

Łukasz Goczek

Uniwersytet Jagielloński

ROLA INFRASTRUKTURY WE WZROŚCIE GOSPODARCZYM

Streszczenie: W artykule przedstawiono dyskusję dotyczącą literatury poświęconej wpływowi infrastruktury na wzrost gospodarczy. Opierając się na wnioskach płynących z tej dyskusji przeprowadzono badanie empiryczne oraz przedstawiono jego rezultaty, z których wynika, że wyższy poziom infrastruktury nie ma liniowego wpływu na wzrost gospodarczy, lecz ma charakter odwróconej paraboli. Minimalny zasób infrastruktury jest koniecznym warunkiem rozwoju, jednak dalsze zwiększanie jej zasobów nie ma znaczenia dla rozwoju gospodarczego, co wykazano w badaniu empirycznym.

Słowa kluczowe: infrastruktura, wzrost gospodarczy, badanie empiryczne.

Wprowadzenie

Począwszy od badań Aschauera [1989], wielu badaczy podkreślało rolę infrastruktury we wzroście gospodarczym. W badaniach tych podkreślano, że rozwój i utrzymanie infrastruktury publicznej jest ważnym składnikiem trwałego wzrostu gospodarczego i redukcji ubóstwa. Argumentacja ta stwierdza, że słabo rozwinięta infrastruktura jest prawdopodobnie najbardziej wiążącym ograniczeniem produktywności inwestycji w kapitał fizyczny. Zainteresowanie tym faktem było motywowane obawą, że nawet w tych wypadkach, w których kraje biedniejsze są w stanie przyciągnąć zagraniczny kapitał, jego produktywność może być niska z powodu braku możliwości zapewnienia taniego i szybkiego transportu ludzi i towarów. Z drugiej strony inwestycje infrastrukturalne, zwłaszcza finansowane publicznie, odbywają się kosztem zmniejszenia inwestycji w inne rodzaje kapitału, być może bardziej produktywnego. W ramach tego podejścia możliwy jest do wskazania optymalny poziom, powyżej którego dalsze inwestowanie nie przynosi spodziewanych korzyści gospodarczych. Temat ten jest ważny zwłaszcza

cza w kontekście rozwoju infrastrukturalnego Polski i wzrostu kierowanych na ten cel funduszy.

W artykule zaprezentowano przegląd literatury na temat wpływu zmiennych stosowanych w analizie wzrostu gospodarczego z naciskiem poświęconym roli infrastruktury technicznej we wzroście gospodarczym. Następnie przeprowadzono badanie empiryczne w tradycji „czynników wzrostu gospodarczego” dla zobrazowania dotychczasowych zależności pomiędzy miarami infrastruktury technicznej a wzrostem gospodarczym w latach 1960–2005. Podejście to polega na regresji tempa wzrostu produkcji za pomocą szerokiego zestawu zmiennych objaśniających odnoszących się do przedmiotu zainteresowania oraz zestawu zmiennych kontrolnych. Badanie empiryczne na temat relacji pomiędzy zasobem infrastruktury a osiąganym wzrostem gospodarczym powinno odpowiedzieć na dwa ważne pytania badawcze. Po pierwsze przy użyciu tej metody możliwe jest wskazanie, czy kraje o większym zasobie infrastruktury wykazują wyższą stopę wzrostu gospodarczego. Po drugie możliwe jest wskazanie optymalnego poziomu infrastruktury, który maksymalizuje wzrost gospodarczy.

1. Infrastruktura i wzrost gospodarczy

Istnieje wiele teoretycznych i empirycznych badań nad czynnikami wpływającymi na wzrost gospodarczy. W ciągu ostatnich dwóch dekad nastąpił bardzo duży wzrost liczby badań empirycznych poświęcony wzrostowi i jego uwarunkowaniom. Mimo relatywnie dużej liczby prac temu poświęconych, wiele z centralnych kwestii będących przedmiotem zainteresowania badaczy pozostaje nierozwiązanych. Największym problemem związanym z badaniami empirycznymi wzrostu jest niepewność parametrów modelu. W literaturze teoretycznej opisującej wzrost gospodarczy określono dużą liczbę zmiennych, które są uważane za częściowo skorelowane ze wzrostem gospodarczym, jednak kwestia odporności tych korelacji na dodawanie innych zmiennych kontrolnych pozostała nierozwiązana. Ze względu na to zastrzeżenie i ilość literatury poświęconej determinantom wzrostu, przegląd ten jest ograniczony do wpływu infrastruktury na wzrost gospodarczy.

Badania teoretyczne nad wzrostem można podzielić na modele neoklasyczne oraz endogeniczne. Głównym założeniem teorii neoklasycznej są malejące przychody z kapitału i pracy. Założenie to ma dwie konsekwencje. Po pierwsze akumulacja danego czynnika produkcji powinna wyjaśniać tylko wahania wzrostu gospodarczego wokół stałej stopy wzrostu. Po drugie, przy danej stopie oszczędności, biedne kraje mogą rosnąć szybciej niż kraje bogatsze, co w dłuższej perspektywie powoduje konwergencję dochodów *per capita* między krajami. Różnica w długoterminowym wzroście PKB na mieszkańca w poszczególnych krajach

nie może być zatem wyjaśniona przez wzrost oszczędności lub inwestycji, lecz przez egzogeniczną stopę postępu technologicznego. W tym ujęciu dodatni szok egzogeniczny w infrastrukturze, działający tak jak nowa technologia, czy wzrost stopy zwrotu z kapitału, zwiększa poziom inwestycji. Inwestycje zwiększają zasób kapitału, a wraz ze wzrostem jego ilości zmniejsza się jego produktywność, co przywraca równowagę w kapitale na zatrudnionego przy wyższym poziomie dochodu. Jeżeli infrastruktura jest tylko jednym z rodzajów kapitału fizycznego z malejącymi przychodami, inwestycje infrastrukturalne nie przyczyniają się do długoterminowego wzrostu gospodarczego, lecz są raczej konsekwencją wzrostu. Wówczas źródeł wzrostu gospodarczego należy szukać gdzie indziej. Dla porównania modele endogeniczne podejmują próbę wykazania, że poziom infrastruktury publicznej może mieć wpływ na długoterminowy wzrost. Na przykład w modelu wzrostu endogenicznego Canning i Pedroni [2004] udowadniają, że pozytywne szoki w zasobach infrastruktury zwiększają w długim okresie dochód na mieszkańca, o ile gospodarka jest poniżej optymalnego poziomu infrastruktury.

Najczęściej w literaturze przedmiotu przyjmuje się, że infrastruktura jest elementem funkcji produkcji. To włączenie do funkcji produkcji może się dokonać na dwa sposoby. Po pierwsze zasób kapitału zgromadzonego w infrastrukturze może bezpośrednio wchodzić w skład funkcji produkcji jako kolejny z czynników produkcji. Po drugie zasób ten może wpływać na produktywność pozostałych czynników produkcji. Wówczas funkcja produkcji może przyjąć następującą ogólną formę:

$$Y_t = A_t(I_t) f(K_t, L_t, I_t),$$

gdzie:

Y_t – realny produkt,

K_t – zasób kapitału,

L_t – zasób pracy,

I_t – zasób infrastruktury,

A_t – produktywność czynników produkcji.

Bezpośrednim skutkiem wzrostu ilości infrastruktury publicznej jest zwiększenie produktywności pozostałych czynników produkcji takich, jak kapitał czy praca. Ponieważ w funkcji produkcji czynniki te są komplementarne, wzrost ilości jednego czynnika prowadzi do zwiększenia produktywności pozostałych. Zwiększenie tej produktywności może prowadzić do zwiększenia prywatnych inwestycji, które staną się bardziej opłacalne. Innym efektem, mającym wpływ na inwestycje, jest zmniejszenie kosztów dostosowań kapitału – obecność odpowiedniej infrastruktury technicznej ułatwia i przyspiesza inwestowanie w obliczu szoku produkcyjnego. Te pozytywne skutki mogą ulec zwielokrotnieniu przy obecności

efektów skali – na przykład efektów uczenia się (*learning by doing*) oraz transferu wiedzy i doświadczenia (*spillovers*), a przede wszystkim zjawiska akceleracji inwestycji. Na poparcie tych zjawisk istnieją publikacje dowodzące, że kraje o niskiej stopie kapitału publicznego mają największy krańcowy produkt kapitału [Demetriades i Mamuneas 2000].

Innym pozytywnym skutkiem inwestycji w infrastrukturę może być ucieczka z „pułapki ubóstwa”. Prywatne decyzje inwestycyjne są zazwyczaj oparte na dostępności publicznych usług infrastrukturalnych. Wprowadzenie tego do prostego modelu wzrostu [Acconcia 2000] z usługami publicznymi z efektem ograniczonego zasobu kapitału publicznego daje efekt właśnie takiej pułapki – niskiego poziomu rozwoju z niskim poziomem infrastruktury, który nie pozwala na wzrost poziomu kapitału prywatnego i wydobyć się z pułapki ubóstwa. W pewnych okolicznościach jednak wzrost inwestycji w publiczną infrastrukturę może przerwać ten mechanizm, podnieść produktywność kapitału prywatnego i doprowadzić do przejścia do wyższej równowagi przy wyższym poziomie dochodu i infrastruktury. W przypadku krajów najbiedniejszych rola infrastruktury powinna sprzyjać powstaniu sektora pozarolniczego, zwiększając jednocześnie płace w sektorze rolniczym [Easterly i Levine 1995].

Malejące przychody z inwestycji w kapitał mogą również dotyczyć inwestycji w infrastrukturę. Infrastruktura, która jest niewykorzystana, ponieważ moment jej oddania do użytku następuje już po spadku popytu na nią, zapewnia zerowy poziom zwrotu z inwestycji. Jest to szczególnie widoczne w wielu krajach, które w następstwie niespodziewanej recesji doświadczyły zjawiska porzuconej infrastruktury technicznej. Na przykład podczas kryzysu finansowego w 1997 roku, kiedy zapotrzebowanie na energię elektryczną spadło, liczne inwestycje energetyczne w rejonie południowo-wschodniej Azji okazały się niepotrzebne.

W krótkim okresie wzrost zasobu kapitału publicznego w infrastrukturę może mieć negatywny wpływ na poziom produkcji, o ile zajdzie efekt wypierania inwestycji prywatnych. Ten krótkookresowy skutek wypierania może przełożyć się na negatywne skutki dla wzrostu długookresowego, jeśli spadek akumulacji kapitału prywatnego potrwa dłużej w czasie. Efekt wypierania może przybierać różne formy. Na przykład jeżeli sektor finansów publicznych pieniądze na rozwój kapitału zdobywa poprzez zwiększanie podatków o dużej bezpowrotnej stracie dobrobytowej, spowoduje to zmniejszenie oczekiwanej stopy zwrotu netto kapitału prywatnego, co może obniżyć skłonność do inwestowania. Podobne lub nawet bardziej szkodliwe skutki mogą wystąpić, jeśli wzrost publicznych wydatków infrastrukturalnych zostanie okupiony wzrostem zadłużenia państwa na krajowych rynkach finansowych. Efektem takich działań w wyniku jednej z powyższych rodzajów polityki jest wzrost długookresowych krajowych stóp procentowych lub większe racjonowanie kredytów dla sektora prywatnego. Ponadto jeżeli ta ekspansja inwestycji publicznych finansowana deficytem budzi obawy

o stabilność długu publicznego w czasie i wzmacnia oczekiwania dotyczące przyszłych wzrostów inflacji i opodatkowania, może to wywołać wyraźny wzrost premii za ryzyko osadzone w stopach procentowych. Wysokie zadłużenie także działa niekorzystnie na politykę makroekonomiczną państwa, sprzyja niestabilności i dalszemu wypieraniu inwestycji. Ryzyko bankructwa tym spowodowane może przyczynić się do obniżenia efektywności inwestycji prywatnych i ich produktywności, a tym samym wzrostu gospodarczego [Goczek 2010]. Poprzez podniesienie kosztów pożyczek i negatywy wpływ na spodziewane stawki podatku od zysku z kapitału prywatnego, wzrost postrzeganego ryzyka niewykonania płatności z tytułu długu publicznego może ograniczyć tempo akumulacji kapitału prywatnego. W szczególności inwestorzy prywatni mogą skorygować w dół plany inwestycyjne ze względu na przewidywane podwyżki stawek podatkowych na pokrycie wzrostu publicznych inwestycji.

W zasadzie efekt wypierania związany z infrastrukturą publiczną powinien być krótkookresowy, o ile wzrost kapitału publicznego przełoży się na faktyczny wzrost produkcji w średnim i długim okresie. Wówczas pożyczki rządowe mogą zostać sfinansowane w wyniku wyższych wpływów z podatków. Jednakże skutki takich działań fiskalnych mogą również utrzymywać się dłużej niż krótkookresowe efekty wypierania i mieć w dłuższej perspektywie negatywny wpływ na wzrost gospodarczy. Na przykład jeśli wzrost stawek podatkowych tworzy trwałe zachęty do oszustw podatkowych i korupcji, niższe zasoby mogą trwale ograniczyć zdolność rządu do inwestowania w infrastrukturę i w innych obszarach w przyszłości lub nie dadzą możliwości zapewnienia odpowiedniego utrzymania publicznie zgromadzonego kapitału. Jeśli tak, to mimo już wcześniej wspomnianego efektu komplementarności czynników produkcji, zwiększenie infrastruktury publicznej może paradoksalnie pogorszyć, zamiast wesprzeć wzrost gospodarczy.

Opublikowane w literaturze wyniki oszacowań wpływu infrastruktury na wzrost są niejednoznaczne, zwłaszcza przy rozważaniu infrastruktury jako standardowego czynnika produkcji. Wcześniejsze badania (takie jak: [Aschauer 1989, 1990]) powstawały przy użyciu stosunkowo uproszczonych technik ekonometrycznych w celu zbadania wpływu zwiększenia ilości infrastruktury. Późniejsze użycie bardziej odpowiednich technik ekonometrycznych wykazało, że oszacowane korelacje były losowe w opisanym zbiorze danych.

Trudno wskazać wystarczająco wiarygodne dowody na pozytywny i statystycznie istotny wpływ infrastruktury na wzrost gospodarczy w długim okresie. Kierunek przyczynowości nie jest do końca poznany [Cadot, Roller i Stephan 2006]. Na przykład Easterly i Rebelo [1993] przedstawiają pozytywny wpływ inwestycji w transport i łączność na wzrost gospodarczy, podobnie jak Canning, Fay i Perotti [1994] wskazują na pozytywny wpływ liczby telefonów na wzrost gospodarczy. Natomiast Tatom [1991], Holtz-Eakin i Shwartz [1995] oraz Garcia-Mila, McGuire i Porter [1996] sugerują, że istnieje niewiele dowodów na do-

datni wpływ infrastruktury na wzrost, zwłaszcza gdy efekty specyficzne dla krajów zostaną uwzględnione przy estymacji.

2. Badanie empiryczne

Biorąc pod uwagę dodatnie i ujemne strony publicznych inwestycji infrastrukturalnych, które zostały wymienione w dyskusji powyżej, możemy oczekiwać sprzecznych wpływów wzrostu infrastruktury na wzrost gospodarczy. Rozłożenie tych skutków na różnych poziomach zasobu infrastruktury może nie być jednakowe i można się spodziewać istnienia zależności nieliniowej, polegającej na istnieniu pewnego optymalnego poziomu infrastruktury. Poniżej tego poziomu inwestycje w infrastrukturę przynoszą wzrost gospodarczy, a powyżej tego wzrostu nie przynoszą. W celu oszacowania możliwości istnienia takiej zależności od zestawu zmiennych dołączono zmienne podniesione do kwadratu.

Standardowy panelowy model wzrostu gospodarczego można zapisać w postaci ogólnej w następujący sposób:

$$y_{i,t} = \sum_{t=1}^p \alpha_1 y_{i,t-1} + \beta_0 + \beta_1 x_{i,t-1} + \beta_2 z_{i,t-1} + u_{it} \quad \text{dla } t=1+p, T,$$

gdzie:

y_{it} – PKB *per capita* w kraju i oraz w czasie $t = 1, 2, \dots, T$,
 x_{it} – wektor z góry ustalonych zmiennych kontrolnych,
 z_{it} – wektor zmiennych egzogenicznych,
 β_j dla $j = 0, 1, 2$ oraz α_j dla $j = 1, 2, \dots, p$ – współczynniki regresji spełniające nierówność

$$\left| \sum_{t=1}^p \alpha_1 \right| \leq 1.$$

W tej specyfikacji wyrażenie błędu ma następującą strukturę:

$$u_{it} = \eta_{it} + v_{it},$$

gdzie:

η_{it} – błąd losowy charakterystyczny dla poszczególnych krajów,
 v_{it} – błąd o właściwościach i.i.d.

Wówczas standardowe oszacowane równania wzrostu ma następującą formę:

$$\Delta y_{it} = \gamma_t + (\alpha - 1)y_{i,t-1} + x'_{it} \beta + \eta_{it} + v_{it} \quad \text{dla } i=1, \dots, N \text{ i } t=3, \dots, T,$$

gdzie:

- Δy_{it} – różnica logarytmów PKB na mieszkańca pomiędzy okresami,
- $y_{i,t-1}$ – logarytm PKB *per capita* na początku okresu,
- x_{it} – wektor cech mierzonych w trakcie lub na początku okresu,
- η_{it} – efekty nieobserwowalne dla poszczególnych krajów, które na przykład odzwierciedlają różnice w początkowym poziomie wydajności,
- γ_t – efekty specyficzne dla danego okresu, które przedstawiają zmiany wydajności z okresu na okres, wspólne dla wszystkich krajów, mogą one również odzwierciedlać błędy pomiarowe dla danego kraju i okresu.

Wymiar czasowy danych w panelu wzrostu gospodarczego jest zwykle uśredniany w okresach o długości 5 lub 10 lat w celu uniknięcia wpływu krótkoterminowych cykli koniunkturalnych, które w perspektywie danych rocznych mogłyby wpłynąć na oszacowanie konwergencji [Bond, Hoeffler i Temple 2001]. Próba krajów użyta w badaniu obejmuje lata 1975–2005. Oznacza to, że maksymalny wymiar czasu niebilansowanego panelu to 30 lat. Z tego względu dane zostały podzielone na sześć pięcioletnich okresów. Próba obejmuje ponad 150 krajów – tylko kraje o populacji poniżej 200 tysięcy zostały wykluczone ze zbioru danych. Poniżej przedstawiono opis zbioru danych i ich źródeł.

Opis zmiennych i źródeł danych w modelu

- Wzrost – pierwsza różnica logarytmu PKB *per capita* PKB *per capita* mierzony w dolarach bieżących [WDI 2009]
- L.lgdp – pięcioletnie opóźnienie średniej PKB *per capita* [WDI 2009]
- Inv – inwestycje jako procent PKB [WDI 2009]
- Linfl – logarytm wskaźnika inflacji, deflator PKB [WDI 2009]
- Lvar – wariancja kursu walutowego w przedziałach miesięcznych [IFS 2009]
- Debt – dług zagraniczny jako procent PKB [WDI 2009]
- Edukacja – średnia lat szkoły, wśród ludności w wieku 25 lat i powyżej, obu płci, dane uzyskane z: [Barro i Lee 2000]
- FDI – napływ netto bezpośrednich inwestycji zagranicznych jako procent PKB [WDI 2009]
- Llife – przewidywana długość życia w latach [WDI 2009]
- Lopen – otwartość rynku mierzona stosunkiem eksportu i importu do PKB [WDI 2009]
- Gov – konsumpcja rządowa [WDI 2009]
- Lpop – stopa wzrostu liczby ludności [WDI 2009]
- Road – liczba kilometrów dróg utwardzonych na mieszkańca [WDI 2009]

Rail	– liczba kilometrów dróg kolejowych na mieszkańca [WDI 2009]
Tel	– liczba abonentów telefonii stacjonarnej i komórkowej na jednego mieszkańca [WDI 2009]

Badanie rozpoczęto od oszacowania empirycznego dwóch modeli będących punktem odniesienia dla pozostałych wyników. Pierwszym z nich jest model neoklasyczny, drugim model gospodarki otwartej. W tabeli 1 przedstawiono dwa zestawy wyników dwóch modeli będących punktem odniesienia do badania wpływu infrastruktury na wzrost. Oba modele przynoszą wyniki zgodne z literaturą przedmiotu. Po pierwsze mamy do czynienia z warunkową konwergencją, czyli zjawiskiem doganiania krajów biedniejszych, uwzględniając ich odmienne początkowe wyposażenie w kapitał w jego różnych formach. Po drugie stwierdzono istotność środowiska makroekonomicznego – zmienne dotyczące stabilności wewnętrznej i zewnętrznej okazały się istotne i spodziewanych znaków. Także oszacowania zmiennych dotyczących otwartości gospodarki były zgodne z oczekiwaniem. Po trzecie oszacowanie wpływu stopy inwestycji na wzrost gospodarczy dało współczynnik dodatni i istotny statystycznie.

W pierwszej kolumnie zaprezentowano wyniki oszacowania modelu neoklasycznego, w drugiej – wyniki oszacowania standardowego modelu gospodarki otwartej.

Wiele modeli teoretycznych przewiduje, że powinien istnieć pozytywny związek między długoterminowym tempem wzrostu PKB na głowę a udziałem w dochodzie narodowym inwestycji w kapitał trwały i kapitał ludzki. Przewidywanie to znajduje potwierdzenie również i w tym badaniu. Współczynnik stopy inwestycji był istotny statystycznie i dodatni we wszystkich specyfikacjach modeli. Zgodnie z teorią konwergencji można oczekiwać spowolnienia tempa wzrostu wraz z wyższym poziomem dochodu. Oczekiwanie to zostało potwierdzone. Przechodząc do opisu innych zmiennych, konsumpcja publiczna okazała się istotnie i negatywnie skorelowana ze wzrostem *per capita*, co potwierdza istnienie efektu wypierania konsumpcji prywatnej przez wydatki rządowe. Inflacja i zmienność kursu walutowego, które były używane jako *proxy* dla stabilności makroekonomicznej, nie okazały się istotne. Przechodząc do czynników charakterystycznych dla gospodarki otwartej – udział inwestycji zagranicznych w przeciwieństwie do otwartości handlowej okazał się nieistotny. Szacuje się, że ten ostatni współczynnik ma spodziewane dodatnie znaki i ma duże znaczenie w skali gospodarczej.

Po oszacowaniu obu modeli odniesienia zbadano wpływ infrastruktury na wzrost gospodarczy. Następnie do modelu gospodarki otwartej dodano zmienne obrazujące miary różnego rodzaju infrastruktury technicznej. Do miar tych należą: liczba dróg w kilometrach, liczba linii kolejowych oraz linii telefonicznych. Wszystkie miary zostały przeliczone na mieszkańca, co odpowiada teoretycznej koncepcji kapitału na mieszkańca.

Tabela 1. Wyniki uzyskane na podstawie modelu neoklasycznego (1) i gospodarki otwartej (2)

	1	2
L,lgdp	-,2990255*** (,0617249)	-,2679749*** (,0420722)
Inv	,0061993*** (,00127)	,0076349*** (,0018717)
Lpop	-,0113331 (,009062)	-,0058262 (,0087865)
Linfl		-,008938 (,0093534)
Llife		-,0170808 (,0933553)
Lvar		,0001219 (,0092352)
Lopen		,0775609** (,0250405)
FDI		,0025626 (,0019625)
Gov		-,0063304** (,0023629)
Time=2	-,1254272*** (,0228975)	,0197981 (,0194114)
Time=3	-,1023356*** (,0180416)	,0112465 (,0105156)
Time=4	-,0716912*** (,0197981)	,0255539 (,0141157)
Time=5	-,0196114 (,0128628)	,0486101* (,0188276)
Time=6	,0234534 (,0344141)	,0680921* (,0268201)
Constant	2,466478*** (,5464924)	2,295509*** (,4898812)
R-squared	,3540133	,4832784
N, of cases	713	548

Uwagi: W nawiasach podano błędy standardowe, *** oznacza istotność na poziomie 1%, ** oznacza istotność na poziomie 5%, * na poziomie 10%.

Należy podkreślić, że bezpośrednie porównanie różnych modeli nie zawsze jest możliwe. Jest to spowodowane różną wielkością próby ze względu na dostępność danych. W odpowiedzi na to prawdopodobieństwo krytyki, w dodatkowym badaniu oszacowanie zostało ograniczone do próby krajów, dla których była dostępna minimalna liczba danych. Ograniczenie to zmniejszyło próbę do 121 krajów, lecz wyniki nie uległy znaczącej zmianie.

Z przeprowadzonego badania można wyciągnąć następujące wnioski. Po pierwsze wpływ inwestycji infrastrukturalnych na wzrost gospodarczy jest nieistotny. Wynik ten można zaobserwować w kolejnych kolumnach tabeli 2. We wszystkich testowanych specyfikacjach zmienne takie jak liczba dróg, linii kolejowych i telefonicznych były nieistotne.

Wyniki te zostały dodatkowo przetestowane za pomocą innych zmiennych kontrolnych, lecz z braku miejsca nie zostały zaprezentowane. Testowane zmienne kontrolne obejmowały wśród innych edukację, średnią długość życia, zadłużenie zagraniczne. Na przykład średnia długość życia, wybrana w celu endogenizacji stopy inwestycji, okazała się nieistotna. W związku z tym nie ma dowodów, że nawet znaczny wzrost średniej długości życia może doprowadzić do znacznego powiększenia wzrostu gospodarczego. Inną testowaną zmienną kontrolną była edukacja – średnia lat nauki w danej populacji w danym kraju pochodząca ze zbioru danych Barro i Lee [2000]. Współczynnik regresji przy edukacji był znaczący, jednak bezpośrednie znaczenie dla wzrostu jest niewielkie z powodu braku istotności statystycznej. Można się zastanawiać, czy powodem jest faktyczny brak związku przyczynowo-skutkowego, czy też niedoskonałość przyjętego sposobu szacowania zależności pomiędzy aktualnymi zmianami w edukacji a wzrostem, podczas gdy efektów zmian w edukacji można oczekiwać dopiero po wielu latach w stosunku do faktycznej zmiany. Opóźnianie tej zmiennej, a także próby użycia innych zmiennych nie przyniosły zmiany wyniku.

Najpierw przetestowano często wysuwaną hipotezę, że inwestowanie w infrastrukturę jest korzystne do pewnego nieprzekraczalnego poziomu. Innymi słowy, zbadano, czy zależność pomiędzy wzrostem a infrastrukturą jest liniowa. Dodanie do zestawu potęg zmiennych dotyczących infrastruktury pozwoliło zweryfikować tę hipotezę. Zmienne te okazały się istotne, co sugeruje, że faktycznie zależność ta ma charakter nieliniowy. Kolejne kolumny tabeli 3 prezentują wyniki tego oszacowania. Wyniki potwierdzają tę hipotezę. Włączenie tych zmiennych do modelu odniesienia spowodowało co prawda wahania istotności niektórych zmiennych kontrolnych, lecz nie ma to wpływu na wnioski z badania. Niestety brak miejsca uniemożliwia pokazanie wszystkich testowanych zmiennych kontrolnych, dlatego w tabeli 3 przedstawiono tylko najciekawsze wyniki dotyczące nieliniowości.

Na koniec dyskusji nad wynikami empirycznymi można wspomnieć, że jednym z celów badania jeszcze przed jego rozpoczęciem było sprawdzenie przyczynowości w sensie Grangera.

Tabela 2. Wyniki uzyskane z użyciem zmiennych infrastrukturalnych

	1	2	3	4
L.lgdp	-,4622205** (,1395337)	-,2702112*** (,0418982)	-,357166*** (,0793884)	-,3974727*** (,0872111)
Inv	,0084237** (,0027918)	,0078794*** (,0019017)	,0104985*** (,0019537)	,0058536** (,0018592)
Lpop	-,0015999 (,0096949)	-,0076591 (,0097583)	-,0066984 (,009845)	-,0058229 (,0119805)
Linfl	-,0286176* (,0120409)	-,009526 (,0094507)	-,0286537* (,0130807)	-,0004593 (,0099618)
Llife	,4781782 (,2479821)	-,0230145 (,0932856)	,2765269 (,170292)	,1242623 (,1095057)
Lvar	,0052455 (,0054636)	-,0000674 (,0092378)	,0101812 (,0099749)	-,0019519 (,0047846)
Lopen	,1647593* (,0643158)	,0784215** (,0260391)	,1213601* (,0466134)	,0780072 (,0448558)
FDI	,0084426*** (,0023693)	,0022365 (,0019683)	,0003845 (,0029046)	,0075793*** (,0022135)
Gov	-,0067979 (,0047104)	-,0068671** (,0024343)	-,0080085* (,0040384)	-,0070473*** (,0020188)
Time=2	-,0607117 (,0450683)	-,0467547 (,0296298)	-,0766166* (,0311657)	-,0669558 (,0364747)
Time=3	-,0420531 (,0319956)	-,0357223 (,0258544)	-,074415** (,0277962)	-,0501896 (,0257907)
Time=4	-,0250408 (,0251452)	-,0243021 (,0237656)	-,0470873 (,027395)	-,0358993 (,0227758)
Time=5	-,0011562 (,0159237)	-,00892 (,014474)	-,0282484 (,0179898)	,001656 (,0151018)
Time=6	,0120921* (,0248201)	,0224534 (,0324141)	,0120921* (,0148281)	,0234232 (,0421231)
tel	-,003543 (,0145805)	,0178207 (,0130595)		
rail	-2,535604 (4,119358)		-,0184952 (2,388825)	
road	-,0465484 (,0751287)			-,0128307 (,0290792)
Constant	2,178525* (,9822432)	2,383136*** (,5120167)	2,070534** (,6758346)	2,853454*** (,761795)
R-squared	,6766665	,4821858	,5524873	,5957492
N, of cases	216	545	334	355

Uwagi: W nawiasach podano błędy standardowe, *** oznacza istotność na poziomie 1%, ** oznacza istotność na poziomie 5%, * na poziomie 10%.

Tabela 3. Wyniki uzyskane przy założeniu nieliniowej zależności między wzrostem a infrastrukturą

	1	2	3
L.lgdp	-,2851131*** (,0435907)	-,3549674*** (,0791263)	-,3974386*** (,0872681)
Inv	,0081111*** (,0019468)	,0101291*** (,0019152)	,0058446** (,0018836)
Lpop	-,0044814 (,0073848)	-,0147572 (,0077163)	-,0058313 (,01201)
Linfl	-,0086535 (,0090479)	-,0287274* (,01302)	-,0004263 (,0100398)
Llife	-,012139 (,0949496)	,2772961 (,1637258)	,1245453 (,1098821)
Lvar	-,0006867 (,0087923)	,0109976 (,0099902)	-,0019509 (,0047869)
Lopen	,079305** (,0267282)	,1281079** (,0460405)	,0780358 (,0448701)
FDI	,0015387 (,0021728)	,00077 (,0027872)	,0075832*** (,0022221)
Gov	-,0069629** (,0024015)	-,0079223 (,0040494)	-,0070561*** (,0020429)
num5==2	-,0208683 (,0280146)	-,069192* (,0304177)	-,0668273 (,0365055)
num5==3	-,0118496 (,0242636)	-,0700864* (,0269435)	-,0501724 (,0258087)
num5==4	-,0053741 (,0214665)	-,0439883 (,0266404)	-,035876 (,0227763)
num5==5	-,0025565 (,013106)	-,024101 (,0173818)	,0016257 (,0151351)
tel	,1093872** (,0398959)		
telssq	-,0293581** (,0107366)		
rail		-9,224315* (3,597132)	
railsq		97,60681*** (24,449)	
road			-,0098387 (,0654875)
roadsq			-,0007766 (,0136074)
Constant	2,426384*** (,5088991)	2,118052** (,6429424)	2,851369*** (,7615462)
R-squared	,4954629	,5698908	,595753
N, of cases	545	334	355

Uwagi: W nawiasach podano błędy standardowe, *** oznacza istotność na poziomie 1%, ** oznacza istotność na poziomie 5%, * na poziomie 10%.

Innymi słowy, zbadanie, które zmienne „powodowały” kształtowanie się innych zmiennych. Z powodu braku korelacji pomiędzy wzrostem a różnymi miarami obecności infrastruktury w danym kraju takie przedsięwzięcie wydaje się bezcelowe.

Wnioski

W artykule przedstawiono dyskusję dotyczącą literatury poświęconej wpływowi infrastruktury na wzrost gospodarczy. Przeprowadzono badanie empiryczne oraz przedstawiono jego wyniki: wyższy poziom infrastruktury nie ma liniowego wpływu na wzrost gospodarczy, lecz ma on charakter odwróconej paraboli. Wynik ten niesie ze sobą poważne konsekwencje. Efekt inwestycji w zasoby infrastrukturalne nie jest tak oczywisty, jak zdawałyby się to sugerować apele wielu ekonomistów i polityków domagających się przyspieszenia inwestycji infrastrukturalnych oraz oczekiwania opinii publicznej postulującej jak najszybszą budowę nowych dróg i autostrad, motywując ten wynik korzyściami dla rozwoju gospodarczego. Minimalny zasób infrastruktury wydaje się koniecznym warunkiem rozwoju, ale dalsze zwiększanie jej zasobów nie ma znaczenia dla rozwoju gospodarczego, co udowodniono w badaniu empirycznym. Przeznaczając olbrzymie środki publiczne na ten cel, być może pomija się bardziej produktywne sposoby alokacji tych zasobów w innych zastosowaniach będących domeną zarówno inwestycji państwa, jak i prywatnych inwestorów. Oczywiście nie wyklucza to potrzeby budowania nowych autostrad, kolei czy linii telefonicznych, należy mieć jednak na uwadze, że charakter tych wydatków ma raczej specyfikę konsumpcyjną niż bezpośrednio służy rozwojowi gospodarczemu. Tłumacząc wynik w inny sposób: skutki inwestycji infrastrukturalnych dają takie same efekty, jak innych inwestycji w kapitał. Po przekroczeniu pewnego ich poziomu wzrastają wydatki amortyzacyjne, co ogranicza wzrost dochodu na mieszkańca do poziomu długookresowego determinowanego przez postęp technologiczny. Prawdopodobnie dzieje się tak zwłaszcza na wyższych poziomach dostępności infrastruktury na mieszkańca w danym kraju, co pozwala wskazać dalszy kierunek badań empirycznych.

Bibliografia

- Aschauer, D., 1989, *Is public expenditure productive?* Journal of Monetary Economics Vol. 23, s. 167–200.
- Aschauer, D., 1990, *Highway capacity and economic growth*, Economic Perspectives vol. 14, No. (1), s. 14–24.

- Acconcia, A., 2000, *On growth and infrastructure provision*, Research in Economics vol. 54, No. 2, s. 215–234.
- Barro, R., 1991, *Economic growth in a cross section of countries*, Quarterly Journal of Economics, May.
- Barro, R., Lee, J., 2000, *International data on educational attainment: Updates and implications*, CID Working Paper No. 42.
- Barro, R., Sala-i-Martin, X., 2004, *Economic Growth*, MIT Press, Cambridge MA.
- Bond, S., Hoeffler, A., Temple, J., 2001, *GMM estimation of empirical growth models*, Economics Papers 2001-W21, Economics Group, Nuffield College, University of Oxford.
- Cadot, O., Roller, L.H., Stephan, A., 2006, *Contribution to productivity or pork barrel? The two faces of infrastructure investment*, Journal of Public Economics, Elsevier, vol. 90(6–7), s. 1133–1153.
- Canning, D., Pedroni, P., 2004, *The Effect of Infrastructure on Long Run Economic Growth*, Harvard University.
- Caselli, F., Esquivel, G., Lefort, F., 1996, *Reopening the convergence debate: A new look at cross-country growth empirics*, Journal of Economic Growth No. 1, s. 363–389.
- Demetriades, P., Mamuneas, T., 2000, *Intertemporal output and employment effects of public infrastructure capital: Evidence from 12 OECD economies*, Economic Journal vol. 110, s. 687–712.
- Easterly, W., Levine, R., 1995, *Africa's growth tragedy: A retrospective, 1960–89*, Policy Research Working Paper Series 1503, The World Bank.
- Easterly, W., Rebelo, S., 1993, *Marginal income tax rates and economic growth in developing countries*, European Economic Review vol. 37(2–3), s. 409–417.
- Easterly, W., Rebelo, S., 1994, *Policy, technology adoption, and growth*, NBER Working Papers 4681, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Garcia-Mila, T., McGuire, T., Porter, R., 1996, *The effect of public capital in state level production functions reconsidered*, Review of Economics and Statistics vol. 78, s. 177–180.
- Goczek, Ł., 2010, *Dług, wzrost i kryzys finansowy*, Prace i Materiały Instytutu Handlu Zagranicznego Uniwersytetu Gdańskiego 28/1, Uniwersytet Gdański.
- Holtz-Eakin, D., Shwartz, A.E., 1995, *Infrastructure in a structural model of economic Growth*, Regional Science and Urban Economics vol. 25, s. 131–151.
- IFS, 2009, *International Financial Statistics*, database published on CD-ROM by IMF, 2009, the International Monetary Fund.
- Mankiw, G., Romer, D., Weil, D., 1992, *A contribution to the empirics of economic growth*, Quarterly Journal of Economics No. 107, May, s. 407–437.
- Tatom, J., 1991, *Public capital and private sector performance*, Federal Reserve Bank of St. Louis Working Paper.
- WDI, 2009, *World Development Indicators*, database published on CD-ROM by the World Bank in Washington, 2009.

INFRASTRUCTURE AND GROWTH

Summary: The article presents a review of the literature on the impact of the variables used in the analysis of economic growth with an emphasis placed on the role of infrastructure in economic growth. Based on the discussion, an empirical study was conducted in the tradition of „growth factors” to illustrate the existing relationship between infrastructure and economic growth. The results from the study show that increasing the level of infrastructure does not have a linear effect on economic growth and this effect manifests itself as an inverted parabola. While a minimum stock of infrastructure seems to be a necessary condition for development, further increases in its stock do not increase economic growth, as demonstrated in the empirical study.