



Dominika Kansy

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach
Wydział Ekonomii
Katedra Informatyki Ekonomicznej
dominika.gajowska@ue.katowice.pl

INNOWACYJNOŚĆ POLSKIEJ GOSPODARKI NA TLE UNII EUROPEJSKIEJ Z UWZGLĘDNIENIEM SPECYFIKI SEKTORA INFORMATYCZNEGO

Streszczenie: Międzynarodowa walka konkurencyjna na poziomie firm przenosi się na rynek krajowy. Zdolność do innowacji i ich skutecznego wprowadzania staje się wyznacznikiem konkurencyjności produkcji krajowej, a tym samym czynnikiem wspomagającym zapewnienie bezpieczeństwa ekonomicznego kraju. Głównym celem artykułu jest scharakteryzowanie polskiej gospodarki pod kątem innowacyjności. Szczególny nacisk położono na zaprezentowanie działalności innowacyjnej polskich przedsiębiorstw w ostatnich latach, jak również przedstawiono pozycję Polski w unijnym rankingu innowacyjności. Z przeprowadzonej analizy wynika, że mimo większych nakładów na działalność badawczo-rozwojową oraz zwiększenia inwestycji w zakresie aktywności innowacyjnej, nie przekłada się to na polepszenie wskaźnika innowacyjności dla Polski w stosunku do wskaźników innowacyjności pozostałych krajów UE. Ponadto w artykule zwrócono uwagę na wpływ sektora informatycznego na skuteczność działalności innowacyjnej. Przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych na danych z grudnia 2016 r., które zostały pobrane z portalu www.pracuj.pl, a które mogą być uznane za dodatkowy czynnik określający poziom innowacyjności polskich przedsiębiorstw. Analizie poddano 709 ofert pracy z sektora informatycznego. Do analizy zastosowano następujące metody: przetwarzanie języka naturalnego, reguły asocjacji i program R. Przeprowadzone badania pozwoliły stwierdzić, że w badanym okresie firmy zamieszczające oferty pracy związane z działaniami IT w 99% były nastawione na poszukiwanie pracowników wyspecjalizowanych w dobrym posługiwaniu się jednym narzędziem, techniką informatyczną, metodyką, językiem programowania i mających duże doświadczenie w tym zakresie, a jednocześnie posiadających kilka zdolności miękkich. W podsumowaniu ujęto najważniejsze wnioski i możliwe kierunki prac w tej dziedzinie.

Słowa kluczowe: innowacje, działalność innowacyjna przedsiębiorstwa, działalność badawczo-rozwojowa, złożony wskaźnik innowacyjności, reguły asocjacji, przetwarzanie języka naturalnego.

JEL Classification: O31, O32, C880.

Wprowadzenie

Poprzez ekspansję handlu, inwestycji, technologii informacyjnych i komunikacyjnych świat stał się bardziej zintegrowany. Cykl życia produktu jest krótszy, a produkcja bardziej rozproszona w różnych krajach. Producenci opierający się na produkcji lub sprzedaży krajowej narażeni są na konkurencję innowacyjnych produktów zagranicznych. Międzynarodowa walka konkurencyjna na poziomie firm przenosi się na rynek krajowy [Dahlman, 2007; Karodia, 2014; Molendowski, 2016]. Zdolność do innowacji i ich skutecznego wprowadzania staje się wyznacznikiem konkurencyjności produkcji krajowej, a tym samym czynnikiem wspomagającym zapewnienie bezpieczeństwa ekonomicznego kraju. W związku z tym postęp w zakresie wdrażania innowacyjnych rozwiązań w polskich przedsiębiorstwach jest tak ważny dla kondycji ekonomicznej kraju.

Ponadto z badań przeprowadzonych w styczniu i lutym 2017 r. przez Salesforce, zebranych w publikacji *Second Annual State of IT Transformative insights and growing trends from over 2,200 global IT Trailblazers*, wynika, że innowacje nie byłyby możliwe, gdyby nie działały IT (technologii informacyjnych) w firmach, które współpracując z managerami, stanowią o skuteczności działalności innowacyjnej [www 1].

W tym artykule starano się pokazać i zanalizować, jak przedstawiała się aktywność innowacyjna polskiej gospodarki w ostatnich latach, opierając się na danych pobranych z baz danych Głównego Urzędu Statystycznego (GUS), Platformy Analitycznej SWAiD (Systemu Wspomagania Analiz i Decyzji), Dziedzicznych Baz Wiedzy oraz Eurostatu. Ponadto ze względu na fakt, że nie jest możliwe wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań bez współpracy z działami IT w przedsiębiorstwach, poddano również badaniu kilkaset ofert pracy zamieszczonych przez pracodawców na portalu www.pracuj.pl pod kątem wymagań stawianych potencjalnym pracownikom działów IT. W badaniu użyto metody statystycznej analizy danych oraz reguł asocjacji.

1. Istota działalności innowacyjnej

Działalność innowacyjna (*innovation activities*) to całokształt działań naukowych, technicznych, organizacyjnych, finansowych i komercyjnych, które rzeczywiście prowadzą lub mają w zamierzeniu prowadzić do innowacji. Niektóre z tych działań same z siebie mają charakter innowacyjny, natomiast inne nie są nowością, lecz są konieczne do tworzenia rozwiązań innowacyjnych.

Działalność innowacyjna obejmuje także działalność badawczo-rozwojową (B+R), która nie jest bezpośrednio związana z tworzeniem konkretnej innowacji (tj. wdrożenia nowego lub znacząco udoskonalonego produktu (wyrobu lub usługi) lub procesu, nowej metody marketingowej lub nowej metody organizacyjnej w praktyce gospodarczej, organizacji miejsca pracy lub stosunkach z otoczeniem [OECD, 2008, s. 48-49]).

Działalność innowacyjna jest głównym motorem postępu gospodarczego i potencjalnym czynnikiem w podejmowaniu globalnych wyzwań w sferze społecznej. Dla rozwoju innowacji ważna jest odpowiednia polityka podatkowa państwa, pozyskiwanie dotacji z różnych źródeł finansowania oraz klarowny system prawny, który promuje działalność innowacyjną, zabezpieczając prawa innowatorów.

1.1. Aktywność innowacyjna i innowacyjność przedsiębiorstwa

Aktywność innowacyjna, obok kapitału fizycznego i ludzkiego [Wang, 2013], staje się jednym z najważniejszych czynników determinujących wzrost gospodarczy [Asheim i in., 2016; Kergroach, 2016]. Jednocześnie aktywność ta jest ściśle powiązana z kapitałem fizycznym i ludzkim, gdyż jest wspomagana przez dobrze rozwiniętą infrastrukturę transportową i komunikacyjną oraz przede wszystkim przez wykwalifikowane zasoby ludzkie.

Przedsiębiorstwo innowacyjne jest to przedsiębiorstwo, które w badanym okresie wprowadziło na rynek przynajmniej jedną innowację. Przedsiębiorstwo aktywne innowacyjnie to takie, które w badanym okresie można było nazwać innowacyjnym (zgodnie z powyższą definicją) lub realizowało w tym okresie przynajmniej jeden projekt innowacyjny, który został przerwany lub zaniechany w trakcie badanego okresu (niezakończony sukcesem) lub nie został do końca tego okresu ukończony (tzn. jest kontynuowany) [OECD, 2008; www 2].

Innowacje można podzielić na: produktową (wprowadzenie na rynek nowej lub istotnie ulepszonej usługi lub wyrobu), procesową (wdrożenie nowych lub istotnie ulepszonych metod produkcji, dystrybucji i wspierania działalności w zakresie wyrobów i usług), marketingową (wdrożenie nowej strategii lub koncepcji marketingowej) lub organizacyjną (wdrożenie nowej metody organizacyjnej, dotychczas niestosowanej w przedsiębiorstwie) [www 2].

1.2. Działalność badawczo-rozwojowa

Działalność badawczo-rozwojowa (B+R, R&D) to prace twórcze prowadzone systematycznie, których przewidywany wynik to zwiększenie zasobów wiedzy, w tym wiedzy o człowieku, kulturze i społeczeństwie, oraz użycie tych uzyskanych informacji do tworzenia nowych zastosowań [www 2].

Aktywność tego typu charakteryzuje się więc doskonaleniem technologii, technik, usprawnianiem i unowocześnianiem metodyk, koncepcji, strategii. Tym samym może prowadzić więc do ujawniania wcześniej niezauważanych, a istniejących korelacji między elementami interesujących nas obszarów rzeczywistości. W dalszej perspektywie może prowadzić do powstania nowych wynalazków, nowatorskich teorii, jak również kolejnych hipotez do sprawdzenia.

Aby tego typu prace mogły zaistnieć, potrzebne są odpowiednie programy wspierające i inwestycje. Finanse pozyskiwane są zarówno z sektora rządowego, sektora szkolnictwa wyższego, jak i sektora przedsiębiorstw. Do innych źródeł finansowania należą inwestycje zagraniczne, dotacje współfinansowane z funduszy strukturalnych UE oraz inwestycje pochodzące z prywatnych instytucji niekomercyjnych.

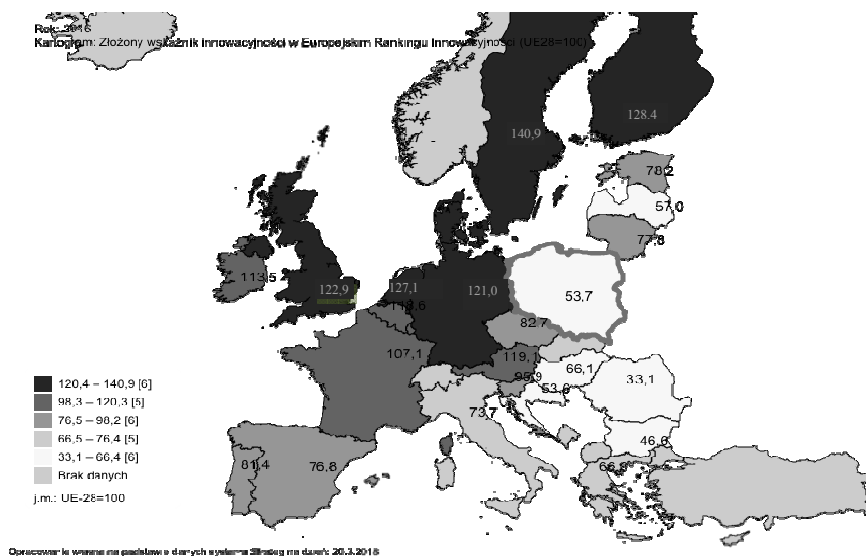
2. Analiza innowacyjności polskiej gospodarki

Innowacyjność polskiej gospodarki jest analizowana na podstawie danych pochodzących z GUS-u, Eurostatu oraz portalu www.pracuj.pl. Pozycja Polski na arenie międzynarodowej (ograniczonej do krajów Unii Europejskiej) jest badana przy pomocy złożonego wskaźnika innowacyjności w Europejskim Rankingu Innowacyjności (EIS – European Innovation Scoreboard). Natomiast sytuacja rynku wewnętrznego kraju jest analizowana przy pomocy statystycznego opisu danych oraz reguł asocjacji.

Złożony wskaźnik innowacyjności dotyczy takich obszarów, jak: wykwalifikowane zasoby ludzkie, naukowe publikacje, dostęp do internetu szerokopasmowego, nakłady na działalność innowacyjną i efekty tej działalności, nakłady inwestycyjne na technologie informacyjne i telekomunikacyjne, eksport wysoko- i średniozaawansowanych technologii itp. [Hollanders, Es-Sadki, 2017].

2.1. Polska na arenie międzynarodowej

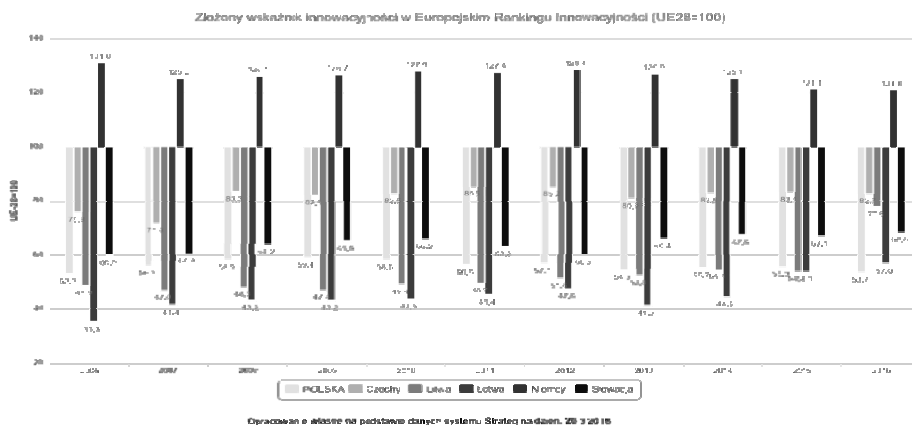
Opierając się na złożonym wskaźniku innowacyjności dla Polski w EIS, można stwierdzić, że zajmuje ona w tym rankingu w badanych latach zwykle jedno z ostatnich miejsc. Na poniższej mapie ukazano dane za 2016 r., gdzie uzyskała w rankingu 4. miejsce od końca, plasując się jedynie przed Rumunią, Bułgarią i Chorwacją. Według EIS Polska znajduje się w grupie umiarkowanych innowatorów. Obecnie zajmuje w tej grupie 2. miejsce od końca.



Rys. 1. Złożony wskaźnik innowacyjności w EIS (UE28 = 100) w 2016 r.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych systemu Strateg [www 4].

Na rys. 2 przedstawiono, jak zmieniła się w tym względzie sytuacja Polski w latach 2006-2016 na tle niektórych krajów sąsiadujących. W latach tych Polska zawsze znajdowała się w grupie umiarkowanych innowatorów. Minimum złożonego wskaźnika innowacyjności w EIS dla Polski (UE28 = 100) w badanych latach wynosiło 53,3 (2006 r.), natomiast maksimum 59,4 (2009 r.). Można zaobserwować, że wynik z 2016 r. jest drugim najgorszym w badanych latach.



Rys. 2. Złożony wskaźnik innowacyjności w Europejskim Rankingu Innowacyjności (UE28 = 100) dla wybranych krajów w latach 2006-2016

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych systemu Strategia [www 4].

2.2. Aktywność innowacyjna polskich przedsiębiorstw w latach 2010-2016

Aktywność innowacyjna przedsiębiorstw wprowadzających innowacje procesowe lub produktowe, mierzona udziałem przedsiębiorstw innowacyjnych w ogólnej liczbie przedsiębiorstw, została przedstawiona w tabeli 1.

Tabela 1. Udział przedsiębiorstw innowacyjnych w ogólnej liczbie przedsiębiorstw z podziałem na sektory i rodzaje innowacji

Wskaźnik	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<i>l</i>	2	3	4	5	6	7	8
Udział przedsiębiorstw innowacyjnych w zakresie innowacji produktowych lub procesowych w przemyśle oraz w sektorze usług w ogólnej liczbie przedsiębiorstw [%]	15,3	14,2	14,7	14,5	14,8	14,1	16,4
Udział przedsiębiorstw innowacyjnych – w ogólnej liczbie przedsiębiorstw przemysłowych – nowe lub istotnie ulepszone procesy [%]	12,9	12,4	12,4	12,8	13	13	15,2
Udział przedsiębiorstw innowacyjnych – w ogólnej liczbie przedsiębiorstw przemysłowych – nowe lub istotnie ulepszone produkty [%]	12,1	11,2	11,2	11	11,7	11,8	12,4
Udział przedsiębiorstw innowacyjnych – w ogólnej liczbie przedsiębiorstw przemysłowych [%]	17,1	16,1	16,5	17,1	17,5	17,6	18,7
Udział przedsiębiorstw innowacyjnych – w ogólnej liczbie przedsiębiorstw z sektora usług – nowe lub istotnie ulepszone procesy [%]	10	9	9,1	8,5	8,4	7,4	10,4

cd. tabeli 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Udział przedsiębiorstw innowacyjnych – w ogólnej liczbie przedsiębiorstw z sektora usług – nowe lub istotnie ulepszone produkty [%]	7,9	6,4	7,1	5,8	6,8	4,8	6,9
Udział przedsiębiorstw innowacyjnych – w ogólnej liczbie przedsiębiorstw z sektora usług [%]	12,8	11,6	12,4	11,4	11,4	9,8	13,6
Udział przedsiębiorstw aktywnych innowacyjnie w zakresie innowacji produktowych lub procesowych w przemyśle oraz w sektorze usług, zatrudniających 250 i więcej pracowników, w ogólnej liczbie przedsiębiorstw tej klasy [%]	57,6	56	55,9	56,6	55,96	55,3	56,2
Udział przedsiębiorstw aktywnych innowacyjnie w zakresie innowacji produktowych lub procesowych w przemyśle oraz w sektorze usług, zatrudniających od 50 do 249 pracowników, w ogólnej liczbie przedsiębiorstw tej klasy [%]	28,6	28,2	28,4	29,9	29,42	28,4	31,4
Udział przedsiębiorstw aktywnych innowacyjnie w zakresie innowacji produktowych lub procesowych w przemyśle oraz w sektorze usług, zatrudniających od 10 do 49 pracowników, w ogólnej liczbie przedsiębiorstw tej klasy [%]	10,4	9,5	10,7	10,9	10,57	9,9	12,2
Odsetek MŚP wprowadzających innowacje produktowe lub procesowe [%]	17,55	13,52	13,52	13,07	13,07	13,27	14,78

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych systemu Strateg [www 4] oraz danych z SWAiD-Dziedzinowych baz Wiedzy [www 2].

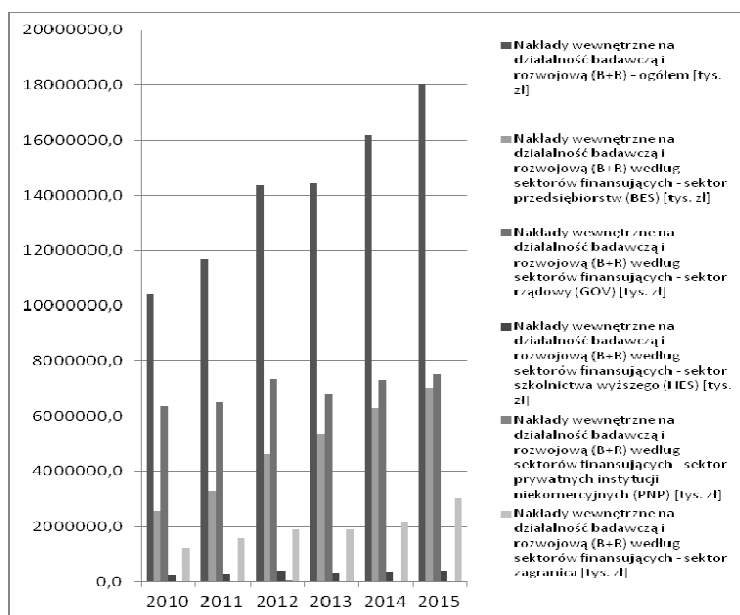
Prawie wszystkie powyższe wskaźniki pokazują wzrost udziału przedsiębiorstw innowacyjnych w ogólnej liczbie przedsiębiorstw w 2016 r. w porównaniu do 2010 r., wyjątek stanowi jedynie udział przedsiębiorstw innowacyjnych w ogólnej liczbie przedsiębiorstw z sektora usług, gdzie innowacje dotyczyły produktów. Optymizmem może napawać fakt, że w stosunku do roku poprzedniego w 2016 r. zanotowano wzrost wszystkich przedstawionych wskaźników.

Kolejnym wnioskiem, jaki można wysnuć na podstawie powyższych danych, jest stwierdzenie, że porównanie między kategoriami wielkości firm pokazuje, iż w grupie dużych firm znajduje się procentowo dużo więcej innowacyjnych przedsiębiorstw niż w pozostałych grupach. Ponad 50% dużych przedsiębiorstw (z liczbą pracowników powyżej 250) to firmy innowacyjne, ponad 30% firm z liczbą pracowników od 50 do 249 jest innowacyjnych, a tylko około 10% firm z liczbą pracowników od 10 do 49 to przedsiębiorstwa innowacyjne.

2.3. Nakłady na działalność badawczo-rozwojową

Głównymi źródłami finansowania działalności badawczo-rozwojowej są środki własne przedsiębiorstwa oraz pomoc publiczna. W Polsce powstało wiele programów i projektów służących zbliżeniu nauki i biznesu. Projekty te realizowane są przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, jak również Fundację Nauki Polskiej. Dofinansowania można także otrzymać poprzez Programy Europejskiej Współpracy Terytorialnej. Kolejnymi pomocnymi programami są 7. Program Ramowy w zakresie badań i rozwoju technologicznego oraz Program na Rzecz Przedsiębiorczości i Innowacji [www 5].

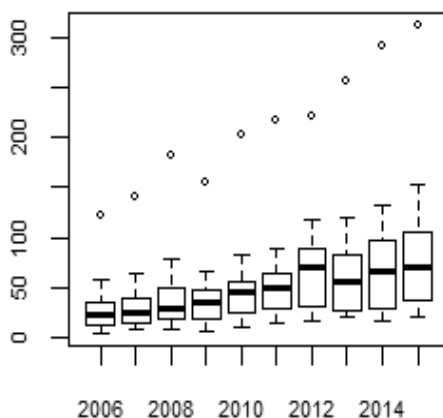
Na podstawie danych GUS-u zauważa się, że nakłady na działalność badawczo-rozwojową w Polsce stale rosną (z roku na rok) według wszystkich sektorów finansujących, czy to sektora przedsiębiorstw, czy rządowego, szkolnictwa wyższego, prywatnych instytucji niekomercyjnych, zagranicy. Sytuację tę pokazuje rys. 3.



Rys. 3. Nakłady na działalność badawczą i rozwojową w Polsce w latach 2010-2015

Źródło: Opracowanie własne przy użyciu programu MSExcel na podstawie danych pochodzących z GUS-u [www 2].

Pozyskiwane środki nie są jednak rozkładane równomiernie w całej Polsce. Rysunek 4 przedstawia wykres pudełkowy, ukazujący rozpiętości w wydatkach między województwami.



Rys. 4. Wykres pudełkowy przedstawiający wydatki na badania i rozwój dla województw w latach 2006-2015 (w euro na osobę)

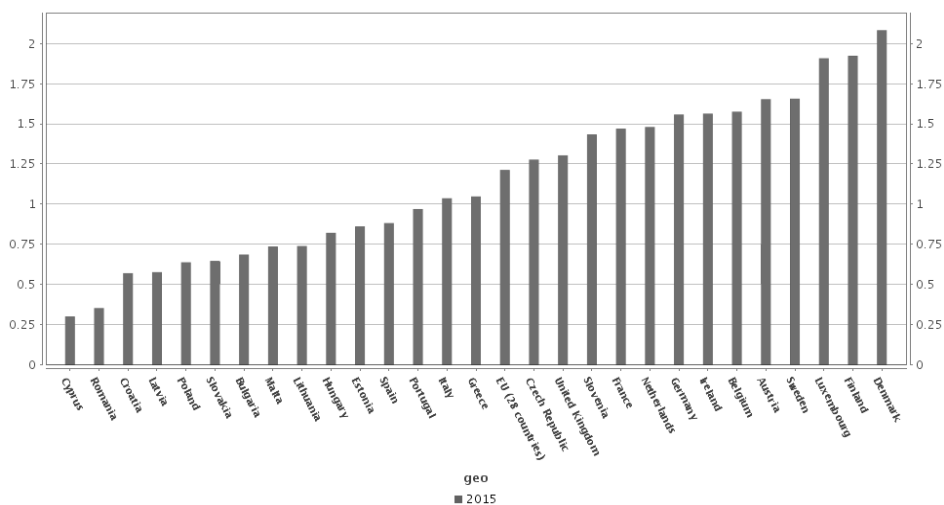
Źródło: Opracowanie własne przy użyciu programu R na podstawie danych pochodzących z Eurostatu [www 3].

Dolna krawędź pudełek odpowiada za kwartył pierwszy, środkowa pogrubiona linia za poziom mediany, a górna krawędź pudełek ustalona jest na poziomie kwartyła trzeciego. Punkty nad pudełkami to wartości odstające. Jak widać na powyższym wykresie, z roku na rok zwiększa się wysokość „pudełka”, co oznacza, że poziom zróżnicowania województw w zakresie wydatków na badania i rozwój jest coraz większy. Punkty nad pudełkami to wartości odpowiadające wydatkom na B+R w województwie mazowieckim.

2.4. Innowacyjność w ujęciu zapotrzebowania na kapitał ludzki

Nowe innowacyjne rozwiązania, produkty, procesy itp. tworzą ludzie. Rozwój nie jest możliwy bez odpowiednio wykwalifikowanego kapitału ludzkiego.

Rysunek 4 przedstawia procentowy udział zatrudnionych w B+R w ogólnej liczbie osób aktywnych zawodowo. Dane wygenerowano dla krajów UE dla 2015 r. (brak danych z 2016 r.).



Rys. 5. Zatrudnienie w B+R w stosunku do osób aktywnych zawodowo w krajach UE w 2015 r.

Źródło: Opracowanie na podstawie bazy danych Eurostatu [www 3].

Niestety okazuje się, że Polska zajmuje w tym rankingu 5. miejsce od końca w UE. Nie bez znaczenia jest fakt, że kraje plasujące się na czołowych pozycjach to kraje o najwyższych wartościach złożonego wskaźnika innowacyjności.

Można zatem postawić hipotezę, że zwiększenie zatrudnienia w B+R jest jednym z czynników sprzyjających powstawaniu innowacji. Należy jednak wziąć pod uwagę, jak ważne jest odpowiednie wykorzystanie kapitału ludzkiego, gdyż zasoby ludzkie mogą być zarówno stymulantą, jak i destymulantą innowacyjności.

2.4.1. Innowacyjność polskich przedsiębiorstw na podstawie charakterystyki ofert pracy z sektora IT

Z badań przeprowadzonych w styczniu i lutym 2017 r. przez Salesforce wynika, że innowacje nie byłyby możliwe, gdyby nie działały IT (technologii informacyjnych) w firmach, które współpracując z managerami, stanowią o skuteczności działalności innowacyjnej [www 1].

Skoro sektor ten jest tak ważny dla innowacji, poniżej przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych na danych z grudnia 2016 r., które zostały pobrane z portalu www.pracuj.pl, a które mogą być uznane za dodatkowy czynnik określający poziom innowacyjności polskich przedsiębiorstw. Przedmiotem analizy było 709 ofert pracy z sektora informatycznego. Metody badań użyte w analizie to:

- natural language processing – metodę przetwarzania języka naturalnego użyto do odpowiedniego przetworzenia i przefiltrowania badanych ofert. Każda oferta pracy została zbadana, biorąc pod uwagę występowanie określonych słów, usunięto z tych ofert nieistotne słowa, a pozostałe słowa zostały przekształcone w celu przedstawienia ich w podstawowej strukturze gramatycznej. Każdą ofertę zapisano w osobnej kolumnie, gdzie w polach kolumn umieszczono pojedyncze słowa (w kilku przypadkach wyrażenia), które stały się elementami-wartościami danej oferty. Tak przygotowaną bazę danych można było potraktować jako zestaw transakcji (jedna oferta-jedna transakcja) i użyć do badania istniejących zależności reguł asocjacji;
- metoda asocjacyjna (odkrywania asocjacji) – metoda eksploracji danych, polegająca na analizowaniu zbioru atrybutów z bazy danych pod kątem występowania w nim powtarzających się zależności. Wynikiem zastosowania tej metody są reguły asocjacyjne i odpowiadające im parametry [Zhao, 2015].

Reguły asocjacyjne przedstawiane są w postaci implikacji. Każda reguła składa się z dwóch zbiorów atrybutów: zbioru wartości warunkujących (poprzednika) oraz zbioru wartości warunkowanych (następnika). Reguła z poprzednikiem X i następnikiem Y jest zapisywana w następujący sposób: $X \Rightarrow Y$. Oznacza ona, że w przypadku wystąpienia wszystkich wartości ze zbioru X często występują również wszystkie wartości ze zbioru Y . Reguły asocjacji są najczęściej stosowane w analizie koszykowej.

Parametry charakteryzujące regułę asocjacji:

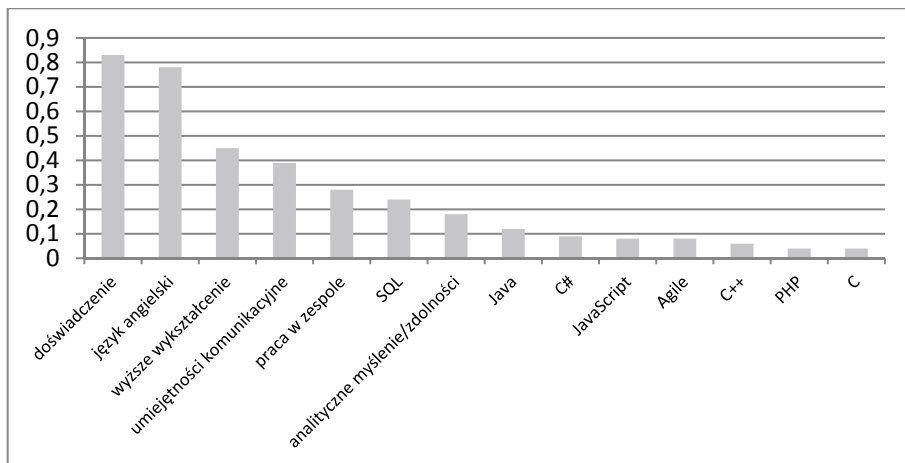
- wsparcie – support ($X \rightarrow Y$) = $P(X \cup Y)$; jest to odsetek transakcji, które zawierają wybraną regułę, wsparcie jest liczbą z przedziału $[0,1]$,
- zaufanie – pewność – confidence ($X \rightarrow Y$) = $P(Y|X) = \frac{P(X \cup Y)}{P(X)}$; jest to odsetek transakcji zawierających analizowaną regułę w zbiorze tych, które spełniają poprzednik danej reguły,
- przyrost – lift ($X \rightarrow Y$) = $\frac{\text{confidence}(X \rightarrow Y)}{P(Y)} = \frac{P(X \cup Y)}{P(X)P(Y)}$ jest miarą, która określa nam, czy fakt wystąpienia jednego produktu wpływa na zwiększenie prawdopodobieństwa wystąpienia drugiego w ramach jednej transakcji [Zhao, 2015].

Reguły asocjacji dla bazy danych ofert pracy utworzono z pomocą pakietu R. Otrzymano następujące wyniki.

Tabela 2. Elementy najczęściej występujące

transactions as itemMatrix in sparse format with 709 rows (elements/item sets/transactions) and 4846 columns (items) and a density of 0.008601164				
elementy najczęściej występujące:				
Doświadczenie	język angielski	znajomość	umiejętności	(inne)
587	551	514	492	27474

Źródło: Opracowanie własne w pakiecie R.



Rys. 6. Częstość występowania poszczególnych elementów (słów, wyrażeń) w badanych ofertach pracy

Źródło: Opracowanie własne przy pomocy MS Excel oraz pakietu R.

Na rys. 6 przedstawiono najczęściej występujące w ofertach pracy elementy. Pracodawcy szukali przede wszystkim osób z doświadczeniem zawodowym i znajomością języka angielskiego. Częściej powtarzające się w ofertach pracy są również umiejętności miękkie, jak zdolności komunikacyjne, zdolności do pracy w zespole, analityczne myślenie.

Kolejnym krokiem było stworzenie reguł asocjacyjnych, założono wsparcie na poziomie co najmniej 1% i zaufanie na poziomie 80%. Dla reguł typu $X \rightarrow Y$, gdzie X – jeden element, otrzymano 1137 reguł. Następnie tworzono reguły z większą liczbą elementów: dla trzech otrzymano 19 452 reguł, dla czterech – 91 285, pięciu – 197 835, sześciu – 229 310, siedmiu – 150 532 reguł. Przykładowe reguły przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Przykładowe reguły asocjacji (min. wsparcie = 0,01, min. zaufanie = 0,80, min. ilość elementów = 2)

lhs (lewa strona implikacji)	rhs (prawa strona implikacji)	wsparcie	zaufanie	Przyrost
{analytyczny}	=> {umiejętności}	0,167842	0,96748	1,411406
{rozwiązywanie problemów}	=> {umiejętności}	0,121298	0,945055	1,378691
{znajdowanie rozwiązań}	=> {umiejętności}	0,111425	0,806122	1,17601
{Java}	=> {doświadczenie}	0,09732	0,821429	1,049356
{Excel}	=> {znajomość}	0,070522	0,877193	1,182376
{zaangażowanie}	=> {umiejętności}	0,060649	0,811321	1,183593
{Agile}	=> {doświadczenie}	0,060649	0,843137	1,077089
{C++}	=> {doświadczenie}	0,052186	0,822222	1,05037
{JavaScript}	=> {znajomość}	0,050776	0,8	1,078327
{Python}	=> {doświadczenie}	0,046544	0,825	1,053919
{PowerPoint}	=> {Excel}	0,022567	0,888889	11,05653
{WAN}	=> {LAN}	0,018336	0,866667	36,1451
{Maven}	=> {Java}	0,015515	0,916667	7,737103
{SEM}	=> {SEO}	0,011284	0,8	31,51111
{komunikacja, język angielski, umiejętności}	=> {doświadczenie}	0,2397743	0,8673469	1,047613
{komunikacja, zespół, praca}	=> {umiejętności}	0,10155148	0,9863014	1,4213164
{doświadczenie, dobry, znajomość, język, umiejętności, praca}	=> {angielski}	0,080395	0,919355	1,386857
{komunikacja, interpersonalny}	=> {umiejętności}	0,06346968	1	1,441057

Źródło: Opracowanie własne przy pomocy pakietu R.

Na podstawie wygenerowanych reguł można wyciągnąć wnioski, że łatwiej jest znaleźć reguły o większej ilości wymaganych cech przez pracodawców, gdy szukamy reguł dotyczących cech osobowościowych, cech charakteru (zdolności miękkich). W przypadku gdy szukamy istniejących powiązań między znajomością jakichś narzędzi IT, języków programowania, okazuje się, że żeby je uzyskać, trzeba bardzo zmniejszyć poziom parametrów: wsparcia i zaufania (wsparcie poniżej 1%). W związku z tym z ponad 99% pewnością można twierdzić, że dwa (lub więcej) narzędzia, dwie (lub więcej) techniki IT nie występują razem w badanych ofertach.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że w badanym okresie firmy zamieszczające oferty pracy związane z działami IT, czyli sektorem w dużej mierze wspomagającym aktywność innowacyjną przedsiębiorstw, w 99% były nastą-

wione na poszukiwanie pracowników wyspecjalizowanych w dobrym posługiwaniu się jednym narzędziem, techniką informatyczną, metodyką, językiem programowania i posiadających duże doświadczenie w tym zakresie, a jednocześnie posiadających kilka zdolności miękkich. Takie podejście może być czynnikiem, który sprzyja innowacyjności. Powstaje pytanie, czy taki trend na rynku pracy jest trwały oraz w jakim stopniu ma on wpływ na innowacyjność?

Aby odpowiedzieć na to pytanie, potrzebne są kolejne analizy porównujące rynki pracy tych krajów, które charakteryzują się najwyższymi wskaźnikami innowacyjności, jak i tych, które stoją najniżej w tej hierarchii. Na tej podstawie można byłoby uzyskać większą pewność co do istniejącej korelacji między specjalizacją wymagań stawianych pracownikom a zwiększeniem ilości działań w zakresie innowacji.

Podsumowanie

Zwiększenie nakładów na działalność badawczo-rozwojową oraz wzrost inwestycji w zakresie aktywności innowacyjnej nie przekłada się niestety na polepszenie wskaźnika innowacyjności dla Polski w stosunku do wskaźników innowacyjności pozostałych krajów UE. Powyższa analiza pokazuje, że wciąż można zrobić więcej, aby poprawić rezultaty badań naukowych i wyniki w zakresie innowacji.

Aby podjąć odpowiednie działania, potrzebna jest dalsza analiza sytuacji w zakresie innowacyjności nie tylko polskich przedsiębiorstw, lecz także przedsiębiorstw krajów, takich jak Szwecja, Wielka Brytania, Dania, czy Holandia, które osiągają najlepsze wyniki w rankingach innowacyjnych gospodarek.

Sama analiza charakterystyki firmy pod względem wydatków na innowacje nie jest wystarczająca. Oprócz tego, należy wziąć też pod uwagę potencjał ludzki, a przy tym uwarunkowania rynku pracy.

Literatura

- Asheim B., Grilitsch M., Trippel M. (2016), *Regional Innovation Systems: Past-present-future* [w:] R. Sharmur, C. Carrincazeaux, D. Doloreux (red.), *Handbook on the Geographies of Innovation*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham.
- Dahlman C. (2007), *Technology, Globalization, and International Competitiveness: Challenges for Developing Countries* [w:] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, *Industrial Development for the 21st Century: Sustainable Development Perspectives*, United Nations Publications, Herndon.
- Hollanders H., Es-Sadki N. (2017), *European Innovation Scoreboard 2017 – Methodology Report*, Maastricht University.

- Karodia A. (2014), *International Competitiveness, Globalization and Technology for Developing Countries*, „Singaporean Journal of Business Economics and Management Studies”, Vol. 12, No. 9.
- Kergroach S. (2016), *Recent International Trends in STI policies* [w:] OECD, *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016*, OECD Publishing, Paris.
- Molendowski E. (2016), *Międzynarodowa pozycja konkurencyjna gospodarek – Polska na tle krajów Grupy Wyszehradzkiej w okresie poakcesyjnym* [w:] *Globalizacja i regionalizacja we współczesnym świecie*, Studia i Materiały. Miscellanea Oeconomicae, Rok 20, Nr 3/2016, tom III, Kielce.
- OECD (2008), *Podręcznik Oslo. Zasady gromadzenia i interpretacji danych dotyczących innowacji*, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Departament Strategii i Rozwoju Nauki – wydanie polskie, Warszawa.
- Wang C. (2013), *The Long-run Effect of Innovation on Economic Growth*, School of Economics, UNSW, Sydney.
- Zhao Y. (2015) *R and Data Mining: Examples and Case Studies* [online], <http://www.rdatamining.com>.
- [www 1] https://www.erp-view.pl/crm/miedzynarodowe_badanie_salesforce_nad_wspolczesna_rola_it_w_biznesie.html (dostęp:18.03.2018).
- [www 2] <http://swaid.stat.gov.pl/SitePagesDBW/NaukaTechnika.aspx> (dostęp:16.03.2018).
- [www 3] <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (dostęp:16.03.2018).
- [www 4] <http://strateg.stat.gov.pl/Home/Strateg> (dostęp:20.03.2018).
- [www 5] http://www.pi.gov.pl/Finanse/chapter_94649.asp (dostęp: 29.03.2018).

INNOVATION OF POLISH ECONOMY IN COMPARISON TO THE EUROPEAN UNION, TAKING INTO ACCOUNT THE INFORMATION SECTOR

Summary: International competitive rivalry at the company level is shifting to the domestic market. The ability to create and effectively implement innovations becomes both a determinant of the competitiveness of domestic production, and a factor supporting the country's economic security. The main goal of this article is to characterize the Polish economy in terms of innovation. Particular emphasis is placed on presenting the innovative activity of Polish enterprises in recent years, as well as the position of Poland in the EU innovation ranking. The analysis shows that an increase in expenditure on research and development, and an increase in investments in fields of innovation, do not translate into an improvement of an innovation index for Poland in relation to indicators of other EU countries. Moreover, the article highlights an impact of the IT sector on the effectiveness of innovative activity. It presents the results of a research conducted in December 2016. The data, which was a basis for the analysis, was taken from the Pracuj.pl portal. The mentioned findings can be considered as an additional factor determining the level of innovation of Polish enterprises. The analysis covers 709 job offers from the IT

sector. Methods used for the analysis include: natural language processing, association rules, and the R program. The conducted research allows to claim that, in the analyzed period of time, companies posting job offers related to IT departments were focused on searching for employees who are specialized in good handling of one tool, in IT technology, methodology, programming language, and who have extensive experience in this field accompanied by several soft skills. The summary of this article includes the most important conclusions, and possible directions of further work in this field.

Keywords: innovations, innovative activity of the company, research and development activity, Summary Innovation Index, association rules, natural language processing.