



Anna Turczak

Zachodniopomorska Szkoła Biznesu w Szczecinie
Wydział Ekonomii i Informatyki
aturczak@zpsb.pl

ANALIZA PRZYCZYNOWA RÓŻNIC W WIELKOŚCI NAKLADÓW NA BADANIA I ROZWÓJ W WYBRANYCH KRAJACH UNII EUROPEJSKIEJ I ŚWIATA

Streszczenie: Celem artykułu jest określenie wpływu poszczególnych czynników na zróżnicowanie krajów pod względem wielkości wydatków na badania i rozwój per capita. W pracy przeanalizowano dwa czynniki kształtujące wartość nakładów na badania i rozwój na osobę: produkt krajowy brutto na mieszkańca oraz udział wydatków na B+R w PKB. Do oceny wpływu odchyłeń wymienionych czynników na odchylenie wielkości nakładów na B+R na osobę wykorzystano metodę logarytmiczną.

Słowa kluczowe: nakłady na badania i rozwój, analiza przyczynowa, metoda logarytmiczna.

Wprowadzenie

Istotną determinantą wzrostu gospodarczego jest rozwój nauki, a także stały postęp techniczny, technologiczny i organizacyjny. Postęp ten oznacza m.in. pojawianie się nowych metod produkcji, nowatorskich form organizowania procesu produkcyjnego oraz sposobów zarządzania pracą. Innowacje są głównym bodźcem rozwoju współczesnych gospodarek świata [Walczak, 2012, s. 75].

Coraz częściej mówi się o przekształcaniu współczesnych gospodarek w gospodarki oparte na wiedzy. Dzięki posługiwaniu się pojęciem gospodarki opartej na wiedzy uwypukla się fakt, iż zasadniczą rolę w rozwoju społeczno-gospodarczym krajów nowoczesnego świata odgrywa zasób zgromadzonej wiedzy i umiejętność właściwego jej wykorzystania [Turczak, 2012, s. 113].

Inwestowanie w wiedzę staje się kluczowym wyzwaniem współczesności. Kraje, które szybciej dokonują transformacji w kierunku gospodarki opartej na wiedzy, uzyskują znaczącą przewagę konkurencyjną na rynku globalnym. Stanowi to ogromne wyzwanie dla Polski [Pollok i Wałęga, 2007, s. 36].

Kreowanie wiedzy w gospodarce odbywa się przede wszystkim poprzez działalność badawczą i rozwojową. Działalność badawczo-rozwojowa została zdefiniowana przez GUS jako systematyczne prowadzenie prac twórczych, podjętych dla zwiększenia zasobu wiedzy, w tym wiedzy o człowieku, kulturze i społeczeństwie, jak również dla znalezienia nowych zastosowań dla tej wiedzy. Działalność ta obejmuje trzy rodzaje badań, a mianowicie badania podstawowe, stosowane (łącznie z przemysłowymi) oraz prace rozwojowe. Działalność B+R odróżnia od innych rodzajów działalności dostrzegalny element nowości i eliminacja niepewności naukowej i/lub technicznej, czyli rozwiązanie problemu niewypływające w sposób oczywisty z dotychczasowego stanu wiedzy [*Nauka i technika...*, 2014, s. 14].

Bezwzględna (inaczej – absolutna) wartość wydatków na badania i rozwój nie może stanowić podstawy porównań między krajami, trudno bowiem byłoby ocenić, czy wielkość ta jest duża, czy mała. Stąd wszelkich porównań należy dokonywać wyłącznie na podstawie wartości względnych (inaczej – stosunkowych). Można więc – przykładowo – odnieść wartość nakładów na działalność badawczo-rozwojową danego kraju do liczby jego mieszkańców, budując w ten sposób iloraz będący pożądaną tutaj wielkością stosunkową.

Celem artykułu jest określenie wpływu poszczególnych czynników na zróżnicowanie krajów pod względem wielkości wydatków na badania i rozwój w przeliczeniu na mieszkańca. W pracy przeanalizowane będą **dwa czynniki kształtujące wartość nakładów na działalność badawczo-rozwojową na osobę**, a mianowicie produkt krajowy brutto per capita (tj. czynnik mierzący **zamożność danego kraju**) oraz udział wydatków na B+R w PKB (tj. czynnik obrazujący **znaczenie badań i rozwoju w gospodarce** rozpatrywanego kraju). Wyniki otrzymane dla Polski porównane będą z tymi uzyskanymi dla pozostałych krajów i na tej podstawie zostaną wyciągnięte wnioski końcowe.

Różnica między wartością rozpatrywanego miernika dla danego kraju a wartością tego miernika dla Polski zostanie nazwana na potrzeby niniejszego opracowania **odchyleniem**. Odchylenie to może być dodatnie albo ujemne. To też wszędzie tam, gdzie mowa o odchyleniu, należy przez to rozumieć dodatnie tudzież ujemne odchylenie od wartości obliczonej dla gospodarki polskiej.

Skoro znaczenie przypisywane badaniom i rozwojowi w danym kraju oraz jego zamożność zostały przyjęte jako te zmienne, które rzutują na wartość wy-

datków na B+R per capita, interesującą kwestią może być określenie – dla każdej z rozpatrywanych gospodarek Unii Europejskiej i świata – wpływu odchyień tych dwóch czynników na odchylenie realizowanych wydatków na B+R na mieszkańca. W tym celu należałoby przeprowadzić tzw. **analizę przyczynową**, pozwalającą na zbadanie struktury odchylenia wydatków na B+R na mieszkańca dla poszczególnych państw.

1. Istota zastosowanej metody badawczej

W analizie przyczynowej celem badania jest ustalenie, jak poszczególne czynniki wpływają na daną zmienną ekonomiczną, tj. jaki jest kierunek i stopień ich oddziaływania. Analiza przyczynowa pozwala zatem odpowiedzieć na pytanie, czy dany czynnik powoduje zwiększenie, czy zmniejszenie badanej zmiennej, oraz określić, jaka jest wielkość wpływu tego czynnika [Gabrusewicz, 2007, s. 55].

Do przeprowadzenia analizy przyczynowej wykorzystana zostanie **metoda logarytmiczna** [Gołębiowski i Tłaczała, 2009, s. 111]. Jej realizacja obejmuje następujące kroki obliczeniowe:

1. Zbudowanie równości wskaźnikowej (czyli przedstawienie wskaźnika obliczonego dla badanej zmiennej jako iloczynu wskaźników obliczonych dla zmiennych wpływających na zmienną badaną).
2. Zlogarytmowanie obu stron zbudowanej równości wskaźnikowej.
3. Podzielenie obydwu stron otrzymanego równania przez logarytm wskaźnika wyznaczonego dla zmiennej badanej [Nahotko, 1998, s. 235].

W celu zbudowania odpowiedniej równości wskaźnikowej przyjęto, że badana zmienna α może zostać przedstawiona jako iloczyn czynników β i γ . Wartość zmiennej α wyznaczona dla Polski będzie stanowiła podstawę odniesienia i oznaczona zostanie przez α_0 . Z kolei wartość tej zmiennej obliczona dla i -tej gospodarki ($i = 1, 2, \dots, 30$) zostanie oznaczona przez α_i . Zatem wskaźnik

$w_{i,\alpha}$ – skonstruowany dla zmiennej α – będzie miał postać $\frac{\alpha_i}{\alpha_0}$. Ponieważ

$\alpha_i = \beta_i \gamma_i$ oraz $\alpha_0 = \beta_0 \gamma_0$, toteż dzieląc α_i przez α_0 , otrzymuje się:

$$\frac{\alpha_i}{\alpha_0} = \frac{\beta_i \gamma_i}{\beta_0 \gamma_0},$$

gdzie:

$\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$ – wartości zmiennych α, β i γ dla i -tego kraju;

$\alpha_0, \beta_0, \gamma_0$ – wartości zmiennych α, β i γ dla Polski.

To samo można zapisać inaczej, a mianowicie:

$$\frac{\alpha_i}{\alpha_0} = \frac{\beta_i}{\beta_0} \cdot \frac{\gamma_i}{\gamma_0},$$

czyli:

$$w_{i;\alpha} = w_{i;\beta} \cdot w_{i;\gamma},$$

$$\text{gdzie } w_{i;\alpha} = \frac{\alpha_i}{\alpha_0}, w_{i;\beta} = \frac{\beta_i}{\beta_0}, w_{i;\gamma} = \frac{\gamma_i}{\gamma_0}.$$

Skoro badana zmienna α jest iloczynem zmiennych β i γ wpływających na tę zmienną α , to wskaźnik obliczony dla zmiennej α jest iloczynem wskaźników wyznaczonych dla poszczególnych czynników: β i γ [Bednarski i in., 1998, s. 52].

Z matematycznego punktu widzenia równanie można obustronnie zlogarytmować dowolnym logarytmem, o ile liczba logarytmowana jest dodatnia [Kaszubowski, 2004, s. 37]. Wartości wskaźników $w_{i;\alpha}$, $w_{i;\beta}$ oraz $w_{i;\gamma}$ są zawsze większe od zera, stąd równanie $w_{i;\alpha} = w_{i;\beta} \cdot w_{i;\gamma}$ można obustronnie zlogarytmować [Żwirbła, 2007, s. 34]. Oczywiście podstawa logarytmu musi być większa od zera i różna od jeden [Matłoka i Wojcieszyn, 2008, s. 59]. Wybór podstawy logarytmu nie ma natomiast żadnego wpływu na wyniki końcowe analizy przyczynowej, a jedynie na jej wyniki cząstkowe. W praktyce najczęściej wybieranymi logarytmami są logarytm dziesiętny tudzież logarytm naturalny [Grzenkowicz i in., 2007, s. 45]. Do dalszych obliczeń wykorzystany zostanie logarytm dziesiętny.

Logarytmując obustronnie równanie $w_{i;\alpha} = w_{i;\beta} \cdot w_{i;\gamma}$, uzyskuje się:

$$\log(w_{i;\alpha}) = \log(w_{i;\beta} \cdot w_{i;\gamma}).$$

Następnie korzystając z własności logarytmu stanowiącej, iż logarytm z iloczynu dwóch liczb jest równy sumie logarytmów z tych liczb [Żwirbła, 2001, s. 60], można otrzymać następujące równanie:

$$\log(w_{i;\alpha}) = \log(w_{i;\beta}) + \log(w_{i;\gamma}).$$

Kolejnym etapem jest podzielenie obu stron tego równania przez $\log(w_{i,\alpha})$.

W ten sposób powstanie wyrażenie:

$$1 = \frac{\log(w_{i,\beta})}{\log(w_{i,\alpha})} + \frac{\log(w_{i,\gamma})}{\log(w_{i,\alpha})},$$

gdzie:

$\frac{\log(w_{i,\beta})}{\log(w_{i,\alpha})}$ – wpływ odchylenia czynnika β na odchylenie zmiennej α ,

$\frac{\log(w_{i,\gamma})}{\log(w_{i,\alpha})}$ – wpływ odchylenia czynnika γ na odchylenie zmiennej α .

W niniejszym artykule analiza przyczynowa pozwoli odpowiedzieć na pytanie, jaki jest – w trzydziestu wybranych krajach Unii Europejskiej i świata – wpływ poszczególnych czynników na odchylenie wielkości nakładów na B+R na osobę w stosunku do wielkości tej zmiennej charakteryzującej gospodarkę polską. W badaniu przyjęto, że zmienna α to nakłady na badania i rozwój na mieszkańca, zmienna β – relacja nakładów na B+R do PKB, a zmienna γ – PKB na mieszkańca. Analizę przeprowadzono w oparciu o dane z 2012 r., które zebrano w tab. 1.

Tabela 1. Wydatki na badania i rozwój, PKB i liczba ludności w wybranych krajach w 2012 r.

Kraj	Nakłady na B+R (w mln USD)	PKB (w mld USD)	Ludność* (w tys.)
symbole	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>L</i>
1	2	3	4
Argentyna	5 447	477	40 883
Austria	10 550	394	8 456
Belgia	10 095	483	11 053
Chiny	293 550	8 221	1 349 911
Czechy	5 443	196	10 605
Dania	7 138	315	5 598
Estonia	711	22	1 291
Finlandia	7 530	247	5 414
Francja	55 352	2 611	63 652
Grecja	1 994	248	9 793
Hiszpania	19 556	1 322	47 346
Holandia	15 661	770	16 767
Irlandia	3 340	211	4 680

cd. tabeli 1

1	2	3	4
Japonia	151 728	5 938	127 644
Kanada	24 801	1 821	33 897
Korea Południowa	65 395	1 130	49 020
Luksemburg	692	57	524
Niemcy	102 238	3 397	81 602
Norwegia	5 482	500	5 017
Polska	7 899	490	38 534
Portugalia	4 082	212	10 588
Rosja	37 854	2 017	142 427
Rumunia	1 773	169	18 867
Słowacja	1 150	92	5 399
Słowenia	1 540	46	2 059
Stany Zjednoczone	453 544	16 245	314 250
Szwecja	13 899	526	9 506
Turcja	12 656	789	75 226
Węgry	2 912	125	9 967
Wielka Brytania	39 110	2 435	63 327
Włochy	26 321	2 012	59 649

* Szacunek na środek roku.

Źródło: Na podstawie [Rocznik Statystyczny..., 2013, s. 884, 764-769; Rocznik Statystyczny..., 2014, s. 810, 884].

Warto zaznaczyć, że wartość produktu krajowego brutto dla wszystkich krajów łącznie ujętych w tab. 1 stanowiła w 2012 r. 73,6% globalnego PKB.

2. Analiza wskaźnika skonstruowanego dla nakładów na B+R per capita

Pierwszym realizowanym zadaniem jest ocena wielkości nakładów na badania i rozwój per capita w każdym z trzydziestu rozpatrywanych krajów na tle wartości tego miernika dla Polski.

Wielkość nakładów na działalność badawczą i rozwojową per capita dla i -tego kraju obliczono postępując zgodnie ze wzorem:

$$\alpha_i = \frac{N_i}{L_i},$$

gdzie:

α_i – wartość nakładów na B+R na mieszkańca w i -tym kraju;

N_i – wydatki realizowane na B+R w i -tym kraju;

L_i – liczba mieszkańców i -tego kraju.

Wskaźnik $w_{i,\alpha}$ odnoszący się do wartości nakładów na B+R per capita zbudowano dzieląc wartość α_i obliczoną dla i -tego kraju przez wartość α_0 obliczoną dla Polski. Opisane obliczenia przeprowadzono w tab. 2.

Tabela 2. Nakłady na działalność badawczo-rozwojową per capita

Kraj	Nakłady na B+R per capita (w USD na osobę)	Wskaźnik dla nakładów na B+R per capita
symbole	$\alpha = \frac{N}{L}$	$w_{i,\alpha} = \frac{\alpha_i}{\alpha_0}$
1	2	3
Szwecja	1 462	7,133
Stany Zjednoczone	1 443	7,041
Finlandia	1 391	6,785
Korea Południowa	1 334	6,508
Luksemburg	1 321	6,442
Dania	1 275	6,220
Niemcy	1 253	6,112
Austria	1 248	6,086
Japonia	1 189	5,799
Norwegia	1 093	5,330
Holandia	934	4,557
Belgia	913	4,456
Francja	870	4,242
Słowenia	748	3,649
Kanada	732	3,569
Irlandia	714	3,482
Wielka Brytania	618	3,013
Estonia	551	2,687
Czechy	513	2,504
Włochy	441	2,153
Hiszpania	413	2,015
Portugalia	386	1,881
Węgry	292	1,425
Rosja	266	1,297
Chiny	217	1,061
Słowacja	213	1,039

cd. tabeli 2

1	2	3
Polska	205	1,000
Grecja	204	0,993
Turcja	168	0,821
Argentyna	133	0,650
Rumunia	94	0,458

Źródło: Na podstawie tab. 1.

Wśród wszystkich gospodarek objętych analizą najniższą wartość wydatków na B+R per capita zarejestrowano w Rumunii – w kraju tym w 2012 r. wartość nakładów na badania i rozwój per capita stanowiła tylko 45,8% wartości obliczonej dla Polski. Z kolei najwyższą wartość wydatków związanych z B+R per capita odnotowała w tym okresie Szwecja – nakłady na działalność badawczo-rozwojową przypadające na mieszkańca wynosiły w tym kraju aż 713,3% wartości obliczonej dla Polski.

3. Analiza wskaźnika skonstruowanego dla nakładów na B+R w relacji do PKB

Drugim realizowanym zadaniem jest porównanie wagi przypisywanej działalności badawczo-rozwojowej w rozpatrywanych państwach ze znaczeniem przypisywanym tej kwestii w Polsce. W tym celu dla każdego z analizowanych państw określono relację wartości nakładów na badania i rozwój do produktu krajowego brutto. Wspomnianą relację obrazuje poniższa formuła matematyczna:

$$\beta_i = \frac{N_i}{P_i},$$

gdzie:

- β_i – stosunek wartości nakładów na działalność B+R do PKB w i -tym kraju;
- P_i – wartość PKB dla i -tego kraju.

Wskaźnik $w_{i;\beta}$ odzwierciedlający znaczenie przypisywane działalności badawczo-rozwojowej obliczono poprzez podzielenie wartości β_i wyznaczonej dla i -tego kraju przez wartość β_0 wyznaczoną dla Polski. Wyniki przeprowadzonych rachunków umieszczono w tab. 3.

Tabela 3. Nakłady na działalność B+R w stosunku do PKB

Kraj	Nakłady na B+R do PKB	Wskaźnik dla nakładów na B+R do PKB
symbole	$\beta = \frac{N}{P}$	$w_{i,\beta} = \frac{\beta_i}{\beta_0}$
1	2	3
Korea Południowa	0,05787	3,590
Chiny	0,03571	2,215
Słowenia	0,03348	2,077
Estonia	0,03232	2,005
Finlandia	0,03049	1,891
Niemcy	0,03010	1,867
Stany Zjednoczone	0,02792	1,732
Czechy	0,02777	1,723
Austria	0,02678	1,661
Szwecja	0,02642	1,639
Japonia	0,02555	1,585
Węgry	0,02330	1,445
Dania	0,02266	1,406
Francja	0,02120	1,315
Belgia	0,02090	1,297
Holandia	0,02034	1,262
Portugalia	0,01925	1,194
Rosja	0,01877	1,164
Polska	0,01612	1,000
Wielka Brytania	0,01606	0,996
Turcja	0,01604	0,995
Irlandia	0,01583	0,982
Hiszpania	0,01479	0,918
Kanada	0,01362	0,845
Włochy	0,01308	0,812
Słowacja	0,01250	0,775
Luksemburg	0,01214	0,753
Argentyna	0,01142	0,708
Norwegia	0,01096	0,680
Rumunia	0,01049	0,651
Grecja	0,00804	0,499

Źródło: Na podstawie tab. 1.

Wśród wszystkich gospodarek objętych analizą najniższy stosunek wartości nakładów na B+R do PKB zarejestrowano w Grecji – w kraju tym w 2012 r.

iloraz nakładów na B+R i PKB stanowił tylko 49,9% wartości obliczonej dla Polski. Z kolei najwyższą wartość wydatków związanych z B+R w porównaniu z PKB odnotowała w tym okresie Korea Południowa – rozpatrywany iloraz wyniósł tam aż 359,0% wartości analogicznego miernika obliczonego dla Polski.

4. Analiza wskaźnika skonstruowanego dla produktu krajowego brutto per capita

Trzecim postawionym zadaniem jest ocena wartości produktu krajowego brutto na mieszkańca w każdym z rozpatrywanych krajów na tle wielkości obliczonej dla Polski.

Wartość produktu krajowego brutto per capita dla i -tego kraju obliczono dzieląc produkt krajowy brutto ogółem dla tego kraju przez liczbę jego mieszkańców. Zatem:

$$\gamma_i = \frac{P_i}{L_i},$$

gdzie:

γ_i – wartość PKB na osobę w i -tym kraju.

Wskaźnik $w_{i,\gamma}$ dotyczący PKB per capita skonstruowano dzieląc wartość γ_i wyznaczoną dla i -tego kraju przez wartość γ_0 wyznaczoną dla Polski. Odpowiednie obliczenia znajdują się w tab. 4.

Tabela 4. PKB per capita

Kraj	PKB per capita (w USD na osobę)	Wskaźnik dla PKB per capita
symbole	$\gamma = \frac{P}{L}$	$w_{i,\gamma} = \frac{\gamma_i}{\gamma_0}$
1	2	3
Luksemburg	108 779	8,554
Norwegia	99 661	7,837
Dania	56 270	4,425
Szwecja	55 333	4,351
Kanada	53 722	4,225
Stany Zjednoczone	51 695	4,065
Austria	46 594	3,664
Japonia	46 520	3,658

cd. tabeli 4

1	2	3
Holandia	45 924	3,611
Finlandia	45 622	3,588
Irlandia	45 085	3,546
Belgia	43 699	3,436
Niemcy	41 629	3,274
Francja	41 020	3,226
Wielka Brytania	38 451	3,024
Włochy	33 731	2,653
Hiszpania	27 922	2,196
Grecja	25 324	1,992
Korea Południowa	23 052	1,813
Słowenia	22 341	1,757
Portugalia	20 023	1,575
Czechy	18 482	1,453
Estonia	17 041	1,340
Słowacja	17 040	1,340
Rosja	14 162	1,114
Polska	12 716	1,000
Węgry	12 541	0,986
Argentyna	11 667	0,918
Turecja	10 488	0,825
Rumunia	8 957	0,704
Chiny	6 090	0,479

Źródło: Na podstawie tab. 1.

Wśród wszystkich gospodarek objętych analizą najniższą wartość PKB per capita zarejestrowano w Chinach – w kraju tym w 2012 r. wartość produktu krajowego brutto na osobę była aż o 52,1% mniejsza od wartości obliczonej dla Polski. Z kolei najwyższą wartość PKB per capita odnotował w tym okresie Luksemburg – produkt krajowy brutto przypadający na mieszkańca wyniósł w tym kraju aż 855,4% wartości obliczonej dla Polski.

5. Wykorzystanie metody logarytmicznej w analizie przyczynowej różnicowania krajów pod względem wartości nakładów na działalność badawczo-rozwojową per capita

Ostatnim postawionym zadaniem jest ocena wpływu odchyień poszczególnych czynników na odchylenie wartości wydatków na B+R per capita w poszczególnych krajach od wartości tych wydatków w Polsce.

Wartość nakładów na działalność badawczo-rozwojową per capita można obliczyć poprzez wymnożenie 1) ilorazu wartości tych nakładów i produktu krajowego brutto oraz 2) produktu krajowego brutto per capita. Wykorzystując przyjęte w pracy oznaczenia, zależność tę od strony formalnej można zapisać następująco:

$$\frac{N}{L} = \frac{N}{P} \cdot \frac{P}{L}$$

Z zależności tej wyprowadzono następującą równość wskaźnikową:

$$w_{i,\alpha} = w_{i,\beta} \cdot w_{i,\gamma}$$

W schemacie 1 zebrano wartości wskaźników $w_{i,\alpha}$, $w_{i,\beta}$ i $w_{i,\gamma}$ obliczonych dla każdego z trzydziestu krajów objętych analizą.

↑ Większy PKB na mieszkańca	Luksemburg: 6,442 = 0,753 · 8,554	Szwecja: 7,133 = 1,639 · 4,351
	Norwegia: 5,330 = 0,680 · 7,837	Stany Zj.: 7,041 = 1,732 · 4,065
	Kanada: 3,569 = 0,845 · 4,225	Finlandia: 6,785 = 1,891 · 3,588
	Irlandia: 3,482 = 0,982 · 3,546	Korea Płd: 6,508 = 3,590 · 1,813
	Wielka Bryt.: 3,013 = 0,996 · 3,024	Dania: 6,220 = 1,406 · 4,425
	Włochy: 2,153 = 0,812 · 2,653	Niemcy: 6,112 = 1,867 · 3,274
	Hiszpania: 2,015 = 0,918 · 2,196	Austria: 6,086 = 1,661 · 3,664
	Słowacja: 1,039 = 0,775 · 1,340	Japonia: 5,799 = 1,585 · 3,658
	Grecja: 0,993 = 0,499 · 1,992	Holandia: 4,557 = 1,262 · 3,611
		Belgia: 4,456 = 1,297 · 3,436
		Francja: 4,242 = 1,315 · 3,226
		Słowenia: 3,649 = 2,077 · 1,757
		Estonia: 2,687 = 1,340 · 2,005
		Czechy: 2,504 = 1,723 · 1,453
		Portugalia: 1,881 = 1,194 · 1,575
	Rosja: 1,297 = 1,164 · 1,114	
	Polska	
↓ Mniejszy PKB na mieszkańca	Turcja: 0,821 = 0,995 · 0,825	Węgry: 1,425 = 1,445 · 0,986
	Argentyna: 0,650 = 0,708 · 0,918	Chiny: 1,061 = 2,215 · 0,479
	Rumunia: 0,458 = 0,651 · 0,704	
	← Mniejsze nakłady na działalność B+R w stosunku do PKB	→ Większe nakłady na działalność B+R w stosunku do PKB

Schemat 1. Nakłady na B+R na mieszkańca a czynniki je kształtujące

Źródło: Na podstawie tab. 2, 3 i 4.

W prawym górnym rogu na schemacie 1 znalazły się te kraje, w przypadku których wskaźniki $w_{i,\alpha}$, $w_{i,\beta}$ i $w_{i,\gamma}$ miały wartości większe od 1. Można przyjąć, że są to te kraje, które wyznaczają kierunek zmian na świecie, i wydaje się, że do grona tych państw Polska powinna pretendować. Warto też podkreślić, iż szesnaście gospodarek z prawego górnego rogu na schemacie 1 wytworzyło w 2012 r. prawie połowę (47,5%) światowego PKB. Kraje te poddano dalszym

badaniom. Przeprowadzono poszczególne etapy metody logarytmicznej i dzięki temu otrzymano informację o wpływie odchylenia pierwszego czynnika i wpływie odchylenia drugiego czynnika na odchylenie badanej zmiennej. Wyniki uzyskane w drodze realizacji metody logarytmicznej umieszczono w tab. 5.

Tabela 5. Znaczenie, jakie można przypisać każdej z przyczyn występujących odchyleń wartości nakładów na B+R na mieszkańca w stosunku do gospodarki polskiej

Kraj	Odchylenie nakładów na B+R per capita	w tym:		Znaczenie nakładów na B+R do PKB	Znaczenie PKB per capita
		z powodu większych nakładów na B+R do PKB	z powodu większej wartości PKB per capita		
symbole	$\alpha_i - \alpha_0$			$\frac{\log(w_{i,\beta})}{\log(w_{i,\alpha})}$	$\frac{\log(w_{i,\gamma})}{\log(w_{i,\alpha})}$
Szwecja	1 257 USD	317 USD	940 USD	25,2%	74,8%
Stany Zjednoczone	1 238 USD	348 USD	890 USD	28,1%	71,9%
Finlandia	1 186 USD	395 USD	791 USD	33,3%	66,7%
Korea Południowa	1 129 USD	770 USD	359 USD	68,2%	31,8%
Dania	1 070 USD	199 USD	871 USD	18,6%	81,4%
Niemcy	1 048 USD	362 USD	686 USD	34,5%	65,5%
Austria	1 043 USD	293 USD	750 USD	28,1%	71,9%
Japonia	984 USD	258 USD	726 USD	26,2%	73,8%
Holandia	729 USD	112 USD	617 USD	15,3%	84,7%
Belgia	708 USD	123 USD	585 USD	17,4%	82,6%
Francja	665 USD	126 USD	539 USD	19,0%	81,0%
Słowenia	543 USD	307 USD	236 USD	56,5%	43,5%
Estonia	346 USD	244 USD	102 USD	70,4%	29,6%
Czechy	308 USD	183 USD	125 USD	59,3%	40,7%
Portugalia	181 USD	51 USD	130 USD	28,1%	71,9%
Rosja	61 USD	36 USD	25 USD	58,5%	41,5%

Źródło: Na podstawie schematu 1.

Zinterpretowane zostaną – dla przykładu – wartości z pierwszego wiersza tab. 5. Otóż nakłady na działalność badawczo-rozwojową na mieszkańca w Szwecji w 2012 r. były o 1257 USD (tj. o 613,3%) wyższe niż w Polsce. W 25,2% było to spowodowane większym znaczeniem przypisywanym działalności badawczo-rozwojowej w Szwecji (stosunek nakładów na B+R do PKB był o ponad połowę wyższy niż w Polsce), a w pozostałych 74,8% było to spowodowane większą za-
możnością tego kraju (PKB per capita w Szwecji był ponad czterokrotnie wyższy niż w Polsce).

Podsumowanie

Z przeprowadzonych w artykule badań można wyciągnąć kilka wniosków. A mianowicie:

- Jedynie cztery kraje z przebadanych trzydziestu wydały na badania i rozwój w 2012 r. w przeliczeniu na mieszkańca mniej niż Polska, a pozostałe dwadzieścia sześć państw zanotowało większe niż Polska nakłady na B+R per capita.
- Dwanaście krajów z trzydziestu objętych analizą wydało na badania i rozwój w stosunku do produktu krajowego brutto mniej niż Polska, a pozostałe osiemnaście państw zanotowało większe niż Polska nakłady na B+R w relacji do PKB.
- Tylko pięć z rozpatrywanych trzydziestu gospodarek wytworzyło PKB w przeliczeniu na mieszkańca mniejsze niż Polska. Pozostałe dwadzieścia pięć państw zanotowało PKB per capita większe niż Polska.
- Szesnaście z uwzględnionych w badaniu trzydziestu krajów miało wyższe niż Polska wszystkie trzy mierniki, czyli nakłady na B+R na osobę, stosunek wydatków na B+R do PKB oraz PKB per capita. W przypadku jedenastu z nich wpływ różnicy w zamożności kraju na odchylenie nakładów na działalność B+R per capita od poziomu zarejestrowanego w gospodarce polskiej był większy niż wpływ różnicy w randze przypisywanej działalności B+R na tle innych sfer działalności.

Literatura

- Bednarski L., Borowiecki R., Duraj J., Kurtys E., Wańniewski T., Wersty B. (1998), *Analiza ekonomiczna przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław.
- Gabrusewicz W. (2007), *Podstawy analizy finansowej*, PWE, Warszawa.
- Gołębiowski G., Tłaczała A. (2009), *Analiza finansowa w teorii i w praktyce*, Difin, Warszawa.
- Grzenkiewicz N., Kowalczyk J., Kusak A., Podgórski Z. (2007), *Analiza ekonomiczna przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Kaszubowski J. (2004), *Wykorzystanie analizy ekonomicznej w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Zarządzania, Gdańsk.
- Matłoka M., Wojcieszyn B. (2008), *Matematyka z elementami zastosowań w ekonomii*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej, Poznań.
- Nahotko S. (1998), *Analiza i decyzje finansowe w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo TNOiK, Bydgoszcz.
- Nauka i technika w 2013 r.* (2014), GUS, Warszawa.

Pollok A., Wałęga G. (2007), *Kreowanie wiedzy w Polsce poprzez inwestowanie w badania i rozwój* [w:] S. Borkowska (red.), *Inwestowanie w kapitał ludzki*, PWE, Warszawa.

Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2013 (2013), GUS, Warszawa.

Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2014 (2014), GUS, Warszawa.

Turczak A. (2012), *Inwestowanie w badania i rozwój istotnym czynnikiem wzrostu Produktu Krajowego Brutto* [w:] M. Kunasz (red.), *Wybrane aspekty kształtowania kapitału ludzkiego w organizacji i społeczeństwie*, Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.

Walczak E. (2012), *Czynniki wzrostu gospodarczego w krajach Unii Europejskiej*, „Wiadomości Statystyczne”, nr 4.

Żwirbła A. (2001), *Metody badawcze analizy ekonomicznej. Studium metodologiczne*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Humanistyczno-Ekonomicznej, Włocławek.

Żwirbła A. (2007), *Rozwój metod ilościowych analizy ekonomicznej*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń.

CAUSAL ANALYSIS OF DIFFERENCES IN LEVEL OF EXPENDITURES ON RESEARCH AND DEVELOPMENT IN SELECTED COUNTRIES OF EUROPEAN UNION AND THE WORLD

Summary: The aim of the article was to determine the influence of particular factors on the variation of countries in terms of expenditures on research and development per capita. In the study two factors affecting the level of expenditures on research and development per person were analysed: gross domestic product per inhabitant and the share of expenditures on R&D in GDP. To assess the impact of deviations of these factors on the deviation of the amount of expenditures on R & D per person the logarithmic method was used.

Keywords: expenditures on research and development, causal analysis, logarithmic method.