

Edyta Ropuszyńska-Surma, Magdalena Węglarz

Politechnika Wrocławska

STRATEGIE ZACHOWAŃ PRZEDSIĘBIORSTW NA RYNKU CIEPŁA

Streszczenie: W artykule został przedstawiony model przykładowego monopolistycznego rynku ciepła. Przeanalizowano w nim zachowania monopolisty w przypadku podjęcia próby wejścia nowego gracza na rynek. Problem decyzyjny przedstawiono z perspektywy podejmowanych przez monopolistę działań odstrasżających, wykorzystując w tym celu teorię gier, a dokładnie grę dwuosobową o sumie niezerowej. Przeprowadzono analizę według modelu Cournot'a, w którym strategiami graczy są wielkość produkcji, w tym przypadku ilość wytworzonego ciepła. Zaproponowana została funkcja celu, do zdefiniowania której konieczne było oszacowanie krzywej kosztów przeciętnych przedsiębiorstwa. Krzywa kosztów przeciętnych została oszacowana na podstawie badań przeprowadzonych w przedsiębiorstwie ciepłowniczym. Opierając się na otrzymanych wynikach, zaproponowano strategię działania dla obu graczy.

Słowa kluczowe: rynek ciepła, odstrasżanie strategiczne, teoria gier, strategię graczy.

1. Uwarunkowania na rynku ciepła

W Polsce podsektor ciepła, podobnie jak pozostałe podsektory energii, przeszedł istotne zmiany strukturalne i własnościowe. Głównym celem transformacji w tym zakresie było stworzenie warunków do rozwoju konkurencji, a tym samym rynków energii. Rynek ciepła ma zasięg lokalny¹ i zazwyczaj strukturę monopolistyczną w zakresie wytwarzania oraz przesyłania i dostawy ciepła. Przesłankami tego są cechy techniczne ciepła, a szczególnie tzw. ciepła systemowego², jak również cechy instalacji i urządzeń sieciowych.

W Polsce w większości przypadków na rynku ciepła działa jeden lokalny jego wytwórca, który jest jednocześnie jego dostawcą i sprzedawcą. Odróżnia to ten rynek od elektroenergetycznego i gazowego, które mają zasięg krajowy lub międzyna-

¹ W odniesieniu do ciepła sieciowego przez zasięg lokalny rozumie się jedną miejscowość lub kilka miejscowości.

² Przez ciepło sieciowe rozumie się ciepło dostarczone odbiorcom przez przedsiębiorstwo świadczące usługi przesyłu i dystrybucji ciepła, kupujące ciepło od wytwórców lub wytwarzające je we własnym zakresie. Takie ciepłownictwo dominuje w większych miastach [Ropuszyńska-Surma, Ropuszyńska-Hanuza 2011, s. 525-526].

rodowy oraz wyraźny rozdział między funkcjami przesyłu, dystrybucji, wytwarzania i obrotu.

Rozwiązania rynkowe są wprowadzone w sektorze energetycznym (w tym podsektora ciepła systemowego) na mocy dyrektyw UE i prawa krajowego, tj. ustawy *Prawo energetyczne* oraz towarzyszących jej rozporządzeń. Na mocy tych uregulowań wprowadzono możliwość podziału podsektorów energii na podmioty zajmujące się wytwarzaniem ciepła (ciepłownie, elektrociepłownie, ciepłownie przemysłowe³), przedsiębiorstwa „sieciovowe” (tj. przedsiębiorstwa przesyłu i dystrybucji) i przedsiębiorstwa obrotu (sprzedaży). Mechanizmy rynkowe są możliwe w wytwarzaniu i obrocie, usługi sieciowe zaś są ciągle postrzegane jako monopol naturalny. Należy zauważyć, że w praktyce, aby odbiorca mógł wybrać wytwórcę ciepła, powinien mieć zapewnioną swobodę wyboru producenta i podpisania z nim umowy sprzedaży. Ponadto producent ciepła powinien mieć techniczną możliwość „wpuszczenia” ciepła i jego dystrybucji miejską siecią ciepłowniczą. Gwarantuje to art. 4 ustawy *Prawo energetyczne* o swobodzie wyboru dostawcy. Zasada ta w literaturze przedmiotu zwana jest *Third Party Access* (w skrócie TPA). Mimo pewnych ograniczeń, głównie technicznych, we wprowadzaniu konkurencji na rynku ciepła przez realizację zasady TPA⁴ w praktyce krajowej i zagranicznej występują rozwiązania polegające na sprzedaży ciepła na rynku lokalnym przez więcej niż jednego wytwórcę. Nieuprawnione są więc opinie, zgodnie z którymi rynek ciepła systemowego z natury jest skazany na monopol również w zakresie wytwarzania. Możliwe jest wdrożenie rynku konkurencyjnego w ciepłownictwie scentralizowanym, ale jest to trudne technicznie [Ropuszyńska-Surma i in. 2012].

Poszczególne lokalne rynki ciepła mogą istotnie różnić się między sobą ze względu na stopień integracji pionowej, formę własności, strukturę odbiorców, architekturę infrastruktury sieciowej (promieniowa, pierścieniowa), nośnik ciepła (para wodna, ciepła woda), wzrost rynku⁵, liczbę i zagęszczenie odbiorców, paliwo używane do wytwarzania ciepła, dywersyfikację produkcji (np. ciepło, energia elektryczna, chłód).

Na rynku ciepła, oprócz wyżej wspomnianych czynników, duże znaczenie przy podejmowaniu decyzji strategicznych, m.in. dotyczących wejścia na rynek wytwórców oraz zmian w strukturze rynku, mają regulacje prawne w zakresie ochrony środowiska, czynniki kosztowe i kształtowania przychodów firm ciepłowniczych. Do czynników kosztowych i kształtujących przychód producenta ciepła w Polsce,

³ Należy wspomnieć również kotłownie lokalne i indywidualne ogrzewanie, ale z punktu widzenia tego artykułu nie są one istotne, ponieważ tego typu ogrzewanie nie jest zaliczane do miejskiego systemu ciepłowniczego.

⁴ Jest ona w pewnym zakresie ograniczona w ciepłownictwie ze względu na uwarunkowania techniczne i cechy samej sieci oraz pozostałe uwarunkowania prawne. Więcej na ten temat można znaleźć w [Cherubin 2001].

⁵ Wzrost rynku zależy od możliwości technicznej rozbudowy sieci ciepłowniczej i podłączenia nowych odbiorców.

ale wynikających z polityki proekologicznej, należą instrumenty wsparcia budowy i produkcji ciepła ze źródeł niskoemisyjnych, czyli system certyfikatów (tzw. systemu zbywalnych świadectw pochodzenia) i regulacje prawne w zakresie przydzielenia i zakupu uprawnień do emisji gazów cieplarnianych (głównie CO₂). Na podsektor ciepła największy wpływ mają tzw. certyfikaty zielone, czerwone, żółte i białe. W ostatnim okresie system certyfikatów jest coraz mocniej krytykowany przede wszystkim w obszarze współspalania węgla i biomasy. Powoduje to znaczny wzrost ryzyka związanego z regulacjami i może spowodować znaczące obniżenie efektywności produkcji energii w procesach wytwórczych opartych na współspalaniu. Dla systemów ciepła ze źródeł scentralizowanych może to mieć dwojaki skutki. Po pierwsze, spowoduje obniżenie przychodów producentów, któremu towarzyszyć powinno pewne (ale względnie mniejsze niż przychodów) obniżenie kosztów wytwarzania. Po drugie, dla zapewnienia podobnej rentowności produkcji konieczne stanie się podwyższenie cen sprzedaży. Zakładając, że wzrost cen nie zapewni takiego poziomu rentowności produkcji jak przy dotychczasowym systemie certyfikatów, zmniejszą się możliwości modernizacji urządzeń wytwórczych [Ropuszyńska-Surma i in. 2012].

Istotnym problemem w Polsce jest emisja gazów cieplarnianych. W 2009 r. Polska zajęła niechlubne 3 miejsce wśród państw UE pod względem tej emisji przez sektor energetyczny⁶. Ceny uprawnień do emisji CO₂, podobnie jak ceny paliw, będą miały niezwykle istotny wpływ na kształt przyszłej struktury wytwarzania, ponieważ od początku 2013 r. wytwórcy w UE zobowiązani będą do zakupu znacznie większej niż do tej pory liczby uprawnień do emisji na aukcji uprawnień do emisji CO₂. Tylko nieznaczna część będzie przydzielona nieodpłatnie⁷. Przydział ten będzie się stopniowo zmniejszał do 0% w 2020 r. Natomiast począwszy od 2020 r., całość emisji CO₂ będzie musiała mieć swoje odzwierciedlenie w zakupionych na rynku uprawnieniach. Przyczyni się to z pewnością do obniżenia konkurencyjności głównie technik wytwarzania opartych na węglu [Ropuszyńska-Surma i in. 2012]. Celem takich regulacji jest zniwelowanie wytwarzania energii z nośników wysokoemisyjnych, a tym samym wsparcie źródeł proekologicznych i niskoemisyjnych. Na lokalnych rynkach ciepła powinny powstawać nowe źródła ciepła, będą pojawiać się nowi wytwórcy, a dotychczasowi monopolisci będą podejmować strategie odstrasżające.

⁶ W 2009 r. emisja gazów cieplarnianych z sektora „przemysł energetyczny” wyniosła 167 574 tys. ton (ekwiwalentu CO₂). Udział przemysłu energetycznego stanowił w 2009 r. ponad 44% emisji ogółem gazów cieplarnianych w Polsce. W latach 2006-2009 wystąpiły w kraju korzystne, stopniowe zmiany związane z emisją gazów cieplarnianych pochodzącą z przemysłu energetycznego. W 2009 r. zmalała ona prawie o 17 mln ton (ekwiwalentu CO₂) w stosunku do roku 2006, tj. o 9,2% [Główny Urząd Statystyczny 2011].

⁷ Na podstawie zapisów dyrektywy 2009/29/WE Polska jako państwo spełniające dwa spośród trzech warunków wyszczególnionych w art. 10c wspomnianej dyrektywy kwalifikuje się do otrzymania części uprawnień nieodpłatnie.

Kolejnym istotnym czynnikiem na rynku ciepła jest cena, która jest regulowana. Taryfę na ciepło i moc cieplną zatwierdza Terenowy Oddział URE właściwy dla obszaru funkcjonowania danego przedsiębiorstwa ciepłowniczego. Podstawowym czynnikiem wpływającym na cenę ciepła, a tym samym osiąganą przez przedsiębiorstwa przychody, są tzw. koszty uzasadnione⁸. W myśl obowiązujących regulacji ceny ciepła są dane, a przedsiębiorstwa konkurują przede wszystkim ilością sprzedawanego ciepła (udziałem w rynku). Dlatego w dalszej części artykułu analizę zachowań monopolisty przeprowadzono na podstawie modelu Cournota.

Ze względu na uwarunkowania techniczne, ekonomiczne i prawne rynki energii mają strukturę oligopolu (najczęściej duopolu) lub monopolu. W tych dwóch formach rynku przedsiębiorstwa mają wpływ na warunki transakcji. W warunkach monopolu wpływ ten jest większy i pozwala uzyskać korzyści wynikające z tzw. siły rynkowej monopolu. Dlatego też rynki o takiej strukturze w wielu krajach poddane są procesom regulacji, których celem jest stymulowanie pożądaných zachowań regulowanych podmiotów. W przypadku rynków energii podstawowym celem regulacji jest równoważenie interesów producentów i odbiorców oraz zapewnienie warunków dla skutecznego i efektywnego zaspokojenia potrzeb na energię w określonym miejscu i czasie [Ropuszyńska-Surma i in. 2012].

2. Zachowania monopolisty na rynku ciepła

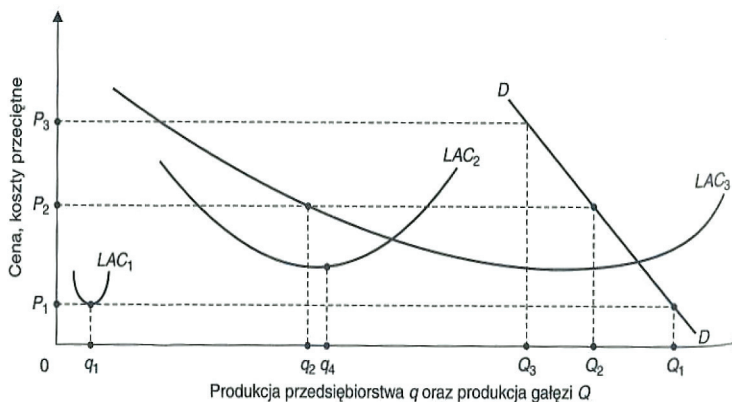
W artykule został przedstawiony wybrany rynek ciepła w dużym mieście, na którym funkcjonuje jeden duży producent ciepła, zaspokajający potrzeby całego miasta. Producent ten jest właścicielem kilku źródeł ciepła, opartych na węglu oraz współspalaniu biomasy, które są tylko częściowo zmodernizowane. Otrzymuje dodatkowe przychody z zielonych i czerwonych certyfikatów. Właścicielem sieci dystrybucyjnej jest przedsiębiorstwo sieciowe odpowiedzialne za dostarczanie ciepła odbiorcom. Przedsiębiorstwo to pełni funkcję dyspozytora sieci dystrybucyjnej.

Ze względu na opisane w pkt 1 uwarunkowania istnieją ekonomiczne i ekologiczne przesłanki wejścia na rynek ciepła nowych, bardziej ekologicznych źródeł ciepła (m.in. kogeneracji, poligeneracji). Odejście od monopolistycznej struktury rynku z natury rzeczy jest źródłem konfliktów. Monopolista – producent ciepła podejmuje działania przeciwdziałające wejściu na rynek konkurenta. Konflikty te mają różny charakter i mogą odnosić się m.in. do kwestii ekonomiczno-finansowych (np. wzrostu kosztów i cen), ochrony środowiska, zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego (np. przez dywersyfikację produkcji ciepła), inwestycji w nowe moce wytwórcze, dywersyfikacji dostaw energii pierwotnej czy spełnienia wymagań unijnych.

Należy podkreślić, że na rynku oligopolu (w tym głównie duopolu) decyzje ekonomiczne konkurujących przedsiębiorstw są współzależne, co oznacza, że decy-

⁸ Porównaj ustawę *Prawo energetyczne* art. 3 pkt 21, art. 45 pkt h, art. 47.1 pkt 2e.

zje jednego przedsiębiorstwa wpływają na decyzje drugiego. Siła wpływu jest tym większa, im przedsiębiorstwo ma większy udział w rynku, a zatem wpływ ten określony jest przez pozycję tzw. przedsiębiorstwa dominującego. Wynika stąd, że na rynku toczy się gra rynkowa, która może być realizowana w warunkach kooperacji (współdziałania) lub w warunkach walki prowadzącej do wyeliminowania konkurenta.



Rys. 1. Krzywe kosztów przeciętnych dla różnych struktur rynku

Źródło: [Begg, Fisher, Dornbusch 2007, s. 262].

Liczba konkurentów na rynku zależy przede wszystkim od czynników kosztowych związanych z efektem skali, a dokładniej z relacją między zapotrzebowaniem przy danej cenie a minimalną efektywną skalą produkcji (MES). Jeżeli przy cenie P_2 długookresową krzywą kosztów przeciętnych jest LAC_3 i dana jest funkcja popytu DD , to na tym rynku raczej nie zmieści się drugie przedsiębiorstwo. Z kolei dla tej samej funkcji popytu DD i funkcji LAC_2 widać, że na rynku jest miejsce dla dwóch przedsiębiorstw. Monopol naturalny ma miejsce, gdy MES byłaby po prawej stronie funkcji popytu.

Widać więc, że popyt na rynku oraz możliwość zastosowania nowych, bardziej efektywnych technik produkcji, obniżające wartość MES, będą czynnikami zachęcającymi do wejścia na dotychczasowy rynek monopolistyczny potencjalnego konkurenta.

2.1. Odstraszanie strategiczne

Podejmowane przez oba przedsiębiorstwa decyzje strategiczne wywierają określony wpływ na konkurenta i jednocześnie mają przynieść zamierzone korzyści danemu przedsiębiorstwu. Zgodnie z teorią gier mówi się w tym przypadku o grze, którą prowadzą ze sobą dwa przedsiębiorstwa, tj. monopolista, który jest firmą zasiedziłą na rynku, oraz przybysz, który planuje rozpoczęcie działalności na tym rynku. Gracz

wchodzący na rynek ma do wyboru dwie strategie, polegające na podjęciu próby wejścia na rynek albo pozostania poza nim. Jeśli zdecyduje się wejść, to przedsiębiorstwo działające na rynku może zaakceptować konkurenta i zgodzić się na podział rynku lub może podjąć walkę. Walka z przybyszem nie będzie odbywała się na płaszczyźnie cenowej ze względu na to, że cena ciepła jest regulowana. Może tu dochodzić jedynie do wojny niecenowej, konkurencji ilościowej. Jednakże prowadzić ona będzie do ponoszenia coraz większych nakładów finansowych przez obie strony.

Dla monopolisty najkorzystniejszą sytuacją byłoby, gdyby przybysz pozostał poza rynkiem. Zatem przedsiębiorstwo zasiedziałe może rozpocząć skuteczną obronę, zanim pojawi się nowy konkurent, tzw. odstraszenie strategiczne, które „polega na takim zachowaniu przedsiębiorstw działających już na danym rynku, które zmniejsza prawdopodobieństwo wejścia konkurentów na ten rynek” [Begg, Fisher, Dornbusch 2007, s. 288].

Jednym z działań odstrasżających może być inwestycja w nowe ekologiczne moce wytwórcze, spełniające wymogi unijne odnośnie do emisji gazów i pyłów. Inne działania odstrasżające mogą polegać na publikowaniu ekspertyz, opinii czy prowadzeniu debat, których celem jest wykazanie, że wejście nowego gracza spowoduje wzrost cen ciepła lub że nie osiągnie on oczekiwanej rentowności produkcji. Zatem pojawia się pytanie, jak mają się zachować obie firmy w zaistniałej sytuacji na rynku ciepła, czy nowy gracz ma wejść na rynek, czy monopolista ma zgodzić się na to czy powinien podjąć działania odstrasżające?

2.2. Opis gry

Analizowana gra jest przypadkiem gry, kiedy gracze nie wykonują ruchów jednocześnie i mogą komunikować się ze sobą, wykorzystując to do składania obietnic i formułowania gróźb. Klasyczną analizę tego rodzaju posunięć strategicznych sformułował T. Schelling w swojej książce pt.: *The Strategy of Conflict*. O groźbach mówi się, gdy gracz deklaruje, że w przypadku podjęcia jakiegoś działania przez gracza B sam podejmie określone działania, które będą niekorzystne dla gracza B, ale również mogą być niekorzystne dla gracza A. Problemem wszystkich działań strategicznych jest ich wiarygodność. Rozwiązanie tego problemu zależy od tego, czy gra jest rozgrywana jeden raz czy może być rozgrywana wiele razy. W przypadku wielu rozgrywek każdy z graczy może poświęcić kilka własnych wypłat w celu zbudowania swojej wiarygodności [Straffin 2004, s. 109-115].

W celu rozwiązania powstałego problemu, obliczenia punktu równowagi i zaproponowania strategii działania zamodelowano funkcję użyteczności i obliczono macierze wypłat. Analizowaną grę można przedstawić w postaci macierzy wypłat, gdzie gracz A jest monopolistą, zasiedziałym na rynku, natomiast gracz B jest przybyszem nowo wchodzącym na rynek. Poszczególne strategie graczy oznaczono: S_{A1} – gracz A godzi się z zaistniałą sytuacją, S_{A2} – gracz A podejmuje walkę z konkurentem, S_{B1} – gracz B wchodzi na rynek, S_{B2} – gracz B rezygnuje z wejścia na ry-

nek. Natomiast wypłaty poszczególnych graczy zostały oznaczone literami U , gdzie U_{A12} oznacza wypłatę gracza A w przypadku wybrania strategii S_{A1} i S_{B2} . W tabeli 1 przedstawiono analizowaną grę.

Tabela 1. Przykładowa macierz wypłat dla analizowanej gry

		Gracz B	
		S_{B1}	S_{B2}
Gracz A	S_{A1}	(U_{A11}, U_{B11})	(U_{A12}, U_{B12})
	S_{A2}	(U_{A21}, U_{B21})	(U_{A22}, U_{B22})

Źródło: opracowanie własne.

Zgodnie z modelem Cournot, który jest najbardziej odpowiedni z racji specyfiki rynku ciepła, przyjęto, że strategiami graczy są ich wielkości produkcji, które są wzajemnie ze sobą powiązane. Wielkość całego rynku ciepła jest sumą produkcji obu graczy i oznaczono ją jako $Q = Q_A + S_B$. Założono, że krzywa popytu jest idealnie pionowa i niezależnie od ceny wielkość zapotrzebowania wynosi zawsze $Q = 2400$ GWh.

Przyjęto, że dla gracza A maksymalna wielkość produkcji $Q_{Amax} = 2640$ GWh, dla gracza B maksymalna wielkość produkcji $Q_{Bmax} = 1200$ GWh. Natomiast optymalne wielkości produkcji dla poszczególnych graczy, przy których przedsiębiorstwa osiągną najniższe koszty przeciętne (MES), wynoszą odpowiednio: $Q_{Aopt} = 2200$ GWh, $Q_{Bopt} = 1000$ GWh. Dodatkowo założono, że gracz B produkuje całe ciepło z OZE, podczas gdy gracz A produkuje ciepło, opierając się na węglu.

3. Funkcja celu

Zamodelowana poniżej funkcja użyteczności, którą gracze starają się maksymalizować, jest różnicą przychodów otrzymanych ze sprzedaży ciepła i kosztów związanych z jego produkcją. W analizowanym przypadku cena ciepła (P_{it}) jest ściśle związana z kosztami przeciętnymi AC_i ponoszonymi przez przedsiębiorstwo i podlega taryfikacji przez URE. Przez to jest ona stała i jest większa od kosztów przeciętnych, gdyż uwzględniona jest w niej marża przedsiębiorstwa ciepłowniczego. Przyjęto, na podstawie analizy przykładowego przedsiębiorstwa ciepłowniczego, że marża wynosi 10%.

Zdefiniowano funkcję użyteczności poszczególnych graczy jako funkcję wypłat na podstawie pracy [Straffin 2004, s. 154]:

$$U_i = P_{it} \cdot Q_i - AC_i \cdot Q_i = Q_i \cdot (P_{it} - AC_i) \quad \text{gdzie } i \in \{A, B\}. \quad (1)$$

Każdy z graczy dąży do maksymalizacji funkcji użyteczności przez maksymalizację wielkości produkcji lub maksymalizację wyrażenia $(P_{it} - AC_i)$. Jednakże ze

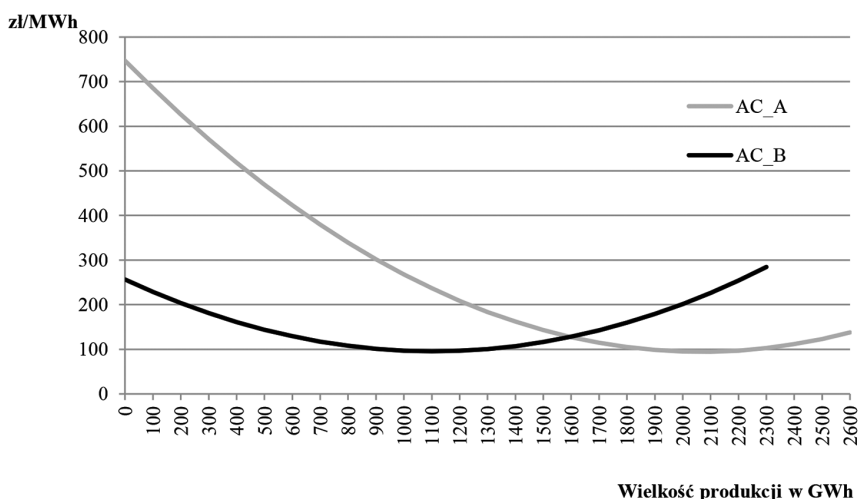
względu na taryfowanie cen i przyjęte wcześniej założenia o marży przedsiębiorstwa wyrażenie to sprowadza się do postaci $(0,1 \cdot AC_i)$. Należy przy tym zauważyć, że maksymalizacja kosztów przeciętnych spotyka się z silną reakcją ze strony regulatora. Toteż maksymalizacja funkcji użyteczności sprowadza się do maksymalizacji wielkości produkcji przy określonej wielkości kosztów przeciętnych. Pojawiła się tutaj pewna zależność charakterystyczna dla rynku regulowanego, gdzie przedsiębiorstwo nie ma impulsu do zmniejszania kosztów przeciętnych występujących w przedsiębiorstwie. Im wyższe koszty przeciętne, tym wyższa będzie cena wynikająca z taryfy.

3.1. Model krzywej kosztów przeciętnych

W celu obliczenia macierzy wypłat dla graczy w przypadku wyboru różnych strategii należy zamodelować krzywą kosztów przeciętnych poszczególnych graczy. Na podstawie analiz przeprowadzonych w wybranym przedsiębiorstwie ciepłowniczym otrzymano kilka punktów leżących na krzywej kosztów przeciętnych. Przy wykorzystaniu tych punktów wyznaczono równanie krzywej dla gracza A. Natomiast krzywą kosztów przeciętnych gracza B wyznaczono na podstawie danych z podobnego bloku działającego w innym mieście. Poniżej przedstawiono wyznaczone równania dla krzywych kosztów przeciętnych dla dwóch graczy:

$$P_A = 0,000153 \cdot Q_A^2 - 0,6318 \cdot Q_A + 746,64, \quad (2)$$

$$P_B = 0,000132 \cdot Q_B^2 - 0,2916 \cdot Q_B + 256,788. \quad (3)$$



Rys. 2. Wyznaczone krzywe kosztów przeciętnych obu graczy

Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 2 przedstawiono graficznie obie krzywe. Gracz A z racji swojej monopolistycznej pozycji osiąga większe korzyści skali niż gracz wchodzący na rynek. Z krzywych kosztów wyznaczono wartości kosztów przeciętnych dla poszczególnych wielkości produkcji graczy, czyli dla strategii graczy, które są konieczne do obliczenia wypłat graczy.

3.2. Strategie graczy

Najpierw rozważono przypadki, gdy gracz A zgadza się na wejście nowego gracza na rynek i nie podejmuje żadnych działań, czyli gracz A wybiera strategię S_{A1} , natomiast gracz B wybiera strategię S_{B1} . Założono, że dyspozytor sieci dystrybucyjnej daje priorytet produkcji ciepła ze źródła odnawialnego. Źródło produkujące ciepło z OZE pracuje przy swojej optymalnej wielkości produkcji Q_{Bopt} , natomiast gracz A będzie produkował tylko ilość ciepła konieczną do pokrycia zapotrzebowania $Q - Q_{Bopt}$. Gracz B produkuje $Q_B = 1000$ GWh, natomiast gracz A produkuje $Q_A = 1400$ GWh.

Jeśli gracz B rezygnuje z wejścia do gałęzi i wybiera strategię S_{B2} , wtedy gracz A produkuje całość ciepła konieczną do pokrycia zapotrzebowania $Q_A = Q = 2400$ GWh. Wielkości wypłat poszczególnych graczy policzono na podstawie wzorów (1) oraz (2) i (3), co przedstawiono w tab. 2. Wartości wypłat podane są w tys. zł.

Tabela 2. Macierz wypłat w przypadku strategii S_{A1}

		Gracz B	
		S_{B1}	S_{B2}
Gracz A	S_{A1}	(22 680, 9720)	(26 784,0)
	S_{A2}	(U_{A21}, U_{B21})	(U_{A22}, U_{B22})

Źródło: opracowanie własne.

Następnie przeanalizowano sytuację, gdy gracz A wybiera strategię S_{A2} , co oznacza prowadzenie wszelkiego rodzaju działań odstrasżających. Co ważne, koszty ponoszone na odstrasżanie konkurenta muszą być nieodwracalne, w innym przypadku są bowiem groźbami bez pokrycia. Muszą one zwiększać prawdopodobieństwo podjęcia walki przez dane przedsiębiorstwo. Wszystko to, co zwiększa koszty stałe lub koszty utopione, działa odstrasżająco. Wysokie koszty stałe sztucznie podnoszą korzyści skali i powodują, że działającemu już w gałęzi przedsiębiorstwu bardziej zależy na utrzymaniu wysokiego poziomu produkcji. Koszty utopione są zaś nie do odzyskania [Begg 2007, s. 288].

Kluczowe wydaje się pytanie, jakiej wysokości środki gracz A jest w stanie przeznaczyć na odstrasżanie konkurenta? Jak zareaguje gracz B, czy przeznaczy takie same środki? Czy może każdy z graczy przeznaczy środki proporcjonalne do oczekiwanych zysków? Uzupełnienie drugiej części tabeli wymaga przyjęcia założeń od-

nośnie do wysokości środków przeznaczonych przez graczy na prowadzoną walkę. Rozważono dwie możliwości.

Po pierwsze, sytuację, gdy gracze inwestują $\frac{1}{4}$ wartości bezwzględnej z różnicy pomiędzy wypłatą w przypadku wyboru strategii S_{B2} a wypłatą w przypadku wyboru strategii S_{B1} , co w przypadku gracza A daje kwotę 1026 tys. zł, natomiast w przypadku gracza B kwotę 2430 tys. zł. Gracz B jest w stanie zainwestować większą kwotę, licząc na większą różnicę w zysku. Jednakże kwota zainwestowana nie zwróci się w przypadku, gdy gracz wycofa się z rynku, wtedy gracz B osiągnie ujemną wypłatę. Wyniki przedstawiono w tab. 3. Gdyby gracz B nie podjął walki, wtedy wartość jego wypłaty w prawym dolnym rogu tabeli wynosiłaby zero.

Tabela 3. Macierz wypłat w przypadku strategii S_{A2} w sytuacji, gdy gracze inwestują $\frac{1}{4}$ różnicy osiągniętych wypłat

		Gracz B	
		S_{B1}	S_{B2}
Gracz A	S_{A1}	(22 680, 9720)	(26 784, 0)
	S_{A2}	(21 654, 7290)	(25 758, -2430)

Źródło: opracowanie własne.

Po drugie, gdy obaj gracze inwestują tę samą kwotę, która stanowi różnicę wypłat gracza A, gdy wybrał on strategię S_{A1} , w przypadku wyboru różnych strategii przez gracza B. Jeżeli gracz A inwestuje pewną wielkość, wtedy gracz B odpowiada inwestycją na podobną kwotę. Obaj gracze inwestują 4104 tys. zł. Poszczególne wartości wypłat graczy przedstawiono w tab. 4. Również w tym przypadku, gdyby gracz B nie podjął walki, wtedy wartość jego wypłaty w prawym dolnym rogu tabeli wynosiłaby zero, jednak gdy podejmuje walkę, a potem zrezygnuje z wejścia na rynek, wtedy ponosi straty.

Tabela 4. Macierz wypłat w przypadku strategii S_{A2} w sytuacji, gdy gracze inwestują tę samą kwotę

		Gracz B	
		S_{B1}	S_{B2}
Gracz A	S_{A1}	(22 680, 9720)	(26 784, 0)
	S_{A2}	(18 576, 5616)	(22 680, -4104)

Źródło: opracowanie własne.

W obu analizowanych przypadkach otrzymano punkt równowagi w sytuacji, gdy gracz A wybiera strategię S_{A1} , a gracz B wybiera S_{B1} . To oznacza, że gracz A zgadza się na wejście nowego gracza na rynek, podczas gdy gracz B wchodzi na rynek. Strategia S_{B1} dla gracza B jest dominująca, oznacza to, że zawsze wybierze on wariant

– wejść na rynek. Jednakże gdyby gracz A pozostał sam na rynku, osiągałby wtedy wyższe wypłaty. Warto zauważyć, że wybór strategii S_{A1} przez gracza A i S_{B1} przez gracza B to punkt równowagi w sensie zarówno Nasha, jak i Pareto.

Kluczowa wydaje się tutaj wieloetapowość rozgrywanej gry oraz wysokość inwestycji podejmowanych przez gracza A, mających na celu odstraszenie strategicznego konkurenta. Bardzo ważny jest również cel podejmowanej inwestycji, gdyż od niego może zależeć skuteczność podejmowanych działań odstraszących, które mają nieodwracalne konsekwencje zarówno dla gracza B, jak i dla gracza A.

4. Wnioski

Jeśli gracz A przeznaczy środki finansowe na analizy, raport, debaty, to w odpowiedzi gracz B postąpi podobnie, inwestując w innych specjalistów. Inne efekty przyniosłyby środki zainwestowane w nowe moce produkcyjne, gdyż wszystko to, co zwiększa koszty stałe, działa odstrasząco. Jedyną najbardziej korzystną strategią dla gracza A jest inwestycja w nowe ekologiczne moce wytwórcze, które będą miały pierwszeństwo w produkcji ciepła. Dzięki temu ilość ciepła produkowanego przez gracza A ulegnie zwiększeniu, co skutecznie może odstraszyć gracza B. Natomiast z punktu widzenia gracza B najbardziej korzystną strategią jest zawsze wejście na rynek (strategia dominująca). Nawet kalkulując wysokie inwestycje, które należało by podjąć, bardziej opłacalne jest wejście na rynek niż pozostanie poza nim.

Z opisaną powyżej metodą wiążą się problemy, które mogą wynikać ze złego doboru założeń o wysokich zyskach, co może prowadzić do błędnych wniosków o wejściu na rynek. Inną ważną kwestią jest, że im wyższe koszty przeciętne, tym wyższa cena taryfowa, co w konsekwencji prowadzi do wyższej ceny dla klienta. W niniejszym artykule problem wyznaczania ceny dla odbiorcy nie został poruszony.

Ponadto jeśli odrzucić założenie o pierwszeństwie produkcji energii z OZE, wtedy podział wielkości produkcji uzależniony byłby głównie od kosztów przeciętnych ponoszonych przez graczy, a dokładniej wynikałby z minimalizacji kosztów ponoszonych przez konsumenta. W takim przypadku nowy gracz nie będzie produkował przy optymalnej wielkości produkcji, tylko będzie pracował na znacznie niższym poziomie.

Literatura

- Begg D., Fisher S., Dornbusch R., *Mikroekonomia*, PWE, Warszawa 2007.
- Cherubin W., *Zasada TPA – ogólne przesłanki realizacji*, [w:] *Jaki model rynku energii?*, Seria wydawnicza „Biblioteka Regulatora”, Warszawa 2001.
- Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/29/WE z 23.04.2009 r. zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE w celu usprawnienia i rozszerzenia wspólnotowego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych, DzU UE no L140L z 5.06.2009.
- Główny Urząd Statystyczny, *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski*, Katowice 2011.

- Ropuszyńska-Surma E., Ropuszyńska-Hanuza U., *Klienci usług sieciowych w energetyce*, [w:] Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu nr 151, Wydawnictwo UE, Wrocław 2011.
- Ropuszyńska-Surma E., Rusiński E., Szalbierz Z., Węglarz M., *Analiza wpływu inwestycji Fortum na rozwój miasta Wrocławia*, Politechnika Wrocławska, Raport SPR-16/2012, Wrocław 2012.
- Straffin P., *Teoria gier*, Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa 2004.
- Ustawa *Prawo energetyczne* z 10.04.1997 r., DzU 2006, nr 89, poz. 625 z późn. zm.

STRATEGIES OF FIRMS BEHAVIOR ON HEAT MARKET

Summary: The paper presents a model of local heat market, which has monopolistic structure, as well as an analysis of monopolist's behavior in case of new player's entrance on the market. The decision problem was shown from the perspective of the activities undertaken by the monopolist to scare potential competitors off. For this aim the game theory was used, namely the game of two players with non-zero-sum. The analysis was conducted according to the Cournot's model, where players' strategy is a production volume, in this case the quantity of heat production. There were estimated average cost curves for two firms, which was necessary to define purpose function. The average cost curves were modelled on the basis of the research which was conducted in the power heat company. The obtained results of the research are presented as the summary of this article, which is a proposal of the strategies for the two enterprises.

Keywords: heat market, strategic deterrence, game theory, player's strategies.