STUDIA PRAWNO-EKONOMICZNE, t. CII, 2017
PL ISSN 0081-6841; e-ISSN 2450-8179 s. 273–288

Iwona ŚWIECZEWSKA*

PRÓBA IDENTYFIKACJI KLASTRÓW INNOWACYJNYCH Z ZASTOSOWANIEM METOD INPUT-OUTPUT W WARUNKACH DYFUZJI KRAJOWYCH ZASOBÓW WIEDZY[1]

(Streszczenie)

Prezentowany artykuł przedstawia wyniki badań nad zastosowaniem metod input-output do identyfikacji klastrów innowacyjnych w warunkach dyfuzji krajowych zasobów wiedzy. Analizę przeprowadzono na szczeblu gałęzi polskiej gospodarki (mezo-klastry), dla trzech lat: 2000, 2005 i 2010. Identyfikacja klastrów była możliwa dzięki skonstruowanym na potrzeby badania macierzom przepływu innowacji, ucieleśnionych w produktach pośrednich pochodzenia krajowego. Uzyskane wyniki wskazują, że w badanych latach obserwuje się coraz silniejsze zależności między gałęziami w procesie przepływu wiedzy. Głównymi dostarczycielami krajowych innowacji dla innych gałęzi są działalności zaliczane do dziedzin wysokich i średnio wysokich technologii. Z zasobów tych korzystają zarówno one same, jak i branże zaliczane do sfery usług.

Słowa kluczowe: innowacje; dyfuzja zasobów wiedzy; klastry innowacyjne; metody input-output

Klasyfikacja JEL: C67, L14, O33

1. Wprowadzenie

Innowacje są jednym z najważniejszych czynników wzrostu współczesnych gospodarek. Poparciem dla tej tezy są wyniki licznych badań empirycznych, prowadzonych zarówno na gruncie teoretycznym (głównie w ramach teorii en-

* Dr, Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny, Katedra Teorii i Analiz Systemów Ekonomicznych; e-mail: iswiecz@uni.lodz.pl

[1] Artykuł ten powstał w ramach realizacji projektu Narodowego Centrum Nauki DEC-2012/07/B/HS4/02928.

dogenicznego wzrostu), jak i empirycznym[2]. Możliwości gospodarek w zakresie kreowania nowych zasobów wiedzy oraz umiejętność ich wykorzystania do „produkcji" innowacji są więc jednym z głównych czynników kształtujących ścieżki rozwoju współczesnych gospodarek, choć także przyczyniają się do powstawania ogromnych różnic w poziomie ich rozwoju.

Podmioty współpracujące w ramach działalności innowacyjnej tworzą swoistą sieć powiązań określanych często mianem klastrów innowacyjnych. Pojęcie klastra wywodzące się z marshallowskiej koncepcji dystryktów przemysłowych zostało na trwale wprowadzone do literatury ekonomicznej przez M.E. Portera, który pod tym pojęciem rozumiał „…geograficzne skupisko wzajemnie powiązanych firm, wyspecjalizowanych dostawców, jednostek świadczących usługi, firm działających w pokrewnych sektorach i związanych z nimi instytucji (na przykład uniwersytetów, jednostek normalizacyjnych i stowarzyszeń branżowych) w poszczególnych dziedzinach, konkurujących między sobą, ale również współpracujących"[3]. Współcześnie pojęcie to traktowane jest niezwykle szeroko (obszerny przegląd definicji klastrów można znaleźć np. w opracowaniu[4]), jednak w każdym z nich podkreśla się znaczenie współpracy podmiotów w ramach określonej działalności, jako podstawowy czynnik warunkujący funkcjonowanie klastrów[5]. W przypadku klastrów innowacyjnych bliskość lokalizacyjna nie ma tak istotnego znaczenia, jak np. w przypadku klastrów regionalnych. Kluczowym elementem innowacyjnego klastra jest fakt współpracy firm (reprezentujących często różne sfery działalności) w zakresie działalności innowacyjnej. Współpraca podmiotów w ramach klastrów innowacyjnych przyśpiesza proces transferu wiedzy między nimi (zarówno skodyfikowanej, jak i ukrytej), przyczyniając się tym samym do wzrostu konkurencyjności podmiotów funkcjonujących w obrębie klastra.

Identyfikacja klastrów, w tym także klastrów innowacyjnych, może być prowadzona na różnych poziomach: mikro- (poziom przedsiębiorstw), mezo- (poziom gałęziowy) i makroekonomicznym (zwykle w odniesieniu do różnych elementów

---

[2] **P. Aghion**, **P. Howitt**, *Endogenous Growth Theory*, Cambridge, MA, MIT Press 1998; **D.T. Coe**, **E. Helpman**, **A.W. Hoffmaister**, *International R&D spillovers and institutions*, European Economic Review 2009/53/7, s. 723–741.

[3] **M.E. Porter**, *Porter o konkurencji*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne 2001, s. 246.

[4] **T. Brodzicki**, **S. Szultka**, *Koncepcja klastrów a konkurencyjność przedsiębiorstw*, Organizacja i Kierowanie, 4(110), Warszawa 2002; **N. Rőttner**, *Innovation Performance and Clusters*, Gabler Research, Leiden 2009.

[5] Krytyczny stosunek do obecnie funkcjonujących w literaturze definicji klastrów można znaleźć w artykule A. Hamdoucha (2008), prezentowanym w ramach międzynarodowej konferencji „Innovative Networks" w Waszyngtonie (16–18 maja 2008).

systemu ekonomicznego tworzących łańcuch wartości w gospodarce[6]). W przypadku klastrów innowacyjnych istotnym elementem w procesie ich identyfikacji jest wskazanie potencjalnych ścieżek dyfuzji wiedzy i technologii między jego elementami (między przedsiębiorstwami i instytucjami na poziomie mikro-, między gałęziami gospodarki na poziomie mezo- oraz między poszczególnymi elementami systemu gospodarczego w ujęciu makro-). Do identyfikacji klastrów na szczeblu gałęziowym zasadne wydaje się więc zastosowanie metod analizy input--output. Niniejszy artykuł stanowi pewną propozycję w tym zakresie. Powiązania surowcowo-materiałowe wyrażone w tym modelu wartościami współczynników bezpośrednich i pełnych nakładów są podstawą do konstrukcji macierzy przepływu wiedzy i innowacji ucieleśnionych w krajowych produktach pośrednich. Macierze te są podstawą do wskazania klastrów innowacyjnych w polskiej gospodarce dla lat 2000, 2005 i 2010.

Struktura opracowania jest następująca. W punkcie 2 przedstawiono metodę konstrukcji macierzy przepływu innowacji krajowych ucieleśnionych w produktach (dobrach i usługach) wytwarzanych w kraju. Nałożenie na elementy tych macierzy odpowiednio dobranej, optymalnej wartości progowej pozwala na identyfikację ważnych, z punktu widzenia przyjętych kryteriów, powiązań w zakresie przepływu krajowych innowacji[7]. Punkt 3 opracowania zawiera analizę struktury i intensywności nakładów na działalność badawczo-rozwojową B+R poniesionych w gałęziach polskiej gospodarki w wybranych latach. Zmienna ta służy za pewien indykator zdolności do kreowania wiedzy i innowacji w poszczególnych gałęziach gospodarki. W punkcie 4. przedstawione zostały wyniki analiz dotyczących oceny ważności powiązań międzygałęziowych w zakresie przepływu wiedzy i innowacji. Wyniki te są podstawą do wskazania grup gałęzi silnie ze sobą powiązanych (w świetle określonych kryteriów) w procesie innowacyjnym, czyli tzw. klastrów innowacyjnych. Ostatni punkt opracowania zawiera podsumowanie przeprowadzonych analiz oraz dalsze kierunki badań w tym zakresie.

---

[6] *Boosting Innovations. The Clusters Approach*, OECD Proceedings, OECD 1999, s. 14

[7] Ważność powiązań międzygałęziowych w znaczeniu metod input-output polega na wskazaniu tych powiązań (bezpośrednich i/lub pełnych opisanych wartościami współczynników input--output), które są ważne z punktu widzenia potencjalnych zmian gospodarczych. Oznacza to, że zmiana ich wartości potencjalnie najsilniej oddziałuje na zmiany produkcji globalnej, wartości dodanej, zatrudnienie, *etc*.

2. Metody input-output jako narzędzie identyfikacji klastrów innowacyjnych

Metody input-output są jednym z częściej stosowanych narzędzi służących do oceny zależności między różnymi elementami systemu gospodarczego. W tym ujęciu system ten reprezentowany jest przez grupy przedsiębiorstw sklasyfikowanych według podobnego rodzaju prowadzonej działalności związanej z produkcją dóbr i usług (lub według rodzajów wytwarzanych produktów) zwanych powszechnie gałęziami gospodarki. Powiązania między poszczególnymi gałęziami w gospodarce wynikają z powiązań surowcowo-materiałowych (produkty wytworzone przez jedną gałąź mogą być zużyte w procesie produkcyjnym innej gałęzi). Zmiany w wielkości i strukturze popytu finalnego są głównym stymulatorem zmian w wielkości i strukturze produkcji danej gospodarki.

Identyfikacja klastrów (w tym także klastrów innowacyjnych) na szczeblu sektorowym, rozumianych jako grupy gałęzi odpowiednio silne powiązanych ze sobą poprzez przepływy surowców i materiałów wykorzystywanych w procesach produkcyjnych, wpisuje się ściśle w obszar badawczy metod input-output związany z oceną ważności współczynników (tzw. *linkages analysis*). Na ważność powiązań w gospodarce jako jednego z kluczowych czynników determinujących jej międzynarodową konkurencyjność zwrócił uwagę już sam Porter, traktując je jako jeden z czterech wierzchołków tzw. „diamentu Portera”[8]. Bliskość powiązań między dostawcami a odbiorcami jest nie tylko gwarantem szybkości i terminowości dostaw oraz odpowiedniej jakości produktów będących nakładami w procesie produkcyjnym, ale także sprzyja szybkości rozprzestrzeniania się wiedzy, innowacji i nowych technologii[9].

Zastosowanie metod input-output do oceny powiązań międzysektorowych w gospodarce sięga końca lat 50. XX w. i związane jest z badaniami prowadzonymi przez P.N. Rassmusena[10] oraz H.B. Chenery i T. Watanebe[11]. Wspomniani autorzy analizowali siłę powiązań międzygałęziowych, opierając się na informacjach zawartych we współczynnikach bezpośrednich i pełnych nakładów oraz mnożnikach produkcji. Problem wskazania kluczowych dla rozwoju danej gospodarki sektorów był podejmowany także w kolejnych latach przez różnych badaczy,

[8] **M.E. Porter**, *op. cit*., s. 207.

[9] **A.R. Hoen**, *Identifying Linkages with a Cluster-based Methodology*, Economic Systems Research 2002/14/2, s. 132.

[10] **P.N. Rasmussen**, *Studies in Intersectoral Relations*, Amsterdam North–Holland 1956.

[11] **H.B. Chenery**, **T. Watanabe**, *International comparisons of the structure of production*, Econometrica 1958/26, s. 487–521.

wśród których wymienić należy E. Dietzenbachera, E.J. Fesera i E.M. Bergmana, A.R. Hoena, A. Düringa i H. Schnalbla oraz M. Titze, M. Bracherta i A. Kubisa[12]. Na rolę metod input-output jako narzędzia mającego zastosowanie do identyfikacji klastrów zwrócono także uwagę w dwóch raportach OECD w 1999 i 2001 r.[13] Połącznie tego obszaru z badaniami nad dyfuzją wiedzy, innowacji i nowych technologii w obrębie danej gospodarki zawdzięczamy głównie Ch. DeBressonowi, ale także I. Drejerowi, A. Düringowi i H. Schnablowi oraz M. Montresorowi i G.V. Marzettiemu[14].

W niniejszym opracowaniu do identyfikacji klastrów innowacyjnych w polskiej gospodarce wykorzystano macierze przepływu innowacji[15] zbudowane dla trzech lat: 2000, 2005 i 2010 r.[16] Macierze te są zdefiniowane jako[17]:

$$\mathrm{F}^{k}_{B+R} = \left[f^{k}_{ij} \right]_{n \times x} = \left\langle \mathrm{BR} \right\rangle \left\langle \mathrm{x}^{k} \right\rangle^{-1} (\mathrm{I} - \mathrm{A}^{k})^{-1} \left\langle \mathrm{y}^{k} \right\rangle = \left\langle \mathrm{r} \right\rangle (\mathrm{I} - \mathrm{A}^{k})^{-1} \left\langle \mathrm{y}^{k} \right\rangle \qquad (1)$$

gdzie:

---

[12] **E. Dietzenbacher**, *The measurement of interindustry linkages: key sectors in the Netherlands*, Economic Modelling 1992/9/4, s. 419–437; **E.J. Feser**, **E.M. Bargman**, *National Industry Cluster Templates: A Framework for Applied Regional Cluster Analysis*, Regional Studies 2000/34/1, s. 1–19; **A.R. Hoen**, *op. cit*.; **A. Düring**, **H. Schnabl**, *Imputed industry technology flows – a comparative SMFA analysis*, Economic Systems Research 2000/12, s. 363–375; **M. Titze**, **M. Brachert**, **A. Kubis**, *The Identification of Regional Industrial Clusters Using Qualitative Input-Output Analysis (QIOA)*, Regional Studies 2011/45/1, s. 89–102.

[13] **J. Hauknes**, *Norwegian Input-Output Clusters and Innovation Patterns*, w: *Boosting Innovations. The Clusters Approach*, OECD Proceedings, OECD 1999, s. 61–90; **L. Peeters**, **M. Tiri**, **A. Berwert**, *Identification of Techno-economic Clusters Using Input-Output Data: Application to Flanders and Switzerland*, w: *Innovative Clusters. Drivers of National Innovation Systems*, OECD Proceedings, OECD 2001, s. 251–272.

[14] **C. DeBresson**, *Economic Interdependence and Innovative Activity. An Input-Output Analysis*, Edward Elgar, Cheltenham UK, Brookfield US 1996; **I. Drejer**, *Comparing patterns of industrial interdependence in national systems of innovation – a study of Germany, the United Kingdom, Japan and the United States*, Economic Systems Research 2000/12, s. 376–399; **A. Düring**, **H. Schnabl**, *op. cit*.; **S. Montresor**, **G. V. Marzetti**, *Innovation Clusters in Technological Systems: A Network Analysis of 15 OECD Countries for the Mid-1990s*, Industry and Innovation 2008/15/3, s. 321–346.

[15] Szczegóły dotyczące metod ich konstrukcji można znaleźć w opracowaniu **I. Świeczewskiej**, *Domestic Final Demand as a Determinant of R&D Activity in Selected Central and Eastern European Countries*, Comparative Economic Research 2014/17/1, s. 109–128.

[16] Szczegóły konstrukcji takiej macierzy zostały opisane przez **R. Leoncini**, **S. Montresor**, *Technological systems and intersectoral innovation flows*, Edward Elgar, Cheltenham UK, Northampton MA US 200 oraz przez **I. Świeczewska**, *op. cit*.

[17] **A. Düring**, **H. Schnabl**, *op. cit*.; **E. Dietzenbacher**, **B. Los**, *Externalities of R&D expenditures*, Economic Systems Research 2002/14/4, s. 407–425; **R. Leoncini**, **S. Montresor**, *op. cit*.; **I. Świeczewska**, *op. cit*.

$\langle BR \rangle$ – diagonalna macierz, w której elementy na głównej przekątnej określają wielkość nakładów na B+R poniesionych w danej gałęzi;

$\langle x^k \rangle$ – diagonalna macierz produkcji globalnej danej poszczególnych gałęzi;

$\langle y^k \rangle$ – diagonalna macierz popytu finalnego na produkty pochodzenia krajowego;

$(I - A^k)^{-1}$ – macierz pełnych nakładów materiałowych wyznaczonych w oparciu o przepływy krajowych produktów (dóbr i usług), wykorzystywanych w procesie produkcyjnym w formie nakładów pośrednich;

$\langle r \rangle = \left\langle \frac{BR_i^k}{x_i^k} \right\rangle$ – diagonalna macierz współczynników intensywności krajowych nakładów na B+R określonych relacją tych nakładów do produkcji globalnej danej gałęzi.

Konstrukcja tych macierzy opiera się na dwóch podstawowych założeniach. Pierwszym z nich jest to, iż innowacyjność poszczególnych gałęzi gospodarki jest utożsamiana z ich aktywnością w zakresie działalności badawczo-rozwojowej. Drugie zaś dotyczy nośników innowacji w procesie dyfuzji, którymi są przepływy krajowych produktów wykorzystywanych w procesach produkcyjnych w formie nakładów pośrednich. Element f_{ij}^k określa zatem, jaka wielkość nakładów na B+R pochodzących z *i*-tej gałęzi jest wykorzystana do produkcji wyrobów *j*-tej gałęzi przeznaczonych na cele finalne (czyli głównie na konsumpcję, inwestycje i/lub eksport). Elementy składające się na *i*-ty wiersz macierzy F_{B+R}^k określają, w jakim wymiarze nakłady na B+R poniesione w *i*-tej gałęzi są wykorzystywane (bezpośrednio bądź pośrednio) do produkcji produktów poszczególnych gałęzi przeznaczonych na zaspokojenie określonego popytu finalnego. Elementy w kolumnach macierzy F_{B+R}^k określają wielkość nakładów na B+R poniesionych w poszczególnych gałęziach, które są wykorzystywane do produkcji produktów tej gałęzi przeznaczonych na cele finalne[18].

[18] Na podstawie informacji zawartych w wierszach macierzy przepływu innowacji możliwe jest określenie, w jakim zakresie dana gałąź jest „dostarczycielem" wiedzy i innowacji do innych gałęzi, zaś na podstawie informacji zawartych w kolumnach tej macierzy można określić, w jakim zakresie dana gałąź „korzysta" z wiedzy i innowacji innych gałęzi przy produkcji własnych produktów.

Zastosowana w niniejszym badaniu metoda oceny ważności powiązań międzygałęziowych w zakresie dyfuzji krajowej wiedzy wpisuje się w obszar tzw. jakościowej analizy input-output (*Quality Input-Output Analysis* – QIOA). W literaturze przedmiotu określana jest mianem metody minimalnego przepływu (*Minimal Flow Analysis* – MFA). Za jej pomocą dokonuje się binaryzacji macierzy powiązań międzygałęziowych, czyli transformacji macierzy powiązań międzygałęziowych w macierz zawierającą jedynie dwa elementy: „0" i „1" [19]. Przyporządkowanie określonym wartościom przepływów jednego z tych dwóch elementów zależy od tego, czy wartość analizowanego przepływu przekracza (czy nie) przyjętą wartość progową *F* zwaną filtrem. Zabieg ten ma na celu uproszczenie macierzy (1) przez wskazanie w niej tylko tych przepływów, które z punktu widzenia analizy uznaje się za ważne. Wartość progowa *F* zwykle ustalana jest endogenicznie, najczęściej przy zastosowaniu funkcji pojemności informacyjnej C.E. Shannona i W. Weavera[20]. Metoda minimalnego przepływu została opisana m.in. przez H. Schnabla[21] i zastosowana przez niego do identyfikacji klastrów innowacyjnych[22], a także przez A. Düringa i H. Schnabla[23] oraz M. Titze, M. Bracherta i A. Kubisa[24]. Ze względu na ograniczone ramy opracowania, szczegółowy opis tej metody został pominięty. Można go znaleźć m.in. w artykule Schnabla[25].

3. Struktura gałęziowa nakładów na działalność badawczo-rozwojową

Konstrukcję macierzy przepływu innowacji przeprowadzono przy zastosowaniu tablic przepływów międzygałęziowych ujętych w bazie danych WIOD (World Input-Output Data, www.wiod.org). W tej bazie danych można znaleźć tablice publikowane dla 40 krajów świata (w tym 27 krajów UE) za lata 1995–2011, w układzie 35 grup gałęzi, skalsyfikowanych według działalności, zgodnie z klasyfikacją NACE 1 (w mln USD, ceny bieżące). Tablice te ujmują oddzielnie

[19] Binaryzacji zwykle podlega macierz transakcji będąca I ćwiartką tablicy input-output, ale także może dotyczyć macierzy współczynników bezpośrednich lub pełnych nakładów.

[20] **C.E. Shanon**, **W. Weaver**, *The Mathematical Theory of Information*, University of Illinois Press 1949.

[21] **H. Schnabl**, *The evolution of production structures – analyzed by a multilayer procedure*, Economic Systems Research 1994/6/1, s. 51–68.

[22] **H. Schnabl**, *The subsystem – MFA: a qualitative method for analyzing national innovation systems: the case of Germany*, Economic Systems Research 1995/7/4, s. 383–396.

[23] **A. Düring**, **H. Schnabl**, *op. cit*.

[24] **M. Titze**, **M. Brachert**, **A. Kubis**, *op. cit*.

[25] **H. Schnabl**, *op. cit*.

przepływy dóbr krajowych i importowanych. Informację o wielkości nakładów na działalność badawczo-rozwojową (B+R), która jest traktowana w niniejszym badaniu jako pewien indykator zdolności danej gałęzi do „produkcji" wiedzy i innowacji, pochodzą z bazy danych OECD (STAN Database, także wyrażone w USD). Ze względu na dostępność danych dotyczących działalności B+R tablice i–o zostały zagregowane do układu 28 grup gałęzi. Informacje o intensywności nakładów na B+R (wyznaczonej jako wielkość nakładów na B+R przypadająca na 1 tys. USD produkcji globalnej danej gałęzi, elementy diagonalne macierzy $\langle r \rangle$) dla lat 2000, 2005 i 2010 przedstawione są w tabeli 1.

TABELA 1: *Struktura nakładów na B+R oraz intensywność nakładów na B+R (relacja nakładów do produkcji globalnej) w latach 2000, 2005, 2009, według sekcji i działów*

Lp.	Nazwa (skrócona) sekcji/działu/ grupy działów	Kod NACE 1	Struktura nakładów na B+R według sekcji/działów (w %)			Intensywność nakładów na B+R (wielkość nakładów w przeliczeniu na 1 tys. USD produkcji globalnej)		
			2000	2005	2010	2000	2005	2010
1.	Rolnictwo, łowiectwo, leśnictwo, rybactwo	A, B	2,3	2,9	0,8	1,220	1,012	0,325
2.	Górnictwo i kopalnictwo	C	4,3	4,6	3,1	6,406	4,028	2,989
3.	Produkcja artykułów spożywczych, napojów i wyrobów tytoniowych (agregat)	15,16	2,0	2,0	6,7	0,848	0,460	1,723
4.	Włókiennictwo, produkcja odzieży (agregat)	17,18	1,8	1,0	0,4	3,986	1,586	0,728
5.	Produkcja skór i wyrobów ze skóry	19	0,1	0,0	0,0	1,422	0,220	0,082
6.	Produkcja drewna i wyrobów z drewna	20	0,4	0,3	0,4	0,971	0,390	0,647
7.	Produkcja masy włóknistej i papieru, działalność wydawnicza i poligrafia (agregat)	21,22	0,5	0,6	0,6	0,627	0,497	0,537
8.	Produkcja koksu i produktów rafinacji ropy naftowej	23	1,3	2,0	0,1	1,852	1,599	0,115
9.	Produkcja wyrobów chemicznych	24	11,8	12,5	10,5	15,619	8,434	7,780
10.	Produkcja wyrobów gumowych i z tworzyw sztucznych	25	1,9	1,3	1,0	3,868	1,143	0,981
11.	Produkcja wyrobów z pozostałych surowców niemetalicznych	26	1,0	1,1	1,3	1,689	1,129	1,525
12.	Produkcja metali i wyrobów z metali (agregat)	27,28	4,4	1,5	2,6	3,815	0,648	1,171
13.	Produkcja maszyn i urządzeń	29	13,2	10,3	8,1	21,972	7,943	6,873
14.	Produkcja maszyn i aparatury elektrycznej, elektronicznej i optycznej (agregat)	30, 31, 32, 33	14,4	10,5	11,0	18,313	6,987	8,008

Lp.	Nazwa (skrócona) sekcji/działu/ grupy działów	Kod NACE 1	Struktura nakładów na B+R według sekcji/działów (w %)			Intensywność nakładów na B+R (wielkość nakładów w przeliczeniu na 1 tys. USD produkcji globalnej)		
			2000	2005	2010	2000	2005	2010
15.	Produkcja sprzętu transportowego (agregat)	34,35	14,8	18,0	19,1	13,955	7,407	8,593
16.	Pozostała działalność produkcyjna	36,37	1,0	1,6	2,0	1,996	1,516	2,125
17.	Wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz i wodę	E	1,8	2,0	1,1	1,416	0,816	0,468
18.	Budownictwo	F	3,9	2,1	1,5	1,250	0,454	0,276
19.	Sprzedaż, obsługa i naprawa pojazdów samochodowych, sprzedaż paliw	50	0,1	0,4	0,2	0,072	0,208	0,112
20.	Handel hurtowy i komisowy	51	0,2	0,8	0,4	0,072	0,208	0,112
21.	Handel detaliczny	52	0,2	0,8	0,4	0,072	0,208	0,112
22.	Hotele i restauracje	H	0,0	0,0	0,0	0,000	0,000	0,000
23.	Transport i działalność wspomagająca transport (agregat)	60,61, 62,63	5,2	3,4	2,7	3,155	1,010	0,812
24.	Poczta i telekomunikacja	64	2,1	1,5	1,2	3,155	1,010	0,812
25.	Pośrednictwo finansowe	J	0,4	3,2	1,4	0,325	1,497	0,685
26.	Obsługa nieruchomości	70	1,7	3,8	7,4	0,950	1,081	2,171
27.	Wynajem i usługi związane z prowadzeniem działalności	71,72, 73,74	1,8	3,8	7,4	0,950	1,081	2,171
28.	Usługi pozostałe (agregat)	L,M,N, O,P	7,5	8,0	8,5	1,743	1,014	1,089
	Ogółem		100,0	100,0	100,0	2,805	1,568	1,646

Ź r ó d ł o: obliczenia własne na podstawie danych OECD (Stan Database, w zakresie działalności B+R) oraz w oparciu o produkcję globalną (dane z bazy danych WIOD).

Na podstawie powyższych informacji można sformułować następujące wnioski.

Po pierwsze. W strukturze nakładów na B+R dominują gałęzie przemysłu przetwórczego związane z przemysłami wysokich i średnio wysokich technologii. Zaliczyć do nich należy przede wszystkim produkcję sprzętu transportowego (wzrost udziału tej branży w strukturze nakładów na B+R w badanym okresie), produkcję maszyn i aparatury elektrycznej, elektronicznej i optycznej oraz produkcję maszyn i urządzeń. Udział pierwszej z wymienionych branż w strukturze nakładów na B+R charakteryzował się tendencją wzrostową, zaś w przypadku dwóch kolejnych odnotowano spadek udziału. Na uwagę zasługuje także branża chemiczna, której udział w strukturze nakładów na B+R był także wysoki (między 10,5 a 12,5%).

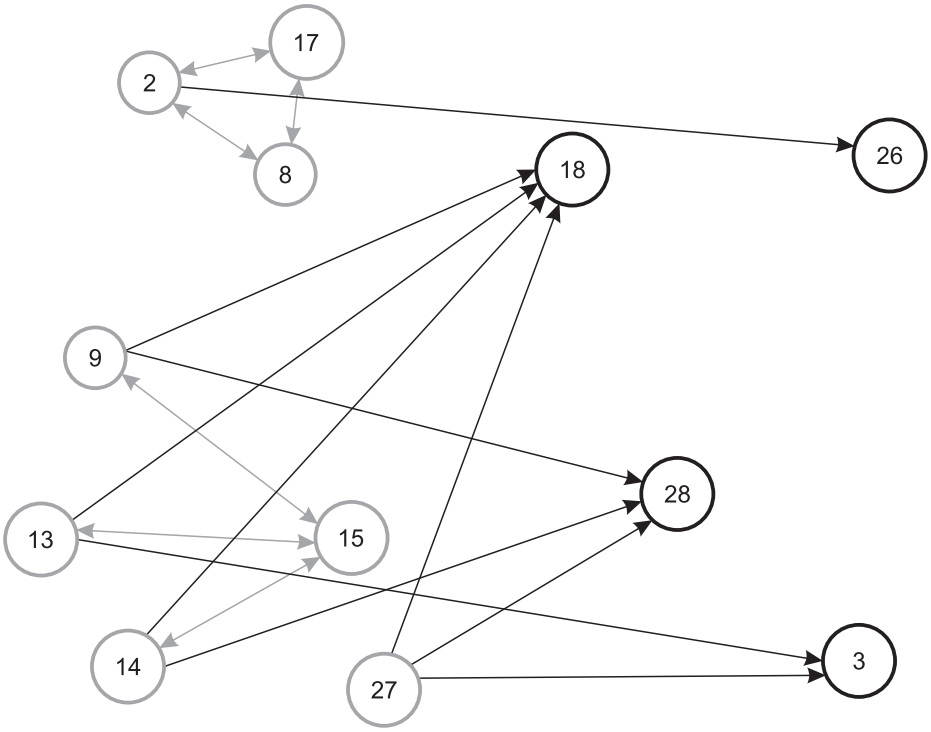
Po drugie. Wśród branż związanych z działalnością usługową na uwagę zasługują usługi związane z wynajmem i prowadzeniem działalności. Ich udział w analizowanej strukturze wzrósł z 1,8% (w 2000 r.) do 7,4% w roku 2010. Warto wspomnieć, iż w ramach tego agregatu sklasyfikowana została działalność związana ze świadczeniem usług badawczo-rozwojowych (dział 73). Znaczący jest także udział usług pozostałych (do których włączone zostały także usługi edukacyjne oraz usługi związane z opieką zdrowotną). Udział tego sektora w analizowanej strukturze wzrósł z 7,5% (w 2000 r.) o 1 p.p. (8,5% w 2010 r.). W przypadku transportu i budownictwa początkowo dość wysoki ich udział w strukturze nakładów na B+R uległ znacznemu obniżeniu do odpowiednio 2,7% i 1,5%. Udział pozostałych branż związanych z usługami jest niewielki, nieprzekraczający 1%.

Po trzecie. W tych sferach działalności, które mają znaczący udział w strukturze nakładów na B+R, odnotowano także relatywnie wysoki poziom intensywności tych nakładów, mierzony ich relacją do wielkości produkcji globalnej. Wśród gałęzi przemysłu przetwórczego na uwagę zasługują takie działy (lub grupy działów), jak: produkcja maszyn i urządzeń, produkcja maszyn i aparatury elektrycznej, elektronicznej i optycznej, produkcja sprzętu transportowego, produkcja wyrobów chemicznych. Jednak wartym podkreślenia jest to, iż w wymienionych branżach poziom intensywności tych nakładów zdecydowanie się obniżył. Wynikało to z wysokiej dynamiki wzrostu produkcji globalnej tych branż, przy znacznie słabszej (choć dodatniej) dynamice nakładów na B+R. Tendencja taka charakteryzuje większość analizowanych działalności, także z sektora usług. W przypadku działalności związanych z usługami warto podkreślić, iż intensywność nakładów na B+R w tych branżach była znacznie niższa niż w przypadku branż związanych z przemysłem przetwórczym.

4. Klastry innowacyjne dla krajowej działalności B+R – wyniki analiz empirycznych

Ocena ważności elementów macierzy przepływu innowacji, z punktu widzenia odpowiednio dobranej optymalnej wartości progowej, pozwoliła na wskazanie tych gałęzi, które w świetle przyjętych kryteriów można uznać za najsilniej związane w procesie przepływu krajowej wiedzy i innowacji. Powiązania te zostały przedstawione za pomocą grafów powiązań (rysunki 1–3) wraz ze wskazaniem kierunku tych zależności. Po lewej stronie grafu umieszczone zostały te sektory, które są głównymi „dostarczycielami" krajowej wiedzy do innych sektorów, umieszczonych po prawej stronie grafu. Analiza została przeprowadzona dla trzech lat: 2000, 2005 i 2010.

RYSUNEK 1: *Klastry innowacyjne w 2000 r.*



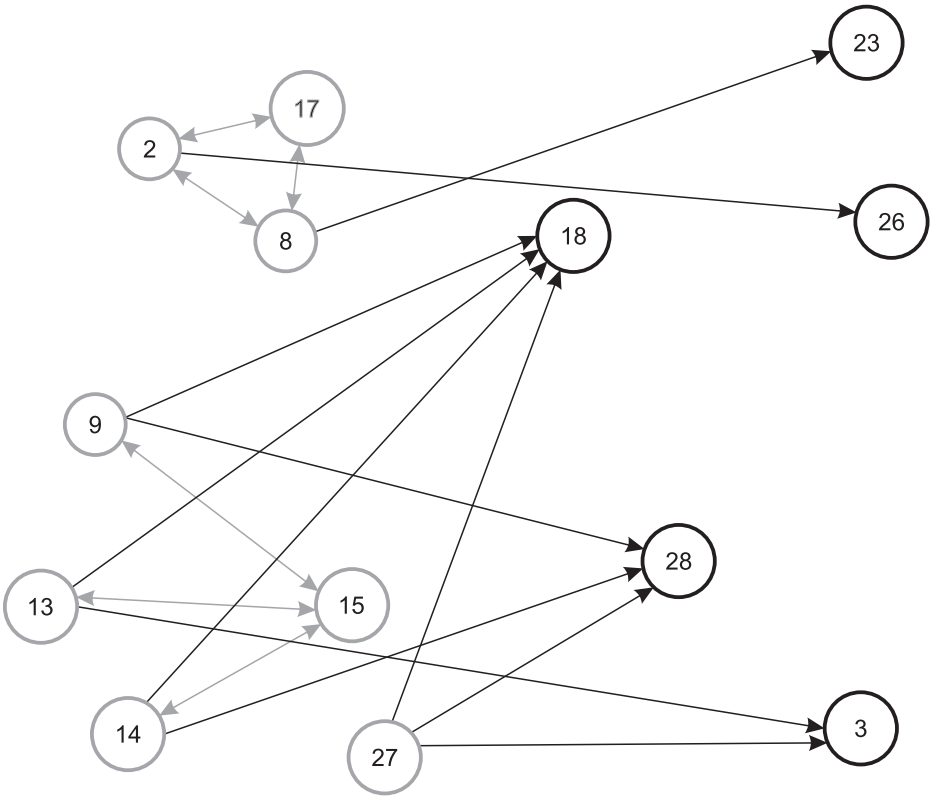
Oznaczenia działów (zgodnie z numerami porządkowymi w tabeli 1): 2 – górnictwo i kopalnictwo; 3 – produkcja artykułów spożywczych, napojów i wyrobów tytoniowych; 8 – produkcja koksu i produktów rafinacji ropy naftowej; 9 – produkcja wyrobów chemicznych; 13 – produkcja maszyn i urządzeń; 14 – produkcja maszyn i aparatury elektrycznej, elektronicznej i optycznej; 15 – produkcja sprzętu transportowego; 17 – wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz i wodę; 18 – budownictwo; 26 – obsługa nieruchomości; 27 – wynajem i usługi związane z prowadzeniem działalności; 28 – usługi pozostałe.

Ź r ó d ł o: opracowanie własne.

Z przeprowadzonych badań w każdym analizowanym okresie wyłoniły się dwa klastry innowacyjne: energetyczny oraz przemysłów wysokich i średnio wysokich technologii. Pierwszy z wymienionych klastrów opiera się na przepływie wiedzy i innowacji w obrębie trzech gałęzi: górnictwa i kopalnictwa (2), produkcji koksu i produktów rafinacji ropy naftowej (8) oraz wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz i wodę (17). Na drugi z wymienionych klastrów składają się takie gałęzie, jak: produkcja wyrobów chemicznych (9), produkcja maszyn i urządzeń (13) oraz produkcja maszyn i aparatury elektrycznej,

elektronicznej i optycznej (14). Każda z wymienianych branż ściśle współpracuje jedynie z przemysłem sprzętu transportowego (15), przy czym transfer wiedzy i innowacji między tymi branżami a branżą transportową ma charakter dwustronny. Warto podkreślić, iż branże, które stanowią fundament obu klastrów to te, których zarówno udział w strukturze nakładów na B+R oraz ich intensywności jest największy.

RYSUNEK 2: *Klastry innowacyjne w 2005 r.*

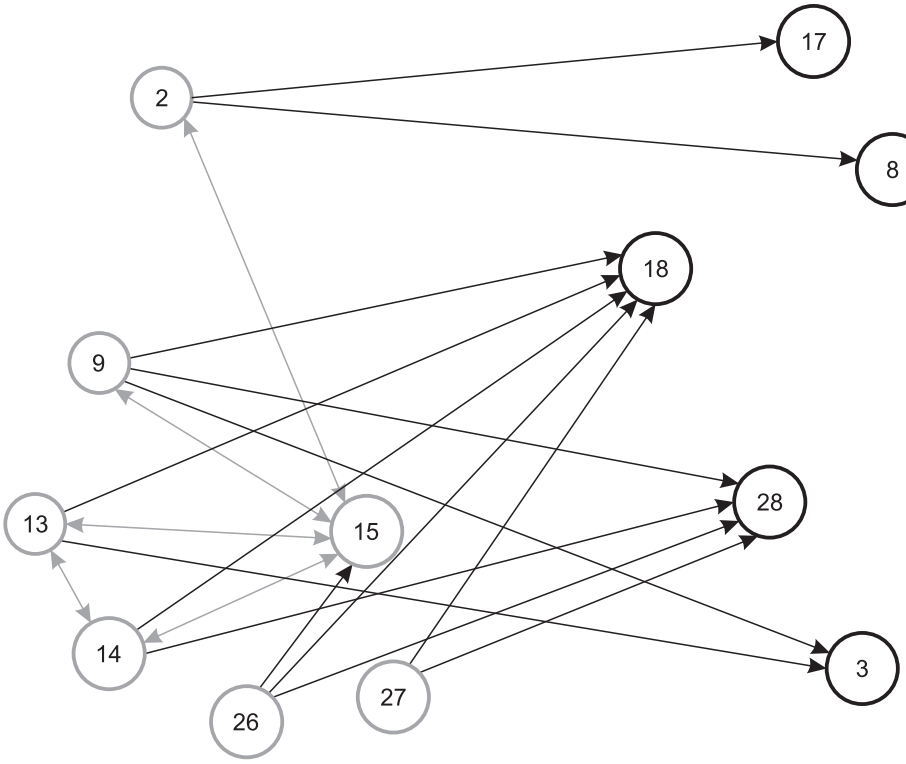


Oznaczenia działów (zgodnie z numerami porządkowymi w tabeli 1): 2 – górnictwo i kopalnictwo; 3 – produkcja artykułów spożywczych, napojów i wyrobów tytoniowych; 8 – produkcja koksu i produktów rafinacji ropy naftowej; 9 – produkcja wyrobów chemicznych; 13 – produkcja maszyn i urządzeń; 14 – produkcja maszyn i aparatury elektrycznej, elektronicznej i optycznej; 15 – produkcja sprzętu transportowego; 17 – wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz i wodę; 18 – budownictwo; 23 – transport i działalność wspomagająca transport; 26 – obsługa nieruchomości; 27 – wynajem i usługi związane z prowadzeniem działalności; 28 – usługi pozostałe.

Ź r ó d ł o: opracowanie własne.

Wskazane wyżej klastry początkowo (lata 2000 i 2005) funkcjonowały niezależnie od siebie. Wyniki otrzymane dla 2010 r. wskazują na pewną integrację obu klastrów (por. rysunek 3), opartą na silnych powiązaniach w zakresie przepływu wiedzy i innowacji między górnictwem a produkcją pozostałego sprzętu transportowego.

RYSUNEK 3: *Klastry innowacyjne w 2010 r.*



Oznaczenia działów (zgodnie z numerami porządkowymi w tabeli 1): 2 – górnictwo i kopalnictwo; 3 – produkcja artykułów spożywczych, napojów i wyrobów tytoniowych; 8 – produkcja koksu i produktów rafinacji ropy naftowej; 9 – produkcja wyrobów chemicznych; 13 – produkcja maszyn i urządzeń; 14 – produkcja maszyn i aparatury elektrycznej, elektronicznej i optycznej; 15 – produkcja sprzętu transportowego; 17 – wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz i wodę; 18 – budownictwo; 23 – transport i działalność wspomagająca transport; 26 – obsługa nieruchomości; 27 – wynajem i usługi związane z prowadzeniem działalności; 28 – usługi pozostałe.

Ź r ó d ł o: opracowanie własne.

W każdym z analizowanych okresów można wskazać także te sektory gospodarki, które pozostają w silnych związkach z branżami tworzącymi dany klaster, są jednak one wyłącznie beneficjentami w pozyskiwaniu wiedzy i innowacji ucieleśnionych w dobrach pośrednich pochodzenia krajowego. W obrębie klastra energetycznego są to: usługi w zakresie obsługi nieruchomości i firm (sektor 26, silnie związany z klastrem energetycznym w latach 2000 i 2005) oraz transport i działalność wspomagająca transport (sektor 23, jedynie w 2005 r.). W ostatnim badanym okresie siła analizowanych powiązań uległa znacznemu osłabieniu i w świetle przyjętych kryteriów zależności te uznano za nieistotne. W tym okresie osłabła także rola przemysłu produkującego koks i produkty rafinacji ropy naftowej oraz działalności związanej z wytwarzaniem energii elektrycznej, gazu i wody jako dostarczycieli wiedzy innowacji w obrębie analizowanego klastra.

Silniejsze związki można zaobserwować między produkcją maszyn i urządzeń, produkcją maszyn i aparatury elektrycznej oraz branżą związaną z przemysłem sprzętu transportowego. Wymienione działalności można uznać za fundamenty klastra wysokich i średnio wysokich technologii. W jego obrębie można także zauważyć wzrost aktywności branż związanych z usługami, w tym w szczególności usług związanych z prowadzeniem działalności. Warto podkreślić, iż ten rodzaj usług zawiera m.in. usługi informatyczne i badawczo-rozwojowe (sklasyfikowane według NACE 1 w działach 72 i 73). Do branż funkcjonujących w obrębie klastra i będących głównie odbiorcami innowacji zaliczyć należy budownictwo (18), produkcja artykułów spożywczych i napojów (3) oraz pozostałe usługi (obejmujące m.in. usługi nierynkowe).

5. Podsumowanie i dalsze kierunki badań

Niniejszy artykuł stanowi pewną propozycję zastosowania metod input-output w ilościowych analizach procesów dyfuzji wiedzy i innowacji prowadzonych na szczeblu gałęziowym. Proces dyfuzji odbywa się za pośrednictwem przepływów surowców i materiałów, które są głównym nośnikiem wiedzy i innowacji generowanych przez poszczególne gałęzie gospodarki. Podstawowym indykatorem potencjału danej gałęzi w zakresie generowania nowych zasobów wiedzy oraz jej zdolności do kreowania nowych rozwiązań, głównie o charakterze technologicznym są nakłady na działalność badawczo-rozwojową. Miernik ten jest daleki od doskonałości, jednak jego istotną zaletą jest fakt, iż dane na temat nakładów na B+R są dostępne na poziomie gałęziowym, metody ich gromadzenia powodują, iż dane te są porównywalne w czasie i przestrzeni. Podlegają one jednak znaczącym

wahaniom w czasie. Co więcej, występuje zwykle pewne opóźnienie nakładów w stosunku do ich potencjalnych efektów (proces „przekłuwania" nakładów na B+R na innowacje). W kolejnym etapie badań podjęta zostanie próba przezwyciężenia tych problemów m.in poprzez odpowiednią kumulację nakładów na B+R, przy uwzględnieniu określonej stopy ich deprecjacji.

Bibliografia

Opracowania:

Aghion Philippe, **Howitt Peter**, *Endogenous Growth Theory*, Cambridge, MA, MIT Press 1998.
Boosting Innovations. The Clusters Approach, OECD Proceedings, OECD 1999.
Brodzicki Tomasz, **Szultka Stanisław**, *Koncepcja klastrów a konkurencyjność przedsiębiorstw*, Organizacja i Kierowanie, 4 (110), Warszawa 2002.
Chenery Hollis B., **Watanabe Tsumeniko**, *International comparisons of the structure of production*, Econometrica 1958/26.
Coe David T., **Helpman Elhanan**, **Hoffmaister Alexander W.**, *International R&D spillovers and institutions*, European Economic Review 2009/53/7.
DeBresson Chris, *Economic Interdependence and Innovative Activity. An Input-Output Analysis*, Edward Elgar, Cheltenham UK, Brookfield US 1996.
Dietzenbacher Eric, *The measurement of interindustry linkages: key sectors in the Netherlands*, Economic Modelling 1992/9/4.
Dietzenbacher Eric, **Los Bart**, *Externalities of R&D expenditures*, Economic Systems Research 2002/14/4.
Drejer Ina, *Comparing patterns of industrial interdependence in national systems of innovation – a study of Germany, the United Kingdom, Japan and the United States*, Economic Systems Research 2000/12.
Düring Axel, **Schnabl Hermann**, *Imputed industry technology flows – a comparative SMFA analysis*, Economic Systems Research 2000/12.
Feser Edward J., **Bargman Edward M.**, *National Industry Cluster Templates: A Framework for Applied Regional Cluster Analysis*, Regional Studies 2000/34/1.
Hamdouch Abdelillah, *Conceptualizing Innovation Clusters and Networks*, referat prezentowany na Międzynarodowej Konferencji Innovation Networks, Tacoma-Seatle, Washington USA, 14–16 May 2008.
Hauknes Johan, *Norwegian Input-Output Clusters and Innovation Patterns*, w: *Boosting Innovations. The Clusters Approach*, OECD Proceedings, OECD 1999.
Hoen Alex R., *Identifying Linkages with a Cluster-based Methodology*, Economic Systems Research 2002/14/2.
Innovative Clusters. Drivers of National Innovation Systems, OECD Proceedings, OECD.
Leoncini Riccardo, **Montresor Sandro**, *Technological systems and intersectoral innovation flows*, Edward Elgar, Cheltenham UK, Northampton MA US 2003.
Montresor Sandro, **Marzetti Giuseppe V.**, *Innovation Clusters in Technological Systems: A Network Analysis of 15 OECD Countries for the Mid-1990s*, Industry and Innovation 2008/15/3.

Peeters Ludo, **Tiri Marc**, **Berwert Adrian**, *Identification of Techno-economic Clusters Using Input-Output Data: Application to Flanders and Switzerland*, w: *Innovative Clusters. Drivers of National Innovation Systems*, OECD Proceedings, OECD 2001.

Porter Michael E., *Porter o konkurencji*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne 2001.

Rasmussen Poul N., *Studies in Intersectoral Relations*, Amsterdam North–Holland 1956.

Rőttner Nicole, *Innovation Performance and Clusters*, Gabler Research, Leiden 2009.

Schnabl Hermann, *The evolution of production structures – analyzed by a multilayer procedure*, Economic Systems Research 1994/6/1.

Schnabl Hermann, *The subsystem – MFA: a qualitative method for analyzing national innovation systems: the case of Germany*, Economic Systems Research 1995/7/4.

Shanon Claude E., **Weaver Warren**, *The Mathematical Theory of Information*, University of Illinois Press 1949.

Świeczewska Iwona, *Domestic Final Demand as a Determinant of R&D Activity in Selected Central and Eastern European Countries*, Comparative Economic Research 2014/17/1.

Titze Mirko, **Brachert Matthias**, **Kubis Alexander**, *The Identification of Regional Industrial Clusters Using Qualitative Input-Output Analysis (QIOA)*, Regional Studies 2011/45/1.

Iwona ŚWIECZEWSKA

ATTEMPT TO IDENTIFY OF INNOVATIVE CLUSTERS WITH INPUT-OUTPUT METHOD UNDER DOMESTIC KNOWLEDGE DIFFUSION

(Summary)

This article presents the results of research on the application of input-output methods to identify innovation clusters based on the process of domestic knowledge diffusion. The analysis was conducted at sectoral level of the Polish economy (meso-clusters), for the three years: 2000, 2005 and 2010. The identification of clusters was based on the constructed innovation flows matrices. The results indicate that in the tested period the relationship between the branches in the process of knowledge flow is getting stronger. The main providers of domestic innovation for other sectors are the high and medium-high technology manufacturing industries. The benefits also spill over to other branches, including services.

Keywords: innovations; diffusion of innovation; innovation clusters; input-output method