.7).

switch points between the two strategies. Motion of the histograms, of occurrence of switch points from particular value intervals, in time, is shown to be able to indicate the necessity of switching current strategy. Empirical research is conducted for one of polish companies trading in electric energy.

Keywords: overcontracting, price asymmetry, balance energy market