

MNOŻNIK INWESTYCYJNY KEYNESA W OCENIE WPŁYWU INWESTYCJI W POGŁĘBIENIE TORU WODNEGO ŚWINOUJŚCIE-SZCZECIN DO 12,5 M NA GOSPODARKĘ POLSKI

DATA PRZESŁANIA: 31.05.2016 | DATA AKCEPTACJI: 2.09.2016 | KODY JEL: C13, E12

Christian Lis

Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania, Uniwersytet Szczeciński
e-mail: chrislis@wneiz.pl

STRESZCZENIE

Celem artykułu jest propozycja metody oszacowania mnożnika inwestycyjnego Keynesa i zastosowanie wyników estymacji do oceny wpływu inwestycji pogłębienia toru wodnego Szczecin-Świnoujście do 12,5 m na gospodarkę kraju. W artykule wykorzystano metody statystyczne estymacji punktowej i przedziałowej Neymana dla parametrów krzywej regresji liniowej konsumpcji na tle produktu krajowego brutto. Na podstawie danych statystyki publicznej (Rachunki Narodowe) oszacowano krańcową skłonność do konsumpcji, a następnie mnożnik inwestycyjny Keynesa. Określono przedziały ufności dla krańcowej skłonności do oszczędzania (MPC) i mnożnika inwestycyjnego, a następnie wykorzystano aktualne szacunki nakładów inwestycyjnych na pogłębienie toru wodnego Szczecin-Świnoujście zawarte w analizie korzyści-kosztów dla przedmiotowej inwestycji. Ostatecznie wykazano z określonym *a priori* prawdopodobieństwem przedziały wzrostu wartości dodanej brutto w skali całej gospodarki wywołane inwestycją w pogłębienie toru wodnego Szczecin-Świnoujście do 12,5 m.

SŁOWA KLUCZOWE

krańcowa skłonność do konsumpcji, mnożnik inwestycyjny Keynesa, inwestycje transportowe, pogłębienie toru wodnego Szczecin-Świnoujście.

WPROWADZENIE

O przyczynach zróżnicowania tempa wzrostu gospodarczego powstało wiele teorii. Do połowy osiemnastego wieku, kiedy na całym świecie metody i środki produkcji były zbliżone, zróżnicowanie dochodu w przeliczeniu na mieszkańca było niewielkie. W okresie Oświecenia i pierwszej rewolucji przemysłowej wynalazki zaczęły usprawniać procesy produkcji i przyczynia-

ły się do wzrostu wydajności pracy. Gospodarki, w których był łatwy dostęp do ówczesnych osiągnięć nauki i techniki zaczęły rozwijać się dynamicznie, dystansując tym samym te kraje, które nie czerpały z dorobku epoki wynalazków. Od tego czasu rozpoczęła się na świecie era wzrostu zróżnicowania produktu *per capita*, nazywana wielką światową dywergencją. Zaczęły powstawać liczne eseje i traktaty z zakresu ekonomii politycznej, które próbowały to nowe zjawisko wytłumaczyć w możliwie najlepszy sposób. Pod koniec lat 30. i w latach 40. XX wieku z głównego nurtu ekonomii politycznej zaczęła wyłaniać się nowa teoria, zwana teorią wzrostu, w rozwoju której kamieniami milowymi stały się publikacje R.F. Harroda *Esej z zakresu teorii dynamicznej* (Harrod, 1939) i E.D. Domara *Wzrost kapitału, stopa wzrostu i zatrudnienie* (Domar, 1946). Złoty wiek teorii wzrostu, mierząc liczbą pojawiających się publikacji o tej tematyce w czasopismach ekonomicznych, przypada na połowę lat 50. i lata 60. XX wieku, a impulsem do naukowej dyskusji nad problematyką wyjaśnienia przyczyn wzrostu gospodarczego stał się słynny artykuł R.M. Solowa zatytułowany *Wkład do teorii wzrostu gospodarczego* (Solow, 1956). Nowy nurt myśli ekonomicznej zaczęto nazywać neoklasyczną teorią wzrostu, a jego główne założenia oparte były m.in. na tym, że gospodarki rozwijają się z optymalną stopą wzrostu wówczas, kiedy osiągają poziom równowagi inwestycji i konsumpcji. W połowie lat 60. poziom stopy wzrostu, którą zaczęto określać mianem społecznie optymalnej stopy wzrostu lub stopy wzrostu gospodarki w stanie stacjonarnym, próbowano wyznaczać wykorzystując w tym celu zasadę maksimum Pontriagina (Pontryagin, Boltyanski, Gamkrelidze, Mishchenko, 1962), za pomocą której maksymalizowano sumę zdyskontowanej użyteczności konsumpcji. Pionierskie poszukiwania tzw. optymalnej ścieżki rozwoju gospodarczego były badania między innymi H. Uzawy (1964) i T.C. Koopmansa (1965). Ponieważ neoklasyczne modele wzrostu, jak wynikało z licznych badań empirycznych, w niedostateczny sposób wyjaśniały zróżnicowanie tempa wzrostu gospodarek na świecie, podejmowano próby „endogenizacji” postępu technicznego, zmierzające do zwiększenia stopnia wyjaśniania procesu wzrostu. Na tym gruncie w połowie lat 60. XX wieku wyrosła nowa teoria, zwana teorią endogenicznego wzrostu gospodarczego. W miejsce dotychczas uwzględnianych w modelach neoklasycznych zasobów siły roboczej w gospodarce, zaczęto wprowadzać kapitał ludzki, którego wartość zależała między innymi od poziomu edukacji, szkolnictwa wyższego, ochrony zdrowia, działalności badawczo-rozwojowej, budownictwa i utrzymania infrastruktury publicznej.

Pomimo zwiększenia się wiedzy dotyczącej przyczyn wzrostu gospodarek i akumulacji kapitału, w wyniku rozwoju teorii wzrostu, w połowie lat 70. laureat Nagrody Nobla, Paul Samuelson, w jednym z esejów napisał: „Nadal właściwie nie wiadomo, dlaczego ubogie kraje są biedne, a zamożne – bogate” (Samuelson, 1976). Ekonomiści zaczęli rozwijać nowe teorie i doktryny ekonomiczne, wyjaśniające źródła wzrostu gospodarczego. Do głosu zaczęły dochodzić koncepcje realnego cyklu koniunkturalnego, głoszone między innymi przez F.E. Kydlanda i E.C. Prescottta (1982), zerowego wzrostu D.H. Meadows i innych (Meadows, Meadows, Randers, Behrens, 1973), czy społecznych granic wzrostu F. Hirscha (1976). Dopiero na początku lat 90. nastąpił renesans rozwoju teorii wzrostu, w szczególności teorii dotyczących modeli endogenicznego wzrostu. Ukuło się nawet pojęcie „nowej teorii wzrostu”, w odróżnieniu od neoklasycznej teorii wzrostu, którą określano mianem „starej teorii wzrostu” (Lis, 2013).

W rozważaniach na temat przyczyn wzrostu gospodarczego nie można pominąć kamienia milowego w rozwoju poglądów na temat tworzenia wartości, jakim jest dzieło Johna M. Key-

nesa *Ogólna teoria zatrudnienia, procentu i pieniądza* (Keynes, 1936). Keynes uważał, że klasyczna szkoła ekonomii reprezentowana głównie przez przytaczanych wcześniej Say'a, Ricardo, Smitha, Milla, ale również ich kontynuatorów, na przykład Marshalla, Egdewortha i Pigou zbyt często traktowała o problemie podziału bogactwa, zapominając często o istocie, źródłach i przyczynach jego powstawania. Z punktu widzenia rachunków narodowych istotne jest również spostrzeżenie Keynesa, że inwestycje należy utożsamiać z oszczędnościami stanowiącymi nadwyżkę dochodu nad konsumpcją. Oznacza to, że łączny dochód równa się wartości produkcji wytworzonej w danym okresie, a ta stanowi sumę konsumpcji i inwestycji.

Zdolność gospodarek do wytwarzania dodatkowego dochodu będzie zależała od właściwej proporcji pomiędzy konsumpcją a oszczędnościami. Keynes zauważa, że proporcja ta jest funkcją dochodu. Wprowadza pojęcie skłonności do konsumpcji, którą definiuje jako funkcyjną zależność między danym poziomem dochodu a wydatkami na konsumpcję (Keynes, 1936). Keynes zauważa, że wraz ze wzrostem dochodu udział konsumpcji w wydatkach ogółem maleje. Oznacza to, że krańcowa skłonność do konsumpcji, będąca częścią dodatkowego dochodu, którą konsument pragnie skonsumentować, jest dodatnia, ale mniejsza od jedności.

$$MPC = \frac{dC}{dY}, \quad (0 \leq MPC \leq 1) \quad (1)$$

gdzie:

MPC – krańcowa skłonność do konsumpcji (*marginal propensity to consume*),

dC – przyrost konsumpcji w jednostce czasu (w skali roku),

dY – przyrost dochodu w jednostce czasu (w skali roku).

Jak zauważa Keynes, zaspokajanie zasadniczych potrzeb człowieka i jego rodziny stanowi bodziec silniejszy od chęci akumulacji, która występuje wyraźnie dopiero po osiągnięciu pewnego stopnia dobrobytu. To spostrzeżenie jest spójne z wynikami badań, które otrzymał R. Benini (1906) w zakresie analizy zmian w strukturze pochodzenia dochodu gospodarstw domowych w zależności od osiąganego poziomu dochodu. Wraz ze wzrostem dochodów coraz większy jest udział dochodu pochodzącego z kapitału, co wynika ze zwiększania się poziomu akumulacji czy wzrostu zdolności do konwersji dochodów na majątek.

Problemem w procesie tworzenia wartości dodanej, której część w postaci inwestycji przeznaczana jest na powiększenie kapitału jest zapewnienie stałej nadwyżki nowych inwestycji kapitałowych nad ubytkami kapitału. Dlatego współcześnie coraz częściej zwraca się uwagę na efektywność inwestycji, tak by zapewnić wzrost produkcji przez stosowanie coraz mniej kapitałochłonnych metod. Możliwe jest to jedynie dzięki stosowaniu nowych osiągnięć technologicznych i rozwiązań innowacyjnych.

Inwestowanie jest zasadne wówczas, gdy przedsiębiorcy oczekują, że popyt krajowy będzie rósł w przyszłości. Wzrost łącznego popytu na dobra i usługi jest równy iloczynowi przyrostu łącznych inwestycji i mnożnika wyznaczonego przez krańcową skłonność do konsumpcji. Wobec tego przyrost całkowitego dochodu spowodowany przyrostem inwestycji można zapisać następująco:

$$\Delta Y_t = k \Delta I_t \quad (2)$$

gdzie:

ΔY_t – przyrost zagregowanego dochodu w czasie t ,

ΔI_t – przyrost zagregowanych inwestycji w czasie t ,

k – mnożnik inwestycyjny.

Jeśli przyjmiemy, że k jest mnożnikiem inwestycyjnym, wówczas wyrażenie $1 - (1/k)$ równa się krańcowej skłonności do konsumpcji. Jak widać, przyrost łącznego dochodu lub wartości dodanej brutto jest k razy większy od przyrostu inwestycji. Propozycję metody estymacji mnożnika inwestycyjnego k wraz z jej empiryczną egzemplifikacją, autor przedstawił w 2010 roku w podrozdziale 3.4, punkcie 2 zatytułowanym Estymacja mnożnika inwestycyjnego Keynesa i krańcowej skłonności do konsumpcji, będącym częścią pracy zbiorowej *Studium przyszłych społeczno-ekonomicznych efektów pogłębienia toru wodnego Szczecin-Świnoujście do 12,5 m* (Lis, 2010, s. 135–138).

Koncepcja Keynesa dotycząca mnożnika inwestycyjnego została zaczerpnięta z koncepcji mnożnika zatrudnienia Kahna. Mnożnik ten wyraża stosunek przyrostu całkowitego zatrudnienia i zatrudnienia pierwotnego, to znaczy zatrudnienia wywołanego bezpośrednio inwestycją. Gdyby przyjąć założenie, że relacja dochodu i zatrudnienia w każdej gałęzi gospodarki jest stała, oznaczałoby to, że mnożnik inwestycyjny Keynesa jest równy mnożnikowi zatrudnienia Kahna. W rzeczywistości zespołowa wydajność pracy w poszczególnych gałęziach gospodarki jest różna, stąd nie należy sądzić, że oba mnożniki będą przyjmowały w gospodarkach jednakowe wartości. W gałęziach o wyższej zespołowej wydajności pracy mnożnik Keynesa będzie przyjmował wartości wyższe niż w gałęziach o niższej wydajności. Oznacza to, że inwestycje powinny być kierowane w te obszary gospodarki, które będą w stanie wytworzyć wyższą wartość dodaną, dając tym samym więcej miejsc pracy w porównaniu z mniej wydajnymi gałęziami. W długim czasie może dojść do dysproporcji pomiędzy zgłaszanym popytem na dobra lub usługi a podażą tych dóbr lub usług oferowaną przez sektory gospodarki o niższym poziomie inwestycji. Wówczas mogą wzrosnąć ceny tych dóbr (usług), co zwiększy dochodowość sektora, a zatem zdolność do tworzenia wartości dodanej, co z kolei przyciągnie nowe inwestycje do tego obszaru gospodarki.

Jak uzasadnia Keynes, gdy krańcowa skłonność do konsumpcji jest niewiele mniejsza od jedności, to małe wahania inwestycji są w stanie wywołać znaczne wahania zatrudnienia i nawet stosunkowo słaby wzrost inwestycji może doprowadzić do pełnego zatrudnienia w gospodarce. Odwrotnie będzie przy krańcowej skłonności do konsumpcji niewiele większej od zera – znaczne wahania inwestycji wywołają małe wahania zatrudnienia. Niezbędny będzie wówczas duży wzrost inwestycji, aby osiągnąć pełne zatrudnienie. Ta sytuacja występuje znacznie częściej w praktyce. Dodatkowo nieliniowość związku pomiędzy zatrudnieniem a nakładami inwestycyjnymi oraz efekty niedopasowań na rynkach pracy, tak zwane frykcje poszukiwań (*search frictions*), powodują, że coraz trudniej osiągnąć stan pełnego zatrudnienia.

CEL PRACY

Celem artykułu jest wyznaczenie mnożnika inwestycyjnego Keynesa dla polskiej gospodarki według metody zaproponowanej w opracowaniu *Studium przyszłych społeczno-ekonomicznych*

efektów pogłębienia toru wodnego Szczecin-Świnoujście do 12,5 m (Lis, 2010, s. 135–138), a następnie za jego pomocą określenie wpływu podjęcia inwestycji w infrastrukturę transportową, polegającą na pogłębieniu toru wodnego Szczecin-Świnoujście do 12,5 m na wzrost produktu krajowego brutto. W artykule wykorzystano metody statystyczne estymacji punktowej i przedziałowej Neymana dla parametrów krzywej regresji liniowej konsumpcji na tle produktu krajowego brutto.

Na podstawie danych statystyki publicznej (*Rachunki Narodowe*) oszacowano krańcową skłonność do konsumpcji i krańcową skłonność do oszczędzania, a następnie mnożnik inwestycyjny Keynesa. Określone zostały przedziały ufności dla krańcowej skłonności do oszczędzania (*MPC*) i mnożnika inwestycyjnego, a następnie wykorzystane zostały aktualne szacunki nakładów inwestycyjnych na pogłębienie toru wodnego Szczecin-Świnoujście zawarte w analizie korzyści-kosztów dla przedmiotowej inwestycji.

Ostatecznie wykazano z określonym *a priori* prawdopodobieństwem przedziały wzrostu wartości dodanej brutto w skali całej gospodarki wywołane inwestycją w pogłębienie toru wodnego Szczecin-Świnoujście do 12,5 m.

METODYKA

Mnożnik inwestycyjny Keynesa jest miarą wpływu zmian produkcji i dochodu w gospodarce na skutek zmian wydatków autonomicznych, tzn. takich, które nie wynikają ze zmian realnych dochodów czy produktu krajowego brutto. Do wydatków autonomicznych zalicza się m.in. inwestycje, wydatki rządowe, spożycie gospodarstw domowych oraz dodatnie saldo w handlu zagranicznym. Mnożnik ten jest relacją przyrostu nominalnej produkcji (dochodu) do przyrostu zmian wydatków autonomicznych (głównie inwestycji). W ujęciu nominalnym wyznacza się go następująco (Keynes, 1936):

$$M = k = \frac{\Delta Y}{\Delta I} = \frac{1}{1 - MPC} \quad (3)$$

gdzie:

Y – nominalna produkcja (dochód),

I – inwestycje,

MPC – (*marginal propensity to consume*) krańcowa skłonność do konsumpcji.

Jak widać, mnożnik inwestycyjny Keynesa zależy od krańcowej skłonności do konsumpcji. Ze względu na to, że wyrażenie występujące w mianowniku $1 - MPC$ oznacza krańcową skłonność do oszczędzania (MPS – *marginal propensity to save*) mnożnik inwestycyjny można zdefiniować również jako odwrotność krańcowej skłonności do oszczędzania. Jak łatwo zauważyć, im większa jest skłonność do konsumpcji, tym wyższa jest wartość mnożnika. I odwrotnie, im większa skłonność do oszczędzania, tym mniejsza jest wartość mnożnika. Jeśli akumulowana (oszczędzana) jest tylko dziesiąta część dodatkowego dochodu, to oznacza, że każda dodatkowa inwestycja przyniesie dziesięciokrotny w stosunku do jej wartości wzrost dochodu, zaś jeśli akumulowana jest połowa dodatkowych dochodów, to wówczas inwestycja przynosi tylko dwukrotny wzrost dochodu w stosunku do wartości inwestycji.

W celu wyznaczenia mnożnika dla inwestycji polegającej na pogłębieniu toru wodnego Szczecin-Świnoujście do głębokości 12,5 m należy oszacować krańcową skłonność do konsumpcji (*MPC*). W klasycznej teorii ekonomii krańcową skłonność do konsumpcji definiuje się jako relację przyrostu konsumpcji (spożycia) do przyrostu produktu (dochodu). Oznacza to wzbudzoną konsumpcję (*induced consumption*) zmianą dochodu. Gdy zmiany dochodu są niewielkie (dążą do zera), wówczas krańcowa skłonność do konsumpcji jest pochodną funkcji konsumpcji na tle dochodu, co można zapisać następująco:

$$MPC = \frac{\Delta C}{\Delta Y} = \lim_{\Delta Y \rightarrow 0} \frac{f(Y + \Delta Y) - f(Y)}{\Delta Y} = C'(Y) \quad (4)$$

W interpretacji geometrycznej krańcowa skłonność do konsumpcji jest tangensem kąta nachylenia krzywej konsumpcji do osi dochodu. Jeżeli wyznaczymy funkcję konsumpcji na tle dochodu, przyjmując hipotezę o liniowości związku obu zmiennych, to ocena parametru kierunkowego α_1 będzie szacunkiem krańcowej skłonności do konsumpcji.

$$C_t = \alpha_1 GDP_t + \alpha_0 + U_t \quad (5)$$

gdzie:

C_t – konsumpcja (spożycie),

GDP_t – produkt krajowy brutto (*Gross Domestic Product*),

α_1, α_0 – parametry liniowej funkcji konsumpcji na tle produktu krajowego brutto,

U_t – składnik losowy.

W praktyce efekt oddziaływania inwestycji na wzrost PKB w skali całej gospodarki może być niższy ze względu na to, że wzrost dochodu jest impulsem inflacyjnym i wpływa na wzrost cen. Efekt ten można oszacować przez zastosowanie elastyczności dochodowej cen w kalkulacji mnożnika:

$$M_r = \frac{1 - e_p(Y)}{1 - MPC} \quad (6)$$

Elastyczność dochodową cen można oszacować na podstawie funkcji postaci:

$$P_t = \beta_0 GDP_t^{\beta_1} e^{U_t} \quad (7)$$

po uprzednim obustronnym zlogarytmowaniu:

$$\ln P_t = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_t + U_t \quad (8)$$

gdzie:

P_t – poziom cen w gospodarce (dla potrzeb niniejszego opracowania posłużono się indeksem jednopodstawowym cen przyjmując 2000 rok za podstawę).

Wykładnik potęgi $\beta_I = e_p(Y)$ informuje, o ile procent wzrosnie poziom cen na skutek wzrostu PKB o 1% (elastyczność „dochodowa” cen).

WYNIKI BADAŃ

W celu oszacowania funkcji konsumpcji przyjęto dane statystyczne dotyczące konsumpcji i produktu krajowego brutto w Polsce z lat 2000–2014 opublikowane przez Główny Urząd Statystyczny w Warszawie. Dane zaprezentowano w tabeli 1.

Do wyznaczenia mnożnika inwestycyjnego Keynesa dla celów określenia wpływu inwestycji na gospodarkę kraju posłużono się wielkościami zagregowanymi dla całego kraju, z tego powodu, że inwestycja będzie finansowana z budżetu państwa, funduszy Unii Europejskiej oraz środków Zarządu Morskich Portów Szczecin i Świnoujście SA. Ponadto jej oddziaływanie w przyszłości będzie na całą gospodarkę. Pominięto zróżnicowanie mnożnika w regionach¹.

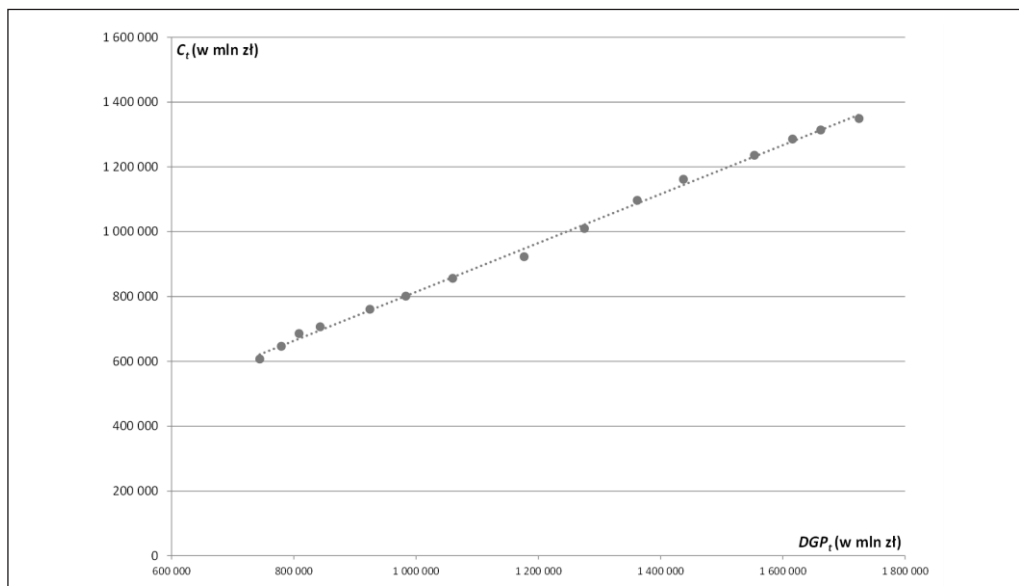
Tabela 1. Produkt krajowy brutto (GDP_t) i spożycie (C_t) w Polsce w latach 2000–2014 (ceny bieżące)

Lata	GDP _t (mln zł)	C _t (mln zł)
2000	744 378,0	607 196,1
2001	779 563,8	646 208,4
2002	808 578,4	685 682,4
2003	843 156,2	706 709,9
2004	924 537,6	760 730,4
2005	983 302,3	801 145,8
2006	1 060 031,4	856 020,3
2007	1 176 736,7	922 899,3
2008	1 275 508,3	1 010 001,1
2009	1 361 849,9	1 096 893,9
2010	1 437 356,5	1 161 634,1
2011	1 553 582,3	1 235 582,2
2012	1 615 894,3	1 286 035,3
2013	1 662 052,3	1 313 576,1
2014	1 724 723,0	1 348 857,6

Źródło: *Rachunki kwartalne Produktu Krajowego Brutto w latach 2000–2006*, Informacje i opracowania statystyczne GUS, Warszawa, październik 2007; *Rachunki kwartalne produktu krajowego brutto w latach 2004–2008*, Informacje i opracowania statystyczne GUS, Warszawa, grudzień 2009; *Rachunki kwartalne produktu krajowego brutto w latach 2009–2014*, Informacje i opracowania statystyczne GUS, Warszawa, marzec 2015;

W celu oszacowania parametrów modelu (5) wykorzystano estymator metody najmniejszych kwadratów, będący estymatorem zgodnym, nieobciążonym i najefektywniejszym w klasie estymatorów liniowych. Zależność pomiędzy konsumpcją a produktem krajowym brutto w Polsce w latach 2000–2014 przedstawiono poniżej.

¹ W systemie statystyki publicznej nie są prezentowane dane w ujęciu regionalnym w zakresie szacunków regionalnych produktu krajowego brutto od strony rozdysponowania. Nieznane są więc wielkości spożycia i akumulacji w regionach.



Rysunek 1. Zależność pomiędzy konsumpcją a produktem krajowym brutto w Polsce w latach 2000–2014

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z tabeli 1.

Wyniki estymacji parametrów liniowego modelu konsumpcji na tle produktu krajowego brutto zestawiono w poniższej tabeli.

Tabela 2. Zestawienie wyników estymacji parametrów liniowego modelu spożycia (C_t) na tle produktu krajowego brutto (GDP_t) w Polsce w latach 2000–2014

Wyszczególnienie	Wartości statystyk	
R^2	0,998	
Skorygowany R^2	0,998	
S_e	12283,134	
	1,3%	
F	6348,1	
Istotność F	$7,16 \cdot 10^{-19}$	
	Wyraz wolny	MPC
$\hat{\alpha}_i$	59 745,173	0,754
$D(\hat{\alpha}_i)$	11 767,286	0,009
$t \hat{\alpha}_i$	5,077	79,675
Wartość-p	$2,121 \cdot 10^{-4}$	$7,156 \cdot 10^{-19}$

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych z tabeli 1.

Ostatecznie model konsumpcji (spożycia) na tle wytworzonego produktu (*GDP*) można zapisać następująco:

$$\hat{C}_t = 0,754 \underset{(0,009)}{GDP_t} + 59745,173 \underset{(11767286)}{\quad} \quad (9)$$

W wyniku estymacji parametrów funkcji konsumpcji w latach 2000–2014 otrzymano funkcję o bardzo wysokim stopniu wyjaśniania zmienności konsumpcji 99,8%, niskim poziomie zmienności losowej (1,3%) oraz istotnych statystycznie parametrach, tzn. parametrach nieobarczonych zbyt wysokimi błędami szacunku. Standardowe błędy szacunku przyjmowały wartości akceptowalne, tzn. znacznie niższe niż wartość krytyczna testu istotności, stanowiąca około połowy wartości oceny parametru. Z kolei statystyka *F* potwierdza, że związek pomiędzy produktem krajowym brutto a spożyciem w Polsce w latach 2000–2014 był istotny statystycznie. W związku z powyższym uzyskane wyniki mogą być przedmiotem uogólnień i wyciągnięcia wniosków. Można je zatem stosować w praktyce i przyjąć, że krańcowa skłonność do konsumpcji w latach 2000–2014 w Polsce wyniosła *MPC* = 0,754. Otrzymany wynik oznacza, że jeżeli produkt krajowy brutto wzrośnie o jednostkę (np. o 1 mln zł), to należy oczekiwać, że konsumpcja wzrośnie o 0,754 jednostek, czyli o 754 tys. zł. Innymi słowy, z każdego dodatkowego 1 mln zł PKB, skonsumowanych zostanie 754 tys. zł, a na kolejne inwestycje przeznaczonych zostanie 246 tys. zł. Podstawiając uzyskany wynik do formuły mnożnika inwestycyjnego Keynesa (3), otrzymujemy:

$$M = \frac{1}{1 - 0,754} = 4,072 \quad (10)$$

Wartość mnożnika 4,072 oznacza, że wzrost inwestycji o jednostkę spowoduje wzrost PKB w skali kraju o 4,072 jednostek.

W celu oceny wpływu przedsięwzięcia inwestycyjnego w pogłębienie toru wodnego Szczecin-Świnoujście do głębokości 12,5 m na gospodarkę kraju, należy oszacować nakłady inwestycyjne pogłębienia toru wodnego, konieczne jest również skalkulowanie nakładów inwestycyjnych dla projektów komplementarnych, tzn. dostosowaniu odpowiednich nabrzeży do głębokości 12,5 m. Kalkulacje takie przeprowadzono i przedstawiono w dokumencie *Pogłębienie toru wodnego Świnoujście-Szczecin do 12,5 m z uwzględnieniem planowanych wybranych projektów inwestycyjnych w porcie Szczecin* (Bernacki, Lis, 2015). Zakresem badań w cytowanym opracowaniu objęto następujące projekty inwestycyjne:

1. Modernizacja toru wodnego Świnoujście-Szczecin do głębokości 12,5 m (tor wodny).
2. Poprawa dostępu do portu w Szczecinie w rejonie Basenu Kaszubskiego (Basen Kaszubski).
3. Poprawa dostępu do portu w Szczecinie wraz z rozbudową infrastruktury portowej w rejonie Kanału Dębickiego (Kanał Dębicki).
4. Budowa nabrzeża do przeładunku ładunków masowych (nab. Skandynawskie) na Ostrowie Grabowskim przy Przekopie Mieleńskim.

Tabela 3. Zestawienie nakładów inwestycyjnych przedsięwzięcia inwestycyjnego „Pogłębienie toru wodnego Świnoujście-Szczecin do 12,5 m z uwzględnieniem planowanych wybranych projektów inwestycyjnych w porcie Szczecin”

Lp	Projekt	Nakłady inwestycyjne netto (w zł)	Nakłady inwestycyjne brutto (w zł)
1.	Modernizacja toru wodnego Świnoujście-Szczecin do głębokości 12,5 m (tor wodny)	1 107 029 422	1 497 803 308
2.	Poprawa dostępu do portu w Szczecinie w rejonie Basenu Kaszubskiego	197 844 400	243 348 612
3a.	Poprawa dostępu do portu w Szczecinie w rejonie Kanału Dębickiego	202 703 000	249 324 690
3b.	Rozbudowa infrastruktury portowej w Kanale Dębickim w porcie w Szczecinie	157 240 000	193 405 200
4.	Budowa nabrzeża do przeładunku ładunków masowych na Ostrowie Grabowskim przy Przekopie Mieleńskim	150 000 000	184 500 000
	RAZEM	1 814 816 822	2 368 381 810

Źródło: Bernacki, Lis, 2015.

Uwzględniając przedstawione kalkulacje nakładów inwestycyjnych netto, oszacowany mnożnik inwestycyjny Keynesa oraz korzystając z równania (2), otrzymujemy następujący przyrost produktu wytworzonego w wyniku podjęcia przedsięwzięcia inwestycyjnego:

$$\Delta Y = \Delta PKB = 4,072 \times 1\,814\,816\,822 \text{ zł} \times 7\,389\,934\,099 \text{ zł} \quad (11)$$

Jak widać, podjęcie przedsięwzięcia inwestycyjnego w pogłębienie toru wodnego Szczecin-Świnoujście do 12,5 m i dostosowanie do tej głębokości wybranych nabrzeży w porcie w Szczecinie spowoduje wytworzenie dodatkowej wartości dodanej brutto w skali całej gospodarki w wysokości ok. 7,390 mld zł. Oznacza to, że o tyle wzrośnie rocznie wolumen wytworzonego produktu (*GDP*) w okresie eksploatacji inwestycji. Nie należy jednak mylić tej wartości z bezpośrednim wpływem inwestycji na sektor portowy w Szczecinie. D. Bernacki i C. Lis oszacowali w „Pogłębienie toru wodnego Świnoujście-Szczecin do 12,5 m z uwzględnieniem planowanych wybranych projektów inwestycyjnych w porcie Szczecin” (Bernacki, Lis, 2015), stosując podejście od strony tworzenia produktu krajowego brutto, że wartość dodana brutto w 2013 roku w przeliczeniu na 1 tonę przeładunków wyniosła 31,59 zł, a to oznacza, że w latach 2022–20412 inwestycja będzie indukować dodatkowo ok. 2,007 mld zł wartości dodanej brutto bezpośrednio w sektorze portowym w Szczecinie (Bernacki, Lis, 2015).

Ze względu na to, że relacja pomiędzy produktem krajowym brutto a poziomem konsumpcji nie jest stała w czasie oraz zależy również od poziomu wytworzonego produktu *per capita* i wielu innych, mniej istotnych czynników³, które jednak mogą powodować, że w przyszło-

2 Jest to planowany okres eksploatacji przedsięwzięcia inwestycyjnego przyjęty dla potrzeb analizy kosztów-korzyści (*AKK*), w tym analizy społeczno-ekonomicznej.

3 J.M. Keynes o czynnikach wpływających na krańcową skłonność do konsumpcji pisał następująco: „Suma, jaką społeczeństwo wydaje na konsumpcję zależy: a) częściowo od wielkości dochodu, b) częściowo od innych okoliczności natury obiektywnej, c) częściowo wreszcie od subiektywnych potrzeb, skłonności psy-

ści krańcowa skłonność do konsumpcji będzie różnić się od tej, którą otrzymano z modelu (5), oszacowano dodatkowo krańcową skłonność do konsumpcji (*MPC*), a następnie mnożnik inwestycyjny, w sposób przedziałowy. Przyjęto koncepcję estymacji przedziałowej, zaproponowaną po raz pierwszy na świecie przez polskiego statystyka Jerzego Sławę-Neymana. Istota estymacji przez przedziały (*estimation by intervals*), jak ją nazywał sam J. Sława-Neyman, polega na wyznaczaniu tzw. przedziałów ufności, które z odpowiednio wysokim prawdopodobieństwem (współczynnikiem ufności) pokrywają nieznaną, badany parametr populacji. Dolną i górną granicę przedziału ufności dla współczynnika kierunkowego (*MPC*) krzywej regresji, przy założeniu małej próby⁴, wyznacza się następująco:

$$P\{\hat{\alpha}_1 - t_\alpha D(\hat{\alpha}_1) < \alpha_1 < \hat{\alpha}_1 + t_\alpha D(\hat{\alpha}_1)\} = 1 - \alpha \quad (12)$$

gdzie:

α_1 – szacowany parametr – krańcowa skłonność do konsumpcji (*MPC*),

$\hat{\alpha}_1$ – ocena punktowa szacowanego parametru na podstawie próby,

t_α – wartość statystyki o rozkładzie *t*-Studenta wyznaczona dla współczynnika ufności $1 - \alpha$,

$D(\hat{\alpha}_1)$ – standardowy błąd szacunku parametru α_1 .

Dla przyjętego współczynnika ufności na poziomie 0,95 z tablic kwantyli rozkładu *t*-Studenta lub funkcji arkusza kalkulacyjnego *Excel* – *ROZKŁ.T.ODWR.DS* (0,05;13), otrzymano wartość statystyki $t_\alpha = 2,16$. Następnie po podstawieniu do formuły (12) właściwych statystyk, wyznaczono dolną i górną granicę przedziału ufności dla krańcowej skłonności do konsumpcji:

$$0,754 - 2,16 \cdot 0,009 < MPC < 0,754 + 2,16 \cdot 0,009 \quad (13)$$

Ostatecznie otrzymano następujący przedział ufności dla krańcowej skłonności do konsumpcji:

$$0,734 < MPC < 0,775 \quad (14)$$

Przedział liczbowy o końcach 0,734 i 0,775 pokrywa z ufnością 95% nieznaną, szukaną wartość krańcowej skłonności do konsumpcji w Polsce. Jak widać, długość otrzymanego przedziału nie jest zbyt duża i świadczy o niskim maksymalnym błędzie szacunku. Względna precyzja oszacowania wyniosła 2,7%, zatem nie przekroczyła akceptowalnego 5% poziomu błędu. Oznacza to, że uzyskane wyniki można uogólnić na całą populację, czyli można założyć, że w Polsce krańcowa skłonność do konsumpcji wynosi 0,754. Ostatecznie wykorzystując zależność (3) zbudowano 95% przedział ufności dla mnożnika inwestycyjnego Keynesa:

chicznych i zwyczajów jednostek wchodzących w skład społeczeństwa oraz zasad, według których dochód jest między nie podzielony (a które ze wzrostem produkcji mogą ulegać modyfikacji)”, por. Keynes 1936, s. 82.

4 W analizie regresji dla danych statystycznych przedstawionych za pomocą szeregów czasowych przyjmuje się założenie o małej próbie, ze względu na krótkie szeregi czasowe. Dla danych rocznych w polskich warunkach długości szeregów czasowych zwykle nie przekraczają 20–25 obserwacji. O dużej próbie w analizie regresji liniowej z jedną zmienną egzogeniczną można byłoby mówić, gdyby długość szeregu czasowego była większa niż 122 obserwacje ($n-2 > 120$).

$$3,759 < M < 4,442 \quad (14)$$

Z dość dużą, bo 95% pewnością, przedział o końcach 3,759 i 4,442 pokrywa nieznaną mnożnik inwestycyjny Keynesa dla polskiej gospodarki. Znając przedział ufności dla mnożnika inwestycyjnego i wysokość zakładanych nakładów inwestycyjnych dla pogłębienia toru wodnego Szczecin-Świnoujście oraz inwestycji towarzyszących w porcie Szczecin dowiadujemy się, że wpływ inwestycji na PKB z 95% pewnością wyniesie od 6,822 mld zł do 8,062 mld zł.

W praktyce, tak znaczące inwestycje infrastrukturalne nie pozostają bez wpływu na poziom cen. Efekt dochodowy inwestycji infrastrukturalnych, w tym transportowych, wpływa na wzrost cen w gospodarce. A to oznacza, że realny wpływ inwestycji na dochód, będzie niższy niż wynikałoby to z mnożnika inwestycyjnego Keynesa. Uchylając zatem założenie o stałości cen, można wyznaczyć mnożnik inwestycyjny Keynesa, uwzględniający efekt inflacyjny inwestycji, tak jak to zapisano w równaniu (3). W tym celu należy oszacować elastyczność dochodową cen stosując model (4). Dane o cenach przedstawiono w postaci indeksów jednopodstawowych, przyjmując za podstawę 2000 rok (tab. 4).

Tabela 4. Wskaźnik cen towarów i usług konsumpcyjnych i indeksy statystyczne cen w latach 2000–2014

Lata	Wskaźnik cen towarów i usług konsumpcyjnych (rok poprzedni = 100)	Indeks łańcuchowy cen towarów i usług konsumpcyjnych it/t-1	Indeks jednopodstawowy cen towarów i usług konsumpcyjnych (Pt) it/0
2000	110,1	1,101	1
2001	105,5	1,055	1,055
2002	101,9	1,019	1,075
2003	100,8	1,008	1,084
2004	103,5	1,035	1,122
2005	102,1	1,021	1,145
2006	101	1,01	1,157
2007	102,5	1,025	1,185
2008	104,2	1,042	1,235
2009	103,5	1,035	1,279
2010	102,6	1,026	1,312
2011	104,3	1,043	1,368
2012	103,7	1,037	1,419
2013	100,9	1,009	1,432
2014	100,0	1	1,432

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS.

Wykorzystując dane statystyczne z tabeli 1 i 4 o indeksach cen i produkcie krajowym brutto (GDP) oszacowano za pomocą metody najmniejszych kwadratów parametry zlinearyzowanej postaci modelu (7). Ostatecznie otrzymano następujący model:

$$\hat{P}_t = 4,72 \cdot 10^{-3} \cdot GDP_t^{0,398} \quad (16)$$

Elastyczność dochodowa cen $e_p(GDP) = 0,398$, a to oznacza, że wzrost PKB o 1% wywołuje wzrost cen w gospodarce (inflacja) średnio o 0,398%.

Zatem realny mnożnik inwestycyjny z uwzględnieniem efektu inflacyjnego wynosi:

$$M_r = \frac{1 - 0,398}{1 - 0,754} = 2,453 \quad (17)$$

Efekt wpływu przedsięwzięcia inwestycyjnego, polegającego na pogłębieniu toru wodnego Szczecin-Świnoujście do 12,5 m na wzrost PKB w Polsce ze względu na impuls inflacyjny będzie niższy od szacowanego wcześniej, bowiem realnie wyniesie:

$$\Delta Y_r = \Delta PKB_r = 2,453 \cdot 1\,814\,816\,822 \text{ zł} = 4\,451\,752\,743 \text{ zł} \quad (18)$$

Ze względu na efekt dochodowy, będącym impulsem inflacyjnym, szacuje się, że realny wpływ inwestycji na przyrost PKB wyniesie 4,452 mld zł. Ponownie wykorzystując zależność (3) zbudowano 95% przedział ufności dla mnożnika inwestycyjnego Keynesa w ujęciu realnym:

$$2,395 < M_r < 2,521 \quad (19)$$

Następnie na podstawie powyższych wartości i zakładanych nakładów inwestycyjnych wyznaczono 95% przedział ufności dla realnego przyrostu PKB. Ostatecznie należy przyjąć, że z 95% pewnością realny przyrost PKB na skutek podjęcia przedsięwzięcia inwestycyjnego w pogłębienie toru wodnego Szczecin-Świnoujście do 12,5 m wraz z dostosowaniem do tej głębokości wybranych nabrzeży wyniesie od 4,347 mld zł do 4,576 mld zł.

PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych badań można wyprowadzić następujące wnioski:

1. Wzrost łącznego popytu na dobra i usługi jest równy iloczynowi przyrostu łącznych inwestycji i mnożnika wyznaczonego przez krańcową skłonność do konsumpcji.
2. Krańcowa skłonność do konsumpcji, którą definiuje się jako relację przyrostu konsumpcji (spożycia) do przyrostu produktu (dochodu), może być oszacowana na podstawie danych statystycznych jako parametr kierunkowy modelu konsumpcji na tle produktu krajowego brutto (lub wartości dodanej brutto). W interpretacji geometrycznej krańcowa skłonność do konsumpcji jest tangensem kąta nachylenia krzywej konsumpcji do osi dochodu.
3. Na podstawie statystycznej metody regresji liniowej oszacowano krańcową skłonność do konsumpcji w Polsce (MPC) oraz mnożnik inwestycyjny Keynesa dla polskiej gospodarki (M). Krańcowa skłonność do konsumpcji w latach 2000–2014 w Polsce wyniosła $MPC = 0,754$, zaś mnożnik inwestycyjny Keynesa $M = 4,072$.

4. Szacowany przyrost produktu wytworzonego w wyniku podjęcia przedsięwzięcia inwestycyjnego w pogłębienie toru wodnego Szczecin-Świnoujście do 12,5 m i dostosowanie do tej głębokości wybranych nabrzeży w porcie w Szczecinie spowoduje wytworzenie dodatkowej wartości dodanej brutto w skali całej gospodarki w wysokości ok. 7,390 mld zł.
5. Stosując koncepcję estymacji przedziałowej Neymana, wyznaczono z 95% pewnością przedział przyrostu PKB w wyniku podjęcia inwestycji. Przedział ten wynosi (6,822 mld zł, 8,062 mld zł).
6. W badaniach uwzględniono również efekt dochodowy wzrostu cen na skutek podjęcia inwestycji i oszacowano elastyczność dochodową cen dla przedsięwzięcia inwestycyjnego. Elastyczność dochodowa cen wyniosła $e_p(GDP) = 0,398$, czyli wzrost PKB o 1% wywołuje wzrost cen w gospodarce (inflacja) średnio o 0,398%.
7. Oszacowano realny efekt wpływu przedsięwzięcia inwestycyjnego na wzrost PKB w Polsce z uwzględnieniem impulsu inflacyjnego. Przyrost PKB ze względu na inwestycję realnie wyniesie 4,452 mld zł.
8. Wykorzystując estymację przedziałową Neymana, otrzymano z 95% pewnością przedział realnego wzrostu PKB spowodowanego podjęciem przedsięwzięcia inwestycyjnego w pogłębienie toru wodnego Szczecin-Świnoujście do 12,5 m wraz z dostosowaniem do tej głębokości wybranych nabrzeży. Przedział realnego wzrostu PKB wynosi (4,347 mld zł, 4,576 mld zł).

LITERATURA

- Benini, R. (1906). *Principii di statistica metodologia*. Milano–Roma–Napoli: Unione Tipografico-Editrice Torinese, Torino, Corso Raffaello.
- Bernacki, D., Lis, C. (2015). *Pogłębienie toru wodnego Świnoujście-Szczecin do 12,5 m z uwzględnieniem planowanych wybranych projektów inwestycyjnych w porcie Szczecin*. Opracowanie wykonane na zlecenie ZMPSiŚ SA oraz DSC Consulting Sp. z o.o. dla potrzeb projektu realizowanego przez Urząd Morski w Szczecinie pt. „Modernizacja toru wodnego Świnoujście-Szczecin do głębokości 12,5 m – prace przygotowawcze”, Szczecin, lipiec 2015 r.
- Domar, E.D. (1946). Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment. *Econometrica*, 2 (14).
- Harrod, R.F. (1936). An Essay in Dynamic Theory. *The Economic Journal*, 49 (193).
- Hirsch, F. (1976). *Social Limits to Growth*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Keynes, J.M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. London: Macmillan; polskie wydanie: Keynes J.M., *Ogólna teoria zatrudnienia, procentu i pieniądza*, w przekładzie Michała Kaleckiego i Stanisława Rączkowskiego, PWN, Wydanie III, Warszawa 2003.
- Koopmans, T.C. (1965). *On the Concept of Optimal Economic Growth*. Cowles Foundation Paper 238, Reprinted from *Academiae Scientiarum Scripta Varia* 28, 1.
- Kydland, F.E., Prescott, E.C. (1982). Time to Build and Aggregate Fluctuations. *Econometrica*, 6 (50).
- Lis, C. (2010). Estymacja mnożnika inwestycyjnego Keynesa i krańcowej skłonności do konsumpcji. W: (praca zbiorowa), *Studium przyszłych społeczno-ekonomicznych efektów pogłębienia toru wodnego Szczecin-Świnoujście do 12,5 m*. Szczecin: Zarząd Morskich Portów Szczecin i Świnoujście.
- Lis, C. (2013). *Wartość dodana brutto i jej znaczenie w procesie akumulacji kapitału w świetle teorii wzrostu i konwergencji. Podejście taksonomiczne* (książka habilitacyjna). Szczecin: Wydawnictwo Volumina.pl.
- Meadows, D.H., Meadows, D.I., Randers, J., Behrens W.W. III (1973). *Granice wzrostu*. Warszawa: PWE.
- Pontryagin, L.S., Boltyanskii, V.G., Gamkrelidze, R.V., Mishchenko, E.F. (1962). *The Mathematical Theory of Optimal Processes*. New York–London: Interscience Publishers.
- Samuelson, P.A. (1976). Illogic of Neo-Marxian Doctrine of Unequal Exchange. W: D.A. Belsley, E.J. Kane, P.A. Samuelson, R.M. Solow (red.), *Inflation, Trade and Taxes*. Essays in Honor of Alice Bourneuf, Ohio State University Press: Columbus.

- Solow, R.M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 1 (70).
- Uzawa, H. (1964). Optimal Growth in a Two-Sector Model of Capital Accumulation. *The Review of Economic Studies*, 1 (31).

THE KEYNESIAN INVESTMENT MULTIPLIER IN ASSESSING THE IMPACT OF TRANSPORT INVESTMENTS ON THE POLISH ECONOMY

ABSTRACT

The aim of the paper is the proposal of the method of Keynesian investment multiplier estimation and the usage of estimation results to assessment how great an impact of deepening of the Szczecin-Swinoujscie fairway on Polish economy can be. Statistical point estimation and Neyman's estimation by intervals have been used for the slope coefficient of linear regression between consumption and gross domestic product.

IN the paper marginal propensity to consume and Keynesian investment multiplier have been estimated. Confidence intervals for marginal propensity to consume and Keynesian investment multiplier were determined as well. In order to assess an impact of deepening of the Szczecin-Swinoujscie fairway on GDP in Poland investment expenditure predicted were taken into consideration in the paper. Author took into account investment expenditure calculated in the cost-benefit analysis for the investment in question.

FINALLY, confidence intervals for the increase of GDP in Poland induced by deepening of the Szczecin-Swinoujscie fairway to the technical depth of 12,5 m with given *a priori* probability were stated.

KEYWORDS

marginal propensity to consume, Keynesian investment multiplier, transport investments, deepening of the Swinoujscie-Szczecin fairway to the technical depth of 12,5 m.

Translated by Christian Lis