

Ekonometryczna analiza zarządzania działalnością B+R w polskich przedsiębiorstwach

Katarzyna Brożek

*Katedra Ekonomii, Wydział Nauk Ekonomicznych i Prawnych,
Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu*

Justyna Kogut

*Katedra Ekonomii, Wydział Nauk Ekonomicznych i Prawnych,
Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu*

Obecnie, aby utrzymać silną i stabilną pozycję na rynku, przedsiębiorstwa muszą znać i stosować wiele zasad. Jedną z nich jest prowadzenie działalności badawczo-rozwojowej (B+R). Oznacza to, że przedsiębiorcy dążący do utrzymania swojej przewagi konkurencyjnej są zmuszeni do nieustannego usprawniania działalności B+R. Bardzo ważne jest również właściwe zarządzanie przedsiębiorstwem. Mając na uwadze znaczenie sfery B+R w osiąganiu sukcesu biznesowego, niezwykle zasadne wydaje się ciągłe badanie tej sfery. W związku z tym w niniejszym artykule zaproponowano ekonometryczną analizę dotyczącą wpływu wybranych trzech czynników na poziom nakładów wewnętrznych na B+R w przedsiębiorstwach w Polsce w latach 2007–2014, z uwzględnieniem podziału terytorialnego. W grupie wybranych czynników znalazły się: jednostki badawcze w sektorze przedsiębiorstw, zysk netto przedsiębiorstw oraz liczba zatrudnionych w dziale B+R. Głównym celem rozważań jest znalezienie odpowiedzi na następujące pytanie badawcze: „Który z badanych czynników jest najbardziej istotny”? Artykuł został podzielony na cztery części. W pierwszej przedstawiono teoretyczną analizę działalności B+R, w drugiej zaś problematykę zarządzania tą sferą w przedsiębiorstwach. W trzeciej części artykułu omówiono aspekt budowy modelu, natomiast ostatnia zawiera wyniki estymacji modelu. W Podsumowaniu zawarto wnioski z przeprowadzonego badania.

Słowa kluczowe: analiza ekonometryczna, sfera B+R, przedsiębiorstwa, model panelowy

Wprowadzenie

We współczesnym świecie różnego rodzaju zjawiska, np. ekonomiczne (Kristofik i in., 2015), społeczne czy przyrodnicze, są niemal zawsze uwarunkowane działaniem innych zjawisk. Dlatego istnienie związków pomiędzy zjawiskami często bywa przedmiotem dociekań naukowych. Tak też w niniejszym artykule postanowiono przedstawić (jeden z coraz częściej podejmowanych aspektów w licznych pracach naukowych) kwestię sfery badawczo-rozwojowej przedsiębiorstw w Polsce.

W artykule analizie poddano wpływ liczby jednostek aktywnych badawczo, zysku netto przedsiębiorstw oraz liczby osób zatrudnionych w B+R na poziom nakładów wewnętrznych na działalność badawczo-rozwojową w polskich przedsiębiorstwach. W trosce o dbałość i dokładność badań postanowiono objąć analizą wszystkie szesnaście województw. Przyczyni się to do przejrzystości oraz jasności wyników badania.

Okres badawczy ograniczono do ośmiu lat (lata 2007–2014). W badaniach nie uwzględniono 2015 r. ze względu na brak danych w momencie przygotowywania proponowanej analizy. Warto zaznaczyć, iż w pracy nad modelem wykorzystano oprogramowanie GNU Regression Econometric and Time-Series Library – GRETL, które udostępnia zaawansowane metody ekonometryczne. Natomiast estymację modelu dokonano poprzez wykorzystanie klasycznej metody najmniejszych kwadratów.

Teoretyczna analiza sfery badawczo-rozwojowej

Ze względu na przeważający empiryczny charakter pracy, postanowiono tylko w zarysie przedstawić kluczowe zagadnienia teoretyczne z tego zakresu. Będzie to stanowić swoistego rodzaju impuls dla potencjalnych odbiorców do dalszego bardziej dogłębnego poznania dostępnej literatury przedmiotu (Francik, Szczepańska-Woszczyna, Dado, 2016; Klóska, 2015; Koziół-Nadolna, 2013).

Coraz częściej działalność badawczo-rozwojowa jest podejmowana przez teoretyków w licznych periodykach naukowych. Nie jest to równoznaczne z tym, iż wszystko jest już klarowne i jasne. Niemniej jednak z całym przekonaniem można przywołać jedną z fundamentalnych definicji działalności B+R. Przyjmuje się, iż są to systematycznie prowadzone prace twórcze, podejmowane dla zwiększenia zasobu wiedzy (w tym wiedzy o człowieku, kulturze oraz społeczeństwie), a ponadto także dla znalezienia nowych zastosowań tej wiedzy (GUS, 2016; Dworczyk, Szlasa, 2001, s. 13).

W tym miejscu warto przywołać klasyczną strukturę działalności badawczo-rozwojowej. Obejmuje ona trzy rodzaje badań. Ich krótkie charakterystyki zostały zaprezentowane w tabeli 1.

Tabela 1. Trzy rodzaje badań występujące w działalności B+R

Rodzaj badań	Opis
Badania podstawowe	są to prace eksperymentalne bądź teoretyczne, podejmowane głównie w celu zdobycia nowej wiedzy o podstawach zjawisk oraz obserwowalnych faktów, przy tym bez nastawienia na praktyczne zastosowania ani użytkowanie; działalność mająca na celu osiągnięcie postępu wiedzy w danej dziedzinie nauki poprzez m.in. odkrywanie dotychczas nieznanych twierdzeń, praw, uogólnień
Badania stosowane	są nazywane także przemysłowymi; mają na celu zdobycie nowej wiedzy i umiejętności, aby opracować nowe dobra, procesy oraz usługi bądź wprowadzać znaczące ulepszenia do obecnych dóbr/procesów/usług; innymi słowy, badania te polegają na wykorzystaniu rezultatów badań podstawowych w celu ułatwienia realizacji danego zadania praktycznego w zakresie technologii, organizacji bądź techniki; osiągnięte w procesie badań stosowanych wyniki mogą być użyteczne dla praktyki, gdyż stanowią punkt wyjścia do realizacji dalszych faz cyklu badawczo-rozwojowego
Prace rozwojowe	stanowią nabywanie, łączenie, kształtowanie oraz wykorzystywanie dostępnej wiedzy/umiejętności z dziedziny nauki, działalności gospodarczej oraz technologii (i również wiedzy z innych zakresów) do planowania produkcji i tworzenia nowych bądź ulepszonych dóbr/procesów/usług (warto zaznaczyć, iż dzięki nim inwestycje zostają przekształcone w innowacje)

Źródło: opracowanie własne na podstawie Szopik-Depczyńska (2009).

Warto podkreślić, iż wiedza zdobyta w procesach B+R wpływa na sposób funkcjonowania danego przedsiębiorstwa na rynku. W procesach tych występuje bowiem przepływ wiedzy pomiędzy badaniami podstawowymi, stosowanymi a pracami rozwojowymi. Ten przepływ wiedzy w konsekwencji może skutkować powstaniem koncepcji nowego dobra lub usługi, a na dalszych etapach – stworzeniem innowacyjnego produktu.

Do sfery B+R należy zaliczyć wszystkie jednostki organizacyjne, które prowadzą badania naukowe oraz prace rozwojowe kończące się praktycznymi rezultatami w postaci innowacyjnych dóbr, nowych technologii oraz nowych usług czy też nowych rozwiązań w sferze zarządzania oraz organizacji (Szopik-Depczyńska, 2014; Barret, Musso, Padhi, 2009).

Ogół organizacji oraz osób fizycznych zajmujących się pracami twórczymi, podejmowanymi w celu zwiększenia zasobu wiedzy i znalezienia nowych możliwości zastosowania tej wiedzy, tworzy tzw. sferę B+R (Szopik-Depczyńska, 2009;

Cincera i in., 2010). Dla jasności należy dodać, iż w Polsce sfera ta obejmuje następujące jednostki: jednostki badawczo-rozwojowe (ośrodki badawczo-rozwojowe, instytuty naukowo-badawcze, centralne laboratoria oraz inne organizacje, których podstawowym celem jest prowadzenie działalności B+R), jednostki naukowe Polskiej Akademii Nauk, jednostki rozwojowe (podmioty gospodarcze – głównie przedsiębiorstwa przemysłowe dysponujące własnym zapleczem badawczo-rozwojowym w postaci laboratoriów itp., zajmujące się działalnością B+R równoległe ze swoją podstawową działalnością), szkoły oraz uczelnie wyższe, jednostki obsługi nauki (archiwa naukowe, stowarzyszenia naukowe, biblioteki oraz inne podmioty obsługi nauki), pozostałe jednostki.

Zarządzanie działalnością badawczo-rozwojową

W literaturze przedmiotu występuje wiele zróżnicowanych definicji terminu „zarządzanie”. Jedną z najbardziej skondensowanych, autorstwa R.W. Griffina (2005, s. 6), traktuje zarządzanie jako zestaw działań skierowanych na zasoby organizacji (ludzkie, finansowe, rzeczowe, informacyjne), wykorzystywanych z zamiarem osiągnięcia celów organizacji. Przedmiotem zarządzania może być także działalność B+R. Należy zauważyć, że w zarządzaniu działalnością badawczo-rozwojową można wyróżnić trzy poziomy. Zostały one zaprezentowane w tabeli 2.

Tabela 2. Poziomy działalności B+R

Poziom globalny	Poziom kraju	Poziom przedsiębiorstwa (projektu)
Obejmuje zagadnienia przyrostu i przepływu światowych zasobów, wiedzy, w kontekście rozwoju międzynarodowej współpracy gospodarczej	Rozpatrujący źródła działalności B+R (własne prace lub pozyskane z zagranicy) oraz metody (np. struktury gospodarcze) powalające na najbardziej efektywne wykorzystywanie środków przeznaczonych na postęp techniczny w kraju	Przedsiębiorstwo (projekt) dzięki B+R może zapewnić sobie wzrost, zyskowność i przetrwanie

Źródło: Różańska (2012, s. 70).

W proponowanych rozważaniach skupiono się na zarządzaniu działalnością B+R na poziomie przedsiębiorstw funkcjonujących w gospodarce. Bez wątpienia na tym poziomie działalność B+R, będąca fundamentalnym źródłem wiedzy dla

inicjatyw innowacyjnych, powinna być racjonalnie zarządzana. Warto w tym miejscu przywołać stwierdzenie J. Szablowskiego, mówiące, iż bez zarządzania projekty innowacyjne realizowane w ramach działalności B+R mogą być przypadkowe, często niezgodne z misją oraz celami rozwojowymi podmiotu gospodarczego (Szablowski, 2006).

Należy zaznaczyć, że działalność B+R cechuje wymiar strategiczny. Strategia B+R jest określoną koncepcją pozyskania wiedzy, techniki oraz technologii poprzez działalność B+R. Strategia ta powinna być wzmacniania właściwymi metodami zarządzania, które tym samym ułatwiają jej powiązanie ze strategią rozwoju podmiotu gospodarczego.

Można wyróżnić kilka podstawowych tzw. generacji metod zarządzania sferą B+R, które występują w działalności przedsiębiorstw (Baruk, 2006, s. 65). Generacje te, ich podstawowe fazy i krótką charakterystykę przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Generacje metod zarządzania działalnością B+R

Generacje metod zarządzania działalnością B+R			
pierwsza generacja (lata 1950–1960)	druga generacja (lata 1970–1980)	trzecia generacja (druga połowa lat 80. XX wieku)	czwarta generacja (druga połowa lat 90. XX wieku)
<ul style="list-style-type: none"> Wyraźne rozgraniczenie między działalnością B+R a działalnością produkcyjną Finansowanie działalności B+R z wpływów pochodzących z działalności produkcyjnej i handlowej 	<ul style="list-style-type: none"> Działalność B+R formą płatnych usług świadczonych na rzecz macierzystego przedsiębiorstwa Koncentracja prac na rozwiązywaniu konkretnych problemów Kontrakty z zarządem, prace na rzecz całego przedsiębiorstwa 	<ul style="list-style-type: none"> Pełna integracja programu B+R ze strategią firmy Systematyczna wymiana informacji między zainteresowanymi komórkami, współpraca, partnerstwo 	<p>Tworzenie sieci organizacji B+R wg koncepcji:</p> <ul style="list-style-type: none"> realizacji zadań wg modułowej struktury produktu realizacji faz cyklu B+R produktu

Źródło: Baruk (2006, s. 65).

Mając na uwadze, iż problematyka zarządzania innowacjami w przedsiębiorstwie nie jest często podejmowana przez teoretyków zarządzania, warto tym samym nieustannie podejmować tę problematykę, aby pogłębić wiedzę w tym zakresie.

Konstrukcja modelu

Ze wcześniejszych rozważań można było wywnioskować, iż badanie będzie przeprowadzone na danych panelowych, czyli takich, które są obserwowane w co najmniej dwóch wymiarach (Górecki, 2013). Innymi słowy, ten typ danych jest dwuwymiarową zmienną, uwarunkowaną w czasie i przestrzeni. W niniejszym artykule zbadano nakłady wewnętrzne przedsiębiorstw na działalność B+R funkcjonujących w szesnastu województwach w latach 2007–2014. Przy założeniu, że indeksem $i = 1, 2, \dots, N$ oznaczono kolejne obszary (województwa), a indeksem $t = 1, 2, \dots, T$ jednostki czasu, wówczas skonstruowany model będzie miał postać (Kufel, 2013):

$$B + R_{it} = \alpha_{it} + J_{it} + Zy_{it} + Za_{it} + v_{it},$$

gdzie:

$B + R_{it}$ – nakłady wewnętrzne na B+R (w sektorze przedsiębiorstw, w mln PLN),

α_{it} – parametr strukturalny modelu,

J_{it} – jednostki aktywne badawczo wg sektorów wykonawczych (w przedsiębiorstwach),

Zy_{it} – zysk netto przedsiębiorstw (ogółem, w mln PLN),

Za_{it} – zatrudnieni w B+R wg sektorów wykonawczych (ogółem w przedsiębiorstwach),

v_{it} – łączny błąd losowy (składający się z części czysto losowej ε_{it} i efektu indywidualnego u_i , dlatego $v_{it} = \varepsilon_{it} + u_i$).

Wyniki estymacji modelu

Wyniki opisanego modelu przedstawiono w tabelach 4–9 oraz na rysunkach 1 i 2, zaś pod nimi umieszczono wyniki najistotniejszych, a zarazem niezbędnych testów.

Estymacja za pomocą klasycznej metody najmniejszych kwadratów jest traktowana jako dopuszczalna wówczas, gdy efekt indywidualny nie występuje i panel stanowi zbiór danych przekrojowych (Kufel, 2013, s. 174–176). Taka właśnie sytuacja zachodzi w badanym modelu.

Stosując program ekonometryczny GRETL, uzyskano oszacowanie zaprezentowane w tabelach 4–6, natomiast test na normalność rozkładu reszt ukazano na rysunku 1. Zawiera ona liczby charakteryzujące i opisujące wyniki estymacji panelowych metodą najmniejszych kwadratów.

Tabela 4. Model 1: Estymacja Panelowe MNK, z wykorzystaniem 122 obserwacji

Wyszczególnienie	Współczynnik	Błąd stand.	t-Studenta	Wartość p	Zmienna stat.
const	-86,7625	13,7695	-6,3011	<0,0001	^a
J_{it}	0,993009	0,191849	5,1760	<0,0001	^a
Zy_{it}	-0,0014549	0,0024146	-0,6025	0,5480	
Za_{it}	0,146042	0,0105527	13,8393	<0,0001	^a

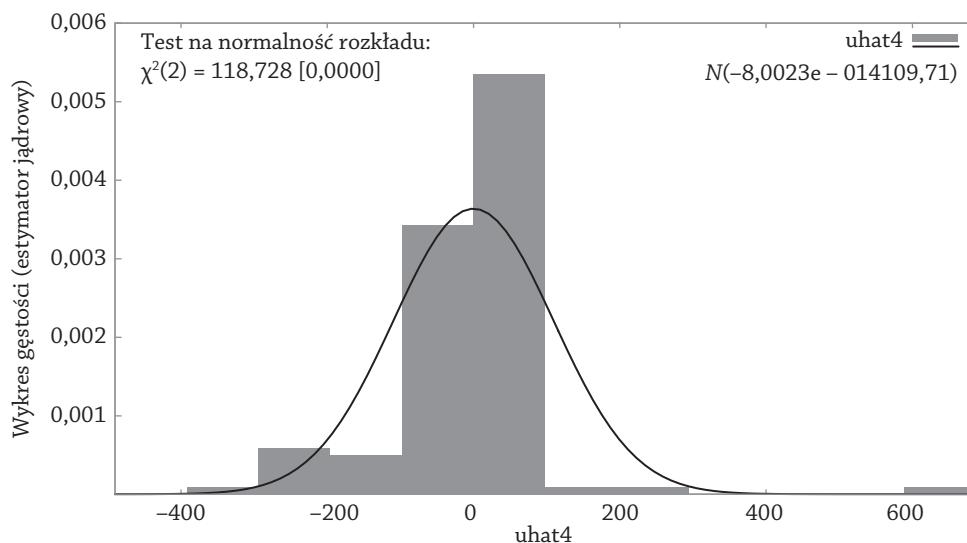
Średn. arytm. zm. zależnej	264,9279	Odch. stand. zm. zależnej	436,2128
Suma kwadratów reszt	1420194	Błąd standardowy reszt	109,7066
Wsp. determ. R^2	0,938317	Skorygowany R^2	0,936749
$F(3, 118)$	598,3356	Wartość p dla testu F	3,52e - 71
Logarytm wiarygodności	-744,2098	Kryt. inform. Akaike'a	1496,420
Kryt. bayes. Schwarz	1507,636	Kryt. Hannana-Quinna	1500,975
Autokorel. reszt. - ρ_1	0,841259	Stat. Durbina-Watsona	0,576388

^a Zmienna statystycznie istotna przy poziomie istotności 0,01.

Uwaga: Włączono 16 jednostek danych przekrojowych. Szereg czasowy długości: minimum 6, maximum 8. Zmienna zależna (Y): $B + R_{it}$.

Źródło: opracowanie własne na podstawie programu GRETL.

Rysunek 1. Test na normalność rozkładu



Uwaga: Rozkład częstości dla uhat4, obserwacje 1–128, liczba przedziałów = 11, średnia = -8,00234e - 014, odch. stand. = 109,707.

Źródło: opracowanie własne na podstawie programu GRETL.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, iż dwie z trzech zmiennych, takie jak: jednostki aktywne badawczo wg sektorów wykonawczych (w przedsiębiorstwach) oraz zatrudnieni w B+R wg sektorów wykonawczych (ogółem w przedsiębiorstwach) są dobrymi stymulatorami nakładów wewnętrznych na B+R (w przedsiębiorstwach, w mln PLN). Świadczy o tym poziom ich istotności na poziomie 0,01.

Ocena współliniowości $VIF(j)$ – czynnik rozděcia wariacji

VIF (*Variance Inflation Factors*) – minimalna możliwa wartość = 10,0. Wartości większe od 10,0 mogą wskazywać na problem współliniowości – rozděcia wariacji.

$$J_{it} = 4,424, Zy_{it} = 4,201, Za_{it} = 6,040.$$

Wyniki wskazują na to, iż w badanym modelu nie występuje problem współliniowości. Wszystkie wartości są mniejsze od 10.

$$VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2),$$

gdzie: $R(j)$ – współczynnik korelacji wielorakiej między zmienną j a pozostałymi zmiennymi niezależnymi modelu.

Własności macierzy $X'X$: 1 – norm = 1,776631e + 010, wyznacznik = 5,5634542e + 025, wskaźnik uwarunkowania macierzy CN = 3,5550389e – 009.

Tabela 5. Oszacowane ustalone nielosowe efekty

Wyszczególnienie	Nielosowe efekty	Współczynniki, błędy stand.	Wartość p
const	-34,924	45,007	0,43954
J_{i_t}	1,2803	0,25472	0,00000
Zy_{i_t}	-0,016247	0,0070009	0,02227
Za_{i_t}	0,15668	0,016656	0,00000

Uwaga: Nielosowe efekty uwzględniają zróżnicowanie wyrazu wolnego wg jednostek w przekroju.

Źródło: opracowanie własne na podstawie programu GRETLL.

Wariancja resztowa: $830457/(122 - 19) = 8062,69$.

Łączna istotność nierówności średnich grupowych:

$F(15, 103) = 4,87626$ z wartością p 4,46258e – 007

(niska wartość p oznacza odrzucenie hipotezy H_0 , że model panelowy MNK jest poprawny, wobec hipotezy H_1 , że model o ustalonych efektach jest właściwszy).

Statystyka testu Breuscha-Pagana

$LM = 29,181$ z wartością $p = \text{prob}(\chi^2(1) > 29,181) = 6,59221e - 008$
(niska wartość p oznacza odrzucenie hipotezy H_0 , że model panelowy MNK jest poprawny, wobec hipotezy H_1 , że model o losowych efektach jest właściwszy).

Warianty estymacji: *between* = 1442,35 oraz *within* = 8062,69.

Tabela 6. Oszacowane losowe efekty

Wyszczególnienie	Losowe efekty	Współczynniki, błędy stand.	Wartość p
const	-87,533	14,88	0,00000
J_{i_t}	1,0484	0,19235	0,00000
Zy_{i_t}	-0,0026965	0,0024741	0,27799
Za_{i_t}	0,14839	0,011085	0,00000

Uwaga: Losowe efekty uwzględniają zróżnicowanie wyrazu wolnego wg jednostek w przekroju.

Źródło: opracowanie własne na podstawie programu GRET.

Statystyka testu Hausmana

$H = 45,8474$ z wartością $p = \text{prob}(\chi^2(3) > 45,8474) = 6,11153e - 010$
(niska wartość p oznacza odrzucenie hipotezy H_0 o modelu z losowymi efektami, wobec hipotezy H_1 o modelu z ustalonymi efektami).

Brak podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej oznacza nieważną zmianę wariancji przy wprowadzeniu efektów indywidualnych, dodanie więc tych efektów jest niepotrzebne. Z kolei przyjęcie hipotezy alternatywnej wskazuje słuszność wprowadzenia efektów indywidualnych. Wyniki testu Breuscha-Pagana nakazują odrzucić hipotezę zerową na rzecz alternatywnej. W konsekwencji wymagane jest wprowadzenie efektów indywidualnych ze względu na brak możliwości zastosowania estymatora KMNK.

Dobrym rozwiązaniem w tej sytuacji jest dodanie zmiennych zero-jedynkowych do jednostek czasu. Dzięki temu można uwzględnić efekt indywidualnego zróżnicowania średnich dla poszczególnych paneli oraz zastosować KMNK (Kufel, 2013). Oszacowany metodą KMNK model panelowy z dodanymi zmiennymi przedstawiono w tabeli 7, zaś test na normalność rozkładu – na rysunku 2.

Tabela 7. Model 2: Estymacja Panelowe MNK, z wykorzystaniem 122 obserwacji

Wyszczególnienie	Współczynnik	Błąd stand.	t-Studenta	Wartość p	Zmienna stat.
const	-113,558	36,2636	-3,1315	0,0022	^a
J_{it}	1,24301	0,243547	5,1038	<0,0001	^a
Zy_{it}	-0,00295871	0,00281693	-1,0503	0,2958	
Za_{it}	0,143412	0,010577	13,5588	<0,0001	^a
dt_1	34,1428	46,0449	0,7415	0,4599	
dt_2	57,1328	45,3847	1,2589	0,2107	
dt_3	61,7342	45,5283	1,3560	0,1779	
dt_4	3,95115	43,2996	0,0913	0,9275	
dt_5	-42,6522	44,6654	-0,9549	0,3417	
dt_6	11,3986	39,3925	0,2894	0,7728	
dt_7	-14,7728	39,984	-0,3695	0,7125	

Średn. arytm. zm. zależnej	264,9279	Odch. stand. zm. zależnej	436,2128
Suma kwadratów reszt	1320263	Błąd standardowy reszt	109,0608
Wsp. determ. R^2	0,942657	Skorygowany R^2	0,937491
$F(10, 111)$	182,4729	Wartość p dla testu F	4,66e - 64
Logarytm wiarygodności	-739,7591	Kryt. inform. Akaike'a	1501,518
Kryt. bayes. Schwarza	1532,362	Kryt. Hannana-Quinna	1514,046
Autokorel. reszt - ρ_1	0,885519	Stat. Durbina-Watsona	0,557849

^a Zmienna statystycznie istotna przy poziomie istotności 0,01.

Uwaga: Włączono 16 jednostek danych przekrojowych. Szereg czasowy długości: minimum 6, maximum 8. Zmienna zależna (Y): $B + R_{it}$.

Źródło: obliczenia własne na podstawie programu GRETL.

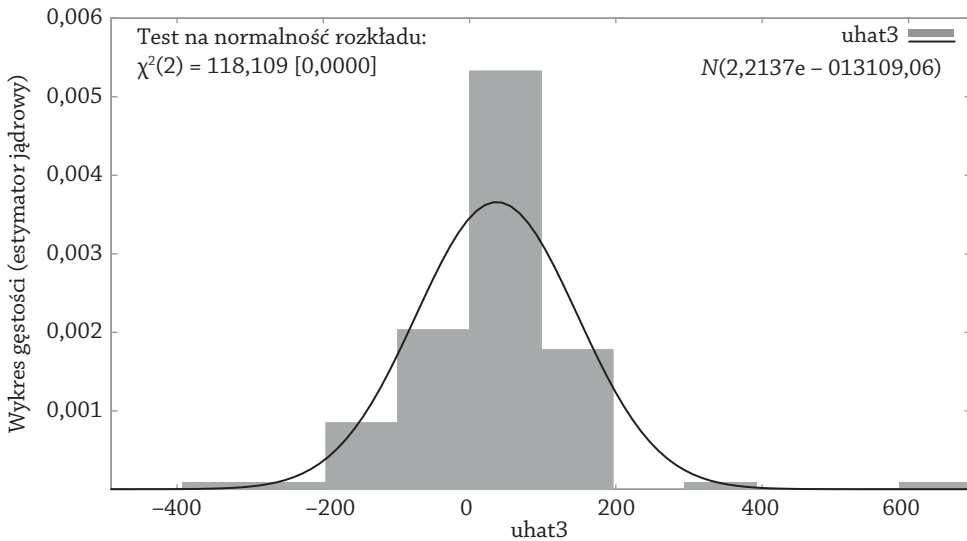
Wsp. determ. $R^2 = 0,957133$.

Statystyka testu: $TR^2 = 116,770263$, z wartością $p = P(\chi^2(37) > 116,770263) = 0,00$.

Rozkład częstości dla uhat3, obserwacje 1–128.

Liczba przedziałów = 11, średnia = 2,21375e » 013, odch. stand. = 109,061.

Rysunek 2. Test na normalność rozkładu



Źródło: opracowanie własne na podstawie programu GRET.

Ocena współliniowości $VIF(j)$ – czynnik rozdęcia wariancji

VIF (Variance Inflation Factors) – minimalna możliwa wartość = 10,0.

Wartości większe od 10,0 mogą wskazywać na problem współliniowości – rozdęcia wariancji.

$J_{it} - 7,072$, $Zy_{it} - 5,705$, $Za_{it} - 6,130$, $dt_1 - 2,471$, $dt_2 - 2,401$, $dt_3 - 2,417$,
 $dt_4 - 2,192$, $dt_5 - 2,065$, $dt_6 - 1,824$, $dt_7 - 1,769$.

Wyniki wskazują na to, iż w badanym modelu z wprowadzonymi dodatkowymi zmiennymi zero-jedynkowymi do jednostek czasu nie występuje problem współliniowości. Wszystkie wartości są mniejsze od 10.

$$VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2),$$

gdzie: $R(j)$ – współczynnik korelacji wielorakiej między zmienną j a pozostałymi zmiennymi niezależnymi modelu.

Własności macierzy $X'X$: 1 - norm = 1,776702e + 010, wyznacznik = 6,3946846e + 032, wskaźnik uwarunkowania macierzy $CN = 6,5328816e - 011$.

W ostatniej części badań empirycznych skupiono się na estymacji ustalonych oraz losowych efektów. Uzyskane wyniki zamieszczono w tabelach 8 i 9.

Tabela 8. Model 3: Estymacja Ustalone efekty, z wykorzystaniem 122 obserwacji

Wyszczególnienie	Współczynnik	Błąd stand.	t-Studenta	Wartość p	Zmienna stat.
const	34,9243	45,0069	0,7760	0,4395	
J_{it}	1,28029	0,254724	5,0262	<0,0001	^a
Zy_{it}	0,0162468	0,00700086	2,3207	0,0223	^b
Za_{it}	0,156681	0,0166558	9,4070	<0,0001	^a

Średn. arytm. zm. zależnej	264,9279	Odch. stand. zm. zależnej	436,2128
Suma kwadratów reszt	830457,5	Błąd standardowy reszt	89,79251
R^2	0,963931	R^2	0,867499
$F(18, 103)$	152,9239	Wartość p dla testu F	8,80e – 66
Logarytm wiarygodności	711,4789	Kryt. inform. Akaike'a	1460,958
Kryt. bayes. Schwarz	1514,234	Kryt. Hannana-Quinna	1482,597
Autokorel. reszt	0,425962	Stat. Durbina-Watsona	0,943834

^a Zmienna statystycznie istotna przy poziomie istotności 0,01.

^b Zmienna statystycznie istotna przy poziomie istotności 0,05.

Uwaga: Włączono 16 jednostek danych przekrojowych. Szereg czasowy długości: minimum 6, maximum 8. Zmienna zależna (Y): $B+R_{i,t}$.

Źródło: obliczenia własne na podstawie programu GRETL.

Statystyka testu: $F(3, 103) = 224,784$ z wartością $p = P(F(3, 103) > 224,784) = 4,73805e - 045$.

Test na zróżnicowanie wyrazu wolnego w grupach:
hipoteza H_0 : grupy mają wspólny wyraz wolny.

Statystyka testu: $F(15, 103) = 4,87626$ z wartością $p = P(F(15, 103) > 4,87626) = 4,46258e - 00$.

Tabela 9. Model 4: Estymacja Losowe efekty (GLS), z wykorzystaniem 122 obserwacji

Wyszczególnienie	Współczynnik	Błąd stand.	t-Studenta	Wartość p	Zmienna stat.
const	77,4579	35,8408	2,1612	0,0327	^b
J_{it}	1,15462	0,209097	5,5220	<0,0001	^a
Zy_{it}	0,00879567	0,00375223	2,3441	0,0207	^b
Za_{it}	0,160774	0,0139335	11,5387	<0,0001	^a

Średn. arytm. zm. zależnej	264,9279	Odch. stand. zm. zależnej	436,2128
Suma kwadratów reszt	1534353	Błąd standardowy reszt	113,5505
Logarytm wiarygodności	748,9260	Kryt. inform. Akaike'a	1505,852
Kryt. bayes. Schwarza	1517,068	Kryt. Hannana-Quinna	1510,408

^a Zmienna statystycznie istotna przy poziomie istotności 0,01.

^b Zmienna statystycznie istotna przy poziomie istotności 0,05.

Uwaga: Wykorzystano transformację Nerlove'a. Włączono 16 jednostek danych przekrojowych. Szereg czasowy długości: minimum 6, maximum 8. Zmienna zależna (Y): $B + R_{it}$.

Źródło: opracowanie własne na podstawie programu GRETTL.

Test Breuscha-Pagana

Hipoteza H0: wariancja błędu w jednostce = 0.

Asymptotyczna statystyka testu: $\chi^2(1) = 29,181$ z wartością $p = 6,59221e - 008$.

Test Hausmana

Hipoteza H0: estymator UMNK (GLS) jest zgodny.

Asymptotyczna statystyka testu: $\chi^2(3) = 6,91756$ z wartością $p = 0,0745723$.

Podsumowanie

Celem badań było przeprowadzenie analizy związku między zmianami liczby jednostek aktywnych badawczo, zysku netto przedsiębiorstw i liczbą osób zatrudnionych w sferze B+R a zmianami wysokości nakładów wewnętrznych na działalność badawczo-rozwojową w przedsiębiorstwach w latach 2007–2014. Zbudowano model panelowy, wykorzystano dane roczne opisujące szesnaście województw. Estymacji modelu dokonano klasyczną metodą najmniejszych kwadratów za pomocą programu GRETTL.

Zaprezentowane w artykule wyniki analizy pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- analiza panelowa jest przydatna do rozwiązywania problemów związanych z poszukiwaniem determinantów kształtujących wysokość nakładów na B+R w przedsiębiorstwach zlokalizowanych we wszystkich województwach w Polsce;

- do czynników stanowiących determinanty poziomu nakładów na B+R w badanych województwach należy zaliczyć wszystkie trzy badane wskaźniki; wzrost poziomu tych zmiennych wpływa pozytywnie/dodatnio na zmianę poziomu nakładów na działalność naukowo-badawczą przedsiębiorstw, zatem występuje korelacja dodatnia; identyfikacja owych czynników pozwala na usprawnienie działalności rozwojowej przedsiębiorstw oraz na ukierunkowanie działań na te, które w największym stopniu powodują poprawę sytuacji ekonomicznej/rynkowej przedsiębiorstw;
- na zmienność poziomu nakładów wewnętrznych na B+R oddziaływały w sposób statystycznie istotny: liczba jednostek aktywnych badawczo oraz liczba osób zatrudnionych w sektorze B+R; zmiana wartości zysku netto przedsiębiorstw miała słabszy wpływ na kształtowanie się poziomu nakładów na B+R niż dwóch wcześniej wymienionych wskaźników.

Bibliografia

- Barrett, C.W., Musso, C.S., Padhi, A. (2009). Upgrading R&D in a downturn. *The McKinsey Quarterly*, February, 1–3.
- Baruk, J. (2006). *Zarządzanie wiedzą i innowacjami*. Toruń: Wydawnictwo Adam Marszałek.
- Cincera, M., Cozza, C., Tubke, A., Voight, P. (2010). Doing R&B or not, that is the question. *IPTS Working Paper on Corporate R&D and Innovation*, 12, 1–30.
- Dworczyk, M., Szlasa, R. (2001). *Zarządzanie innowacjami*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- Franc-Dąbrowska, J. (2016). *Praktyczne zastosowanie wybranych modeli panelowych do oceny sytuacji finansowej przedsiębiorstw rolniczych*. Warszawa: Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego (artykuł przygotowany w ramach realizacji habilitacyjnego projektu badawczego pt. *Gospodarowanie zyskiem a sytuacja finansowa przedsiębiorstw rolniczych* N11300732/303). www.wne.sggw.pl (14.03.2016).
- Francik, A., Szczepańska-Woszczyzna, K., Dado, J. (2016). *Procesy innowacyjne w polskiej gospodarce – potencjał zmian*. Dąbrowa-Górnicza: Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Biznesu w Dąbrowie Górniczej.
- Górecki, B.R. (2013). *Ekonometria podstawy teorii i praktyki*. Warszawa: Key Text.
- Griffin, R.W. (2005). *Podstawy zarządzania organizacjami*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- GUS (2016). *Działalność badawcza i rozwojowa (B+R)*. http://stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/wroc/ASSETS_Dzialalnosc_badawcza_i_rozwojowa.pdf
- Kłóska, R. (2015). *Innowacyjność jako determinanta rozwoju regionalnego w Polsce*. Szczecin: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego.

- Kozioł-Nadolna, K. (2013). *Internacjonalizacja działalności badawczo-rozwojowej w kształtowaniu procesów innowacyjnych przedsiębiorstw w Polsce*. Warszawa: CeDeWu.
- Kristofik, P., Lament, M., Musa, H., Wolak-Tuzimek, A. (2015). *Financial tools in management of small and medium-sized enterprises*. London: Science Publishing.
- Kufel, T. (2013). *Ekonometria. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem programu GRETL*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Różańska, E. (2012). *Rachunkowość w zarządzaniu projektami innowacyjnymi*. Rozprawa doktorska. Poznań: Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu.
- Szabłowski, J. (2006). Proces zarządzania innowacjami w organizacji. W: J. Szabłowski (red.), *Zarządzanie innowacjami. Teoria i praktyka*. Białystok: Wyższa Szkoła Finansów i Zarządzania w Białymstoku, 4–26.
- Szopik-Decpzyńska, K. (2014). Aktywność badawczo-rozwojowa a innowacyjność przemysłu w województwie śląskim. W: A. Francik, M. Lis, V. Markova (red.), *Innowacje i przedsiębiorczość. Teoria i praktyka*. Dąbrowa Górnicza: Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Biznesu w Dąbrowie Górniczej, 75–84.
- Szopik-Decpzyńska, K. (2009). Sfera B+R w działalności przedsiębiorstw. W: W. Janasz (red.), *Innowacje w strategii rozwoju organizacji w Unii Europejskiej*. Warszawa: Difin, 150–170.

Summary

Econometric Analysis of Polish Companies' R&D Activity Management

Nowadays, in order to maintain strong and stable position on the market, companies shall know and apply many rules. One of them is R&D (Research and Development) activity. This means that entrepreneurs striving to maintain their competitive advantage are forced to continuous improvement of R&D activity. The management of the enterprise in an appropriate manner is also very important. Taking into consideration the importance of R&D in achieving business success, it seems reasonable to study this area continuously. Therefore, in this paper an econometric analysis of the impact of three selected factors, on the level of internal expenditure on R&D in enterprises in Poland, in the years 2007–2014 with regard to territorial division was proposed. The group of selected factors include: research units in the business sector, net profit of enterprises and number of employees in R&D sector. The main purpose of consideration is to answer the following research question: “Which of the studied factors is the most significant?” The article is divided into four parts. The first presents the theoretical analysis of R&D

activities, the second one shows the issue of R&D management in enterprises. In the third part of the article the aspect of the model construction was discussed, while the last of the paper contains the results of the model estimation. The summary contains the conclusions of the conducted research.

Keywords: econometric analysis, R&D sphere, enterprises, panel model

Mgr Katarzyna Brożek

Doktorantka Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Nauk Ekonomicznych i Prawnych, Katedra Ekonomii. Autorka wielu artykułów naukowych dotyczących głównie sektora małych i średnich przedsiębiorstw, ich innowacyjności oraz konkurencyjności, sfery badawczo-rozwojowej oraz finansowania z funduszy unijnych. Na Wydziale Nauk Ekonomicznych i Prawnych od stycznia do grudnia 2016 roku prowadziła badania na temat wpływu innowacyjności na konkurencyjność polskich przedsiębiorstw.

Mgr Justyna Kogut

Doktorantka Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Nauk Ekonomicznych i Prawnych, Katedra Ekonomii. Autorka wielu artykułów naukowych dotyczących głównie problematyki zarządzania zasobami ludzkimi w przedsiębiorstwach, kapitału ludzkiego, społecznej odpowiedzialności biznesu, sfery badawczo-rozwojowej oraz innowacyjności i konkurencyjności przedsiębiorstw i regionów. Na Wydziale Nauk Ekonomicznych i Prawnych od stycznia do grudnia 2016 roku prowadziła badania na temat wpływu innowacyjności na konkurencyjność polskich przedsiębiorstw.