

Iryna Babets  <https://orcid.org/0000-0003-0635-9375>  
Centralno-Ukraiński Narodowy Uniwersytet Techniczny  
e-mail: [irina.babets@ukr.net](mailto:irina.babets@ukr.net)

## **Ekonometryczna ocena wpływu finansowania innowacji na wzrost gospodarczy w Polsce**

### **Econometric assessment of the impact of innovation financing on economic growth in Poland**

<https://doi.org/10.25312/ziwgib.858>

#### **Streszczenie**

Celem artykułu jest zbadanie wpływu finansowania innowacji na wzrost gospodarczy Polski w latach 2010–2022. Badania zostały przeprowadzone metodą regresji wielorakiej, gdzie zmienna zależna wyrażona jest przez wskaźniki PKB oraz PKB na jednego mieszkańca, a zmienne niezależne obejmują wskaźniki finansowania działalności innowacyjnej na poziomie krajowym oraz przedsiębiorstw z uwzględnieniem liczby personelu w sektorze B+R. Wyniki badania wykazały silną korelację PKB ze zmianą własnych środków przeznaczonych na innowacje przez przedsiębiorstwa z sektora usług, a także ze środkami krajowymi otrzymanymi przez przedsiębiorstwa przemysłowe na finansowanie innowacji od instytucji publicznych. Potwierdzono również istnienie silnego, bezpośredniego związku między PKB Polski a własnymi środkami przedsiębiorstw usługowych, wydatkowanymi na innowacje w bieżącym i poprzednim okresie. Stwierdzono także bezpośrednią zależność PKB na mieszkańca od własnych środków przedsiębiorstw usługowych, przeznaczonych na działalność innowacyjną w bieżącym okresie, oraz od państwowego finansowania innowacji w przedsiębiorstwach przemysłowych w bieżącym i poprzednim okresie. Przeprowadzone badania pozwoliły na sformułowanie modeli ekonometrycznych o wysokiej zdolności predykcyjnej, umożliwiających prognozowanie trajektorii wzrostu gospodarczego Polski. Modelowanie scenariuszowe oparte na

zmiennych dotyczących nakładów na innowacje w sektorach usług i przemysłu może stanowić skuteczne narzędzie analityczne w ocenie przyszłej dynamiki PKB. Wyniki modelowania kwantyfikującego wpływ finansowania innowacji na wskaźniki makroekonomiczne mają istotne znaczenie dla procesów decyzyjnych na szczeblu państwowym. Mogą one stanowić merytoryczny fundament do optymalizacji dokumentów strategicznych oraz projektowania celowych programów wsparcia działalności innowacyjnej.

**Słowa kluczowe:** wzrost gospodarczy, wydatki na innowacje, personel badawczo-rozwojowy, analiza regresji

### **Abstract**

This article examines the impact of innovation financing on Poland's economic growth between 2010 and 2022. The study was conducted using multiple regression, where the dependent variable was GDP and GDP per capita, and the independent variables included indicators of innovation financing at the national and enterprise levels, including R&D personnel. The study results demonstrated a strong correlation between GDP and the change in service sector enterprises' own funds allocated to innovation, as well as with national funds received from public institutions by industrial enterprises to finance innovation. A strong, direct relationship was also confirmed between Poland's GDP and service enterprises' own funds spent on innovation in the current and previous periods. A direct relationship between GDP per capita and service enterprises' own funds allocated to innovation in the current period and state funding for innovation in industrial enterprises in the current and previous periods was also found. A direct relationship was also found between GDP per capita and service enterprises' own funds allocated to innovation in the current period and state funding for innovation in industrial enterprises in the current and previous periods. The conducted research allowed the formulation of econometric models with high predictive power, enabling the forecasting of Poland's economic growth trajectory. Scenario modelling based on variables related to innovation expenditures in the services and industrial sectors can be an effective analytical tool for assessing future GDP growth. The results of modelling quantifying the impact of innovation financing on macroeconomic indicators are crucial for decision-making at the national level. They can provide a substantive foundation for optimizing strategic documents and designing targeted innovation support programs.

**Keywords:** economic growth, innovation expenditures, research and development personnel, regression analysis

## Wprowadzenie

W gospodarce globalnej kluczowym czynnikiem konkurencyjności państw i zapewnienia wzrostu produktywności jest zdolność przedsiębiorstw do generowania nowych pomysłów i wdrażania innowacji. Jednakże zapewnienie wzrostu gospodarczego opartego na innowacjach napotyka szereg trudności. Przedsiębiorstwa innowacyjne potrzebują znacznego kapitału początkowego na wdrożenie nowych rozwiązań naukowo-technicznych, a także finansowania na uruchomienie produkcji przemysłowej nowego produktu i zwiększenie skali produkcji. Brak dostępu do niedrogiego kapitału znacząco ogranicza możliwości rozwoju innowacyjnego przedsiębiorstw. W związku z tym szczególnie ważne jest wdrożenie przez państwo efektywnego systemu finansowania działalności innowacyjnej. W latach 2012–2022 w Polsce odnotowano wzrost udziału wydatków na badania i rozwój (B+R) w PKB z 0,88% do 1,46%, a także zwiększenie odsetka przedsiębiorstw innowacyjnych w sektorze przemysłowym z 17,1% w 2013 roku do 32,2% w 2022 roku oraz w sektorze usług – z 11,4% do 32,1% (*Wzrost aktywności badawczej przedsiębiorstw*, 2024). Taka dynamika kluczowych wskaźników świadczy o pozytywnych zmianach w systemie finansowania B+R i zarządzania innowacjami w kraju, co mogło również stać się jednym z czynników podwojenia wolumenu PKB w latach 2012–2022.

Celem niniejszego badania jest ocena wpływu finansowania innowacji na wzrost gospodarczy w Polsce. Szczególną uwagę poświęcono strukturze finansowania innowacji, z wyodrębnieniem przedsiębiorstw przemysłowych i usługowych, a także zbadaniu oddzielnego wpływu kapitału własnego przedsiębiorstw, finansowania państwowego oraz kapitału zagranicznego.

## Teoretyczne i empiryczne podstawy badania wpływu finansowania innowacji na gospodarkę kraju

Od wielu dziesięcioleci rola innowacji w zapewnianiu wzrostu gospodarczego jest przedmiotem badań naukowych. Po raz pierwszy pozytywny wpływ innowacji na wzrost gospodarczy, pod warunkiem istnienia odpowiednich usług finansowych, uzasadnił Joseph Schumpeter. Twierdził on, że zapewnienie przedsiębiorstwom dostępu do kredytów aktywizuje działalność innowacyjną i przyspiesza wzrost gospodarczy (Schumpeter, 1934). Związek między finansowaniem, innowacjami a wzrostem potwierdzili Robert King i Ross Levine, którzy określili, że efektywny system finansowy zwiększa efektywność działalności innowacyjnej, stymulując tym samym wzrost gospodarczy (King, Levine, 1993).

Szereg badań naukowych poświęcono analizie związku między bezpośrednimi inwestycjami zagranicznymi (BIZ) a innowacjami. Svitlana Khalatur i jej współpracownicy przeanalizowali 39 krajów europejskich i stwierdzili, że napływ BIZ oraz kredyty krajowe mają bezpośredni wpływ na poziom innowacyjności tych państw

(Khalatur i in., 2019). Andre Jungmittag i Paul Welfens natomiast wykazali, że BIZ oraz związana z nimi dynamika innowacji pozytywnie wpływają na rozwój gospodarczy Niemiec i Unii Europejskiej (Jungmittag, Welfens, 2020).

Zdolność przedsiębiorstw innowacyjnych do wpływania na wzrost gospodarczy zależy od poziomu rozwoju kraju, co zostało udowodnione w licznych badaniach empirycznych. Maury Gittleman i Edward Wolff wykazali, że wydatki na badania i rozwój (B+R) tłumaczą wzrost jedynie w krajach rozwiniętych, natomiast w krajach o niskim dochodzie i słabo rozwiniętych brakuje związku przyczynowo-skutkowego między wydatkami na B+R a wzrostem gospodarczym (Gittleman, Wolff, 1995). Kevin Sylwester uzasadniła, że wydatki na B+R są istotną zmienną, która wyjaśnia wzrost gospodarczy w krajach będących liderami technologicznymi (Sylwester, 2001). Z kolei Ahmad Samimi i Seyede Alerasoul nie wykryli pozytywnego wpływu finansowania B+R na wzrost gospodarczy w krajach rozwijających się, ponieważ wydatki te są tam niezwykle niskie (Samimi, Alerasoul, 2009). John Inekwe twierdzi, że wydatki na B+R mają pozytywny wpływ na wzrost gospodarczy w krajach o dochodzie powyżej średniej, ale mają znikomy wpływ na wzrost gospodarczy w krajach o dochodzie poniżej średniej (Inekwe, 2015). Natomiast Eda Fendoğlu i Mehmet Polat za pomocą analizy panelowej danych z lat 1996–2019 potwierdzili, że w perspektywie długoterminowej zwiększenie wydatków na B+R w nowo uprzemysłowionych krajach miało pozytywny i statystycznie istotny wpływ na wzrost gospodarczy (Fendoğlu, Polat, 2021).

W literaturze naukowej brakuje publikacji poświęconych empirycznym badaniom wpływu finansowania innowacji na wzrost gospodarczy w Polsce. Mimo znacznej liczby artykułów, które poruszają kwestie finansowania badań i rozwoju, zwiększania innowacyjności przedsiębiorstw oraz ich znaczenia dla rozwoju gospodarczego Polski, rola komponentu finansowego w działalności innowacyjnej dla wzrostu gospodarczego kraju pozostaje wciąż niedostatecznie zbadana.

## **Metoda badania zależności wzrostu gospodarczego od finansowania innowacji**

Podstawą metodologiczną badania jest funkcja produkcji Cobba-Douglasa, która stała się fundamentem dla modelu wzrostu gospodarczego Solowa-Swana (Solow, 1956; Swan, 1956). Funkcja ta opisuje zależność dochodu narodowego ( $Y$ ) od kapitału ( $K$ ) i pracy ( $L$ ), uwzględniając jednocześnie czynnik technologiczny:

$$Y = A \cdot K^{\alpha} \cdot L^{\beta}, \quad (1)$$

gdzie:

$\alpha$  – wrażliwość (elastyczność) produkcji względem kapitału,

$\beta$  – wrażliwość produkcji na zmiany wskaźników pracy,

$A$  – parametr technologiczny.

W większości badań kapitał jest mierzony wskaźnikiem wydatków na B+R. Badania i rozwój stanowią początkowy etap działalności innowacyjnej, jednakże wdro-

żenie przez przedsiębiorstwa wyników badań naukowych często wymaga znacznie większych zasobów finansowych, których dostępność determinuje dalszy los innowacji. I chociaż w Polsce wydatki na B+R są istotnym elementem kosztów innowacji – w 2022 roku stanowiły 49,2% wydatków na działalność innowacyjną (*Wzrost aktywności badawczej przedsiębiorstw*, 2024) – w badaniu należy uwzględnić całą kwotę finansowania innowacji. W związku z tym w naszym badaniu kapitał będzie reprezentowany przez wydatki na działalność innowacyjną, a wektor zmiennej niezależnej, opisujący dynamikę finansowania innowacji, będzie obejmował wskaźniki wydatków na innowacje w przedsiębiorstwach z sektora usług i przemysłu, z wyodrębnieniem źródeł pochodzenia tych środków. Dodatkowo w naszym modelu wykorzystamy zmienną niezależną, która charakteryzuje kapitał pracy i jest opisana danymi statystycznymi dotyczącymi liczby osób zatrudnionych w obszarze badań i rozwoju. Jako zmienną zależną zastosujemy wskaźniki produktu krajowego brutto (PKB). W ten sposób równanie 1 przyjmuje następującą postać:

$$PKB = A \cdot Fin\_in^a \cdot Personel^b \quad (2)$$

Wyrażenie 2 jest nieliniowe, dlatego aby przeprowadzić analizę za pomocą regresji wielorakiej, należy przekształcić je w zależność liniową poprzez zlogarytmowanie obu stron równania:

$$\ln PKB = \ln A + \alpha \cdot \ln Fin\_in + \beta \cdot \ln Personel. \quad (3)$$

Na podstawie równania 3 zbudujemy model ekonometryczny, który posłuży do modelowania zależności wzrostu gospodarczego Polski od finansowania działalności innowacyjnej:

$$\ln PKB_t = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot \ln Fin\_in_{1t} + \alpha_2 \cdot \ln Fin\_in_{2t} + \dots + \alpha_n \cdot \ln Fin\_in_{nt} + \alpha_{(n+1)t} \cdot \ln Personel_{(n+1)t} + \alpha_{mt} \cdot \ln Personel_{mt} + \varepsilon_t, \quad (4)$$

gdzie:

*PKB* – zmienna zależna, opisywana przez wskaźniki PKB w cenach bieżących, PKB w przeliczeniu na jedną osobę, indeks PKB,

$\alpha_0$  – reprezentuje parametr technologiczny (*A*), który jest stałym czynnikiem,

*Fin\_in* – wektor zmiennych niezależnych, charakteryzujących ogólny wolumen finansowania działalności innowacyjnej w przedsiębiorstwach przemysłowych i usługowych, z podziałem tych wydatków na środki własne przedsiębiorstw, finansowanie państwowe oraz kapitał zagraniczny,

*Personel* – wektor zmiennych niezależnych, opisywanych przez wskaźniki liczby personelu wewnętrznego B+R na 1000 osób aktywnych zawodowo oraz liczby badaczy,

*t* – okres czasu,

$\varepsilon_t$  – błąd lub czynnik stochastyczny, który jest bliski zeru dla każdego okresu.

W badaniu zostaną wykorzystane dane statystyczne, opublikowane na oficjalnej stronie Głównego Urzędu Statystycznego Polski, które charakteryzują finansowanie działalności innowacyjnej, liczbę personelu badawczo-rozwojowego oraz wzrost gospodarczy w Polsce w latach 2010–2022. Do oceny parametrów równań regresji użyto programu Statistica 10.

## Ocena zależności wzrostu gospodarczego Polski od finansowania innowacji

Wskaźniki wzrostu gospodarczego Polski w latach 2010–2022 charakteryzują się pozytywną dynamiką. PKB w 2022 roku był 2,16 raza większy niż w 2010 roku, PKB na mieszkańca wzrósł w tym okresie 2,18 raza, a indeks PKB – o 1,7 punktu procentowego (tab. 1). Wzrost PKB w cenach bieżących przez cały analizowany okres był stabilny, o czym świadczy wzrost tego wskaźnika nawet w latach 2020–2021 pomimo sytuacji kryzysowej w gospodarce światowej w wyniku wprowadzenia ograniczeń lockdownu w celu przeciwdziałania pandemii. Należy jednak zaznaczyć, że częściowo ten wzrost był spowodowany podwyższeniem cen towarów i usług w tym okresie.

Dynamika wskaźnika PKB na mieszkańca również charakteryzuje się stabilnym wzrostem, który, choć nieznacznie, wzrósł nawet w czasie pandemii. Niemniej jednak indeks realnego PKB odnotował spadek o 6,6 punktu procentowego w 2020 roku w porównaniu z 2019 roku.

Tab. 1. Dynamika wskaźników wzrostu gospodarczego Polski w latach 2010–2022

Rok	PKB (mln zł)	PKB na 1 mieszkańca (zł)	Indeks PKB (% do roku poprzedniego)
	PKB	PKBosoba	PKBindeks
2010	1 434 368	37 096	103,6
2011	1 553 582	39 538	105,0
2012	1 615 894	41 398	101,6
2013	1 656 341	43 168	101,1
2014	1 719 704	44 670	103,4
2015	1 809 564	46 764	104,4
2016	1 861 112	48 368	103,0
2017	1 988 730	51 760	105,2
2018	2 121 555	55 066	106,2
2019	2 288 492	59 598	104,6
2020	2 337 672	60 663	98,0
2021	2 623 948	69 069	106,9
2022	3 100 850	81 093	105,3

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Roczniki Statystyczne Rzeczypospolitej Polskiej za lata 2013–2024, 2024*.

Dynamika wskaźników finansowania działalności innowacyjnej charakteryzuje się mniej stabilną tendencją wzrostową niż wskaźniki PKB. Chociaż w perspektywie długoterminowej nastąpił istotny, kilkukrotny wzrost niemal wszystkich wskaźników finansowania innowacji (z wyjątkiem środków własnych przedsiębiorstw prze-

mysłowych), można wyróżnić dwa krótkie okresy (lata 2013 i 2016), w których zaobserwowano spadek większości z przedstawionych wskaźników (tab. 2).

Należy również zauważyć, że w 2020 roku wolumen środków własnych i finansowania państwowego na działalność innowacyjną w przedsiębiorstwach przemysłowych również uległ zmniejszeniu, co doprowadziło do spadku całkowitych wydatków tych przedsiębiorstw na innowacje. Jednocześnie finansowanie innowacji ze środków własnych przedsiębiorstw usługowych w 2020 roku charakteryzowało się tendencją wzrostową, co, wraz z kapitałem od inwestorów zagranicznych, zdecydowało o rosnącej tendencji ogólnego wolumenu finansowania innowacji w tych przedsiębiorstwach.

Tab. 2. Dynamika wskaźników finansowania innowacji w Polsce w latach 2010–2022

Rok	Nakłady na działalność innowacyjną w przedsiębiorstwach z sektora usług				Nakłady na działalność innowacyjną w przedsiębiorstwach przemysłowych			
	ogółem (mln zł)	środki własne (mln zł)	środki krajowe otrzymane od instytucji dysponujących środkami publicznymi (mln zł)	środki pozyskane z zagranicy (mln zł)	ogółem (mln zł)	środki własne (mln zł)	środki krajowe otrzymane od instytucji dysponujących środkami publicznymi (mln zł)	środki pozyskane z zagranicy (mln zł)
	Fin_in1	Fin_in2	Fin_in3	Fin_in4	Fin_in5	Fin_in6	Fin_in7	Fin_in8
2010	10 790	9 248	52,4	268,9	23 757,8	17 874,7	270,7	1879,0
2011	10 979	9 116	118,8	205,6	20 821,1	15 287,5	265,4	1763,1
2012	15 145	10 534	2139,2	956,7	21 535,4	15 868,7	418,3	1550,1
2013	11 981	9 545	234,0	999,2	20 958,9	14 897,8	330,5	1897,5
2014	12 995	8 702	283,3	2162,2	24 621,6	17 032,2	400,8	2477,5
2015	12 641	9 222	202,1	2110,5	31 094,1	19 277,3	626,7	2181,2
2016	10 706	9 443	177,4	300,2	28 304,7	20 272,4	462,1	497,5
2017	13 142	11 262	278,8	506,3	28 023,5	21 159,4	441,2	1029,5
2018	13 095	11 534	337,2	661,6	23 388,7	17 658,2	722,2	1266,9
2019	15 401	12 750	364,3	1168,5	23 178,8	17 386,3	687,1	1248,3
2020	18 399	15 697	349,3	1258,7	20 378,2	15 404,6	657,0	1644,0
2021	22 349	19 639	556,6	1243,6	19 041,5	14 527,8	715,8	1855,9
2022	29 689	26 456	543,0	1305,9	26 011,7	19 867,0	809,4	2387,2

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Nakłady na działalność innowacyjną w przedsiębiorstwach wg źródeł finansowania działalności innowacyjnej i PKD 2007, 2025.*

Mimo niestabilności dynamiki wolumenów finansowania działalności innowacyjnej w polskich przedsiębiorstwach w latach 2010–2022 zaobserwowano stały wzrost wskaźników charakteryzujących kapitał pracy w sektorze B+R, gdzie powstają nowe rozwiązania do wdrożenia w przedsiębiorstwach.

Liczba personelu wewnętrznego B+R na 1000 osób aktywnych zawodowo wzrosła z 4,9 w 2010 roku do 9,2 w 2022 roku, natomiast liczba badaczy w tym samym okresie zwiększyła się prawie dwukrotnie (tab. 3). Nawet w okresach kryzysowych, kiedy spadało finansowanie innowacji i możliwości przedsiębiorstw do wdrażania nowych rozwiązań, liczba pracowników sektora B+R oraz badaczy nie zmniejszała się, co świadczy o trwałej tendencji do gromadzenia wysoko wykwalifikowanej kadry oraz o wzmacnianiu potencjału naukowego i innowacyjnego Polski.

Tab. 3. Dynamika pracowników w sektorze B+R w Polsce w latach 2010–2022

Rok	Personel wewnętrzny B+R na 1000 osób aktywnych zawodowo	Badacze (tys. osób)
	Personel1	Personel2
2010	4,9	64,51
2011	5,1	64,13
2012	5,4	67,00
2013	5,5	71,47
2014	6,1	78,62
2015	6,4	82,59
2016	6,6	88,17
2017	7,1	96,50
2018	7,8	98,64
2019	7,9	99,84
2020	8,3	104,22
2021	8,7	112,70
2022	9,2	119,01

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Personel wewnętrzny B+R – wskaźniki, 2025; Zatrudnieni w B+R – wskaźniki, 2025*.

W celu przeprowadzenia analizy regresji obliczono logarytmy naturalne wskaźników statystycznych, przedstawionych w tabelach 1–3. Wyniki regresji wielorakiej pozwoliły na zidentyfikowanie silnej korelacji między PKB Polski a dynamiką środków własnych przeznaczonych na finansowanie działalności innowacyjnej przez przedsiębiorstwa usługowe oraz liczbą personelu wewnętrznego B+R na 1000 osób aktywnych zawodowo (tab. 4).

W badanym okresie środki własne, przeznaczone na działalność innowacyjną przez przedsiębiorstwa usługowe, miały silniejszy pozytywny wpływ na wskaźni-

ki wzrostu gospodarczego Polski niż środki krajowe otrzymane od instytucji dysponujących środkami publicznymi na finansowanie innowacji w przedsiębiorstwach przemysłowych. Należy również zaznaczyć, że wzrost liczby personelu wewnętrznego B+R na 1000 osób aktywnych zawodowo miał bardziej istotny wpływ na wzrost gospodarczy niż wzrost wskaźników finansowania innowacji. Wszystkie zależności wzrostu gospodarczego Polski od finansowania innowacji oraz personelu w sektorze B+R, uzyskane w wyniku analizy regresji i przedstawione w tabeli 4, są statystycznie istotne, co potwierdzają wysokie wartości współczynników korelacji i determinacji oraz błąd statystyczny obliczeń znacznie niższy niż 1%.

W wyniku analizy regresji nie stwierdzono statystycznie istotnej zależności wzrostu gospodarczego Polski w latach 2010–2022 od ogólnych wolumenów finansowania innowacji w przedsiębiorstwach, środków państwowych oraz kapitału zagranicznego przeznaczonego na finansowanie innowacji w przedsiębiorstwach usługowych, a także od środków własnych i kapitału zagranicznego na finansowanie innowacji w przedsiębiorstwach przemysłowych oraz od liczby badaczy. Brak również statystycznie istotnego związku między indeksem PKB Polski a wszystkimi wskaźnikami finansowania innowacji, liczbą pracowników sektora B+R oraz badaczy.

Tab. 4. Wyniki analizy regresji zależności wzrostu gospodarczego Polski od wskaźników działalności innowacyjnej w latach 2010–2022

	Zmienna zależna			
	PKB	PKB	PKBosoba	PKBosoba
Liczba obserwacji	13	13	13	13
Wyraz wolny	10,805*** (0,287)	9,155*** (0,431)	7,098*** (0,297)	5,376*** (0,459)
Fin_in2	0,252*** (0,040)	0,395*** (0,064)	0,252*** (0,042)	0,403*** (0,068)
Fin_in7	–	0,262*** (0,057)	–	0,270*** (0,061)
Personel1	0,690*** (0,065)	–	0,719*** (0,067)	–
R	0,993	0,976	0,993	0,974
R2	0,987	0,952	0,987	0,949
Kryterium Fishera	F(2,10) = 407,09	F(2,10) = 100,69	F(2,10) = 401,83	F(2,10) = 93,479
* błąd statystyczny (p-level) ≤ 10%				
** błąd statystyczny (p-level) ≤ 5%				
*** błąd statystyczny (p-level) ≤ 1%				

Źródło: opracowanie własne.

Specyfiką działalności innowacyjnej jest to, że efekty z zasobów finansowych zaangażowanych w bieżącym okresie mogą być widoczne w okresach późniejszych, ponieważ prowadzenie badań i rozwoju (B+R) oraz wdrażanie ich wyników

wymaga czasu. Aby uwzględnić to opóźnienie czasowe, przeprowadzono analizę regresji na podstawie danych z tabel 1–3, z tą różnicą, że wskaźniki działalności innowacyjnej zostały wykorzystane jako zmienne z rocznym opóźnieniem. Pozwoliło to na ocenę wpływu zmiennych niezależnych z okresu  $t-1$  na wskaźniki wzrostu gospodarczego z okresu  $t$ .

Należy zauważyć, że wartości zmiennych niezależnych z rocznym opóźnieniem obejmują lata 2009–2022, a szeregi czasowe zmiennych zależnych, charakteryzujące wzrost gospodarczy Polski w latach 2010–2022 (tab. 1), zostały uzupełnione danymi za 2023 rok (PKB – 3401,6 mld zł, PKB na osobę – 90 396 zł). W rezultacie do analizy regresji wykorzystano 14 okresów.

Wyniki analizy regresji potwierdziły założenie dotyczące wpływu wolumenów finansowania innowacji z poprzedniego okresu na wzrost gospodarczy Polski w bieżącym okresie. Przeprowadzone obliczenia wykazały pozytywny wpływ własnych środków przedsiębiorstw usługowych przeznaczonych na działalność innowacyjną w poprzednim roku na PKB i PKB na osobę w bieżącym okresie (tab. 5). Wykryto również nieco mniejszy pozytywny wpływ na wzrost gospodarczy Polski ze strony wolumenów finansowania państwowego działalności innowacyjnej w przedsiębiorstwach przemysłowych, traktowanych jako zmienna z rocznym opóźnieniem.

Na zmianę PKB i PKB na osobę w bieżącym okresie największy wpływ miała liczba personelu w sektorze B+R, który wykonywał prace w poprzednim roku. Uzyskane modele regresji charakteryzują się wysokimi wartościami współczynników korelacji i determinacji, a także niskim (poniżej 1%) poziomem błędów w obliczeniach wyrazu wolnego i współczynników przy zmiennych niezależnych, co świadczy o statystycznej istotności wyników. Jednocześnie nie stwierdzono zależności wzrostu gospodarczego bieżącego okresu od innych wskaźników działalności innowacyjnej z poprzedniego okresu.

Wyniki przeprowadzonych badań (tab. 4–5) potwierdziły celowość budowy modeli ekonometrycznych, opisujących zależność wzrostu gospodarczego Polski od kluczowych wskaźników finansowania działalności innowacyjnej oraz liczebności personelu badawczo-rozwojowego, z uwzględnieniem wartości zmiennych niezależnych z okresu bieżącego i poprzedniego. Przy użyciu regresji wielorakiej uzyskano trzy modele (tab. 6).

Zgodnie z pierwszym modelem, który charakteryzuje się najlepszymi wskaźnikami istotności statystycznej, własne wydatki na innowacje poniesione w poprzednim roku przez przedsiębiorstwa usługowe miały większy wpływ na PKB Polski w bieżącym okresie niż własne wydatki tych przedsiębiorstw na innowacje w bieżącym okresie. Oznacza to, że pozytywne efekty ekonomiczne wynikające z finansowania innowacji mogą pojawić się nie tylko w okresie inwestowania, ale również z pewnym opóźnieniem czasowym.

Tab. 5. Wyniki analizy regresji zależności wzrostu gospodarczego Polski w latach 2010–2023 od wskaźników działalności innowacyjnej z rocznym opóźnieniem

	Zmienna zależna			
	PKB	PKB	PKBosoba	PKBosoba
Liczba obserwacji	14	14	14	14
Wyraz wolny	10,214*** (0,393)	8,550*** (0,460)	6,406*** (0,411)	4,712*** (0,468)
Fin_in2(-1)	0,335*** (0,055)	0,485*** (0,074)	0,349*** (0,058)	0,497*** (0,074)
Fin_in7(-1)	–	0,235*** (0,064)	–	0,246*** (0,064)
Personel1(-1)	0,632*** (0,084)	–	0,647*** (0,088)	–
R	0,991	0,976	0,991	0,977
R2	0,982	0,952	0,982	0,955
Kryterium Fishera	F(2,11) = 317,9	F(2,11) = 111,4	F(2,11) = 308,55	F(2,11) = 117,99
* błąd statystyczny (p-level) ≤ 10%				
** błąd statystyczny (p-level) ≤ 5%				
*** błąd statystyczny (p-level) ≤ 1%				

Źródło: opracowanie własne.

Drugi model, który charakteryzuje się nieznacznie niższymi współczynnikami korelacji i determinacji, wykazał silniejszy wpływ na PKB bieżącego okresu własnych środków przeznaczonych na działalność innowacyjną przez przedsiębiorstwa usługowe w poprzednim okresie, niż to zostało ocenione w pierwszym modelu. Ponadto według drugiego modelu istotny jest wpływ na PKB bieżącego okresu liczebności personelu badawczo-rozwojowego, który pracował w sektorze B+R w poprzednim okresie. Jednak w tym modelu wpływ na PKB wskaźników finansowania innowacji i personelu badawczo-rozwojowego w bieżącym okresie okazał się statystycznie nieistotny.

Trzeci model potwierdził silną, bezpośrednią zależność PKB na mieszkańca w Polsce od własnych wydatków na innowacyjną działalność przedsiębiorstw usługowych, poniesionych w bieżącym okresie, a także od finansowania państwowego innowacji w bieżącym i poprzednim okresie. Wpływ finansowania innowacji ze środków własnych przedsiębiorstw usługowych był znacznie silniejszy w porównaniu z wpływem państwowego finansowania innowacji w przedsiębiorstwach przemysłowych. Wynik ten może świadczyć o tym, że przedsiębiorstwa z sektora usług, zwłaszcza w branży IT, osiągają efekty z wdrażania innowacyjnych rozwiązań szybciej niż przedsiębiorstwa przemysłowe, gdzie realizacja projektów innowacyjnych wymaga znacznie więcej czasu niż dwa lata, które uwzględniliśmy w modelu. Jednocześnie należy zauważyć, że zgodnie z tym modelem nie wykryto statystycznie istotnej zależności PKB na mieszkańca od własnych środków przeznaczonych na finansowanie innowacji przez przedsiębiorstwa usługowe

w poprzednim okresie ani od liczebności personelu badawczo-rozwojowego w bieżącym i poprzednim okresie.

Tab. 6. Wyniki analizy regresji zależności wzrostu gospodarczego Polski w latach 2010–2022 od wskaźników działalności innowacyjnej z okresu bieżącego i poprzedniego

	Zmienna zależna		
	PKB	PKB	PKBosoba
Liczba obserwacji	13	13	13
Wyraz wolny	10,276*** (0,320)	10,354*** (0,587)	5,480*** (0,325)
Fin_in2	0,153** (0,052)	–	0,351*** (0,051)
Fin_in2(–1)	0,167** (0,068)	0,317*** (0,078)	–
Fin_in7	–	–	0,168*** (0,052)
Fin_in7(–1)	–	–	0,167*** (0,050)
Personel1	0,642*** (0,057)	–	–
Personel1(–1)	–	0,645*** (0,096)	–
R	0,996	0,987	0,988
R2	0,992	0,975	0,977
Kryterium Fishera	F(3,9) = 406,9	F(2,10) = 197,3	F(3,9) = 128,87
* błąd statystyczny (p-level) ≤ 10%			
** błąd statystyczny (p-level) ≤ 5%			
*** błąd statystyczny (p-level) ≤ 1%			

Źródło: opracowanie własne.

## Wnioski

Wyniki analizy regresji potwierdziły pozytywny wpływ finansowania innowacji na wzrost gospodarczy Polski w latach 2010–2022. Wpływ finansowania innowacji na PKB i PKB na mieszkańca zależał od źródeł pochodzenia środków oraz od branży działalności przedsiębiorstw. Zwiększenie środków własnych przeznaczonych na finansowanie innowacji przez przedsiębiorstwa usługowe miało silniejszy wpływ na wzrost gospodarczy niż zwiększenie krajowych środków otrzymanych od instytucji dysponujących środkami publicznymi na finansowanie innowacji w przedsiębiorstwach przemysłowych. Nie stwierdzono statystycznie istotnej zależności wskaźników wzrostu gospodarczego Polski od ogólnych wolumenów finansowania innowacji w przedsiębiorstwach, środków państwowych oraz kapitału zagranicznego

na finansowanie innowacji w przedsiębiorstwach usługowych, a także od środków własnych i kapitału zagranicznego na finansowanie innowacji w przedsiębiorstwach przemysłowych.

Uwzględnienie w modelach ekonometrycznych zmiennych niezależnych z rocznym opóźnieniem pozwoliło na wykrycie silnej, bezpośredniej korelacji między PKB Polski a zmianą własnych środków przeznaczonych na działalność innowacyjną przez przedsiębiorstwa usługowe w bieżącym i poprzednim okresie. Potwierdzono również bezpośrednią zależność PKB na mieszkańca w Polsce od zmiany własnych środków przeznaczonych na działalność innowacyjną przez przedsiębiorstwa usługowe w bieżącym okresie oraz od państwowego finansowania innowacji w przedsiębiorstwach przemysłowych w bieżącym i poprzednim okresie. Finansowanie działalności innowacyjnej ze środków własnych przedsiębiorstw usługowych miało większy wpływ na wzrost gospodarczy Polski w porównaniu z wpływem państwowego finansowania innowacji w przedsiębiorstwach przemysłowych, co może wynikać z dłuższego opóźnienia w uzyskiwaniu efektów z innowacji w przemyśle niż w sektorze usług.

Opracowane modele ekonometryczne mogą być wykorzystane do prognozowania wskaźników wzrostu gospodarczego Polski na podstawie modelowania różnych scenariuszy zmian wskaźników finansowania innowacji w sektorze usług i przemyśle. Wyniki modelowania zależności wzrostu gospodarczego od zmiany wolumenów finansowania innowacji mogą stanowić podstawę do opracowania dokumentów strategicznych i programów wsparcia działalności innowacyjnej przedsiębiorstw w sektorze usług i przemyśle.

## Bibliografia

- Fendoğlu E., Polat M. (2021), *The Relationship Between R&D Expenditures and Economic Growth: Panel Data Analysis in Selected New Industrializing Countries*, „Kent Akademisi”, vol. 14(3), s. 728–747.
- Gittleman M., Wolff E.N. (1995), *R&D activity and cross-country growth comparisons*, „Cambridge Journal of Economics”, vol. 19, s. 189–207.
- Inekwe J.N. (2015), *The Contribution of R&D Expenditure to Economic Growth in Developing Economies*, „Social Indicators Research”, vol. 124(3), s. 727–745.
- Jungmittag A., Welfens P. (2020), *EU-US trade post-trump perspectives: TTIP aspects related to foreign direct investment and innovation*, „International Economics and Economic Policy”, vol. 17, s. 259–294.
- Khalatur S., Stachowiak Z., Zhylenko K., Honcharenko O., Khalatur O. (2019), *Financial Instruments and Innovations in Business Environment: European*

- Countries and Ukraine*, „Investment Management & Financial Innovations”, vol. 16, s. 275–291.
- King R.G., Levine R. (1993), *Finance, entrepreneurship and growth – theory and evidence*, „Journal of Monetary Economics”, vol. 32(3), s. 513–542.
- Nakłady na działalność innowacyjną w przedsiębiorstwach wg źródeł finansowania działalności innowacyjnej i PKD 2007* (2025), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/podgrup/temat/10/432/2700> [dostęp: 9.08.2025].
- Personel wewnętrzny B+R – wskaźniki* (2025), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/podgrup/wymiary> [dostęp: 9.08.2025].
- Roczniki Statystyczne Rzeczypospolitej Polskiej za lata 2013–2024* (2024), <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-rzeczypospolitej-polskiej> [dostęp: 9.08.2025].
- Samimi A.J., Alerasoul S.M. (2009), *R-D and Economic Growth: New Evidence from Some Developing Countries*, „Australian Journal of Basic and Applied Sciences”, vol. 3(4), s. 3464–3469.
- Schumpeter J.A. (1934), *The Theory of Economic Development*, Cambridge: Harvard University Press.
- Solow R.M. (1956), *A Contribution to the Theory of Economic Growth*, „The Quarterly Journal of Economics”, vol. 70(1), s. 65–94.
- Swan T.W. (1956), *Economic Growth and Capital Accumulation*, „Economic Record”, vol. 32(2), s. 334–361.
- Sylwester K. (2001), *R&D and economic growth. Knowledge*, „Technology & Policy”, vol. 13(4), s. 71–84.
- Wzrost aktywności badawczej przedsiębiorstw* (2024), <https://www.gov.pl/web/ncbr/wzrost-aktywnosci-badawczej-przedsiębiorstw> [dostęp: 10.08.2025].
- Zatrudnieni w B+R – wskaźniki* (2025), <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/dane/podgrup/wymiary> [dostęp: 9.08.2025].

### O autorce

**Iryna Babets** – doktor habilitowany nauk ekonomicznych w zakresie bezpieczeństwa gospodarczego państwa. Profesor Katedry Międzynarodowych Stosunków Gospodarczych w Centralno-Ukraińskim Narodowym Uniwersytecie Technologicznym. Autorka ponad 250 artykułów w czasopiśmie naukowych oraz monografii, które dotyczą problemów handlu zagranicznego i ruchu kapitału na poziomie globalnym i krajowym, zapewnienia bezpieczeństwa gospodarczego państwa, rozwoju działalności innowacyjnej oraz jej wpływu na wzrost gospodarczy.

**About the Author**

**Iryna Babets** – habilitated doctor of Economic Sciences in the field of the state's economic security. She is a Professor at the Department of International Economic Relations, Central Ukrainian National Technical University. She is the author of more than 250 papers published in academic journals, as well as monographs addressing issues of foreign trade and capital flows at both the global and national levels, the safeguarding of the state's economic security, the development of innovation activity, and its impact on economic growth.

Ten utwór jest dostępny na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa-Na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowe.

