

KONWERCENCJA TECHNOLOGICZNA A POTENCJAŁ SPOŁECZNO-TECHNOLOGICZNY KRAJÓW UNII EUROPEJSKIEJ

Elżbieta Soszyńska

Instytut Stosowanych Nauk Społecznych, Uniwersytet Warszawski
e-mail: esosz@uw.edu.pl

Streszczenie: W artykule przedstawione są rezultaty estymacji szeregu modeli luki technologicznej dla weryfikacji następujących hipotez w UE27 w latach 1995-2009. Po pierwsze, wzrost TFP jest określany przez siłę procesu krajowych innowacji oraz szybkość imitacji. Po drugie, społeczno-technologiczny potencjał gospodarki określa rozmiary jej innowacji oraz możliwości eksploatacji imitacji. Po trzecie, trzy potencjalne determinanty wzrostu TFP, a mianowicie ICT, pracownicy z przygotowaniem uniwersyteckim oraz bariery regulacyjne mogą stanowić ważne stymulatory bądź bariery wzrostu produktywności.

Słowa kluczowe: ogólna produktywność czynników produkcji, luka technologiczna, innowacje, zdolność absorpcji

WPROWADZENIE

Timmer, Inklaar, O'Mahony i Van Ark [2010] przeprowadzając badania wzrostu gospodarczego w Europie w latach 1950 – 2006 doszli między innymi do konkluzji, że zróżnicowanie wzrostu produktywności pracy wśród krajów Unii Europejskiej w ostatnich dekadach jest głównie skutkiem różnic w efektywności, z jaką nakłady podstawowych czynników produkcji są wykorzystywane. Zjawisko to mierzone jest zwyczajowo wzrostem ogólnej produktywności czynników produkcji (total factor productivity- TFP).

W pracy na podstawie danych empirycznych weryfikowana jest jako główna hipoteza badawcza, iż na przełomie XX i XXI wieku w UE27 występowała konwergencja w technologii, zaś głównym jej mechanizmem były imitacje a nie innowacje. Hipotezami pomocniczymi, jest twierdzenie, że dla wprowadzenia gospodarki na ścieżkę wzrostu stymulowanego innowacjami, niezbędne jest

zbudowanie odpowiedniego potencjału społeczno-technologicznego kraju, a także wraz ze zbliżaniem się do światowej granicy czy też światowego obszaru najnowszych technologii rośnie rola szkolnictwa wyższego i przyjaznego klimatu dla zakładania i zamykania firm, czyli tak zwanego procesu deregulacji, natomiast maleje znaczenie w procesie generowania wzrostu TFP technologii ogólnego zastosowania, czyli nowych technologii komunikowania się.

W celu rozpoznania przyczyn występujących między krajami różnic stóp wzrostu TFP na ogół wykorzystuje się modele wzrostu TFP, których podstawy teoretyczne bazują na teorii luki technologicznej. Według tej teorii zacofanie w technologii krajów rozwijających się w odniesieniu do krajów liderów światowej technologii stanowi potencjał dla tych pierwszych, który względnie tanio można uruchomić w procesie doganiania [Gerschenkron, 1962]. Jednak potencjał ten można uaktywnić jedynie po spełnieniu pewnych warunków, które w literaturze przedmiotu nazywane są między innymi zdolnością do absorpcji innowacji. W modelu luki technologicznej wzrost TFP jest określany przez siłę krajowej działalności innowacyjnej oraz zakres i szybkość imitacji najlepszych technologii światowych, niezależnie gdzie zostały stworzone¹.

Porównanie poziomu i stopy wzrostu TFP po drugiej wojnie światowej w krajach Unii Europejskiej (UE) i USA prowadzi do wniosku, że od 1995 roku wzrost TFP znacznie został spowolniony w UE i odwrotnie przyspieszony w USA [Timmer i in. 2010]. Analizując powyższe tendencje Aghion i Howitt [2004] argumentują fakt zaistnienia tych rozbieżności między krajami UE i USA zdolnością czy też gotowością społeczno-technologiczną tych krajów do tworzenia innowacji i eksploatacji możliwości imitacyjnych. Między innymi w ich opinii tradycyjnie europejskie instytucje – w sensie reguł gry społeczno-ekonomicznej – w wyższym stopniu sprzyjają procesowi zmniejszania luki technologicznej niż generowania innowacji. Wśród argumentów wyróżniają poniższe. Systemy edukacji w Europie są bardziej nakierowane na przygotowanie zawodowe niż doskonalenia jakości kształcenia w szkołach wyższych. Rynki kapitałowe są w znacznie wyższym stopniu nastawione na współpracę z dużymi firmami inkubatorami niż start-up'ami. Regulacje rynku pracy raczej promują doskonalenie zawodowe, a wstrzymują proces realokacji siły roboczej między firmami. Zaś budowane systemy innowacji, w tym prawo w sferze ochrony patentowej oraz publiczne instytuty badawczo-rozwojowe stymulują tworzenie innowacji przyrostowych aniżeli przełomowych.

W celu zweryfikowania powyższych idei w pierwszym rozdziale tego przyczynku badawczego w standardowym modelu doganiania (catch-up model)

¹ Innowacje na ogół są definiowane jako nowe idee, pomysły w procesie tworzenia produktów, procesów i innej działalności firm, które prowadzą do zwiększenia wartości dodanej. W dalszej analizie przyjmuje się za innowacje nowość w stosunku do krajów, liderów w zakresie światowej technologii. W pozostałych przypadkach mamy do czynienia z imitacjami światowych technologii, ich kopiowaniem.

w technologii uwzględnione będą dodatkowe zmienne objaśniające, ilustrujące przede wszystkim różnice instytucjonalne, występujące w krajach UE27. Tego typu zmienne mogą wpływać na tempo procesu innowacji i szybkość imitacji technologii. W rozdziale drugim do modeli wprowadzone będą syntetyczne zmienne objaśniające, reprezentujące z jednej strony działalność innowacyjną i imitacyjną zaś z drugiej potencjał społeczno-technologiczny krajów jako podstawowe uwarunkowanie procesu generowania innowacji oraz absorpcji i adaptacji innowacji niezależnie od miejsca ich kreowania. Zarówno działalność innowacyjna jak imitacyjna oraz potencjał społeczno-technologiczny czy też gotowość społeczno-technologiczna są pojęciami wieloaspektowymi. Stąd też dla oszacowania tych potencjalnych zmiennych objaśniających wykorzystano analizę czynnikową. Ostatnia część opracowania zawiera wnioski z badań.

Badanie przeprowadzono na danych panelowych dla 27 krajów UE za okres 1995 – 2009 wyszczególniając trzy panele, a mianowicie dla lat: 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009. W celu zweryfikowania poszczególnych hipotez badawczych oszacowano kilkadziesiąt modeli ekonometrycznych, z których wyniki estymacji wybranych kilkunastu, w pełni poprawnie zweryfikowanych pod względem formalno-statystycznym, zamieszczono w poniższych tabelach.

MODEL LUKI TECHNOLOGICZNEJ W PROCESIE GENEROWANIA WZROSTU TFP

Podstawowym, wyjściowym modelem dla zweryfikowania wyżej wyszczególnionych hipotez badawczych, jest model o poniższej specyfikacji:

$$\text{growthTFP} = \beta(\text{gaptech}) + \gamma X + \delta X * \text{gaptech} + \varepsilon \quad (1)$$

gdzie: *growth TFP* – stopa wzrostu ogólnej produktywności czynników produkcji; *X* – oznacza jedną spośród szeregu potencjalnych determinant wzrostu TFP, będących w kręgu zainteresowań makropolityków; β – podstawowy parametr modelu, za pomocą którego szacuje się wagę imitacji technologii w procesie wyjaśniania zmian w TFP, która zależy od rozmiarów luki technologicznej; γ – reprezentuje bezpośrednie efekty czynnika *X* we wzroście TFP; δ – wskazuje, czy zmienna objaśniająca *X* skutkuje większym efektem we wzroście TFP w krajach, które znajdują się bliżej światowej granicy technologicznej (ocena ujemna parametru) czy też dalej (ocena dodatnia). ε - zmienna losowa modelu.

Zgodnie z teorią wzrostu endogenicznego oraz teorią Schumpetera przyjmuje się, że podstawową determinantą wzrostu TFP na przełomie XX i XXI wieku są innowacje. Są one wynikiem kompleksowego łańcucha działań, a zatem nie są bezpośrednio mierzalne [Greenhalgh i in. 2010]. Mierzy się ich zmiennymi symptomatycznymi w postaci nakładów bądź efektów, ewentualnie zmiennymi syntetycznymi. Jako często wykorzystywanymi w badaniach zmiennymi symptomatycznymi innowacji są: udział wydatków na B+R w PKB bądź patenty.

Dosyć powszechnie spotykanym w literaturze poglądem badaczy - zajmujących się oddziaływaniem jakościowych czynników na wzrost gospodarczy - jest hipoteza, że informacje oraz nowe technologie komunikowania się (information and technology communication - ICT) są jednym z podstawowych stymulatorów wzrostu TFP, czyli pośredniego kanału kształtowania wzrostu gospodarczego. Zakłada się, że największy udział we wzroście produktywności pracy ma ICT. Teza ta bazuje na założeniu, że ICT generują pozytywne efekty zewnętrzne, w postaci komplementarnych inwestycji, zmian organizacyjnych czy też efektów sieciowych. Jest to teza wysoce dyskusyjna, gdyż dowody na występowanie tych efektów mają charakter niejednoznaczny. W wielu modelach ekonometrycznych zakłada się również, że źródłem wzrostu TFP są efekty zewnętrzne uzyskane z tytułu wysokich kwalifikacji siły roboczej. Vandebusseche i inni [2006] przedstawili model, w którym gospodarki z większym udziałem pracowników z edukacją uniwersytecką wykazywały wyższą stopę innowacji, którą to zależność wyjaśniali faktem, iż wysoko kwalifikowana siła robocza stwarza relatywnie większe korzyści w działalności innowacyjnej niż imitacyjnej.

Inną zmienną, na którą w kontekście stymulowania wzrostu TFP zwracane jest zainteresowanie, jest czynnik konkurencyjności. Pewna grupa badaczy, na podstawie wyników badań empirycznych, dochodzi do konkluzji, że zależność między stopą wzrostu TFP a konkurencyjnością nie jest liniowa [Timmer i in. 2010, str. 248].

Tabela 1. Innowacje, imitacje a wzrost TFP w Unii Europejskiej w latach 1995-2009.
Zmienna objaśniana: stopa wzrostu TFP. Modele panelowe z efektami stałymi.

Zmienne objaśniające, parametry struktury stochastycznej	M O D E L E				
	I	II	III	IV	V
gaptech	0,536***	0,664***	0,574***	0,515***	0,432***
R&D		-0,014			
Patents			0,027	-0,308	0,239*
Gaptechpatents				0,346	
Inw					0,091
Govexp					-0,410***
N	81	81	81	81	81
R ²	0,453	0,682	0,496	0,487	0,517
SkorR ²	0,432	0,665	0,470	0,452	0,478
D-W	1,920	1,926	1,928	1,911	2,008

Źródło: Obliczenia własne na podstawie – gaptech, inw z bazy Penn World Tables 7.0; govexp, patents z Eurostatu; R&D według World Development Indicators 2010, wzrost TFP według The Conference Board Total Economy Database January 2011, <http://www.conference-board.org/data/economydatabase/07.05.2011>.

Współczynniki regresji istotne statystycznie odpowiednio na poziomie: * - 0,1; **-0,05; ***- 0,01. Przeciętna stopa zmian TFP – odpowiednio z lat: 1995-1999; 2000-2004; 2005-2009. R&D – wskaźnik udziału wydatków ogółem na badania i rozwój w produkcji krajowym brutto, przeciętna wartość odpowiednio w latach: 1966-1999, 2000-2003, 2004-2007. Govexp – przeciętna wartość udziału wydatków rządowych w produkcji krajowym brutto w latach: 1997-1999, 2000-2003, 2004-2007. Inw – przeciętna wartość udziału wydatków inwestycyjnych ogółem w produkcji krajowym brutto w latach: 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009. Gaptech – odwrotność realnego produktu krajowego brutto per capita w przeliczeniu do produktu USA jako kraju lidera światowej technologii, odpowiednio dla lat: 1996, 2001, 2006. Patents – przeciętna liczba patentów, przyznawana przez USPTO, w przeliczeniu na milion mieszkańców, odpowiednio za lata: 1993-1996, 1997-2000, 2001-2004. Wzrost TFP – przeciętna stopa wzrostu ogólnej produktywności czynników produkcji za lata: 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009. Gaptechpatents – zmienna interakcyjna między luką technologiczną a patentami.

Modele ze względu na występowanie heteroskedastyczności estymowane są ważoną metodą najmniejszych kwadratów. Testem Kołmogorowa-Smirnowa sprawdzano, czy rozkład zmiennej losowej jest rozkładem normalnym. Weryfikowano jednorodność wariancji zmiennej losowej testem Goldfelda-Quandt. Liniowość modeli była sprawdzana testem serii. Dopasowanie modelu do danych empirycznych sprawdzano testem Fishera-Snedecora, zaś autokorelację testem Durбина-Watsona. Badanie istotności wpływu zmiennych objaśniających na zmienną objaśnianą przeprowadzono testem t-Studenta. Odporność współczynników regresji na zmiany specyfikacji modelu oraz zmiany próby statystycznej sprawdzono testem Levine'a. W tabelach zamieszczono wyniki estymacji modeli, których rozkład zmiennej losowej jest rozkładem normalnym, nie występuje autokorelacja reszt modelu pierwszego rzędu, model jest wystarczająco dobrze dopasowany do danych empirycznych oraz potwierdzony został wybór postaci funkcyjnej modelu testem serii, zaś współliniowość między zmiennymi objaśniającymi, mierzona czynnikiem inflacji wariancji (VIF) nie przekraczała 10. W celu zmniejszenia skutków problemu endogeniczności obserwacje wybranych zmiennych objaśniających zgromadzono dla początkowych lat panelu bądź z przesunięciem czasowym. Zastosowano pośrednią miarę luki technologicznej jako odwrotności relacji agregatowego PKB per capita w stosunku do analogicznego wskaźnika kraju z granicy technologicznej [Kubielas 2009, str.137]. Zamieszczone w tabelach oceny współczynników regresji są standaryzowane (wersja beta), a zatem są bezpośrednio porównywalne.

Wyniki estymacji modeli z tabeli 1 potwierdzają główną hipotezę badawczą postawioną we wprowadzeniu, że w latach 1995 – 2009 przeciętnie rzecz biorąc przy innych warunkach niezmiennych w krajach UE występowała konwergencja technologiczna, zaś jej podstawowym mechanizmem były imitacje. Oszacowane współczynniki regresji przy zmiennej gaptech są dodatnie i istotne statystycznie, co oznacza, że im większa jest odległość kraju od światowej granicy technologicznej, tym w wyższym stopniu za pomocą dyfuzji wiedzy zagranicznej stymulowany jest

wzrost TFP. Zmienną *gaptech* można nazwać zmienną konwergencji w technologii. W badanym okresie uchwycono pozytywny, ale skromniejszy rozmiarowo w porównaniu do imitacji, wpływ innowacji na wzrost TFP jedynie w przypadku V modelu (tabela 1), gdy kontrolowano rozmiary inwestycji jako symptomatyczną miarę potencjału technologicznego. Ocena współczynnika regresji przy zmiennej *patents* jest w modelu V dodatnia oraz istotna statystycznie. Przy braku kontroli potencjału społeczno-technologicznego nie odnotowano wpływu innowacji (zmiennie *B&R* oraz *patents*, modele I-IV tabela 1) na wzrost TFP w krajach UE w badanym okresie. Ponadto współczynniki regresji przy tych zmiennych są nieodporne na zmiany specyfikacji modelu bazowego.

Tabela 2. Efekty nowych technologii komunikacji, edukacji uniwersyteckiej oraz barier regulacyjnych we wzroście TFP UE27 w latach 1995-2009. Zmienna objaśniana: stopa wzrostu TFP. Modele panelowe z efektami stałymi.

Zmienne objaśniające	M O D E L E					
	I	II	III	IV	V	VI
<i>gaptech</i>	0,565***	0,231	0,544***	0,866***	0,713***	0,717*
<i>internet</i>	0,056	-0,277				
<i>gaptechinternet</i>		0,548***				
<i>tertiary</i>			-0,067	0,173		
<i>gaptechtertiary</i>				-0,387		
<i>regulation</i>					0,346***	-0,120
<i>gaptechregulation</i>						1,256***
N	81	81	81	81	81	81
R ²	0,453	0,485	0,480	0,433	0,471	0,505
SkorR ²	0,424	0,451	0,453	0,396	0,443	0,472
D-W	1,928	1,879	1,999	1,992	2,004	1,909

Źródło: obliczenia własne na podstawie: *Internet* – dane z Eurostatu, *tertiary* - z bazy Barro&Lee, *regulation* – 2010 Economic Freedom Dataset Fraser Institute. *Internet* – dostęp gospodarstw domowych do Internetu, w % odpowiednio w latach: 1999, 2004, 2009. *Tertiary* – udział ludności z wykształceniem odpowiadającym poziomowi trzeciemu w populacji 15 lat i więcej w %, odpowiednio w latach: 1995, 2000, 2005. *Regulation* – zakres regulacji rynku pracy, rynku kredytowego oraz zakładania i prowadzenia działalności gospodarczej w latach: 1995, 2001, 2006. *Gaptechinternet* – zmienna interakcyjna między odległością od światowej granicy technologicznej a zmienną symptomatyczną nowoczesnych technologii komunikowania się. *Gaptechtertiary* – zmienna interakcyjna między odległością od światowej granicy technologicznej a edukacją poziomą trzeciego. *Gaptechregulation* – zmienna interakcyjna między odległością od światowej granicy technologicznej a stopniem regulacji działalności gospodarczej. Inne bazy oraz oznaczenia jak powyżej.

W celu uchwycenia idei, że pewne instytucje – w rozumieniu gry społeczno-ekonomicznej – w sposób istotny wpływają na proces innowacyjny bądź na szybkość transferu wiedzy w postaci imitacji do bazowego modelu doganiania wprowadzone zostały kolejno zmienne symptomatyczne ICT, edukacji na

poziomie trzecim oraz regulacji, których wybrane wyniki estymacji są prezentowane w tabeli 2. Za pomocą zmiennej symptomatycznej internet na poziomie makro nie uchwycono, w latach 1995-2009 w UE27 pozytywnych efektów zewnętrznych ICT we wzroście TFP (modele I i II tabela 2). Istotny statystycznie okazał się oszacowany współczynnik regresji przy zmiennej gaptechinternet (model 2 tabela 2). Ocena współczynnika jest dodatnia, a zatem można wnioskować, że prawdopodobnie rozprzestrzenianie informacji i rozwój nowoczesnych technologii komunikowania się stymuluje wzrost TFP przede wszystkim w krajach oddalonych od światowej przestrzeni technologicznej, czyli w wyższym stopniu sprzyja transferowi wiedzy w postaci imitacji niż procesowi innowacji. Nie odnotowano wpływu edukacji uniwersyteckiej na stopę wzrostu TFP w UE27 (zmienne: tertiary oraz gaptechtertiary w modelach III i IV tabela 2). Ten wynik nie jest zaskoczeniem, gdyż ta zmienna symptomatyczna jest pewnym elementem kapitału ludzkiego w ilościowym ujęciu, kształtowanego na poziomie trzecim. Z badań empirycznych nad oddziaływaniem kapitału ludzkiego na wzrost gospodarczy oraz wzrost TFP – prowadzonych przez różne ośrodki – stwierdza się na ogół występowanie pozytywnych efektów zewnętrznych kapitału ludzkiego na poziomie makro, jeżeli spełnionych jest szereg dodatkowych warunków. Wśród nich wyróżnia się: zapewnienie odpowiedniej jakości tego kapitału, jego wykorzystania, symetrycznego rozkładu w dostępie do niego, a także odpowiedniej struktury w zależności od odległości kraju od światowego obszaru najnowszych technologii [Soszyńska 2012, str. 13-47]. Zmienna regulacji jest faktycznie zmienną syntetyczną, za pomocą której mierzony jest stopień swobody działania na rynku pracy, kredytowym oraz rynku produktów. Jej wyższy pomiar oznacza wyższy poziom deregulacji rynków. Zgodnie z teorią ekonomii głównego nurtu wyższy poziom deregulacji sprzyja działaniu mechanizmów rynkowych poprzez zwiększenie stopnia konkurencyjności w gospodarce. Jednak pojęcie konkurencyjności jest terminem wieloaspektowym i ponadto w kontekście budowy gospodarki stymulowanej innowacjami pewna grupa badaczy udowadnia, że zależność między innowacjami a konkurencyjnością nie jest liniowa. Na podstawie wyników estymacji modelu V (tabela 2 zmienna regulation) można wnioskować, że deregulacja przeciętnie rzecz ujmując – przy innych warunkach constans – stymuluje wzrost TFP. Jednak zestawienie wyników oszacowań współczynników regresji modelu V i VI (tabela 2), prowadzi do konkluzji, iż procesy deregulacyjne rynków pracy, kredytowego i produktów w latach 1995-2009 w UE27 pozytywnie oddziaływały na wzrost TFP w krajach, które były oddalone od światowej granicy technologicznej.

Podsumowując można stwierdzić, że wyniki estymacji modeli luki technologicznej przedstawione w powyższych tabelach i oszacowane na danych zagregowanych dla UE 27 są zbliżone do rezultatów, które otrzymali Timmer i inni (2010) dla UE za pomocą modeli panelowych konstruowanych na skorygowanych pomiarach TFP o przeciętną liczbę godzin pracy, a także o strukturę siły roboczej oraz strukturę gałęziową gospodarki. Nie uchwycono wpływu edukacji

uniwersyteckiej w procesie stymulowania wzrostu TFP oraz zanotowano pozytywne efekty ICT na wzrost TFP jedynie w krajach oddalonych od światowej granicy technologicznej. Zaś rola deregulacji w kształtowaniu wzrostu TFP jest istotna statystycznie przede wszystkim w krajach UE27 oddalonych od światowej granicy technologicznej.

INNOWACJE, IMITACJE, POTENCJAŁ SPOŁECZNO - TECHNOLOGICZNY A WZROST TFP

Twierdzenie, że różnice w rozwoju gospodarczym między krajami są przede wszystkim skutkiem zróżnicowania w technologii, znalazło mocne poparcie nie tylko w teorii luki technologicznej według Gerschenkrona [1962], ale również w teorii innowacji Schumpetera [1934]. Wśród badaczy istnieje konsensus, że zarówno zmniejszenie luki technologicznej, jak również luki w produktywności, a w następstwie wprowadzenie gospodarki na ścieżkę wzrostu gospodarczego stymulowanego innowacjami nie jest bezwarunkowe. Najpierw należy stworzyć zdolność, potencjał społeczno-technologiczny gospodarki na rzecz generowania innowacji oraz absorpcji i adaptacji imitacji. Pierwotnie pojęcia te zostały wprowadzone do literatury pod nazwą potencjału społecznego, gotowości technologicznej, zdolności absorpcyjnej, czy też systemu innowacji [Soszyńska 2010, str.13-47]. Są to pojęcia wieloaspektowe. Mimo iż zbiory czynników, za pomocą których definiuje się te pojęcia nie pokrywają się, to na ogół występują w nich: szeroko pojęta infrastruktura techniczna, w tym infrastruktura informatyczna; kapitał wiedzy w postaci skumulowanych nakładów i efektów działalności sektora badawczo-rozwojowego, kapitał ludzki, zwyczajowo definiowany jako edukacja i kompetencje; rozwój rynku finansowego; jakość instytucji w rozumieniu reguł gry ekonomicznej; odpowiedni poziom otwartości i stabilności gospodarki.

Ze względu na wieloaspektowość analizowanego pojęcia zgromadzono pomiary 13 zmiennych indywidualnych, na bazie których metodą analizy czynnikowej wyodrębniono trzy zmienne syntetyczne. W zbiorze zmiennych indywidualnych znalazły się: Internet, R&D, patents, inw, inwpryw – stopa inwestycji sektora prywatnego jako udział w PKB (Eurostat), govinw – stopa inwestycji rządowych jako udział w PKB (Eurostat), tertiary, edu – przeciętna liczba lat edukacji formalnej (Barro&Lee), scientists&technologists – udział pracowników nauki i specjalistów nauk ścisłych w sile roboczej (Eurostat), FDI – udział napływu netto bezpośrednich inwestycji zagranicznych w PKB (WDI 2010), Real GDPpc – realny PKB per capita (Eurostat) według parytetu siły nabywczej, GE - miara jakości pracy administracji państwowej (Baza Governance Matters).

Po wstępnej obróbce danych za lata 1995-2009 dla krajów UE27 przeprowadzono ich analizę z punktu widzenia przydatności do przeprowadzenia analizy czynnikowej. Wyznacznik macierzy korelacji zmiennych pierwotnych

równał się 0,00, a miara KMO adekwatności doboru próby – 0,784, zaś oszacowana na bazie danych empirycznych istotność dla testu sferyczności Bartletta – 0,00. Te informacje wskazują, iż dane nadają się do przeprowadzenia analizy czynnikowej. Na podstawie bazy danych za pomocą pakietu statystycznego wygenerowano trzy czynniki, których wartość własna była większa od 1. Za pomocą tych czynników odtworzono ponad 65% wariancji pierwotnego zbioru zmiennych. Wyodrębnianie czynników przeprowadzono regresją z zastosowaniem metody największej wiarygodności bez rotacji.

Na podstawie analizy macierzy składowych odnotowano, iż największe udziały w kształtowaniu pierwszego czynnika miały odpowiednio zmienne: patenty, GE, realGDPpc, B&R, Scientists&technoligists Internet. Czynniki te określono jako system innowacji – innovsyst. Największe udziały w tworzeniu drugiego czynnika miały zmienne: edu, tertiary, stąd przypisano temu czynnikowi nazwę kapitał ludzki – humcapital. Trzeci syntetyczny czynnik otrzymano przede wszystkim na podstawie zmiennych: FDI, govinw, inw – są to podstawowe elementy gotowości technologicznej, zatem zmienną captech – nazwano potencjałem czy też gotowością technologiczną .

Tabela 3. Innowacje, konwergencja technologiczna, potencjał społeczno-technologiczny a wzrost TFP w UE27 w latach 1995-2009. Zmienna objaśniana – stopa wzrostu TFP. Modele panelowe z efektami stałymi.

Zmienne objaśniające	M O D E L E		
	I	II	III
Gaptech	0,781***	1,028***	0,545***
Innovsyst	0,254*	-0,240	-0,103
humcapital	0,303***	0,108	0,130*
captech	0,220***	0,198**	-0,024
gaptechinnovsyst		0,689**	
innovsysthumcapital		-0,168**	-0,217***
freetrade			0,297***
N	69	69	69
R ²	0,649	0,760	0,790
SkorR ²	0,616	0,728	0,762
D-W	1,784	1,805	1,947

Źródło: Obliczenia własne. Freetrade – z 2010Economic Freedom Dataset Fraser Institute. Freetrade – miara otwartości w handlu zagranicznym, szacowana na bazie takich składowych, jak: wysokość taryf celnych, ocena barier pozataryfowych pochodząca z badań ankietowych, proporcja faktycznej wymiany handlowej w stosunku do estymowanej wymiany na podstawie modeli regresji, nadwyżka czarnorynkowego kursu walutowego nad kursem oficjalnym, stopień kontroli przepływów kapitałowych. Zmienne interakcyjne: gaptechinnovsyst między odległością od światowej granicy technologicznej a zmienną system innowacyjny, nazywana w literaturze zmienną imitacyjną; innovsysthumcapital między systemem innowacyjnym a kapitałem ludzkim. Pozostałe bazy i oznaczenia jak powyżej.

Wprowadzenie do modeli luki technologicznej obok zmiennej konwergencji w technologii (gaptech) oraz systemu innowacyjnego (innovsyst) zmiennych objaśniających reprezentujących potencjał społeczno-technologicznego prowadzi do zwiększenia stopnia wyjaśnienia zmienności stopy wzrostu TFP. Wynika to z porównania współczynników determinacji (R^2 i $\text{skor}R^2$) modeli z tabeli 1 oraz modeli z tabeli 3. Zaobserwowano występowanie w UE27 w latach 1995-2009 konwergencji w technologii. Ocena współczynnika regresji przy zmiennej gaptech jest dodatnia i istotna statystycznie (tabela 3). Zmienna innovsyst obejmuje wiele aspektów systemu innowacyjnego, które nie tylko są kojarzone z działalnością innowacyjną ale również imitacyjną. Celem wyodrębnienia działalności imitacyjnej wprowadzono do zbioru potencjalnych zmiennych zmienną interakcyjną gaptechinnovsyst (model II tabela 3). Na podstawie wyników estymacji modeli z tabeli 3 stwierdza się, że nie odnotowano w sposób wyraźny wpływu innowacji na stopę wzrostu TFP w UE27 w latach 1995-2009. Głównym mechanizmem kształtowania dynamiki TFP była w tym okresie – przeciętnie rzecz ujmując - w krajach UE27 imitacja technologii i była ona prawdopodobnie obok stworzenia odpowiedniego potencjału społeczno-technologicznego podstawową stymulantą konwergencji w technologii. Ocena współczynnika regresji przy zmiennej gaptechinnovsystem jest dodatnia i istotna statystycznie. Zarówno potencjał społeczny w analizowanym okresie w UE27 (zmienna humcapital) jak i potencjał technologiczny (zmienna captech) stymulowały, przy innych warunkach constans, wzrost TFP. Jednak przy danym kapitale ludzkim poziom rozwoju systemu innowacyjnego był prawdopodobnie niewystarczający, gdyż wyhamowywał wzrost TFP (zmienna innovsysthumcapital, modele II i III w tabeli 3).

PODSUMOWANIE

Badania ekonometryczne potwierdziły, iż w krajach UE27 w latach 1995-2009 występowała konwergencja w technologii, ale głównym jej mechanizmem sprawczym – przeciętnie rzecz ujmując - były imitacje a nie innowacje. Potencjał społeczny, jak i technologiczny stymulował w badanym okresie wzrost TFP. Wyniki badań interakcyjności między systemem innowacyjnym a potencjałem społeczno-technologicznym wskazują, iż występowało niedopasowanie między systemem innowacyjnym w krajach UE27 a potencjałem społeczno-technologicznym, czego przykładem jest ujemne oddziaływanie na wzrost TFP przez zmienną interakcyjną między systemem innowacyjnym a kapitałem ludzkim. Nie zanotowano wpływu na wzrost TFP takich elementów potencjału społeczno-technologicznego, jak edukacja na poziomie trzecim i jej zmieniająca się rola w procesie zbliżania się do światowej granicy technologicznej. Pozytywne efekty we wzroście TFP UE27 w latach 1995-2009 technologii ogólnego zastosowania (ICT) oraz procesów deregulacji

gospodarki uchwycono, jako istotne statystycznie, w przypadku krajów rozwijających się, które są oddalone od światowej granicy technologicznej.

BIBLIOGRAFIA

- Aghion P., Howitt P. (2006) Joseph Schumpeter Lecture. Appropriate Growth Policy: A Unifying Framework, *Journal of the European Economic Association*, 4(2/3), pp.269-314.
- Gerschenkron A. (1962) *Economic Backwardness in Historical Perspective*, Harvard University Press, Cambridge M. A.
- Greenhalgh Ch., Rogers M. (2010) *Innovation, Intellectual Property, and Economic Growth*, Princeton University Press, New Jersey.
- Kubiela S. (2009) *Innowacje i luka technologiczna w gospodarce globalnej opartej na wiedzy. Strukturalne i makroekonomiczne uwarunkowania*, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Schumpeter J. (1934) *The Theory of Economic Development*, Harvard University Press, Cambridge Mass.
- Soszyńska E. (2012) *Modernizacja technologiczna, potencjał społeczny a wzrost gospodarczy – wnioski dla Polski*, [w:] Woźniak M. G. (red.) *Gospodarka Polski 1990-2011. Modernizacja*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Tom 2, str. 13-47.
- Timmer M. P., Inklaar R., O'Mahony M., Van Ark B. (2010) *Economic Growth in Europe*, Cambridge University Press, New York.
- Vandenbussche J., Aghion P., Meghir C. (2006) Growth, Distance to the Frontier and Composition of Human Capital, *Journal of Economic Growth*, 11(2), pp. 97-127.

TECHNOLOGICAL CONVERGENCE AND SOCIO - TECHNOLOGICAL CAPABILITIES IN THE EUROPEAN UNION COUNTRIES

Abstract: There are presented results of several macro technology-gap models estimation to capture following ideas in the EU27 countries in years 1995-2009. First, TFP growth is determined by the strength of the domestic innovation process and the speed of imitation. Second, the socio-technological capabilities of an economy determine to what extent it innovates and exploits imitation opportunities. Third, the three possible determinants of TFP growth, namely ICT, university educated-workers and regulatory barriers have been analyses as important drivers of productivity growth.

Keywords: TFP, technological gap, innovation, absorptive capacity