

MAŁGORZATA WACHOWSKA*
MAGDALENA HOMA**

W poszukiwaniu czynników stymulujących rozprzestrzenianie się polskiego *know-how* w gospodarce światowej – analiza regresji wielorakiej

Wstęp

Niewątpliwie generowanie nowych wynalazków jest pożądane z perspektywy innowacyjności organizacji, a tym samym wzrostu państw i regionów. O rzeczywistym wkładzie w pobudzanie procesów rozwojowych nie świadczy jednakże sama liczba tworzonych rozwiązań technicznych, ale raczej ich faktyczny komercyjny potencjał. Ponieważ w porównaniu z „bezużyteczną wiedzą” cenne *know-how* rozprzestrzenia się znacznie dalej, za Perim (2005) można przyjąć, że wartość ekonomiczna wynalazków będzie tym większa, im większy będzie stopień ich dyfuzji w gospodarce światowej. Z punktu widzenia państw dążących do poprawy swej innowacyjności i konkurencyjności zasadniczym pytaniem jest zatem, co wzmacnia tę dyfuzję.

W badaniach empirycznych wiele uwagi poświęcono czynnikom warunkującym przepływy wiedzy. Od czasu pionierskiej pracy Jaffe, Trajtenberga i Henderson (1993) przedmiotem ciągłych dociekań jest przede wszystkim związek między bliskością geograficzną a rozprzestrzenianiem się *know-how* (Keller 2001; Agrawal i in. 2006; Oettl i Agrawal 2008; Breschi i Lenzi 2010; Azoulay i in. 2011; Miguélez i Moreno 2013; Wang i Zhang 2018). Badacze zastanawiają się również, jaka jest rola innych kategorii bliskości, np. poznawczej, społecznej, organizacyjnej i instytucjonalnej (Boschma 2005) w międzynarodowych przepływach wiedzy i czy we współczesnej gospodarce nie są one ważniejsze aniżeli bliskość geograficzna (Davenport 2005; Aldieri i Cincera 2009; Lychagin i in. 2010; Spolaore i Wacziarg 2011; Gui i in. 2018).

* Dr Małgorzata Wachowska – Uniwersytet Wrocławski, Instytut Nauk Ekonomicznych; e-mail: malgorzata.wachowska@uwr.edu.pl

** Dr Magdalena Homa – Uniwersytet Wrocławski, Instytut Nauk Ekonomicznych, e-mail: magdalena.homa@uwr.edu.pl

Część autorów próbuje weryfikować powszechnie formułowaną tezę, według której wszelkiego rodzaju różnorodność jest korzystna z punktu widzenia innowacji (Schumpeter 1934; Nelson i Winter 1982) i wymiany wiedzy, poszukując w szczególności zależności między różnorodnością etniczną, kulturową, technologiczną, ze względu na płeć, dyscyplinę czy wiek a efektywnością procesu innowacji i siłą dyfuzji wiedzy (AlShebli, Rahwan i Woon 2018). W ostatnich latach, wraz z obserwowanym stałym wzrostem globalnych przepływów naukowców, inżynierów czy wysokiej klasy specjalistów, zauważalny jest zwłaszcza wzrost liczby badań, których punktem zainteresowania są korzyści, jakie można uzyskać z tytułu różnorodności etnicznej (Ottaviano i Peri 2006; Kerr 2009; Niebuhr 2010; Ozgen i in. 2013; Parrotta i in. 2014).

W literaturze wskazuje się również, że nie bez znaczenia dla jakości generowanej wiedzy, a tym samym dla siły i szybkości jej rozprzestrzeniania się, jest jej twórca. Kluczową rolę w procesach transferu wiedzy przypisuje się „gwiazdom nauki” (Azoulay i in. 2011, 2017), podmiotom uznawanym za liderów technologicznych w swojej branży (Peri 2005) oraz ośrodkom akademickim w ogólności (Stephan 2004). Zwłaszcza od tych ostatnich oczekuje się, że będą źródłem nowej wiedzy i przesuną granice nauki, przyczyniając się w ten sposób do poprawy innowacyjności przedsiębiorstw i kraju.

W świetle badań, jakość i przepływy wiedzy są także wzmacniane przez współpracę badawczą (Page 2008; Singh i Fleming 2010). Kładzie się przy tym nacisk zwłaszcza na współpracę międzynarodową, a ostatnio także na powiązania między podmiotami z trzech różnych środowisk określanymi mianem potrójnej helisy: biznesu, badań i rozwoju oraz sektora administracji (Etzkowitz i Leydesdorff 2000).

Niestety większość z przytoczonych badań skupia się jedynie na państwach należących do grupy liderów technologicznych, głównie Stanach Zjednoczonych Ameryki (USA). Relatywnie niewiele opracowań koncentruje się na pozostałych krajach, w tym także na Polsce, zwłaszcza zaś na czynnikach determinujących dyfuzję wysoce specjalistycznej wiedzy zawartej w wynalazkach.

Problem w tym, że państwa znajdujące się na dalszych miejscach w rankingach międzynarodowej innowacyjności starają się naśladować liderów, wprowadzając ich wzorce czy rozwiązania mające na celu poprawę jakości prowadzonych badań. Forsują chociażby ideę współpracy czy umiędzynarodowienia w działalności badawczej, podczas gdy nie jest jasne, czy działania stosowane w najbardziej innowacyjnych krajach sprawdzają się również w tych mniej innowacyjnych.

Pewnym mankamentem wielu badań, w których podejmowana jest problematyka dyfuzji wiedzy, jest również to, że skupiają się one wyłącznie na jednym czynniku promującym przepływy wiedzy, niejako izolując go od pozostałych. Niewątpliwie takie podejście pozwala uzyskać bardziej jednoznaczne wyniki, ale jednocześnie nie oddaje w pełni roli, jaką odgrywa ten czynnik w intensyfikowaniu przepływów wiedzy.

Mając powyższe na względzie, w artykule uwaga została skupiona na dwóch celach. Pierwszym jest określenie stopnia, w jakim polskie rozwiązania techniczne ulegają dyfuzji w gospodarce światowej, drugim zaś wskazanie czynników le-

zących u podstaw tego zjawiska. W szczególności zastanawiano się nad tym, jaką rolę w tym procesie odgrywa współpraca (z partnerami z zagranicy, z podmiotami z innych środowisk, typu nauka-przemysł) oraz umiędzynarodowienie badań. Sprawdzano również, czy wynalazki tworzone w laboratoriach uniwersyteckich związane są z większymi przepływami wiedzy oraz czy ma na nie wpływ obszar technologiczny wynalazku.

Za miarę stopnia rozprzestrzeniania się *know-how* z polskich wynalazków przyjęto częstotliwość ich cytowania. W celu uzyskania liczby cytowań oraz danych dotyczących szczegółowych charakterystyk polskich wynalazków, np. składu etnicznego zespołu wynalazców czy liczby podmiotów zgłaszających wynalazek do ochrony patentowej, przeprowadzono badania własne skoncentrowane na analizie międzynarodowych zgłoszeń patentowych dokonanych w latach 2004–2012 przez polskie podmioty zlokalizowane na terenie Polski. Aby zbadać związek między wytypowanymi czynnikami a skalą dyfuzji polskich wynalazków, przeprowadzono analizę regresji wielorakiej oraz modelu Tobitowego na próbie 426 podmiotów oraz 986 międzynarodowych aplikacji patentowych.

Niniejsze opracowanie wnosi wkład w dyskusję na temat czynników ułatwiających międzynarodowe przepływy wiedzy na kilka sposobów. Po pierwsze, dostarcza dowodów dla kraju znajdującego się na odległych miejscach w międzynarodowych rankingach innowacyjności, Polski, przez co uwzględnia możliwość, że czynniki promujące dyfuzję wiedzy mogą różnić się w zależności od poziomu innowacyjności kraju. Po drugie, do oceny jakości oraz zakresu rozprzestrzeniania się wiedzy z wynalazków wykorzystano cytowania patentowe. Dotychczas w badaniach skupiających się na Polsce nie analizowano jakości polskich wynalazków oraz siły, z jaką rozprzestrzeniają się po świecie przez pryzmat częstotliwości ich cytowania. Po trzecie, w rozważaniach na temat tego, co ma decydujący wpływ na jakość i stopień rozpowszechniania polskiego *know-how* branych jest pod uwagę kilka potencjalnych czynników, co stwarza większą przestrzeń do formułowania wniosków odnośnie jakości polskich wynalazków oraz stopnia, w jakim ulegają one dyfuzji.

Pozostała część artykułu została zaplanowana w następujący sposób. W punkcie pierwszym jest zawarty krótki przegląd literatury z perspektywy czynników determinujących przepływy wiedzy. W drugim punkcie opisane są dane i metoda zastosowana w tym opracowaniu. Wyniki badań przedstawiono w punkcie trzecim, a w końcowym główne wnioski, implikacje dla polityki oraz kierunki przyszłych badań.

1. Czynniki promujące dyfuzję wiedzy w świetle dotychczasowych badań

Mimo uznanej roli procesów dyfuzji wiedzy w stymulowaniu wzrostu gospodarczego, wciąż niewiele wiadomo na temat mechanizmów wpływających na schematy przepływów wiedzy. Wypracowanie takiego zestawu zmiennych, który w każdych uwarunkowaniach stanowiłby silny impuls do rozprzestrzeniania się

know-how jest tym trudniejsze, że samo pojęcie „dyfuzja” czy „rozprzestrzenianie się” wiedzy jest niejednoznaczne.

Z jednej strony oznacza jedynie przemieszczanie się wiedzy (Fiedor 1979, s. 190; OECD 1997; Gomułka 1998, s. 71), *de facto* utożsamiane z procesami naśladownictwa (Janasz 2004, s. 61). W tym przypadku strona zdobywa nowe doświadczenia, poznaje i wykorzystuje nowe technologie, dzięki czemu może odnieść korzyści, np. w postaci wyższej produktywności, jednakże sama nie generuje ani dalszych innowacji, ani ułatwień na podstawie zdobytej wiedzy. Przy takiej interpretacji pojęcia rozprzestrzeniania się wiedzy generowanie innowacji oraz ich dyfuzja stanowią dwa odrębne procesy.

Z drugiej strony „dyfuzja wiedzy”, oprócz prostej adaptacji obcego *know-how*, oznacza również proces twórczy, w którym jednostka, wykorzystując efekty cudzej pracy, generuje dalsze innowacje (Blömstrom i Kokko 2003; Branstetter 2006). W tym przypadku granica między tworzeniem innowacji oraz ich dyfuzją zaciera się, wyraźnie uwypuklając ścisłą zależność czy też swoistą integralność tych dwóch procesów.

Ta wzajemna współzależność między innowacją oraz jej rozprzestrzenianiem się powoduje, że trudno jest jednoznacznie oddzielić czynniki determinujące oba zjawiska. Ponieważ w tym artykule przyjmuje się, że zasięg i siła dyfuzji polskich wynalazków jest bezpośrednią pochodną ich jakości – i w tym sensie generowanie innowacji i ich rozprzestrzenianie się stanowią procesy nachodzące na siebie – w niniejszym punkcie opracowania zostaną omówione zarówno najważniejsze czynniki promujące innowacyjność, jak i dyfuzję wiedzy rozumianą tradycyjnie.

Wśród czynników ułatwiających rozwój innowacji i przyspieszających procesy dyfuzji wiedzy szczególne miejsce zajmują różne kategorie różnorodności. Powodem, dla którego uważa się je za ważne, jest fakt, że połączenie różnych technologii, kultur, religii, wieku czy płci pozwala jednocześnie połączyć zróżnicowane zasoby wiedzy, kompetencji i umiejętności między aktorami. Sugeruje się również, że dzięki różnorodności organizacja jest bardziej otwarta na nowe pomysły, staje się bardziej kreatywna i zwiększa interakcję między różnymi rodzajami kompetencji i wiedzy. Choć intuicyjnie oczywisty, związek między różnorodnością a innowacyjnością nie jest prostą zależnością, w której większe zróżnicowanie przekłada się automatycznie na wyższą jakość prowadzonych prac i tym samym większy zakres ich rozprzestrzeniania się. Większa różnorodność to często również większe koszty koordynacji różnorodności (Leten i in. 2007; D’Ambrosio i in. 2017), a także źródło wielu nieporozumień i konfliktów (Østergaard i in. 2011), przez co zamiast sprzyjać, staje się barierą dla innowacji (Basset-Jones 2005).

Odzwierciedleniem tego niejednoznacznego wpływu różnorodności są wyniki badań, które niejednokrotnie są ze sobą sprzeczne. Odmienne wnioski są formułowane nawet w odniesieniu do dywersyfikacji technologicznej, której korzystny wpływ wydaje się najmniej dyskusyjny. Odkrycia dotychczasowych badań sugerują, że z jednej strony zwiększa ona potencjał innowacyjny organizacji (Fleming 2002, Breschi i in. 2003; Garcia-Vega 2006, Quintana-Garcia i Benavides-Velasco 2008), w niektórych przypadkach nawet mnożnikowo (Miller i in. 2007), z drugiej

zaś strony – poprzez wzrost kosztów koordynacji – hamuje produktywność badawczą (Leten i in. 2007).

Nie tylko heterogeniczność technologiczna organizacji postrzegana jest jako istotna z perspektywy jej innowacyjności. Sugeruje się, że nie mniej ważna jest różnorodność w strukturze pracowników, np. etniczna, kulturowa, pod względem płci czy wieku, choć i w tym przypadku ma dwa oblicza. Z jednej strony – poprzez interakcje pracowników – może przyczyniać się do różnorodności w bazie wiedzy organizacji, usprawniać proces twórczy i wdrażania innowacji czy też sprzyjać zachowaniom innowacyjnym w ogólności. Z drugiej zaś może być powodem konfliktów społeczno-emocjonalnych między pracownikami, co jest niekorzystne dla współpracy i komunikacji wewnątrz grupy pracowników (Joshi i Jackson 2003) i ostatecznie odciąga cenny kapitał ludzki organizacji od zadań badawczych (Pelled i in. 1999). Ponadto, członkowie mniejszości mogą odczuwać mniejszą satysfakcję z pracy i w efekcie wykazywać mniejsze zaangażowanie w działania organizacji, a także mogą mieć problemy z tożsamością i postrzeganą dyskryminacją (Harrison i Klein 2007), co również może mieć negatywne konsekwencje dla organizacji.

Spośród różnych kategorii różnorodności w obrębie grup pracowników, największe emocje budzi etniczny (kulturowy¹) wymiar różnorodności, spowodowanej głównie napływem imigrantów. Zasadniczo dominuje przekonanie, że większe zróżnicowanie ze względu na pochodzenie etniczne pozwala połączyć odmienne perspektywy badawcze i punkty widzenia, co jest zjawiskiem pożądanym, ale ten pozytywny efekt zależy od cech systemu wiedzy w kraju, a także od stopnia różnorodności wiedzy w populacji (Ozman i Erdil 2013). W szczególności, pośrednio, od możliwości technologicznych.

O korzyściach płynących z różnorodności etnicznej wśród pracowników wspomina się zazwyczaj przy okazji badań nad gospodarką Stanów Zjednoczonych Ameryki. O cudzoziemcach zamieszkałych w USA mówi się, że są źródłem siły i witalności amerykańskiej nauki (Stephan i Levin 2001), że mają znaczący udział w amerykańskim produkcie wynalazczym (Wadhwa i in. 2007; Kerr i Lincoln 2010; Hunt i Gauthier-Loiselle 2010; Hunt 2011) oraz że przyczyniają się do szybszej adaptacji przełomowych innowacji przez Amerykanów (Kerr 2009). Ostatnio można się wprawdzie spotkać z zarzutami, że zagraniczna siła robocza szkodzi gospodarce, wypychając lepiej wykwalifikowanych, wyszkolonych w kraju Amerykanów, zmniejszając w ten sposób rozprzestrzenianie się wiedzy, jednak nie mają one odzwierciedlenia w wynikach badań (Agrawal i in. 2019).

Dla pozostałych gospodarek narodowych dowody empiryczne są mieszane. Od skrajnie negatywnych, gdzie większy odsetek cudzoziemców wśród pracowników organizacji wyraźnie obniża jej innowacyjność (Ozgen i in. 2013), poprzez stwierdzenia, że różnorodność etniczna nie przekłada się na znaczące korzyści w tym zakresie (Bratti i Conti 2018; Østergaard i in. 2011), aż po głosy optymi-

¹ Różnorodność kulturowa jest czymś więcej niż tylko różnorodnością etniczną. Wyznaczają ją, oprócz pochodzenia etnicznego, także religia czy język. Jednak ze względu na trudności ujęcia w jednej zagregowanej zmiennej wszystkich wyznaczników różnorodności kulturowej, przyjmuje się, że odmienne pochodzenie etniczne dość dobrze odzwierciedla odmienną kulturę.

styczne, które sugerują, że zróżnicowanie etniczne jest ważne (Furtan 2008; Oettl i Agrawal 2008; Niebuhr 2010; Parotta i in. 2012; Lee 2015), a czasem wręcz kluczowe (AlShebli i in. 2018) dla procesów zyskiwania wiedzy.

W rozważaniach nad znaczeniem poszczególnych wymiarów różnorodności uwagę przykuwa również heterogeniczność ze względu na wiek i płeć (Zajac i in. 1991; Pelled i in. 1999; AlShebli i in. 2018), przy czym ich znaczenie nie jest tak rozpoznane, jak pozostałych kategorii różnorodności.

W kontraście, inna gałąź literatury skupia się na bliskości jako głównym wyznaczniku cyrkulacji wiedzy. Spośród różnych wymiarów bliskości największy spór toczy się wokół znaczenia bliskości geograficznej. Podczas gdy jedni przypisują jej kluczową rolę w procesach kreacji i dyfuzji wiedzy (Jaffe i in. 1993; Eaton i Kortum 1996; Baptista 2000; Wang i in. 2018; Gui i in. 2018), przekonując, że nabywanie najcenniejszej składowej innowacji, tzw. wiedzy milczącej, nie jest możliwe bez bezpośredniego kontaktu z jej właścicielem (Braun i Dugnit 1991), inni całkowicie odrzucają tezę o zależności między bliskością geograficzną a procesami rozprzestrzeniania się (Keller 2001; Thompson i Fox-Kean 2005; Wachowska 2014a, 2014b; Micek 2017). Można również wskazać badania, w których wprawdzie bliskość geograficzna jest ważna dla nawiązywania więzi społecznych i w tym sensie dla dzielenia się wiedzą, ale mniej istotna niż inne wymiary bliskości, jak chociażby bliskość organizacyjna, technologiczna, poznawcza czy instytucjonalna (Davenport 2005; Aldieri i Cincera 2009; Garcia i in. 2018). W najnowszych badaniach coraz częściej wskazuje się jednak, że bliskość geograficzna jest warunkiem koniecznym, ale niewystarczającym dla intensyfikacji procesów dyfuzji wiedzy. Dopiero wraz z innymi wymiarami bliskości ułatwia przepływy wiedzy i wzmacnia procesy rozwojowe (Boschma 2005; Gaczek 2013; Hansen 2015).

W wyniku systematycznie powiększających się zasobów wiedzy, w czasach kiedy innowacje stały się bardziej złożone, niejednokrotnie wymagając integracji wiedzy zaczerpniętej z różnych dyscyplin, coraz częściej wskazuje się, że proces innowacyjny wymaga łączenia wysiłków B+R wąsko wyspecjalizowanych badaczy, których wiedza będzie się wzajemnie uzupełniać. W tym sensie współpraca stała się nieodzownym elementem współczesnej działalności badawczej i swoistym trendem w nauce.

Efekty współpracy analizowane są najczęściej w obrębie trzech nurtów literatury: podejmujących problematykę interakcji między uniwersytetami a przedsiębiorstwami, korzyści uzyskiwanych z lokalizacji w obrębie ugrupowań integracyjnych (np. klastrów) oraz zarządzania wiedzą w organizacji. Zasadniczo, wyniki wszystkich badań promują ideę współpracy, wskazując, że jest ona ważna zarówno dla procesów tworzenia, jak i rozprzestrzeniania się wiedzy.

Niewątpliwie wszystkie przytoczone czynniki stwarzają warunki zarówno do podnoszenia efektywności działalności B+R, jak i rozprzestrzeniania się jej wyników, choć nie wszystkie badania to potwierdzają. Wydaje się, że końcowe wnioski z badań zależą głównie od stopnia ich szczegółowości. Analizy skupiające się na poziomie organizacji dają mniejsze poparcie dla hipotezy rozprzestrzeniania się wiedzy napędzanej czy to poprzez różne kategorie bliskości, czy różnorodności,

natomiast w opracowaniach opartych na danych z poziomu regionu czy kraju częściej odnajdywana jest dodatnia zależność między określonym czynnikiem a przepływami *know-how*.

2. Zakres i metoda badań

Przedmiotem badań jest analiza wybranych czynników z perspektywy ich oddziaływania na jakość i zakres rozprzestrzeniania się polskich wynalazków. W toku badań podjęto próbę określenia zwłaszcza wpływu współpracy oraz umiędzynarodowienia badań na liczbę cytowań uzyskiwanych przez polskie wynalazki (z wyłączeniem autocytowań na poziomie zgłaszającego), które w tym opracowaniu stanowią miarę ich jakości oraz dyfuzji (zmienna *Y* w modelu). Zastanawiano się również nad tym, czy na jakość wynalazku ma wpływ obszar technologiczny (według klasyfikacji patentowej), w którego ramach jest on tworzony, a także czy sam fakt udziału w procesie wynalazczym podmiotów z publicznego sektora nauki przekłada się na korzyści w postaci większej liczby cytowań.

Badaniem empirycznym zostały objęte polskie podmioty, które odpowiadają za generowanie wynalazków zgłaszanych do ochrony patentowej w trybie międzynarodowym. Kryterium doboru podmiotów do próby było dokonanie w okresie badawczym (lata 2004–2012) przynajmniej jednego międzynarodowego zgłoszenia patentowego na rzecz Polski. Przez zgłoszenia dokonane na rzecz Polski rozumie się przy tym jedynie te, które zostały dokonane samodzielnie lub wspólnie przez polski podmiot z siedzibą zlokalizowaną w Polsce, np. instytucję publicznego sektora nauki, przedsiębiorstwo czy fundację. Z analizy wyłączone zostały tzw. zgłoszenia indywidualne, które przy mieszanym składzie etnicznym wynalazców, będących zarazem zgłaszającymi, uniemożliwiają jednoznaczne wskazanie „narodowości” wynalazku. Ostatecznie próba badawcza składała się z 426 podmiotów, w tym 322 przedsiębiorstw, 91 jednostek publicznego sektora nauki oraz 13 pozostałych podmiotów.

Zakres czasowy badania obejmował lata 2004–2012. Analizę zakończono na roku 2012, uznając, że wynalazki zgłaszane po tym czasie związane są ze zdecydowanie mniejszym prawdopodobieństwem ich cytowania. Wynika to z faktu, że dyfuzja wiedzy wymaga czasu i w konsekwencji obserwuje się wieloletnie opóźnienia w cytowaniach patentowych, sięgające od 3 do nawet 16 lat (Adams i in. 2006; Adams i Clemmons 2013; Wachowska 2016a, 2016b).

Badanie przeprowadzono w dwóch etapach: etap pierwszy obejmował opracowanie i prezentację danych statystycznych wraz z opisem struktury zbiorowości, natomiast etap drugi to ekonometryczna weryfikacja znaczenia wyszczególnionych czynników dla dyfuzji polskich wynalazków. Na początku drugiego etapu przeprowadzono wstępną analizę współzależności z wykorzystaniem współczynnika korelacji Pearsona oraz wykonano test istotności korelacji *t*-studenta. Ponieważ w przypadku rozkładu odbiegającego od rozkładu normalnego oraz istnienia w próbie obserwacji odstających, współczynnik korelacji Pearsona może fałszywie wskazywać na nieistniejącą korelację, stąd w przeprowadzonym badaniu zastoso-

wano również podejście kwantylowe, oparte na współczynniku rang Spearmana. Następnie zastosowano regresję wieloraką, w celu uogólnienia wstępnych wyników korelacji i dopasowania do danych rzeczywistych modelu z wieloma zmiennymi objaśniającymi, tzn. funkcji określającej zależność następującej postaci:

$$\underbrace{Y}_{\text{zmienna objaśniana}} = f(\underbrace{X_1, X_2, \dots, X_k}_{\text{zmienne objaśniające}}, \underbrace{\varepsilon}_{\text{składnik losowy}})$$

Parametry klasycznego modelu regresji wielorakiej zostały oszacowane za pomocą Klasycznej Metody Najmniejszych Kwadratów (KMNK) (Stock i Watson 2010), która wymaga spełnienia założeń gwarantujących nieobciążoność i efektywność MNK-estymatorów. Natomiast inne metody estymacji pozwalają na oszacowanie szerszej klasy modeli, w szczególności pozwalają na uzyskanie zgodnych estymatorów w przypadku, gdy występują wartości odstające lub „zerowe”. W takich sytuacjach modele oparte na metodzie MNK estymacji parametrów mogą być obciążone (Maddala 1983). Wśród metod używanych w celu rozwiązania tych problemów w przypadku istnienia obserwacji odstających polecana jest regresja kwantylowa (wykorzystująca M-estymatory), natomiast w kontekście wysokiej reprezentacji wartości zerowych – model Tobina. Szczególny przypadek regresji kwantylowej dla kwantyla rzędu 0,5 (mediany) jest równoważny estymatorowi LAD (ang. Least Absolute Deviation), który minimalizuje sumę bezwzględnych błędów. Wprowadzenie kwantyli regresji daje pełniejszy opis rozkładów warunkowych zwłaszcza w przypadku rozkładów asymetrycznych lub uciętych. W modelu Tobina – zaproponowanym przez Jamesa Tobina (1958) – w celu oszacowania parametrów stosuje się metodę największej wiarygodności z wykorzystaniem mechanizmu selekcji, która może być przeprowadzona na podstawie wartości obserwowanych lub nieobserwowanych. Występują dwa mechanizmy selekcji danych: cenzurowanie oraz rozwiązanie brzegowe. Dane cenzurowane to takie, dla których znamy wartość zmiennej jedynie poniżej danego progu, natomiast rozwiązanie brzegowe stosowane jest wówczas, gdy w próbie obserwujemy dodatnie wartości zmiennej zależnej oraz znaczącą liczbę zer. W przypadku takiego zbioru danych zastosowanie klasycznej regresji może dać nieprawidłowe wyniki, ponieważ nie ma gwarancji, że wszystkie dopasowane wartości będą dodatnie; może również może wystąpić heteroscedastyczność, co sprawi, że MNK estymator nie będzie efektywny. Co jednak ważne, jeżeli selekcji dokonuje się na podstawie wartości cech obserwowanych i jest niezależna od zmiennych nieobserwowanych, to spełnione będą warunki, o których mowa i wówczas wynik zastosowania modelu dla wyselekcjonowanej części próby jest zgodny z klasyczną MNK.

Ostatecznie zdecydowano się na zastosowanie zarówno modelu regresji kwantylowej, jak również modelu Tobina i porównanie otrzymanych rezultatów z wynikami uzyskanymi z modelu klasycznej regresji wielorakiej. Porównanie to pozwoli ocenić, czy zastosowanie różnych narzędzi różnicuje otrzymane wyniki.

Informacje odnoszące się do częstotliwości cytowania polskich wynalazków oraz ich szczegółowych charakterystyk zostały zaczerpnięte z zasobów Światowej

Organizacji Własności Intelektualnej (*World Intellectual Property Organization: WIPO*) – dokładniej z bazy *PatentScope* – która opracowała formularz „międzynarodowego” wniosku patentowego (wniosek PCT). Pod wieloma względami formularz PCT przypomina kwestionariusze wypełniane w ramach procedury krajowej czy regionalnej. Przede wszystkim ujawnia podstawowe dane dotyczące zgłaszających wynalazek do ochrony patentowej, twórców wynalazku oraz samego wynalazku, takie jak data złożenia wniosku patentowego, nazwisko i imię wynalazcy, jego miejsce zamieszkania w dniu składania aplikacji patentowej, nazwę i miejsce siedziby zgłaszającego, obszar technologiczny wynalazku czy cytowania patentowe (odwołania do cudzej, wcześniejszej publikacji czy patentu). W przeciwieństwie jednak do tych wszystkich aplikacji patentowych, we wnioskach PCT zawarta jest jeszcze dodatkowa informacja – o narodowości (dokładniej obywatelstwie) zgłaszającego, a do 2012 r. również twórcy wynalazku.

Z perspektywy badań podjętych w tym artykule, szczególnie użyteczna jest właśnie ta ostatnia informacja, dzięki której można określić liczbę zgłaszających i wynalazców o obcym pochodzeniu etnicznym wymienianych w polskich zgłoszeniach patentowych PCT, a tym samym ich wkład w podnoszenie jakości polskich wynalazków.

Pomimo swoich wielu zalet, takich jak wysoka precyzja i wiarygodność ujawnianych informacji, dane patentowe PCT – głównie w zakresie informacji o pochodzeniu etnicznym wynalazcy – mają swoje ograniczenia. Przede wszystkim pozwalają jedynie na określenie obywatelstwa wynalazcy, co oznacza, że przy szacowaniu liczby obcokrajowców można pominąć długoterminowych migrantów, którzy otrzymali obywatelstwo kraju przeznaczenia przed złożeniem wniosku patentowego.

Ponadto, ze względu na wprowadzone 16 stycznia 2012 r. zmiany w prawie patentowym Stanów Zjednoczonych Ameryki, jedynie w nielicznych wnioskach PCT zgłaszanych po tym terminie wskazywane jest obywatelstwo twórców wynalazków (szczegóły patrz Miguelez i Fink 2013), stąd o narodowości wynalazcy można wnioskować jedynie na podstawie etnicznego pochodzenia jego nazwiska, co z oczywistych względów obarczone jest dużą niepewnością.

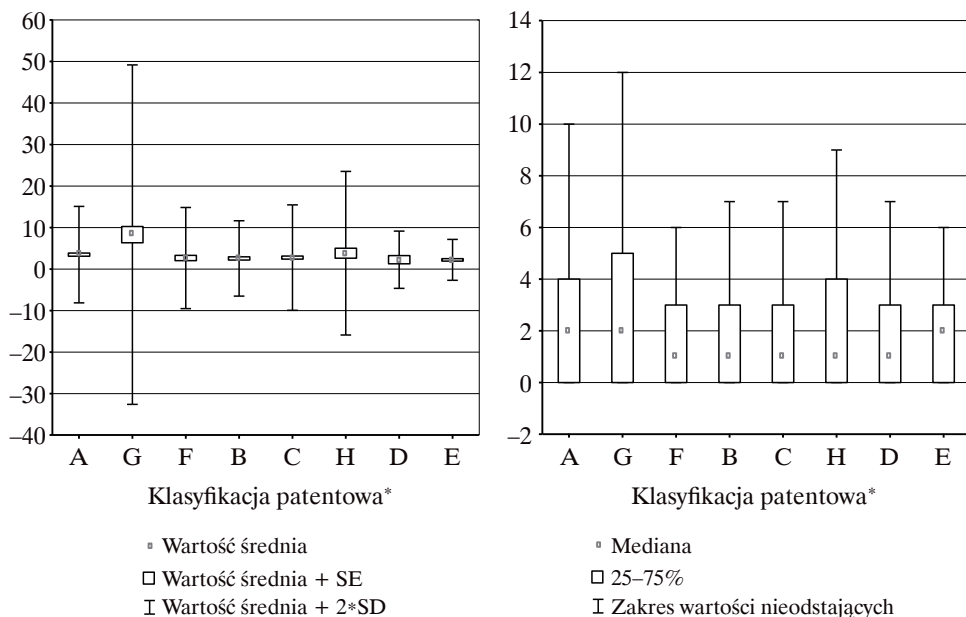
3. Determinanty dyfuzji polskich wynalazków – wyniki badań

Rozpoczęcie analizy wymagało odpowiedniego opracowania danych statystycznych i w tym celu stworzono bazę danych łączącą liczbę cytowań uzyskiwanych przez polski wynalazek z jego wytypowanymi do badania charakterystykami, jak obszar technologiczny wynalazku, liczba zgłaszających i wynalazców, struktura etniczna zgłaszających i wynalazców czy przynależność zgłaszającego do określonego sektora, np. publicznego sektora B+R. Do stworzenia bazy wykorzystano metodę analizy międzynarodowych zgłoszeń patentowych dokonywanych w latach 2004–2012 przez polskie podmioty mające siedzibę w Polsce. Łącznie przeanalizowano 991 aplikacji patentowych, z których po wyeliminowaniu braków dalszą analizą objęto 986.

Na wstępie przeanalizowano strukturę danych i dokonano oceny rozkładu badanej cechy, czyli liczby cytowań w całej próbie objętej badaniem, przy uwzględnieniu klasyfikacji patentowej jako zmiennej grupującej. Otrzymane wyniki dotyczące rozkładu i podstawowych statystyk opisowych przedstawiono odpowiednio na rysunku 1 i w tabeli 1.

Rysunek 1

Zróźnicowanie rozkładu liczby cytowań w podgrupach klasyfikacji patentowej (wykres pudełkowy oparty na średniej oraz medianie) z pominięciem wartości odstających i ekstremalnych



*A: Podstawowe potrzeby ludzkie; B: Różne procesy przemysłowe, Transport; C: Chemia, Metalurgia; D: Włókiennictwo, Papiernictwo; E: Budownictwo, Górnictwo; F: Budowa maszyn, Oświetlenie, Ogrzewanie, Uzbrojenie, Technika minerska; G: Fizyka; H: Elektrotechnika.

Źródło: opracowanie własne.

Powyższe wyniki świadczą o dużym zróżnicowaniu i skośności rozkładu badanej cechy w całej próbie, jak również w poszczególnych podgrupach wynikających z klasyfikacji patentowej. Zatem dokonując oceny oczekiwanej jakości wynalazków oraz ich dyfuzji, należy pamiętać, że klasyczne podejście oparte na średniej liczbie cytowań należy uzupełniać o wyniki analizy z wykorzystaniem miar pozycyjnych. Jako najlepsze grupy należałoby wskazać kolejno kategorie G, H i A. Udział zgłoszeń patentowych charakteryzujących się współpracą, różnorodnością etniczną czy sektorową wskazanych grup na tle pozostałych przedstawiono w tabeli 2.

Analizując wyniki zawarte w tabeli 2 należy jednoznacznie podkreślić, że ocena jakości wynalazków i ich dyfuzji na podstawie podstawowych mierników nie jest prawidłowa, bowiem najwyższe wartości miar położenia we wskazanych klasach nie przekładają się na największy udział zgłoszeń patentowych charak-

Tabela 1
Podstawowe statystyki opisowe zmiennej zależnej: liczba cytowań

Grupa*	Średnia	Mediana	Min	Max	Q ₁	Q ₃	Zróżnicowanie	Skośność
Cała próba	3,53854	1	0	126	0	3	254,51	7,65
A	3,480851	2	0	41	0	4	166,61	3,56
B	2,571429	1	0	31	0	3	176,71	3,60
C	2,766917	1	0	56	0	3	229,47	5,42
D	2,250000	1	0	11	0	3	152,93	1,91
E	2,209677	2	0	11	0	3	111,49	1,83
F	2,656250	1	0	56	0	3	229,41	7,29
G	8,293577	2	0	126	0	5	246,58	4,19
H	3,818181	1	0	73	0	4	257,92	5,75

*Jak na rysunku 1.

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 2
Udział zgłoszeń patentowych charakteryzujących się współpracą i różnorodnością w poszczególnych grupach patentowych (%)

Grupa*	Liczba patentów	Współpraca na poziomie		Różnorodność etniczna			Różnorodność sektorowa		
		wynalazca	zgłaszający	wynalazca	zgłaszający	obcokrajowcy wśród wynalazców	zgłaszający	udział B+R	przedsiębiorstwo–nauka
A	235	9,36	74,47	2,55	8,51	14,89	2,98	28,51	2,55
B	140	9,29	65,00	2,86	6,43	14,29	3,57	22,14	2,86
C	266	18,05	91,35	7,89	13,53	15,04	6,77	57,89	6,77
D	12	41,67	91,67	8,33	16,67	25,00	0,00	41,67	0,00
E	62	3,23	51,61	0,00	4,84	4,84	0,00	0,00	0,00
F	96	7,29	53,13	2,08	5,21	15,63	4,17	17,71	3,13
G	109	9,17	69,72	7,34	13,76	16,51	0,92	31,19	0,92
H	66	9,09	68,18	6,06	10,61	15,15	1,52	36,36	1,52

*Jak na rysunku 1.

Źródło: opracowanie własne.

teryzujących się współpracą i różnorodnością. Pod tym względem jako kategorię o największej różnorodności sektorowej należy wskazać kategorię C, natomiast kategorią o najwyższej współpracy i różnorodności etnicznej jest D.

Zatem istotą analizy jest kolejny jej etap, w którym zbadano, czy istnieje rzeczywisty związek między jakością i zarazem stopniem rozprzestrzeniania się

polskich wynalazków a wytypowanymi na podstawie literatury czynnikami, które mają potencjał do wzmacniania procesów dyfuzji wiedzy. Celem jest więc zbadanie czy rozpoznane, poniżej zaprezentowane, czynniki wywierają istotny wpływ na jakość i dyfuzję wynalazków:

- poziom współpracy na poziomie wynalazcy (liczba wynalazców; zmienna w ramach kategorii współpraca),
- poziom współpracy na poziomie zgłaszających wynalazek do ochrony patentowej (liczba zgłaszających; zmienna w ramach kategorii współpraca),
- różnorodność sektorowa podmiotów zgłaszających (liczba różnych obszarów gospodarki reprezentowanych wśród zgłaszających: jednostki publicznego sektora B+R, przedsiębiorstwa i inne; zmienna w ramach kategorii współpraca),
- współpraca w obszarze przedsiębiorstwo–nauka (sam fakt występowania tego typu interakcji; zmienna w ramach kategorii współpraca),
- różnorodność etniczna wśród wynalazców (liczba różnych obywatelstw reprezentowanych wśród wynalazców; zmienna w ramach zarówno kategorii umiędzynarodowienie, jak i współpraca),
- różnorodność etniczna wśród zgłaszających (liczba różnych krajów reprezentowanych wśród podmiotów zgłaszających; zmienna w ramach zarówno kategorii współpraca, jak i umiędzynarodowienie),
- liczba obcokrajowców wśród wynalazców (liczba osób o odmiennym niż polskie obywatelstwo; zmienna w ramach kategorii umiędzynarodowienie),
- udział podmiotów z publicznego sektora B+R (liczba jednostek z publicznego sektora B+R).

W celu przetestowania, czy powyższe czynniki wywierają istotny wpływ na jakość i dyfuzję wynalazków, zaproponowano zastosowanie regresji jako metody pozwalającej na zbadanie związku między zmiennymi objaśniającymi (czynnikami) a zmienną objaśnianą (liczba cytowań) i wykorzystanie tej wiedzy do przewidywania nieznanych wartości jednych wielkości na podstawie innych.

Uwzględniając wyniki dotyczące rozkładu badanej cechy, której rozkład odbiega od rozkładu normalnego ze względu na silną asymetrię oraz istnienie w próbie obserwacji odstających, analizę współzależności oparto zarówno na współczynniku korelacji Pearsona, jak również współczynniku korelacji rang Spearmana. Wyznaczone wartości współczynników wraz z wartością statystyki testowej t-Studenta i poziomem *p-value* przedstawiono w tabelach 3 i 4.

Otrzymane wartości współczynników korelacji między cytowaniami a zaproponowanymi czynnikami są niskie (najwyższa wartość wynosi 0,15), co świadczy o słabej zależności między badanymi zmiennymi. Niemniej jednak przeprowadzony test istotności korelacji i uzyskane wartości *p* (mniejsze niż 0,05) wskazują, że są podstawy do odrzucenia hipotezy zerowej o braku istotnej korelacji na rzecz hipotezy alternatywnej: korelacja jest istotna. W zależności od zastosowanego miernika otrzymano inny zestaw istotnych czynników, co przedstawiono w tabeli 5.

Otrzymane wyniki wskazują na istotną korelację między cytowaniami a:

- klasyfikacją patentową,
- różnorodnością etniczną zarówno zgłaszających, jak i wynalazców,

Tabela 3
Współczynniki korelacji Pearsona wraz z wynikiem testu istotności

Zmienna	Wsp. Pearsona	T(n-2)	p-value
Klasyfikacja patentowa	-0,07982249	-2,51195	0,0122
Poziom współpracy na poziomie wynalazcy	0,01414514	0,44376	0,6573
Poziom współpracy na poziomie zgłaszających	0,02525646	0,792517	0,4283
Różnorodność etniczna wśród wynalazców	0,09524889	3,00149	0,0028
Różnorodność etniczna wśród zgłaszających	0,08925621	2,81108	0,0050
Obecność obcokrajowców wśród wynalazców	0,11340982	3,5806	0,0004
Różnorodność sektorowa zgłaszających	0,00004271	0,0013398	0,9989
Udział podmiotów z publicznego sektora B+R	-0,06806194	-2,13998	0,0326
Współpraca w obszarze przedsiębiorstwo–nauka	0,00766035	0,240303	0,8101

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4
Współczynniki korelacji rang Spearmana wraz z wynikiem testu istotności

Zmienna	Wsp. rangowy	T(n-2)	p-value
Klasyfikacja patentowa	-0,087118	-2,74321	0,006195
Poziom współpracy na poziomie wynalazcy	-0,001385	-0,04346	0,965343
Poziom współpracy na poziomie zgłaszających	-0,032690	-1,02598	0,305151
Różnorodność etniczna wśród wynalazców	0,056760	1,78338	0,074833
Różnorodność etniczna wśród zgłaszających	0,066167	2,08012	0,037773
Obecność obcokrajowców wśród wynalazców	-0,002522	-0,07912	0,936957
Różnorodność sektorowa zgłaszających	-0,154616	-4,90915	0,000001
Udział podmiotów z publicznego sektora B+R	0,107005	3,37601	0,000764
Współpraca w obszarze przedsiębiorstwo–nauka	0,011301	0,35453	0,723021

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5
Istotny zestaw czynników przy zastosowaniu współczynników korelacji klasycznej i rangowej

Zmienna	Wsp. Pearsona	Wsp. rangowy
Klasyfikacja patentowa	+	+
Poziom współpracy na poziomie wynalazcy		
Poziom współpracy na poziomie zgłaszających		
Różnorodność etniczna wśród wynalazców	+	
Różnorodność etniczna wśród zgłaszających	+	+
Obecność obcokrajowców wśród wynalazców	+	
Różnorodność sektorowa zgłaszających		+
Udział podmiotów z publicznego sektora B+R	+	+
Współpraca w obszarze przedsiębiorstwo–nauka		

Źródło: opracowanie własne.

- podmiotami sektora publicznego B+R,
 - liczbą obcokrajowców,
- natomiast jako czynniki nieistotne należy wskazać:
- liczbę zarówno podmiotów zgłaszających, jak i wynalazców,
 - współpracę w obszarze przedsiębiorstwo–nauka.

W świetle powyższych wyników zasadne jest zastosowanie modeli regresji wielorakiej. Ze względu na fakt, że obserwacje zerowe charakteryzujące zmienną zależną są istotnym nośnikiem informacji, w pierwszym etapie do estymacji parametrów modelu regresji wykorzystano metodę najmniejszych kwadratów (MNK), której otrzymane wyniki przedstawiono w tabeli 6.

Otrzymane wyniki estymacji MNK i wartość p dla testu istotności parametrów świadczą o tym, że w zaproponowanych na podstawie literatury zaobserwowano czynniki nieistotne (wartość $p > 0,05$), co oznacza, że w celu wskazania istotnych konieczna jest dalsza redukcja zbioru zmiennych. Ponadto analiza współczynnika rozdęcia wariancji, czyli wskaźnika VIF, świadczy o tym, że nie ma podejrzenia istnienia współliniowości zmiennych, czyli powielania informacji. Przeprowadza-

Tabela 6
Model 1: Estymacja KMNK
(wykorzystane obserwacje 1–986; zmienna zależna Y: CYTOWANIA)

Zmienna	Współczynnik	Błąd stand.	t-Studenta	wartość p	
const	6,05370	4,08327	1,483	0,1385	
KLASYFIKACJA	-0,336799	0,138585	-2,430	0,0153	**
WSPÓŁPRACA_zgłaszający	-0,183692	0,833669	-0,2203	0,8257	
WSPÓŁPRACA_wynalazcy	0,144829	0,128302	1,129	0,2593	
RÓŻNORODNOŚĆ_zgłaszający	1,51701	1,33264	1,138	0,2553	
RÓŻNORODNOŚĆ_wynalazcy	0,388274	1,16669	0,3328	0,7394	
RÓŻNORODNOŚĆ_sektor	-3,20806	3,73791	-0,8582	0,3910	
PUBLICZNY_BR	-1,54261	0,531387	-2,903	0,0038	***
OBCOKRAJOWCY	1,00824	0,704106	1,432	0,1525	
NAUKA_PRZEDSIĘBIORSTWO	3,98264	3,98554	0,9993	0,3179	

Średnia arytm. zm. zależnej	3,538540	Odchylenie stand. zm. zależnej	9,005979
Suma kwadratów reszt	77 349,71	Błąd standardowy reszt	8,902346
Wsp. determ. R-kwadrat	0,031810	Skorygowany R-kwadrat	0,022882
F(9, 976)	3,562936	Wartość p dla testu F	0,000228
Logarytm wiarygodności	-3 549,754	Kryt. inform. Akaikego	7 119,508
Kryt. Bayesa–Schwarza	7 168,445	Kryt. Hannana–Quinna	7 138,121

jąc krokowo test istotności parametrów t-studenta, wyeliminowano następujące nieistotne zmienne (czynniki) z modelu:

- współpraca_wynalazcy (wartość $p = 0,265$),
- współpraca_zgłaszający (wartość $p = 0,826$),
- różnorodność_wynalazcy (wartość $p = 0,740$),
- różnorodność_zgłaszający (wartość $p = 0,195$),
- różnorodność_sektor (wartość $p = 0,356$),
- nauka_przedsiębiorstwo (wartość $p = 0,689$),

otrzymując ostatecznie model MNK postaci przedstawionej w tabeli 7.

Tabela 7

**Model 2: Estymacja KMNK
 (wykorzystane obserwacje 1–986; zmienna zależna Y: CYTOWANIA)**

Zmienna	Współczynnik	Błąd stand.	t-Studenta	Wartość p	
const	4,83056	0,602352	8,020	3,01e-15	***
KLASYFIKACJA	-0,317290	0,138078	-2,298	0,0218	**
PUBLICZNY_BR	-1,27524	0,424773	-3,002	0,0027	***
OBCOKRAJOWCY	1,57768	0,378443	4,169	3,33e-5	***

Średnia arytm. zm. zależnej	3,538540	Odchylenie stand. zm. zależnej	9,005979
Suma kwadratów reszt	77 673,92	Błąd standardowy reszt	8,893688
Wsp. determ. R-kwadrat	0,277521	Skorygowany R-kwadrat	0,247821
F(3, 982)	9,343346	Wartość p dla testu F	4,30e-06
Logarytm wiarygodności	-3551,816	Kryt. inform. Akaikego	7 111,633
Kryt. Bayesa-Schwarza	7 131,207	Kryt. Hannana-Quinna	7 119,077

Źródło: opracowanie własne.

Ponieważ współczynniki MNK są wrażliwe na obserwacje odstające, przed wnioskowaniem na podstawie zaproponowanego klasycznego modelu regresji zweryfikowano poprawność funkcyjną specyfikacji, współliniowość oraz własności reszt. W celu oceny poprawności specyfikacji modelu przeprowadzono test RESET, który pozwolił potwierdzić, że zależność między zmiennymi w modelu jest liniowa, jak również że przy budowie modelu nie pominięto istotnych zmiennych objaśniających. Wartość $p = 0,121184$ testu świadczy o braku podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej, a zatem przyjęta postać funkcyjna modelu jest poprawna. Oceny współliniowości dokonano na podstawie czynnika rozdęcia wariancji, który dla wszystkich zmiennych w modelu nie przekroczył granicznej wartości, co potwierdza brak ich wzajemnego skorelowania. Ostatni etap oceny klasycznego modelu obejmuje weryfikację założeń Gaussa-Markowa, które obejmują następujące własności reszt: nieskorelowanie reszt ze zmiennymi objaśniającymi ($\rho(\varepsilon, X) = 0$), zerową wartość oczekiwaną ($E(\varepsilon) = 0$) i homoscedastyczność, czyli stałość wariancji ($\sigma^2 = \text{const}$); są to założenia, których spełnienie

gwarantuje zgodność MNK-estymatora. Po dołączeniu założenia o normalności rozkładu reszt ($\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$) nazywamy je założeniami klasycznego modelu liniowego. Wyniki weryfikacji przedstawiono w tabeli 8.

Tabela 8
Wyniki weryfikacji założeń MNK

Założenie	Test	wartość p
$\rho(\varepsilon, X) = 0$	t-studenta istotności korelacji	$p \approx 0$
$E(\varepsilon) = 0$	wartości oczekiwanej dla prób zależnych	Nie dotyczy \rightarrow jest wyraz wolny
$\sigma^2 = \text{const}$	White'a	$p = 0,558077$
$\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$	Shapiro–Wilka	$p = 1,24091e-48$

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że wszystkie założenia Gaussa–Markowa są spełnione, naruszona jest tylko normalność rozkładu reszt. Jednak w przypadku klasycznej regresji naruszenie założenia o normalności nie ma wpływu na własności estymatorów i tym samym oznacza to, że MNK-estymator jest nieobciążony i efektywny.

Efektom zastosowania metody MNK są następujące wyniki regresji wielorakiej:

$$Y_{\text{CYTOWANIA}} = 4,83056 - 0,31729X_{\text{KLASYFIKACJA}} - 1,27524X_{\text{B+R}} + 1,5776X_{\text{OBCOKRAJOWCY}}$$

Otrzymane wyniki wskazują, że spośród wytypowanych na podstawie literatury czynników potencjał do wpływu na stopień rozprzestrzeniania się wynalazków mają trzy zmienne, które w sposób istotny wpływają na liczbę cytowań i są to:

- klasyfikacja patentowa,
- liczba podmiotów sektora publicznego B+R,
- liczba obcokrajowców.

Wartości MNK estymatorów świadczą jednocześnie o tym, że zmiana kategorii klasyfikacji patentowej skutkuje przeciętnym spadkiem liczby cytowań, a ponadto liczba podmiotów sektora publicznego B+R jest destymulantą, co oznacza, że ich wzrost skutkuje spadkiem przeciętnej liczby cytowań. Jako istotną stymulantę należy wskazać liczbę obcokrajowców, a otrzymana w tym przypadku wartość parametru oznacza, że wraz ze wzrostem liczby obcokrajowców wśród wynalazców liczba cytowań wzrasta średnio o 1,6. Należy jednak podkreślić, że współczynnik determinacji $R^2 = 22\%$, co oznacza, że istnieją inne czynniki nieuwzględnione w analizie, które w sposób istotny determinują badane zjawisko.

Pełniejszy opis rozkładów warunkowych – zwłaszcza w przypadku rozkładów asymetrycznych lub uciętych – daje wprowadzenie kwantyli, dlatego też w dalszej części badania przeprowadzono analogiczną analizę z wykorzystaniem regresji kwantylowej i otrzymano wyniki pokazane w tabeli 9.

Ponownie przeprowadzając test istotności parametrów t-studenta, wyeliminowano krokowo nieistotne zmienne z modelu – otrzymane ostatecznie wyniki przedstawione są w tabeli 10.

Tabela 9

Model 3: Estymacja Estymator kwantylowy
 (wykorzystane obserwacje 1–986; zmienna zależna Y: CYTOWANIA tau = 0,5)

Zmienna	Współ- czynnik	Błąd stand.	t-Studenta	wartość p	
const	2,96864	0,806503	3,681	0,0002	***
KLASYFIKACJA	-0,0356125	0,0273726	-1,301	0,1936	
WSPÓLPRACA_zgłaszający	0,0404461	0,164661	0,2456	0,8060	
WSPÓLPRACA_wynalazcy	0,0113960	0,0253414	0,4497	0,6530	
RÓŻNORODNOŚĆ_zgłaszający	-0,278898	0,263216	-1,060	0,2896	
RÓŻNORODNOŚĆ_wynalazcy	-0,850427	0,230437	-3,691	0,0002	***
RÓŻNORODNOŚĆ_sektor	-0,606256	0,738290	-0,8212	0,4118	
PUBLICZNY_BR	-0,254986	0,104956	-2,429	0,0153	**
OBCOKRAJOWCY	0,821937	0,139071	5,910	<0,0001	***
NAUKA_PRZEDSIEBIORSTWO	0,679770	0,787199	0,8635	0,3881	

Mediana zm. zależnej	1,000000	Odchylenie stand. zm. zależnej	9,005979
Suma absolutnych reszt	3 181,093	Suma kwadratów reszt	84 729,06
Logarytm wiarygodności	-2824,368	Kryt. inform. Akaikego	5 668,736
Kryt. Bayesa-Schwarza	5 717,673	Kryt. Hannana-Quinna	5 687,348

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 10

Model 4: Estymacja Estymator kwantylowy
 (wykorzystane obserwacje 1–986, zmienna zależna Y: CYTOWANIA)

Zmienna	Współ- czynnik	Błąd stand.	t-Studenta	wartość p	
const	2,50000	6,04446e-10	4,136e+9	<0,0001	***
ROZNORODNOSC_zgłaszający	-0,500000	4,04028e-10	-1,238e+9	<0,0001	***
ROZNORODNOSC_wynalazcy	-1,00000	4,53819e-10	-2,204e+9	<0,0001	***
PUBLICZNY_BR	-4,76686e-10	1,68034e-10	-2,837	0,0046	***
OBCOKRAJOWCY	1,00000	2,74994e-10	3,636e+9	<0,0001	***

Mediana zm. zależnej	1,000000	Odchylenie stand. zm. zależnej	9,005979
Suma absolutnych reszt	3 181,500	Suma kwadratów reszt	8 5374,25
Logarytm wiarygodności	-2824,495	Kryt. inform. Akaikego	5 658,989
Kryt. Bayesa-Schwarza	5 683,457	Kryt. Hannana-Quinna	5 668,295

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki estymacji kwantylowej ujawniły istotny potencjał w różnorodności etnicznej zarówno wśród zgłaszających, jak i wynalazców. Otrzymane wyniki kwantylowej regresji wielorakiej wskazują, że cztery zmienne należy uznać jako istotnie wpływające na liczbę cytowań i są to:

- różnorodność etniczna zarówno wśród zgłaszających, jak i wynalazców,
- liczba podmiotów sektora publicznego B+R,
- liczba obcokrajowców.

Ponadto ze względu na fakt, że w próbie zaobserwowano dodatnie wartości zmiennej zależnej ze znaczącą liczbą zer, zaproponowano zastosowanie modelu tobitowego z mechanizmem selekcji opartym na rozwiązaniu brzegowym. Użyte wyniki estymacji największej wiarygodności przedstawiono w tabeli 11.

Ponownie przeprowadzając eliminację sekwencyjną zmiennych nieistotnych, otrzymano ostatecznie – otrzymane ostatecznie wyniki przedstawione są w tabeli 12.

Tabela 11

Model 5: Estymacja tobitowa
(wykorzystane obserwacje 1–986; zmienna zależna Y: CYTOWANIA)

Zmienna	Współczynnik	Błąd stand.	z	wartość p	
const	7,50839	6,20291	1,210	0,2261	
KLASYFIKACJA	-0,472176	0,195336	-2,417	0,0156	**
WSPÓLPRACA_zglas~	0,833906	1,16528	0,7156	0,4742	
WSPÓLPRACA_wynal~	0,145128	0,184304	0,7874	0,4310	
RÓŻNORODNOŚĆ_zgl~	0,214652	1,91549	0,1121	0,9108	
RÓŻNORODNOŚĆ_wyn~	-0,0812654	1,62720	-0,04994	0,9602	
RÓŻNORODNOŚĆ_sek~	-6,44542	5,76038	-1,119	0,2632	
PUBLICZNY_BR	-3,05420	0,762959	-4,003	6,25e-05	***
OBCOKRAJOWCY	1,86736	0,960466	1,944	0,0519	*
NAUKA_PRZEDSIEBI~	8,17873	6,11847	1,337	0,1813	

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 12

Model 6: Estymacja Tobit
(wykorzystane obserwacje 1–986; zmienna zależna Y: CYTOWANIA)

Zmienna	Współczynnik	Błąd stand.	z	wartość p	
const	2,25003	0,850922	2,644	0,0082	***
KLASYFIKACJA	-0,449461	0,195148	-2,303	0,0213	**
PUBLICZNY_BR	-2,39595	0,616922	-3,884	0,0001	***
OBCOKRAJOWCY	2,18117	0,527884	4,132	3,60e-05	***

Błędy standardowe na bazie Hessian.

Źródło: opracowanie własne.

Estymacja modelu tobitowego potwierdza wcześniejsze wyniki klasycznej MNK, zgodnie z którymi spośród wytypowanych na podstawie literatury czynników, potencjał do wpływu na stopień rozprzestrzeniania się wynalazków mają trzy zmienne.

Podsumowując i zestawiając otrzymane wyniki estymacji MNK i kwantylowej oraz modelu tobitowego, jako czynniki istotnie determinujące liczbę cytowań, a tym samym mające potencjał wpływu na procesy dyfuzji wynalazków, należy wskazać pięć zmiennych (tabela 13).

Tabela 13
Czynniki istotnie determinujące liczbę cytowań, w zależności od metody

Zmienna	Metoda estymacji MNK	Metoda kwantylowej estymacji	Model Tobit
Klasyfikacja patentowa	+		+
Różnorodność etniczna wynalazców		+	
Różnorodność etniczna zgłaszających		+	
Liczba podmiotów sektora publicznego B+R,	+	+	+
Liczba obcokrajowców	+	+	+

Źródło: opracowanie własne.

Uwagi końcowe

Polska od lat z dość umiarkowanym sukcesem próbuje włączyć się w światowy wyścig technologiczny i podnieść swą pozycję w rankingach innowacyjności. Wskazuje się, że słabe rezultaty w tym zakresie są wynikiem m.in. zbyt niskiego poziomu umiędzynarodowienia B+R oraz współpracy badawczej, zwłaszcza z partnerami z zagranicy, a także między ośrodkami akademickimi a przedsiębiorstwami.

W celu wzmocnienia potencjału innowacyjnego prowadzona jest polityka ukierunkowana na zachęcanie czy to badaczy akademickich do prowadzenia badań podstawowych i aktywnego angażowania się w proces transferu wiedzy do przemysłu, czy to przedsiębiorstw do włączania uniwersytetów w działalność B+R. Motywuje się również pracowników naukowych, by budowali i podtrzymywali relacje badawcze z kolegami z zagranicy oraz brali udział w międzynarodowych projektach badawczych.

Wszystkie te, jak również inne inicjatywy, mają na celu intensyfikację przepływów wiedzy i pozyskanie cennego *know-how* pochodzenia zagranicznego, a w konsekwencji zmniejszenie dystansu dzielącego Polskę od liderów technologicznych. Zasadniczo wszelkie te praktyki wpisują się w światowe trendy, stąd oczekuje się, że podobnie jak w innych krajach, tak i w Polsce wyższy stopień umiędzynarodowienia i współpracy przełoży się na wyższy poziom nauki.

Biorąc to pod uwagę, w artykule skupiono się na czynnikach, od których zależy jakość polskich wynalazków, a zarazem stopień ich rozprzestrzeniania się w go-

spodarce światowej. Głównie zastanawiano się nad tym, czy i w jakim stopniu współpraca i umiędzynarodowienie procesu twórczego mają na to wpływ.

Przeprowadzona analiza regresji wielorakiej oraz modelu tobitowego na próbie 426 podmiotów oraz 986 międzynarodowych aplikacji patentowych pokazała, że polskie wynalazki reprezentują niski potencjał rynkowy, a więc w niewielkim stopniu ulegają dyfuzji, jako że w niewielkim stopniu są cytowane przez innych. Średnia liczba cytowań wyniosła nieco ponad 3,5, co *de facto* oznacza, że nieliczni postrzegają polskie *know-how* za wartościowe na tyle, by oprzeć na nim swą wynalazczość. Należy jednak podkreślić, że poszczególne obszary technologiczne, w ramach których tworzony jest wynalazek, cechuje znaczne zróżnicowanie w tym zakresie. Z badań wynika, że najczęściej cytowane są wynalazki z zakresu fizyki, natomiast najrzadziej z budownictwa i górnictwa. Wynalazki z powyższych obszarów uzyskały odpowiednio nieco ponad 8 i 2 cytowania. Co ciekawe, fizyka nie jest obszarem, w którym Polacy tworzą największą liczbę wynalazków, co sugeruje, że podnoszenie innowacyjności kraju nie powinno sprowadzać się jedynie do wymiaru ilościowego. W polityce państwa powinny się zatem znaleźć nie tylko instrumenty wynagradzające, np. uczelnie, za samą liczbę tworzonych rozwiązań technicznych, choć oczywiście tego typu działania są również pożądane, ale raczej za faktyczną wartość rynkową wynalazku.

W toku badań stwierdzono również, że spośród czynników wytypowanych jako potencjalnie wpływające na stopień rozprzestrzeniania się polskich wynalazków, jedynie liczba obcokrajowców w zespole wynalazców przekłada się na większą liczbę cytowań uzyskiwanych przez polskie wynalazki. Oznacza to, że większa liczba cudzoziemców jest korzystna z perspektywy potencjału ekonomicznego tworzonych wynalazków, a zatem można uznać, iż idea umiędzynarodowienia pracy twórczej, przynajmniej w pewnym zakresie, przynosi oczekiwane efekty.

Niestety jednocześnie z przeprowadzonej analizy regresji wynika, że różnorodność etniczna w strukturze wynalazców negatywnie wpływa na liczbę cytowań uzyskiwanych przez wynalazek. Ogólnie, im bardziej zróżnicowany zespół pod względem etnicznym, tym mniejsza szansa, że generowany wynalazek będzie doceniony przez innych. Jeśli ten wynik zestawimy z poprzednim, to dochodzimy do wniosku, że wprawdzie obecność wynalazców z zagranicy stymuluje potencjał komercyjny tworzonych rozwiązań technicznych, jednak cudzoziemcy nie muszą tworzyć wspólnie z Polakami, a i sama ich grupa może wykazywać się homogenicznością etniczną.

Nie tylko różnorodność etniczna w zespole wynalazców jest „szkodliwa” dla dyfuzji polskiego *know-how*. Różnorodność etniczna wśród podmiotów zgłaszających wynalazek do ochrony patentowej również nie przynosi wymiernych korzyści – zamiast powiększać, zmniejsza liczbę cytowań. Negatywny wpływ na potencjał ekonomiczny wynalazku został ujawniony także w odniesieniu do obecności podmiotów z publicznego sektora B+R wśród podmiotów starających się o uzyskanie praw wyłącznych. Oznacza to, że jednostki z sektora B+R, zamiast stanowić wsparcie dla przemysłu i być źródłem cennego *know-how*, są swoistą barierą w podnoszeniu jakości prowadzonych prac. Wynalazki tworzone przy ich udziale, zamiast reprezentować wyższą jakość, są rzadziej cytowane.

Analiza przedstawiona w tym opracowaniu wykazała także, że pozostałe wytypowane na podstawie literatury czynniki nie stanowiły istotnej determinanty dyfuzji polskich wynalazków. Nie znaleziono istotnej zależności między częstotliwością cytowania polskich wynalazków a liczbą podmiotów zgłaszających wynalazek do ochrony patentowej, liczbą twórców wynalazków oraz obecnością wśród zgłaszających jednocześnie przedsiębiorstwa i podmiotu z publicznego sektora B+R. Ogólnie nie stwierdzono zatem, aby współpraca – czy to na poziomie instytucjonalnym, czy indywidualnym, a także między przedstawicielami nauki i biznesu – miała jakiegokolwiek znaczenie dla potencjału ekonomicznego polskich wynalazków.

Zasadniczo wyniki przeprowadzonych badań nie stanowią wsparcia dla powszechnie formułowanej hipotezy, wedle której współpraca badawcza, zwłaszcza międzynarodowa oraz realizowana w ramach porozumień między publicznymi jednostkami B+R a przedsiębiorstwami, stanowi istotny impuls dla rozprzestrzeniania się idei. Skłaniają za to do refleksji nad tym, jaką formę powinny przyjąć wzajemne relacje między aktorami, aby w przyszłości móc osiągnąć korzyści w postaci większego rozprzestrzeniania się, a tym samym większego potencjału komercyjnego tworzonych w kraju innowacji.

Wyniki ujawniają potrzebę przewartościowania polityki innowacyjnej kraju, w której większy nacisk powinien być położony na uruchamianie mechanizmów inicjujących oddolny charakter współpracy. Wydaje się, że zbyt duża część porozumień o współpracy w kraju jest motywowana wyłącznie możliwością uzyskania wsparcia finansowego na ten cel. Skutkuje to rozwiązaniem współpracy natychmiast po wygaśnięciu zewnętrznego finansowania przy jednoczesnym braku osiągnięcia celu badawczego.

Ponadto należy dążyć do tego, aby do wzajemnych interakcji między aktorami dochodziło nie tylko na poziomie instytucjonalnym, ale również pojedynczych jednostek. Docelowo o powodzeniu przedsięwzięcia decydują ludzie, a ich przyjaźń czy wzajemne zaufanie, a także kompatybilność charakterologiczna są nie do przecenienia podczas wspólnej pracy.

Wyniki analizy podjętej w niniejszym artykule mogą być użyteczne z perspektywy przyszłych badań, które mogłyby zostać rozciągnięte na większą liczbę państw, zwłaszcza spoza grona liderów technologicznych. Z perspektywy Polski interesujące mogłoby być porównanie z państwami Europy Środkowo-Wschodniej. Ponadto, w celu uzyskania bardziej szczegółowych wyników, można by odrębnie potraktować wynalazki akademickie i dokonane w przedsiębiorstwach, aby lepiej uchwycić czynniki determinujące międzynarodowe przepływy wiedzy.

Bibliografia

- Adams J.D., Clemmons J.R. (2013), *How rapidly does science leak out? A study of the diffusion of fundamental ideas*, „Journal of Human Capital” 7(3), s. 191–229.
- Adams J.D., Clemmons J.R., Stephan P.E. (2006), *How rapidly does science leak out?*, „NBER Working Paper Series”, nr 11997.

- Agrawal A., Cockburn I.M., McHale J. (2006), *Gone but not forgotten: labor flows, knowledge spillovers, and enduring social capital*, „Journal of Economic Geography” 6(5), s. 571–591.
- Agrawal A., McHale J., Oettl A. (2019), *Does scientist immigration harm US science? An examination of the knowledge spillover channel*, „Research Policy”, w druku; <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.01.005> (artykuł jest już zaakceptowany, ale nie jest jeszcze przypisany do tomu i numeru).
- Aldieri L., Cincera M. (2009), *Geographic and technological R&D spillovers within the triad: micro evidence from US patent*, „Journal of Technology Transfer” 34(2), s. 196–211.
- AlShebli B.K., Rahwan T., Woon W.L. (2018), *The preeminence of ethnic diversity in scientific collaboration*, „Nature Communications” 9, s. 1–10.
- Azoulay P., Ganguli I., Graff Zivin J.S. (2017), *The mobility of elite life scientists: professional and personal determinants*, „Research Policy” 46(3), s. 573–590.
- Azoulay P., Graff Zivin J.S., Sampat B.N. (2011), *The diffusion of scientific knowledge across time and space: evidence from professional transitions for the superstars of medicine*, „NBER Working Papers” 16683.
- Baptista R. (2000), *Do innovations diffuse faster within geographical clusters?*, „International Journal of Industrial Organization” 18(3), s. 515–535.
- Basset-Jones N. (2005), *The paradox of diversity management, creativity and innovation*, „Creativity and Innovation Management” 14, s. 169–175.
- Blömstrom M., Kokko A. (2003), *The economics of foreign direct investment incentives*, „NBER Working Paper” 9489.
- Boschma R.A. (2005), *Proximity and innovation: A critical assessment*, „Regional Studies” 39(1), s. 61–74.
- Branstetter L. (2006), *Is foreign direct investment a channel of knowledge spillovers? Evidence from Japan’s FDI in the United States*, „Journal of International Economics” 68, s. 325–344.
- Breschi S., Lenzi C. (2010), *Spatial patterns of inventors’ mobility: Evidence on US urban areas*, „Papers in Regional Science”, 89(2), s. 235–250.
- Breschi S., Lissoni F., Malerba F. (2003), *Knowledge-relatedness in firm technological diversification*, „Research Policy” 32(1), s. 32, 69–87.
- Brown J.S. Duguid P. (1991), *Organizational learning and communities-of-practice: Towards a unified view of working, learning, and innovation*, „Organizational Science” 2(1), s. 40–57.
- D’Ambrosio A., Gabriele R., Schiavone F., Villasalero M. (2017), *The role of openness in explaining innovation performance in a regional context*, „Journal of Technology Transfer” 42(2), s. 389–408.
- Davenport S. (2005), *Exploring the role of proximity in SME knowledge-acquisition*, „Research Policy”, 34(5), s. 683–701.
- Eaton B., Kortum S. (1996), *Trade in ideas: Patenting and productivity in the OECD*, „Journal of International Economics”, 40(3–4), s. 251–278.
- Etzkowitz H., Leydesdorff L. (2000), *The dynamics of innovation: From national systems and “mode 2” to a triple helix of university-industry-government relations*, „Research Policy”, 29(2), s. 109–123.
- Fiedor B. (1979), *Teoria innowacji. Krytyczna analiza współczesnych koncepcji niemarksiowskich*, PWN, Warszawa.
- Fleming L. (2002), *Finding the organizational sources of technological breakthroughs: The story of Hewlett-Packard’s thermal ink-jet*, „Industrial and Corporate Change” 11(5), s. 1059–1084.

- Gaczek W.M. (2013), *Znaczenie bliskości dla przepływów wiedzy, procesów uczenia się i innowacji* (w:) W.M. Gaczek (red.), *Dynamika, cele i polityka zintegrowanego rozwoju regionów. Aspekty teoretyczne i zarządzania w przestrzeni*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, s. 51–66.
- Garcia R., Araujo V., Mascarini S., Gomes Dos Santos E., Costa A. (2018), *Is cognitive proximity a driver of geographical distance of university–industry collaboration?*, „Area Development and Policy”, <https://doi.org/10.1080/23792949.2018.1484669>
- Garcia-Vega M. (2006), *Does technological diversification promote innovation?: An empirical analysis for European firms*, „Research Policy” 35(2), s. 230–246.
- Gomułka S. (1998), *Teoria innowacji i wzrostu gospodarczego*, Centrum Analiz Społeczno-Ekonomicznych, Warszawa.
- Gui Q., Liu C., Du D. (2018), *International knowledge flows and the role of proximity*, „Growth and Change” 49(3), s. 532–547.
- Hansen T. (2015), *Substitution or overlap? The relations between geographical and non-spatial proximity dimensions in collaborative innovation projects*, „Regional Studies” 49(10), s. 1672–1684.
- Harrison D., Klein K. (2007), *What’s the difference? Diversity constructs as separation, variety, or disparity in organizations*, „The Academy of Management Review” 32(4), s. 1199–1228.
- Hunt J. (2011), *Which immigrants are most innovative and entrepreneurial? Distinctions by entry visa*, „Journal of Labor Economics” 29(3), s. 417–457.
- Hunt J., Gauthier-Loiselle M. (2010), *How much does immigration boost innovation?*, „American Economic Journal: Macroeconomics” 2(2), s. 31–56.
- Innowacje w rozwoju przedsiębiorczości w procesie transformacji* (2004), W. Janasz (red.), Difin, Warszawa.
- Jaffe A.B., Trajtenberg M., Henderson R., (1993), *Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations*, „The Quarterly Journal of Economics” 108(3), s. 577–598.
- Joshi A., Jackson S.J. (2003), *Managing workforce diversity to enhance cooperation in organizations* (w:) M. West, D. Tjosvold, K. Smith. (red.), *International handbook of organizational teamwork and cooperative working*, John Willey & Sons, Ltd., 2003.
- Keller W. (2001), *The geography and channels of diffusion at the world’s technology frontier*, „NBER Working Paper” 8150.
- Kerr W.R. (2009), *Breakthrough inventions and migrating clusters of innovation*, „Harvard Business School Working Paper” 10–020.
- Kerr W.R., Lincoln W.F. (2010), *The supply side of innovation: H-1B visa reforms and U.S. ethnic invention*, „Journal of Labor Economics” 28(3), s. 473–508.
- Lee N. (2005), *Migrant and ethnic diversity, cities and innovation: Firm effects or city effects?*, „Journal of Economic Geography” 15(4), s. 769–796.
- Leten, B., Belderbos R. i Van Looy B. (2007), *Technology diversification, coherence and performance of firms*, „Journal of Product Innovation Management” 24(6), s. 567–579.
- Lychagin S., Pinkse J., Slade M.E., Van Reenen J. (2010), *Spillovers in space: does geography matter?*, „NBER Working Paper” 16188.
- Micek G. (2017), *Bliskość geograficzna przedsiębiorstw zaawansowanego przemysłu i usług a przepływy wiedzy*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, Kraków.
- Migueluez E., Fink C. (2013), *Measuring the international mobility of inventors: A new database*, „WIPO Working Paper” 8.

- Miguélez E., Moreno R. (2013), *Do labour mobility and technological collaborations foster geographical knowledge diffusion? The case of European Regions*, „Growth and Change” 44(2), s. 321–354.
- Miller D.J., Fern M.J. Cardinal L.B. (2007), *The use of knowledge for technological innovation within diversified firms*, „Academy of Management Journal” 50(2), s. 308–326.
- Nelson R.R., Winter S.G. (1982), *An evolutionary theory of economic change*, Harvard University Press, Cambridge.
- Niebuhr A. (2010), *Migration and innovation: Does cultural diversity matter for regional R&D activity?*, „Papers in Regional Science” 89(3), s. 563–585.
- OECD (1997), *Diffusing technology to industry: Government policies and programs*, OECD, Paris.
- Oettl A., Agrawal A. (2008), *International labor mobility and knowledge flow externalities*, „Journal of International Business Studies” 39(8), s. 1242–1260.
- Østergaard C.R. Timmermans B., Kristinsson K. (2001), *Does a different view create something new? the effect of employee diversity on innovation*, „Research Policy” 40(3), s. 500–509.
- Ottaviano G.I.P., Peri G. (2006), *The economic value of cultural diversity: Evidence from US cities*, „Journal of Economic Geography” 6, s. 9–44.
- Ozgen C., Nijkamp P., Poot J. (2013), *The impact of cultural diversity on firm innovation: evidence from Dutch micro-data*, „IZA Journals of Migration” 2, s. 1–24.
- Ozman M., Erdil E. (2013), *Cultural diversity, knowledge diversity and innovation*, „WP5/16 Search Working Papers”, s. 1–25.
- Page S.E. (2008), *The difference: How the power of diversity creates better groups, firms, schools, and societies*, Princeton University Press, Princeton.
- Parrotta P., Pozzoli D., Pytlikova M. (2014), *The nexus between labor diversity and firm’s innovation*, „Journal of Population Economics” 27, s. 303–364.
- Partridge J., Furtan W.H. (2008), *Increasing Canada’s international competitiveness: is there a link between skilled immigrants and innovation?*, Annual Meeting Orlando, Florida, American Agricultural Economics Association.
- Pelled L.H., Eisenhardt K., Xin K. (1999), *Exploring the black box: An analysis of work group diversity, conflict, and performance*, „Administrative Science Quarterly” 44(1), s. 1–28.
- Peri G. (2005), *Determinants of Knowledge Flows and Their Effect on Innovation*, „Review of Economics and Statistics” 87(2), s. 308–322.
- Quintana-García C., Benavides-Velasco C.A. (2008), *Innovative competence, exploration and exploitation: The influence of technological diversification*, „Research Policy” 37(3), s. 492–507.
- Schumpeter J.A. (1934), *The Theory of Economic Development*, MA Harvard University Press. Cambridge.
- Singh J., Fleming L. (2010), *Lone inventors as sources of breakthroughs: Myth or reality?*, „Management Science” 56(1), s. 41–56.
- Spolaore E., Wacziarg R. (2011), *Long-term barriers to the international diffusion of innovations*, „NBER Working Papers” 17271.
- Stephan P.E. (2004), *Robert K. Merton’s perspective on priority and the provision of the public good, knowledge*, „Scientometrics” 60, s. 81–87.
- Stephan P.E., Levin S.G. (2001), *Exceptional contributions to US science by the foreign-born and foreign-educated*, „Population Research and Policy Review” 20(1-2), s. 59–79.
- Thompson P., Fox-Kean M. (2005), *Patent citations and the geography of knowledge spillovers: A reassessment*, „The American Economic Review” 95(1), s. 450–460.

- Wachowska M. (2014a), *Rola bliskości geograficznej w pozyskiwaniu wiedzy. Badanie cytowań patentowych*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 347, s. 483–491.
- Wachowska M. (2014b), *Znaczenie „bliskości” dla transferu wiedzy do regionu. Analiza cytowań patentowych*, „Barometr Regionalny” 12(2), s. 105–110.
- Wachowska M. (2016a), *Czas pozyskiwania cudzych idei przez przemysł. Doświadczenia Polski*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 450.
- Wachowska M. (2016b), *Szybkość rozprzestrzeniania się wiedzy pochodzenia zagranicznego w Polsce. Analiza „opóźnień” w cytowaniach patentowych*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia” 3(81).
- Wachowska M. (2016c), *Znaczenie wiedzy akademickiej dla wynalazczości przedsiębiorstw w Polsce*, „Ekonomia XXI wieku” 2(10), s. 77–88.
- Wadhwa V., Jasso G., Rissing B., Gereffi G., Freeman R. (2007), *Intellectual property, the immigration backlog, and a reverse brain-drain. America’s new immigrant entrepreneurs*, Część III, Kauffman Foundation.
- Wang J., Zhang L.W. (2018), *Proximal advantage in knowledge diffusion: The time dimension*, „Journal of Informetrics” 12(3), s. 858–867.
- Zajac E.J., Golden B.R., Shortell S.M. (1991), *New organizational forms for enhancing innovation: The case of internal corporate joint ventures*, „Management Science” 37(2), s. 170–184.

W POSZUKIWANIU CZYNNIKÓW STYMULUJĄCYCH ROZPRZESTRZENIANIE SIĘ POLSKIEGO KNOW-HOW W GOSPODARCE ŚWIATOWEJ – ANALIZA REGRESJI WIELORAKIEJ

Streszczenie

Znaczenie wynalazków dla procesów rozwojowych jest tym większe, im częściej wykorzystywane są one przez innych podczas generowania nowej wiedzy. Mając to na względzie, celem artykułu było określenie stopnia, w jakim polskie wynalazki ulegają dyfuzji w gospodarce światowej – który był mierzony częstotliwością ich cytowania – oraz wskazanie czynników leżących u podstaw tego zjawiska. Przeprowadzona analiza regresji wielorakiej na próbie 426 podmiotów oraz 986 międzynarodowych aplikacji patentowych pokazała, że polskie wynalazki mają niewielki wpływ na działalność badawczą innych podmiotów, jako że w niewielkim stopniu są cytowane przez innych, choć wynalazki z fizyki cechuje większa skłonność do cytowania. W toku badań ujawniono także, że spośród czynników branych pod uwagę jedynie większa liczba obcokrajowców w zespole wynalazców przełożyła się na większą liczbę cytowań uzyskiwanych przez polskie wynalazki. Pozostałe czynniki miały albo negatywny wpływ na siłę dyfuzji polskiego *know-how* (różnorodność etniczna wśród zgłaszających wynalazek do ochrony patentowej, różnorodność etniczna wśród wynalazców, obecność jednostki publicznego sektora B+R wśród zgłaszających), albo nie obserwowano zależności między nimi a liczbą cytowań.

Słowa kluczowe: przepływy wiedzy, różnorodność etniczna, współpraca B+R, cytowania patentowe, Polska

JEL: O31, O33

IN SEARCH OF FACTORS STIMULATING THE DIFFUSION OF POLISH KNOW-HOW IN THE GLOBAL ECONOMY – MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS

Summary

The importance of inventions for development processes is all the greater the more often they are used by others when generating new knowledge. With this in mind, the aim of the article was to determine the extent to which Polish inventions diffuse in the global economy – which was measured by the frequency of their citation – and to indicate the factors underlying this phenomenon. A multiple regression analysis conducted on a sample of 426 entities and 986 international patent applications has shown that Polish inventions have little impact on research activities of other entities, as they are cited by others only to a small extent, although inventions in physics are characterized by a greater propensity to be cited. The research also revealed that among the factors taken into account, only a larger number of foreigners in the team of inventors translated into a larger number of citations received by Polish inventions. The other factors either had a negative impact on the strength of diffusion of Polish know-how (ethnic diversity among applicants for patent protection, ethnic diversity among inventors, the presence of a public sector R&D unit among applicants) or no relationship was observed between them and the number of citations.

Keywords: knowledge flows, ethnic diversity, R&D cooperation, patent citations, Poland

JEL: O31, O33

В ПОИСКЕ ФАКТОРОВ, СТИМУЛИРУЮЩИХ ПОПУЛЯРИЗАЦИЮ ПОЛЬСКИХ KNOW-HOW В МИРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ – МНОЖЕСТВЕННЫЙ РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ

Резюме

Значение изобретений для процессов развития зависит от того, насколько часто они используются другими в процессе создания новых достижений. Авторы статьи поставили цель выяснить, в какой степени польские изобретения важны для мировой экономики, что можно измерить с помощью показателя частоты их цитирования, а также указать на факторы, лежащие в основе этого явления. Проведенный анализ множественной регрессии, сделанный на пробе 426 субъектов и 986 международных патентных аппликаций, указал, что польские изобретения имеют небольшое влияние на исследовательскую деятельность других субъектов, так как цитируются в небольшой степени (некоторым исключением является физика). В ходе исследований было также выявлено, что среди всех факторов на большее количество цитирований влияло только большее число иностранцев в коллективе изобретателей. Остальные факторы, такие как этническое разнообразие среди заявляющих изобретение для патентной защиты, этническое разнообразие среди изобретателей, наличие единицы публичного сектора И+Р среди заявляющих - имели или отрицательное влияние на силу диффузии польского know-how, или зависимость между ними и количеством цитирований не наблюдалась.

Ключевые слова: потоки знаний, этническое разнообразие, сотрудничество И+Р, патентные цитирования, Польша

JEL: O31, O33