



Munich Personal RePEc Archive

Horizontal RD cooperation and market cartelization

Jacek, Prokop and Adam, Karbowski

Warsaw School of Economics

June 2016

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/73605/>

MPRA Paper No. 73605, posted 09 Sep 2016 13:29 UTC

Pozioma współpraca badawczo-rozwojowa a kartelizacja gałęzi*

I. Wprowadzenie	2
II. Przegląd literatury	5
1. Założenia przyjmowane w standardowych modelach poziomej współpracy badawczo-rozwojowej	6
2. Wyniki modelowania poziomej współpracy badawczo-rozwojowej	8
III. Konkurencja Stackelberga	10
1. Wariant liniowych funkcji kosztów produkcji	10
2. Wariant kwadratowych funkcji kosztów produkcji	13
IV. Kartelizacja gałęzi a konkurencja Stackelberga	15
1. Wariant liniowych funkcji kosztów produkcji	15
2. Wariant kwadratowych funkcji kosztów produkcji	17
V. Zakończenie	19

Summary

The objective of this paper is to investigate the impact of horizontal R&D cooperation on cartel formation in the product market. We analyze the case in which the R&D expenditures that precede the production process are aimed at the reduction of the unit manufacturing costs, and could create positive externalities for the potential competitors. We compare how the different degrees of R&D cooperation effect on firms' incentives to create a cartel in the product market. Like the previous literature (Kaiser, 2002; Kamien et al., 1992), we analyze a two-stage game with two firms as players. In the first stage, firms simultaneously decide on R&D expenditures and, in the second stage, they meet in the final product market. It is assumed that without successful cartel formation in the industry, firms compete in the product market in Stackelberg fashion. The analysis was made for two variants: 1) linear functions of total costs of production and 2) quadratic functions of total costs of production. For both variants, the numerical analysis revealed that a closer cooperation at the R&D stage strengthens the incentives to create a cartel in the product market. As a consequence it should be supposed that the horizontal R&D cooperation brings the relatively high risk of industry cartelization. This fact raises serious antitrust issues. Industry cartelization translates thus into unbeneficial economic outcomes for customers on the given product market.

Streszczenie

* Jacek Prokop i Adam Karbowski, Katedra Ekonomii II, Kolegium Gospodarki Światowej, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Al. Niepodległości 162, 02-554 Warszawa, dane kontaktowe: jacek.prokop@sgh.waw.pl oraz adam.karbowski@sgh.waw.pl. Tekst opublikowany w monografii: A. Fornalczyk i T. Skoczny (red.), *Ekonomia ochrony konkurencji. Ograniczenia wertykalne*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, 347-367.

Celem pracy jest zbadanie wpływu poziomej współpracy badawczo-rozwojowej na powstawanie karteli na rynku produktu finalnego. Rozpatrzono sytuację, w której nakłady na badania i rozwój, poprzedzające proces produkcyjny, prowadzą do obniżenia własnych kosztów jednostkowych produkcji, a jednocześnie wywołują korzystne efekty zewnętrzne dla potencjalnych konkurentów. Dokonano porównania, jak różny stopień współpracy na etapie badań i rozwoju wpływa na przedsiębiorstwa, dając im bodźce do utworzenia kartelu na rynku dobra finalnego. Podobnie jak we wcześniejszej literaturze (Kaiser, 2002; Kamien i in., 1992) analizę przeprowadzono w ramach gry dwuetapowej z dwoma przedsiębiorstwami jako graczami. W pierwszym etapie gry przedsiębiorstwa jednocześnie podejmują decyzje o wartości nakładów na badania i rozwój, a w etapie drugim – „spotykają się” na rynku produkowanego dobra. Przyjęto założenie, że w przypadku braku porozumienia kartelowego na rynku produktu finalnego konkurencja pomiędzy przedsiębiorstwami przebiega zgodnie z modelem lidera Stackelberga. Analizę przeprowadzono dla dwóch wariantów całkowitych kosztów produkcji ponoszonych przez przedsiębiorstwa: 1) dla liniowych funkcji kosztów oraz 2) dla kwadratowych funkcji kosztów. Zarówno w przypadku liniowych, jak i kwadratowych funkcji całkowitych kosztów produkcji ponoszonych przez przedsiębiorstwa analiza numeryczna wykazała, że zacieśnianie współpracy na etapie badawczo-rozwojowym zwiększa bodźce do utworzenia kartelu na rynku produktu finalnego. W konsekwencji należy przypuszczać, że pozioma współpraca badawczo-rozwojowa przedsiębiorstw niesie ze sobą wymierne ryzyko kartelizacji gałęzi. Rodzi to tym większe wyzwania regulacyjne dla stosownych organów państwowych. Kartelizacja gałęzi oznacza w ostatecznym rozrachunku niekorzystną sytuację dla nabywców dobra finalnego na danym rynku.

I. Wprowadzenie

Już w 1952 roku John Kenneth Galbraith ocenił, że „era tanich innowacji” dobiegła końca (ang. *era of cheap innovation is over*, za Kaiserem, 2002). Reakcją wielu przedsiębiorstw na powyższe wyzwanie gospodarki światowej stało się dzielenie zasobami i wspólne prace nad wynalazkami.

Trzeba jednak zauważyć, że do połowy lat osiemdziesiątych dwudziestego wieku rozwój współpracy badawczo-rozwojowej przedsiębiorstw był hamowany przez restrykcyjne prawo antymonopolowe obowiązujące zarówno w Europie, jak i w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej. Wyjątkowa na tle powyższych tendencji regulacyjnych była Japonia, której polityka przemysłowa od 1959 roku wspierała rozwój współpracy badawczo-rozwojowej przedsiębiorstw. Zdaniem niektórych ekonomistów współpraca japońskich przedsiębiorstw w zakresie badań i rozwoju (B+R) była jednym z ważniejszych czynników szybkiego tempa wzrostu gospodarczego Japonii w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych dwudziestego wieku (zob. Horvath, 2001).

Stany Zjednoczone złagodziły swoją politykę antymonopolową w zakresie współpracy badawczo-rozwojowej przedsiębiorstw, wprowadzając w 1984 roku ustawę *National Cooperative Research Act*, a następnie w roku 1993 *National Cooperative Research and*

Production Act. Ustawy te gwarantowały m.in. indywidualne traktowanie każdego partnerstwa badawczego (ang. *research joint venture*), które złamało prawo antymonopolowe (w praktyce oznaczało to uelastycznienie amerykańskiego orzecznictwa antymonopolowego). W latach dziewięćdziesiątych dwudziestego wieku administracja Clintona znacznie zwiększyła budżet projektu rządowego *Advanced Technology Program*, którego celem było finansowanie wspólnie prowadzonych badań w sektorze prywatnym (Horvath, 2001).

W Europie początkiem zmian prawnych mających na celu stymulowanie współpracy badawczo-rozwojowej przedsiębiorstw było ogłoszenie w 1985 roku wyjątków od prawa antymonopolowego (wyjątki od artykułu 85 traktatu ustanawiającego Europejską Wspólnotę Gospodarczą) dla niektórych form porozumień przedsiębiorstw w zakresie B+R (Kaiser, 2002).¹ Zmianom tym towarzyszyło powstanie programów współfinansowanych przez Komisję Europejską, których celem była promocja współpracy w zakresie badań i rozwoju. Sztandarowym przykładem takiego programu był ESPRIT (ang. *European Strategic Programme for Research in Information Technologies*), który dotyczył wspólnych przedsięwzięć badawczych w dziedzinie technik informatycznych, mikroelektroniki, produkcji półprzewodników oraz energii i mechanizacji przemysłu. W latach 1983–1996 (okres realizacji programu) ze wsparcia skorzystało około 9000 przedsiębiorstw (Horvath, 2001).

Intensywny rozwój współpracy badawczo-rozwojowej przedsiębiorstw od połowy lat osiemdziesiątych dwudziestego wieku doprowadził do wykrystalizowania się różnych form tej współpracy.

Szczególnie ważna z punktu widzenia struktury rynku oraz tempa wprowadzania innowacji w gałęzi jest pozioma współpraca badawczo-rozwojowa przedsiębiorstw, czyli współpraca w zakresie B+R rywali na danym rynku produktu finalnego. Według Kamienia i in. (1992) przedsiębiorstwa w ramach poziomej współpracy badawczo-rozwojowej koordynują decyzje o wartości ponoszonych wydatków na badania i rozwój, ale jednocześnie rywalizują na rynku produktu końcowego po wdrożeniu wynalazku. Wielu autorów podkreśla, że pozioma współpraca badawczo-rozwojowa przynosi przedsiębiorstwom liczne korzyści (Becker i Dietz, 2004; Camagni, 1993). Wśród nich wymienia się: dostęp do zasobów rywala, specjalizację oraz osiągnięcie korzyści skali w zakresie prac badawczo-rozwojowych, redukcję niepewności związanej z tworzeniem innowacji, a także skrócenie czasu trwania prac rozwojowych (szansa na szybsze wdrożenie wynalazku na rynku). Rodzi

¹ Dokładniej o tych zmianach prawnych piszą Geroski (1993) i Cassiman (2000).

się jednak pytanie, czy zacieśnianie kooperacji przez przedsiębiorstwa na etapie badań i rozwoju nie przyczynia się do zmniejszenia konkurencji na rynku dobra finalnego, a w konsekwencji do powstania kartelu na tym rynku, co w ostatecznym rozrachunku mogłoby mieć negatywne skutki dla renty konsumenta oraz całkowitego dobrobytu?

Celem niniejszej pracy jest zbadanie wpływu poziomej współpracy badawczo-rozwojowej na powstawanie karteli na rynku produktu finalnego. Rozpatrzmy sytuację, w której nakłady na badania i rozwój, poprzedzające proces produkcyjny, mają za zadanie obniżyć własne koszty jednostkowe produkcji, a jednocześnie mogą wywoływać korzystne efekty zewnętrzne dla potencjalnych konkurentów. Dokonamy porównania, jak różny stopień współpracy na etapie badań i rozwoju wpływa na przedsiębiorstwa, dając im bodźce do utworzenia kartelu na rynku dobra finalnego. Podobnie jak we wcześniejszej literaturze (Kaiser, 2002; Kamien i in., 1992) analiza zostanie przeprowadzona w ramach gry dwuetapowej z dwoma przedsiębiorstwami jako graczami. W pierwszym etapie przedsiębiorstwa jednocześnie podejmują decyzje o wartości nakładów na badania i rozwój, a w drugim – „spotykają się” na rynku produkowanego dobra. Przyjęto założenie, że w przypadku braku porozumienia kartelowego na rynku produktu finalnego konkurencja pomiędzy przedsiębiorstwami przebiega zgodnie z modelem lidera Stackelberga.

Konstrukcja pracy jest następująca. W kolejnym punkcie przedstawiono syntetyczny przegląd literatury mikroekonomicznej z zakresu modelowania poziomej współpracy badawczo-rozwojowej.

Dalej, na podstawie prac Prokopa i Karbowskiego (2013) oraz Prokopa (2014), pokazano wyniki analizy dla duopolu, w którym przedsiębiorstwa nie koordynują swoich działań, to znaczy nie pojawia się zmowa kartelowa ani na etapie badawczo-rozwojowym, ani na etapie sprzedaży dobra finalnego na rynku. W pracy analiza prowadzona jest dla dwóch wariantów całkowitych kosztów produkcji ponoszonych przez przedsiębiorstwa:

- 1) dla liniowych funkcji kosztów;
- 2) dla kwadratowych funkcji kosztów.

W pierwszym wariantcie każde z przedsiębiorstw charakteryzuje się liniową funkcją całkowitych kosztów produkcji: $C_i(q_i, x_i, x_j) = (c - x_i - \beta x_j)q_i$, gdzie c jest danym parametrem początkowej efektywności przedsiębiorstwa i , zaś x_i oraz x_j oznaczają wartości nakładów na badania i rozwój ponoszone odpowiednio przez przedsiębiorstwa i oraz j . Natomiast parametr β ($0 \leq \beta \leq 1$) określa rozmiary efektów zewnętrznych w zakresie B+R, czyli korzyści dla danego przedsiębiorstwa uzyskane dzięki badaniom podjętym przez rywala.

Im większy poziom β , tym bardziej nakłady na badania i rozwój poniesione przez jedno przedsiębiorstwo pozwalają na obniżkę kosztów produkcji przez konkurenta. Wielkość podaży przedsiębiorstwa i oznaczono jako q_i .

W drugim wariantcie każde z przedsiębiorstw charakteryzuje się kwadratową funkcją całkowitych kosztów produkcji: $C_i(q_i, x_i, x_j) = \frac{q_i^2}{c + x_i + \beta x_j}$.

W kolejnym punkcie zbadano zachowanie przedsiębiorstw, które podjęły współpracę w ramach kartelu na rynku produktu końcowego oraz dokonały koordynacji nakładów na badania i rozwój, czyli utworzyły pełny kartel w gałęzi.

Po rozpatrzeniu obu przypadków porównano je i wyciągnięto ostateczne wnioski co do bodźców, jakie skłaniają przedsiębiorstwa do utworzenia kartelu.

II. Przegląd literatury

Stosowna literatura mikroekonomiczna (zob. np. Katz, 1986; Spence, 1984; Brander i Spencer, 1984; d'Aspremont i Jacquemin, 1988; Kamien i in., 1992) koncentruje się na mechanizmach absorpcji wiedzy technicznej przez przedsiębiorstwo, które prowadzi działalność innowacyjną. Przedsiębiorstwo takie może podjąć decyzję o współpracy z konkurentami w zakresie badań i rozwoju. W ten sposób przedsiębiorstwo uzyskuje dostęp do wiedzy technicznej współpracującego partnera (partnerów). Intencjonalna wymiana wiedzy technicznej w ramach poziomej współpracy badawczo-rozwojowej nie jest jednak jedynym źródłem pozyskiwania wiedzy przez przedsiębiorstwo. Inne źródło stanowią efekty zewnętrzne inwestycji rozwojowych (ang. *knowledge spillovers*) w gałęzi. O występowaniu tych efektów mówimy, gdy część wiedzy wytworzonej przez przedsiębiorstwo A, staje się (najczęściej w niezamierzony przez przedsiębiorstwo A sposób) udziałem przedsiębiorstwa B (zazwyczaj konkurenta przedsiębiorstwa A), przy czym jedynie przedsiębiorstwo A poniosło koszty wyprodukowania tejże wiedzy. Geroski (1995) w swoim artykule omawia przykładowe kanały, poprzez które mogą powstawać efekty zewnętrzne inwestycji rozwojowych w gałęzi:

- o naukowcy zatrudniani przez różne przedsiębiorstwa wymieniają swoje poglądy i pomysły na konferencjach i seminariach, a także w czasie wspólnych, często nieformalnych spotkań, czy przy okazji przygotowywania wspólnych publikacji,

- o naukowcy zmieniają miejsca pracy, a tym samym przenoszą wiedzę² z jednego przedsiębiorstwa do drugiego,
- o szpiegostwo przemysłowe lub kradzież *know-how*.

Mansfield (1985) zauważa, że efekty zewnętrzne inwestycji rozwojowych mogą powstawać także w wyniku stosowania przez rywalizujące przedsiębiorstwa tzw. inżynierii wstecznej (ang. *reverse engineering*). Inżynieria wsteczna to proces badania danego urządzenia w celu odkrycia sposobu jego konstrukcji i zastosowanej technologii. Inżynieria wsteczna ma umożliwić pozyskanie informacji niezbędnych do dokonania repliki danego urządzenia bądź technologii. Mansfield (1985) podkreśla również, że bezpośrednim źródłem efektów zewnętrznych inwestycji rozwojowych w gałęzi są wnioski (zgłoszenia) patentowe konkurentów.

W stosownych modelach mikroekonomicznych porównuje się dwie strategie pozyskiwania wiedzy technicznej przez przedsiębiorstwo prowadzące działalność innowacyjną. Przedsiębiorstwo takie może rywalizować w zakresie B+R (własne tworzenie wiedzy technicznej, brak współpracy badawczo-rozwojowej), albo współpracować poziomo w zakresie B+R (intencjonalna i sformalizowana wymiana wiedzy technicznej z kooperującymi konkurentami).

Modele mikroekonomiczne są zazwyczaj dwuetapowe, tj. przedsiębiorstwa w pierwszym etapie (etap badań) podejmują decyzje o wartości ponoszonych wydatków na B+R, a następnie w etapie drugim (etap konkurencji na rynku produktu) podejmują decyzje o produkcji dóbr (liczbie, albo cenie dóbr w zależności od przyjętej formy konkurencji). Inwestycje przedsiębiorstw w B+R mają tu bezpośrednie przełożenie na niższe koszty produkcji dóbr (przypadek innowacji procesowej) albo wzrost popytu na dobra wytwarzane przez przedsiębiorstwo (przypadek innowacji produktowej).

Powyższa charakterystyka modeli mikroekonomicznych dotyczy m.in. prac Katza (1986), Spence'a (1984), Brandera i Spencera (1984), d'Aspremonta i Jacquemina (1988), Beatha i współpracowników (1988), Kamienna i in. (1992), De Bondta i Veugelers (1991) oraz Vonortasa (1994). Modele te opierają się na następujących założeniach.

² Także tzw. wiedzę cichą, niejawną (ang. *tacit knowledge*).

1. Założenia przyjmowane w standardowych modelach poziomej współpracy badawczo-rozwojowej

1. Rywalizacja w zakresie B+R nie ma charakteru wyścigu³. Oznacza to, że rywalizujące przedsiębiorstwa nie muszą podążać tą samą ścieżką badawczą, aby wytworzyć określony wynalazek.
2. Modele mają charakter deterministyczny (nie rozważa się tu niepewności związanej z ukończeniem wynalazku).
3. Badania i rozwój są zorientowane na proces (przypadek innowacji procesowej) albo na produkt (przypadek innowacji produktowej). Modele te nie pozwalają na jednoczesną analizę innowacji procesowych i produktowych.
4. Przedsiębiorstwa rywalizujące w zakresie B+R są symetryczne (na potrzeby modelowania matematycznego przyjmuje się, że nie różnią się wielkością, siłą rynkową oraz innymi czynnikami, które mogą dać jakiemuś przedsiębiorstwu przewagę w momencie rozpoczęcia rywalizacji).
5. Pozioma współpraca badawczo-rozwojowa dotyczy zazwyczaj całej gałęzi (ang. *industry-wide cooperation*), co oznacza, że wszystkie rozważane przedsiębiorstwa albo rywalizują ze sobą w zakresie B+R albo współpracują poziomo.
6. Forma organizacyjna poziomej współpracy badawczo-rozwojowej zazwyczaj nie jest dyskutowana. Najczęściej przyjmuje się, że współpracujące przedsiębiorstwa tworzą partnerstwo badawcze.
7. Przedsiębiorstwa współpracujące poziomo koordynują wartość ponoszonych wydatków na B+R, tak aby maksymalizować wspólny zysk.

Zasadniczą kwestią diskutowaną w mikroekonomicznej literaturze jest pozyskiwanie wiedzy technicznej przez przedsiębiorstwo prowadzące działalność innowacyjną. W obecności efektów zewnętrznych inwestycji rozwojowych w gałęzi należy jednak wprowadzić rozróżnienie pomiędzy wiedzą pochodzącą wyłącznie z własnych prac B+R (badania własne) oraz całkowitą wiedzą pozyskiwaną przez przedsiębiorstwo

³ Rywalizacja w formie wyścigu jest przedmiotem rozważań innego nurtu badań mikroekonomicznych, który zajmuje się konkurencją przedsiębiorstw o patent (ang. *patent race*) – zob. np. Tirole, 1988.

(uwzględniając także wiedzę pochodzącą od rywali). Ta pierwsza kategoria nazywana jest w literaturze przedmiotu krótko *wiedzą własną*, ta druga zaś *wiedzą efektywną*.

2. Wyniki modelowania poziomej współpracy badawczo-rozwojowej

Wyniki modeli mikroekonomicznych dotyczących poziomej współpracy badawczo-rozwojowej pozwalają udzielić odpowiedzi na następujące pytania:

- w jaki sposób efekty zewnętrzne inwestycji rozwojowych w gałęzi wpływają na wartość wydatków przedsiębiorstwa na B+R w warunkach rywalizacji oraz współpracy badawczo-rozwojowej?
- w jaki sposób efekty zewnętrzne inwestycji rozwojowych w gałęzi wpływają na zyskowność przedsiębiorstw prowadzących działalność innowacyjną w formie rywalizacji albo współpracy badawczo-rozwojowej?
- jakie są konsekwencje poziomej współpracy badawczo-rozwojowej dla dobrobytu ogólnospołecznego (ang. *social welfare*)?

Na podstawie analizy stosownych modeli można powiedzieć, że rosnące efekty zewnętrzne inwestycji rozwojowych w gałęzi prowadzą do obniżenia wartości wydatków przedsiębiorstwa na B+R w warunkach rywalizacji badawczo-rozwojowej oraz podwyższenia wartości tych wydatków w warunkach poziomej współpracy badawczo-rozwojowej. W omawianych modelach istnieje zazwyczaj tzw. *krytyczna wartość efektów zewnętrznych inwestycji rozwojowych* w gałęzi, dla której wartość wydatków przedsiębiorstwa na B+R jest taka sama (równa) w warunkach rywalizacji oraz współpracy badawczo-rozwojowej. Dla wyższych poziomów efektów zewnętrznych niż wartość krytyczna przedsiębiorstwo współpracujące charakteryzuje się wyższą wartością inwestycji w B+R niż przedsiębiorstwo, które nie podjęło poziomej współpracy badawczo-rozwojowej. Wynik taki uzyskali d'Aspremont i Jacquemin (1988), Beath i in. (1988), Kamien i in. (1992), De Bondt i Veugelers (1991), Motta (1992), Suzumura (1992) oraz Vonortas (1994).

Wskazane wyniki modelowania sugerują, że pozioma współpraca badawczo-rozwojowa jest odpowiednią dla przedsiębiorstwa strategią działalności innowacyjnej, jeżeli trudno jest w danej gałęzi utrzymać wytworzoną wiedzę techniczną w tajemnicy. Rosnące efekty zewnętrzne inwestycji rozwojowych w gałęzi obniżają atrakcyjność tradycyjnego, rywalizacyjnego modelu B+R, ponieważ efekty te przyczyniają się do zwiększenia zysku konkurentów i jednocześnie redukują zysk własny danego przedsiębiorstwa. Skutecznym sposobem ograniczenia niezamierzonych transferów wiedzy technicznej między rynkowymi

rywalami jest podjęcie współpracy badawczo-rozwojowej przez konkurujące przedsiębiorstwa. Literatura mikroekonomiczna pokazuje, że partnerstwa badawcze efektywnie internalizują efekty zewnętrzne inwestycji rozwojowych w gałęzi (zob. np. Kamien i in., 1992).

Kilka artykułów z zakresu mikroekonomii próbowało odpowiedzieć na pytanie, od czego zależy wartość krytyczna efektów zewnętrznych inwestycji rozwojowych w gałęzi, dla której wartość wydatków przedsiębiorstwa na B+R jest taka sama w warunkach rywalizacji oraz współpracy badawczo-rozwojowej. Okazuje się, że interesująca nas krytyczna wartość efektów zewnętrznych maleje wraz ze wzrostem zróżnicowania produktów oferowanych na rynku przez rywalizujące przedsiębiorstwa (De Bondt i Veugelers, 1991). W konsekwencji należy oczekiwać, że pozioma współpraca badawczo-rozwojowa będzie częściej wybieraną strategią B+R w gałęzi charakteryzującej się wysokim stopniem zróżnicowania produktów niż w gałęzi produkującej dobra jednorodne czy mało zróżnicowane. Także liczba przedsiębiorstw konkurujących w gałęzi wpływa na postulowaną wartość krytyczną efektów zewnętrznych (De Bondt, Slaets i Cassiman, 1992). Wpływ ten jednak nie ma charakteru monotonicznego.

Na podstawie analizy stosownych modeli (d'Aspremont i Jacquemin, 1988; Kamien i in., 1992; De Bondt i Veugelers, 1991) należy stwierdzić, że pozioma współpraca badawczo-rozwojowa zazwyczaj prowadzi do wzrostu zysku przedsiębiorstwa prowadzącego działalność innowacyjną. Wzrost efektów zewnętrznych inwestycji rozwojowych w gałęzi redukuje zysk przedsiębiorstwa rywalizującego w zakresie B+R oraz podnosi zysk przedsiębiorstwa współpracującego poziomo. Dla efektów zewnętrznych przekraczających wartość krytyczną zysk przedsiębiorstwa jest większy w warunkach współpracy niż rywalizacji badawczo-rozwojowej. W gałęzi charakteryzującej się odpowiednio silnymi efektami zewnętrznymi przedsiębiorstwa mają więc wymierne bodźce mikroekonomiczne do angażowania się w poziomą współpracę badawczo-rozwojową.

Z cytowanych modeli mikroekonomicznych płyną także wnioski dotyczące konsekwencji poziomej współpracy badawczo-rozwojowej dla dobrobytu ogólnospołecznego. Okazuje się, że dobrobyt ogólnospołeczny jest większy w warunkach poziomej współpracy badawczo-rozwojowej niż w przypadku rywalizacji w zakresie B+R. Rezultat ten obowiązuje dla efektów zewnętrznych inwestycji rozwojowych przekraczających określoną wartość

progowa⁴ (zob. d'Aspremont i Jacquemin, 1988; Kamien i in., 1992; De Bondt i Veugelers, 1991).

III. Konkurencja Stackelberga

1. Wariant liniowych funkcji kosztów produkcji

Rozpatrujemy gałąź, w której funkcjonują tylko dwa przedsiębiorstwa (oznaczamy je 1 i 2). Każde z nich wytwarza identyczne dobro, odpowiednio w ilości q_1 i q_2 . Popyt rynkowy na to dobro jest dany w postaci liniowej funkcji ceny:

$$p = a - Q, \quad (1)$$

gdzie p oznacza cenę rynkową, $Q = q_1 + q_2$ jest wielkością całkowitej produkcji dobra w gałęzi, natomiast a ($a > 0$) jest dany parametrem.

Każde z przedsiębiorstw charakteryzuje się linową funkcją całkowitych kosztów produkcji:

$$C_i(q_i, x_i, x_j) = (c - x_i - \beta x_j)q_i, \quad (2)$$

gdzie c ($c < a$) jest danym parametrem początkowej efektywności przedsiębiorstwa i , x_i oznacza wielkość nakładów na badania i rozwój dokonanych przez przedsiębiorstwo i , zaś x_j jest wielkością nakładów poniesionych przez konkurenta. Parametr β ($0 \leq \beta \leq 1$) określa rozmiary efektów zewnętrznych w zakresie badań i rozwoju, czyli korzyści dla danego przedsiębiorstwa uzyskane dzięki badaniom podjętym przez rywala. Im większy poziom β , tym bardziej nakłady na badania i rozwój poniesione przez jedno przedsiębiorstwo pozwalają na obniżkę kosztów produkcji przez konkurenta.

Koszty podjętych badań mają postać funkcji kwadratowej:

$$\gamma \frac{x_i^2}{2}, \quad (3)$$

gdzie γ ($\gamma > 0$) jest danym parametrem.

Celem każdego z przedsiębiorstw i jest maksymalizacja indywidualnego zysku w postaci:

$$\pi_i = (a - Q)q_i - (c - x_i - \beta x_j)q_i - \gamma \frac{x_i^2}{2}, \quad (4)$$

przy czym $j \neq i$.

⁴ Dla wartości niższych niż wartość progowa wyniki są niejednoznaczne i zależą od wartości przyjętych parametrów modelu. Dla niskich wartości efektów zewnętrznych inwestycji rozwojowych w gałęzi (niższych niż wartość progowa) pozioma współpraca badawczo-rozwojowa nadal prowadzi do wzrostu zysku i renty producenta, ale redukuje rentę konsumenta z powodu spadku produkcji dóbr.

Zakładamy, że w rozpatrywanej gałęzi jedno przedsiębiorstwo (przedsiębiorstwo 1) odgrywa rolę lidera Stackelberga, a drugie przedsiębiorstwo (2) jest naśladowcą. Zatem przedsiębiorstwo 1 jako pierwsze ustala wielkość swojej podaży, przedsiębiorstwo 2, z kolei, znając poziom produkcji ustalony przez lidera, decyduje o własnej wielkości podaży.

Gra przebiega w dwóch etapach. W pierwszym etapie każde z przedsiębiorstw jednocześnie decyduje o poziomie wydatków na badania i rozwój. Decyzje te wpływają na funkcję kosztów całkowitych każdego z przedsiębiorstw w kolejnych etapach. W drugim etapie przedsiębiorstwa konkurują na rynku produktu finalnego zgodnie z modelem lidera Stackelberga.

W pracy Prokopa i Karbowskiego (2013) znajdują się szczegółowe obliczenia, w których „krok po kroku” wyznaczono: (1) wielkość podaży naśladowcy jako funkcję poziomu produkcji lidera, (2) optymalną wielkość produkcji lidera, (3) optymalną wielkość produkcji naśladowcy, (4) cenę równowagi na rynku oferowanego dobra oraz (5) wartości zysków naśladowcy i lidera w warunkach równowagi Nasha.

Wyniki numeryczne dla wartości parametrów $a = 100$, $c = 1$, $\gamma = 200$ przy różnych poziomach parametru β przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Równowaga w przypadku konkurencji Stackelberga przy liniowej funkcji kosztów produkcji.

β	x_1	x_2	q_1	q_2	p	π_1	π_2
0.0	0,248277	0,185739	49,6554	24,7652	25,5794	1226,67	609,864
0.1	0,235860	0,173398	49,6547	24,7711	25,5742	1227,23	610,603
0.2	0,223438	0,161047	49,6528	24,7765	25,5707	1227,71	611,280
0.3	0,211011	0,148687	49,6496	24,7812	25,5692	1228,09	611,896
0.4	0,198581	0,136319	49,6452	24,7853	25,5695	1228,38	612,451
0.5	0,186149	0,123944	49,6396	24,7887	25,5717	1228,58	612,944
0.6	0,173715	0,111562	49,6328	24,7915	25,5757	1228,69	613,375
0.7	0,161280	0,099175	49,6247	24,7937	25,5816	1228,70	613,744
0.8	0,148846	0,086783	49,6153	24,7953	25,5894	1228,63	614,052
0.9	0,136413	0,074389	49,6048	24,7962	25,5990	1228,46	614,298
1.0	0,123982	0,061991	49,5930	24,7965	25,6105	1228,20	614,482

Źródło: obliczenia własne.

Na podstawie powyższej tabeli można przeanalizować zachowanie przedsiębiorstw w punkcie równowagi w zależności od wielkości parametru β , tj. od rozmiarów efektów zewnętrznych w zakresie badań rozwoju. Gdy korzyści dla danego przedsiębiorstwa uzyskane dzięki badaniom podjętym przez rywala są stosunkowo niewielkie (parametr β jest względnie mały), to nakłady na badania i rozwój każdego z przedsiębiorstw są stosunkowo wysokie i maleją wraz ze zwiększaniem się skali efektów zewnętrznych inwestycji rozwojowych. Jest to wynik zgodny z wnioskami płynącymi z modeli d'Aspremonta i Jacquemina (1988), Beatha i

in. (1988), Kamiena i in. (1992), De Bondta i Veugelers (1991), Motty (1992), Suzumury (1992) oraz Vonortasa (1994).

Nie jest niespodzianką, że wydatki badawczo-rozwojowe naśladowcy są mniejsze niż lidera, który odnosi stosunkowo większe korzyści rynkowe ze względu na swoją pozycję rynkową. Warto jednak podkreślić, iż wraz ze wzrostem β relatywny wysiłek badawczo-rozwojowy lidera w porównaniu do naśladowcy jest coraz większy; o ile dla $\beta = 0$ proporcja ta wynosiła ok. 4:3, to dla $\beta = 1$ osiąga stosunek 2:1.

W przypadku, gdy przedsiębiorstwa podejmują prace badawczo-rozwojowe w ramach wspólnego przedsięwzięcia (partnerstwa badawczego), parametr β przyjmuje wartość 1, co oznacza pełną internalizację efektów zewnętrznych. Ponieważ w tym wariantcie gry pomiędzy przedsiębiorstwami współpraca na etapie przedprodukcyjnym nie prowadzi do współpracy na rynku dobra finalnego, więc decyzje o nakładach na badania i rozwój są podejmowane indywidualnie w celu maksymalizacji zysków każdego z przedsiębiorstw oddzielnie. Jednocześnie należy zauważyć, że wspólne przedsięwzięcie badawczo-rozwojowe przedsiębiorstw prowadzi do ogólnego spadku wysiłku na rzecz zmniejszenia kosztów produkcji.

Zauważmy, że wielkość produkcji lidera, q_1 , maleje wraz ze wzrostem skali efektów zewnętrznych inwestycji rozwojowych i osiąga wartość najmniejszą w przypadku wspólnego przedsięwzięcia. Natomiast odwrotna relacja charakteryzuje naśladowcę: wraz ze wzrostem skali efektów zewnętrznych wielkość jego produkcji, q_2 , rośnie i osiąga wartość największą w przypadku wspólnego przedsięwzięcia. Łączna podaż rynkowa ($q_1 + q_2$) najpierw nieco wzrasta (dla niskich wartości parametru β), a następnie maleje osiągając najmniejszą wartość w przypadku wspólnego przedsięwzięcia. To z kolei przekłada się na wysokość ceny na rynku, która osiąga wartość największą, gdy przedsiębiorstwa prowadzą prace badawczo-rozwojowe w ramach wspólnego przedsięwzięcia.

Zyski poszczególnych przedsiębiorstw, jak można było oczekiwać, również nie zmieniają się jednakowo dla lidera i dla naśladowcy. Lider najpierw osiąga coraz wyższe zyski wraz ze wzrostem parametru β , ale gdy parametr ten przekroczy wartość 0,7, to jego wyniki ekonomiczne zaczynają spadać i nie są największe w przypadku wspólnego przedsięwzięcia. Natomiast zyski naśladowcy cały czas rosną w zależności od β i przyjmują wartość maksymalną, gdy przedsiębiorstwa decydują się na zorganizowanie wspólnego przedsięwzięcia. Zatem wspólne przedsięwzięcie jest w przypadku konkurencji Stackelberga korzystne dla naśladowcy, ale mniej korzystne dla lidera, który wolałby ograniczyć skalę

efektów zewnętrznych. Wynik ten nie jest zgodny z wnioskami płynącymi z cytowanych analiz d'Aspremonta i Jacquemina (1988), Kamienia i in. (1992) oraz De Bondta i Veugelers (1991). Lider Stackelberga woli bowiem w przypadku wysokich efektów zewnętrznych w gałęzi rywalizować niż współpracować w zakresie B+R.

2. Wariant kwadratowych funkcji kosztów produkcji

Prokop (2014) jako pierwszy przedstawił analizę wpływu poziomej współpracy badawczo-rozwojowej na powstanie kartelu w gałęzi przy założeniu kwadratowych funkcji kosztów całkowitych produkcji (w tym przypadku można zaobserwować rosnące koszty krańcowe produkcji). Wcześniejsze prace ograniczały się jedynie do liniowego przedstawienia kosztów całkowitych wytwarzania.

Przedsiębiorstwo i -te charakteryzuje się kwadratową funkcją całkowitych kosztów produkcji: $C_i(q_i, x_i, x_j) = \frac{q_i^2}{c + x_i + \beta x_j}$, gdzie c ($c < a$) jest danym parametrem początkowej

efektywności przedsiębiorstwa i , x_i oznacza wielkość nakładów na badania i rozwój dokonanych przez przedsiębiorstwo i , zaś x_j jest wielkością nakładów poniesionych przez konkurenta. Parametr β ($0 \leq \beta \leq 1$) określa rozmiary efektów zewnętrznych w zakresie badań i rozwoju, czyli korzyści dla danego przedsiębiorstwa uzyskane dzięki badaniom podjętym przez rywala.

W przypadku kwadratowej funkcji kosztów produkcji celem każdego z przedsiębiorstw i jest maksymalizacja indywidualnego zysku w postaci:

$$\pi_i = (a - Q)q_i - \frac{q_i^2}{c + x_i + \beta x_j} - \gamma \frac{x_i^2}{2}, \quad (5)$$

przy czym $j \neq i$.

Metodyka przyjęta w pracy Prokopa (2014) jest taka sama jak w pracy Prokopa i Karbowskiego (2013), tj. „krok po kroku” wyznaczono: (1) wielkość podaży naśladowcy jako funkcję poziomu produkcji lidera, (2) optymalną wielkość produkcji lidera oraz (3) optymalną wielkość produkcji naśladowcy. Ponieważ algebraiczne przedstawienie ceny rynkowej oraz wartości zysków obu przedsiębiorstw w warunkach równowagi Nasha jest mało czytelne (skomplikowany zapis matematyczny), posłużono się analizą numeryczną.

Wyniki numeryczne dla wartości parametrów $a = 100$, $c = 1$ oraz $\gamma = 200$ przy różnych poziomach parametru β przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Równowaga w przypadku konkurencji Stackelberga przy kwadratowej funkcji kosztów produkcji.

β	x_1^*	x_2^*	q_1^*	q_2^*	p^*	π_1^*	π_2^*
0,0	1,018250	0,886902	28,8017	23,2679	47,9304	865,78	749,66
0,1	0,949352	0,806896	28,8566	23,3133	47,8300	879,90	764,19
0,2	0,886675	0,732236	28,8668	23,3426	47,7906	891,08	776,60
0,3	0,829270	0,661707	28,8337	23,3573	47,8090	899,75	787,34
0,4	0,776456	0,594279	28,7575	23,3586	47,8839	906,14	796,75
0,5	0,727794	0,529018	28,6370	23,3474	48,0156	910,43	805,09
0,6	0,683080	0,465002	28,4695	23,3245	48,2060	912,65	812,58
0,7	0,642403	0,410223	28,2508	23,2910	48,4582	912,74	819,46
0,8	0,606268	0,336408	27,9740	23,2489	48,7771	910,47	825,94
0,9	0,575902	0,268705	27,6284	23,2021	49,1695	905,38	832,37
1,0	0,553976	0,194921	27,1956	23,1597	49,6447	896,53	839,27

Źródło: obliczenia własne.

Na podstawie powyższej tabeli możemy zauważyć, że wartość wydatków przedsiębiorstw na B+R maleje wraz ze wzrostem efektów zewnętrznych. Jest to wynik zgodny z wnioskami płynącymi z modeli d'Aspremonta i Jacquemina (1988), Beatha i współpracowników (1988), Kamienna i in. (1992), De Bondta i Veugelers (1991), Motty (1992), Suzumury (1992) oraz Vonortasa (1994). Należy zauważyć, że wartość wydatków na B+R ponoszonych przez naśladowcę maleje znacząco szybciej niż w przypadku lidera. W sytuacji partnerstwa badawczego (parametr β przyjmuje wartość 1), gdy efekty zewnętrzne są w pełni zinternalizowane, całkowita wartość wydatków na B+R jest najniższa.

Dla wartości parametru β większych od 0,3 każdy wzrost poziomu efektów zewnętrznych inwestycji rozwojowych prowadzi do zmniejszenia wielkości podaży dobra finalnego przez oba przedsiębiorstwa. Każde z przedsiębiorstw oferuje najmniejszą podaż produktu finalnego w warunkach partnerstwa badawczego, co oznacza, że funkcjonowaniu partnerstwa towarzyszy najwyższa cena równowagi. W konsekwencji, na podstawie przeprowadzonych analiz, można stwierdzić, że funkcjonowaniu partnerstwa badawczego w opisywanej gałęzi towarzyszy najniższy poziom renty konsumenta. Wynik ten jawnie kontrastuje z wnioskami uzyskanymi przez d'Aspremonta i Jacquemina (1988), Kamienna i in. (1992) oraz De Bondta i Veugelers (1991), zgodnie z którymi współpraca badawczo-rozwojowa sprzyja wzrostowi renty konsumenta.

Wartość efektów zewnętrznych inwestycji rozwojowych wpływa na wartość zysków przedsiębiorstw w różny sposób. To znaczy, z jednej strony wartość zysku naśladowcy wzrasta wraz ze wzrostem efektów zewnętrznych i osiąga swoje maksimum w przypadku funkcjonowania partnerstwa badawczego (wynik zgodny z wnioskami z analiz d'Aspremonta i Jacquemina (1988), Kamięna i in. (1992) oraz De Bondta i Veugelers (1991)). Z drugiej jednak strony, wartość zysku lidera wzrasta wraz ze wzrostem wartości parametru β , ale gdy parametr ten przekracza wartość 0,7, wartość zysku lidera zaczyna spadać. W konsekwencji na rynku produktu z konkurencją Stackelberga funkcjonowanie partnerstwa badawczego jest korzystne jedynie dla naśladowcy, zaś nieatrakcyjne dla lidera, który preferowałby średnie poziomy efektów zewnętrznych w gałęzi (wynik ten wyraźnie niuansuje ogólne wnioski płynące z prac d'Aspremonta i Jacquemina (1988), Kamięna i in. (1992) oraz De Bondta i Veugelers (1991)).

Przejdziemy teraz do rozważenia przypadku współpracy przedsiębiorstw w ramach kartelu.

IV. Kartelizacja gałęzi a konkurencja Stackelberga

1. Wariant liniowych funkcji kosztów produkcji

W tej części opracowania rozpatrzmy przypadek, w którym oba przedsiębiorstwa podjęły współpracę w ramach kartelu na rynku produktu końcowego oraz dokonały koordynacji nakładów na badania i rozwój, czyli utworzyły pełny kartel w gałęzi (rozważania te rozszerzają i uzupełniają analizy d'Aspremonta i Jacquemina (1988), Beatha i współpracowników (1988), Kamięna i in. (1992), De Bondta i Veugelers (1991), Motty (1992), Suzumury (1992) oraz Vonortasa (1994), które nie przewidywały współpracy przedsiębiorstw także na rynku produktu finalnego).

Przedsiębiorstwa ustalają wielkości podaży przy danych nakładach na badania i rozwój zgodnie z warunkiem maksymalizacji zysków w postaci:

$$\pi = (a - bQ)Q - (c - x_1 - \beta x_2)q_1 - (c - x_2 - \beta x_1)q_2 - \gamma \frac{x_1^2}{2} - \gamma \frac{x_2^2}{2}. \quad (6)$$

Rozpatrujemy równowagę symetryczną Nasha, czyli $x_1 = x_2 = \tilde{x}$ oraz $q_1 = q_2 = \tilde{q}$, zaś $\tilde{\pi}_i = \frac{\pi}{2}$.

Dokładne algebraiczne wyrażenia wartości podaży, nakładów na B+R, zysków przedsiębiorstw oraz rynkowej ceny równowagi odnaleźć można w pracy Prokopa i Karbowskięgo (2013). W tabeli 3 przedstawiono wyniki numeryczne dla wartości parametrów

$a = 100$, $c = 1$ oraz $\gamma = 200$ przy różnych poziomach parametru β w sytuacji pełnej kartelizacji gałęzi w warunkach liniowych kosztów produkcji.

Tabela 3. Równowaga w przypadku pełnej kartelizacji gałęzi przy liniowej funkcji kosztów produkcji.

β	\tilde{x}	\tilde{q}	p	$\tilde{\pi}_i$
0,0	0,123905	24,7810	50,4380	1226,66
0,1	0,136331	24,7875	50,4250	1226,98
0,2	0,148768	24,7946	50,4107	1227,33
0,3	0,161216	24,8024	50,3952	1227,72
0,4	0,173676	24,8108	50,3784	1228,13
0,5	0,186149	24,8198	50,3604	1228,58
0,6	0,198636	24,8295	50,3411	1229,06
0,7	0,211138	24,8397	50,3205	1229,57
0,8	0,223656	24,8506	50,2987	1230,11
0,9	0,236191	24,8622	50,2756	1230,68
1,0	0,248744	24,8744	50,2513	1231,28

Źródło: obliczenia własne.

W przypadku pełnej kartelizacji gałęzi, wraz ze zwiększaniem się skali efektów zewnętrznych w procesie badawczo-rozwojowym, rosną również nakłady poszczególnych przedsiębiorstw nakierowane na zmniejszenie krańcowych kosztów produkcji. Jednocześnie rośnie wielkość podaży dobra finalnego oferowanego przez każde z przedsiębiorstw. Prowadzi to w konsekwencji do spadku ceny tego dobra wraz ze wzrostem skali efektów zewnętrznych inwestycji rozwojowych. Z kolei zyski każdego z przedsiębiorstw funkcjonujących w warunkach pełnego kartelu monotonicznie rosną wraz ze zwiększającym się zakresem efektów zewnętrznych na etapie badań i rozwoju.

Przy pełnej kartelizacji gałęzi przedsiębiorstwa osiągają największe zyski, gdy prace badawczo-rozwojowe są prowadzone w ramach wspólnego przedsięwzięcia (partnerstwa badawczego), co oznacza pełną internalizację efektów zewnętrznych.

Porównując wyniki analiz dokonanych w tabeli 1 oraz w tabeli 3, możemy wyprowadzić wnioski w zakresie bodźców do kartelizacji gałęzi. Gdy korzyści dla danego przedsiębiorstwa uzyskane dzięki badaniom podjętym przez rywala są stosunkowo niewielkie ($\beta < 0,5$), to zyski osiągane przez lidera Stackelberga są wyższe niż zyski w przypadku powstania pełnego kartelu w gałęzi, tj. porozumienia na etapie badawczo-rozwojowym oraz na rynku produktu końcowego. Zatem w sytuacji, gdy poziom efektów zewnętrznych jest względnie nieduży, to przedsiębiorstwo, które może odgrywać rolę lidera nie będzie zainteresowane utworzeniem kartelu w danej gałęzi.

Natomiast w warunkach znacznego poziomu efektów zewnętrznych ($\beta > 0,5$), porównanie zysków lidera Stackelberga z zyskami osiąganymi przez każde z przedsiębiorstw

w skartelizowanej gałęzi wskazuje, że żadne z przedsiębiorstw nie będzie miało bodźców do pozostania poza kartelem. Przy czym największe korzyści zostaną osiągnięte przez każde z przedsiębiorstw, gdy oprócz koordynacji wydatków na badania i rozwój oraz wielkości produkcji dobra finalnego w ramach pełnego kartelu w danej gałęzi, podejmą one również współpracę w formie wspólnego przedsięwzięcia (partnerstwa badawczego), które pozwoli na pełną internalizację efektów zewnętrznych. W konsekwencji należy przypuszczać, że niemal każde funkcjonujące na rynku porozumienie badawczo-rozwojowe niesie ze sobą wymierne ryzyko kartelizacji gałęzi. Rodzi to tym większe wyzwania regulacyjne dla stosownych organów państwowych.

2. Wariant kwadratowych funkcji kosztów produkcji

Podobnie jak w poprzednim śródtytułie rozpatrzmy przypadek, w którym oba przedsiębiorstwa podjęły współpracę w ramach kartelu na rynku produktu końcowego oraz dokonały koordynacji nakładów na badania i rozwój, czyli utworzyły pełny kartel w gałęzi. Tym razem jednak przedsiębiorstwa doświadczają rosnących krańcowych kosztów produkcji.

W przypadku kwadratowych kosztów produkcji przedsiębiorstwa maksymalizują łączny zysk w postaci:

$$\pi = (a - Q)Q - q_1^2 / (c + x_1 + \beta x_2) - q_2^2 / (c + x_2 + \beta x_1) - \gamma \frac{x_1^2}{2} - \gamma \frac{x_2^2}{2}. \quad (7)$$

W punkcie równowagi symetrycznej Nasha mamy: $x_1 = x_2 = \tilde{x}$, $q_1 = q_2 = \tilde{q}$ oraz $\tilde{\pi}_i = \frac{\pi}{2}$.

W ramach analizy Prokopa (2014) przedsiębiorstwa ustalają wielkości podaży przy danych nakładach na badania i rozwój zgodnie z warunkiem maksymalizacji zysków. Algebraiczne wyrażenia wartości podaży oraz zysków przedsiębiorstw, a także rynkowej ceny równowagi znajdują się w pracy Prokopa (2014). Ze względu na zastosowanie kwadratowych funkcji kosztów nie można znaleźć dokładnych postaci analitycznych rozwiązania, dlatego posłużono się metodami numerycznymi.

Na podstawie tabeli 4 możemy zauważyć, że w sytuacji pełnej kartelizacji gałęzi wartości wydatków na B+R zmieniają się w sposób monotoniczny. Najniższe poziomy wydatków na B+R możemy zaobserwować w przypadku braku efektów zewnętrznych inwestycji rozwojowych w gałęzi. Najwyższe wartości wydatków na B+R osiągane są w przypadku pełnej internalizacji efektów zewnętrznych w gałęzi.

W warunkach równowagi przy pełnej kartelizacji gałęzi większemu poziomowi wydatków na B+R towarzyszy też większa podaż dobra finalnego ze strony przedsiębiorstw (a także wyższy poziom osiąganych zysków). Wprawdzie to zwiększanie podaży dobra finalnego

proceeds to a reduction of the market equilibrium price, however, it should be emphasized that these prices are significantly higher than in the case of Stackelberg competition.

In the case of full cartelization of the branch, the maximum supply and maximum profits achieved are in the conditions of functioning of the research partnership (parameter β takes the value 1).

Tabela 4. Równowaga w przypadku pełnej kartelizacji gałęzi przy kwadratowej funkcji kosztów produkcji.

β	\tilde{x}	\tilde{q}	\tilde{p}	$\tilde{\pi}_i$
0,0	0,666056	19,2291	61,5417	917,09
0,1	0,680133	19,4399	61,1203	925,74
0,2	0,691130	19,6337	60,7326	933,92
0,3	0,699689	19,8124	60,3752	941,66
0,4	0,706302	19,9775	60,0449	948,99
0,5	0,711348	20,1305	59,7389	955,93
0,6	0,715125	20,2727	59,4547	962,49
0,7	0,717865	20,4050	59,1899	968,72
0,8	0,719755	20,5286	58,9428	974,63
0,9	0,720945	20,6443	58,7114	980,24
1,0	0,721553	20,7528	58,4944	985,58

Źródło: obliczenia własne.

Comparing the results of the analyses conducted in table 2 and in table 4, we can draw conclusions in the range of incentives to cartelization of the branch. When the benefits for a given enterprise obtained thanks to research undertaken by the rival are relatively small ($\beta < 0,6$), the Stackelberg leader decides to incur larger expenses on B+R than the cartel. A similar proposal can be drawn in the case of the follower of Stackelberg, but only for the value $\beta < 0,3$.

For high levels of external effects, investments in B+R made by each of the enterprises forming the cartel are higher than in the case of investments made by each of the enterprises participating in Stackelberg competition. It should be noted, however, that, despite the more effective way of production, the cartel sells the produced goods at significantly higher prices than the enterprises participating in Stackelberg competition. The action of the cartel leads to a reduction of consumer surplus.

It is also worth noting that, without regard to the level of external effects, investments in R&D in the branch are higher than in the case of the cartel and lower than in the case of Stackelberg competition. Maximum profits are observed in the conditions of functioning

partnerstwa badawczego w skartelizowanej gałęzi. W konsekwencji należy oczekiwać, że zacieśnianie współpracy przez przedsiębiorstwa na etapie B+R (również w przypadku kwadratowych funkcji kosztów produkcji) stwarza silne bodźce do uformowania kartelu na rynku produktu finalnego. Rodzi to istotne wyzwanie regulacyjne dla polityki antymonopolowej państwa.

V. Zakończenie

W niniejszej pracy pokazano, że zarówno w przypadku liniowych, jak i kwadratowych funkcji całkowitych kosztów produkcji ponoszonych przez przedsiębiorstwa zacieśnianie współpracy na etapie badawczo-rozwojowym zwiększa bodźce do utworzenia kartelu na rynku produktu końcowego. W konsekwencji należy przypuszczać, że pozioma współpraca badawczo-rozwojowa przedsiębiorstw niesie ze sobą wymierne ryzyko kartelizacji gałęzi. Rodzi to tym większe wyzwania regulacyjne dla stosownych organów państwowych. Kartelizacja gałęzi oznacza bowiem w ostatecznym rozrachunku niekorzystną sytuację dla nabywców dobra finalnego na danym rynku.

Naturalnym rozwinięciem analiz zaprezentowanych w niniejszej pracy wydaje się rozpatrzenie omówionej konkurencji Stackelberga w postaci dynamicznej (gry powtarzanej). Podobne, dynamiczne modele konkurencji i kooperacji przedsiębiorstw w zakresie B+R można znaleźć w literaturze przedmiotu. Yao i Zheng (2014) pokazują, że w kontekście dynamicznym (powtarzanej gry z nieskończonym horyzontem) współpraca badawczo-rozwojowa przedsiębiorstw (obejmująca jedynie koordynowanie decyzji o wartości wydatków na B+R) jest osiągalna dla wystarczająco „cierpliwych przedsiębiorstw” (w sensie wartości współczynnika dyskontowego), albo dla przedsiębiorstw, które tworzą kartel na rynku produktu końcowego. Jeżeli przedsiębiorstwa tworzą kartel na rynku dobra finalnego, współpraca badawczo-rozwojowa pomiędzy nimi jest osiągalna, nawet gdy te przedsiębiorstwa okazują się stosunkowo „mało cierpliwie”. Interesująca wydaje się odpowiedź na pytanie, czy powyższe wnioski znalazłaby zastosowanie także dla modelu konkurencji Stackelberga omówionej w niniejszej pracy.

Bibliografia

Beath, J., Katsoulacos, Y., Ulph, D. “Sequential product innovation and industry evolution.” *Economic Journal* 97 (1997): 32-43.

- Becker, W., Dietz, J. "R&D cooperation and innovation activities of firms – evidence for the German manufacturing industry." *Research Policy* 33 (2004): 209-223.
- Brander, J., Spencer, B. "Strategic commitment with R&D: the symmetric case." *Bell Journal of Economics* 14 (1983): 225-235.
- Camagni, R. "Inter-firm industrial network: The cost and benefits of cooperative behaviour." *Journal of Industry Studies* 1 (1993): 1-15.
- Cassiman, B. "Research joint ventures and optimal R&D policy with asymmetric information." *International Journal of Industrial Organization* 18 (2000): 283-314.
- d'Aspremont, C., Jacquemin, A. "Cooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spillovers." *American Economic Review* 78 (1988): 1133-1137.
- De Bondt, R., Veugelers, R. "Strategic Investment with spillovers." *European Journal of Political Economy* 7 (1991): 345-366.
- De Bondt, R., Slaets, P., Cassiman, B. "Spillovers and the number of rivals for maximum effective R&D." *International Journal of Industrial Organisation* 10 (1992): 35-54.
- Geroski, P. "Antitrust policy towards co-operative R&D ventures." *Oxford Review of Economic Policy* 9 (1993): 58-71.
- Geroski, P. "Do spillovers undermine the incentive to innovate?." [in:] Dowrick, S. *Economic approaches to innovation*. Aldershot (UK): Edward Elgar, 1995.
- Horvath, R. *Cooperation in Research and Development*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona, 2001.
- Kaiser, U. "An empirical test of models explaining research expenditures and research cooperation: evidence for the German service sector." *International Journal of Industrial Organization* 20 (2002): 747-774.
- Kamien, M., Muller, E., Zang, I. "Research Joint Ventures and R&D Cartels." *American Economic Review* 82 (1992): 1293-1306.
- Katz, M. "An Analysis of Cooperative Research and Development." *RAND Journal of Economics* 17 (1986): 527-543.
- Mansfield, E. "How rapidly does new industrial technology leak out?." *Journal of Industrial Economics* 34 (1985): 217-223.
- Motta, M. "Cooperative R&D and vertical product differentiation." *International Journal of Industrial Organization* 10 (1992): 643-661.
- Prokop, J., Karbowski, A. „Współpraca badawczo-rozwojowa przedsiębiorstw a kartelizacja gałęzi.” *Przegląd Zachodniopomorski* XXVIII (2013): 259-272.

- Prokop, J. “Research Joint Ventures and Cartelization of Industries.”
Procedia – Economics and Finance 14 (2014): 507-514.
- Spence, M. “Cost Reduction, Competition, and Industry Performance.” *Econometrica*,
52 (1984): 101-121.
- Suzumura, K. “Co-operative and non-cooperative R&D in oligopoly with spillovers.”
American Economic Review 82 (1992): 1307-1320.
- Tirole, J. *The Theory of Industrial Organization*. Cambridge: MIT Press, 1988.
- Vonortas, N. “Inter-firm co-operation in imperfectly appropriable research.”
International Journal of Industrial Organisation 12 (1994): 413-435.
- Yao, Z., Zheng, B. “R&D Cooperation between Impatient Rivals.” *Bulletin of
Economic Research*, in press, doi: 10.1111/boer.12037.