

Czynniki ciągłości komercjalizacji innowacji w okresie negatywnego szoku zewnętrznego. Przykład Polski

Anna Wziętek-Kubiak*, Marek Pęczkowski#

Nadesłany: 21 kwietnia 2018 r. Zaakceptowany: 3 grudnia 2018 r.

Streszczenie

Przedmiotem opracowania jest ciągłość procesu komercjalizacji innowacji w niekorzystnych warunkach makroekonomicznych. W opracowaniu identyfikujemy czynniki ciągłości procesu innowacji polskich przedsiębiorstw przetwórstwa przemysłowego, których aktywność innowacyjna i komercjalizacja innowacji, czyli realizacja produktów innowacyjnych na rynku, jest bardzo silnie wrażliwa na szoki zewnętrzne. Opracowanie dotyczy okresu pogorszenia warunków makroekonomicznych polskiej gospodarki (2008–2012). Towarzyszyło mu bardzo silne, a nierówne w czasie pogorszenie się aktywności innowacyjnej i komercjalizacji innowacji wspomnianych przedsiębiorstw. Po kryzysie innowacji w latach 2008–2010 nastąpił okres swego rodzaju pesymizmu innowacyjnego. Badamy, czy zasoby, które poprawiały prawdopodobieństwo wprowadzenia innowacji w okresie kryzysu innowacji, miały kluczowe znaczenie w komercjalizacji innowacji w latach pesymizmu innowacyjnego, a więc w procesie ciągłości innowacji w niekorzystnych warunkach makroekonomicznych.

Słowa kluczowe: innowacje przedsiębiorstw, komercjalizacja innowacji, kryzys innowacji, czynniki innowacji, zasoby innowacyjne

JEL: E32, O14, O31, O32

* Polska Akademia Nauk, Instytut Nauk Ekonomicznych.

Uniwersytet Warszawski, Wydział Nauk Ekonomicznych; e-mail: mpeczkowski@wne.uw.edu.pl.

1. Wstęp

Innowacje, choć są kluczowym czynnikiem rozwoju, to są przedsięwzięciem dalece ryzykownym. Ich kreacja, produkcja i komercjalizacja wymagają posiadania specyficznych zasobów, a realizacja na rynku napotyka na liczne bariery. Ich odczucie nasila się w niekorzystnych warunkach, np. negatywnego szoku zewnętrznego. Połączenie wysokiej ryzykowności innowacji z wrażliwością ich realizacji na zmiany na rynku przyczynia się do niestabilności wprowadzania produktów innowacyjnych na rynek, czyli ich komercjalizacji, szczególnie w okresie silnego pogorszenia się warunków makroekonomicznych.

Polska jest jednym z nielicznych krajów Unii Europejskiej, które w latach 2008–2012 odczuły skutki negatywnego szoku zewnętrznego, ale nie doświadczyły kryzysu gospodarczego. Jednakże stabilizacji wzrostu gospodarczego towarzyszył bardzo silny spadek działalności innowacyjnej przedsiębiorstw, wręcz kryzys innowacji. Przejawiał się on w zmniejszeniu stosowania i kreacji zasobów innowacyjnych i wprowadzania innowacji na rynek. W latach 2006–2008¹ udział przedsiębiorstw innowacyjnych² w ogólnej liczbie przedsiębiorstw przetwórstwa przemysłowego w Polsce (wskaźnik komercjalizacji innowacji) zmniejszył się o 2,3 punktu procentowego (z 23,7% do 21,4%)³. W kolejnych dwóch latach spadek ten był niemal dwukrotnie większy i sięgał 4,3 punktu procentowego (do 17,1% w 2010 r.), a do 2012 r. – o kolejne 0,6 punktu. Po kolejnych czterech latach (w 2016 r.) większość wskaźników działalności innowacyjnej przedsiębiorstw i jej wyników była niższa niż przed 2008 r. Luka między dynamiką wzrostu gospodarczego i komercjalizacji innowacji nie została zamknięta. Nasuwa to pytanie o czynniki, które zwiększały prawdopodobieństwo wprowadzenia innowacji na rynek przez przedsiębiorstwa w warunkach wpływu negatywnego szoku zewnętrznego.

Celem pracy jest identyfikacja i ocena wpływu czynników, czyli cech „twardych” przedsiębiorstw (ich wielkości i poziomu technologii dziedziny produkcji, w jakiej działają), zasobów innowacyjnych oraz warunków panujących na rynku, na ciągłość wprowadzenia innowacji na rynek w okresie negatywnego szoku zewnętrznego. Mamy na myśli czynniki, które zwiększały, zmniejszały lub nie wpływały na prawdopodobieństwo ciągłości komercjalizacji innowacji.

Praca dotyczy lat 2008–2012, czyli okresu dekonjunkury gospodarczej. Wykorzystano w niej podejście, sposób periodyzacji⁴ badanego okresu i dane statystyczne Europejskiego Badania Innowacji (*Community Innovation Survey*) realizowanego przez GUS i Urząd Statystyczny w Szczecinie⁵. Z jednej strony zakres badania i jego periodyzacji są zgodne z zasadami Podręcznika Oslo, wyznaczającego metodologię Europejskiego Badania Innowacji. Tym samym opracowanie dziedziczy słabości tej metodologii, przykładowo nakładanie się pierwszego i ostatniego roku dwóch kolejnych okresów. Jednakże z drugiej strony pod względem zakresu podmiotowego i przedmiotowego jest to najszersze badanie dotyczące działalności innowacyjnej przedsiębiorstw w Polsce. Prowadzone jest we wszystkich krajach OECD, a w Polsce obejmuje wszystkie przedsiębiorstwa innowacyjne. Stwarza to podstawę do porównań międzynarodowych.

Koncentrujemy się na analizie wpływu czynników innowacji na prawdopodobieństwo ciągłości wprowadzania innowacji na rynek pomiędzy dwoma podokresami dekonjunkury: latami 2008–2010 oraz 2010–2012. Wspomniane podokresy różniły się między sobą pod względem zachowania przed-

¹ Działalność innowacyjna przedsiębiorstw w latach 2012–2014, Warszawa 2015, Tabela s. 12.

² W rozumieniu Podręcznika Oslo. Zob. Podręcznik Oslo, 2008, s. 48.

³ Większość tego spadku przypada na lata 2007–2008.

⁴ Obejmuje ona okresy trzyletnie, w przypadku naszego badania lata 2008–2010 oraz 2010–2012.

⁵ Badania te publikowane są w postaci biuletynu *Działalność Innowacyjna Przedsiębiorstw*.

siębiorców, np. w zakresie percepcji ryzyka czy oczekiwań dotyczących stop zwrotu z inwestycji (Hoffmann, Post, Pennings 2013). Dalece też odmienna była dynamika zmian komercjalizacji innowacji, korzystania z zasobów innowacyjnych i odczucia zmian warunków rynkowych. W pierwszym okresie (lata 2008–2010) bardzo silnie zmniejszała się częstotliwość korzystania z zasobów innowacyjnych i wskaźniki komercjalizacji innowacji. W okresie drugim spadek wskaźnika korzystania z zasobów był znacząco mniejszy niż w okresie pierwszym, ale większy niż spadek wskaźnika komercjalizacji innowacji. W okresie drugim ilość firm, które wprowadziły innowacje na rynek, zmniejszyła się o 0,6 punktu procentowego (w pierwszym – o 4,3 punktu). W okresie drugim relatywnie niewielkiemu zmniejszeniu się wskaźnika komercjalizacji innowacji towarzyszył silny spadek wskaźnika korzystania z zasobów innowacyjnych, choć był to spadek mniejszy niż w okresie pierwszym. Rozbieżność między zmianami wskaźnika komercjalizacji innowacji a wskaźnika korzystania z zasobów na niekorzyść tego ostatniego sugeruje pesymistyczne widzenie przyszłości rozwoju rynku produktów innowacyjnych przez firmy. Skoro ciągłość kreacji i korzystania z zasobów innowacyjnych jest warunkiem akumulacji wiedzy oraz podstawą wprowadzenia innowacji na rynek w przyszłości, to zmniejszanie wskaźnika korzystania z zasobów innowacyjnych i inwestycji w te zasoby potwierdza wspomniany pesymizm. Zniechęcał on firmy do inwestowania w zasoby innowacyjne i korzystania z nich. Pierwszy okres określamy mianem kryzysu innowacyjnego, a drugi – pesymizmu innowacyjnego.

Przyjmując założenie paradygmatu ewolucyjnego oraz jego nurtów (teorii zasobów i wiedzy) o zróżnicowaniu wyposażenia i korzystania z zasobów innowacyjnych przez firmy oraz dziedziczeniu tych zasobów, zakładamy, iż zasoby stosowane w pierwszym okresie analizy (kryzysu innowacyjnego) służą komercjalizacji innowacji w następnym okresie. Pytamy, po pierwsze, które czynniki wpływające na komercjalizację innowacji w okresie kryzysu innowacji były istotne dla kontynuacji tego procesu w okresie pesymizmu innowacji. Interesuje nas proces ciągłości komercjalizacji innowacji, a nie jej zmienności w czasie. Po drugie, czy istotne czynniki innowacji wpływały na prawdopodobieństwo jej komercjalizacji w sposób podobny czy też odmienny (zróżnicowany)? Które z tych czynników miały silny wpływ, a których wpływ był relatywnie niewielki lub negatywny (zmniejszał badane prawdopodobieństwo)?

Przyjmujemy dwie główne hipotezy badawcze: (1) o zróżnicowanym wpływie czynników innowacji na ciągłość jej komercjalizacji w drugim okresie analizy oraz (2) o zróżnicowanej sile wpływu tych czynników na prawdopodobieństwo wprowadzenia innowacji na rynek. Ponieważ badanie dotyczy przeszłości, możemy zweryfikować poprawność wyboru modelu i dokonanych szacunków. Oceniając wiarygodność zastosowanych modeli szacujących wspomniane prawdopodobieństwo, sprawdzamy, czy i w jakim stopniu szacunki modelu wyjaśniały rzeczywistość. Tym samym w badaniu łączymy kwestie mikroekonomiczne i makroekonomiczne.

Praca składa się z czterech części. W pierwszej przedstawiamy jej podstawy teoretyczne. W drugiej stawiamy hipotezy badawcze. W części trzeciej charakteryzujemy badaną populację firm i zmiany w wykorzystaniu zasobów innowacyjnych. W czwartej części, stosując dwa podejścia, w których wykorzystujemy model regresji logistycznej, badamy, jakie czynniki, a zwłaszcza zasoby innowacyjne, stosowane w okresie kryzysu innowacyjnego, zwiększyły prawdopodobieństwo wprowadzenia innowacji na rynek w czasie pesymizmu innowacyjnego i jaka była trafność naszego przewidywania. Ona bowiem wyznacza wiarygodność badania.

Praca dotyczy czynników ciągłości wprowadzania innowacji na rynek w okresie dekonjunkury gospodarczej. W literaturze kwestia ciągłości innowacji wzbudza żywe zainteresowanie. Jednakże nie

znaleźliśmy prac, które pokazywałyby wpływ czynników innowacji stosowanych w pierwszej fazie kryzysu na efekty działalności innowacyjnej w fazie drugiej, a więc na ciągłość wprowadzania innowacji w okresie dekonjunktury gospodarczej. Koncentrując się na tym okresie, a więc na warunkach szczególnie niekorzystnych do wprowadzania produktów innowacyjnych na rynek, nasza analiza wnosi nowe elementy do dyskusji nad ciągłością procesów i komercjalizacji innowacji. Pośrednio odnosi się także do kwestii pozytywnego wpływu działalności innowacyjnej w okresie kryzysu na prawdopodobieństwo prowadzenia działalności innowacyjnej w okresie kolejnego kryzysu (Amore 2015).

2. Zarys teoretyczny

Podstawą teoretyczną opracowania są dwa główne nurty (zwane teoriami) paradygmatu ewolucyjnego: zasobowa (*resource based theory*) oraz teoria wiedzy (*knowledge based view of the firm*). Stanowią one, iż firmy są zróżnicowane, a u podstaw tego jest heterogeniczność wyposażenia w zasoby. Zdolność firm do tworzenia, rozwijania i stosowania specyficznych, wartościowych zasobów wyznacza zdolność do adaptacji do różnych warunków.

Choć teoria zasobowa koncentruje się na istocie firm (Lockett, Thompson, Morgenstern 2009), to głównym przedmiotem jej badania są zasoby, zwane też aktywami lub dynamicznymi zdolnościami (*capabilities, dynamic capabilities, competence*). Firmy są widziane z perspektywy zasobów, także wiedzy, w jakie są wyposażone, a nie działalności na rynku produktów. Zakłada się też, iż zasoby determinują wyniki ekonomiczne i samopodtrzymujące się przewagi konkurencyjne firm. Zróżnicowanie zasobów i ich zmiany odzwierciedlają podstawowe założenia paradygmatu ewolucyjnego: o heterogeniczności firm, ich zachowaniach na rynku i zdolności do przetrwania. Zasoby firm są wynikiem ich ścieżki historycznego rozwoju (*path-dependence*) oraz źródłem ich odmienności od konkurentów (Wernerfelt 1984). Wyróżniane i analizowane są różne rodzaje zasobów: materialne i niematerialne (np. rutyny, zdolności, doświadczenie), zasoby statyczne, które zużywają się w jakimś okresie czasu (Barney 1991), oraz dynamiczne (jak zdolności do uczenia się, prowadzenie badań naukowych), które z czasem stwarzają nowe możliwości rozwoju, a także zasoby finansowe i niefinansowe. Zasobem jest także wiedza, która przybiera różne postacie, przykładowo skodyfikowaną i nieskodyfikowaną (*tacit*) oraz uprzedmiotowioną (np. w maszynach) i nieuprzedmiotowioną (w kapitale ludzkim).

Zasoby wartościowe firm są efektem kreacji i akumulacji wiedzy rozumianej jako zdolności do świadomego i nieświadomego działania (Sveiby 1997). By działać, utrzymywać się na rynku i rozwijać, każdy podmiot musi w sposób ciągły przebudowywać własne zdolności (*capacity*). Ciągłość działania (*action*) jest podstawową cechą wiedzy. Stała kreacja wiedzy przez tworzenie zdolności do uczenia się (*learning capabilities*) ma charakter kumulatywny i jest warunkiem istnienia firm (Kogut, Zander 1992, s. 384). Ciągłość działania firm na rynku i ich ekspansja są uwarunkowane przez powiększanie się i restrykturyzację zasobów wiedzy (Malerba 1992), a więc także jej akumulację.

Budowanie potencjału wiedzy opiera się na dwóch procesach: absorpcji istniejącej, a zewnętrznej – wobec firmy – wiedzy oraz tworzeniu i rozwijaniu nowej wiedzy przez podmioty. To ma głównie miejsce w procesie identyfikacji problemu, przed jakim staje firma, znajdowania nowego rozwiązania o nowej wartości, czyli ciągłości procesu tworzenia, nabywania i rozwijania wiedzy. Zahamowanie lub zatrzymanie tego procesu negatywnie wpływa na rozwój firmy i prowadzi do pogorszenia się jej miejsca na rynku.

Według zasobowego ujęcia zasoby, w jakie firmy są wyposażone, powinny posiadać cztery, odmienne od innych firm, cechy (Barney 1991). Ta odmienność jest podstawą heterogeniczności firm. Po pierwsze, powinny być cenne, czyli służyć wykorzystaniu pojawiających się szans lub/i przyczyniać się do zneutralizowania zagrożeń płynących z otoczenia. Te mogą być efektem działania konkurentów lub/i pogarszania się warunków zewnętrznych wobec firmy, przykładowo makroekonomicznych. Zasoby mają więc kluczowe znaczenie w utrzymaniu się firm na rynku w negatywnych warunkach makroekonomicznych, przykładowo kryzysu. Po drugie, być rzadkie. Ich podaż powinna być ograniczona, a konkurenci mieć problemy z ich nabyciem. Po trzecie, trudne do skopiowania przez inne firmy. Po czwarte, nie powinny być łatwo zastępowalne przez inne zasoby, czyli być niesubstytucyjne. Ważne znaczenie ma też funkcjonalność zasobów, czyli to, w jaki sposób są wykorzystywane (Penrose 1959). To, jaką funkcję pełnią, jak są wykorzystywane i w jakim zakresie, wpływa na osiągnięcie samotrzymujących się przewag konkurencyjnych. Przykładowo, firma może nabyć nowe maszyny dla zwiększenia istniejących mocy produkcyjnych i produkcji lub w celu wprowadzania innowacji procesowych czy produktowych. W ten sposób może stworzyć nowy rynek lub wpływać na zmianę struktury rynku istniejącego.

Jednakże, jak zwraca uwagę Penrose (1959), w firmie zasoby, także wartościowe, nie są odizolowane od innych zasobów. Nie zdarza się, by firma odniosła sukces dzięki posiadaniu jednego zasobu. Jej zasoby przybierają postać trudnego do skopiowania zestawu (Barney 1991), który jest odmienny niż w innych firmach. Cechy zestawów zasobów i samych zasobów powinny być takie same: cenne, rzadkie, nie do kopiowania, niesubstytucyjne, czyli być komplementarne. Nie tylko rodzaj i cechy zasobów, ale także ich komplementarność wpływają na zmiany konkurencyjności firm. Potwierdza to Rumelt (1974, s. 557), wskazując, iż „pozycja konkurencyjna firmy jest określona przez zestaw, wiązkę unikalnych zasobów oraz ich powiązań”.

Z upływem czasu w następstwie aktywności, w tym innowacyjnej, oraz zmian warunków działania firm zmienia się zestaw zasobów, które są źródłem przewag konkurencyjnych. Powstają nowe zasoby i ich kombinacje, a także rozwijają się i zmieniają ich cechy. Zdolność do przejmowania nowych zasobów, „ucieczki” od historycznych uwarunkowań i „przestarzałych” zasobów (*path-dependence*) wpływa na miejsce firmy na rynku.

Ważnym warunkiem rozwoju zasobów (zwiększenia potencjału, poprawy jakości i kształtowania się nowych kombinacji) jest stałe ich wykorzystanie, nabywanie i rozwijanie, czyli ciągłość tego procesu. Zamrożenie czy zmniejszenie wykorzystywania zasobów, przykładowo pod wpływem niekorzystnych warunków zewnętrznych, przekłada się na zmniejszenie się ich ilości, jakości, w tym nowoczesności i specyfiki względem konkurencji. Pozbawia więc zasoby najważniejszych cech i powoduje zmniejszenie się zdolności do tworzenia i komercjalizacji innowacji oraz utrzymania przewag konkurencyjnych.

Jako dziedzictwo przeszłości zasoby, w jakie firmy są wyposażone, są zróżnicowane, czyli odmienne od konkurentów. Przekłada się to na zróżnicowanie poziomu innowacyjności (nowoczesności) produktów, zdolności do tworzenia nowych produktów, ich sprzedaży i ekspansji na rynku. Im więcej zasobów innowacyjnych wykorzystuje firma, tym częściej wprowadza na rynek produkty innowacyjne i tym wyższy jest ich poziom innowacyjności. Stała akumulacja wiedzy: wzbogacenie jej zasobów i jakości, a więc ciągłość tych procesów, jest kluczowym warunkiem utrzymania się i zdobywania przewag na rynku. Osłabienie lub zatrzymanie działalności innowacyjnej w następstwie, przykładowo, pogorszenia się warunków działania firm przekłada się na pogorszenie się zdolności do akumulacji wiedzy, a w konsekwencji zmniejszają się zdolności do komercjalizacji innowacji w dłuższym okresie czasu.

3. Hipotezy badawcze

Podstawowe założenia ewolucyjnego paradygmatu dotyczące heterogeniczności firm i ich zasobów rozwijane były w wielu kierunkach. Przykładowo, z czasem zaczęto uwzględniać różnice między posiadaniem a korzystaniem z zasobów (Mahoney, Pandain 1992, s. 365; Henderson, Cockburn 1994). Dostrzeżono, iż zmianom warunków rynkowych towarzyszy dostosowywanie nie tylko wyposażenia, ale i korzystania z zasobów (Eisenhardt, Martin 2000, s. 1107), a więc struktury zasobów i ich znaczenia dla komercjalizacji innowacji. Weryfikowały to badania empiryczne (Newbert 2009).

Aktywność innowacyjna jest działaniem dalece niepewnym i ryzykownym. W okresie dekonjunktury gospodarczej rośnie awersja podmiotów do podejmowania ryzyka. Maleje więc gotowość do podejmowania inwestycji w nowe rodzaje działalności. Towarzyszy temu zmiana zakresu korzystania z zasobów, zwłaszcza innowacyjnych. Firmy koncentrują się na korzystaniu tylko z części tych zasobów. Pierwsza postawiona hipoteza brzmi:

H1. W warunkach negatywnego szoku zewnętrznego tylko część wykorzystywanych przez firmy zasobów innowacyjnych jest istotna dla ciągłości wprowadzania innowacji na rynek.

Z drugiej strony we wspomnianym okresie siła wpływu różnych czynników na ciągłość wprowadzania innowacji na rynek nie jest taka sama. Wykorzystując wyniki badań (zob. dalej) nad wpływem różnych czynników na wprowadzanie innowacji na rynek, stawiamy hipotezę:

H2. O zróżnicowanej sile wpływu różnych istotnych czynników, w tym zasobów innowacyjnych, na ciągłość wprowadzania innowacji na rynek w badanym okresie. Wpływ jednych czynników był znaczący, a innych – relatywnie niewielki.

W schumpeterowskim modelu cyklu koniunkturalnego i wzrostu kryzysowi gospodarstwu towarzyszy „oczyszczanie” rynku z firm nieefektywnych i pobudzanie wprowadzania innowacji, zwłaszcza przez nowe (Mark I) lub duże podmioty (Mark II). Warunkiem realizacji też Schumpetera jest możliwość korzystania przez firmy ze środków finansowych: ich posiadanie lub dostępność. A w okresie dekonjunktury, gdy maleją zyski firm, pogarszają się ich możliwości finansowania inwestycji, zwłaszcza w innowacje. Towarzyszy temu pogarszanie się możliwości uzyskania finansowania zewnętrznego na cele innowacyjne. Wynika to z niepewności uzyskania zwrotu z tych inwestycji oraz z asymetrii informacji dotyczącej produktów innowacyjnych, które dopiero mają powstać. Obniża to gotowość firm do wykorzystania środków finansowych na cele innowacyjne, a instytucji finansowych do udostępnienia takich środków. A cechą działalności innowacyjnej jest jej silne uzależnienie od dostępności do środków finansowych (Beck, Demircuc-Kunt 2006). Stąd w okresie kryzysu gospodarczego firmy, które są w niekorzystnej sytuacji finansowej, częściej dokonują cięć wydatków na innowacje niż te, które nie mają problemów finansowych (Cambello i in. 2009). Strukturalne problemy finansowe ograniczające dostęp firm innowacyjnych do środków finansów są pogłębione przez finansowe efekty koniunkturalne (Lee, Sameen, Cowling 2015). Posiadanie płynności i łatwy dostęp do zewnętrznych środków finansowych korygują sposób wpływ kryzysu na ciągłość działalności innowacyjnej i komercjalizowania innowacji (O’Sullivan 2005). Wyniki badań sugerują hipotezę

H2a. O silnym wpływie sytuacji finansowej firm: wewnętrznej i dostępności do środków zewnętrznych, na ciągłość wprowadzania innowacji na rynek w okresie dekonjunktury gospodarczej.

Źródłem środków finansowych może być pomoc państwa. Jednakże wyniki badań nad jej efektywnością są zróżnicowane. Hud i Hussinger (2015) wskazują na niewielką efektywność subsydiów w B+R niemieckich przedsiębiorstw w okresie kryzysu względem okresu przed- i pokryzysowego. Z kolei firmy

Ameryki Łacińskiej korzystające ze wsparcia publicznego w kryzysie cechowały się niższą skłonnością do zmniejszenia inwestycji w innowacje niż firmy niekorzystające z takiego wsparcia (Paunov 2012). Wyniki badań empirycznych nasuwają hipotezę o:

H2b. Wspierającym wpływie pomocy publicznej na ciągłość wprowadzania innowacji na rynek w okresie dekoniunktury gospodarczej.

Czynnikiem, który ma ważne znaczenie dla akumulacji wiedzy, są prace badawczo-rozwojowe (B+R). Łącząc dwa sposoby akumulacji wiedzy: zdolności do wykorzystania wiedzy zewnętrznej (absorpcyjna) oraz tworzenie nowej wiedzy (kreatywna), są szczególnym rodzajem zasobu innowacyjnego. Jest to bardzo ryzykowny rodzaj działalności. Z reguły nie jest wiadomo, czy i kiedy prowadzone B+R przełożą się na powstanie nowego produktu, który znajdzie nabywców na rynku. Wpływ B+R na działalność innowacyjną i jej wyniki jest uzależniony od działania dodatkowych czynników (zob. przegląd literatury INNO-Grips 2011), zwłaszcza finansowych, współpracy z innymi podmiotami, cech firm, ich wielkości i form własności (Beneito, Rochina-Barrachina, Sanchis-Llopis 2015). Gdy firma natrafia na ograniczenia kredytowe, jej wydatki na B+R maleją (Aghion i in. 2008). Uzyskanie kredytu zwiększa prawdopodobieństwo prowadzenia B+R w czasie kryzysu i ciągłości komercjalizacji innowacji. Analizy empiryczne nad wpływem B+R na prawdopodobieństwo kontynuacji komercjalizacji innowacji w okresie niekorzystnych warunków makroekonomicznych sugerują hipotezę, iż:

H2c. Prowadzenie w okresie dekoniunktury badań naukowych przez firmy zwiększa prawdopodobieństwo wprowadzenia innowacji na rynek.

Do zasobów innowacyjnych, które neutralizowały negatywny wpływ kryzysu na ciągłość komercjalizacji innowacji, zaliczane są: kapitał ludzki i innowacje organizacyjne w postaci kapitału strukturalnego (np. procedury organizacyjne), zmiany w zarządzaniu zasobami ludzkimi (Lai i in. 2016) oraz dostęp do wiedzy płynącej z powiązań z innymi podmiotami (Nunes, Lopes 2013). Wyniki tych badań nasuwają hipotezę o:

H2d. Pozytywnym wpływie wyposażenia firm w kapitał ludzki, strukturalny oraz powiązań z innymi podmiotami na prawdopodobieństwo ciągłości komercjalizacji innowacji.

Negatywne szoki zewnętrzne odmiennie wpływają na rozmiary i częstotliwość wykorzystania zasobów innowacyjnych w firmach działających w różnych dziedzinach gospodarki, zwłaszcza różniących się tempem postępu technicznego i poziomem technologii, w tym różniących się wielkością i rodzajami wykorzystywanych zasobów wiedzy, np. prowadzących lub nieprowadzących B+R (zob. Sempere-Ripoll, Hervás-Oliver 2014). Poziom technologii produkcji, dynamika postępu technicznego i naukochłonność produkcji wpływają na charakter zmian aktywności innowacyjnej. W okresie pogorszenia koniunktury wydatki na B+R oraz komercjalizacja innowacji silniej są ograniczane w gałęziach o wyższej technologii i szybszym postępie technicznym, gdzie popyt szybko dostosowuje się do wprowadzonych innowacji, większe są możliwości imitacji produktu, a słabsza jest ochrona wartości intelektualnych. Wykorzystując dostępne wyniki analiz, stawiamy hipotezę, iż:

H2e. Prawdopodobieństwo ciągłości wprowadzania innowacji na rynek jest większe w dziedzinach o niższym niż wyższym poziomie technologii.

Ponieważ innowacje to proces ewolucyjny oparty na akumulacji wiedzy, w różnych firmach pod względem wielkości inne są bariery innowacji. Duże i średnie firmy mają znacząco większe zdolności do prowadzenia działalności innowacyjnej i komercjalizacji innowacji niż firmy małe. Te z kolei mają mniejsze zdolności do rekonfiguracji zasobów, kompetencji (Teece, Pisano, Shuen 1997; Kogut, Zander 1992), które wyznaczają zdolności do wprowadzania innowacji (Hewitt-Dundas 2006; Martinsson, Lööf

2009; Lai i in. 2016; Hud, Rammer 2015), zwłaszcza w okresie dekonjunkury. W obliczu niekorzystnych warunków rynkowych firmy małe wykazują się mniejszymi zdolnościami do rekonfiguracji zasobów i kompetencji, czyli zdolności „dynamicznych” (Teece, Pisano, Shuen 1997) lub połączonych (*combinative capabilities*) (Kogut, Zander 1992). Rekonfiguracja ta wyznacza zdolności do wprowadzenia innowacji na rynek. Skoro innowacje to proces ewolucyjny, oparty na akumulacji wiedzy, to jej poziom wpływa na zdolności do wprowadzenia innowacji i ich bariery. Wielkość firm wpływa także na ich zdolności do otrzymywania środków zewnętrznych, zwłaszcza w okresie pogarszania warunków makro (Freel 2007; Basile, de Nardis, Pappalardo 2014). Nasuwa się hipoteza, iż:

H2f. W okresie dekonjunkury prawdopodobieństwo wprowadzenia innowacji na rynek i ciągłości tego procesu dużych i średniej wielkości firm jest większe niż firm małych.

W okresie turbulencji gospodarczych względem dobrej koniunktury zmienia się wpływ różnych form innowacji na wyniki ekonomiczne firm. Firmy wprowadzające innowacje produktowe są bardziej odporne na kryzys niż wprowadzające innowacje procesowe (Dachs i in. 2016). W okresie dobrej koniunktury innowacje produktowe wspierają wzrost zatrudnienia, produkcji i eksportu. W czasie kryzysu innowacje procesowe powodują spadek zatrudnienia i restrukturyzację firm. W tym ostatnim okresie ważne znaczenie mają także innowacje marketingowe. Przyczyniają się one do przesunięcia popytu konsumentów z segmentu mniej do bardziej elastycznego (Naidoo 2010) i wspierają ciągłość wprowadzenia innowacji na rynek. Uwagi te sugerują, iż:

H2g. Stosowane przez firmy formy innowacji mają odmienny wpływ na ciągłość wprowadzania innowacji na rynek. Innowacje produktowe, marketingowe i organizacyjne zwiększają prawdopodobieństwo wprowadzania innowacji na rynek.

Przeprowadzone badanie dotyczyło przeszłości. Stwarza to możliwość zweryfikowania poprawności wyboru modelu i dokonanych szacunków. Stawiamy hipotezę:

H3. O wysokiej wiarygodności dokonanych przez nas szacunków.

4. Charakterystyka próby oraz częstotliwość korzystania z zasobów innowacyjnych przez badane przedsiębiorstwa

W opracowaniu zajmujemy się działalnością innowacyjną przedsiębiorstw w liczbie 1533, które w długim okresie czasu (lata 2004–2014) brały udział w europejskim badaniu działalności innowacyjnej⁶, były innowacyjne i skomercjalizowały wprowadzone innowacje produktowe, procesowe lub oba ich rodzaje co najmniej w trzech na pięć badanych przez GUS okresach⁷. Na tle wszystkich firm w Polsce wybrane przez nas cechowały się dosyć długim okresem komercjalizacji innowacji, a więc zakumulowały znaczące zasoby wiedzy.

Badane są lata 2008–2012, które podzielone zostały na dwa podokresy. Pierwszy (lata 2008–2010) określiliśmy mianem okresu kryzysu innowacyjnego, a następujący po nim okres (lata 2010–2012) – pesymizmu innowacyjnego. Nie uwzględniliśmy firm nieodpornych na recesję, które w omawianym okresie nie wprowadziły na rynek ani innowacji produktowych, ani procesowych. Nie są one przedmiotem badania GUS.

⁶ Badania takie prowadzone były w latach 2004–2006, 2006–2008, 2008–2010, 2010–2012, 2012–2014.

⁷ Ibidem.

Tabela 1

Charakterystyka badanej populacji przedsiębiorstw innowacyjnych (w %)

	Wielkość			Poziom technologii			
	małe	średnie	duże	wysoki	średnio-wysoki	średnio-niski	niski
Udział przedsiębiorstw danej grupy w ogólnej liczbie przedsiębiorstw	2,7	59,2	38,1	5,3	43,8	12,1	38,7

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych US w Szczecinie.

Zbudowany panel przedsiębiorstw jest dalece zróżnicowany (zob. tabela 1). Relatywnie najwięcej było przedsiębiorstw średniej wielkości i dużych. Niewielki udział firm małych w dużym stopniu wynikał z faktu, iż otrzymane dane nie były wazone. Skoro jednak według GUS udział małych firm w nakładach na innowacje i w sprzedaży produktów innowacyjnych był niewielki (poniżej 8%), to wydaje się, iż zasoby innowacyjne tej ostatniej grupy firm nie miały silnego wpływu na innowacyjne zasoby badanej populacji.

Najwięcej przedsiębiorstw działało w dziedzinach (wg klasyfikacji z 2008 r. Eurostatu i Wspólnotowego Centrum Badawczego Komisji Europejskiej) średniowysokiej i niskiej technologii, a najmniej – wysokiej i średnioniskiej technologii. Większość firm była prywatna, a ponad 40% należało do grupy kapitałowej.

Zróżnicowaniu wykorzystania zasobów innowacyjnych przez badane firmy towarzyszyło zróżnicowanie intensywności innowacyjnej eksportu i sprzedaży. 24,3% liczby firm nie sprzedawało i nie eksportowało produktów innowacyjnych (wprowadzały tylko innowacje procesowe). Jednakże w blisko 29% firm eksport tych produktów przekroczył 20% eksportu ogółem, a w 1/3 firm sprzedaż produktów innowacyjnych w sprzedaży ogółem przekroczyła 20%.

Tabela 2

Struktura czynników innowacji oraz częstotliwość ich wykorzystania* w latach 2008–2012 (w %)

Lp.	Kategoria	Skróty zmiennych	2008–2010	2010–2012
1	Innowacje produktowe	in_prod	76,0	71,9
2	Innowacje procesowe	in_proc	68,7	64,9
3	Innowacje organizacyjne	in_org	45,4	43,4
4	Innowacje marketingowe	in_market	41,9	40,7
5	Wykształcenie wyższe (% zatrudnionych)	wykwy	19,3	20,8
6	Opracowanie i adaptacja produktów przez firmę	oprac_prod_wasze	62,3	60,9
7	Opracowanie i adaptacja procesów przez firmę	oprac_proc_wasze	46,7	44,6

8	Wewnętrzne B+R – ciągle	brciągle	22,5	24,8
9	Wewnętrzne B+R – dorywcze	brdoryw	21,7	16,7
10	Szkolenie personelu	szkolenie	53,5	46,5
11	Marketing nowych produktów	marketing	42,1	38,1
12	Zmiana i projektowanie nowych produktów	projekty	45,3	42,5
13	Wewnętrzne wydatki na innowacje	nakladywlasne	76,3	72,5
14	Wewnętrzne źródła informacji	zrodlawewn	75,0	72,0
15	Opracowywanie produktów z krajowymi firmami i jednostkami naukowymi	oprac_prod_naukkraj	18,2	17,7
16	Opracowywanie procesów z krajowymi firmami i jednostkami naukowymi	oprac_proc_naukkraj	16,8	15,4
17	Opracowywanie produktów z zagranicznymi firmami i jednostkami naukowymi	oprac_prod_naukzagr	10,5	8,5
18	Opracowywanie procesów z zagranicznymi firmami i jednostkami naukowymi	oprac_proc_naukzagr	9,2	7,7
19	Zewnętrzne nakłady na B+R	nakladybr	27,1	26,5
20	Nabycie maszyn i oprogramowania	maszyny_progr	75,6	68,9
21	Nabycie wiedzy	wiedza	22,9	18,1
22	Nakłady zewnętrzne na innowacje	nakladyinnow	19,8	20,3
23	Publiczne wsparcie działalności innowacyjnej	wspacie	20,4	22,2
24	Informacja od innych firm grupy	dzrodb	23,7	22,2
25	Informacja od dostawców	dzrodc	55,0	53,0
26	Informacja od klientów	dzrodd	54,2	38,7
27	Informacja od konkurentów	dzrode	39,6	32,0
28	Informacja naukowa	dzrodf_j	33,7	32,7
29	Informacja ze źródeł publicznych	dzrodk_m	61,2	56,4
30	Zakup licencji	ochrona_licencje	11,7	7,5
31	Zakup środków automatyzacji	ochrona_automat	13,8	15,7
32	Zakup usług konsultingowych	ochrona_konsult	14,2	10,4
33	Brak wykwalifikowanego personelu	bariery1	68,3	72,7
34	Brak środków finansowych w firmie	bariery2	41,1	52,0
35	Trudności w znalezieniu współpracowników	bariery3	69,1	44,9
36	Brak środków finansowych poza firmą	bariery4	50,1	61,2
37	Niepewny/brak popytu	bariery5	79,3	38,0
38	Niekorzystne warunki rynkowe	bariery6	54,5	13,4

* Jako relacja przedsiębiorstw wykorzystujących daną kategorię struktury czynnika innowacji do ogólnej liczby badanych przedsiębiorstw.

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych US w Szczecinie.

W badaniu uwzględniono 32 rodzaje zasobów innowacyjnych (zob. tabela 3). Część była w posiadaniu firmy (wewnętrzne), a do części miały dostęp inne przedsiębiorstwa (zewnętrzne). Zasoby przybierały postać finansową i pozafinansową oraz uprzedmiotowioną (np. maszyny) i nieuprzedmiotowioną (informacja). Postać binarna otrzymanych danych pozwala na wskazanie, jakie zasoby najczęściej wykorzystywano, a z jakich rezygnowano.

Wśród czterech form innowacji najczęściej wprowadzano produktowe (76% w okresie kryzysu innowacyjnego i 72% w okresie pesymizmu), procesowe (odpowiednio 69% i 65%), a relatywnie rzadziej innowacje organizacyjne (43% i 43%) oraz marketingowe (42% i 41%).

W obu okresach dalece zróżnicowana była częstotliwość wykorzystywania i nabywania zasobów innowacyjnych. Relatywnie niewiele było zasobów, które wykorzystywała większość przedsiębiorstw (tabela 2). Największa część firm nabywała maszyny i urządzenia (76% i 69% liczby firm), finansowała działalność innowacyjną ze środków własnych (76% i 62%), wykorzystywała informacje wewnętrzne (75% i 72%), samodzielnie opracowywała innowacyjne produkty (62% i 61%), wykorzystywała – jako źródła informacji o innowacjach – udział w konferencjach, czytanie czasopism zawodowych (61% i 56%), kontaktowała się z dostawcami (55% i 53%), klientami (54% i 39%) oraz szkoliła pracowników (53% i 47%). Choć w badanym zestawie zasobów innowacyjnych najwięcej było zasobów zewnętrznych, to największa część firm korzystała z własnych zasobów.

Bariery innowacji odczuwała znacząca (od 40% do 80%) liczba przedsiębiorstw. Najczęściej odczuwano niekorzystne warunki rynkowe, w tym niepewny popyt, trudności w znalezieniu partnerów do współpracy, brak wykwalifikowanego personelu, niedobór środków finansowych. W badanym okresie zwiększył się odsetek firm odczuwających brak wykwalifikowanego personelu i środków finansowych w przedsiębiorstwie, a zmniejszył odczuwających brak popytu i trudności w znalezieniu partnerów do współpracy. Można to interpretować jako wyraz narastającego pesymizmu przedsiębiorstw w zakresie możliwości znalezienia nowych źródeł popytu i partnerów do współpracy.

W obu okresach przy opracowywaniu innowacji stosunkowo rzadko (mniej 20% liczby badanych przedsiębiorstw) korzystano z zasobów zewnętrznych, zwłaszcza ze współpracy w zakresie innowacji z zagranicznymi przedsiębiorstwami i instytucjami, kupowano licencje, środki automatyzacji, usługi konsultingowe oraz współpracowano z innymi podmiotami. Najsilniej rezygnowano z korzystania z informacji od klientów (spadek o 16 pkt proc.) i konkurentów, z nabywania maszyn i oprogramowania, szkolenia personelu, dorywczego prowadzenia badań naukowych, wykorzystania konferencji i czasopism jako źródła wiedzy.

Z drugiej strony bardzo silnie zmniejszyła się częstotliwość odczucia bariery braku popytu i niekorzystnych warunków popytowych (o 41pkt proc.), trudności w znalezieniu partnerów do współpracy, niedoboru środków finansowych firmie i w otoczeniu. Nie zmieniła się natomiast częstotliwość wykorzystania zewnętrznych źródeł finansowych, współpracy z innymi podmiotami przy opracowaniu produktów, wsparcia publicznego na działalność innowacyjną, wprowadzania innowacji marketingowych, opracowania produktu przez przedsiębiorstwo, a procesów we współpracy z innymi podmiotami, nakłady na B+R oraz nabywanie informacji od firm konsultingowych.

Badania prowadzone w ramach europejskiego badania innowacji koncentrują się na zasobach wewnętrznych. Ich liczba jest blisko dwukrotnie większa niż zasobów wewnętrznych. Jednakże w badanym okresie silnie zmniejszył się odsetek firm, które korzystały z zasobów zewnętrznych niż wewnętrznych. Sugeruje to, iż kryzysowi innowacji towarzyszyła silniejsza koncentracja firm na wykorzystaniu zasobów wewnętrznych.

5. Metodyka badania i wyniki

Celem modelowania jest próba określenia zdolności czynników, zwłaszcza zasobów innowacyjnych, do generowania komercjalizacji innowacji, czyli wprowadzenia produktów innowacyjnych na rynek. Na podstawie danych dotyczących tworzenia i wykorzystania zasobów innowacyjnych w okresie tzw. kryzysu innowacji w latach 2008–2010 zmierzamy do wyznaczenia prawdopodobieństwa wprowadzenia produktów innowacyjnych na rynek w następnym okresie, czyli w okresie tzw. pesymizmu innowacyjnego, obejmującego lata 2010–2012. Innymi słowy chcemy zidentyfikować te czynniki innowacji, które wpływają na ciągłość komercjalizacji innowacji pomiędzy okresem kryzysu innowacji a pesymizmu innowacyjnego, tzn. w warunkach dekonunktury gospodarczej. Modelowanie ma zweryfikować trzy postawione hipotezy: (1) o heterogeniczności, selektywności wpływu czynników, zwłaszcza zasobów innowacyjnych, na prawdopodobieństwo komercjalizacji innowacji, (2) o zróżnicowanej sile tego wpływu oraz (3) o wysokiej wiarygodności wybranej metody badawczej i jej wyników.

Zmierzamy do identyfikacji czynników innowacji, które wywierały największy wpływ na ciągłość komercjalizacji innowacji w niekorzystnych warunkach rynkowych.

W pracy wykorzystaliśmy 40 zmiennych. Odzwierciedlają one 32 zasoby innowacyjne wykorzystywane przy opracowaniu innowacji i wprowadzeniu ich na rynek, cztery formy innowacji, dwie twarde cechy firm oraz niekorzystne warunki rynkowe i brak popytu. Dla identyfikacji czynników innowacji, które w badanym okresie zapewniają ciągłość komercjalizacji innowacji, zastosowaliśmy dwa podejścia, a w obu wykorzystaliśmy model regresji logistycznej. Ponieważ ilość zmiennych była bardzo duża, w pierwszym podejściu zastosowaliśmy metodę tworzenia skupień zmiennych, ich grupowania, w tym wyboru zmiennych najbardziej reprezentatywnych dla skupień. W modelu predykcyjnym regresji wykorzystywaliśmy reprezentantów wspomnianych skupień. W drugim podejściu wykorzystaliśmy nie tylko wszystkie, podane w tabeli 3, zmienne. Uwzględniliśmy także zmienne dotyczące wielkości firm oraz poziomu zaawansowania technologii dziedzin produkcji. Wspomniane dwa podejścia porównujemy i oceniamy ich zdolność do predykcji czynników, które zwiększają prawdopodobieństwo komercjalizacji innowacji we wspomnianym okresie.

Tworzone modele stosują dane o korzystaniu z zasobów w okresie kryzysu innowacji (pierwszy okres analizy). Ponieważ wiemy, czy dana firma w rzeczywistości była innowacyjna w okresie pesymizmu innowacyjnego, czyli w drugim okresie badania, możemy oszacować skuteczność zastosowanych metod predykcyjnych.

5.1. Tworzenie skupień zmiennych

W modelu predykcyjnym regresji nie powinno być zbyt dużo zmiennych objaśniających. Część z nich wprowadza redundancję informacji, opisując te same lub zbliżone właściwości obiektów. Utrudnia to prowadzenie analizy danych, np. wykrycie współzależności, która może zachodzić między zmiennymi objaśniającymi a zmienną objaśnianą w budowanym modelu.

Powszechnie stosowaną metodą redukcji zmiennych jest analiza czynnikowa i metoda głównych składowych. Oryginalne zmienne są zastępowane przez składowe będące nieskorelowanymi kombinacjami liniowymi pierwotnych zmiennych. Składowe są uporządkowane według ich znaczenia i do modelu może być wzięte k początkowych składowych.

Alternatywną metodą redukcji zmiennych jest skupianie zmiennych (*variable clustering*). Jest to metoda opracowana oryginalnie przez SAS Institute i dostępna np. w programie SAS Enterprise Miner. Jest to metoda grupowania podobna do analizy skupień z tą różnicą, że tutaj są grupowane zmienne, a nie obiekty. W wyniku powstają składowe będące kombinacjami liniowymi zmiennych oryginalnych. W odróżnieniu od metody głównych składowych, w której uzyskane składowe są kombinacjami liniowymi wszystkich rozważanych zmiennych, w metodzie *variable clustering*, poszczególne składowe są kombinacjami liniowymi tylko niektórych spośród rozważanych zmiennych. Skupienia zmiennych otrzymane w wyniku zastosowania algorytmu mogą być traktowane jako kombinacje liniowe zmiennych występujących w skupieniu. Każda taka liniowa kombinacja zmiennych jest pierwszą główną składową skupienia.

Przypisanie zmiennych do poszczególnych składowych jest rozłączne, zatem dokonuje się podziału zmiennych na rozłączne grupy. Podobnie jak w analizie głównych składowych (PCA) pierwsza główna składowa jest średnią ważoną zmiennych z tak dobranymi wagami, aby wyjaśnić możliwie najwięcej wariacji.

Jednak w odróżnieniu od metody PCA tutaj rozważane składowe mogą być ze sobą skorelowane. W zwykłej metodzie głównych składowych kolejne komponenty (pierwsza, druga składowa itd.) są budowane na podstawie tego samego zbioru zmiennych. W procedurze *variable clustering* bierzemy pod uwagę tylko pierwsze składowe główne, ale każda z nich jest budowana na podstawie innych zmiennych. Dla zbudowania skupień, podobnie jak w analizie głównych składowych, jest wykorzystywana macierz korelacji lub macierz kowariancji zmiennych.

Algorytm skupiania zmiennych szuka takiego podziału zmiennych, aby maksymalizować wariację, która jest wyjaśniona przez komponenty skupień, zsumowaną po wszystkich skupieniach. Na ogół wszystkie komponenty skupień wyjaśniają mniej wariacji wszystkich rozważanych zmiennych niż taka sama liczba głównych składowych wyodrębnionych przez PCA na podstawie wszystkich zmiennych. Jednak komponenty skupień mają łatwiejszą interpretację.

Metoda grupowania zmiennych jest podziałowa. Algorytm może być hierarchiczny albo niehierarchiczny. Najpierw wszystkie zmienne tworzą jedno skupienie. W kolejnych krokach wybierane jest skupienie, które będzie dzielone na dwa skupienia. Kryterium wyboru jest albo najmniejszy udział wyjaśnionej zmienności przez komponenty skupienia, albo największa wartość własna odpowiadająca drugiej składowej głównej skupienia. Określone jest kryterium stopu, decydujące o tym, kiedy zakończyć proces podziału. Może być to osiągnięcie przyjętej maksymalnej liczby skupień, wartość własna odpowiadająca drugiej składowej głównej lub osiągnięcie zadanego udziału wyjaśnionej wariacji. Uwzględniliśmy 38 zmiennych (tabela 2, bez *in_prod* i *in_proc*). Przy zastosowaniu domyślnego kryterium, że wartości własne muszą być większe od 1, uzyskaliśmy podział zmiennych na 10 grup, czyli 10 składowych zmiennych. Zmienne należące do poszczególnych składowych są pokazane w tabeli 3.

Jako najlepsze zmienne w skupieniach (*best variables*) przyjmuje się takie zmienne w skupieniach, które mają najmniejszą wartość parametru R_r^2 .

W przypadku dobrego skupiania kwadrat współczynnika korelacji zmiennej ze swoją główną składową R_G^2 powinien być duży. O dobrym wyodrębnieniu grup zmiennych świadczy też małe skorelowanie zmiennych z komponentami innych grup, zatem wartość R_I^2 powinna być mała. Z tego wynika, że małe wartości ilorazu R_r^2 świadczą o dobrym grupowaniu. Zmienna o najmniejszej wartości ilorazu jest wysoko skorelowana z komponentem swojej grupy i mało skorelowana z komponentami innych grup. Dlatego zostaje wybrana jako najlepszy reprezentant swojej grupy.

Tabela 3

Otrzymane skupienia i zmienne wchodzące w ich skład

Skupienie/zmienna	Kategoria	R_G^2	R_I^2	R_R^2
CLUS1	Skupienie 1 (działania marketingowe)	1,00	0,22	0,00
MARKETING	Marketing nowych produktów	0,66	0,15	0,40
PROJEKTY	Zmiana i projektowanie nowych produktów	0,59	0,18	0,50
IN_MARKET	Innowacje marketingowe	0,41	0,08	0,64
OPRAC_PROD_WASZE	Opracowanie i adaptacja produktów przez firmę	0,40	0,13	0,68
BRDORYW	Wewnętrzne B+R - dorywcze	0,09	0,02	0,93
CLUS2	Skupienie 2 (niekorzystne warunki rynkowe)	1,00	0,10	0,00
BARIERY3	Trudności znalezienia współpracowników	0,54	0,04	0,48
BARIERY5	Niepewny popyt lub brak popytu	0,46	0,03	0,55
BARIERY6	Niekorzystne warunki rynkowe	0,44	0,07	0,60
BARIERY1	Brak wykwalifikowanego personelu	0,40	0,06	0,64
CLUS3	Skupienie 3 (środki finansowe)	1,00	0,08	0,00
NAKLADYINNOW	Nakłady zewnętrzne na innowacje	0,75	0,05	0,26
WSPARCIE	Publiczne wsparcie działalności innowacyjnej	0,75	0,07	0,27
CLUS4	Skupienie 4 (wiedza nieuprzedmiotowiona i jej zakup)	1,00	0,17	0,00
NAKLADYBR	Zewnętrzne nakłady na B+R	0,50	0,14	0,58
BRCIAGLE	Wewnętrzne B+R – ciągłe	0,46	0,10	0,60
WIEDZA	Nabycie wiedzy	0,41	0,09	0,65
WYKWY	Wykształcenie wyższe (% zatrudnionych)	0,26	0,02	0,76
IN_ORG	Innowacje organizacyjne	0,29	0,14	0,83
CLUS5	Skupienie 5 (informacja rynkowa)	1,00	0,21	0,00
DZRODD	Informacja od klientów	0,56	0,09	0,49
DZRODE	Informacja od konkurentów	0,43	0,05	0,60
DZRODK_M	Informacja ze źródeł publicznych	0,46	0,13	0,62
ZRODLAWEWN	Wewnętrzne źródła informacji	0,47	0,18	0,65
DZRODC	Informacja od dostawców	0,34	0,13	0,76
CLUS6	Skupienie 6 (współpraca z zagranicą)	1,00	0,12	0,00
OPRAC_PROD_NAUKZAGR	Opracowywanie produktów z zagranicznymi firmami i jednostkami naukowymi	0,64	0,08	0,39
OPRAC_PROC_NAUKZAGR	Opracowywanie procesów z zagranicznymi firmami i jednostkami naukowymi	0,62	0,04	0,39
DZRODB	Informacja od innych firm grupy	0,43	0,10	0,63

CLUS7	Skupienie 7 (zakup wiedzy)	1,00	0,08	0,00
OCHRONA_AUTOMAT	Zakup środków automatyzacji	0,55	0,04	0,47
OCHRONA_KONSULT	Zakup usług konsultingowych	0,51	0,08	0,53
OCHRONA_LICENCJE	Zakup licencji	0,41	0,02	0,60
CLUS8	Skupienie 8 (niedobór środków finansowych)	1,00	0,10	0,00
BARIERY2	Brak środków finansowych w firmie	0,79	0,08	0,23
BARIERY4	Brak środków finansowych poza firmą	0,79	0,08	0,23
CLUS9	Skupienie 9 (nabycie maszyn i działania z tym związane)	1,00	0,22	0,00
MASZYNY_PROGR	Nabycie maszyn i oprogramowania	0,69	0,12	0,35
NAKLADYWLASNE	Wewnętrzne wydatki na innowacje	0,57	0,18	0,52
SZKOLENIE	Szkolenie personelu	0,51	0,16	0,58
OPRAC_PROC_WASZE	Opracowanie i adaptacja procesów przez firmę	0,27	0,08	0,79
CLUS10	Skupienie 10 (współpraca z firmami krajowymi)	1,00	0,16	0,00
OPRAC_PROD_NAUKKRAJ	Opracowywanie produktów z krajowymi firmami i jednostkami naukowymi	0,64	0,11	0,41
OPRAC_PROC_NAUKKRAJ	Opracowywanie produktów z krajowymi firmami i jednostkami naukowymi	0,55	0,05	0,47
DZRODF_J	Informacja naukowa	0,40	0,11	0,68

R_G^2 – R-kwadrat zmiennej ze składową główną jej skupienia,

R_I^2 – R-kwadrat zmiennej ze składową główną najbliższego skupienia,

$$R_R^2 = (1 - R^2) \text{Ratio} = \frac{1 - R_G^2}{1 - R_I^2}.$$

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych US w Szczecinie.

Zmienne w poszczególnych skupieniach w tabeli są uporządkowane rosnąco według ważności do reprezentowania skupienia (R_R^2). Kolejność zmiennych mówi o znaczeniu zmiennej w danej składowej. W budowie modelu ekonometrycznego do analizy można brać albo otrzymane składowe, albo najlepsze zmienne (*best variables*) wchodzące w skład poszczególnych składowych. W analizie najlepsze zmienne są traktowane jako reprezentanci skupień. Ponieważ pierwsze zmienne skupienia dobrze go reprezentowały, zastosowaliśmy tę drugą metodę.

5.2. Wyniki modelu regresji logistycznej obliczonego na postawie reprezentantów skupień

Zbudujemy model służący do przewidywania na podstawie wskaźników z kryzysu innowacji (2008–2010), czy dana firma będzie innowacyjna w drugiej fazie kryzysu (2010–2012), a także do określenia, które zmienne objaśniające mają wpływ na prawdopodobieństwo wprowadzenia innowacji na rynek. Zmienna objaśniana określająca, czy firma będzie innowacyjna, jest zmienną binarną (zero-jedynkową), zatem zastosujemy model binarnej regresji logistycznej. Z kolei zmiennymi objaśniającymi

mogą być wszystkie rozważane przez nas zmienne albo zmienne uzyskane w fazie redukcji zmiennych (skupiania zmiennych). W obu przypadkach nie mamy gwarancji, że wszystkie zmienne wprowadzone do modelu będą istotne.

W tej części zastosowaliśmy więc metodę wyboru zmiennych do modelu – selekcję wsteczną (*backward*). Polega ona na tym, że w pierwszym kroku wprowadzamy wszystkie zmienne objaśniające do modelu, a w kolejnych krokach usuwamy po jednej zmiennej aż do chwili, gdy wszystkie zmienne pozostające w modelu będą istotne (na określonym poziomie istotności). Po estymacji dokonywana jest ocena dopasowania modelu do danych, w tym test zgodności Hosmera-Lemeshowa.

Prognozowanie zdolności do tworzenia i wprowadzania innowacji na rynek oraz zgodność przewidywania

Zbudowaliśmy model w celu wyjaśnienia, jaka jest skuteczność przewidywania, że firma będzie innowacyjna (wprowadzone zostaną innowacje procesowe lub produktowe na rynek) w okresie pesymizmu innowacyjnego (2010–2012) na podstawie zasobów i czynników innowacyjnych stosowanych w okresie kryzysu innowacyjnego (2008–2010). Ponieważ wśród rozważanych przez nas firm więcej było firm innowacyjnych w drugiej fazie kryzysu, model regresji logistycznej ma tendencję do przewidywania, że firma będzie innowacyjna. W związku z tym trzeba, na podstawie obliczonego prawdopodobieństwa zdolności do wprowadzenia innowacji w drugiej fazie kryzysu, określić tzw. punkt podziału q . Przyjmujemy, że jeżeli prawdopodobieństwo innowacyjności oszacowane przez model będzie większe od q , to firma będzie innowacyjna. Utworzyliśmy tablicę kontyngencji dla rzeczywistych i przewidywanych zdolności do innowacji. Najlepszą zgodność dawało przyjęcie q na poziomie 80%. Wówczas zgodność wynosiła około 80%, tzn. model w takim stopniu poprawnie przewidywał na podstawie informacji o zasobach w pierwszej fazie kryzysu, czy firma będzie innowacyjna w drugiej fazie kryzysu.

W oszacowaniach podajemy: wartość współczynnika regresji b , wartość statystyki Walda i prawdopodobieństwo testowe (p -value) służące do oceny istotności zmiennej w modelu regresji oraz $\exp(b)$. Statystyka Walda służy do badania istotności zmiennych objaśniających i stałych. Jeżeli mamy liczbę stopni swobody $df = 1$ (jak w naszym przypadku), to wartość statystyki Walda obliczamy ze wzoru:

$$Wald_j = \frac{b_j^2}{[s(b_j)]^2}$$

gdzie:

- b_j – współczynniki regresji,
- $s(b_j)$ – średnie błędy szacunku parametrów.

Statystyka Walda ma rozkład χ^2 o df stopniach swobody i prawdopodobieństwo testowe p jest podawane dla tego rozkładu.

Statystyką przydatną do oceny dopasowania modelu jest wartość funkcji wiarygodności. W metodzie estymacji wybieraliśmy wartości b_0, \dots, b_k w ten sposób, żeby zmaksymalizować funkcję wiarygodności L . Tutaj jako miary stopnia dopasowania użyjemy statystyki $-2\ln L$, tj. minus 2 razy logarytm funkcji wiarygodności ($-2 \log \text{likelihood}$). Jeżeli hipoteza zerowa, mówiąca, że model idealnie pasuje do danych, jest prawdziwa, to statystyka $-2\ln L$ ma χ^2 rozkład o $n - k$ stopniach swobody.

Jeżeli model idealnie pasuje do danych, to funkcja wiarygodności przyjmuje wartość 1 i wtedy $-2\ln L = 0$. W praktyce otrzymujemy wartości $L < 1$ i wtedy $-2\ln L > 0$. Zbyt duże wartości funkcji $-2\ln L$ świadczą o tym, że hipoteza zerowa nie może być prawdziwa i należy ją odrzucić.

Statystyki R^2 Coxa i Snella i R^2 Nagelkerke (zwane też pseudo R-kwadrat) mają na celu oszacowanie wariacji zmiennej zależnej wyjaśnionej przez model w całkowitej wariacji zmiennej zależnej. Mają one interpretację zbliżoną do współczynnika determinacji w klasycznym modelu regresji liniowej.

$$R^2 \text{ (Coxa i Snella)} = 1 - \left(\frac{L^{(0)}}{L} \right)^{2/n}$$

gdzie $L^{(0)}$ – funkcja wiarygodności dla modelu tylko ze stałą.

Ponieważ R^2 Coxa i Snella nie osiąga maksymalnej wartości 1, Nagelkerke (1991) zaproponował korektę tej statystyki:

$$R^2 \text{ (Nagelkerke)} = \frac{R^2 \text{ (Coxa i Snella)}}{R_{max}^2}$$

gdzie:

- R_{max}^2 – maksymalna wartość statystyki Coxa i Snella,
- n – liczba obserwacji.

Tabela 4

Wyniki modelu regresji logistycznej

Zmienna	Kategoria	b	Wald	p	exp(b)
marketing	Marketing nowych produktów	0,721	16,21	0,000	2,056
bariery3	Trudności w znalezieniu współpracowników	0,169	1,04	0,308	1,184
nakladyinnov	Nakłady zewnętrzne na innowacje	0,646	7,30	0,007	1,907
nakladybr	Zewnętrzne nakłady na B+R	0,687	8,91	0,003	1,987
dzrodd	Informacja od klientów	-0,013	0,01	0,937	0,987
oprac_prod_naukzagr	Opracowywanie produktów z zagranicznymi firmami i jednostkami naukowymi	0,612	3,10	0,078	1,844
ochrona_automat	Zakup środków automatyzacji	0,208	0,62	0,431	1,231
bariery2	Brak środków finansowych w firmie	0,562	11,35	0,001	1,754
maszyny_progr	Nabycie maszyn i oprogramowania	-0,202	1,21	0,270	0,817
oprac_prod_naukkraj	Opracowywanie produktów z krajowymi firmami i jednostkami naukowymi	0,147	0,36	0,547	1,158
Stała	Wyraz wolny	1,110	30,87	0,000	3,034

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych US w Szczecinie.

Kalibracja modelu mówi nam, jak silnie wartości obserwowane i przewidywane pasują do siebie w całym przedziale zmienności. Do oceny tego służy test Hosmera i Lemeshowa (1989). Dzielimy obserwacje na 10 w przybliżeniu równych klas rosnąco według oszacowanego prawdopodobieństwa zdarzenia (są to więc grupy decylowe) i badamy rozkład obserwowanych i przewidywanych wartości w tych grupach. Następnie stosujemy test zgodności oparty na statystyce χ^2 . Powinna być dostateczna liczebność zbioru, tak aby w większości grup decylowych liczba oczekiwanych zdarzeń przekraczała 5 i żadna grupa nie miała zerowej liczby oczekiwanych zdarzeń. Oblicza się różnice między obserwowanymi wartościami n_i i przewidywanymi \hat{n}_i , a następnie wartość statystyki $\chi^2 = \sum_{i=1}^{10} \frac{(n_i - \hat{n}_i)^2}{\hat{n}_i}$. SPSS podaje wartość statystyki χ^2 , istotność empiryczną (*p-value*), a następnie tabelę kontyngencji dla wartości 0 i 1 zmiennej objaśnianej i grup decylowych.

Miary jakości modelu są niskie. Współczynnik R^2 Coxa i Snella wynosi 0,045, a współczynnik R^2 wynosi 0,083. Test Hosmera-Lemeshowa wskazuje na dobre dopasowanie przewidywanych prawdopodobieństw sukcesu do wartości rzeczywistych. Nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej, gdyż wartość statystyki $\chi^2 = 12,247$ dla liczby stopni swobody $df = 8$, co odpowiada istotności empirycznej $\chi^2 = 0,141$. Udział poprawnie sklasyfikowanych obserwacji (zgodność wartości obserwowanych i przewidywanych) wynosi 74,5% (dla punktu podziału $q = 0,8$).

Ujemny wpływ na zdolności innowacyjne firm według tego modelu mają dwie zmienne: informacja od klientów oraz nabycie maszyn i oprogramowania. Jednak te zmienne nie są statystycznie istotne w modelu.

Ponieważ nie wszystkie zmienne objaśniające w uzyskanym modelu są istotne statystycznie, zastosowaliśmy metodę wyboru zmiennych – selekcję wsteczną z zachowaniem zmiennych istotnych na poziomie 0,1.

Tabela 5

Wyniki modelu regresji logistycznej po usunięciu zmiennych nieistotnych

Zmienna	Kategoria	B	Wald	p	exp(b)
marketing	Marketing nowych produktów	0,695	16,23	0,000	2,005
nakladyinnov	Nakłady zewnętrzne na innowacje	0,618	7,12	0,008	1,855
nakladybr	Zewnętrzne nakłady na B+R	0,701	9,77	0,002	2,016
oprac_prod_naukzagr	Opracowywanie produktów z zagranicznymi firmami i jednostkami naukowymi	0,626	3,29	0,070	1,871
bariery2	Brak środków finansowych w firmie	0,593	13,07	0,000	1,810
Stała	Wyraz wolny	1,112	96,29	0,000	3,040

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych US w Szczecinie.

Nowy model ma podobne wartości statystyk dotyczących jakości. Współczynnik R^2 Coxa i Snella wynosi 0,044, a współczynnik R^2 Nagelkerke wynosi 0,080. Wartość statystyki χ^2 dla testu Hosmera-Lemeshowa wynosi 13,498 ($df = 7$) i mieści się w zakresie braku podstaw do odrzucenia hipotezy

o zgodności na poziomie istotności 0,05 ($p = 0,061$). Udział poprawnie sklasyfikowanych obserwacji wynosi 74,1%. Oznacza to, że (wg estymacji modelu) 74,1% firm było trafnie przewidzianych. Dla firm innowacyjnych trafność przewidywania wynosiła 82%.

Po usunięciu zmiennych nieistotnych ilość zmiennych zwiększających prawdopodobieństwo komercjalizacji innowacji w okresie pesymizmu zmniejszyła się o połowę. Połowa liczby zmiennych (skupienia 2, 5, 7, 9 i 10) nie wpływała na prawdopodobieństwo komercjalizacji innowacji. Z pozostałych pięciu zmiennych objaśniających istotne – na poziomie istotności 0,01 – były cztery z nich (bez współpracy z jednostkami zagranicznymi przy opracowywaniu produktów). Potwierdza to hipotezę H1, iż w warunkach szoku zewnętrznego tylko część wykorzystywanych przez firmy zasobów innowacyjnych jest istotna dla ciągłości wprowadzania innowacji na rynek.

Analiza wyników modelu opartego na skupieniach zmiennych wskazuje na kluczowy wpływ czynników finansowych (nakładów zewnętrznych na innowacje, na B+R oraz brak środków finansowych w firmie) oraz działań marketingowych względem produktów innowacyjnych na komercjalizację innowacji. Wspomniane trzy czynniki finansowe dotyczyły aspektów wewnętrznych i zewnętrznych, czyli były komplementarne wobec siebie. Marketing nowych produktów oraz korzystanie z zewnętrznych środków na B+R najsilniej poprawiały prawdopodobieństwo wprowadzenia innowacji na rynek. Wyniki te potwierdzają trafność postawionej przez nas hipotezy H2a i H2d. Pozostałe postawione przez nas hipotezy nie zostały potwierdzone. Stąd zastosowaliśmy podejście uwzględniające wszystkie zmienne.

Wyniki modelu regresji logistycznej uwzględniającego wszystkie zmienne (w okresie pesymizmu innowacyjnego)

Modele regresji logistycznej po estymacji pozwalają ocenić, które czynniki wywierają największy wpływ na innowacyjność firmy w okresie pesymizmu innowacyjnego. Oprócz zmiennych użytych w grupowaniu *variable clustering* dodaliśmy trzy zmienne zero-jedynkowe dotyczące cech firm: wielkości firmy i zaawansowania technologii dziedziny produkcji. Wyniki badań empirycznych (Giedeman, Isely, Simons 2009; Fabrizio, Tsolmon 2014) wskazują na wpływ tych cech firm na zdolność do komercjalizacji innowacji.

$$srednia = \begin{cases} 1, & \text{dla średniej firmy} \\ 0, & \text{dla pozostałych} \end{cases}$$

$$duza = \begin{cases} 1, & \text{dla dużej firmy} \\ 0, & \text{dla pozostałych} \end{cases}$$

$$tech1 = \begin{cases} 1, & \text{dla firmy o wysokiej i średniowysokiej technologii} \\ 0, & \text{dla firmy o niskiej i średnioniskiej technologii} \end{cases}$$

Zastosowaliśmy procedurę regresji logistycznej w SPSS z wyborem zmiennych metodą selekcji wstecznej. Zostało zachowanych 16 zmiennych istotnych na poziomie istotności 0,1 (zob. tabela 6).

Test Hosmera-Lemeshowa wykazuje zgodność rozkładu przewidywanych prawdopodobieństw. Nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej, gdyż $p = 0,307$.

Tabela 6

Wyniki modelu regresji logistycznej uwzględniającego wszystkie zmienne

Zmienna	Kategoria	b	Wald	p	exp(b)
średnia	Średnia firma	0,757	3,68	0,055	2,133
duza	Duża firma	1,072	6,55	0,010	2,921
in_market	Innowacje marketingowe	0,397	4,74	0,030	1,487
wykwy	Wykształcenie wyższe (% zatrudnionych)	0,012	2,89	0,089	1,013
brciagle	Wewnętrzne B+R – ciągle	0,516	2,94	0,086	1,675
projekty	Zmiana i projektowanie nowych produktów	0,604	9,27	0,002	1,830
nakladywlasne	Wewnętrzne wydatki na innowacje	1,329	40,96	0,000	3,776
nakladybr	Zewnętrzne nakłady na B+R	0,535	4,63	0,031	1,708
maszyny_progr	Nabycie maszyn i oprogramowania	-0,909	15,77	0,000	0,403
wiedza	Nabycie wiedzy	0,479	3,67	0,055	1,615
nakladyinnow	Nakłady zewnętrzne na innowacje	0,636	6,54	0,011	1,889
dzrodb	Informacja od innych firm grupy	-0,706	11,89	0,001	0,494
dzrodk_m	Informacja ze źródeł publicznych	-0,456	6,63	0,010	0,634
ochrona_konsult	Zakup usług konsultingowych	-0,485	3,63	0,057	0,616
bariery2	Brak środków finansowych w firmie	0,521	8,73	0,003	1,684
bariery6	Niekorzystne warunki rynkowe	0,341	4,22	0,040	1,407
Stała	Wyraz wolny	-0,020	0,00	0,960	0,980

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych US w Szczecinie.

Wartości statystyk dopasowania modelu: $-2\ln L = 1055,860$ R-kwadrat Coxa i Snella = 0,098, R-kwadrat Nagelkerke = 0,179. Poprawnie sklasyfikowano 78,5% obserwacji (52,2% dla firm nieinnowacyjnych i 82,7% dla firm innowacyjnych) i jest podobna jak w modelu, w którym uwzględniono wszystkie zmienne objaśniające (bez wyboru zmiennych).

Wyniki modelu wskazują, iż zastosowanie czterech zasobów innowacyjnych (nabycie maszyn i oprogramowania, usług konsultingowych oraz korzystanie z informacji ze źródeł publicznych i od innych firm grupy) zmniejsza prawdopodobieństwo komercjalizacji innowacji, choć zakup usług konsultingowych jest nieistotny na poziomie 0,01. Na wspomnianym poziomie okazała się połowa czynników i zasobów innowacji wyszczególnionych w tabeli 2 (pomijając wielkość firm). Tym samym postawio-

na przez nas hipoteza H1 o zróżnicowanym wpływie zasobów innowacji na ciągłość komercjalizacji innowacji w okresie pesymizmu innowacyjnego została potwierdzona.

Wyniki drugiego modelu (tabela 6) wskazują na silny wpływ wielkości firm na zdolność do komercjalizowania innowacji. Duże i średnie firmy mają znacząco większe zdolności do komercjalizacji innowacji niż firmy małe (kategoria referencyjna w modelu). Potwierdza to hipotezę H2f.

Dla zdolności do komercjalizacji innowacji w okresie pesymizmu innowacyjnego największe znaczenie miały czynniki finansowe: wydatki własne firmy na innowacje (znajdowały się w skupieniu 9), zewnętrzne nakłady na innowacje (odpowiednio 3) oraz brak środków finansowych w firmie (8). Ważne znaczenie miały też innowacje marketingowe, tj. zmiana i projektowanie nowych produktów (1), które neutralizowały negatywny wpływ spadku popytu. W sumie na zdolność do komercjalizacji innowacji najsilniejszy wpływ miały trzy czynniki finansowe (co oznaczało potwierdzenie hipotezy H2a), innowacje marketingowe (odpowiednio hipotezy H2g) oraz prowadzenie i finansowanie badań naukowych (H2c). Natomiast publiczne wsparcie dla działalności innowacyjnej nie było istotne, a korzystanie z informacji ze źródeł publicznej obniżało prawdopodobieństwo ciągłości innowacji w okresie negatywnego szoku zewnętrznego. Tym samym nasze hipotezy nie potwierdzają postawionej hipotezy H2b o pozytywnym wpływie publicznego wsparcia na prawdopodobieństwo wprowadzenia innowacji.

W przeciwieństwie do badań firm innych krajów nasze szacunki sugerują, iż w polskim przemyśle poziom technologii dziedziny produkcji nie wpływa na komercjalizację innowacji. Nie potwierdzają więc postawionej hipotezy H2e. Wpływ wyposażenia w kapitał ludzki jest niewielki. Potwierdza to hipotezę H2d.

W zakresie wyboru czynników innowacji wspierających ciągłość komercjalizacji innowacji w badanym okresie oraz oceny wiarygodności przeprowadzonych szacunków wyniki modeli opartych na dwóch odmiennych metodach: skupieniach zmiennych i bez ich grupowania, były zbliżone. Wysoki wskaźnik (blisko 83%) poprawnie sklasyfikowanych obserwacji dla firm innowacyjnych wskazuje na wysoką wiarygodność przeprowadzonych szacunków.

6. Wnioski

Celem pracy było pokazanie zróżnicowania istotności i siły wpływu czynników innowacji na ciągłość komercjalizacji innowacji w warunkach negatywnego szoku zewnętrznego w gospodarce o niskim poziomie komercjalizacji innowacji i akumulacji wiedzy. Ciągłość komercjalizacji innowacji ma ważne znaczenie dla akumulacji wiedzy, która z kolei warunkuje prowadzenie działalności innowacyjnej, komercjalizację innowacji oraz wpływa na ekspansję firm. Zastosowaną w opracowaniu, za Podręcznikiem Oslo, metodę badawczą, w tym periodyzację badanego okresu, wykorzystano do oceny wpływu czynników innowacji stosowanych w pierwszym (tzw. kryzysu innowacji) okresie dekonunktury na komercjalizację innowacji w okresie drugim (pesymizmu innowacyjnego). Osiągnięty w badaniu wysoki wskaźnik (82%) trafności przewidywań firm, które rzeczywiście wprowadziły na rynek innowacje w okresie pesymizmu innowacyjnego, dowodzi wysokiej wiarygodności testowanego modelu i dokonanych szacunków. Wnioski płynące z badania mają solidne podstawy teoretyczne i metodyczne.

Badanie wykazało zróżnicowanie, wręcz selektywność wpływu czynników innowacji na prawdopodobieństwo komercjalizacji innowacji w warunkach negatywnego szoku zewnętrznego. W tym okresie korzystanie z zasobów innowacyjnych różnokierunkowo wpływało na komercjalizację innowacji: zwiększało, zmniejszało lub nie oddziaływało na nią. Większość (około 60% liczby) uwzględ-

nianych czynników innowacji (podobny odsetek zasobów innowacyjnych, z których korzystały firmy) nie wpływała na prawdopodobieństwo komercjalizacji innowacji. Obniżało je korzystanie z czterech (z 32 rodzajów) zasobów innowacyjnych: jednego uprzedmiotowionego (nabycie maszyn, urządzeń i oprogramowania) i trzech nieuprzedmiotowionych (nabycie usług konsultingowych, informacji ze źródeł publicznych i od innych podmiotów firmy). Istotne dla komercjalizacji innowacji było około 40% liczby badanych czynników innowacji. Nie jest to wysoki wskaźnik i częściowo wyjaśnia niski poziom komercjalizacji innowacji w badanym okresie

Dalece zróżnicowana była siła oddziaływania istotnych czynników innowacji. Najsilniejszy wpływ na prawdopodobieństwo komercjalizacji innowacji miały zasoby finansowe, zwłaszcza wewnętrzne wydatki na innowacje, a w mniejszy wpływ miały zewnętrzne środki finansowe. Jest to ważny wynik badania także dlatego, iż dotyczy okresu dekonjunkury gospodarczej. Eksponuje kluczowe znaczenie zaspokojenia popytu firm innowacyjnych na środki finansowe dla ciągłości komercjalizacji i akumulacji wiedzy, a więc rozwoju.

Jeśli finansowanie zewnętrzne było czynnikiem znacząco wspierającym komercjalizację innowacji, to wsparcie publiczne innowacji, z którego korzystało około 20% badanych firm innowacyjnych, nie było istotne. Informacje płynące ze źródeł publicznych obniżały to prawdopodobieństwo. Wyniki badania wydają się więc być wyzwaniem pod adresem polityki innowacyjnej państwa, zwłaszcza jej jakości i struktury, w tym stawiają pytanie o jej selektywność. Ważne znaczenie wielkości firm dla prawdopodobieństwa komercjalizacji innowacji, tj. znacząco większe dla firm dużych i średniej wielkości niż małych, nasuwa zasadność silniejszego wspierania przez państwo działalności innowacyjnej małych firm lub/oraz zmianę sposobów tego wsparcia.

Drugą istotną grupą zasobów innowacyjnych, które znacząco zwiększały prawdopodobieństwo wprowadzenia innowacji, były badania naukowe wykonywane przez firmy w sposób ciągły oraz nabywane i finansowane z otoczenia. Prowadzenie badań naukowych przez firmy wspierało komercjalizację innowacji, zwiększało akumulację wiedzy oraz absorpcję wiedzy płynącej z otoczenia. Ta ostatnia także miała znaczący pozytywny wpływ na prawdopodobieństwo komercjalizacji innowacji. Wpływ ten byłby mniejszy, gdyby nie prowadzone w firmach B+R. One bowiem zwiększały absorpcję zewnętrznej wiedzy. Pozytywny napływ wiedzy miał charakter selektywny, dotyczył wybranych form wiedzy. Uczestnikiem zewnętrznego finansowania B+R prowadzonych przez firmy było państwo. Tą drogą zwiększało pozytywny wpływ B+R na komercjalizację innowacji, choć – jak wspomniano – wpływ publicznego wsparcia ogółem był nieistotny.

Wzrost prawdopodobieństwa komercjalizacji innowacji wspierała także ciągłość zmian i projektowania nowych produktów oraz wdrażanie innowacji marketingowych. Te ostatnie generowały popyt na innowacje i tym samym wspierały ich komercjalizację.

Ostatnim czynnikiem o niewielkim wpływie było wyższe wykształcenie pracowników. Kapitał ludzki z natury jest komplementarny do innych zasobów innowacyjnych, a więc pośrednio wspierał wprowadzenie innowacyjnych produktów na rynek. Ta komplementarność zwiększała wpływ innych zasobów innowacyjnych na prawdopodobieństwo komercjalizacji innowacji.

Z opracowania wynikają także wnioski co do kierunków dalszych badań. Dotyczy to pogłębienia badań nad komplementarnością czynników innowacji, wpływem wewnętrznych warunków finansowych i różnych form finansowania zewnętrznego dla ciągłości działalności innowacyjnej firm oraz wpływu ciągłości komercjalizacji innowacji na zmiany akumulacji wiedzy.

Bibliografia

- Aghion P., Askenazy P., Berman N., Cetto G., Eymard L. (2008), *Credit constraints and the cyclical nature of R&D investment: evidence from France*, PSE Working Papers, 26.
- Amore M.D. (2015), Companies leading to innovate in recessions, *Research Policy*, 44(8), 1574–1583.
- Barney J. (1991), Firm resources and sustained competitive advantage, *Journal of Management*, 17, 99–120.
- Basile R., de Nardis S., Pappalardo C. (2014), Firm heterogeneity and regional business cycles differentials, *Journal of Economic Geography*, 14(6), 1087–1115.
- Beck T., Demircuc-Kunt A. (2006), Small and medium-size enterprises: access to finance as a growth constraint, *Journal of Banking and Finance*, 30, 2931–2943.
- Beneito P., Rochina-Barrachina M.E., Sanchis-Llopis A. (2015), Ownership and the cyclical nature of firms' R%D investment, *International Entrepreneurship Management Journal*, 11, 343–350.
- Dachs B., Hud M., Koehler Ch., Peters B. (2016), *Employment effects of innovations over the business cycle: firm-level evidence from European countries*, ZEW Discussion Paper, 16-076.
- Eisenhardt K.M., Martin J.A. (2000), Dynamic capabilities: What are they? *Strategic Management Journal*, 21(10–11), 1105–1121.
- Freel M.S. (2007), Are small innovators credit rationed?, *Small Business Economics*, 28(1), 23–35.
- Giedeman D.C., c., Isely P.N., Simons G.P.W. (2006), Innovation and the business cycle: a comparison of the U.S. semiconductor and automobile industries, *International Advances in Economic Research*, 12, 277–286.
- Henderson R., Cockburn I. (1994), Measuring competence? Exploring firm effects in pharmaceutical research, *Strategic Management Journal*, 15, 63–84.
- Hoffmann A.O.I., Post T., Pennings J.M.E. (2013), Individual investor perceptions and behavior during the financial crisis, *Journal of Banking & Finance*, 37, s. 60–74.
- Hud M., Rammer Ch. (2015), *Innovation budgeting over the business cycle and innovation performance*, ZEW Discussion Paper, 030.
- Hud M., Hussinger K. (2015), The impact of R&D subsidies during the crisis, *Research Policy*, 44, 1844–1855.
- Fabrizio K.R., Tsolmon U. (2014), An empirical examination of the procyclicality of R&D investment and innovation, *Review of Economics and Statistics*, (96)4, 662–675.
- Hewitt-Dundas N. (2006), Resource and capability constraints to innovation in small and large plants, *Small Business Economics*, 26 257–277.
- INNO-Grips Policy (2011), *Innovation Policy and the Business Cycle: Innovation Policy's Role in Addressing Economic Downturn*, European Commission.
- Kogut B., Zander U. (1992), Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology, *Organization Science*, 3(3), 383–397.
- Lai Y., Saridakis G., Blackburn R. Johnstone S. (2016), Are the HR responses of small firms different from large firms in times of recession?, *Journal of Business Venturing*, 31, 113–131.
- Lee N., Sameen H., Cowling M. (2015), Access to finance for innovative SMEs since the financial crisis, *Research Policy*, 44 (2), 370–380.
- Lockett A., Thompson S., Morgenstern U. (2009), The development of the resource-based view of the firm: a critical appraisal, *International Journal of Management Reviews*, 11(1), 9–28.

- Mahoney J.T., Pandain Jr. (1992), The resource-based view within the conversation of strategic management, *Strategic Management Journal*, 13(5), 363–380.
- Malerba F. (1992), Learning by firms and incremental technical change, *The Economic Journal*, 102(413), 845–859.
- Martinsson G., Löf H. (2009), *Impact of economic crises on innovation activity: firm level evidence from patent data*, CESIS Electronic Working Paper Series, 200.
- Naidoo V. (2010), Firm survival through a crisis: the influence of market orientation, marketing, innovation and business strategy, *Industrial Marketing Management*, 39, 1311–1320.
- Newbert S.L. (2009), Empirical research on the resource-based view of the firm: an assessment and suggestions for future research, *International Journal of Management Reviews*, 11(1), s. 9–28.
- Nunes S., Lopes R. (2013), *Economic crisis and the firms' innovation process*, MPRA Working Paper.
- O'Sullivan M. (2005), Finance and innovation, w: J. Fagerberg, D. Mowery, R. Nelson (red.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press.
- Paunov C. (2012), The global crisis and firms' investments in innovation, *Research Policy*, 41, 24–35.
- Penrose E.T. (1959), *The Theory of the Growth of the Firm*, John Wiley.
- OECD, EUROSTAT (2008), *Podręcznik Oslo. Zasady gromadzenia i interpretacji danych dotyczących innowacji*, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.
- Rumelt R. (1974), *Strategy, structure and economic performance*, Harvard University Press.
- Sempere-Ripoll F., Hervás-Oliver J.-L. (2014), In times of economic crisis: innovation with, or without, R&D activities? An analysis of Spanish companies, w: K. Rudiger, M. Periz-Ortiz, A. Blanco-Gonzalez, *Entrepreneurship, Innovation and Economic Crisis, Lessons for Research, Policy and Practice*, Springer.
- Sveiby K.E. (1997), *The New Organizational Wealth: Managing and Measuring Knowledge based Assets*, Barrett-Kohler Publishers.
- Teece D.J., Pisano G., Shuen A. (1997), Dynamic capabilities and strategic management, *Strategic Management Journal*, 18(7), 509–533.
- Wernerfelt B. (1984), A resource-based view of the firm, *Strategic Management Journal*, 5, 171–180.

Podziękowania

Opracowanie zostało wykonane w ramach projektu NCN „Różnicowanie się strategii innowacji polskich przedsiębiorstw przetwórstwa przemysłowego pod wpływem zmian uwarunkowań makroekonomicznych”, umowa nr UMO-2015/17/B/HS4/02742. W opracowaniu wykorzystano dane liczbowe US w Szczecinie. US Szczecin nie ponosi odpowiedzialności za wnioski zawarte w publikacji.