



TERESA PAKULSKA

SGH Warsaw School of Economics, Poland

Email: tpakuls@sgh.waw.pl

ORCID: 0000-0002-2624-4519

CYFRYZACJA W UNII EUROPEJSKIEJ – W KIERUNKU ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU?

DIGITIZATION IN THE EUROPEAN UNION – TOWARDS SUSTAINABLE DEVELOPMENT?

ABSTRACT

The dynamic development of the digital economy requires reflection on its role in shaping sustainability development (SD) in EU countries which have enacted a number of political initiatives towards an ecological transformation. The aim of the article is an attempt to show the interdependencies between digitization (DESI indicator) and the author's SD indicator. According to the theory SD indicator includes three pillars: ecological (ecological footprint), social (Human Prosperity and Environmental Impact Index – WHI) and economic (GDP/cap PPP). In order to group EU countries according to the above-mentioned indicators Ward's method was used (World Population Review, The World Happiness Report, Gallup, International Monetary Fund, European Commission database). Research shows that a higher level of digitization is accompanied by a higher level of economic development and sustainable development. However, there are no clear links between DESI and the ecological pillar.

The obtained results indicate the need for faster implementation of digital tools in the ecological pillar and institutional changes so that the digital revolution is not a new industrial revolution leading this time to digital unsustainability.

STRESZCZENIE

Dynamiczny rozwój gospodarki cyfrowej skłania do refleksji nt. jej roli w kształtowaniu zrównoważonego rozwoju (ZR) w krajach UE, które przyjęły szereg politycznych inicjatyw w kierunku transformacji ekologicznej. Celem artykułu jest próba pokazania zachodzących współzależności pomiędzy ucyfrowieniem, wyrażonym wskaźnikiem DESI a autorskim wskaźnikiem ZR. Zgodnie z teorią, ZR obejmuje trzy filary: ekologiczny (śląd ekologiczny), społeczny (indeks ludzkiej pomyślności i wpływu na środowisko – WHI) i ekonomiczny (PKP/cap wg PPP). Do pogrupowania państw UE ww. wskaźników wykorzystano metodę Warda (baza danych World Population Review, The World Happiness Report, Gallup, International Monetary Fund, DESI). Z badań wynika, że wyższemu poziomowi ucyfrowienia, towarzyszy wyższy poziom rozwoju gospodarczego oraz ZR. Brak jest jednak jednoznacznych powiązań pomiędzy DESI a filarem ekologicznym. Uzyskane wyniki wskazują na konieczność szybszej implementacji narzędzi cyfrowych w filarze ekologicznym oraz zmian instytucjonalnych, aby rewolucja cyfrowa nie była nową rewolucją przemysłową prowadzącą tym razem do cyfrowego nie-zrównoważenia.

KEYWORDS: *digitization, economy, sustainable development, indicators, ecological footprints.*

SŁOWA KLUCZOWE: *cyfryzacja, gospodarka, zrównoważony rozwój, wskaźniki, śląd ekologiczny.*

WPROWADZENIE

Na międzynarodowy charakter problemów środowiskowych po raz pierwszy na dużą skalę zwrócono uwagę na przełomie lat 60. i 70. Początek XXI w. to z kolei okres intensyfikacji prac międzynarodowej społeczności w tym zakresie, a cele zrównoważonego rozwoju (ZR) zostały zawarte m.in. w Rozwojowych Celach Milenijnych, Karcie Ziemi, czy też rezolucji Zgromadzenia Ogólnego ONZ z 2015 r. pod tytułem *Przekształcamy nasz świat: Agenda na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030* (UN, 2015). Nowe światło na koncepcję ZR rzuca

rewolucja cyfrowa i coraz bardziej wszechstronne wykorzystanie jej narzędzi (np. sztuczna inteligencja, cloud computing, duże zbiory danych). Jej wpływ na ZR jest jednak niejednoznaczny w ocenie (Khan i Ximei, 2022). Zdaniem niektórych badaczy cyfryzacja przybliży nas do osiągnięcia zakładanych celów ZR, inni zaś postrzegają technologie informacyjno-komunikacyjne (ICT) za jedną z głównych przyczyn zmian klimatu (Atlas, 2021). Przedkładany artykuł wpisuje się w ten naukowy dyskurs i jest próbą pokazania zachodzących współzależności pomiędzy ucyfrowieniem, wyrażonym wskaźnikiem Digital Economy and Society Index (DESI) a autorskim wskaźnikiem ZR obejmującym wymiary: ekologiczny (śląd ekologiczny – EP), społeczny (indeks ludzkiej pomysłowości i wpływu na środowisko – WHI) i ekonomiczny (PKP/cap wg PPP) wpisujące się w pryncypia ZR, na przykładzie państw Unii Europejskiej (UE). Jest to oryginalne, nowatorskie podejście pokazujące w uproszczony sposób powiązania pomiędzy trzema równorzędnymi między sobą filarami ZR (Schaltegger, Burritt i Petersen, 2003; Elkington, 1994, s. 90-100), a cyfrowymi wymiarami tego rozwoju. Uwzględnienie w artykule wszystkich filarów ZR oraz wykorzystanie metody Warda do pogrupowania państw UE wg: autorskiego wskaźnika ZR, przyjętych wskaźników częściowych oraz DESI pozwala na sformułowanie tezy, że cyfryzacja jako motor zmian na drodze do ZR w krajach UE najbardziej widoczna jest w krajach o najwyższym poziomie rozwoju gospodarczego, w najmniejszym stopniu zorientowana jest zaś na środowisko naturalne. W tym ostatnim przekroju należy sobie zdawać sprawę z ograniczeń przyjętego wskaźnika w filarze środowiskowym (ślądu ekologicznego) odzwierciedlającym zaawansowanie procesów gospodarczych w postaci zużytych, wymagających odtworzenia zasobów środowiskowych i absorpcji odpadów, które to procesy jeszcze do niedawna odbywały się bez znaczącego udziału nowoczesnych cyfrowych technologii. Jednocześnie poprawy tego wskaźnika i tym samym wzrostu efektywności wykorzystania zasobów upatruje się w postępującej implementacji cyfrowych rozwiązań. (Zioło, Bak i Chleba, 2021, s. 45-70).

Przyjęcie autorskiego wskaźnika ZR w miejsce rozbudowanego ujęcia prezentowanego w Eurostacie w postaci Sustainable Development Indicators (SDI) wynika z braku danych w wielu przekrojach SDI na 2022 r. Jednak zbliżony poziom rozwoju społeczno-gospodarczego państw UE, dostęp do opieki zdrowotnej,

zblizona długość życia itp. minimalizują wpływ ich braku na zróżnicowanie przestrzenne przyjętych w analizie uproszczonych wskaźników tj. EP i WHI.

METODY BADAWCZE

Krytyczny przegląd literatury w zakresie powiązań pomiędzy ZR z cyfryzacją gospodarką i dostrzegane trudności w ocenie tych zależności legły u podstaw przyjęcia uproszczonych miar ZR w podziale na trzy filary: środowiskowy, społeczny i gospodarczy, zgodnie z następującym algorytmem badawczym:

1. Bazując na dostępnych bazach danych za podstawę wyznaczenia autorskiego wskaźnika ZR przyjęto: 1) w filarze środowiskowym: ślad ekologiczny (Ecological Footprint – EP) – wskaźnik umożliwiający oszacowanie zużycia zasobów naturalnych przez człowieka, często w stosunku do możliwości ich odtworzenia przez Ziemię (Biopacity Index), wyrażony szacowaną liczbą hektarów powierzchni łądu i morza w globalnych hektarach (gha) na osobę potrzebną do rekompensacji zasobów zużytych na konsumpcję i absorpcję odpadów; 2) w filarze społecznym: indeks ludzkiej pomyślności i wpływu na środowisko (World Happiness Index – WHI), wprowadzony przez New Economics Foundation; 3) w filarze gospodarczym PKB na mieszkańca (GDP/cap) wg parytetu siły nabywczej (PPP). Mimo ograniczeń wskaźnik ten pozostaje najbardziej syntetycznym miernikiem poziomu rozwoju gospodarczego, stanowiącym niezbędne uzupełnienie społecznych i środowiskowych płaszczyzn ZR.
2. Budowa wskaźnika syntetycznego ZR: 1) wyznaczono wzorzec rozwoju, wektor łączący najlepsze cechy ze wskazanych powyżej filarów (nie odnotowano pomiędzy wskaźnikami skorelowania, za którego kryterium przyjęto $r \geq 0,7$), wśród których w ocenie charakteru oddziaływania na wzorzec wyłoniono jedną destymulantę, sprowadzoną do stymulanty, 2) miary d_i^* obliczono na podstawie odległości taksonomicznych (bazując na odległościach euklidesowych) z zastosowaniem standaryzacji zmiennych, 3) dokonano hierarchizacji jednostek (krajów) na podstawie d_i^* – odległości od wzorca,

które przyjmują wartości w przedziale [0-1]. Niższa wartość d_i^* oznacza wyższy poziom rozwoju.

$$d_i^* = \frac{c_{i0}}{c_0}, \text{ gdzie } c_0 = \bar{c}_0 + 2S_0, \bar{c}_0 = \frac{1}{w} \sum_{i=1}^w c_{i0}, S_0 = \left[\frac{1}{w} \sum_{i=1}^w (c_{i0} - \bar{c}_0)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

gdzie:

w – liczba jednostek (kraj),

c_{i0} – odległość taksonomiczna i – tej jednostki od wzorca

3. Pogrupowanie państw pod względem poziomu ZR na podstawie aglomeracyjnej metody grupowania Warda (tworzenia homogenicznych skupień) (Suchecki, 2010, s. 26-35, 45-75) według: 1) trzech filarów tego rozwoju, 2) w ujęciu syntetycznym. Iteracyjne grupowanie obiektów wyłania kolejne grupy składające się z jednostek (krajów), dla których wariancja s badanej zmiennej, będącej miarą zróżnicowania skupień, jest najmniejsza.

$$s = \sum_{s=1}^k (x_i - \bar{x})^2$$

gdzie:

x_i – wartość zmiennej będącej kryterium segmentacji dla i-tego obiektu

k – liczba obiektów w skupieniu

Powtarzana wielokrotnie procedura prowadzi do uzyskania grupy obejmującej wszystkie elementy zbioru poddanego analizie skupień, a wyniki grupowania prezentowane są w postaci dendrogramu. W badaniu wykorzystano procedurę WARD2 oprogramowania R.

4. Ocena i grupowanie państw UE pod względem poziomu cyfryzacji na podstawie danych wskaźnika DESI 2022.
5. Ocena zależności pomiędzy poziomem ZR państw UE a poziomem ich cyfryzacji.

W przekroju statystycznym do oceny ZR wykorzystano bazę danych: World Population Review (2023), The World Happiness Report (2023), Gallup (2023),

International Monetary Fund (2023) a do oceny poziomu cyfryzacji w badanych krajach dane DESI (European Commission, 2022).

ROLA CYFRYZACJI W KONCEPCJI ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

Wejście w erę gospodarki cyfrowej skłania do refleksji na temat jej wpływu na koncepcję ZR. Niestety często w ważnych dokumentach cyfryzacja traktowana jest marginalnie (UN, 2015; UNFCCC, 2015), choć coraz częściej wskazuje się na konieczność harmonizowania zasad kształtowania ZR z zagrożeniami, szansami i dynamiką rewolucji cyfrowej, jak też celami Agendy 2030 i Porozumienia Paryskiego (Villani, 2018). W ww. dokumentach cyfryzacja postrzegana jest nie jako *instrument* rozwiązywania problemów związanych ze ZR, ale także podstawowy motor zmian o charakterze przełomowym prowadzący do nowego jakościowo rozwoju (TWI2050, 2019).

W raporcie TWI2050 wskazuje się, że technologie cyfrowe mogą w wielu przypadkach wspierać realizację zadań na drodze do ZR. Nie jest to jednak proces automatyczny i nie nastąpi samodzielnie. Agenda 2030 podkreśla, że cele ZR muszą być wspierane poprzez dobre rządy i globalną współpracę, co nazywana czwartym filarem zrównoważonego rozwoju (TWI2050, 2019). W kategoriach piątego filaru ZR postrzega się cyfryzację, która podobnie jak zarządzanie, może być czynnikiem ułatwiającym lub opóźniającym osiągnięcie przyjętych w Agendzie 2030 celów.

Rysunek 1. Wymiary zróżnicowanego rozwoju z uwzględnieniem cyfryzacji.



Źródło: opracowanie na podstawie (TWI2050, 2019, s.23).

Niejednoznaczny w ocenie wpływ cyfryzacji na ZR można postrzegać we wszystkich jego filarach tj. ekologicznym, społecznym i ekonomicznym, w tym przede wszystkim w pierwszym. Teoretycznie efektywniejsze wykorzystanie zasobów dzięki nowym narzędziom cyfrowym może zmniejszyć nasz EP (Simpson, Dunlap i Fullerton, 2019, s. 381–409). Z drugiej jednak strony gospodarka cyfrowa jest silnie uzależniona od zużycia energii (zwłaszcza elektrycznej), a główne czynniki napędzające to: nowe usługi w chmurze (przechowywanie, software as a service, aplikacje), więcej czasu spędzanego w sieci (czynnik dodatkowo wzmocniony pandemią) oraz coraz więcej podłączonych i zintegrowanych urządzeń za pośrednictwem IoT (Lueth, 2020). Przyspieszenie wzrostu gospodarczego najczęściej wiąże się zaś ze zwiększoną emisją CO₂, wzrostem wydobywania zasobów naturalnych, a tym samym wyższym EP (Danish, Ulucak i Khan, 2020). Warunkiem zahamowania tego negatywnego procesu jest przejście na odnawialne źródła energii (Shabani i Shahnazi, 2019, s. 1064–1078). Jednakże badania w grupie start-upów w energetyce odnawialnej, poszerzone o kierunki inwestycyjne BigTech podnoszą pod wątpliwość atrakcyjność odnawialnego sektora energetycznego

dla nowych cyfrowych graczy. Zakres cyfryzacji energetyki odnawialnej jest powolny i uwarunkowany nie tylko technologicznymi czynnikami (Pakulska i Poniatowska-Jaksch, 2022). Co więcej, w gospodarce cyfrowej ważnym problemem ekologicznym stają się także odpady elektroniczne (e-odpady), których liczba wraz ze wzrostem wykorzystania ICT i coraz krótszym cyklem życia produktu wyraźnie rośnie (Baldé i in., 2017, s. 36-41). Innymi słowy, mamy e-odpady w miejsce emisji gazów cieplarnianych a dodatkowo obserwujemy rosnące uzależnienie od importu komponentów do energetyki słonecznej i wiatrowej w miejsce importu ropy i gazu (Pakulska, 2021). W takich warunkach kluczowym warunkiem wykorzystania zdobyczy rewolucji cyfrowej do realizacji celów ZR jest przejście od gospodarki liniowej do gospodarki o obiegu zamkniętym (TWI2050, 2019).

Za wsparcie cyfrowej transformacji na drodze do ZR postrzega się przeobrażenia społeczne, w pierwszej kolejności łączone z rozwojem tzw. sharing economy i towarzyszącymi jej zmianami we wzorcach konsumpcji (dostępność w miejsce własności) (Decii i Ryan, 2000, s. 227–268; Hamari, Sjöklint i Ukkonen, 2015, s. 2047–2059), choć zachodzące w tym zakresie współzależności ponownie nie zawsze są jednoznaczne w swej ocenie (Martin, 2016, s. 149–159). Postępująca cyfryzacja nie zawsze prowadzi do spadku konsumpcji (*cyfrowe oszczędności* można przeznaczyć na inne cele konsumpcyjne), a tym samym produkcji i jej środowiskowych efektów (Böcker i Meelen, 2017, s. 28-39). Istnieje za to wyraźne zagrożenie podziału społeczeństwa na cyfrowe elity i analogowych analfabetów (Osburg, 2017, s.3-19) i wynikającego z tego faktu nowy rodzaj wykluczenia – wykluczenie cyfrowe. Stąd też wzrost poziom rozwoju gospodarczego i dobrobytu ludności, mający także swoje źródło w cyfryzacji, nie musi odpowiadać jej szczęściu (Bublyk i in., 2022). Niestety istniejący wachlarz wskaźników SDI w znacznym stopniu abstrahuje od nowych społecznych zagrożeń o charakterze cyfrowym, takich jak np. ryzyko utraty naszej tożsamości.

Najmniej dyskusyjna jest rola gospodarki cyfrowej, postrzeganej jako czwarta rewolucja przemysłowa (przemysł 4.0), której towarzyszą liczne korzyści o charakterze ekonomicznym (Poniatowska-Jaksch, 2021, 15-34). Niemniej wiążą się z nią nowe wyzwania pod adresem administracji publicznej jak (oprócz zasygnalizowanych wcześniej): zagwarantowania bezpieczeństwa w sieci, przeciwdziałanie monopolizacji gospodarki przez BigTechy, czy też

zmniejszeniu liczby miejsc pracy, poprzez tworzenie zielonych miejsca pracy” (Jensen-Cormier, Smith i Vaughan, 2018).

ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ A CYFRYZACJA W UE – UJĘCIE PRZESTRZENNE

Koncepcja ZR wpisuje się w działania UE mające na celu stabilność wzrostu gospodarczego, społecznego i ochronę środowiska, w różnym jeszcze zakresie realizowane w ramach poszczególnych państw. Przyjmując za punkt odniesienia wskaźnik syntetyczny di najwyższy poziom ZR w 2022 r. osiągnęła Irlandia, a w następnej kolejności Niderlandy, Dania, Szwecja, Austria, Finlandia i Niemcy. Na przeciwległym biegunie znalazły się Bułgaria, ale także Luksemburg, Grecja, Łotwa, Portugalia, Węgry i Chorwacja wykazując największą odległość od wzorca (rys. 2).

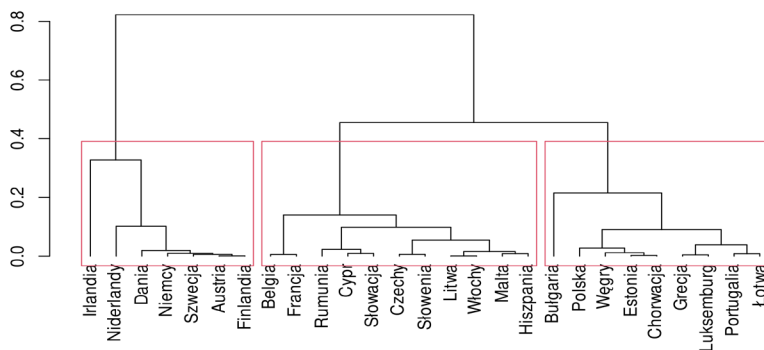
Rysunek 2. Poziom ZR w krajach UE według wskaźnika syntetycznego di w 2022 r.



Źródło: opracowanie własne na podstawie: World Population Review, The World Happiness Report, Gallup, International Monetary Fund.

W oparciu o zastosowaną metodę Warda można wyróżnić pod względem poziomu ZR trzy grupy państw wykazujące relatywnie największe wewnętrzne podobieństwa: tj. 1) Irlandię, do której w kolejnej iteracji dołączyły Niderlandy a następnie kraje skandynawskie wraz Austrią i Niemcami, 2) zdominowaną przez państwa, które dołączyły do UE w 2004 r. i kolejnych rozszerzeniach (UE-13) wraz z Belgią, Francją, Włochami i Hiszpanią, 3) obejmującą zarówno państwa UE-14 (Grecja, Luksemburg, Portugalia), jak i UE-13 (Łotwa, Estonia, Chorwacja, Węgry, Polska i Bułgaria (por. rysunek 3).

Rysunek 3. Klasyfikacja państw UE pod względem poziomu ZR na podstawie wskaźnika syntetycznego di w 2022 r. za pomocą metodą Warda.



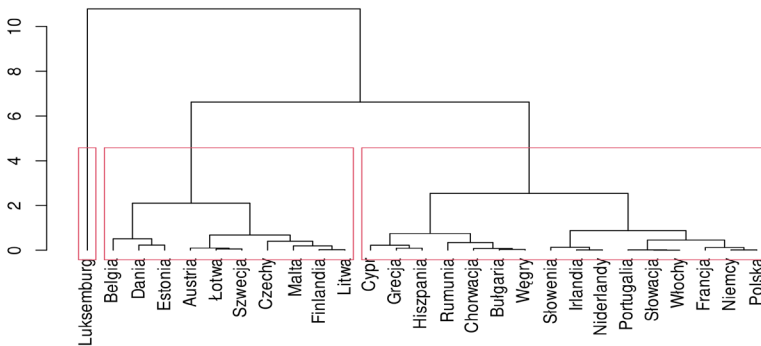
Źródło: opracowanie własne na podstawie: World Population Review, The World Happiness Report, Gallup, International Monetary Fund.

Widoczne różnice pomiędzy państwami UE pod względem syntetycznego ujęcia poziomu ZR stanowią pochodną odmiennego zaangażowania w działania obejmujące poszczególne filary ZR, tj.:

- w filarze środowiskowym, największe różnice występują pomiędzy wykazującym najwyższy EP Luksemburgiem (12,8 gha na 1 mieszkańca) a dwoma pozostałymi, wyłonionymi w kolejnej iteracji grupami o największych podobieństwach (rys. 4), tj. 1) obejmującą 10 państw, w tym o relatywnie wysokiej konsumpcji środowiska,

tj. w granicach 7,2-6,6 gha na 1 mieszkańca (np. Estonia, Dania, Belgia, jak i 2) grupą 16 państw, wśród których znalazły się Rumunia, Bułgaria, Węgry i Chorwacja, wykazujące najmniejsze zużycie środowiska (3,4-3,7 gha na 1 mieszkańca). Warto też odnotować, że korzystny bilans ekologiczny, będący efektem uwzględnienia poza EP także tzw. biopojemności, wykazuje 9 państw UE, w tym państwa nadbałtyckie, w szczególności Estonia i Litwa, a także Finlandia i Szwecja. W poziomie EP, wyrażającym syntetyczne podejście do wykorzystania środowiska nie znajduje odzwierciedlenia pozytywne w niektórych aspektach oddziaływanie cyfryzacji na środowisko (np. w aspekcie zmniejszenia poziomu emisji CO₂, gazów cieplarnianych – (Wei i Ullah 2022, s. 36273–36280), wzrostu efektywności zużycia surowców, produktywności energetyki – (Strengers i in., 2022)). Wysoki poziom EP nadal bowiem częściej notowany jest w kręgu państw UE o wyższym niż niższym poziomie ucyfrowienia. Ww. pozytywne działania mogą być w pewnym stopniu równoważone przez środowiskowy ślad technologii cyfrowych, np. w postaci nadmiernego zużycia energii, emisji gazów cieplarnianych, niebezpiecznych odpadów (Urquhart, 2010).

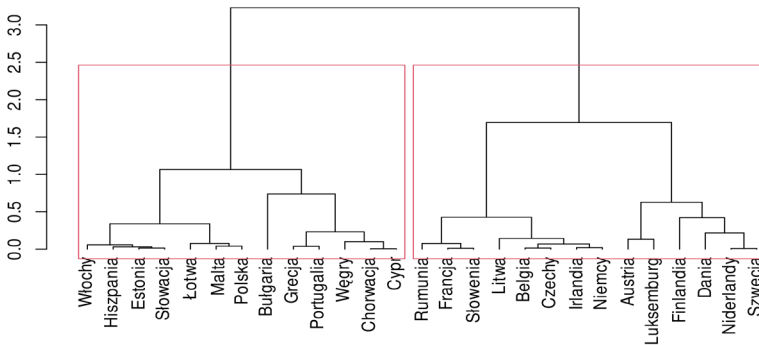
Rysunek 4. Klasyfikacja (grupy państw) UE pod względem poziomu ZR – przekrój środowiskowy w 2022 r. za pomocą metodą Warda.



Źródło: opracowanie własne na podstawie: World Population Review, The World Happiness Report, Gallup, International Monetary Fund.

- w filarze społecznym można wyróżnić dwie grupy państw o największych wewnętrznych podobieństwach, tj. 1) większość państw UE 13 – wraz z Włochami Hiszpanią, Grecją i Portugalią oraz 2) pozostałe kraje – por. rys. 5.

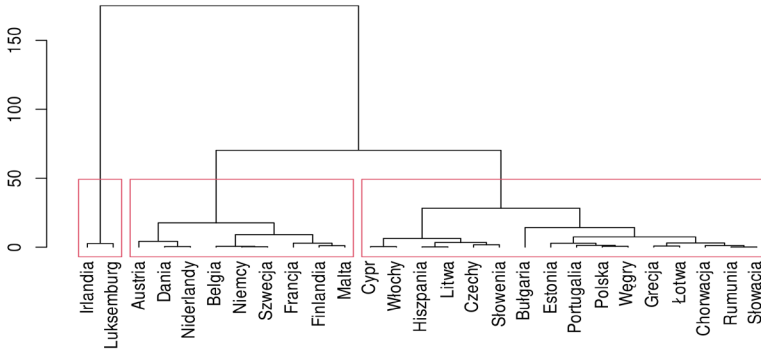
Rysunek 5. Klasyfikacja (grupy państw) UE pod względem poziomu ZR – przekrój społeczny w 2022 r. za pomocą metodą Warda.



Źródło: opracowanie własne na podstawie: World Population Review, The World Happiness Report, Gallup, International Monetary Fund.

- w filarze gospodarczym największe podobieństwa występują pomiędzy Irlandią i Luksemburgiem. Znacząco różnią się one od drugiego skupienia, w ramach którego w kolejnej iteracji wydzieliły się dwie grupy, tj. 1) UE-14 wraz z Maltą oraz 2) UE-13 wraz z Portugalią, Grecją i Hiszpanią rys. 6.

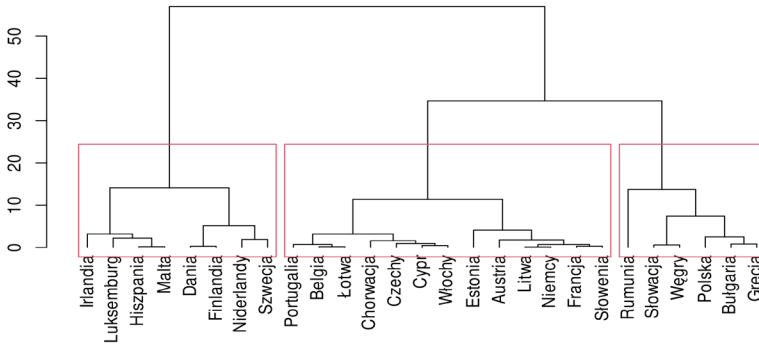
Rysunek 6. Klasyfikacja (grupy państw) UE pod względem poziomu ZR – przekrój gospodarczy w 2022 r. za pomocą metodą Warda.



Źródło: opracowanie własne na podstawie: World Population Review, The World Happiness Report, Gallup, International Monetary Fund.

Różnice pomiędzy państwami UE odnoszą się także do poziomu ich ucyfrowienia, wyrażonego wskaźnikiem DESI. Znalazło to odzwierciedlenie w ich hierarchicznym połączeniu, w wyniku którego powstały trzy grupy najbardziej pod tym względem podobnych państw, a mianowicie 13-elementowe skupienie państw, które charakteryzowały się średnim poziomem ucyfrowienia. Osem państw o najwyższym poziomie ucyfrowienia utworzyło kolejną grupę (większość UE-13, w tym kraje skandynawskie, Niderlandy i Szwecja). Z kolei reprezentująca najniższy poziom cyfryzacji Rumunia dołączyła w kolejnej iteracji do państw o wyższym, ale na tle średniej UE relatywnie niskim poziomie cyfryzacji, tj. Polski, Bułgarii, Grecji oraz Słowacji i Węgier (rys. 7).

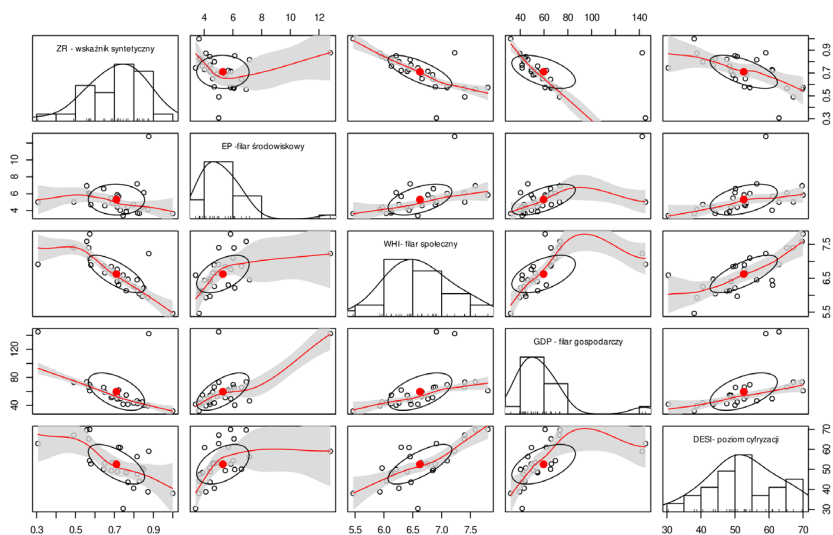
Rysunek 7. Klasyfikacja (grupy państw) UE pod względem poziomu cyfryzacji w 2022 r. za pomocą metodą Warda.



Źródło: opracowanie własne na podstawie DESI.

Z badań związków pomiędzy ucyfrowieniem a osiągniętym poziomem ZR wynika, że wyższemu poziomowi ucyfrowienia poszczególnych państw UE, ich gospodarek i społeczeństw towarzyszy wyższy ZR (rys. 8). W największym stopniu zależności te można odnotować pomiędzy poziomem ucyfrowienia a filarem społecznym ZR (wskaźnik korelacji na poziomie 0,74). Mniej intensywne powiązania odnotowano pomiędzy ucyfrowieniem państw UE a filarem gospodarczym (0,53), a nieistotny poziom zależności występuje pomiędzy ucyfrowieniem państw UE a filarem środowiskowym.

Rysunek 8. Współczynniki korelacji Pearsona między wskaźnikiem syntetycznym i wskaźnikami cząstkowymi ZR a poziomem cyfryzacji państw UE w 2022 r.



Źródło: opracowanie własne na podstawie: World Population Review, The World Happiness Report, Gallup, International Monetary Fund, DESI.

WNIOSKI

Z przeprowadzonej analizy wynika, że w państwach UE wyższy poziom cyfryzacji charakterystyczny jest dla państw o wyższym poziomie rozwoju gospodarczego, w których to jednocześnie ZR znajduje się na wyższym poziomie. Działania na rzecz ZR uwarunkowane są bowiem bogactwem, dobrobytem gospodarczym (np. GDP/cap), który umożliwi państwom inwestowanie w programy, które prowadzą do pożądaných zmian w środowisku (budowa niezbędnej infrastruktury zapewniającej wodę pitną i urządzenia sanitarne, zmniejszanie zanieczyszczenia powietrza, kontrola niebezpiecznych odpadów) i dużych korzyści dla ludzkiego dobra (działania na rzecz ochrony zdrowia). Jak wykazują też i inne badania w krajach UE-14, które są wyżej rozwinięte

presja na środowisko jest w porównaniu z krajami UE-13 większa ([Biekša i in., 2022](#)). W efekcie, jak wynika także z niniejszych badań, nieco wyższy EP charakterystyczny jest dla państw o wyższym wskaźniku DESI, czyli wyżej gospodarczo rozwiniętych. Nie zmienia to faktu, że związki pomiędzy cyfryzacją a EP nie są jednoznaczne w ocenie. Może to wynikać z ograniczeń przyjętego wskaźnika, który w dużym stopniu jest pochodną rozwoju gospodarki i jej struktury (co przekłada się m.in. na zapotrzebowanie na zasoby, w tym energię), a nie wyłącznie umiejętności podejmowania działań na rzecz zielonego rozwoju (w tym stosowanych technologii). Daje to tym samym podstawę do głębszego zastanowienia, na ile cyfryzacja wpisuje się w miary środowiskowe.

Trudności w ocenie ww. zależności skłaniają do dalszych pogłębionych badań w tym zakresie, w tym uwzględnienia innych dodatkowych wskaźników identyfikujących poziom ZR w filarze środowiskowym, zważywszy także na dynamikę zachodzących w nim zmian. Ponadto, w warunkach presji na ochronę środowiska w państwach wysoko rozwiniętych nie można pomijać pozytywnych następstw wzrostu znaczenia koncepcji ZR w procesach biznesowych, zwłaszcza tych, w których ucyfrowienie nie będzie generowało środowiskowych obciążeń.

Pozytywne współzależności zachodzą pomiędzy wskaźnikiem cyfryzacji a filarem społecznym ZR. Niestety wprowadzane działania mające na celu zmniejszenie EP w sferze społeczno – gospodarczej (praca zdalna, inteligentne domy, przemysł) nie znajdują dużego bezpośredniego przełożenia na zmniejszenie śladu, co może się wiązać z relatywnie jeszcze krótkim okresem ich implementacji w takim środowiskowym przekroju. Takie aspekty ucyfrowienia jak łączność cyfrowa i integracja technologii cyfrowych nie znajdują odpowiedniego odzwierciedlenia w ochronie środowiska, zmniejszeniu zapotrzebowania na zasoby i w konsekwencji ograniczaniu EP. Mają często charakter deklaracyjny i w zbyt małym stopniu dotyczą tradycyjnych gałęzi gospodarki. Jednocześnie zgodnie z zasadą ZR działania pomiędzy poszczególnymi jego filarami powinny się równoważyć, co jest niezmiernie złożonym zabiegiem z uwagi na to, że osiągnięcie wyższych wskaźników w filarze gospodarczym czy społecznym (wzrost poziomu zadowolenia ludności) przekłada się niekorzystnie na wyższy poziom EP, chociaż z drugiej strony postęp w tych dwóch filarach warunkuje możliwość pozytywnych zmian środowiskowych.

Uzyskane wyniki wskazują na konieczność szybszej implementacji narzędzi cyfrowych w filarze ekologicznym oraz zmian instytucjonalnych (czwarty filar ZR) aby rewolucja cyfrowa była motorem ZR, a nie kolejną rewolucją przemysłową prowadzącą tym razem do cyfrowego nie-zrównoważenia.

Zastosowane autorskie podejście badawcze może stanowić asumpt w identyfikacji osiągnięć w zakresie ZR i definiowaniu obszarów do jego poprawy z wykorzystaniem cyfrowych technologii.

REFERENCES

- Alataş S. (2021). *The role of information and communication technologies for environmental sustainability: evidence from a large panel data analysis*, 293:112889. Journal of Environmental Management.
- Baldé, C., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann, P. (2017). *The Global E-Waste Monitor 2017. Quantities, Flows, and Resources*. Dostęp 12.011.2022 z: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Climate-Change/Documents/GEM%202017/Global-E-waste%20Monitor%202017%20.pdf>.
- Biekša, K., Valiulė, V., Šimanskiėnė, L., Silvestri, R. (2022). *Assessment of Sustainable Economic Development in the EU Countries with Reference to the SDGs and Environmental Footprint Indices*, 14, 11265. Sustainability.
- Böcker, L., Meelen, T. (2017). *Sharing for people, planet or profit? Analyzing motivations for intended sharing economy participation*, 23, 28-39. Environmental Innovation and Societal Transitions.
- Bublyk, M., Feshchyn, V., Bekirova, L., Khomuliak, O. (2022). *Sustainable Development by a Statistical Analysis of Country Rankings by the Population Happiness Level*. International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems. Lviv Polytechnic National University. Dostęp 14.05.2023 z: <https://ceur-ws.org/Vol-3171/paper61.pdf>
- Danish, Ulucak R, Khan, SU-Din. (2020). *Determinants of the ecological footprint: Role of renewable energy, natural resources, and urbanization*, 54, 101996. Sustainable Cities and Society.
- Deci, E.L., Ryan, R.M. (2000). *The what and why of goal pursuits: human needs and the self-determination of behavior*, (11/4), 227–268. Psychological Inquiry.
- Elkington, J. (1994). *Towards the Sustainable Corporation: Win-Win-Win Business Strategies for Sustainable Development*, 36 (2), 90–100. California Management Review.
- European Commission (2023). *Digital Economy and Society Index (DESI) 2022*. Dostęp 24.04.2023 z: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-economy-and-society-index-desi-2022>
- Gallup (2023). *Global Happiness Center*. Dostęp 10.04.2023 z: <https://www.gallup.com/analytics/349487/gallup-global-happiness-center.aspx>
- Hamari, J., Sjöklint, M., Ukkonen, A. (2015). *The sharing economy: why people participate in collaborative consumption*, 67(9), 2047–2059. Journal of the Association for Information Science and Technology.
- Helliwell, J.F., Layard, R., Sachs, J.D., De Neve, J-E., Aknin, L.B., Wang, S. (2023). *World Happiness Report*. Dostęp 10.04.2023 z: <https://happiness-report.s3.amazonaws.com/2023/WHR+23.pdf>

- International Monetary Found (2023). *GDP per cap PPP*. Dostęp 10.05.2023 z https://www.imf.org/external/datamapper/PPP@WEO/OEMDC/ADVEC/WEO_WORLD
- Jensen-Cormier, S., Smith, R., Vaughan, S. (2018). *Estimating Employment Effects of the Circular Economy*. International Institute for Sustainable Development. Dostęp 20.10.2022 z: <https://www.iisd.org/system/files/publications/employment-effects-circular-economy.pdf>
- Khan A, Ximei W. (2022). *Digital Economy and Environmental Sustainability: Do Information Communication and Technology (ICT) and Economic Complexity Matter?* 19(19):12301. International Journal of Environmental Research and Public Health.
- Lueth, K.L. (2020). *State of the IoT 2020: 12 Billion IoT Connections, Surpassing Non-IoT for the First Time*. Dostęp 14.12.2022 z: <https://iot-analytics.com/state-of-the-iot-2020-12-billion-iot-connections-surpassing-non-iot-for-the-first-time>.
- Martin, C.J. (2016). *The sharing economy: a pathway to sustainability or a nightmarish form of neoliberal capitalism?*, 121, 149–159. Ecological Economics.
- Osburg, T. (2017). Sustainability in a Digital World Needs Trust. in: T. Osburg, C. Lohrmann (Eds.), *Sustainability in a Digital World, CSR, Sustainability, Ethics & Governance*, 3-19. Springer.
- Pakulska, T. (2021). *Green Energy in Central and Eastern European (CEE) Countries: New Challenges on the Path to Sustainable Development*, 14(4),884. Energies.
- Pakulska, T., Poniatowska-Jaksch, M. (2022). *Digitalization in the Renewable Energy Sector—New Market Players*, 15(13), 4714. Energies.
- Poniatowska-Jaksch, M. (2021). Gospodarka cyfrowa i jej miary. w: L. Gąsioriewicz, J. Monkiewicz, *Finanse cyfrowe: informatyzacja, cyfryzacja i danetyzacja*, 15-34. PW.
- Schaltegger, S., Burritt, R., Petersen, H. (2003). *An introduction to corporate environmental management. Striving for sustainability*. Greenleaf Publishing Limited.
- Shabani, Z.D., Shahnazi, R. (2019). *Energy consumption, carbon dioxide emissions, information and communications technology, and gross domestic product in Iranian economic sectors: A panel causality analysis*, 169, 1064–1078. Energy.
- Simpson, J.M., Dunlap, R.E., Fullerton, A.S. (2019). *The treadmill of information: Development of the information society and carbon dioxide emissions*, 5, 381–409. Social Development.
- Strengers, Y., Dahlgren, K., Pink, S., Sadowski, J., Nicholls, L. (2022). *Digital technology and energy imaginaries of future home life: Comic-strip scenarios as a method to disrupt energy industry futures* 84:102366. Energy Research and Social Science.
- Sucheckı, B. (2010). *Ekonometria przestrzenna*. Wyd. C.H. Beck, Warszawa.
- TWI2050 (2019). *The World in 2050. The Digital Revolution and Sustainable Development: Opportunities and Challenges. Report prepared by The World in 2050 initiative*. Dostęp 13.12.2022 z: <https://previous.iiasa.ac.at/web/home/research/twi/PolicyBrief-2019.pdf>

- UN (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Dostęp 10.14.2022 z <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>.
- UNFCCC (2015). *Adoption of the Paris Agreement*. UNFCCC.
- Urquhart, J. (2010). *Cloud computing's green paradox*. Dostęp 13.04. 2023 z:
- Villani, C. (2018). *For a Meaningful Artificial Intelligence. Towards a French and European Strategy*. Dostęp 20.12.2022 z: https://www.jaist.ac.jp/~bao/AI/OtherAIstrategies/MissionVillani_Report_ENG-VF.pdf
- Wei, L., Ullah, S. (2022). *International tourism, digital infrastructure, and CO2 emissions: Fresh evidence from panel quantile regression approach*, 29, 36273–36280. Environmental Science and Pollution Research.
- World Population Review (2023). *Ecological Footprint by Country 2023*. Dostęp 14.04.2023 z: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/ecological-footprint-by-country>
- Ziolo, M., Bak, I., Cheba, K. (2021). *The role of sustainable finance in achieving Sustainable Development Goals: Does it work?*, 27, 45–70. Technological and Economic Development of Economy.