

CYFRYZACJA A PRODUKTYWNOŚĆ GOSPODARKI: MAKROEKONOMICZNE WYZWANIA I PERSPEKTYWY

Streszczenie:

Artykuł analizuje wpływ cyfryzacji na produktywność gospodarczą w wybranych krajach Unii Europejskiej w latach 2014-2022. Hipoteza badawcza zakłada, że cyfryzacja jest kluczowym czynnikiem wzrostu produktywności, ale jej efekty różnią się w zależności od poziomu zaawansowania technologicznego i struktury gospodarki. Przeprowadzona analiza wykazała, że kraje wysoko zdigitalizowane, takie jak Luksemburg, Irlandia czy Holandia, osiągają wyższą produktywność pracy i PKB per capita. Z kolei w państwach o niższym poziomie cyfryzacji, takich jak Rumunia czy Polska, efekty cyfryzacji są bardziej opóźnione. W artykule podkreślono, że inwestycje w technologie cyfrowe mają kluczowe znaczenie dla rozwoju gospodarki.

Słowa kluczowe:

cyfryzacja gospodarki, produktywność pracy, PKB per capita

WSTĘP

Postępująca cyfryzacja stanowi jeden z kluczowych czynników kształtujących współczesne gospodarki. Rozwój technologii informacyjno-komunikacyjnych, automatyzacja procesów, a także wzrastająca rola sztucznej inteligencji wpływają na wzrost efektywności przedsiębiorstw oraz poszczególnych sektorów gospodarki. W dobie globalnej konkurencji oraz dynamicznych zmian technologicznych wzrasta znaczenie analizy wpływu cyfryzacji na produktywność gospodarki. W szczególności istotne jest zrozumienie, w jaki sposób inwestycje w technologie cyfrowe przekładają się na wzrost wydajności pracy, poziom innowacyjności oraz konkurencyjność na międzynarodowym rynku. Przesłanką podjęcia wskazanej tematyki jest wzrost znaczenia cyfryzacji w gospodarce oraz nierówności występujące w stopniu cyfryzacji między poszczególnymi krajami, co w konsekwencji wpływa na różnice z poziomie produktywności pracy oraz PKB per capita.

Celem artykułu jest ocena wpływu cyfryzacji na produktywność gospodarki w ujęciu makroekonomicznym. Analiza obejmuje identyfikację kluczowych wskaźników mierzących produktywność, takich jak PKB per capita, wskaźnik produktywności pracy oraz poziom inwestycji w technologie cyfrowe. W ramach artykułu przeanalizowano zależności występujące między wdrażaniem innowacji cyfrowych a wzrostem gospodarczym w wybranych krajach Unii Europejskiej. Hipoteza badawcza zakłada, iż cyfryzacja stanowi kluczowy czynnik wzrostu produktywności gospodarczej, jednak jej efekty mogą różnić się w zależności od poziomu zaawansowania technologicznego oraz struktury gospodarki poszczególnych krajów. W celu weryfikacji hipotezy badawczej zastosowano metodę analizy danych statystycznych, obejmującą porównanie wskaźników

takich jak PKB per capita, produktywności pracy oraz poziomu inwestycji w technologie cyfrowe w wybranych krajach UE. Źródła danych obejmują raporty instytucji międzynarodowych, takich jak Eurostat, Bank Światowy oraz OECD, a także publikacje naukowe i analizy eksperckie dotyczące wpływu cyfryzacji na rozwój gospodarczy. Przyjęta metodologia pozwala na ocenę zarówno korzyści wynikających z wdrażania technologii cyfrowych, jak i potencjalnych barier hamujących wzrost produktywności w różnych gospodarkach.

CYFRYZACJA A PRODUKTYWNOŚĆ GOSPODARKI UJĘCIE TEORETYCZNE

Cyfryzacja gospodarki oraz społeczeństwa to jedna z najdynamiczniejszych zmian zachodzących na współczesnych rynkach globalnych. Stwarza nowe możliwości dla rozwoju modeli biznesowych. Jednocześnie wiąże się z niepewnością oraz różnorodnymi zagrożeniami, takimi jak społeczne konsekwencje automatyzacji procesów produkcyjnych czy wyzwań związanych z bezpieczeństwem. Cyfryzacja, rozumiana jako ciągły proces łączenia świata rzeczywistego z wirtualnym, staje się głównym źródłem innowacji oraz transformacji w niemal wszystkich sektorach gospodarki. Kluczowymi elementami pobudzającymi rozwój gospodarki cyfrowej są:

- Internet rzeczy (IoT);
- Powszechna łączność (ang. hyperconnectivity);
- Aplikacje i usługi oparte na chmurze obliczeniowej (ang. cloud computing);
- Analityka dużych zbiorów danych (ang. big data analytics) oraz usługi big data (ang. Big-Data-as-a-Service);
- Automatyzacja i robotyzacja procesów;
- Modele dystrybucji wielokanałowej (ang. multi-channel) i wszechkanałowej (ang. omni-channel).

Istotnym aspektem cyfryzacji gospodarki w skali makroekonomicznej pozostaje radykalny charakter następujących zmian cyfrowych, bowiem powodują one powstanie nowych wartości dla przedsiębiorstw, rynków oraz konsumentów. W celu dostosowania się do występujących zmian, zarówno przedsiębiorstwa, jak i poszczególne sektory gospodarki oraz administracja publiczna muszą przejść przez proces transformacji cyfrowej. W sektorach takich jak przemysł, motoryzacja czy logistyka, adaptacja do cyfrowej gospodarki i społeczeństwa przejawia się poprzez koncepcje takie jak Przemysł 4.0, Motoryzacja 4.0 czy Logistyka 4.0¹.

Cyfryzacja ma istotny wpływ na produktywność gospodarki, ponieważ umożliwia szybsze, bardziej efektywne procesy produkcyjne, zarządzanie danymi i komunikację, co przyczynia się do wzrostu wydajności w wielu sektorach. Dzięki cyfryzacji przedsiębiorstwa mogą automatyzować rutynowe zadania, optymalizować procesy oraz wdrażać innowacyjne technologie, które zwiększają szybkość i precyzyjność działań². Jednym z kluczowych elementów cyfryzacji, wpływającym na produktywność, jest wykorzystanie analityki danych (ang. big data). Gromadzenie i analizowanie ogromnych zbiorów danych, umożliwia firmom podejmowanie bardziej trafnych decyzji, przewidywanie

1 J. Pieriegud, Cyfryzacja gospodarki i społeczeństwa – wymiar globalny, europejski i krajowy, Cyfryzacja gospodarki i społeczeństwa – szanse i wyzwania dla sektorów infrastrukturalnych, Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową, Gdańska Akademia Bankowa, Gdańsk 2016, s. 17.

2 E. Brynjolfsson, A. McAfee, The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. W. W. Norton & Company, London 2014, s. 56-59.

popytu na produkty i usługi oraz optymalizowanie łańcucha dostaw, co przekłada się na lepsze wykorzystanie zasobów i redukcję kosztów³.

Innymi czynnikami mającym wpływ na produktywność jest automatyzacja i robotyzacja, które pozwalają na redukcję kosztów pracy, zwiększenie precyzji procesów produkcyjnych oraz skrócenie czasu wytwarzania produktów. W efekcie, przedsiębiorstwa mogą produkować więcej w krótszym czasie, co przyczynia się do wzrostu całkowitej produktywności gospodarki⁴. Jednocześnie współczesne technologie, takie jak chmurowe usługi obliczeniowe czy Internet rzeczy pozwalają także na lepsze zarządzanie zasobami i utrzymanie infrastruktury, co wpływa na efektywność operacyjną przedsiębiorstw. Z kolei rozwój systemów sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego pozwala na automatyczne analizowanie procesów w celu ich optymalizacji.⁵ Wszystkie wskazane czynniki prowadzą do zwiększenia wydajności pracy, poprawy jakości produktów i usług, a także do bardziej zrównoważonego rozwoju gospodarki. Cyfryzacja stanowi zatem nie tylko narzędzie do usprawniania procesów w firmach, ale także fundament w budowaniu bardziej konkurencyjnej gospodarki globalnej⁶.

Produktywność określa się mianem miary wyrażającej liczbę jednostek produktu przypadających na jednostkę nakładu. Miarę tę stosuje się najczęściej do kapitału i pracy (z osobna oraz łącznie) przy czym pokazuje ona, jak skutecznie czynniki produkcji przekształcane są w produkt finalny. Poziomem, na którym produktywność mierzona jest najczęściej, ze względu na wagę porównań, jak i względną łatwość uzyskania danych oraz mniejsze obciążenie błędem jest produktywność dla danego kraju. Analizy dotyczące czynników wpływających na produktywność zyskują coraz większe znaczenie w europejskiej debacie. Komisja Europejska koordynuje prace tzw. productivity boards, które badają potencjał wzrostu poszczególnych państw. Dodatkowo w Europie działa sieć Comp Net, zajmująca się badaniem danych dotyczących firm. W ramach jej działalności opracowano zbiór danych, który umożliwia harmonizację statystyk opisujących poszczególne gospodarki. Działania te zostały podjęte, ponieważ od początku XXI wieku tempo wzrostu gospodarczego i produktywności w Unii Europejskiej spadło. W odpowiedzi na te wyzwania, Komisja Europejska w 2016 roku zachęciła kraje strefy euro do powołania krajowych rad ds. produktywności (National Productivity Boards) oraz do podjęcia podobnych działań przez inne państwa UE. Celem tych instytucji jest omawianie kwestii związanych z produktywnością i konkurencyjnością na poziomie krajowym oraz wspieranie polityk sprzyjających szybszemu wzrostowi gospodarczemu. Mimo zaleceń KE, nie wszystkie państwa strefy euro utworzyły rady ds. produktywności. Obecnie takie instytucje funkcjonują w 17 z 20 państw strefy euro – bez Włoch, Hiszpanii i Estonii. W pozostałych siedmiu państwach UE spoza unii walutowej tylko w Danii powołani Radę ds. Produktywności⁷.

Pomiaru poziomu cyfryzacji dokonać można za pomocą dwóch zmiennych, które różnią się w zależności od kraju, sektora oraz horyzontu czasowego. Pierwsza zmienna, umożliwia określenie intensywności inwestycji cyfrowych. Obliczana jest jako udział rzeczywistych inwestycji w technologie cyfrowe w całkowitych inwestycjach rzeczowych. Wskazane inwestycje obejmują oprogramowanie komputerowe, bazy danych, technologie informacyjne i komunikacyjne oraz badania i rozwój. Wadą

3 M. Chui, J. Manyika, M. Miremadi, Where machines could replace humans and where they can't (yet), McKinsey Quarterly, <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/where-machines-could-replace-humans-and-where-they-cant-yet> [data dostępu: 15 marca 2025].

4 E. Brynjolfsson, L. M. Hitt, Computing Productivity: Firm-Level Evidence, The Review of Economics and Statistics, 2023, no. 85(4), s. 793-808.

5 N. P. Melville, Information Systems Innovation for Environmental Sustainability. MIS Quarterly, 2010, 34(1), s. 1-21.

6 OECD, The Future of Work: OECD Employment Outlook 2019. OECD Publishing, <https://doi.org/10.1787/9ee00155-en> [data dostępu: 25 marca 2025].

7 J. Rybacki, Miesięcznik Makroekonomiczny PIE, Polski Instytut Ekonomiczny, 2024, nr 8/24, s. 12.

wskazanej zmiennej jest nieuwzględnianie możliwości wykazanego wzrostu intensywności inwestycji cyfrowych, spowodowanego spadkiem cen technologii cyfrowych, jaki miał miejsce w ciągu ostatnich dwóch dekad. W celu eliminacji wskazanego problemu, stosowana jest druga zmienna, która mierzy, w jakim stopniu intensywność inwestycji cyfrowych przekracza (bądź nie) przewidywania oparte na obniżce względnych cen tychże inwestycji, co określa się jako wartość resztową.

CYFRYZACJA A PRODUKTYWNOŚĆ GOSPODARKI – PERSPEKTYWY

W przyszłości cyfryzacja będzie kluczowym czynnikiem wzrostu produktywności gospodarczej, ale jej efektywność zależała będzie od kilku istotnych obszarów. Przede wszystkim, przyspieszenie transformacji cyfrowej będzie wynikać z dalszego rozwoju technologii takich jak sztuczna inteligencja, Internet rzeczy, blockchain oraz chmura obliczeniowa. Innowacje te mają ogromny wpływ na wszystkie sektory gospodarki, umożliwiając bardziej efektywne zarządzanie zasobami oraz optymalizację procesów produkcyjnych i usługowych. Wprowadzenie zautomatyzowanych procesów produkcyjnych i robotów w sektorach takich jak przemysł czy logistyka będzie miało istotny wpływ na zwiększenie produktywności, szczególnie w krajach o średnim poziomie cyfryzacji, takich jak Polska czy Rumunia⁸.

Kolejnym kluczowym elementem w przyszłości cyfryzacji będzie zwiększenie inwestycji w edukację cyfrową. Podnoszenie kompetencji cyfrowych wśród pracowników stanie się priorytetem, gdyż to, jak szybko społeczeństwa będą w stanie adaptować się do nowych technologii, będzie miało bezpośredni wpływ na wzrost produktywności. Krajom, które zainwestują w rozwój edukacji cyfrowej i umiejętności pracowników, łatwiej będzie wdrażać nowe technologie w życie codzienne⁹. Rządy krajów UE będą miały do odegrania kluczową rolę w tworzeniu odpowiednich regulacji wspierających rozwój gospodarki opartej na wiedzy i technologii. Polityki promujące badania i rozwój, inwestycje w technologie oraz zapewniające bezpieczeństwo cyfrowe mogą przyczynić się do większej integracji technologii w różnych sektorach gospodarki, wpływając tym samym na wzrost produktywności.

Zrównoważony rozwój cyfryzacji wymaga równomiernego dostępu do technologii we wszystkich regionach. Dążenie do zminimalizowania cyfrowego wykluczenia oraz zapewnienie równych szans na dostęp do nowych technologii będzie kluczowe dla równomiernego rozwoju wszystkich krajów członkowskich. Dzięki temu, każdy region będzie miał szansę na skorzystanie z cyfrowych innowacji i na ich wdrożenie w swojej gospodarce.

Cyfryzacja i automatyzacja będą również wpływać na zmiany w strukturze rynku pracy. W wyniku rozwoju nowych technologii wiele tradycyjnych zawodów może zostać wyeliminowanych lub ulec zmianie, a w ich miejsce pojawią się nowe profesje związane z zarządzaniem danymi, cyberbezpieczeństwem czy programowaniem. Gospodarki będą wymagały bardziej elastycznych struktur pracy, co pozwoli na lepsze wykorzystanie potencjału ludzkiego. Jednak wraz ze wdrażaniem coraz bardziej zaawansowanych technologii, mogą pojawić się także nowe wyzwania związane z zarządzaniem ryzykiem cyfrowym, cyberbezpieczeństwem, ochroną danych oraz regulacjami

8 OECD, OECD Digital Economy Outlook 2023. OECD Publishing, <https://doi.org/10.1787/20f83f9b-en> [data dostępu: 14 lutego 2025].

9 PwC, Global Digital Transformation Survey 2021: How the World is Changing in the Digital Age, <https://www.pwc.es/es/publicaciones/digital/global-digital-trust-insights-2021.pdf> [data dostępu: 14 lutego 2025].

dotyczącymi sztucznej inteligencji. Kwestie etyczne i prawne związane z cyfryzacją staną się coraz bardziej istotne, dlatego konieczne będzie stworzenie odpowiednich ram regulacyjnych, które pozwolą na bezpieczne korzystanie z nowych technologii¹⁰.

Podsumowując, w nadchodzących latach cyfryzacja pozostanie kluczowym czynnikiem wzrostu produktywności gospodarczej, jednak jej efektywność będzie zależała od inwestycji w technologie, rozwój infrastruktury cyfrowej oraz edukację. Kraje, które w pełni wykorzystają potencjał cyfryzacji, mogą liczyć na wyższy poziom rozwoju gospodarczego, natomiast te, które pozostaną w tyle, mogą napotkać trudności w utrzymaniu konkurencyjności na rynku globalnym.

~~KORZYŚCI I BARIERY WDRAŻANIA TECHNOLOGII CYFROWYCH A WZROST PRODUKTYWNOŚCI~~

Wdrażanie technologii cyfrowych przynosi wiele korzyści, które mogą znacząco zwiększyć produktywność i konkurencyjność gospodarek. Jednym z kluczowych aspektów jest zwiększona efektywność operacyjna. Technologie takie jak sztuczna inteligencja, automatyzacja procesów biznesowych i analiza danych pozwalają firmom na optymalizację kosztów oraz lepsze zarządzanie zasobami. Systemy ERP i IoT usprawniają procesy produkcyjne i logistyczne, skracając czas realizacji zamówień i zwiększając efektywność pracy¹¹.

Cyfryzacja umożliwia również lepszą alokację zasobów, dzięki czemu firmy mogą szybciej podejmować decyzje na podstawie analizy dużych zbiorów danych. Narzędzia analityczne pozwalają na precyzyjne przewidywanie trendów rynkowych, co zwiększa konkurencyjność przedsiębiorstw i gospodarek¹². Wzrost innowacyjności i rozwój nowych modeli biznesowych to kolejna zaleta wdrażania technologii cyfrowych. Powstają nowe modele, takie jak gospodarka platformowa czy e-commerce, a cyfrowa transformacja zwiększa zdolność do wprowadzania innowacji w sektorach tradycyjnych, takich jak rolnictwo czy przemysł¹³.

Nie bez znaczenia pozostaje również wpływ cyfryzacji na kapitał ludzki. Nowoczesne technologie wymagają rozwijania kompetencji cyfrowych wśród pracowników, co przekłada się na wzrost ich efektywności i jakości pracy. Państwa inwestujące w edukację cyfrową osiągają lepsze wyniki gospodarcze w dłuższej perspektywie. Cyfryzacja wzmacnia także globalną konkurencyjność, bowiem gospodarki efektywnie wdrażające nowe technologie zyskują przewagę na rynkach międzynarodowych, przyciągając inwestorów i stymulując rozwój przedsiębiorczości¹⁴.

Pomimo licznych korzyści, proces cyfryzacji napotyka na istotne bariery, które mogą hamować wzrost produktywności. Jednym z kluczowych problemów jest brak wykwalifikowanej siły roboczej.

10 S. B. Choi, S. Lee, S. The Impact of Digital Transformation on Productivity Growth in Developed Economies. Journal of Business Research, 2020, no. 115, s. 360-367.

11 E. D. Brynjolfsson, C. Syverson, Krzywa produktywności: w jaki sposób wartości niematerialne uzupełniają technologie ogólnego przeznaczenia, American Economic Journal Macroeconomics, 2021, no. 13(1), s. 19.

12 J. Bughin, J. Seong, J. Manyika, M. Chui, R. Joshi, Notes from the AI frontier: Modeling the impact of AI on the world economy, McKinsey Global Institute 2018, s. 15.

13 OECD, The Digital Transformation of SMEs. OECD Publishing 2020, https://www.oecd.org/en/publications/the-digital-transformation-of-smes_bdb9256a-en.html [data dostępu: 25 marca 2025].

14 McKinsey Global Institute, Digital globalization: The new era of global flows, 2016, https://www.mckinsey.com/?cid=brand24-pse-ggl-mbm-m01-brand24-nsa-oth&keyword=mckinsey%20consulting&gad_source=1&gclid=CjwKCAiA8Lu9BhA8EiwAag16b_crksjC2NWh_AtUeZ7MpvPwSKX-CjvgqR_dBr5kMcTcsRjTtqhRoC91YQAvD_BwE [data dostępu: 25 lutego 2025].

Wiele krajów zmagają się z niedoborem pracowników posiadających zaawansowane kompetencje cyfrowe. Dostosowanie systemów edukacji do wymagań nowoczesnej gospodarki stanowi duże wyzwanie. Kolejną barierą są wysokie koszty wdrażania technologii, szczególnie dla małych i średnich przedsiębiorstw, które często mają ograniczony dostęp do kapitału, co utrudnia im inwestowanie w innowacyjne rozwiązania¹⁵.

Innym problemem jest ryzyko cyfrowego wykluczenia, wynikające z nierównomiernego tempa rozwoju poszczególnych regionów i sektorów gospodarki. W krajach o niższym poziomie cyfryzacji, takich jak Rumunia czy Węgry, trudności z dostępem do nowoczesnych technologii pogłębiają różnice w produktywności między państwami Unii Europejskiej. Wzrost wykorzystania technologii cyfrowych niesie ze sobą także zagrożenia związane z cyberbezpieczeństwem. Ryzyko cyberataków, wycieku danych i oszustw cyfrowych sprawia, że firmy i instytucje muszą ponosić dodatkowe koszty na zabezpieczenia, co stanowi wyzwanie regulacyjne i finansowe¹⁶.

Nieodpowiednie regulacje prawne to kolejna bariera hamująca rozwój technologii cyfrowych. Dynamiczny rozwój sztucznej inteligencji, przetwarzania danych czy technologii blockchain wymaga elastycznych i spójnych przepisów, które często nie nadążają za tempem zmian technologicznych¹⁷. Dodatkowo, efekt polaryzacji rynkowej sprawia, że globalni giganci technologiczni, tacy jak Google, Amazon czy Microsoft, dominują w sektorze cyfrowym, co może ograniczać konkurencyjność mniejszych firm i utrudniać ich rozwój¹⁸.

Podsumowując, cyfryzacja ma ogromny potencjał w zakresie zwiększania produktywności i konkurencyjności gospodarek, jednak jej efektywność zależy od wielu czynników. Kluczowe znaczenie mają inwestycje w kapitał ludzki, rozwój infrastruktury technologicznej, właściwe regulacje prawne oraz zdolność firm do wdrażania innowacji. Aby w pełni wykorzystać korzyści płynące z cyfryzacji, konieczne jest minimalizowanie barier i tworzenie ekosystemu sprzyjającego innowacjom, co przełoży się na długoterminowy wzrost gospodarczy.

ANALIZA PORÓWNAWCZA PKB PER CAPITA, WSKAŹNIKA PRODUKTYWNOŚCI PRACY ORAZ POZIOMU INWESTYCJI W TECHNOLOGIE CYFROWE W WYBRANYCH NICH KRAJACH UE

Celem niniejszej analizy jest porównanie poziomu PKB per capita, wskaźnika produktywności pracy oraz inwestycji w technologie cyfrowe w wybranych krajach Unii Europejskiej. Badanie ma na celu ocenę zależności między tymi wskaźnikami oraz identyfikację czynników wpływających na różnice w poziomie rozwoju gospodarczego i cyfryzacji.

Podczas analizy napotkano trudności związane z dostępnością aktualnych danych za rok, tj. za rok 2023 i 2024. W większości oficjalnych baz statystycznych, takich jak Eurostat, OECD czy

¹⁵ OECD, Digital Economy Outlook 2021. OECD Publishing 2021, https://www.oecd.org/en/publications/oecd-digital-economy-outlook_f0b5c251-en.html [data dostępu: 10 lutego 2025].

¹⁶ ENISA, Threat Landscape Report. European Union Agency for Cybersecurity, 2021, <https://www.enisa.europa.eu/publications/enisa-threat-landscape-2021> [data dostępu: 25 marca 2025].

¹⁷ PwC, The Economic Impact of Artificial Intelligence on the UK Economy. Price water house Coopers 2020, <https://www.pwc.co.uk/economic-services/assets/ai-uk-report-v2.pdf> [data dostępu: 25 marca 2025].

¹⁸ UNCTAD, Digital Economy Report 2022, Cross-border Data Flows and Development. United Nations Conference on Trade and Development, <https://unctad.org/tldr2022> [data dostępu: 25 marca 2025].

World Bank, najnowsze dostępne informacje obejmują rok 2022 lub wcześniejsze lata. W związku z tym w opracowaniu uwzględniono dane z lat 2014–2022, które pozwalają na prześledzenie długoterminowych trendów oraz wyciągnięcie wniosków dotyczących wpływu inwestycji w technologie cyfrowe na rozwój gospodarczy i produktywność pracy w badanych krajach. W tabeli 1 przedstawiono szczegółowe dane liczbowe obejmujące problem badawczy.

Tabela 1. PKB per capita, wskaźnik produktywności pracy oraz poziom inwestycji w technologie cyfrowe w wybranych krajach UE

Kraj/rok	2014	2016		2020	2022
PKB per capita (w tysiącach USD)					
Irlandia	55	65	78	94	103
Luksemburg	115	105	110	115	120
Holandia	50	52	55	58	60
Dania	60	62	65	68	70
Austria	50	52	54	56	58
Rumunia	10	12	14	15	17
Węgry	12	13	15	16	18
Polska	14	15	17	18	20
UE-27	35	37	39	41	43
Wskaźnik produktywności pracy (PKB na godzinę pracy, w USD)					
Irlandia	80	85	90	95	100
Luksemburg	85	87	89	91	93
Holandia	70	72	74	76	78
Dania	75	77	79	81	83
Austria	65	67	69	71	73
Rumunia	30	35	40	45	50
Węgry	35	37	39	41	43
Polska	40	42	44	46	48
UE-27	55	57	59	61	63
Inwestycje w technologie cyfrowe (procent PKB)					
Irlandia	3,00	3,20	3,50	3,80	4,00
Luksemburg	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60
Holandia	2,50	2,70	2,90	3,10	3,30
Dania	2,70	2,90	3,10	3,30	3,50
Austria	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20
Rumunia	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80
Węgry	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00
Polska	1,50	1,70	1,90	2,10	2,30
UE-27	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80

Źródło: opracowanie własne na podstawie: <https://tradingeconomics.com/>, <https://ec.europa.eu/> [data dostępu: 25 marca 2025].

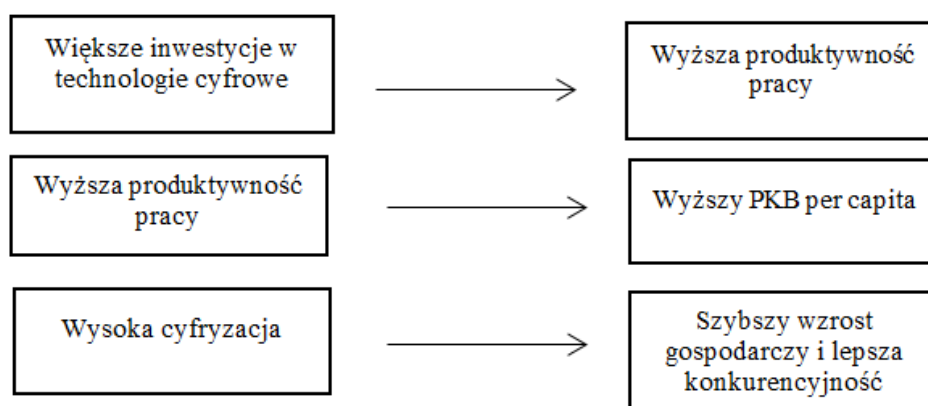
Biorąc pod uwagę kształtowanie się wartości PKB per capita w analizowanym okresie, należy wskazać iż kraje takie jak Irlandia i Luksemburg utrzymują najwyższe wartości PKB per capita, co

świadczy o ich wysokim poziomie dobrobytu. Polska, Rumunia i Węgry odnotowują systematyczny wzrost, zbliżając się stopniowo do średniej UE. Wysokie wskaźniki produktywności pracy w krajach takich jak Irlandia i Luksemburg wskazują na efektywne wykorzystanie zasobów ludzkich. Polska i inne kraje Europy Środkowo-Wschodniej wykazują pozytywny trend wzrostowy, choć nadal pozostają poniżej średniej UE. Natomiast wzrost inwestycji w technologie cyfrowe jest widoczny we wszystkich analizowanych krajach.

Analiza danych wskazuje wyraźne powiązania pomiędzy PKB per capita, produktywnością pracy oraz poziomem inwestycji w technologie cyfrowe. Można zauważyć kilka istotnych zależności i korelacji:

- Wpływ inwestycji w technologie cyfrowe na produktywność pracy - kraje o wyższych inwestycjach w technologie cyfrowe (np. Irlandia, Luksemburg, Holandia, Dania) mają jednocześnie wyższy wskaźnik produktywności pracy. Technologie cyfrowe, takie jak automatyzacja, AI i analiza danych, pozwalają na wzrost wydajności pracowników, co skutkuje większą produkcją w krótszym czasie. W krajach takich jak Rumunia, Węgry, Polska, gdzie inwestycje w cyfryzację są niższe, produktywność pracy rośnie, ale w wolniejszym tempie.
- Wpływ produktywności pracy na PKB per capita - istnieje silna dodatnia korelacja między produktywnością pracy a PKB per capita. Irlandia i Luksemburg, liderzy w produktywności, mają najwyższe PKB per capita, co sugeruje, że wzrost wydajności przekłada się na bogactwo społeczeństwa. Kraje te wyróżniają się najwyższą produktywnością pracy w Unii Europejskiej, co może być związane z obecnością licznych międzynarodowych korporacji oraz specyficznymi strukturami gospodarczymi tych państw. Polska, Węgry, Rumunia jako kraje, które odnotowały niższy poziom produktywności, ale inwestowały w cyfryzację, wykazują dynamiczny wzrost zarówno produktywności, jak i PKB per capita. Notują niższe wartości wskaźnika, co sugeruje potencjał do dalszego wzrostu produktywności poprzez inwestycje w technologie, edukację oraz innowacje.
- Rola cyfryzacji jako czynnika przyspieszającego wzrost gospodarczy - w krajach o wysokim poziomie cyfryzacji tempo wzrostu PKB per capita było szybsze niż w krajach, które później zaczęły inwestować w nowe technologie. Digitalizacja zwiększa produktywność, co następnie przekłada się na wzrost PKB per capita. Jest to szczególnie widoczne w rozwiniętych gospodarkach. Kraje rozwijające się w UE, takie jak Polska czy Rumunia, nadrabiają zaległości dzięki zwiększaniu inwestycji w technologie cyfrowe.

Wskazane zależności zobrazowano na rysunku nr 1.



Rysunek 1. Korelacja występująca między PKB per capita, poziomie cyfryzacji produktywności pracy

Źródło: opracowanie własne.

Analiza wskaźnika produktywności pracy, mierzonego jako PKB na godzinę pracy w USD według parytetu siły nabywczej w wybranych krajach Unii Europejskiej wskazuje na znaczące różnice w produktywności między poszczególnymi sektorami gospodarki. Wyróżnić można następujące sektory o najwyższej produktywności:

- Sektor finansowy i ubezpieczeniowy - kraje takie jak Luksemburg i Irlandia charakteryzują się wysoką koncentracją usług finansowych, co przekłada się na wyższą produktywność w tym sektorze.
- Sektor informacyjno-komunikacyjny - w Holandii i Danii sektor technologii informacyjnych i komunikacyjnych odgrywa kluczową rolę, przyczyniając się do wysokiej produktywności dzięki innowacjom i zaawansowanym technologiom.
- Przemysł wysokotechnologiczny - Austria i Niemcy (jako punkt odniesienia) mają rozwinięty przemysł wysokotechnologiczny, co skutkuje wyższą produktywnością w sektorach takich jak produkcja maszyn, elektronika czy przemysł samochodowy.

Natomiast do sektorów o niższej produktywności należą:

- Rolnictwo - w krajach takich jak Rumunia i Polska rolnictwo nadal stanowi istotną część gospodarki, jednak produktywność w tym sektorze jest zazwyczaj niższa w porównaniu z sektorami przemysłowymi czy usługowymi.
- Usługi niskopłatne - sektory takie jak handel detaliczny, hotelarstwo czy gastronomia, obecne we wszystkich analizowanych krajach, charakteryzują się niższą produktywnością ze względu na niższe bariery wejścia i mniejsze wymagania kapitałowe.

Podsumowując należy wskazać, iż kraje charakteryzujące się rozwiniętymi sektorami o wysokiej wartości dodanej, takimi jak finanse, technologie informacyjne czy przemysł wysokotechnologiczny, osiągają wyższą produktywność pracy. Ponadto, inwestowanie w innowacje i technologie jest kluczowe dla zwiększenia produktywności w poszczególnych sektorach a dywersyfikacja gospodarki i rozwój sektorów o wyższej wartości dodanej mogą przyczynić się do wzrostu ogólnej produktywności kraju.

POTWIERDZENIE HIPOTEZY BADAWCZEJ

W celu weryfikacji hipotezy badawczej według, której cyfryzacja jest kluczowym czynnikiem wzrostu produktywności gospodarczej, ale jej efekty różnią się w zależności od poziomu zaawansowania technologicznego i struktury gospodarki, przeanalizowano dostępne dane dotyczące poziomu inwestycji w technologie cyfrowe (np. wydatki na ICT jako % PKB, stopień wdrożenia AI, IoT, chmury obliczeniowej), wskaźnika produktywności oraz PKB per capita, który odzwierciedla ogólną kondycję gospodarczą kraju. W tym celu dokonano analizy zależności między cyfryzacją a produktywnością w wybranych krajach UE. Analiza danych wskazuje, iż kraje o wysokim poziomie cyfryzacji i wysokiej produktywności to Luksemburg, Irlandia, Holandia, Dania. Wskazane państwa posiadają zaawansowane gospodarki oparte na usługach cyfrowych i finansowych. Ponadto, charakteryzują się wysokim poziomem wdrożenia nowych technologii, np. chmury obliczeniowej, automatyzacji i sztucznej inteligencji, bardzo wysokim poziomem produktywności pracy oraz wysokim poziomem PKB per capita.

Z kolei, kraje o średnim poziomie cyfryzacji i umiarkowanej produktywności takie jak Austria, Polska, Węgry odnotowują wzrost inwestycji w cyfryzację, ale nadal pozostają w fazie transformacji cyfrowej. Polska i Węgry notują wyraźny wzrost produktywności pracy, przy czym nadal pozostają poniżej średniej UE. PKB per capita w Polsce i na Węgrzech pozostaje na niższym poziomie niż w krajach Europy Zachodniej. Rumunia jako kraj o niskim poziomie cyfryzacji i niższej produktywności, odnotowuje niski poziom inwestycji w technologie cyfrowe. Charakteryzuje się również słabo rozwiniętą infrastrukturą cyfrową. Produktywność pracy w Rumunii jest wynikiem znacznie poniżej średniej UE. PKB per capita również pozostaje na poziomie znacznie niższym niż w bardziej zdigitalizowanych krajach.

Na podstawie wskazanych informacji wyciągnąć można następujące wnioski:

- Zaawansowana cyfryzacja sprzyja wysokiej produktywności i wzrostowi gospodarczemu.
- Inwestycje w cyfryzację podnoszą produktywność, lecz efekt zależy od poziomu rozwoju technologicznego kraju.
- Brak inwestycji w cyfryzację prowadzi do niższej produktywności i spowolnienia wzrostu gospodarczego.

Kolejnym etapem analizy prowadzącym do weryfikacji hipotezy badawczej było zbadanie korelacji między cyfryzacją a wzrostem gospodarczym. Dane wskazują na wyraźną zależność między inwestycjami w cyfryzację a wzrostem produktywności pracy. Kraje, które zainwestowały w technologie cyfrowe, odnotowały wyższy wzrost produktywności i PKB per capita. Natomiast, w krajach mniej zaawansowanych cyfrowo efekty są opóźnione lub słabsze. Podsumowując, cyfryzacja wymaga odpowiedniej infrastruktury, wykwalifikowanej kadry i zmian w modelach biznesowych.

W świetle wskazanych zależności, należy przyjąć, iż hipoteza badawcza została potwierdzona. Cyfryzacja jest istotnym czynnikiem wzrostu produktywności, ale jej wpływ różni się w zależności od stopnia zaawansowania technologicznego i struktury gospodarki.

ZAKOŃCZENIE

Na podstawie przeprowadzonej analizy danych dotyczących PKB per capita, wskaźnika produktywności pracy oraz poziomu inwestycji w technologie cyfrowe w krajach Unii Europejskiej, potwierdziła się postawiona hipoteza badawcza.

W wyniku analizy zaobserwowano, że kraje o wyższym poziomie cyfryzacji, takie jak Irlandia, czy Luksemburg, wykazują wyższy poziom PKB per capita oraz produktywności pracy. Ponadto, w krajach o niższym PKB per capita, takich jak Polska i Rumunia inwestycje w technologie cyfrowe stają się kluczowym czynnikiem wspierającym ich gospodarki, przyczyniając się do wzrostu zarówno produktywności, jak i dochodów na mieszkańca.

Analiza wykazała także, że cyfryzacja jest jednym z głównych katalizatorów wzrostu gospodarczego, szczególnie w krajach, które zaczynają podejmować działania w zakresie wzrostu innowacyjności. W związku z tym, dalsze inwestycje w technologie cyfrowe mogą stanowić fundament dalszego rozwoju, zwłaszcza w regionach UE, które jeszcze nie wykorzystują pełnego potencjału technologii w sektorach produkcji i usług.

Kraje wysoko zdigitalizowane, takie jak Luksemburg, Irlandia czy Dania, osiągnęły znacznie wyższą produktywność i poziom życia, podczas gdy państwa o niższym poziomie cyfryzacji (np. Rumunia) rozwijają się wolniej. Poszczególne państwa niezależnie od poziomu rozwinięcia gospodarki powinny kierować się następującymi zasadami:

- Dalsze inwestycje w cyfryzację, zwłaszcza w krajach o średniej i niskiej produktywności.
- Wsparcie dla transformacji cyfrowej w sektorach tradycyjnych, takich jak przemysł czy rolnictwo.
- Rozwój kompetencji cyfrowych wśród pracowników.

Cyfryzacja jest kluczowym czynnikiem wzrostu gospodarczego, jednak jej skuteczność zależy od poziomu przygotowania gospodarki oraz zdolności do adaptacji nowych technologii.

Podsumowując, wyniki badania jednoznacznie wskazują, że cyfryzacja jest niezbędnym elementem strategii rozwoju gospodarczego w krajach UE, który może prowadzić do zwiększenia produkcji i efektywności procesów gospodarczych. Potwierdza to, że inwestycje w technologie cyfrowe powinny stać się priorytetem polityk gospodarczych w całej Unii Europejskiej, szczególnie w kontekście wyzwań związanych z globalizacją oraz transformacją cyfrową.

Dalsze kierunki eksploracji naukowej w obszarze wpływu cyfryzacji na produktywność gospodarczą mogą obejmować zróżnicowanie wpływu cyfryzacji na sektory gospodarki. Analiza wskazanego obszaru mogłaby dotyczyć określenia w jakim stopniu inwestycje w technologie cyfrowe zwiększają produktywność w różnych branżach, np. produkcji, logistyce, finansach czy edukacji. Słusznym jest również podjęcie tematyki korelacji między cyfryzacją a innowacyjnością przedsiębiorstw, w tym ocena, w jakim stopniu cyfryzacja przyczynia się do powstawania nowych modeli biznesowych, wzrostu konkurencyjności oraz zwiększenia liczby patentów i wynalazków. Każdy z tych obszarów wymaga dalszych badań, uwzględniających zarówno dane empiryczne, jak i analizy jakościowe, aby lepiej zrozumieć długofalowe skutki cyfryzacji dla gospodarek krajów UE.

DIGITALIZATION AND ECONOMIC PRODUCTIVITY: MACROECONOMIC CHALLENGES AND PERSPECTIVES

Abstract:

The article analyzes the impact of digitalization on economic productivity in selected European Union countries between 2014 and 2022. The research hypothesis assumes that digitalization is a key driver of productivity growth, but its effects vary depending on the level of technological advancement and economic structure. The analysis showed that highly digitalized countries, such as Luxembourg, Ireland, and the Netherlands, achieve higher labor productivity and GDP per capita. In contrast, in countries with lower levels of digitalization, such as Romania and Poland, the effects of digitalization are more delayed. The article emphasizes that investments in digital technologies are crucial for economic development.

Keywords:

digital economy, labor productivity, GDP per capita

BIBLIOGRAFIA

1. Anderton, R., Botelho, V., Reimers, P.: Cyfryzacja przyspiesza wzrost produktywności, ale tylko niektórych firm. Obserwator Finansowy, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/tematyka/makroekonomia/trendy-gospodarcze/cyfryzacja-przyspiesza-wzrost-produktywnosci-ale-tylko-niektorych-firm/> [data dostępu: 25 marca 2025].
2. Brynjolfsson, E. D., Syverson, C.: Krzywa produktywności: w jaki sposób wartości niematerialne uzupełniają technologie ogólnego przeznaczenia. *American Economic Journal Macroeconomics*, 13(1, 2021).
3. Brynjolfsson, E., Hitt, L. M.: Computing productivity: Firm-level evidence. *The Review of Economics and Statistics*, 85(4, 2023).
4. Brynjolfsson, E., McAfee, A.: The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies, W. W. Norton & Company, London: 2014.
5. Bughin, J., Seong, J., Manyika, J., Chui, M., Joshi, R.: Notes from the AI frontier: Modeling the impact of AI on the world economy, McKinsey Global Institute, Nowy Jork: 2018.
6. Choi, S. B., Lee, S.: The impact of digital transformation on productivity growth in developed economies. *Journal of Business Research*, 115(2020).
7. Chui, M., Manyika, J., Miremadi, M.: Where machines could replace humans and where they can't (yet). *McKinsey Quarterly*, <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/where-machines-could-replace-humans-and-where-they-cant-yet> [data dostępu: 25 marca 2025].
8. ENISA.: Threat landscape report, European Union Agency for Cybersecurity, Bruksela: 2021. Pobrane z: <https://www.enisa.europa.eu/publications/enisa-threat-landscape-2021> [data dostępu: 25 marca 2025].
9. McKinsey Global Institute.: Digital globalization: The new era of global flows, McKinsey & Company, Nowy Jork: 2016. <https://www.mckinsey.com> [data dostępu: 25 marca 2025].
10. Melville, N. P.: Information systems innovation for environmental sustainability. *MIS Quarterly*, 34 (1, 2010).
11. OECD.: Digital economy outlook 2021, OECD Publishing, Paryż: 2021.
12. OECD.: OECD digital economy outlook 2023, OECD Publishing, Paryż: 2023.
13. OECD.: The digital transformation of SMEs, OECD Publishing, Paryż: 2020.
14. OECD.: The future of work: OECD employment outlook 2019, OECD Publishing, Paryż: 2019.
15. Pieriegud, J.: Cyfryzacja gospodarki i społeczeństwa – wymiar globalny, europejski i krajowy, Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową, Gdańska Akademia Bankowa, Gdańsk: 2016.
16. PwC.: Global digital transformation survey 2021: How the world is changing in the digital age, PricewaterhouseCoopers, Londyn: 2021. <https://www.pwc.es/es/publicaciones/digital/global-digital-trust-insights-2021.pdf> [data dostępu: 25 marca 2025].

17. PwC.: The economic impact of artificial intelligence on the UK economy, PricewaterhouseCoopers, Londyn: 2020. <https://www.pwc.co.uk/economic-services/assets/ai-uk-report-v2.pdf> [data dostępu: 25 marca 2025].
18. Rybacki, J.: Miesięcznik Makroekonomiczny PIE. Polski Instytut Ekonomiczny, 8(24, 2024), 12.
19. UNCTAD.: Digital economy report 2022: Cross-border data flows and development, United Nations Conference on Trade and Development, Genewa: 2022.