

Jacek KAMIŃSKI\*

## Metody szacowania siły rynkowej w sektorze energetycznym

STRESZCZENIE. Artykuł przedstawia analizę najważniejszych metod szacowania siły rynkowej w sektorze energetycznym. Przedstawiono zarówno metody oparte na wielkości produkcji i mocy zainstalowanej podmiotów funkcjonujących na rynku energii elektrycznej jak i bardziej zaawansowane metody wykorzystujące modelowanie matematyczne. Podano najważniejsze formuły matematyczne służące do obliczenia wskaźników. Jako najbardziej adekwatne do zastosowania w analizach siły rynkowej przedsiębiorstw energetycznych wskazano metody oparte na modelach równowagi (Cournot, *Supply Function Equilibrium*).

SŁOWA KLUCZOWE: siła rynkowa, oligopol, modelowanie matematyczne

### Wprowadzenie

Sektor elektroenergetyczny jest specyficznym sektorem gospodarczym, co wynika w głównej mierze z pozycji jaką zajmuje on w gospodarce. Energia elektryczna jest obecnie traktowana jako dobro o charakterze podstawowym, bez którego nie są w stanie funkcjonować przedsiębiorstwa i gospodarstwa domowe. Przez wiele lat produkcją i sprzedażą energii elektrycznej zajmowało się jedno przedsiębiorstwo – monopolista w produkcji, przesyłce, dystrybucji i sprzedaży do odbiorców końcowych. W klasycznym, zintegrowanym pionowo i poziomo sektorze elektroenergetycznym nie występowała konkurencja na żadnym

\* Dr inż. — Zakład Polityki Energetycznej i Ekologicznej, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; e-mail: kaminski@min-pan.krakow.pl

z poziomów produkcji i handlu energią. Energia elektryczna wytwarzana była w elektrowniach stanowiących najczęściej własność skarbu państwa, następnie transmitowana i sprzedawana przez lokalne zakłady energetyczne, działające także w ramach struktury organizacyjnej monopolisty. Ze względu na teoretycznie nieograniczone możliwości nadużywania siły rynkowej działalność monopolisty była zazwyczaj regulowana przez tzw. organ regulacyjny (urząd powołany specjalnie do tego celu lub wybrane ministerstwo, najczęściej ministerstwo gospodarki lub przemysłu), który zatwierdzał taryfy dla odbiorców energii.

Ze względu na dużą nieefektywność i niegospodarność funkcjonowania monopolisty, powodującą często straty (pokrywane zwykle ze środków budżetowych lub przez konsumentów poprzez zawyżone ceny) rozpoczęto z początkiem lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku procesy zmierzające do urynkwienia energii elektrycznej i wdrożenia konkurencji w sektorze wytwarzania oraz w sektorze sprzedaży energii elektrycznej do odbiorcy końcowego. Sektor energetyczny został tym samym podzielony zarówno poziomo (na indywidualne elektrownie, elektrociepłownie, spółki dystrybucyjne) jak i pionowo (na podsektory: wytwarzania, transmisji, dystrybucji i sprzedaży). Działania te miały na celu istotne obniżenie siły rynkowej producentów, dążących zazwyczaj do wykorzystania swojej pozycji i zawyżania cen kosztem konsumentów finalnych [7].

Niestety, ze względu na występujące w ostatnim czasie zarówno w Polsce jak i w całej Europie procesy konsolidacyjne i integracyjne, rynek energii elektrycznej należy uznać za daleki od konkurencyjnego. W chwili obecnej sektor elektroenergetyczny zmierza w kierunku oligopolu. Przy takiej strukturze rynku koniecznym staje się prowadzenie analiz pozwalających ocenić, czy siła rynkowa przedsiębiorstw energetycznych jest na tyle duża, że może umożliwić im wpływanie na konkurencyjną cenę energii elektrycznej.

Biorąc pod uwagę powyższe przesłanki, celem niniejszego artykułu jest przedstawienie i analiza metodyk określenia siły rynkowej przedsiębiorstw, a następnie na bazie przeprowadzonej analizy wybranie i rekomendacja metod dla określenia siły rynkowej w krajowym sektorze elektroenergetycznym. Analizy o takim charakterze powinny być systematycznie przeprowadzane ponieważ:

- ✧ pozwalają określić obecną i/lub prognozowaną strukturę rynku energii elektrycznej,
- ✧ umożliwiają oszacowanie potencjału przedsiębiorstw w zakresie wpływania na cenę rynkową energii,
- ✧ pozwalają zapobiegać konsolidacjom mogącym naruszyć konkurencyjność rynku, tym samym, stanowią wsparcie organów regulacyjnych,
- ✧ w uzasadnionych sytuacjach stanowią wsparcie dla organów regulacyjnych w procesie nakładania kary na przedsiębiorstwa nadużywające siły rynkowej.

## 1. Metody określania siły rynkowej

Siła rynkowa definiowana jest najczęściej jako zdolność do wywierania wpływu na cenę rynkową produktu (w zależności od motywów może to być zarówno sztuczne zawyżanie

cen, jak i ich obniżanie poniżej uzasadnionych kosztów produkcji), w wyniku której przedsiębiorca osiąga dodatkowy zysk. Wykorzystanie siły rynkowej sprowadza się zwykle do [3]:

- ✧ Wstrzymania lub ograniczenia produkcji energii elektrycznej (tzw. *physical withholding*). Skutkiem tego działania jest zmniejszenie ilości produktu oferowanego konsumentom co prowadzi do wzrostu ceny rynkowej. Tym samym producent uzyskuje wyższą cenę ze sprzedaży pozostałej zaoferowanej konsumentom energii.
- ✧ Podniesienia ceny oferowanej energii powyżej kosztów krańcowych produkcji (tzw. *economic withholding*) pod warunkiem, że w wyniku takiego działania część energii nie jest sprzedawana na rynku. Skutkiem tego cena pozostałej sprzedawanej energii będzie wyższa od konkurencyjnej ceny rynkowej.

W literaturze przedmiotu znaleźć można co najmniej kilka metod szacowania siły rynkowej przedsiębiorstw, od najprostszych opartych na udziale rynkowym do bardzo skomplikowanych, których możliwość aplikacji poprzedzona jest długotrwałym procesem przygotowania odpowiedniego narzędzia badawczego (modelu). Przegląd tych metod i ich analiza jest warunkiem koniecznym dla dokonania wyboru metod najbardziej adekwatnych do zastosowania w sektorze elektroenergetycznym. Do najważniejszych z nich zaliczyć można:

- ✧ udział rynkowy największego i trzech największych przedsiębiorstw,
- ✧ liczbę przedsiębiorstw o określonym minimalnym udziale rynkowym,
- ✧ wskaźnik Hirschmana-Herfindahla (HHI, HH),
- ✧ wskaźnik Giniego (G, GC),
- ✧ indeks Lerner (L),
- ✧ metody oparte na modelowaniu matematycznym.

Specyfika sektora energetycznego powoduje, że w przypadku analiz tego typu konieczne jest rozróżnienie pomiędzy sektorem wytwarzania energii elektrycznej (generacja) i sektorem sprzedaży energii do odbiorcy finalnego. Wynika to z faktu, że sektory te zgodnie z zasadą rozdziału działalności (tzw. *unbundling*) prowadzą (teoretycznie) niezależną działalność.

Dla sektora wytwarzania możliwe jest określenie siły rynkowej obliczonej na podstawie: mocy zainstalowanej [GW] (odzwierciedla przede wszystkim potencjał przedsiębiorstw) lub produkcji energii elektrycznej [MWh] (stanowi rzeczywisty udział w całkowitej produkcji sektora). W analizie sektora sprzedaży energii elektrycznej do odbiorcy końcowego możliwe jest zastosowanie tych wskaźników jedynie w odniesieniu do sprzedaży energii elektrycznej [MWh]. Możliwości aplikacji wskaźników przedstawiono schematycznie w tabeli 1.

TABELA 1. Stosowalność wskaźników

TABLE 1. Application of coefficients

Sektor	Stosowalność wskaźników koncentracji
Sektor wytwarzania	✧ w odniesieniu do mocy zainstalowanej [MW]
Sektor sprzedaży	✧ w odniesieniu do wielkości produkcji/sprzedaży [MWh]
	✧ w odniesieniu do wartości sprzedaży [zł]

## 2. Udział rynkowy największego i trzech największych przedsiębiorstw

Jednymi z najprostszych metod oceny siły rynkowej w sektorze energetycznym są: wskaźnik udziału rynkowego największego przedsiębiorstwa oraz suma udziałów trzech największych przedsiębiorstw. Miary te mówią o skali siły rynkowej przedsiębiorstw kluczowych dla określenia struktury rynku. Pozwalają one dość szybko ocenić czy rynek działa w strukturze monopolu (bardzo wysoki wskaźnik udziału rynkowego obliczony dla jednego producenta i porównywalna wartość wskaźnika obliczonego dla trzech przedsiębiorstw) czy w strukturze oligopolu (niższa wartość wskaźnika obliczonego dla jednego przedsiębiorstwa i bardzo wysoka wartość wskaźnika obliczonego dla trzech producentów/sprzedawców). Im mniejsze są wartości obydwu wskaźników, tym większy jest stopień konkurencyjności na danym rynku, a tym samym przedsiębiorstwa mają bardzo małą siłę rynkową, co w praktyce oznacza niewielką możliwość lub brak możliwości wy wpływania na cenę.

Udział w rynku oblicza się dla jednego lub dla trzech największych producentów według następującej zależności:

$$y_i = \frac{q_i}{\sum_{i=1}^n q_i}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

gdzie:  $y_i$  – udział producenta/sprzedawcy w rynku, wyrażony w wartościach względnych lub w procentach,

$q_i$  – produkcja/sprzedaż przedsiębiorstwa [MWh] lub moc zainstalowana [GW],

$i$  – indeks przedsiębiorstwa/sprzedawcy,

$n$  – liczba producentów/sprzedawców funkcjonujących na rynku.

Pomimo możliwości dość szybkiego obliczenia miary te mogą służyć jedynie do pobieżnego określenia struktury rynkowej, a jednocześnie jednoznacznie mogą zostać zinterpretowane jedynie w przypadku bardzo wysokich i bardzo niskich wartości wskaźnika. Bardzo trudnym jest przy tym określenie granic wartości wskaźników i przyporządkowanie ich danym strukturom rynkowym. Biorąc pod uwagę powyższe wady wskaźnik ten ma w praktyce ograniczone zdolności aplikacyjne dla sektora elektroenergetycznego.

## 3. Liczba przedsiębiorstw o określonym minimalnym udziale rynkowym

Miarą o podobnym charakterze jest liczba przedsiębiorstw o określonym minimalnym udziale rynkowym (na przykład minimalnie 10%). Im więcej przedsiębiorstw występuje

w tej grupie tym bardziej konkurencyjny jest rynek, na którym te przedsiębiorstwa funkcjonują i tym samym mniejsza jest ich siła rynkowa. Możliwe jest ustalenie dowolnej granicy udziału, w praktyce dla sektora energetycznego przyjmuje się wartość 5% [1].

Miara ta ma podobne ograniczenia w praktycznym zastosowaniu jak udziały rynkowe jednego i trzech największych przedsiębiorstw. Przykładowo, wartość wskaźnika na poziomie 9 firm o udziale rynkowym powyżej 5% teoretycznie wskazywałaby na konkurencyjny rynek (ze względu na dużą liczbę podmiotów). Jednak w praktyce może występować jedna duża firma o udziale rynkowym 60% i 8 firm o udziale rynkowym na poziomie około 5%. Struktura taka daleka jest jednak od konkurencyjnej.

Biorąc pod uwagę powyższe rozważania wskaźnik ten służyć powinien jedynie do ogólnej oceny zależności występujących w sektorze. Może on też mieć charakter uzupełniający w procesie pełnej analizy funkcjonowania sektora energetycznego.

#### 4. Wskaźnik Hirschmana-Herfindahla (HHI, HH)

Miarą znacznie lepiej charakteryzującą funkcjonowanie sektora elektroenergetycznego jest wskaźnik Hirschmana-Herfindahla (*Hirschman-Herfindahl index*) oznaczany jako HHI lub HH. Definiowany on jest jako suma kwadratów udziałów przedsiębiorstw funkcjonujących na danym rynku:

$$HHI = \sum_{i=1}^n (y_i)^2, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

gdzie:  $y_i$  – udział producenta/sprzedawcy w rynku, wyrażony w wartościach względnych lub w procentach,

$i$  – indeks przedsiębiorstwa/sprzedawcy,

$n$  – liczba producentów/sprzedawców funkcjonujących na rynku.

Współczynnik ten występować może w kilku odmianach, między innymi jako:

✧ unormowany w skali 0–1,

✧ nienormowany (w teoretycznym zakresie od 0 do 10000).

Wskaźnik HHI jest powiązany z dwoma czynnikami wpływającymi na jego wartość: liczbą przedsiębiorstw i nierównomiernością w rozkładzie udziałów rynkowych przedsiębiorstw. Przy założonej (takiej samej) liczbie przedsiębiorstw funkcjonujących na rynku HHI jest tym większe im większa, jest dyspersja udziałów rynkowych tych przedsiębiorstw [6]. Dla wskaźnika nienormowanego, gdy jego wartość jest bliska 0 oznacza konkurencyjną strukturę rynku, natomiast gdy zmierza do wartości bliskich 10000 rynek jest rynkiem monopolistycznym.

W przypadku nienormowanego wskaźnika HHI przyjmuje się następujące wartości graniczne dla określenia stopnia koncentracji produkcji w sektorze elektroenergetycznym [1]:

- ✧ poniżej 750 – niska koncentracja,
- ✧ w zakresie 750–1800 – średnia koncentracja,
- ✧ w zakresie 1800–5000 – wysoka koncentracja,
- ✧ ponad 5000 – bardzo wysoka koncentracja.

Przytoczona powyżej klasyfikacja zgodna jest z wytycznymi amerykańskiego Departamentu Sprawiedliwości i Federalnej Komisji ds. Handlu (*US Department of Justice and the Federal Trade Commission – Horizontal Merger Guidelines*), zgodnie z którymi 1800 jest graniczną wartością wskaźnika HHI, powyżej której rynki uznawane powinny być za wysoko skoncentrowane i na których duże połączenia lub przejęcia mogą mieć poważne skutki naruszenia zasad konkurencji [9].

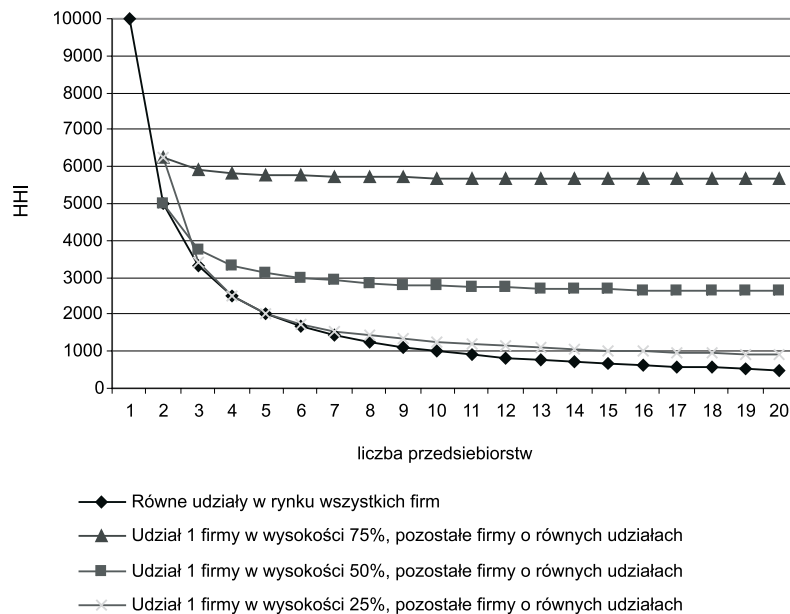
Już dość niskie wartości HHI wskazują na struktury rynku typu oligopolistycznego. Wynika to ze stopnia wpływu dyspersji udziałów rynkowych przedsiębiorstw na nim funkcjonujących na wartość wskaźnika. Na rysunku 1 przedstawiono kształtowanie się wskaźnika HHI w zależności od liczby przedsiębiorstw oraz wielkości udziałów rynkowych przedsiębiorstw według następujących założeń:

- ✧ liczba firm funkcjonujących na rynku: od 1 do 20,
- ✧ wielkość udziałów w rynku:
  - 1) równomierne udziały w rynku wszystkich przedsiębiorstw,
  - 2) największe przedsiębiorstwo – 75% udziału w rynku, pozostałe przedsiębiorstwa o równomiernym udziale w rynku,
  - 3) największe przedsiębiorstwo – 50% udziału w rynku, pozostałe przedsiębiorstwa o równomiernym udziale w rynku,
  - 4) największe przedsiębiorstwo – 25% udziału w rynku, pozostałe przedsiębiorstwa o równomiernym udziale w rynku.

Analiza zależności przedstawionych na rysunku 1 wskazuje, że w przypadku równych udziałów rynkowych wszystkich podmiotów średnia koncentracja w sektorze występuje dopiero w zakresie 6–13 firm. W przypadku rynków, na których funkcjonuje mniejsza niż 6 liczba przedsiębiorstw rynki takie należy ocenić jako wysoko (w zakresie 3–5 firm) lub bardzo wysoko skoncentrowane (1–2 firmy). Wartość wskaźnika pozwalająca ocenić rynek jako konkurencyjny osiągnięta jest dopiero przy 13 przedsiębiorstwach.

Z kolei w sytuacji, gdy w sektorze występuje tylko jedna firma o udziale w rynku 75%, a reszta firm ma takie same udziały, rynek taki uznać należy jako bardzo skoncentrowany. Co więcej, ze względu na dominujący udział największego przedsiębiorstwa nie ma praktycznie żadnego znaczenia liczba pozostałych firm występujących na rynku. Wskaźnik ten zmienia się nieznacznie i osiąga wartości 5658 przy 20 firmach. Podobna sytuacja obserwowana jest, gdy na rynku występuje jedna firma o udziale 50%, a pozostałe mają równe udziały. Dla wielkości powyżej 8 firm występujących na rynku wskaźnik ten praktycznie nie zmienia swojej wartości (oscyluje w granicach 2600–2800).

O tym jak wielkie znaczenie ma niski udział rynkowy największego przedsiębiorstwa świadczyć może analiza wartości wskaźnika HHI w przypadku, gdy jedna firma ma tylko 25% udziału w rynku, a pozostałe równe udziały. Choć rynek taki nawet przy 20 firmach nie może być uznany za konkurencyjny ( $HHI = 921$ ), wskaźnik nie przyjmuje już tak dużych jak w poprzednich dwóch przypadkach wartości.



Rys. 1. Wartości wskaźnika HHI dla konfiguracji rynku

Fig. 1. HHI for different market configurations

Największą zaletą wskaźnika HHI jest to, że z wykorzystaniem dość łatwo dostępnych danych i po przeprowadzeniu nieskomplikowanych obliczeń matematycznych pozwala w wystarczający sposób określić poziom koncentracji produkcji i wskazać właściwie strukturę badanego rynku. Główną wadę wskaźnika HHI należy upatrywać w braku możliwości uwzględnienia w nim czynników nie związanych z wielkością produkcji/sprzedaży, takich jak na przykład wpływu ograniczonych w danym regionie zdolności transmisji energii, podejmowanie przez producentów określonych strategii rynkowych, czy też przyjmowania podobnych strategii wraz z wybranymi pozostałymi producentami. Podobnie jak proste wskaźniki koncentracji opisane wcześniej jest to wskaźnik statyczny nie pozwalający w naturalny sposób uchwycić dynamicznych zmian, występujących najczęściej w rzeczywistości.

## 5. Wskaźnik Giniego (G, GC)

Kolejnym wskaźnikiem, który może być zastosowany do oceny stopnia produkcji w sektorze energetycznym jest wskaźnik Giniego (*Gini coefficient*, *Gini ratio*). Pozwala on zmierzyć różnice między równomiernym rozkładem udziałów w rynku i rzeczywistymi udziałami firm. Wskaźnik Giniego ma bardzo szerokie możliwości aplikacyjne. Choć najczęściej jest stosowany przez ekonomistów i socjologów (np. do mierzenia nierówności w dochodach), może być również stosowany w analizach sektora energetycznego (patrz: [5, 8, 10]).

W przypadku nieposortowanych danych o wielkości produkcji współczynnik Giniego może być obliczony na podstawie poniższej zależności:

$$G = \frac{1}{2n^2 \bar{y}} \left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |y_i - y_j| \right), \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

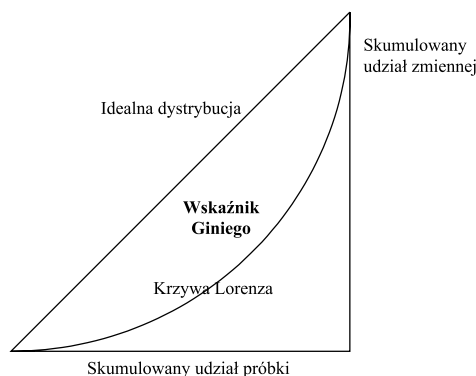
gdzie:  $i, j$  – indeksy przedsiębiorstw,  
 $n$  – liczba przedsiębiorstw funkcjonujących na rynku,  
 $y_i, y_j$  – udziały w rynku poszczególnych przedsiębiorstw,  
 $\bar{y}$  – średni udział w rynku wszystkich przedsiębiorstw.

Z kolei dla próby uporządkowanej, gdy  $y_1 \leq y_2 \leq \dots \leq y_n$ , do obliczenia indeksu Gini'ego skorzystać można z następującej zależności:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n (2i - n - 1)y_i}{n \sum_{i=1}^n y_i} \cdot \frac{n}{(n-1)}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Miara ta przyjmuje wartości w zakresie 0–1, gdzie 0 odpowiada idealnie równemu rozkładowi (tzn. każda firma ma taki sam udział w rynku), natomiast 1 odpowiada sytuacji, gdy na rynku funkcjonuje tylko jedna firma (mająca 100% udziału w rynku). Wskaźnik Giniego przyjmuje więc tym wyższe wartości im większe są nierówności w produkcji podmiotów funkcjonujących w danym sektorze.

Graficzna interpretacja wskaźnika Giniego przedstawiona jest na rysunku 2. Przy założeniu, że bok kwadratu ma długość 1, indeks Giniego równy jest dwukrotności pola między krzywą Lorenz'a a przekątną kwadratu (reprezentującą idealną dystrybucję). W przypadku idealnie równomiernego rozkładu udziałów (idealna dystrybucja) krzywa udziałów pokrywa się z przekątną (wartość współczynnika G równa jest 0).



Rys. 2. Interpretacja wskaźnika Giniego

Fig. 2. Interpretation of Gini coefficient



Porównanie wartości współczynnika Giniego ze wskaźnikiem HHI wskazuje, że w obu przypadkach o wartości wskaźnika w znacznym stopniu decyduje udział w rynku największego lub największych przedsiębiorstw. Jak wynika z tabeli 2 w sytuacji, gdy na rynku występuje dwadzieścia przedsiębiorstw wskaźnik Giniego osiąga wartość ponad 0,73 w przypadku, gdy największe przedsiębiorstwo ma 75% udział w rynku, a pozostałe równe udziały rynkowe. Przy założeniu 50% udziału rynkowego największego przedsiębiorstwa osiąga on wartość 0,47. Niższe wartości wskaźnika (na poziomie 0,21) obserwowane są dopiero wtedy, gdy największe przedsiębiorstwo ma 25% udziału w rynku (tab. 2).

TABELA 2. Porównanie wartości wskaźnika HHI i wskaźnika Giniego przy 20 firmach funkcjonujących na rynku

TABLE 2. Comparison of HHI and Gini coefficient for a market with 20 companies

Założenia do obliczeń	Wskaźnik Giniego	Wskaźnik HHI
◇ największe przedsiębiorstwo – 75% udziału w rynku, pozostałe przedsiębiorstwa o równomiernym udziale w rynku	0,737	5 658
◇ największe przedsiębiorstwo – 50% udziału w rynku, pozostałe przedsiębiorstwa o równomiernym udziale w rynku	0,474	2 632
◇ największe przedsiębiorstwo – 25% udziału w rynku, pozostałe przedsiębiorstwa o równomiernym udziale w rynku	0,211	921
◇ równe udziały w rynku wszystkich przedsiębiorstw o wartości 5%	0	500

Źródło: obliczenia własne

Interpretacja wyników analizy przeprowadzonej z wykorzystaniem wskaźnika Giniego jest dość intuicyjna. Im większa jest wartość tego wskaźnika tym większa koncentracja produkcji, a tym samym większa możliwość nadużywania przez pojedynczy podmiot lub grupę podmiotów swojej siły rynkowej. Wzrost wskaźnika Giniego w czasie wskazuje na to, że rynek zmierza w kierunku struktury oligopolistycznej.

Choć teoretycznie wydaje się, że najlepsza pod względem konkurencyjności sytuacja na rynku obserwowana jest, gdy wartość wskaźnika przyjmuje 0 (idealna dystrybucja – wszystkie firmy mają równe udziały rynkowe), informacja taka może być obciążona pewnym błędem. Wynika to z faktu, że wskaźnik Giniego może przyjąć wartość 0 nawet wtedy, gdy na rynku występują tylko dwa podmioty, pod warunkiem że mają równe udziały w produkcji/sprzedaży.

Drugą poważną wadą wskaźnika Giniego jest to, że nie wskazuje on gdzie dokładnie znajdują się nierównomierności w dystrybucji. Skutkiem tego, dwie struktury rynku o kompletnie odmiennych udziałach rynkowych przedsiębiorstw mogą mieć taką samą wartość wskaźnika. Dlatego też, dla pełnej interpretacji wyników analizy opartej na wskaźniku Giniego, konieczna jest również dodatkowa analiza danych źródłowych i/lub analiza innych wskaźników.

## 6. Indeks Lerner (L)

Innym rodzajem wskaźnika siły rynkowej przedsiębiorstwa jest indeks Lerner (L), który definiowany jest w następujący sposób:

$$L_i = \frac{p - mc_i}{p}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

gdzie:  $p$  – cena rynkowa produktu [zł],  
 $mc_i$  – koszt krańcowy [zł],  
 $i$  – indeks przedsiębiorstwa/sprzedawcy,  
 $n$  – liczba producentów/sprzedawców funkcjonujących na rynku.

Indeks Lerner wskazuje jaki jest margines zysku uzyskiwanego przez przedsiębiorstwo. Przyjmuje on wartość w zakresie 0–1. W przypadku, gdy cena ( $p$ ) równa jest kosztowi krańcowemu przedsiębiorstwa ( $mc$ ) (indeks Lerner równy 0) przyjmuje się, że przedsiębiorstwo nie ma siły rynkowej. Im wyższa wartość tego wskaźnika, tym większa jest siła rynkowa podmiotu.

## 7. Metody oparte na modelach matematycznych

Ponieważ przedstawione powyżej metody bazujące głównie na udziałach rynkowych przedsiębiorstw nie uwzględniają dynamicznych oddziaływań występujących w rzeczywistości, mają one ograniczone możliwości zastosowania w odniesieniu do rynków energii elektrycznej. Wskaźniki oparte na udziałach rynkowych pozwalają na ocenę struktury rynkowej tylko w jednym punkcie w czasie. Tym samym brak jest w analizie przeprowadzonej z ich wykorzystaniem informacji o dynamice zmian pomiędzy wybranymi punktami.

Ponadto, ponieważ energia elektryczna jest specyficznym produktem, którego magazynowanie jest zazwyczaj zbyt kosztowne, przy określonym (stałym) poziomie mocy zainstalowanej, możliwości wykorzystania siły rynkowej zależą w dużej mierze od poziomu popytu na energię elektryczną. To właśnie w sytuacji zwiększonego zapotrzebowania na energię przedsiębiorstwa wykorzystujące swoją dominującą pozycję mają możliwość osiągania ponadprzeciętnych zysków ([4] za [2]). Wskaźniki oparte na udziałach rynkowych nie pozwalają na przeprowadzenie analizy takich działań, zwłaszcza w odniesieniu do potencjalnych, przyszłych strategii rynkowych producentów. Dlatego też w celu przeprowadzenia dokładniejszej analizy możliwości i skutków nadużywania siły rynkowej producentów energii elektrycznej konieczne jest przygotowanie właściwego dla tego celu narzędzia. Biorąc pod uwagę uwarunkowania i złożoność oddziaływań występujących w sektorze energetycznym właściwą dla tego celu jest metoda badań systemowych, której narzędziem oceny ilościowej są modele matematyczne. W ostatnich czasach zauważalne są trzy główne nurty rozwoju

modeli sektora elektroenergetycznego: modele optymalizacyjne, modele równowagi oraz modele symulacyjne. Zostały one przeanalizowane szczegółowo w artykule [11].

Najpopularniejszymi narzędziami wykorzystywanymi w analizach siły rynkowej w sektorze elektroenergetycznym z wykorzystaniem modeli równowagi rynkowej są obecnie:

- ✧ narzędzia oparte na modelu Cournota, w których przedsiębiorstwa konkurują oferując określoną ilość energii,
- ✧ modele oparte na tzw. *Supply Function Equilibrium (SFE)*, w których firmy konkurują w ofertach krzywych podaży.

Z badań przeprowadzonych dla niemieckiego rynku energii elektrycznej wynika, że dla analiz o charakterze krótkoterminowym dokładniejsze rezultaty otrzymuje się z wykorzystaniem metodyki opartej na modelu typu Cournot. Natomiast przy badaniach długookresowych, np. w analizie skutków rynkowych konsolidacji i przejęć poleca się stosowanie modelowania opartego o modele SFE [12].

Modele tego typu pozwalają na przeprowadzanie analiz funkcjonowania rynku energii elektrycznej, zarówno w długim jak i krótkim okresie. Ponadto, poprzez implementacje określonych scenariuszy zakładających pewne konfiguracje rynku, pozwalają na oszacowanie możliwych skutków podejmowania decyzji, np. zgody na konsolidację i/lub integrację przedsiębiorstw energetycznych.

## Podsumowanie

Główną zaletą wskaźników opartych na udziałach rynkowych jest to, że umożliwiają one prostą i szybką analizę pozwalając tym samym oszacować względnie szybko typ rynku oraz potencjalną możliwość wykorzystania siły rynkowej przedsiębiorstw na nim funkcjonujących. Nie wymagają one rozbudowanych zestawów danych, a same obliczenia matematyczne nie są bardzo skomplikowane. Na podstawie analizy przedstawionej w niniejszym artykule stwierdzić należy, że wśród wskaźników opartych na udziałach rynkowych producentów, miarą najlepiej odzwierciedlającą siłę rynkową i tym samym pozwalającą oszacować strukturę rynku jest wskaźnik HHI. Alternatywnie, dość dobrze w ujęciu statycznym oddaje strukturę rynku wskaźnik Giniego w połączeniu ze wskaźnikiem liczby przedsiębiorstw o określonym minimalnym udziale rynkowym. Warto wspomnieć, że w badaniach przeprowadzanych na poziomie Unii Europejskiej nie są stosowane bardziej zaawansowane metody oceny siły rynkowej, a analizy ograniczają się jedynie do udziałów rynkowych jednego i trzech największych producentów, liczby firm o określonym minimalnym udziale w rynku oraz wskaźnika HHI [1].

Wady wskaźników opartych na udziałach rynkowych (takie jak: problemy z ustaleniem granic i przyporządkowaniem ich do odpowiedniej struktury rynku, statyczność wskaźników, brak możliwości analizy potencjalnych strategii rynkowych przedsiębiorstw, niemożliwość uwzględnienia ograniczeń transmisyjnych) w żadnym stopniu nie przesądzają o ich bezużyteczności. Potwierdzają jedynie, że wyniki takich badań mogą wskazywać tylko

ogólnie na typ rynku. Szersza i dokładniejsza analiza wymaga wykorzystania bardziej rozbudowanych narzędzi (modeli matematycznych), umożliwiających ocenę aktualnej sytuacji rynkowej oraz prognozowania rozwoju rynku energii elektrycznej w zależności od siły rynkowej przedsiębiorstw. Wykorzystanie modeli równowagi rynkowej do oceny wpływu implementacji określonych narzędzi polityki energetycznej i ekologicznej na funkcjonowanie sektora energetycznego oraz całej gospodarki pozwoliłoby ograniczyć w znacznym stopniu ryzyko wdrożenia niewłaściwych rozwiązań. Dlatego też koniecznym wydaje się zbudowanie takich modeli dla warunków Polski.

## Literatura

- [1] Accompanying document to the Report on Progress in Creating the Internal Gas and Electricity Market, Commission Staff Working Paper, [COM(2008) 192 final], Brussels, 15 April 2008, SEC(2008) 460.
- [2] BORENSTEIN S., BUSHNELL J., KNITTEL C., 1999 – Market power in electricity markets, beyond concentration measures, *The Energy Journal* 20 (4), 65–88, Elsevier Science.
- [3] HELMAN U., 2006 – Market power monitoring and mitigation in the US wholesale power markets, *Energy* 31, Elsevier Science.
- [4] HOLMBERG P., 2008 – Numerical calculation of an asymmetric supply function equilibrium with capacity constraints, doi:10.1016/j.ejor.2008.10.029, *European Journal of Operational Research*, Elsevier Science.
- [5] JACOBSON A., MILMAN A.D., KAMMEN D.M., 2005 – Letting the (energy) Gini out of the bottle: Lorenz curves of cumulative electricity consumption and Gini coefficients as metrics of energy distribution and equity, *Energy Policy* 33, 1825–1832, Elsevier Science.
- [6] JUN E., KIM W., CHANG S.H., 2008 – The analysis of security cost for different energy sources, doi:10.1016/j.apenergy.2008.11.028, *Applied Energy*, Elsevier Science.
- [7] KAMIŃSKI J., 2009 – The impact of liberalisation of the electricity market on the hard coal mining sector in Poland, *Energy Policy*, Volume 37, Issue 3, Elsevier Science.
- [8] MAZA A., VILLAVERDE J., 2008 – The world per capita electricity consumption distribution: Signs of convergence?, *Energy Policy* 36, 4255–4261, Elsevier Science.
- [9] POLLITT M., 2008 – Evaluating the evidence on electricity reform: Lessons for the South East Europe (SEE) market, *Utilities Policy* 17, 13–23. Elsevier Science.
- [10] RUSS P., CRIQUI P., 2007 – Post-Kyoto CO2 emission reduction: The soft landing scenario analysed with POLES and other world models, *Energy Policy* 35, 786–796, Elsevier Science.
- [11] VENTOSA, et al., 2005 – Electricity market modelling trends, *Energy Policy* 33, 897–913, Elsevier Science.
- [12] WILLEMS B., RUMIANTSEVA I., WEIGT H., 2009 – Cournot versus Supply Functions: What does the data tell us?, *Energy Economics* 31, 38–47, Elsevier Science.

Jacek KAMIŃSKI

## Methods for the estimation market power in the power sector

### Abstract

The paper presents analysis of the most important methods for the estimation of the market power in the energy sector. In general, the methods based on concentration of electricity production and more advanced methods based on mathematical programming were assessed. Mathematical formulas of coefficient methods were presented. The methods based on equilibrium models (Cournot, Supply Function Equilibrium) were indicated as the most accurate for the application in the energy sector.

KEY WORDS: market power, oligopoly, mathematical modelling

