

DELab

DIGITAL RESEARCH STUDIES

WORKING PAPER #5/2021

ANALIZA WPŁYWU WYBRANYCH ELEMENTÓW SEKTORA ICT NA WZROST GOSPODARCZY W KRAJACH CZŁONKOWSKICH UE W LATACH 2009-2018

AUTOR: WOJCIECH NOWAKOWSKI

OPIEKA NAUKOWA: DR. HAB. ŁUKASZ GOCZEK, PROF. UCZ. Z KATEDRY
MAKROEKONOMII I TEORII HANDLU ZAGRANICZNEGO WNE UW

Cytowanie

W.Nowakowski Analiza wpływu wybranych elementów sektora ICT na wzrost gospodarczy w krajach członkowskich UE w latach 2009-2018 , DELab Digital Working Studies nr 5/2021, Warszawa 2021



SPIS TREŚCI

STRESZCZENIE.....	4
WSTĘP.....	5
I. Przegląd teoretyczny.....	8
1.1. Wzrost gospodarczy.....	8
1.2. Podstawowe teorie wzrostu gospodarczego.....	9
1.3. Postęp technologiczny a gospodarka cyfrowa.....	13
1.4. Gospodarka cyfrowa.....	14
1.5. Wpływ gospodarki cyfrowej na wzrost gospodarczy.....	18
1.6. Gospodarka cyfrowa w Unii Europejskiej.....	19
1.7. Konwergencja.....	22
II. Przegląd literatury przedmiotu i rynku ICT.....	25
2.1. Przegląd badań.....	25
2.2. Rozwój ICT w EU.....	28
2.3. Sektor ICT w krajach wspólnoty Unii Europejskiej.....	29
III. Badanie empiryczne.....	32
3.1. Wprowadzenie.....	32
3.2. Dane panelowe.....	32
3.3. Opis danych.....	33
3.4. Opis modeli.....	34
Model z efektami stałymi fixed effect (FE).....	35
Model z efektami losowymi random effect (RE).....	36
Model dynamiczny.....	36
3.5. Hipotezy w pracy.....	38
3.6. Wyniki przeprowadzonych estymacji.....	39
3.7. Weryfikacja hipotez i konkluzje.....	43

ZAKOŃCZENIE.....	46
BIBLIOGRAFIA	48
ZESTAWIENIE SPISÓW	49
Wykaz skrótów.....	49
SPIS TABEL.....	50
SPIS RYSUNKÓW.....	51
SPIS WYKRESÓW	52

STRESZCZENIE

Praca podejmuje problematykę wpływu sektora ICT na tempo wzrostu gospodarczego w krajach Unii Europejskiej w okresie 2009 – 2018. W pracy przedstawiono powiązanie sektora ICT na PKB. Zaprezentowano literaturę przedmiotu, kierując się współczesnymi opracowaniami. W badaniu empirycznym powołano się na najnowsze dane w ujęciu rocznym pochodzącym z baz Eurostatu i World Banku. Omówiono wyniki badań i przeprowadzono szeroką dyskusję nad otrzymanymi w badaniu empirycznym wynikami.

WSTĘP

Ciągły rozwój technologii zmienia funkcjonowanie znanego nam świata. Ten stały rozwój sprawia, że produkty i usługi cyfrowe są coraz tańsze i bardziej powszechne. Niektóre z nich całkowicie wypierają z rynku produkty tradycyjne. Przykładem mogą być tutaj listy, które w większości zostały zastąpione pocztą elektroniczną. Dodatkowo pandemia covid-19 pokazała jak bardzo jesteśmy uzależnieni od wykonywania czynności zdalnie, do czego potrzebujemy nowych technologii cyfrowych. W momencie wystąpienia pandemii, by ograniczyć transmisję wirusa, wiele państw zdecydowało się na wprowadzenie lockdownu i zakazanie lub ograniczenie poruszania się. Całe życie społeczne, praca, studia, nauka, rozrywka, koncerty, teatr przeniosły się do sieci. Nie byłoby to możliwe, gdyby nie szeroka dostępność do Internetu, wykorzystanie sprzętu cyfrowego i kompetencji cyfrowych.

„Rozwój technologii jest nieustanny. Już w 2018 r. ponad pięć miliardów ludzi – 2/3 światowej populacji – posiadało telefon działający na zasadzie łączności bezprzewodowej. Co trzecie z tych urządzeń to smartfon – telefon, będący jednocześnie przenośnym komputerem, którego moc obliczeniowa tysiąckrotnie przekracza moc komputera, który w 1969 r. pomagał wysłać ludzi na Księżyc”¹. Wszechobecny rozwój i dostęp do usług i narzędzi sektora ICT, wpłynął na wszystkie dziedziny życia. Kształtuje on obecne społeczeństwo, wpływa na gospodarkę i jej rozwój, zmienia kulturę i politykę. „Obecnie cyfryzacja nabiera charakteru powszechnego i globalnego. W rezultacie zmienia się sposób produkcji i konsumpcji, organizacji rynku pod wpływem nowych modeli biznesowych, charakter pracy i stosunki zatrudnienia, podstawowe funkcje państwa i sposób ich realizacji. Istotne zmiany zachodzą również na poziomie globalnym.”²

Celem pracy jest analiza zjawiska wpływu rozwoju sektora ICT na tempo wzrostu gospodarczego państw członkowskich Unii Europejskiej w latach 2009-2018. By zbadać tę zależność w pracy posłużono się danymi makroekonomicznymi takimi jak: wielkość eksportu dóbr ICT wyrażona jako procent całego eksportu dóbr ICT, wielkość importu dóbr ICT wyrażona jako procent całego impor-

¹ Śledziwska K. i Włoch R. „Gospodarka cyfrowa. Jak nowe technologie zmieniają świat” Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, 2020, str. 18.

² Śledziwska K. i Włoch R. „Gospodarka cyfrowa. Jak nowe technologie zmieniają świat” Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, 2020, str. 9

tu, wielkość eksportu usług ICT jako procent wszystkich eksportowanych usług, zatrudnienie w sektorze związanym z ICT wyrażona jako procent ogólnego zatrudnienia, procentowy udział sektora ICT w tworzeniu PKB, liczbę osób korzystających z zakupów internetowych na 100 mieszkańców. Dane miały posłużyć do weryfikacji postawionej w pracy hipotezy głównej oraz trzech hipotez pomocniczych.

Główna hipoteza w pracy wskazuje, że rozwój sektora ICT zawsze wpłynie pozytywnie na wzrost tempa rozwoju gospodarczego. Hipoteza zdaje się być zgodna z większością prac powstałych w zakresie rozwoju cyfryzacji i jej wpływu na PKB. Dodatkowo wszechobecny rozwój ICT w każdej dziedzinie życia i jednocześnie wzrost poprawy życia umacnia tę hipotezę. Trzy pozostałe hipotezy zapisane w pracy to: wielkość zakupów internetowych wśród mieszkańców państw członkowskich Unii Europejskiej wpływa pozytywnie na wzrost gospodarczy, wzrost zatrudnienia w sektorze ICT wpływa dodatnio na wzrost PKB, eksport i import dóbr ICT ma pozytywny wpływ na wzrost gospodarczy.

W celu zweryfikowania hipotez postawionych w pracy przeprowadzono dokładną analizę ekonometryczną. Opartą początkowo na modelu MNK dla danych panelowych, następnie wykorzystano model z efektami losowymi random effect (RE) oraz model z efektami stałymi fixed effect (FE). Ostatecznie skorzystano z panelowego modelu dynamicznego Metody Zmiennej Instrumentalnej, na podstawie którego zweryfikowano hipotezy i wyciągnięto wnioski.

Praca podzielona jest na trzy rozdziały. Pierwszy rozdział przedstawia opis teorii przedmiotu, tłumaczy podstawowe teorie wzrostu oraz próbuje zdefiniować pojęcie gospodarki cyfrowej. Podjęta została próba pokazania wpływu pośredniego i bezpośredniego sektora ICT na rozwój Produktu Krajowego Brutto. Rozdział drugi jest rozdziałem przeglądu literatury, która jest poświęcona zagadnieniu omawianym w pracy. Dodatkowo w rozdziale drugim znalazł się też opis obecnej sytuacji społeczeństwa informacyjnego w krajach członkowskich Unii Europejskiej, badania wielkości sektora ICT wyrażone jako procent Produktu Krajowego Brutto oraz ranking DESI, którym jest indeks gospodarki cyfrowej i społeczeństwa cyfrowego. W ostatnim, trzecim rozdziale, zostały opisane teoretyczne podstawy wykorzystywanych w pracy modeli ekonometrycznych. Zawarto w nim szczegółowy opis danych. Przeprowadzono całą analizę badanego w pracy zjawiska, zweryfikowano postawione w pracy hipotezy badawcze oraz wyciągnięto wnioski z przeprowadzonego badania.

I. Przegląd teoretyczny

1.1. Wzrost gospodarczy

Wzrost gospodarczy jest mierzalną kategorią ekonomiczną, którą definiuje się na ogół w kategoriach przyrostu wartości rocznej produkcji dóbr i usług w danym kraju. „Powszechnie stosowaną miarą wzrostu gospodarczego jest Produkt Krajowy Brutto, który określa całkowitą wartość dóbr i usług wytworzonych w ciągu roku na obszarze danego kraju. Jako zagregowana kategoria ekonomiczna wyrażona w jednostkach pieniężnych, jest ona wrażliwa na zmiany cen. Dlatego też należy rozgraniczyć realną i nominalną wartość PKB, a co zatem idzie realny i nominalny wzrost PKB. W tym pierwszym przypadku chodzi o przyrost wartości PKB, który nie jest wynikiem wzrostu cen (inflacji).”³

Zgodnie z teorią, aby zmierzyć wzrost gospodarczy wykorzystuje się stopę wzrostu gospodarczego, która najczęściej jest powiązana ze stopą wzrostu produkcji. O wzroście gospodarczym mówimy i rozróżniamy jego zmiany w krótkim i długim okresie. W krótkim okresie wzrost gospodarczy zależy od:

- popytu krajowego i zagranicznego na dobra i usługi krajowe,
- poziomu wielkości konsumpcji,
- poziomu wielkości inwestycji.

„W długim okresie na wzrost gospodarczy wpływają głównie podaż i efektywność czynników produkcji. Pod pojęciem czynników produkcji rozumie się na ogół: ziemię, pracę, kapitał rzeczowy (fizyczny) – ujęcie neoklasyczne, a od stosunkowo niedawna: kapitał ludzki, kapitał społeczny, kapitał intelektualny, kapitał kulturowy, postęp techniczny, postęp technologiczny, dyfuzję technologii, a także instytucje (systemy polityczno-prawne).”⁴

W badaniach i publikacjach naukowych ekonomiści podają podział między wzrostem a rozwojem gospodarczym, tłumacząc rozwój gospodarczy jako szerszą definicję niż wzrost gospodarczy. Podstawą rozróżnienia obu tych zagregowanych kategorii ekonomicznych jest przypisywanie roz-

³ Malaga K „O niektórych dylematach teorii wzrostu gospodarczego i ekonomii” , UEWP, Poznań, str. 2

⁴ Malaga K „O niektórych dylematach teorii wzrostu gospodarczego i ekonomii” , UEWP, Poznań, str. 2

wojowi gospodarczemu pewnych cech zmian o charakterze jakościowym (zmiany systemu polityczno-prawnego, zmiany o charakterze niemierzalnym, które mają wpływ na wzrost gospodarczy, ale zasadniczo odnoszą się do poprawy szeroko rozumianej jakości życia w określonym społeczeństwie). Rozróżnienie to nie jest jednak dostatecznie ostre, o czym świadczy wieloletnia i ciągle bardzo żywa dyskusja nad doбором właściwej miary wzrostu gospodarczego.”⁵

1.2. Podstawowe teorie wzrostu gospodarczego

Klasyczne modele wzrostu gospodarczego zaczęły powstawać na przełomie XVIII i XIX wieku. Za ich prekursorów uważa się Smitha, Maltusa i Ricardo, którzy jako pierwsi zajmowali się badaniami nad wzrostem gospodarczym. Później ich modele były rozwijane i modyfikowane między innymi przez Schumpetera. W jego opinii to innowacje i kreatywność przedsiębiorców decydują o rozwoju gospodarki. Wielką wagę przykładał do koncepcji przedsiębiorcy innowatora, nazywając go „bohaterem rozwoju”. Według J. Schumpetera (1934) innowacje są to wynalazki zastosowane w przemyśle.”⁶ „Wskazał on pięć rodzajów innowacji:

1. wprowadzenie nowego produktu;
2. zastosowanie nowej metody produkcyjnej;
3. znalezienie nowego rynku zbytu;
4. zdobycia nowego źródła środków produkcji;
5. wprowadzenie nowej organizacji produkcji lub nowej kategorii przemysłu.”⁷

Wynika z tego, że innowacje pełnią kluczową rolę w rozwoju gospodarczym. Modele klasyczne stały się podstawą późniejszych rozważań o wzroście gospodarczym. Modele wzrostu gospodarczego w ujęciu klasycznym skupiają jedynie dwa czynniki produkcji – jest to kapitał i praca. Zauważono jednak, że występuje zjawisko malejących przychodów kapitału i pracy. Postęp techniczny jest wynikiem lepszej specjalizacji pracy lub powstawaniem nowych dóbr.

⁵ Malaga K „O niektórych dylematach teorii wzrostu gospodarczego i ekonomii” , UEWP, Poznań, str. 4

⁶ J.A. Schumpeter, *The Theory of Economic Development*, Harvard University Press, Cambridge, MA 1934

⁷ Piętaś Ł. „Zrównoważony wzrost gospodarczy w teoriach i modelach wzrostu i rozwoju gospodarczego”

Dalsze rozważania i badania ekonomistów przyczyniły się do powstania teorii neoklasycznej wzrostu gospodarczego. Neoklasyczne modele wzrostu gospodarczego zwane też modelami endogenicznymi zakładają:

- działanie rynku doskonale konkurencyjnego;
- działania uczestników rynku są racjonalne;
- konsumenci dążą do maksymalizacji swojej użyteczności, a producenci chcą maksymalizować swoje zyski;
- oparcie o równowagę ogólną analizę, która zawiera współzależności pomiędzy wszystkimi sektorami gospodarki;
- w gospodarce występuje pełne zatrudnienie oraz pełne wykorzystanie czynników.

W ekonomii neoklasycznej o stopie wzrostu dochodu narodowego decydują czynniki leżące po stronie podaży, tj. stopa przyrostu naturalnego ludności oraz postęp techniczny, który określa tempo wzrostu wydajności pracy. Postęp technologiczny jest traktowany jako egzogeniczny, przez co jego zmiany nie są do końca wyjaśnione. „Nie istnieje zjawisko niedostatecznego lub nadmiernego popytu efektywnego. W teorii tej zakłada się także nieograniczony zakres substytucji między kapitałem, będący skutkiem zmian ich względnych cen. O stopie wzrostu przesądzają głównie możliwości wzajemnego zastępowania czynników produkcji.”⁸

Jednym z przedstawicieli szkoły neoklasycznej jest Robert Solow, który w 1956 roku opisał zjawisko wzrostu gospodarczego w gospodarce zamkniętej. Model Solowa jest rozszerzeniem modelu klasycznego, który jest pozbawiony założenia o stałości czynników w produkcji. W modelu zostały sformułowane założenia o zmienności zasobu pracy (N), które rośnie lub maleje wraz ze zmianą wielkości populacji. Dodatkowo zwrócił uwagę, że Kapitał(K) jest zmienny w czasie, powiększa się dzięki inwestycjom i zmniejsza się poprzez deprecjację. Wielkość PKB jest wynikiem tempa wzrostu ludności, stopę oszczędności oraz deprecjacji kapitału fizycznego. Model nie tłumaczy wzrostu w stanie ustalonym, a jedynie dojście do tego stanu. Wnioskiem prostego modelu Solowa jest brak występowania wzrostu PKB w długim okresie, jednak dane empiryczne nie potwierdzają tej tezy. Dlatego też, aby model lepiej oddawał rzeczywistość, zdecydowano się na wprowadzenie do

⁸ U. Kaliny-Prasznic, Leksykon Polityki Gospodarczej, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2005

niego postępu technologicznego i wiedzy, które mają tłumaczyć wzrost gospodarczy w długim okresie.

Model Solowa z technologią wygląda następująco:

$$Y = AK^\alpha L^\beta$$

gdzie:

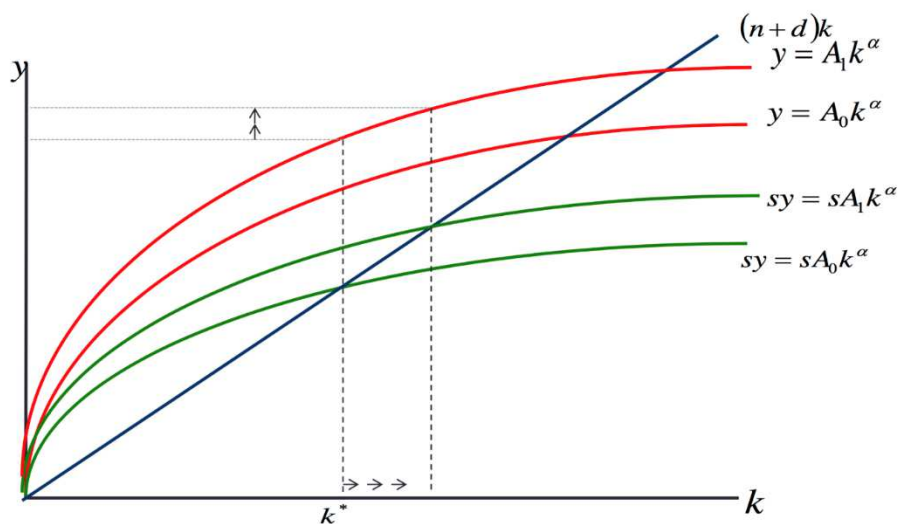
Y – produkcja

K – kapitał

L – praca

A – postęp techniczny, wiedza

Solow zdefiniował postęp techniczny lub wiedzę jako dobro niekonkurencyjne, co oznacza, że konsumpcja postępu technologicznego przez jedną osobę nie zmienia ilości tego dobra dla pozostałych konsumentów. Postęp techniczny rośnie w czasie, jednak w modelu i teorii nie zostały przedstawione czynniki które powodowałyby jego wzrost. Na wzrost postępu technologicznego mają wpływać siły pozarynkowe.



Na wykresie został przedstawiony jednorazowy skok technologiczny. Wraz z takim skokiem wzrasta produkcja oraz powiększa się kapitał.

Poprzez wzrost postępu technologicznego i nowej wiedzy wzrasta kapitał na pracownika. Przyjmując stałe efekty skali - produkcja wzrasta dokładnie o tyle samo, o ile wzrastają jej czynniki. Solow zauważył i opisał w swoim modelu, że tempo zmian postępu technicznego oraz tempo

wzrostu liczby ludności wpływa, w stanie ustalonym, na tempo wzrostu produkcji Y . Wynika z tego, że w stanie ustalonym nie występuje wzrost kapitału oraz produkcji na jednostkę efektywną pracy. Jednak, jeśli chodzi o tempo wzrostu kapitału oraz produkcji na pracownika to obserwuje się wzrost w tempie g (tempo wzrostu poziomu technicznego). Podsumowując model wzrostu gospodarczego Solowa widać jak ważny jest postęp technologiczny. W momencie, w którym gospodarka znajduje się w stanie ustalonym tempo wzrostu produkcji na pracownika jest zależne i jest tak samo duże jak zmiany postępu technicznego. Tempo wzrostu postępu technicznego w długiej perspektywie czasowej jest jednym czynnikiem wzrostu produktu na pracownika, a więc stopa oszczędności, zmiana przyrostu liczny ludności i deprecjacja kapitału nie wpłynę w długim okresie na zmianę produkcji per capita.

Jednak teorie neoklasyczne nie tłumaczą zasad działania gospodarki i jej wzrostu w sposób idealny i całościowy. Dlatego spotkały się z krytyką, w przypadku uchylenia założenia o zmianie tempa postępu technologicznego. Modele neoklasyczne nie tłumaczą zmian wzrostu gospodarczego w długim okresie, na które wpływa postęp technologiczny, który w modelu jest czynnikiem. Wraz z rozwojem myśli ekonomicznej temat postępu technicznego rozwijał się dalej. Postanowiono wprowadzić go jako czynnik endogeniczny, niezależny od innych czynników produkcji. Aktualnie modele endogeniczne są uznawane za modele, które w największym stopniu tłumaczą zmiany, które zachodzą we współczesnej gospodarce. Jednym z przedstawicieli takiej teorii jest Romer.

Romer w swoich założeniach w modelu wiąże postęp techniczny ze zmianą kompetencji i kwalifikacji pracowników, które są wynikiem inwestycji w kapitał ludzki. Postęp techniczny jest w tym modelu zmienną endogeniczną. W modelu Romera wśród istotnych czynników wzrostu gospodarczego znajdują się także: łączny zasób kapitału ludzkiego oraz egzogeniczny współczynnik efektywności nakładów kapitału ludzkiego w sferze kreacji wiedzy naukowo-technologicznej. Im wyższe są wartości tych zmiennych w modelu Romera, tym wyższe są stopy wzrostu podstawowych zmiennych makroekonomicznych. „W odróżnieniu od neoklasycznych modeli wzrostu w modelach optymalnego sterowania możliwe jest stałe podniesienie długookresowej stopy wzrostu gospodarczego.”⁹

⁹ Paweł Kawa Nowe Modele wzrostu gospodarczego kraków 2007

1.3. Postęp technologiczny a gospodarka cyfrowa

Opisany w powyższym podrozdziale postęp technologiczny jest szczególnie ważny w szybko zmieniającym się świecie. To dzięki niemu świat zmienia się tak szybko. Wpływa w sposób pośredni i bezpośredni na każdą gałąź życia społecznego i gospodarczego.

Postęp technologiczny jest zjawiskiem oddziałującym na wielu płaszczyznach:

- poprawia możliwości produkcyjne, jako przykład można podać nowy typ smaru, który przyczynia się do lepszej pracy maszyny, umożliwia pracę na wyższych obrotach, co wpływa na wielkość i szybkość produkcji;
- wpływa na polepszenie jakości produkowanych dóbr, obecnie produkowane samochody są o wiele bezpieczniejsze niż samochody produkowane jeszcze 20 lat temu, poza pasami bezpieczeństwa posiadają liczne systemy wspomagające kierowcę, poduszki powietrzne czy kurtyny ochronne;
- sprawia, że na rynku pojawiają się nowe produkty i usługi;
- prowadzi do większego zróżnicowania produktów, na rynek dostarczane są cały czas nowe wersje dóbr powiększając wybór konsumentów.¹⁰

Obecnie przez ogólnoswiatowe przyspieszenie procesów cyfryzacji, wzrost wykorzystania technologii cyfrowej przez firmy, państwowe przedsiębiorstwa, urzędy, instytucje pozarządowe, pracodawców, pracowników i konsumentów kształtuje się i rozwija nowa gospodarka, w której zaczyna uczestniczyć coraz więcej podmiotów – gospodarka cyfrowa.

Gospodarka cyfrowa bazuje na gospodarce Internetu, jednak istotnie się od niej różni. Nowe technologie – takie jak: sztuczna inteligencja, chmura, Internet Rzeczy, autonomiczne roboty czy blockchain – przyspieszają proces datafikacji, czyli tworzenia cyfrowych reprezentacji kolejnych obszarów świata rzeczywistego, nasilają usieciowienie i sprzyjają personalizacji. „Specyfikę gospodarki cyfrowej definiuje niematerialny przepływ danych i informacji, bezprecedensowa integracja danych, zacieranie się granic między towarami, czynnikami produkcji i usługami, postępująca automatyzacja pracy fizycznej i umysłowej przebiegająca w warunkach coraz

¹⁰ Blanchard O. „Makroekonomia” Warszawa 2017

większej elastyczności i autonomizacji maszyn i procesów dzięki wykorzystaniu sztucznej inteligencji.”¹¹

Wzrost powszechności i wprowadzenie do codziennego życia procesów cyfryzacji, które jeszcze 10 lat temu były zarezerwowane dla dużych korporacji i instytucji, prowadzi do zmiany w zakresie każdej dziedziny życia społecznego i gospodarczego. Zmienia się sposób produkcji oraz konsumpcji.

„W rezultacie zmienia się sposób produkcji i konsumpcji, organizacji rynku pod wpływem nowych modeli biznesowych, charakter pracy i stosunki zatrudnienia, podstawowe funkcje państwa i sposób ich realizacji. Istotne zmiany zachodzą również na poziomie globalnym. Społeczeństwo, gospodarka i polityka ulegają cyfrowej transformacji.”¹²

1.4. Gospodarka cyfrowa

Obecnie Gospodarka cyfrowa jest obiektem chętnie badanym i coraz częściej zauważanym przez ekonomistów. Jej coraz to większa rola we współczesnej ekonomii została dostrzeżona i stała się obiektem licznych publikacji. Jednak jest to pojęcie stosunkowo młode, które dodatkowo bardzo szybko się rozwija pod kątem technologicznym, ale również społecznym. Dlatego badacze proponują coraz to nowsze propozycje zdefiniowania gospodarki cyfrowej.

Jednak by odpowiedzieć na pytanie czym jest gospodarka cyfrowa należy spojrzeć na ewolucje historyczną tego pojęcia. Na koniec lat 70 XX wieku coraz częściej zaczęto używać pojęcia gospodarki informacyjnej, która wywodziła się bezpośrednio ze starszego o dwadzieścia lat pojęcia gospodarki wiedzy. Obie te propozycje nazewnictwa stawiały na pierwszym planie rolę informacji oraz wiedzy, które dominowały w procesach gospodarczych. Prowadziło to do odejścia z od gospodarki przemysłowej w stronę rozwoju sektora usługowego.

¹¹ Śledziwska K. i Włoch R. „Gospodarka cyfrowa. Jak nowe technologie zmieniają świat” Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, 2020, str. 9

¹² Śledziwska K. i Włoch R. „Gospodarka cyfrowa. Jak nowe technologie zmieniają świat” Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, 2020, str. 9

Powstanie i rozwój Internetu w latach 90 XX wieku oraz na początku XXI wieku wpłynął w znaczny sposób na zmianę i funkcjonowanie świata i spraw gospodarczych. Zaczęto wtedy mówić o gospodarce internetu. W tym czasie OECD zmieniło nazwę swoich publikacji z ekonomii informacji na ekonomię internetu. Jednak nie przykładano zbyt dużej wagi do zdefiniowania czym jest dokładnie ekonomia Internetu i zaproponowano bardzo ogólną definicję. Miał to być „pełen wachlarz aktywności gospodarczych, społecznych i kulturalnych wspieranych przez internet i powiązane z nim technologie informacyjno-komunikacyjne”¹³. Podstawą w funkcjonowaniu gospodarki Internetu jest globalne połączenie użytkowników, za pomocą sieci łączących. Sieć wpłynęła na zmianę relacji pomiędzy klientami i przedsiębiorcami. Obie strony zyskały szerszy dostęp do wiedzy, mają lepszy wgląd na funkcjonowanie całego rynku. Usługodawcy i wytwórcy potrafią lepiej poznać preferencje potencjalnych kupców, a dodatkowo mają niższe koszty dystrybucji dóbr.

Dalszy rozwój postępu technologicznego sprawił, że poprzez rozwój urządzeń mobilnych takich jak smartfony, tablety czy laptopy oraz upowszechnianie się internetu wprowadzało kolejne zmiany w funkcjonowaniu gospodarki i życia społecznego. Doprowadziło to do powstania kolejnych pojęć takich jak: gospodarka mobilna i gospodarka aplikacji.

Dalszy rozwój napędzany postępem technologicznym i zmianami życia społecznego powoduje powstanie nowego znacznie szerszego pojęcia jakim jest gospodarka cyfrowa, którego autorem jest Dona Tapscotta. Zaproponował go pierwszy raz w swojej książce *The Digital Economy. Rethinking Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence* wydanej w latach 90 XX wieku. Nie podaje w niej jednak precyzyjnej definicji tego pojęcia. Wskazuje jedynie na silne połączenie pracy inteligentnych maszyn i ludzi. Tego samego pojęcia użyli w 2000 roku Erik Brynjolfsson i Brian Kahin W swojej publikacji *Understanding the Digital Economy: Data, Tools, and Research*. Jednak dalej nie podali oni precyzyjnej definicji gospodarki cyfrowej. Mówiono ciągle o gospodarce cyfrowej, jednak dalej nie definiowano jej dokładnych granic. Pierwsze definicje które zaproponowane zostały przez OECD w 2012 roku i Komisję Europejską rok później stawiały prawie znak równości między gospodarką cyfrową, a gospodarką Internetu. Podkreślali możliwość handlu dobrami i usługami za pomocą handlu internetowego oraz definiowali ją jako gospodarkę opartą na nowych cyfrowych technologiach.

¹³ OECD, *Shaping Policies for the Future of the Internet Economy*, OECD Publishing, Paris 2008, s. 3, <http://www.oecd.org/sti/40821707.pdf>.

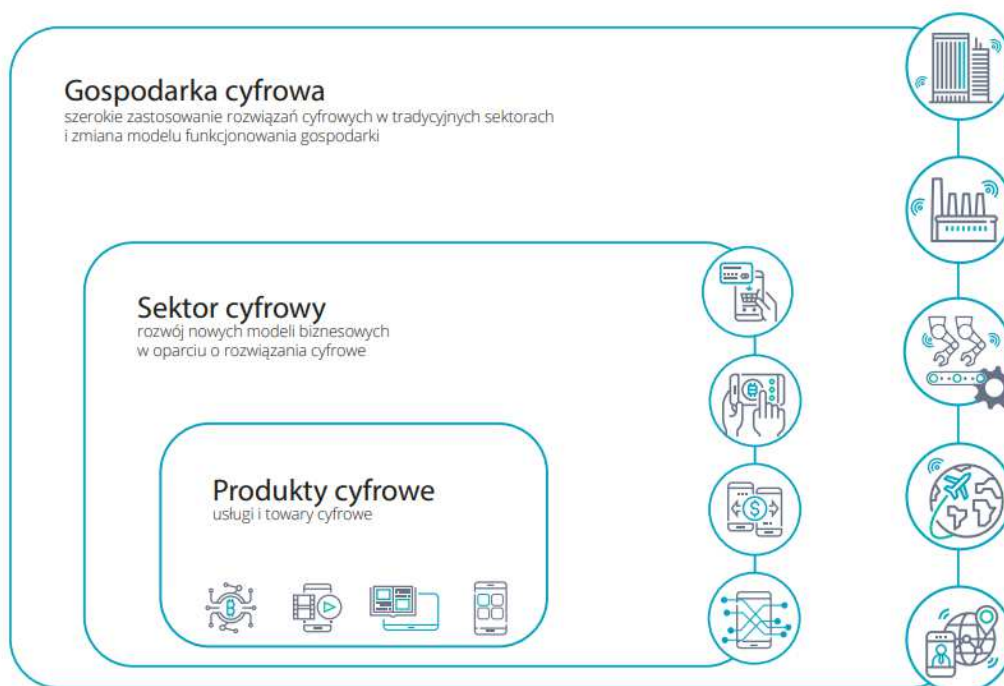
„Zespół badający od 2017 r. wpływ gospodarki cyfrowej na rozwój gospodarczy i społeczny, powołany przez brytyjską Economic and Social Research Council, ustalił, że w większości definicji zidentyfikowanych w literaturze przedmiotu gospodarka cyfrowa jest określana przez pryzmat wykorzystania nowych technologii. A zatem jest to gospodarka, która:

- obejmuje towary lub usługi, których rozwój, produkcja, sprzedaż lub świadczenie są całkowicie zależne od technologii cyfrowych;
- jest ogólnosiwiatową siecią działań gospodarczych możliwą dzięki istnieniu technologii informacyjnych i komunikacyjnych (ICT). Można ją również zdefiniować prościej jako gospodarkę opartą na technologiach cyfrowych;
- jest połączeniem kilku technologii ogólnego przeznaczenia (general purpose technologies, GPT) oraz wielu działań gospodarczych i społecznych realizowanych przez ludzi za pośrednictwem internetu i powiązanych technologii. Obejmuje fizyczną infrastrukturę, na której oparte są technologie cyfrowe (linie szerokopasmowe, routery), urządzenia wykorzystywane do dostępu (komputery, smartfony), aplikacje, które ją zasilają (Google, Salesforce), oraz funkcje, które zapewniają (Internet Rzeczy, analityka danych, chmura obliczeniowa)¹⁴.

Aby jeszcze lepiej zobrazować i zdefiniować gospodarkę cyfrową można posłużyć się poniższą ikonografią.

¹⁴ Śledziewska K. i Włoch R. „Gospodarka cyfrowa. Jak nowe technologie zmieniają świat” Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, 2020, str. 78

Rys. 1. Gospodarka cyfrowa



Źródło: Śledziwska K. i Włoch R. „Gospodarka cyfrowa. Jak nowe technologie zmieniają świat” Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, 2020, str. 93

Jak wynika z ikonografii, gospodarka cyfrowa jest bardzo szerokim pojęciem, w skład którego wchodzi produkty i towary cyfrowe, takie jak smartfony, komputery, procesory i wiele innych. Dodatkowo w gospodarce cyfrowej znalazł się sektor cyfrowy, czyli szeroko rozumiany sektor oparty i tworzony na technologii cyfrowej. Szybkie łącza, możliwość płatności kartą płatniczą zapisaną w telefonie, internetowy kantor to przykłady sektora cyfrowego.

Pomimo tego, że pojęcie gospodarki cyfrowej jest już obecne w literaturze od trzech dekad i jest badane przez prawie wszystkie instytucje ekonomiczne na świecie oraz jest przedmiotem licznych konferencji, nie ma w pełni zdefiniowanej formy. W zależności od publikacji, badacza czy instytucji możemy spotkać wiele definicji tego pojęcia. Wynika to z faktu ciągłego rozwijania i poszerzania się technologii i kompetencji cyfrowych oraz z problemem zmierzenia wielkości niektórych części, które znajdują się w pojęciu gospodarki cyfrowej. Jako przykład można podać rozwiązania chmurowe, które w gospodarce cyfrowej ułatwiają pracę, zmniejszają problem zapisywania dużej ilości danych i dają możliwość swobodnej i nieograniczonej wymiany informacji i danych. Jednak udogodnienia, które tworzą ciężko wyliczyć.

Najczęściej w celu zmierzenia wpływu gospodarki cyfrowej stosuje się wielkości, które są możliwe do wyliczenia. Jest to niewątpliwie cały sektor ICT – technologie informacyjno-komunikacyjne. Zalicza się do niego usługi, ale i wytwarzane dobra. Jest to największa część gospodarki cyfrowej.

Równie często gospodarkę cyfrową próbuje się opisać wykorzystując dane z wielkości rynku e-commerce, wydatkami na badania i rozwój, wydatkami na sprzęt i technologię. Nie można zapomnieć o czynniku ludzkim, który najczęściej jest reprezentowany przez kompetencje cyfrowe obywateli, dostęp do Internetu i komputerów użytkowników domowych i firm oraz ilość ludzi pracujących w sektorze ICT. Instytucje, które badają cyfryzację mają również swoje współczynniki na określenie gospodarki cyfrowej. Jednym z takich współczynników zaproponowanym przez Komisję Europejską jest współczynnik DESI – Digital Economy and Society Index.¹⁵

1.5. Wpływ gospodarki cyfrowej na wzrost gospodarczy

W podrozdziale powyżej została opisana gospodarka cyfrowa. Wykazano, że jest to bardzo szeroki i obszerny termin, w którym znajduje się wiele aspektów życia społecznego i gospodarczego. Poruszono również temat trudności pomiaru gospodarki cyfrowej. Tylko część wpływu ICT na gospodarkę jest wychwytywana przez tradycyjne statystyki takie jak PKB. Jednak nie podlega wątpliwości, że gospodarka cyfrowa stała się częścią współczesnej gospodarki światowej.

Gospodarka cyfrowa wpływa w sposób pośredni i bezpośredni na wzrost PKB. Wpływy bezpośrednie i pośrednie przedstawia poniższa tabela 1.

TAB. 1. BEZPOŚREDNIE I POŚREDNIE WPŁYWY ITC NA PKB

Bezpośrednio	Pośrednio
Wartość rynku e-commerce	Pozwala zoptymalizować koszty w produkcji i biznesie
Wartość sektora ICT	Wpływa na rynek pracy
Wartość wydatków offline na sprzęt cyfrowy	Rozwój społeczeństwa informacyjnego
Inwestycje w B+R	Konsumpcja

¹⁵ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>

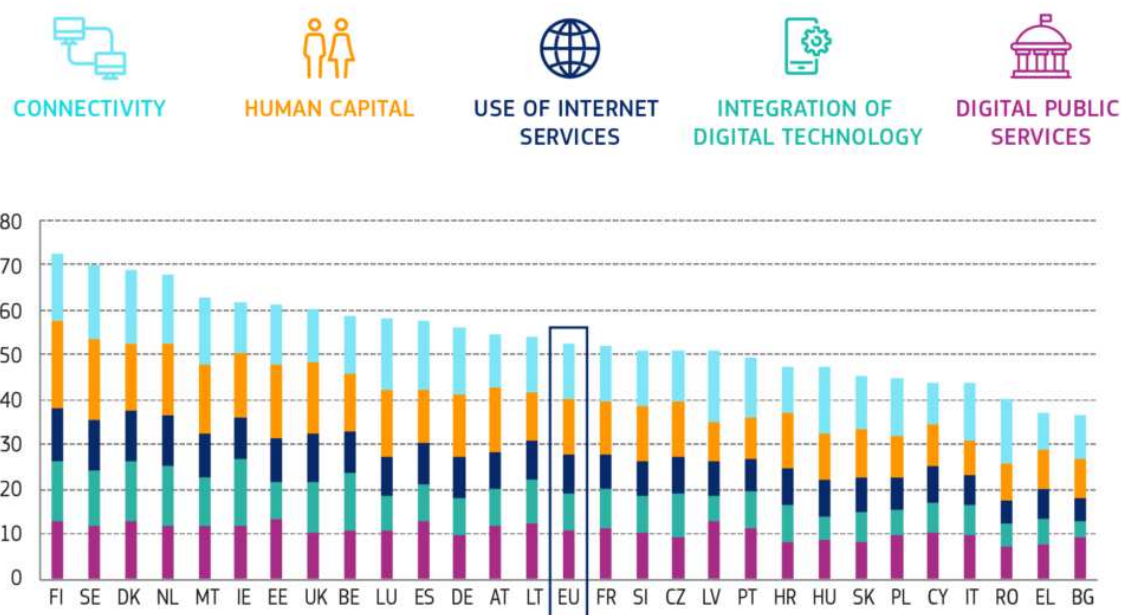
Źródło: opracowanie własne na podstawie Śledziwska K. i Włoch R. „Gospodarka cyfrowa. Jak nowe technologie zmieniają świat” Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, 2020

Wartości, które w sposób bezpośredni wpływają na PKB są to najczęściej wartości, które można policzyć w tradycyjny sposób. Pośrednie wpływy są już nie tak łatwe do zmierzenia. Przykładem trudno mierzalnego wpływu jest wzrost dobrobytu konsumenta, który zyskał dostęp do wielu informacji (blogi, encyklopedie wirtualne), posiadał możliwość szybkiego komunikowania się ze światem (telefony, maile), zyskał możliwość rozrywki w dowolnym czasie i miejscu (youtube, netflix). To tylko część nowych możliwości, które zwiększają dobrobyt konsumenta, a co za tym idzie w pośredni sposób wpływają na Produkt Krajowy Brutto.

1.6. Gospodarka cyfrowa w Unii Europejskiej

Unia Europejska mimo, że jest wspólnotą to jest zróżnicowana pod wieloma aspektami. Jedną z tych różnic jest cyfryzacja. Świadczy o tym wspomniany w podrozdziale wyżej współczynnik DESI. Jest to czynnik, który bierze 34 wartości z 5 różnych kategorii takich jak: łączność, kapitał ludzki, korzystanie z usług internetowych, integracja technologii cyfrowej oraz cyfrowe usługi publiczne. Według danych Eurostatu sytuacja w Unii Europejskiej w 2020 roku wyglądała jak na wykresie poniżej.

Rys. 2. Współczynnik DESI



źródło: Eurostat raport DESI

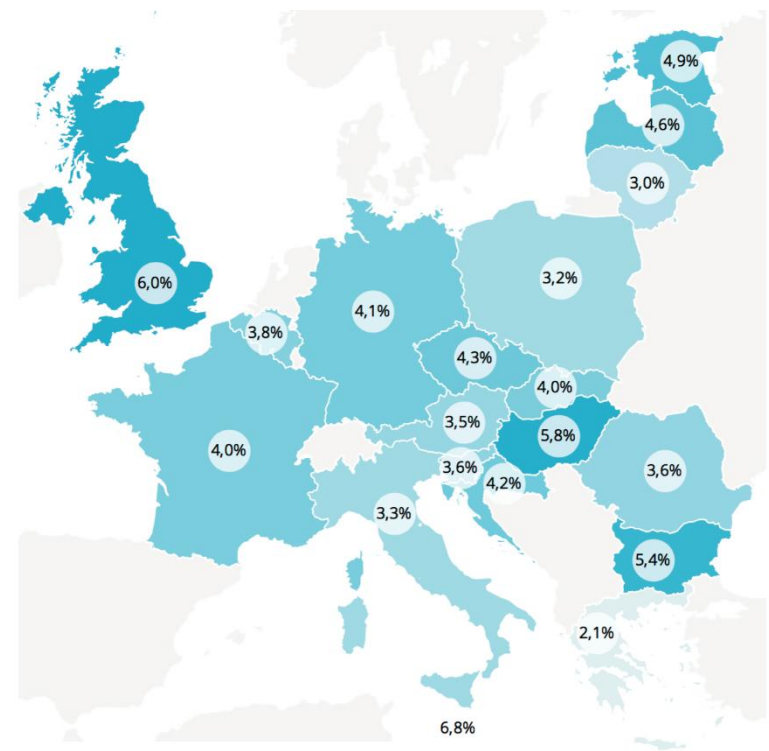
Z najnowszego raportu DESI wynika:

- W ciągu ostatniego roku wszystkie państwa członkowskie UE zanotowały wzrost poziomu cyfryzacji.
- Państwa z najwyższym współczynnikiem DESI to: Finlandia, Szwecja, Dania.
- Ostatnie miejsca w rankingu zajmują: Rumunia, Grecja, Bułgaria.
- Polska w rankingu DESI 2020 r. na tle 28 państw członkowskich plasuje się na 23. miejscu – awans o dwa miejsca w porównaniu z DESI 2019.
- KE zwraca uwagę na konieczność zwiększenia wysiłków na rzecz cyfryzacji, aby UE mogła konkurować na arenie międzynarodowej¹⁶.

Poza współczynnikiem DESI, który jest liczony dopiero od 5 lat, należy spojrzeć na bardziej tradycyjne metody pomiaru jakim jest udział sektora ICT w tworzeniu Produktu Krajowego Brutto w państwach członkowskich Unii Europejskiej.

¹⁶ <https://cyberpolicy.nask.pl/index-gospodarki-cyfrowej-i-spoleczenstwa-cyfrowego-desi-2020/>

Rys. 3. Udział sektora ICT w tworzeniu PKB w państwach członkowskich Unii Europejskiej



Źródło: Śledziwska K. i Włoch R. „Gospodarka cyfrowa. Jak nowe technologie zmieniają świat” Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, 2020, str. 85

Na mapie została uwzględniona Wielka Brytania, ponieważ dane są z okresu przed brexitem. Największy udział sektora ICT w tworzeniu PKB mają Malta, Bułgaria i Węgry. Natomiast najmniejszy udział jest w Grecji, Litwie i w Polsce.

„Warto podkreślić, że sektor ICT wpływa na wzrost gospodarczy nie tylko za pośrednictwem generowania innowacji technologicznych, ale również w wyniku inwestycji w infrastrukturę ICT oraz akumulacji kapitału ludzkiego. W krajach Unii Europejskiej w sektorze ICT w 2015 r. pracowało średnio 2,9% zatrudnionych. Zarówno dla pięciu pierwszych krajów UE (bez Luksemburga), jak i krajów Grupy Wyszehradzkiej wartość produkcji sektora ICT w ciągu ostatniej dekady wzrosła średnio w przybliżeniu o 40%. Warto jednak zwrócić uwagę, że średnia wartość produkcji w sektorze ICT dla krajów z Grupy Wyszehradzkiej jest 12-krotnie mniejsza od wartości

tej produkcji w krajach UE15, co świadczy o istotnej różnicy w rozwoju technologicznym tych dwóch grup państw.”¹⁷

1.7. Konwergencja

„Pojęcie konwergencji w naukach ekonomicznych zostało sformułowane w latach 40. i 50. XX wieku na gruncie teorii systemów i teorii konwergencji.”¹⁸ Początkowo służyło ono do porównywania gospodarek kapitalistycznych i centralnie planowanych, na jego podstawie próbowano weryfikować hipotezy o podobieństwach w rozwoju tych dwóch systemów ekonomicznych.

„W kolejnych dekadach poszerzono znaczenie konwergencji odnosząc ją z jednej strony do analiz porównawczych gospodarek socjalistycznych i kapitalistycznych z drugiej zaś do porównywania jedynie gospodarek krajów kapitalistycznych w kontekście koncepcji państwa dobrobytu. W rezultacie konwergencja coraz częściej ujmowała wszelkie zmiany dokonujące się w sferze społeczno-ekonomicznej badanych krajów.”¹⁹

Konwergencja w teorii ekonomii jest po proces, w którym państwa, grupy państw, regiony wyrównują swoje zmienne makroekonomiczne, których poziom był zupełnie różny na poziomie wyjściowym. Analiza procesu pokazuje czy badane państwa, grupy państw i regiony, które różniły się wyjściowym stanem zamożności i rozwoju będą wyrównywały te straty czy wręcz przeciwnie. Mowa wtedy o konwergencji realnej.

„Realną konwergencją w naukach ekonomicznych najczęściej jest określany relatywnie szybszy wzrost gospodarczy biedniejszych krajów (regionów) w stosunku do krajów (regionów) bogatszych, powodujących zmniejszanie dystansu między nimi. Zjawisko przeciwne – zwiększanie się różnic – jest nazywane dywergencją.”²⁰

¹⁷ Śledziewska 2020

¹⁸ Jabłoński Ł. „Ewolucja poglądów na temat konwergencji w ekonomii” WUwK, 2008, str. 1

¹⁹ Jabłoński Ł. „Ewolucja poglądów na temat konwergencji w ekonomii” WUwK, 2008, str. 1

²⁰ Wójcik Konwergencja gospodarcza – alternatywne koncepcje i metody pomiaru 2018

Do badania procesu konwergencji najczęściej wykorzystuje się takie wartości jak PKB per capita, stopa bezrobocia, poziom kapitału ludzkiego, wielkość produkcji i produktywności czynników produkcji.

W literaturze przedmiotu dokonano podziału na 3 typy konwergencji:

- Konwergencja typu sigma – występuje, kiedy różnice między badanymi podmiotami maleją, zmniejszając się dysproporcje w poziomie rozwoju gospodarczego. Najczęściej w badaniach tego typu konwergencji wykorzystuje się wskaźnik PKB lub średnią wydajność pracy.
- Konwergencja typu beta – występuje, gdy państwa, regiony, które początkowo były słabiej rozwinięte, były krajami biedniejszymi mają szybsze tempo wzrostu gospodarczego niż państwa, regiony, które początkowo stały na wyższym poziomie rozwoju, były krajami bogatszymi.
- „Konwergencja typu gamma występuje, gdy kraje zmieniają swoje miejsca w rankingu uporządkowanym pod względem jakiejś cechy. W badaniach nad realną konwergencją dochodową cechą tą jest dochód (PKB) na mieszkańca.”²¹

Wszystkie wyżej opisane rodzaje zakładają, że tempo wzrostu gospodarczego jest odwrotnie proporcjonalne do wyjściowego stanu PKB per capita. Definiuje to, że gdy kraj początkowo znajduje się na niższym poziomie rozwoju gospodarczego będzie rozwijał się szybciej niż kraje lepiej rozwinięte. Ta zależność działa również analogicznie, czyli kraje początkowo bogatsze mają wolniejsze tempo rozwoju gospodarczego niż kraje biedniejsze. Poza typami konwergencji można ją podzielić dodatkowo pod względem obszaru badania. Literatura wyróżnia trzy obszary badania:

- A) Międzynarodowy
- B) Regionalny
- C) Lokalny

Wraz z rozwojem ekonomii powstało nowe pojęcie, czyli klub konwergencji. Pojawiło się ono w latach 90 XX wieku i zostało zaproponowane przez W. J. Baumola oraz S. N. Durlaufa i P. A.

²¹ Rocznik Instytutu Europy Środkowo-Wschodniej 2019

Johnsona. Koncepcja klubu konwergencji polega na tym, że kraje lub regiony, które początkowo są na podobnym poziomie rozwoju gospodarczego łączą się tworząc klub konwergencji. Na przykład kraje bogate, dobrze rozwinięte zbliżają się do siebie, tworząc klub konwergencji i wspólnie się rozwijają w podobnym tempie wzrostu gospodarczego. Natomiast kraje biedne łączą się tworząc klub konwergencji o niskim poziomie rozwoju gospodarczego. Potęguje to rozwój barier takich jak: początkowo niski poziom rozwoju, ograniczenia w infrastrukturze, niski poziom dochodu na mieszkańca, brak zasobów, brak technologii, ograniczenia w edukacji. Powyższe bariery potęgują tylko niemożliwość przejścia krajom biednym do klubu państw bogatych. W ten sposób państwa biedne ciągle biednieją, a bogate się rozwijają.

Unię Europejską można uznać za taki klub konwergencji. Mimo różnic pomiędzy zachodnią a wschodnią częścią Europy, na terenie Unii Europejskiej, instytucje unijne promują i dofinansowują obszary biedniejsze, słabiej rozwinięte, tak by wszystkie państwa członkowskie rozwijały się i te biedniejsze kraje zbliżały się coraz bardziej do poziomu gospodarczego państw bogatszych. Dlatego w badaniu empirycznym spodziewany jest znaczny zakres konwergencji realnej.

II. Przegląd literatury przedmiotu i rynku ICT

2.1. Przegląd badań

Rola ICT w gospodarce jest przedmiotem zainteresowań wielu naukowych publikacji i raportów firm związanych z branżą cyfrową. Już dawno dostrzeżona została kluczowa rola sektora technologii informacyjno-komunikacyjnej. Jak wykazano w przeglądzie literatury większość naukowców podkreśla, że jest to obecnie najważniejsze źródło rozwoju i wzrostu gospodarczego. Publikacje i raporty najczęściej poruszają temat zależności między sektorem ICT, a wydajnością firm, wzrostem gospodarczym, rozwojem społeczeństwa informacyjnego. Poniżej zaprezentowano badania empiryczne, które dotyczą wpływu gospodarki cyfrowej na wzrost gospodarczy.

W artykule naukowym *Wpływ ICT na wzrost gospodarczy w krajach Unii Europejskiej w latach 2006-2016* Sylwestrzak (2018) z wykorzystaniem modelu panelowego zbadał faktyczny wpływ sektora ICT na wzrost PKB w 28 państwach członkowskich. Do wyjaśnienia wzrostu gospodarczego wybrał dwanaście zmiennych z czego osiem odwoływało się do sektora ICT, a zwłaszcza do sektora związanego z Internetem, telefonią komórkową i dostępem do łącz szerokopasmowych. Pozostałe zmienne to inwestycje rządowe, wydatki rządowe, saldo obrotów handlowych i stopa wzrostu PKB w poprzednim roku, pozwoliły skorygować Produkt Krajowy Brutto. Pozwoliło to na uzyskanie 308 obserwacji. Z badania empirycznego wysnuł 3 główne wnioski. „Po pierwsze, saldo obrotów handlowych jest zmienną istotną w analizach oraz wpływa ujemnie na wzrost gospodarczy. Po drugie, wzrost poziomu inflacji wpływa negatywnie na PKB, ale zmienna takie jest nieistotna. Po trzecie, wzrost wartości wskaźników ICT, poza liczbą osób mających dostęp do Internetu, wpływa dodatnio na zmienną zależną, ale wszystkie zmienne są nieistotne statystycznie.”²²

W publikacji *ICT growth effects at the industry level: a comparison between the US and the EU* Dimmelis i Papaioannou (2011) badają wpływ sektora ICT na wielkość produkcji w latach 1980 – 2000 w Unii Europejskiej oraz Stanach Zjednoczonych. Wykorzystują do tego dane panelowe i estymator Uogólnionej Metody Momentów. Wyniki jednoznacznie wskazują na pozytywny wpływ rozwoju sektora technologii informacyjno-komunikacyjnej na wzrost PKB zarówno w Stanach Zjednoczonych jak i Unii Eu-

²² Sylwestrzak Wpływ ICT na wzrost gospodarczy w krajach Unii Europejskiej w latach 2006–2016

ropejskiej. Został również pokazany skokowy wpływ, który największą siłę miał na początku lat 90 XX wieku.

Następny artykuł *Telecommunications and economic growth: a panel data approach* autorstwa Datta i Agarwal (2004) również przedstawia metodę panelową do przeprowadzenia empirycznego badania jak telekomunikacja wpływa na wzrost gospodarczy. Analiza została przeprowadzona dla 22 państw, które należą do OECD w okresie od 1980 do 1992 roku. W artykule sektor ICT został zaprezentowany w bardziej tradycyjny sposób niż obecnie. Jako zmienne do modelu panelowego wybrano: ilość linii telefonicznych na 100 mieszkańców i dodatkowo kwadrat tej wielkości. W modelu obie zmienne okazały się statystycznie istotne. Pierwsza zmienna pokazywała dodatni wpływ ilości wielkości linii na telefonicznych na 100 mieszkańców na wzrost PKB, natomiast kwadrat tej wielkości okazał się być ujemnie skorelowany do wzrostu wartości Produktu Krajowego Brutto.

Pradhan, Arvin, Norman i Bele w artykule *Economic growth and the development of telecommunications infrastructure in the G-20 countries: A panel-VAR approach* opublikowanym w 2014 roku z wykorzystaniem modelu panelowego policzyli wpływ sektora ICT na wzrost gospodarczy dla państw grupy G-20 w okresie od 1991 do 2012 roku. Jako zmienne z sektora ICT wybrane zostały: ilość telefonów komórkowych na 1000 mieszkańców, liczba użytkowników Internetu na 1000 mieszkańców oraz liczba łączy telefonicznych na 1000 mieszkańców. Autorzy artykułu za pomocą testu przyczynowości Grangera pokazali istotną zależność pomiędzy sektorem ICT a jego wpływem na wzrost gospodarczy. Zwrócili oni uwagę, że aby uzyskać w długim okresie wzrost gospodarczy należy skupić się na inwestycjach i rozwijaniu sektora ICT.

Analizę wpływu sektora ICT na wzrost gospodarczy aż dla 128 państw przeprowadzili Jin i Cho w swoim artykule *Is ICT a new essential for national economic growth in an information society?*, wydanym w 2015 roku. Badanie zostało przeprowadzone z wykorzystaniem zmiennych: liczba osób z dostępem do szerokopasmowego Internetu, ilość osób z komputerem stacjonarnym, ilość abonentów telefonicznych na 100 mieszkańców, wielkości eksportu oraz importu dóbr sektora ICT, liczba osób zatrudnionych w sektorze ICT w stosunku do całej populacji kraju, wielkość inwestycji w sektor ICT, zyski sektora ICT oraz wydatki na sprzęt. Według badań w różnym stopniu wszystkie zmienne wpływają na wzrost PKB we wszystkich badanych państwach. Analiza została przeprowadzona w oparciu o dane z lat 1999-2012.

W artykule *Information and Communication Technology Use and Economic Growth* autorstwa Farhadi, Ismail, Foolad, opublikowanym w 2012 roku przeprowadzona została analiza wpływu sektora ICT na wzrost PKB. Autorzy wykorzystali do tego dynamiczny model panelowy, który wykorzystuje dane dla lat 2000-2009 dotyczące 159 państw. Wyniki przedstawione w pracy pokazują, że występuje dodatnia zależność pomiędzy tempem wzrostu Produktu Krajowego Brutto oraz wielkością i poziomem wykorzystania sektora ICT, który został wyrażony w pracy jako liczba użytkowników Internetu, liczba osób z dostępem do Internetu szerokopasmowego, liczbą mobilnych abonentów na 100 mieszkańców. Dodatkowym wnioskiem w pracy było stwierdzenie, że wpływ wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych na wzrost gospodarczy jest większy w grupie krajów bogatszych niż w państwach, które zalicza się do państw biedniejszych. Autorzy podkreślili ważną rolę regulacji prawnych, które mają ułatwiać korzystanie z technologii informacyjno-komunikacyjnych.

Kolejnym badaniem naukowym, który porusza wpływ cyfryzacji na wzrost gospodarczy jest praca *Impact of Information and Communication Technology Infrastructure on Economic Growth: An Empirical Assessment for the EU Countries* opublikowana w 2018 roku przez Toadera i inni. Badanie zostało przeprowadzone w okresie 2000-2017 w państwach członkowskich Unii Europejskiej. Wykorzystując modele panelowe, pokazano wpływ różnych składowych sektora ICT na wzrost PKB. Z badań wynika, że infrastruktura teleinformatyczna, wraz z innymi czynnikami makroekonomicznymi, jest ważną siłą napędową wzrostu gospodarczego w krajach UE.

Ważnym artykułem, który zbadał wpływ i jakość wpływu sektora ICT na wzrost gospodarczy jest praca Polak *The productivity paradox: A meta-analysis* opublikowany w 2017 roku. Polak posługując się metaanalizą, którą oparł na zbiorze ponad 800 szacunków korzyści związanych z sektorem ICT z ponad 70 badań napisanych w ciągu ostatnich 20 lat. Metaanaliza ujawniła silną obecność stronniczości publikacyjnej w literaturze na temat produktywności ICT. Po przeanalizowaniu wyników autor stwierdza, że rozwój sektora ICT nie wpływa aż w tak znaczącym stopniu na wzrost PKB jak opisuje to wielu badaczy. Stosując wielopoziomowy model efektu mieszanego, szacuje elastyczność ICT na zaledwie 0,3%, czyli ponad dziesięć razy mniej niż to, co zostało zgłoszone w poprzedniej metaanalizie, która była przeprowadzona 10 lat wcześniej.

2.2. Rozwój ICT w EU

Państwa członkowskie Unii Europejskiej, kładą różny nacisk na rozwijanie sektora ICT. W każdym państwie jest on na innym poziomie, różni się nie tylko wielkością samego sektora, ale ilością osób, które w nim pracują. Również kompetencje cyfrowe poszczególnych obywateli Europy są bardzo zróżnicowane. Wszystkie państwa członkowskie są zachęcane do licznych inwestycji w technologię i innowacyjne obszary gospodarki. Mimo to, nie wszystkie kraje zastosowało i skorzystało z zaleceń Unii Europejskiej. Są państwa, które mają bardzo niskie nakłady na rozwój sektora ICT. Jednak pomimo tego Unia Europejska jest zaliczana do czołówki najbardziej zaawansowanych i najbogatszych gospodarek na świecie.

Unia Europejska dąży do ciągłego rozwoju sektora cyfrowego, wyrównania poziomu cyfryzacji państw. W raporcie zatwierdzonym przez Komisję Europejską można przeczytać, że „Celem jednolitego rynku cyfrowego UE jest otwarcie możliwości dla obywateli i przedsiębiorstw oraz wzmocnienie pozycji Europy jako światowego lidera w dziedzinie gospodarki cyfrowej. Unia Europejska w dalszym ciągu usuwa przeszkody, które uniemożliwiają obywatelom, rządóm i przedsiębiorstwom pełne wykorzystanie możliwości Internetu.

Ułatwienia te obejmują: zakończenie blokowania geograficznego, zniesienie opłat roamingowych w telefonii komórkowej oraz rozwiązanie problemu braku dostępu do Internetu lub umiejętności cyfrowych, nowe przepisy dotyczące możliwości przenoszenia, tak aby obywatele mogli uzyskać dostęp do swoich subskrypcji online na telewizję, gry i muzykę podczas podróży po UE, tak samo jak w swoim kraju.”²³

Komisja Europejska w marcu 2021 roku zaprezentowała nowe kierunki rozwoju gospodarki cyfrowej w krajach członkowskich do 2030 roku. Zdefiniowała cztery kluczowe obszary, które razem tworzą kompas cyfrowy i są to: umiejętności cyfrowe, transformacja cyfrowa przedsiębiorstw, bezpieczeństwo i zrównoważona infrastruktura cyfrowa, cyfryzacja usług publicznych. W założeniach dotyczących umiejętności cyfrowych społeczeństwa Unii Europejskiej jest podniesienie kwalifikacji na poziom podstawowy przynajmniej 80% całej populacji wspólnoty, dodatkowo są założenia, aby w branży ICT pracowało ponad 20 milionów ludzi. W kwestii transformacji cyfrowej przed-

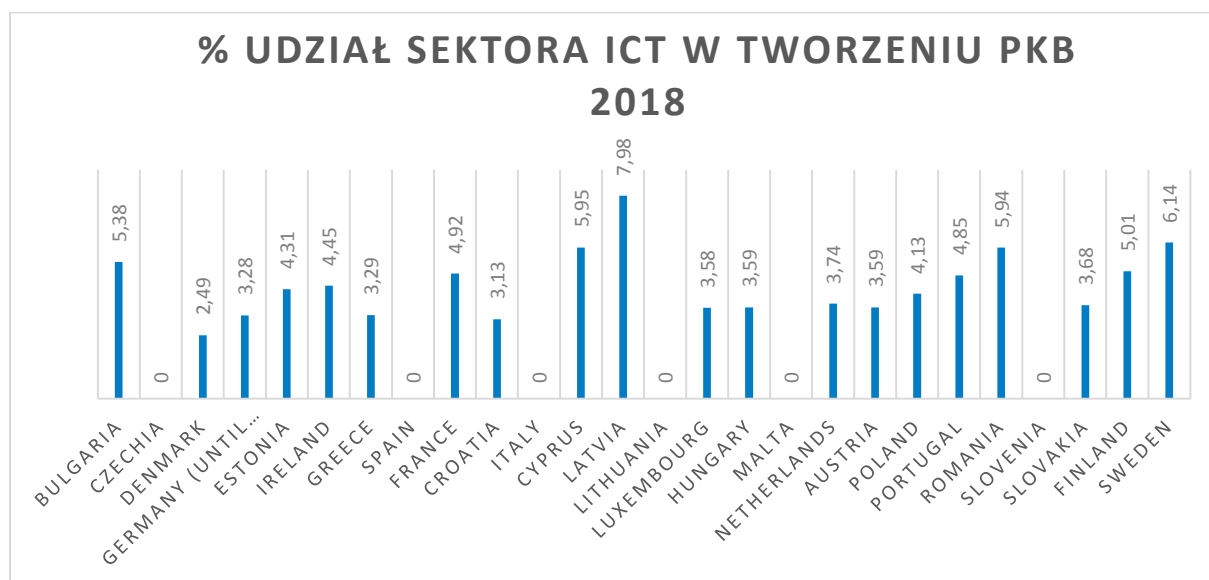
²³ Raport komisji UE 2020

siębiorstw Komisja Europejska zakłada, że 75% przedsiębiorstw wspólnoty będzie wykorzystywać rozwiązania chmurowe, sztuczną inteligencję, działać na dużych zbiorach danych. Ponadto zakładają, że 90 procent małych i średnich przedsiębiorstw będzie przynajmniej na podstawowym poziomie wykorzystania technologicznego. Unia Europejska w perspektywie rozwoju cyfryzacji do 2030 roku zakłada również poprawę łączności, dostęp do Internetu 5G na terenie całej wspólnoty. Ostatnim punktem kompasu cyfrowego jest cyfryzacja usług publicznych. Zakłada się, że tożsamość cyfrową osiągnie 80% obywateli i zaczną korzystać z cyfrowego dokumentu tożsamości. Pojawił się również zapis o 100 procentowej dostępności do dokumentacji medycznej pacjentów.

2.3. Sektor ICT w krajach wspólnoty Unii Europejskiej

Poszczególne państwa członkowskie stoją na różnym poziomie rozwoju gospodarczego. Mimo że Unia Europejska dąży do zrównania państw członkowskich pod względem rozwoju to każde z państw wspólnoty opiera swoją gospodarkę o inną część sektora gospodarki. Komisja Europejska zachęca kraje członkowskie by inwestowały w gospodarkę, rozwijając jej innowacyjność; w szczególności chodzi tutaj o rozwój sektora ICT.

Wykres 1. Procentowy udział sektora ICT w tworzeniu PKB w 2018 roku w państwach członkowskich Unii Europejskiej

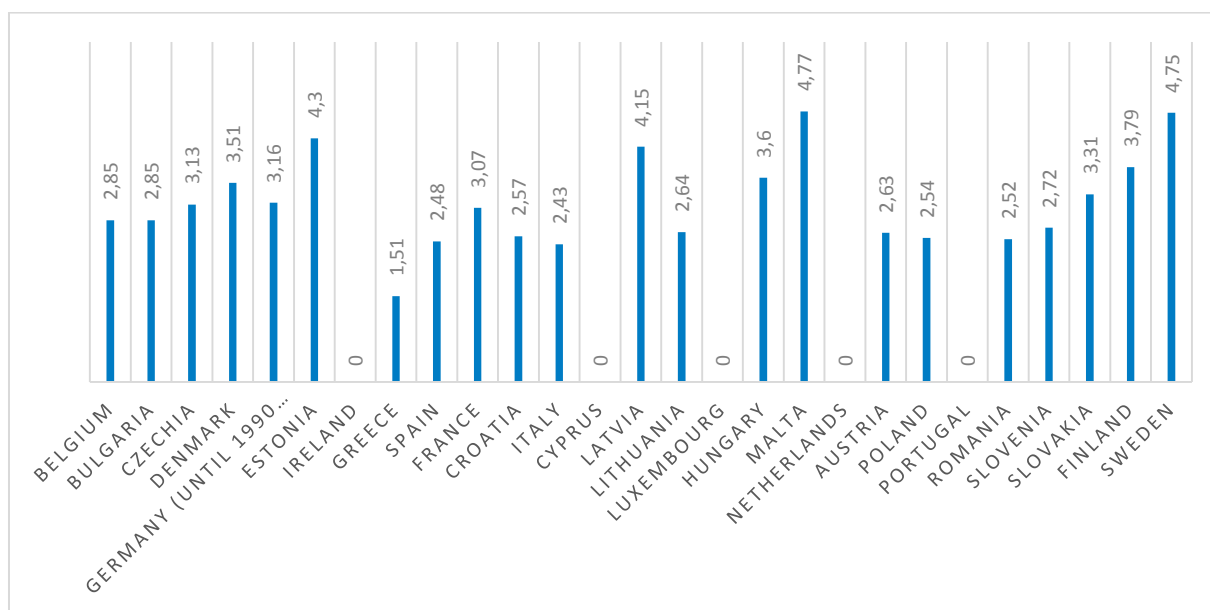


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Eurostat

Powyższy wykres przedstawia procentowy udział sektora technologii-informacyjnego w tworzeniu PKB w 2018 roku w krajach członkowskich Unii Europejskiej. Dla Czech, Hiszpani, Włoch, Litwy, Malty i Słowenii brakowało danych. Najniższy udział sektora ICT w PKB jest w Danii i Niemczech. Jednak trzeba wziąć pod uwagę, że są to duże i silne gospodarki europejskie, w których sektor ICT jest dobrze rozwinięty. Najwyższą wartość udziału sektora cyfrowego w PKB może pochwalić się Łotwa oraz Szwecja. Średnia dla całej Unii Europejskiej wynosiła 4,47%. Dane pochodzą z Eurostatu.

Kolejnym aspektem, który świadczy o rozwoju sektora cyfrowego w Unii Europejskiej jest zatrudnienie w branży ICT. Poniżej przedstawiono wykres procentowego zatrudnienia całej populacji w sektorze gospodarki cyfrowej w 2018 roku na podstawie danych pobranych w Eurostatu. Dla Irlandii, Cypru, Luxemburgu, Holandii i Portugalii nie było podanych danych. Największy procent całej populacji pracującej w sektorze ICT pracuje na Malcie oraz w Szwecji. Najniższy poziom zatrudnienia można zaobserwować w Grecji oraz we Włoszech.

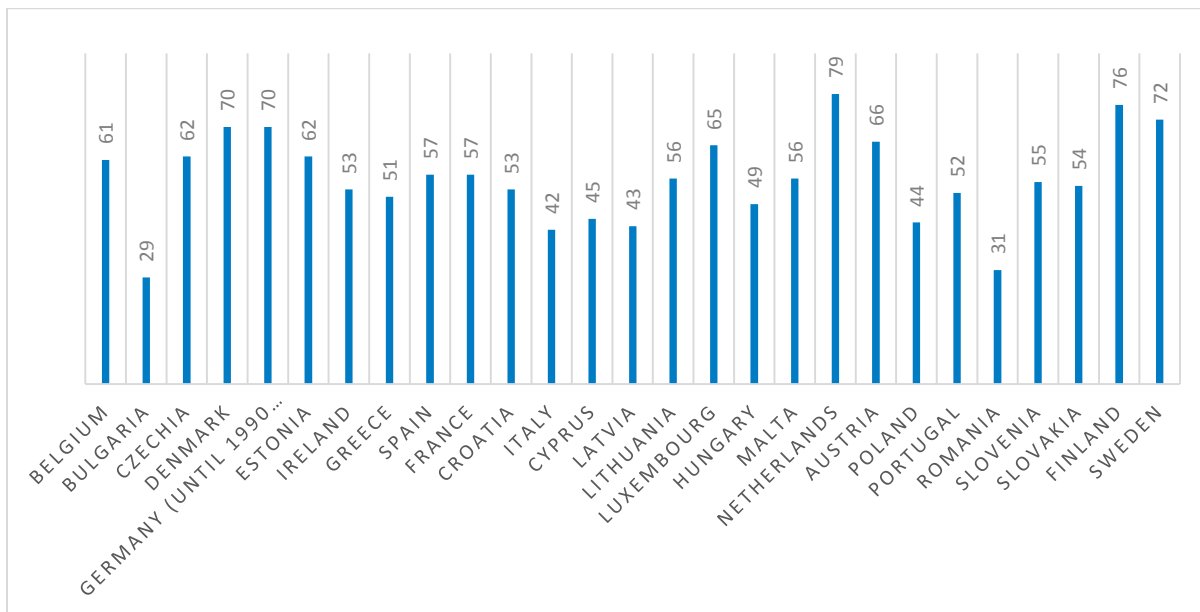
Wykres 2. Udział zatrudnienia społeczeństwa w branży ICT w całkowitym zatrudnieniu (w %)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Eurostat

Eurostat prowadzi również badania dotyczących kompetencji cyfrowych obywateli Unii Europejskiej. Poniżej przedstawiono wykres kompetencji cyfrowych opracowany na podstawie danych Eurostatu z 2019 roku. Wykres 3 poniżej przedstawia, ile osób na 100 badanych posiadało w 2019 roku kompetencje cyfrowe na poziomie podstawowym i na wyższym poziomie.

Wykres 3. Kompetencje cyfrowe obywateli państw członkowskich w UE w 2019 roku



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Eurostat

Wykres przedstawia procentowy udział obywateli z kompetencjami cyfrowymi na poziomie podstawowym lub wyższym. Państwa z największym współczynnikiem kompetencji cyfrowych to Holandia, Finlandia i Szwecja. Kraje z najgorzej rozwiniętymi kompetencjami gospodarczymi to Bułgaria i Rumunia. Kompetencje cyfrowe wpływają na szybkość rozwoju sektora ICT. Tworzą się nowe usługi i powstaje popyt na nowe dobra oparte na technologii cyfrowej. Rozwój społeczeństwa cyfrowego i kompetencji leży w kwestii państwa. W krajach członkowskich Unii Europejskiej są prowadzone szkolenia, które finansowane są z budżetu UE, z podnoszenia swoich kompetencji cyfrowych.

Na powyższych wykresach widać jak bardzo pod wieloma aspektami cyfrowymi zróżnicowane są kraje członkowskie Unii Europejskiej. Każda z gospodarek i społeczeństw jest inne pod względem rozwoju cyfrowego i mimo, że wszystkie państwa inwestują w rozwój sektora ICT to nie jest on jeszcze równomiernie rozwinięty w całej Unii Europejskiej.

III. Badanie empiryczne

3.1. Wprowadzenie

W poniższym rozdziale zastało opisane badanie empiryczne. Przedstawiono podstawy teoretyczne modeli wykorzystanych w analizie empirycznej. Zaprezentowano dane oraz ich źródło. Na końcu zostały przedstawione wnioski z badań empirycznych oraz analiza i weryfikacja postawionych w pracy hipotez.

3.2. Dane panelowe

Mianem danych panelowych określa się zbiór informacji o zbiorowości jednostek obserwowanych w czasie. Nie każde dane przekrojowo-czasowe mogą być jednak potraktowane jako panel. „Wielkość typowego panelu można określić w dwóch wymiarach: liczba jednostek w zbiorze (N) i liczba okresów badania (T).”²⁴ Większość podstawowych wartości danych makroekonomicznych ma charakter danych panelowych. Dane panelowe dzielą się na dwie podgrupy. Pierwszą z nich są mikropanele, czyli dane, które pochodzą od pojedynczych osób, firm czy instytucji. Zebrane dane są najczęściej bardzo szczegółowe, posiadają znaczną liczbę zmiennych przekrojowych, ale mniejszą liczbę obserwacji.

„Drugim typem danych panelowych jest makropanel, czyli zbiór danych, których zebranie z reguły wymaga jedynie obserwowania rzeczywistości i skorzystania z dostępnych informacji zawartych np. w rocznikach statystycznych. Jednostkami makropanelu są z reguły kraje, powiaty czy gałęzie gospodarki, zaś informacje w nim zebrane dotyczą z reguły podstawowych wskaźników działalności (PKB, inflacja, średnia rentowność).”²⁵

Wraz z rozwojem myśli ekonomicznej rośnie zainteresowanie danymi panelowymi. Zaletą danych panelowych jest duża liczba obserwacji. Zwłaszcza w przypadku makropanelu, gdzie najczęściej

²⁴ Gruszczyński M. i in „Mikroekonometria. Modele i metody analizy danych indywidualnych”, [Wolters Kluwer Polska](#), Warszawa, 2012

²⁵ Gruszczyński M. i in „Mikroekonometria. Modele i metody analizy danych indywidualnych”, [Wolters Kluwer Polska](#), Warszawa, 2012

liczba jednostek nie jest duża, co powoduje, że badania przekrojowe nie pozwalają na wyciągnięcie właściwych wniosków z obserwacji.

„Wykorzystanie danych panelowych umożliwia zwiększenie liczby obserwacji w stosunku do danych przekrojowych, a jednocześnie redukuje (choć oczywiście nie eliminuje) problemy typowe dla analizy szeregów czasowych, jako że T dla panelu jest najczęściej znacznie mniejsze niż w badaniach opartych na pojedynczym szeregu.”²⁶ Dodatkowo dane panelowe, poprzez badanie tej samej grupy badawczej, pozwala na badanie dynamiki zachodzącego procesu.

Wady danych panelowych są bardzo niewielkie i najczęściej są związane z problemami technicznymi. Najczęściej dotyczy to danych z mikropanelu, gdzie czasem ciężko jest zebrać odpowiednie dane, wiążą się z tym duże koszty oraz problemy logistyczne. Jednak czasem i w danych makropanelowych brakuje pojedynczych obserwacji.

3.3. Opis danych

W badaniu zostały zebrane dane roczne z okresu 2009-2018, dla wszystkich państw członkowskich Unii Europejskiej. Dane pochodzą z Eurostatu oraz World Banku. W modelu wzrost gospodarczy jest tłumaczony zmiennymi takimi jak: wielkość eksportu dóbr ICT wyrażona jako procent całego eksportu dóbr ICT, wielkość importu dóbr ICT wyrażona jako procent całego importu, wielkość eksportu usług jako procent wszystkich eksportowanych usług, zatrudnienie w sektorze związanym z ICT wyrażona jako procent ogólnego zatrudnienia (w skład zatrudnionych w sektorze ICT są ludzie którzy posiadają szerokie kompetencje cyfrowe tacy jak informatycy, ale również zatrudnieni przy pracy w produkcji produktów ICT tacy jak technicy naprawiający i składający sprzęt cyfrowy), procentowy udział sektora ICT w tworzeniu PKB, liczbę osób korzystających z zakupów internetowych na 100 mieszkańców. Dane tworzą panel prawie zbilansowany, ponieważ w całym panelu brakuje nielicznych wartości. Wszystkie zmienne, ich źródło danych oraz jednostki w jakich są wyrażone umieszczono w tabeli poniżej.

TAB. 2. ZMIENNE ZAWARTE W MODELU

zmienna	jednostka	źródło danych
---------	-----------	---------------

²⁶ Gruszczyński M. i in „Mikroekonometria. Modele i metody analizy danych indywidualnych”, [Wolters Kluwer Polska](#), Warszawa, 2012

lab_ict	% zatrudnienie w sektorze ICT	Eurostat
ICTdexp	% jaki w eksporcie stanowią dobra ICT	Word Bank
ICTdimp	% jaki w imporcie stanowią dobra ICT	Word Bank
PERICT	% jaki ICT tworzy PKB	Eurostat
INTERNET	Liczba zamówień internetowych na 100 mieszkańców	Eurostat
ICTuexp	% jaki w eksporcie stanowią usługi ICT	Word Bank
GDP	Wzrost gospodarczy	Word Bank

3.4. Opis modeli

Początkowo w pracy zostało przeprowadzone badanie za pomocą modelu Metody Najmniejszych Kwadratów (MNK), dla danych panelowych. W przypadku zastosowania MNK do danych panelowych pominięta zostaje specyficzna struktura całej próby.

„Metoda Najmniejszych Kwadratów zastosowana do pełnej próby (MNK) (pooled ordinary least squares – POLS) polega na oszacowaniu modelu za pomocą MNK na próbie, w której obserwacje wszystkich okresów i wszystkich obserwacji zostały wymieszane ze sobą. Warunki nieobciążoności i zgodności estymatora MNK są w tym przypadku identyczne, do tych omówionych w kontekście standardowej regresji.”²⁷

W przypadku modelu pooled regresja jest przeprowadzona na wszystkich zebranych obserwacjach. Aby przeprowadzić regresję, zakłada się, że nie występują efekty indywidualne oraz nie ma zmian badanego podmiotu w czasie. Te założenia pozwalają na użycie obserwacji w taki sam sposób jakby były one z prostej próby losowej. Można wtedy użyć metody Klasycznej Metody Najmniejszych Kwadratów:

$$y_{it} = \beta_0 + X_{it}\beta' + \varepsilon_{it}$$

gdzie:

y_{it} – zmienna objaśniana

X_{it} – zmienna objaśniająca

ε_{it} – błąd losowy

²⁷ Mycielski J. Ekonometria Warszawa 2010

W rzeczywistości dane panelowe ciężko modelować modelem pooled, ponieważ rzadko kiedy zdarza się żeby próba była jednorodna, więc powstaje ryzyko powstania nieefektywnego estymatora oraz oszacowań, które są obciążone.

W kolejny kroku badawczym skorzystano z estymatorów efektów stałych oraz efektów losowych. W obu przypadkach efekt indywidualny uważa się za zmienną losową.

„W przypadku estymatora efektów losowych zakładamy, że efekt indywidualny jest nieskorelowany ze zmiennymi objaśniającymi x_i . Z kolei w przypadku estymatora efektów stałych dopuszczamy wystąpienie korelacji między efektami indywidualnymi, a zmiennymi objaśniającymi. Różnica między estymatorami efektów losowych i stałych nie polega więc na losowości bądź nielosowości efektów indywidualnych, ale na założeniach dotyczących istnienia korelacji między efektami indywidualnymi a zmiennymi objaśniającymi.”²⁸

Model z efektami stałymi fixed effect (FE)

Standardowy jednokierunkowy model z efektami ustalonymi przyjmuje postać²⁹:

$$y_{it} = x_{it}\beta + \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

gdzie:

y_{it} – zmienna objaśniana

x_{it} – wektor zmiennych objaśniających

ε_{it} – składnik losowy

β – wektor parametrów

α_i - określane są mianem efektów indywidualnych

W celu skorzystania z modelu trzeba przyjąć założenie o występowaniu różnic pomiędzy badanymi jednostkami.

²⁸ Mycielski J. Ekonometria Warszawa 2010

²⁹ Gruszczynski M. i in „Mikroekonometria. Modele i metody analizy danych indywidualnych”, [Wolters Kluwer Polska](#), Warszawa, 2012,

Parametr α_i jest to indywidualny wyraz wolny dla każdej badanej jednostki. Interpretacja tego składnika będzie zależała od posiadanej wiedzy ekonomicznej w temacie prowadzonego badania. Wszystkie niezawarte w wektorze zmiennych objaśniających będą zawarte w tym parametrze.

Model z efektami losowymi random effect (RE)

W tym modelu każdej jednostce przyporządkowana jest dana zmienna losowa, która jest odpowiedzialna za efekt indywidualny w badanym okresie czasu. W kolejnych okresach estymacji efekty losowe się zmieniają, nie są jednakowe dla wszystkich. Powoduje to, że efekty indywidualne nie są traktowane jako parametry, więc nie można szacować ich wartości.

„O ile w modelu z efektami stałymi efekty indywidualne mogliśmy interpretować jako indywidualny wyraz wolny, inny dla każdej jednostki, ale stały w czasie, to w modelu z efektem losowym efekty indywidualne możemy interpretować jako indywidualne składniki losowe.”³⁰

Poniżej zaprezentowany został podstawowy wzór modelu z dodanym wyrazem wolnym:

$$y_{it} = \gamma + x_{it}\beta + \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

gdzie:

y_{it} – zmienna objaśniana,

x_{it} – wektor zmiennych objaśniających,

ε_{it} – składnik losowy,

β – wektor parametrów,

α_i – określane są mianem efektów indywidualnych

γ – wyraz wolny

Model dynamiczny

Powyżej w pracy zostały przedstawione tylko modele statystyczne. Termin „model statyczny” w odniesieniu do danych panelowych ma nieco inne znaczenie, niż jest to przyjęte zwyczajowo w ekonometrii. Odnosząc się do danych panelowych, mianem modelu dynamicznego określa się

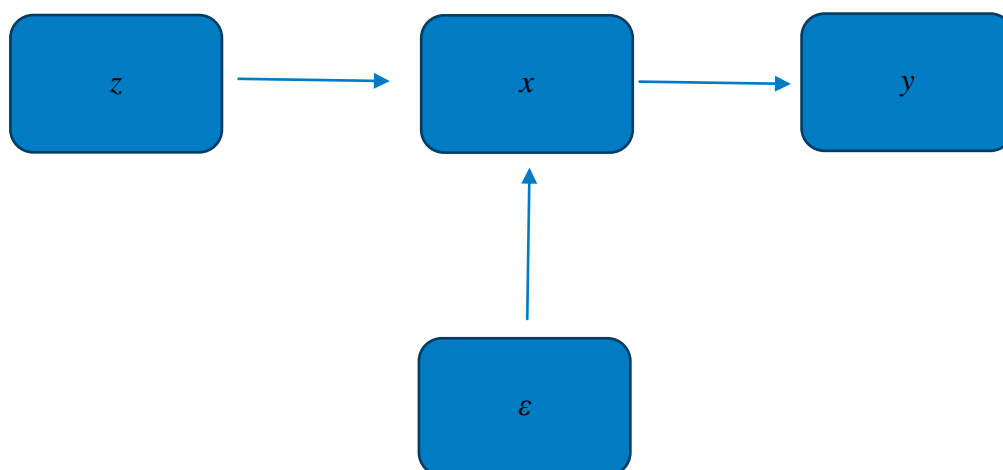
³⁰ Zawierzchowski P. Modelowanie danych panelowych Poznań 2020

jedynie modele autoregresyjne, pozostałe traktując jako modele statyczne. Przyczyną tego faktu jest czysty pragmatyzm: obecność wśród zmiennych objaśniających funkcji czasu bądź opóźnionych wartości zmiennych egzogenicznych nie wpływa ani na sposób estymacji, ani wnioskowania w oparciu o model, podczas gdy wprowadzenie elementu autoregresji wymaga zastosowania odmiennego podejścia do estymacji.”³¹

„Metoda Zmiennych Instrumentalnych została zaproponowana w 1981 roku przez Anderson i Hsiao. Zauważyli, że wprawdzie zmienna jest skorelowana ze składnikiem losowym $\Delta \epsilon_{it}$, jednak samo $y_{i,t-2}$ jest z definicji skorelowane z $\Delta y_{i,t-1}$ jako jego składowa (pomijając ekstremalny przypadek stałości y w czasie), za to nieskorelowane z $\Delta \epsilon_{it}$, pod warunkiem że $\epsilon_{i,t}$ nie podlega autokorelacji. W takiej sytuacji możliwe byłoby oszacowanie parametrów modelu przy użyciu metody zmiennych instrumentalnych, wykorzystując $y_{i,t-2}$ jako instrument.”³²

W modelach gdzie występuje zależność między składnikiem losowym, a zmienną objaśniającą można posłużyć się Metodą Zmiennych Instrumentalnych. Koncepcję Metody Zmiennej Instrumentalnej można przedstawić za pomocą poniższej grafiki i równania :

Rys. 4. Budowa MZI



z – zmienna instrumentalna (instrument)

x – zmienna objaśniająca

³¹ Gruszczyński M. i in „Mikroekonometria. Modele i metody analizy danych indywidualnych”, Wolters Kluwer Polska, Warszawa, 2012

³² Gruszczyński M. i in „Mikroekonometria. Modele i metody analizy danych indywidualnych”, Wolters Kluwer Polska, Warszawa, 2012, str. 68

y – zmienna objaśniana

ε – składnik losowy

Równanie MZI:

$$y_{it} = z_{it}\beta + u_{it}, i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots,$$

gdzie:

z_{it} – wektor zmiennych objaśniających

β – wektor parametrów

u_{it} – składnik losowy

Efektywność Modelu Zmiennych Instrumentalnych jest tym większa, im jest większa korelacja pomiędzy instrumentami a zmiennymi instrumentowymi.

„Swoistego rodzaju przełomu dokonali Arellano i Bond (1991). W obliczu niskiej efektywności estymatorów opartych na metodzie zmiennych instrumentalnych zaproponowali oni wykorzystanie uogólnionej metody momentów do estymacji modeli dynamicznych.”³³

Estymator Arellano-Bonda jest bardziej efektywny.

Aby estymator MZI był zgodny i efektywny musi nie występować korelacja zmiennych ze składnikiem losowym. Aby potwierdzić egzogeniczność zmiennych objaśnianych wykorzystuje się test Hausmana.

3.5. Hipotezy w pracy

Analizując dostępną literaturę przedmiotu oraz odwołując się do teorii ekonometrycznych i makroekonomicznych postanowiono zbadać postawione w pracy hipotezy poprzez przeprowadzenie poszerzonej analizy ekonometrycznej z wykorzystaniem modelu MNK dla danych panelowych, następnie poszerzenie estymacji o model efektów stałych (RE) oraz model efektów zmiennych (FE).

³³ Gruszczyński M. i in „Mikroekonometria. Modele i metody analizy danych indywidualnych”, [Wolters Kluwer Polska](#), Warszawa, 2012, str.44

Ostatnim modelem, który kończy proces tłumaczenia hipotez zaprezentowanych w pracy jest Metoda Zmiennych Instrumentalnych, która jest główną częścią przeprowadzonego w pracy badania.

Po szerokim badaniu literatury i dostępnych artykułów naukowych oraz analizie empirycznej w pracy zostały postawione następujące hipotezy:

H0: Szeroko rozumiany sektor ICT wpływa zawsze pozytywnie na wzrost Produktu Krajowego Brutto państw Unii Europejskiej

H1: Wielkość zakupów internetowych wśród mieszkańców państw członkowskich Unii Europejskiej wpływa pozytywnie na wzrost gospodarczy.

H2: Wzrost zatrudnienia w sektorze ICT wpływa dodatnio na wzrost Produktu Krajowego Brutto

H3: Eksport i Import dóbr ICT ma pozytywny wpływ na wzrost gospodarczy.

3.6. Wyniki przeprowadzonych estymacji

W tabeli poniżej przedstawiono wyniki dla wszystkich przeprowadzonych w pracy modeli. Za poziom istotności ustalono α na poziomie 10%.

TAB. 3. WYNIKI ESTYMACJI

	KMNK	MODEL FE	MODEL RE	MZI
Lab_cit	0,97181	2,309987	0,5615627	-9,052188**
ICTdexp	-0,210989	-0,3299129*	-0,1471513	-1,911543**
ICTdimp	0,066138	0,5105941	0,2048995	2,781773**
PERICT	0,2589652	-0,3424642	0,1845848	
INTERNET	0,127993	0,1428589**	0,0320494	0,2404447*
ICTuexp	-0,0500096	-0,2285377	-0,0690489	0,2008472
R ²	0,0222	0,2188 (R ² within)	0,1944 (R ² within)	

* – istotne na poziomie istotności $\alpha = 0,1$

** – istotne na poziomie istotności $\alpha = 0,05$

*** – istotne na poziomie istotności $\alpha = 0,01$

Brak gwiazdki oznacza, że zmienna nie jest istotna.

Pierwszym przeprowadzonym badaniem było wybór metody MNK. Wyniki przeprowadzonej regresji zostały zaprezentowane w tabeli czwartej.

TAB. 4. WYNIKI MODELU MNK

	(1)
	GDP
lab_ict	0.0972 (0.12)
ICTdexp	-0.0211 (-0.23)
ICTdimp	0.0661 (0.50)
PERICT	0.259 (0.62)
INTERNET	0.0128 (0.65)
_cons	-0.600 (-0.46)
<i>N</i>	168

t statistics in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Po przeprowadzeniu badania wszystkie zmienne okazały się nieistotne na każdym poziomie istotności, dlatego też nie interpretowano jego wyników.

Następnie wykonano model efektów stałych (FE) oraz model efektów zmiennych (FE).

Wyniki przeprowadzonej estymacji fixed effect zaprezentowane zostały w tabeli 5.

TAB. 5. WYNIKI ESTYMACJI FE

	(1)
	GDP
ICTdexp	-0.330* (-1.77)
INTERNET	0.143** (3.03)
ICTdimp	0.511 (1.40)
PERICT	-0.342 (-0.35)
lab_ict	2.310 (1.23)

ICTuexp	-0.229 (-0.93)
_cons	-8.143* (-2.06)
<hr/>	
<i>N</i>	146

t statistics in parentheses

* $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

W badaniu istotny okazały się tylko dwa parametry. Zmienna eksportu dóbr sektora ICT okazała się istotna na poziomie istotności 0,1. Druga zmienna w modelu, która była istotna to Internet, który był istotny już na poziomie istotności 0,05. Wzrost eksportu dóbr sektora ICT o jeden punkt procentowy to tempo wzrostu Produktu Krajowego Brutto spada o 0,33 punktu procentowego. Z modelu wynika, że gdy poziom zamówień internetowych wzrasta o 1 punkt procentowy to tempo wzrostu gospodarczego wzrasta średnio o 0,2 punktu procentowego. Reszta zmiennych w modelu okazała się nieistotna.

Wzrost zamówień internetowych może wpływać na Produkt Krajowy Brutto poprzez zwiększenie konsumpcji. Większa ilość zamówień powoduje zwiększenie produkcji, a co za tym idzie wzrost zatrudnienia.

Eksport wpływa ujemnie na wzrost PKB, co może być spowodowane saldem wymiany handlu zagranicznego, jednak nie wiadomo na jakim poziomie jest import, aby móc wyjaśnić wielkość eksportu netto.

W pracy również została przeprowadzona estymacja za pomocą modelu z efektami losowymi wyniki przedstawione zostały w tabeli 6.

TAB. 6. WYNIKI ESTYMACJI RE

	(1) GDP
ICTdexp	-0.147 (-1.14)
INTERNET	0.0320 (1.15)
ICTdimp	0.205 (1.01)
PERICT	0.185 (0.31)
lab_ict	0.562

	(0.48)
ICTuexp	-0.0690
	(-0.83)
_cons	-1.985
	(-1.12)
<hr/>	
<i>N</i>	146
<hr/>	

t statistics in parentheses

* $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

Z przeprowadzonej estymacji wynika, że wszystkie zmienne okazały się nieistotne na każdym poziomie istotności. Dlatego nie podjęto interpretacji wyników.

Ostatnim modelem wykonanym w pracy był model dynamiczny, który posłużył do interpretacji hipotez postawionych w pracy. Metoda zmiennych Instrumentalnych okazała się najlepsza, ponieważ zmienne są od siebie wzajemnie zależne, a MZI pozwala ominąć ten problem. Wyniki Metody Zmiennych Instrumentalnych przedstawiono w tabeli 7.

TAB. 7. WYNIKI ESTYMACJI MZI

	(1)
	GDP
<hr/>	
ICTdexp	-1.912**
	(-4.30)
INTERNET	0.240*
	(2.37)
ICTdimp	2.782**
	(4.22)
lab_ict	-9.052**
	(-2.65)
ICTuexp	0.201
	(0.40)
_cons	5.685
	(0.82)
<hr/>	
<i>N</i>	170
<hr/>	

t statistics in parentheses

* $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

Na poziomie istotności równym $\alpha = 10\%$ istotne okazały się zmienne: wielkość eksportu i importu dóbr sektora ICT, wielkość zakupów internetowych, zatrudnienie w sektorze ICT. Jediną zmienną nieistotną w modelu okazał się eksport usług sektora ICT. Za zmienną instrumentalną wybrano

zmienną PERICT, która pokazuje procentowy udział sektora ICT w całym Produkcie Krajowym Brutto oraz która wpływa na zmienną PKB.

Na poziomie istotności równym $\alpha = 5\%$ okazały się istotne zmienne: export i import dóbr sektora ICT oraz zatrudnienie w sektorze ICT.

Z modelu MZI wynika, że wraz ze wzrostem eksportu dóbr sektora ICT o 1 punkt procentowy spada wzrost Produktu Krajowego Brutto o 1,91 punktu procentowego. Natomiast wzrost o 1 punkt procentowy importu dóbr sektora ICT wpływa pozytywnie na wzrost gospodarczy o 2,78 punktu procentowego. Ujemnie na wzrost Produktu Krajowego Brutto działa jeszcze zatrudnienie w sektorze ICT, którego wzrost o 1 punkt procentowy powoduje spadek tempa wzrostu o 9,05 punktu procentowego. Z istotnych zmiennych w modelu jeszcze tylko wzrost zamówień internetowych o jeden punkt procentowy powoduje wzrost Produktu Krajowego Brutto o 0,24 punktu procentowego.

3.7. Weryfikacja hipotez i konkluzje

Główna hipoteza postawiona w pracy, która mówiła że wzrost sektora ICT zawsze w sposób pozytywny wpływa na wzrost Produktu Krajowego Brutto okazała się błędna. Z danych wynika, że wzrost zatrudnienia w branży ICT powoduje spadek tempa wzrostu PKB. Ujemnie na wzrost PKB wpływa również eksport dóbr sektora ICT.

W pracy zawarto również trzy tezy pomocnicze, z których tylko jedna okazała się prawdziwa. Pozytywnie zweryfikowano tylko tezę o pozytywnym wpływie zamówień internetowych na wzrost PKB. W modelu MZI potwierdzono empirycznie pozytywny wpływ wzrostu wielkości zamówień na Produkt Krajowy Brutto. Wzrost zamówień internetowych oznacz wzrost konsumpcji, składnika który w sposób bezpośredni znajduje się w równaniu PKB.

Dwie hipotezy, które zostały zweryfikowane w sposób negatywny to hipoteza dotycząca zatrudnienia w sektorze ICT. Hipoteza postawiona w pracy miała zweryfikować czy wzrost zatrudnienia w branży ICT wpływa w sposób pozytywny na wzrost gospodarczy.

Z użyciem Metody Zmiennej Instrumentalnej pokazano, że na terenie państw Unii Europejskiej wzrost zatrudnienia w branży ICT wpływa na spadek tempa wzrostu gospodarczego. Przyczyną

tego może być sposób mierzenia zatrudnienia w branży ICT. Dane dotyczą szeroko pojętej pracy w tym sektorze są to informatycy, technicy informatycznie, osoby produkcji przy produkcji sprzętu cyfrowego. Wynagrodzenia informatyków są jednym z wyższych wynagrodzeń na rynku pracy. Jednak żeby zostać informatykiem trzeba ponieść bardzo wysokie koszty. Dodatkowo w grupie zatrudnionych w sektorze ICT znajdują się osoby z przeciętnym i średnim wynagrodzeniem, są to osoby takie jak technicy informatyczni, osoby reperujące i produkujące sprzęt ICT. Wzrost zatrudnienia w tych grupach zawodowych nie musi oznaczać wzrostu tempa gospodarczego.

Ostatnią hipotezą, która mówi, że eksport i import dóbr ICT wpływa pozytywnie na tempo wzrostu gospodarczego została zweryfikowana negatywnie. Za pomocą Metody Zmiennej Instrumentalnej pokazano, że eksport dóbr sektora ICT obniża tempo wzrostu Produktu Krajowego Brutto, natomiast import tych dóbr wpływa w sposób dodatni na wzrost gospodarczy. Import dóbr ICT jest większy niż eksport w Unii Europejskiej, co może powodować że saldo bilansu handlowego dóbr sektora ICT jest ujemne, co powoduje spowolnienie tempa wzrostu Produktu Krajowego Brutto.

Jednak przy weryfikacji hipotezy o pozytywnym wpływie sektora ICT na wzrost gospodarczy należy zwrócić uwagę na fakt, poruszony w rozdziale pierwszym. Branża ICT działa na wielu płaszczyznach, w dalszym ciągu posiada ona składowe, które ciężko ekonomistom zmierzyć i policzyć, a które wpływają w sposób pośredni i bezpośredni na życie społeczne, gospodarcze i kulturowe dzisiejszego świata. Może to prowadzić do stwierdzenia, że są sektory ICT, które obecnie w bezpośredni sposób nie wpływają na wzrost gospodarczy, ale są niezbędne do rozwoju gospodarki cyfrowej i dopiero w późniejszym okresie będą miały pozytywny wpływ na PKB. Nawet w krótkim okresie można stwierdzić, że niektóre składowe sektora ICT, nawet jeśli nie wpływają bezpośrednio pozytywnie na Produkt Krajowy Brutto to pozwalają innym składnikom, które pozytywnie wpływają na PKB na rozwój. Przykładem tutaj może być zatrudnienie w sektorze ICT oraz wielkość zakupów w Internecie. W badaniu empirycznym pokazano, że wzrost zatrudnienia w branży ICT wpływa negatywnie na wzrost gospodarczy, a wzrost zakupów w Internecie wpływa pozytywnie. Jednak bez pracowników sektora ICT, którzy zapewnią sprzęt, infrastrukturę i będą świadczyć usługi, nie będzie możliwości wzrostu zakupów przez Internet.

Na tej podstawie można powiedzieć, że w badaniu zweryfikowano w sposób prosty hipotezy, jednak należy zwrócić uwagę na złożoność problemu i poddać je weryfikacji na bardziej zaawansowanym poziomie, który uwzględniałby powiązania między wszystkimi czynnikami sektora ICT.

W pracy, wbrew wielu artykułom naukowym i prezentowanym raportom, pokazano, że szeroko rozumiany sektor ICT nie jest automatycznie i natychmiastowym motorem napędowym wzrostu gospodarczego. Zastanawiać się można nad skutkami bardziej rozłożonymi w czasie – być może dodatnie skutki pojawiają się po wielu latach. Praca stanowi początek szerszej dyskusji, w której należałoby ustalić wpływ całego sektora ICT na PKB, w której należałoby sięgnąć po więcej danych i zmiennych, które jednak obecnie są ciężko dostępne. Należy też zastanowić się czy warto rozwijać każdy sektor w całej branży ICT, czy skupić się na najważniejszych dla rozwoju gospodarczego.

ZAKOŃCZENIE

Niniejsza praca przedstawia wyniki analizy wpływu sektora ICT na tempo wzrostu gospodarczego w krajach członkowskich Unii Europejskiej w latach 2009-2018. Z wykorzystaniem dostępnej literatury przedmiotu oraz obserwacjami empirycznymi postawiono w pracy cztery hipotezy, które zweryfikowano w części empirycznej pracy, z wykorzystaniem Metody Zmiennych Instrumentalnych.

W modelu posłużono się następującymi danymi makroekonomicznymi: wielkość eksportu dóbr ICT wyrażona jako procent całego eksportu, wielkość importu dóbr ICT wyrażona jako procent całego importu, wielkość eksportu usług ICT jako procent wszystkich eksportowanych usług, zatrudnienie w sektorze związanym z ICT wyrażona jako procent ogólnego zatrudnienia, procentowy udział sektora ICT w tworzeniu PKB, liczbę osób korzystających z zakupów internetowych na 100 mieszkańców. Wszystkie dane zostały wykorzystane w ujęciu rocznym od 2009 do 2018 roku.

W części dotyczącej analizy empirycznej zweryfikowano postawione w pracy hipotezy. Aż trzy z czterech postawionych hipotez zostały zweryfikowane w sposób negatywny. W badaniu okazało się, że nie wszystkie sektory całej branży ICT muszą w sposób pozytywny wpływać na tempo wzrostu gospodarczego. Dodatkowo zweryfikowano że wzrost eksportu dóbr sektora ICT nie poprawia tempa wzrostu PKB, natomiast import dóbr wpływa dodatnio na wzrost gospodarczy. Ostatnia zweryfikowana w sposób negatywny hipoteza mówi o tym, że wzrost zatrudnienia w sektorze ICT wpływa dodatnio na wzrost Produktu Krajowego Brutto.

Jedyna hipoteza postawiona w pracy, którą zweryfikowano w sposób pozytywny, mówi o dodatnim wpływie wzrostu zamówień internetowych na wzrost tempa rozwoju gospodarczego. Wyniki są jednakże niezgodne z większością publikowanych artykułów i raportów, które bardzo mocno podkreślają, że rozwój sektora ICT jest jedyną słuszną drogą rozwoju państw. Należałoby się tutaj zastanowić nad przyczynami tejże różnicy. W badaniu badano obszar całej Unii Europejskiej, do której należą państwa znajdujące się na nierzadko wysoce zróżnicowanym poziomie rozwoju gospodarki cyfrowej, dojrzałości społeczeństwa cyfrowego oraz samej infrastruktury, co poruszono w rozdziale pierwszym pracy. Być może zaprezentowane wyniki zmienią się, gdy kraje członkowskie, które stosunkowo niedawno dołączyły do wspólnoty, zrównają się z krajami starej Unii. Dość często wykorzystuje się tu rok 2005 jako swoistą granicę oddzielającą obie grupy. To podejście jest zauważalne również w literaturze, między innymi w opisanym w rozdziale drugim artykule Sylwe-

strzaka. Możliwe jest jednak to, że w długim okresie wszystkie zmienne okażą się w pozytywny sposób wpływać na wzrost gospodarczy. Z tego powodu efekty wpływu ICT na wzrost PKB mogą być opóźnione, zaś faktyczny wpływ będzie zauważalny dopiero po czasie, w którym wszystkie państwa będą posiadały tak samo wysoko rozwinięte społeczeństwo cyfrowe oraz niezbędną do rozwijania się sektora ICT infrastrukturę. Wyniki powyższej pracy otwierają dyskusję nad rozwijaniem oraz inwestowaniem w sektor ICT. Należy się zastanowić i przeanalizować problematykę wyboru odpowiedniego modelu rozwoju cyfrowego państw wspólnoty Unii Europejskiej, by był on możliwie maksymalnie efektywny. Ponadto, nie można zapominać o potencjalnym opóźnieniu skutków tych implementacji i ich widoczności dopiero w długim okresie. Dlatego warto będzie powtórzyć badanie, gdy dostępne staną się nowe dane i poddać ponownej ocenie wpływu opóźnień rozwoju sektora ICT na wzrost gospodarczy.

Praca stanowi początek dalszej dyskusji nad wpływem sektora ICT na wzrost gospodarczy, który można poszerzyć o nowe zmienne makroekonomiczne. Co więcej, interesującym kierunkiem wydaje się także zbadanie wpływu pandemii COVID-19, która w wielu przedsiębiorstwach wymusiła wykorzystanie rozwiązań cyfrowych niestosowanych wcześniej bądź znacząco zwiększyła ich skalę, a także uwzględnienie czynnika ludzkiego, który w pracach dotyczących rozwoju sektora ICT i jego wpływu na gospodarkę jest pomijany.

BIBLIOGRAFIA

Blanchard O. Makroekonomia. Nieoczywiste Warszawa 2017.

Datta A. i Agarwal S. Telecommunications and economic growth: a panel data approach Eastern Economic Association. Boston 2004.

Digital Economy and Society Index (DESI) 2020.

Dimmelis P i Papaioannou K. ICT growth effects at the industry level: A comparison between the US and the EU Information Economics and Policy. 2011.

Farhadi, Ismail, „Foolad Information and Communication Technology Use and Economic Growth. PLoS ONE 7(11) 2012.

Gruszczyński M. i in „Mikroekonometria. Modele i metody analizy danych indywidualnych. Wolters Kluwer Polska Warszawa 2012.

Jabłoński Ł. Ewolucja poglądów na temat konwergencji w ekonomii. WUwK 2008.

Jin S. I Cho Ch. Is ICT a new essential for national economic growth in an information society. Government Information Quarterly 2015.

Malaga K O niektórych dylematach teorii wzrostu gospodarczego i ekonomii. UEwP Poznań 2009.

Mycielski J. Ekonometria Sowardruk Warszawa 2010.

Piętak Ł. Zrównoważony wzrost gospodarczy w teoriach i modelach wzrostu i rozwoju gospodarczego. Biblioteka Naukowa Gospodarka w Praktyce i Teorii 2016.

Polak P. The productivity paradox: A meta-analysis. Information Economics and Policy 38 2017.

Rudra P. Pradhan, Mak Arvin, Neville R. Norman and Samadhan K. Bele Economic growth and the development of telecommunications infrastructure in the G-20 countries: A panel-VAR approach. EconPapers 2014.

Schumpeter J.A. The Theory of Economic Development. Harvard University Press Cambridge MA 1934

Sylwestrzak M. Wpływ ICT na wzrost gospodarczy w krajach Unii Europejskiej w latach 2006–2016. Ekonomiczne Problemy Usług nr 2/2018.

Śledziwska K. i Włoch R. Gospodarka cyfrowa. Jak nowe technologie zmieniają świat Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego. Warszawa 2020.

Toadera E. „Impact of Information and Communication Technology Infrastructure on Economic Growth: An Empirical Assessment for the EU Countries”, Resilient Infrastructure Systems and Sustainable Economic Growth, 2018

Wójcik P. Metody pomiaru realnej konwergencji gospodarczej w ujęciu regionalnym i lokalnym. Konwergencja równoległa. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego Warszawa 2018.

Zawierzchowski W. Wstęp do ekonometrii danych panelowych SGH Warszawa 2020.

ZESTAWIENIE SPISÓW

Wykaz skrótów

DESI	Digital Economy and Society Index
ICT	Information and Communication Technologies
FE	fixed effects
RE	random effects
MNK	Metoda Najmniejszych Kwadratów
MZI	Metoda Zmiennych Instrumentalnych
PKB	Produkt Krajowy Brutto

SPIS TABEL

Tab. 1. Bezpośrednie i pośrednie wpływy ITC na PKB.....	18
Tab. 2. Zmienne zawarte w modelu.....	33
Tab. 3. Wyniki estymacji.....	39
Tab. 4. Wyniki modelu MNK	40
Tab. 5. Wyniki estymacji FE	40
Tab. 6. Wyniki estymacji RE.....	41
Tab. 7. Wyniki estymacji MZI.....	42

SPIS RYSUNKÓW

Rys. 1. Gospodarka cyfrowa.....	17
Rys. 2. Współczynnik DESI	19
Rys. 3. Udział sektora ICT w tworzeniu PKB w państwach członkowskich Unii Europejskiej.....	21
Rys. 4. Budowa MZI	37

SPIS WYKRESÓW

Wykres 1. Procentowy udział sektora ICT w tworzeniu PKB w 2018 roku w państwach członkowskich Unii Europejskiej.....	29
Wykres 2. Udział zatrudnienia społeczeństwa w branży ICT w całkowitym zatrudnieniu (w %)	30
Wykres 3. Kompetencje cyfrowe obywateli państw członkowskich w UE w 2019 roku	31