

Pomiar gospodarki cyfrowej

Redakcja naukowa

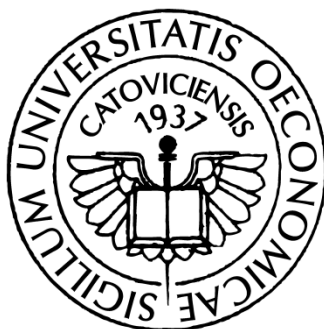
Magdalena JACIOW



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego
w Katowicach

Pomiar gospodarki cyfrowej

Redakcja naukowa
Magdalena Jaciow



Katowice 2024

Komitet redakcyjny

Janina Harasim (przewodnicząca), Monika Ogrodnik (sekretarz),
Małgorzata Pańkowska, Jacek Pietrucha, Irena Pyka, Anna Skórska,
Maja Szymura-Tyc, Artur Świerczek, Tadeusz Trzaskalik, Ewa Ziemba

Recenzent

Michał Goliński

Redakcja i korekta językowa

Beata Kwiecień

Skład tekstu

Daria Liszowska

Projekt okładki

Emilia Gumulak

Ilustracja na okładce © elwynn – Photogenica

ISBN 978-83-7875-913-3

doi.org/10.22367/uekat.9788378759133

© Copyright by Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach 2024



Publikacja na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Międzynarodowa
(CC BY 4.0), <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.pl>



WYDAWNICTWO UNIWERSYTETU EKONOMICZNEGO W KATOWICACH

ul. 1 Maja 50, 40-287 Katowice, tel.: +48 32 257-76-33

www.wydawnictwo.ue.katowice.pl, e-mail: wydawnictwo@ue.katowice.pl

Facebook: [@wydawnictwouekatowice](https://www.facebook.com/wydawnictwouekatowice)

Spis treści

WPROWADZENIE (<i>Magdalena Jaciow</i>)	5
ROZDZIAŁ I. PRZEMYSŁ 4.0 (<i>Bożena Gajdzik</i>)	13
1.1. Przemysł 4.0 jako przedmiot pomiaru	13
1.2. Wskaźniki identyfikujące Przemysł 4.0.....	19
1.3. Źródła danych i sposób ich pozyskania	25
1.4. Ocena i wybór wskaźników – reprezentantów Przemysłu 4.0 do indeksu gospodarki cyfrowej	29
ROZDZIAŁ II. E-COMMERCE (<i>Jakub Kol, Grzegorz Szojda</i>)	33
2.1. E-commerce jako przedmiot pomiaru.....	33
2.2. Wskaźniki identyfikujące e-commerce.....	35
2.3. Źródła danych o e-commerce i sposób ich pozyskania	36
2.4. Ocena i wybór wskaźników – reprezentantów e-commerce do indeksu gospodarki cyfrowej	37
ROZDZIAŁ III. E-USŁUGI (<i>Robert Wolny</i>)	39
3.1. E-usługi jako przedmiot pomiaru	39
3.2. Wskaźniki identyfikujące e-usługi	41
3.3. Źródła danych o e-usługach i sposób ich pozyskania	45
3.4. Ocena i wybór wskaźników – reprezentantów e-usług do indeksu gospodarki cyfrowej	47
ROZDZIAŁ IV. E-ADMINISTRACJA (<i>Kinga Hoffmann-Burdzińska</i>)	48
4.1. E-administracja jako przedmiot pomiaru	48
4.2. Wskaźniki identyfikujące wymiar e-administracji	50
4.3. Źródła danych i sposób ich pozyskania	54
4.4. Ocena i wybór wskaźników – reprezentantów e-administracji do indeksu gospodarki cyfrowej	56
ROZDZIAŁ V. KONSUMPCJA 4.0 (<i>Agata Stolecka-Makowska</i>)	57
5.1. Konsumpcja 4.0 jako przedmiot pomiaru	57
5.2. Wskaźniki identyfikujące Konsumpcję 4.0	59
5.3. Źródła danych i sposób ich pozyskania	62
5.4. Ocena i wybór wskaźników – reprezentantów Konsumpcji 4.0 do indeksu gospodarki cyfrowej	66

ROZDZIAŁ VI. PRACA 4.0 (<i>Izabela Marzec</i>)	67
6.1. Praca 4.0 jako przedmiot pomiaru	67
6.2. Wskaźniki identyfikujące Pracę 4.0	68
6.3. Źródła danych o Pracy 4.0 i sposób ich pozyskania.....	76
ZAKOŃCZENIE (<i>Magdalena Jaciow</i>)	83
BIBLIOGRAFIA	91
SPIS RYSUNKÓW	105
SPIS TABEL	105

Wprowadzenie

Od wielu dziesięcioleci trwa intensywna dyskusja na temat wpływu technologii informacyjnych na otaczający nas świat oraz możliwości ich pomiaru. Jej początki sięgają prac takich myślicieli, jak McLuhan [1962], który wprowadził koncepcję globalnej wioski, czy Machlup [1962], analizujący ekonomiczne aspekty wiedzy. Technologia informacyjno-komunikacyjna rozwija się w tempie wykładniczym, zgodnie z prawem Moore’a [1965]. Jej wpływ na rzeczywistość jest coraz bardziej znaczący, przenika ona wszystkie sfery życia – od gospodarki, przez edukację, po relacje społeczne. Mimo to, wciąż trudno o precyzyjny pomiar i analizę zjawisk, które tak intensywnie kształtują współczesny świat. Metody badawcze często nie nadążają za dynamicznym rozwojem technologii, co utrudnia zrozumienie pełnego zakresu ich oddziaływania.

Historia pomiaru gospodarki cyfrowej jest ściśle związana z rozwojem badań nad społeczeństwem informacyjnym. Na początku lat 90. XX wieku badania ilościowe w tym obszarze były rzadkością [Goliński, 2011]. Jednak w ciągu ostatnich dwóch dekad nastąpiła znacząca zmiana. Obecnie badań kwantyfikujących różnorodne aspekty gospodarki cyfrowej, prowadzonych przez państwowe urzędy statystyczne (np. Eurostat, GUS), organizacje międzynarodowe (np. OECD, ITU), instytucje badawcze, uczelnie, organizacje pozarządowe oraz firmy komercyjne jest na tyle dużo, że trudno o wybór najlepszych.

Początkowo badania koncentrowały się głównie na infrastrukturze technicznej i korzystały z tradycyjnych statystyk dotyczących telekomunikacji [Goliński, 2011]. Analizowano rozwój infrastruktury telekomunikacyjnej (IT), często pomijając konteksty jakościowe i społeczne jej wykorzystania. Statystyczne monitorowanie IT było stosunkowo proste ze względu na niewielką liczbę dostawców usług (często monopolistów) oraz jasno zdefiniowane grupy odbiorców, czyli abonentów prywatnych i biznesowych.

W miarę rozwoju technologii informacyjno-komunikacyjnych (ICT) i ich coraz szerszego zastosowania w różnych sferach życia takie podejście okazało się niewystarczające. Ograniczenie analiz do poziomu rozwoju infrastruktury technicznej nie oddawało już złożoności zjawisk składających się na gospodarkę cyfrową. Zrozumiano, że wykorzystanie ICT jest nierozzerwalnie związane z możliwościami, umiejętnościami i motywacjami ludzi korzystających z tych technologii [Seo i in., 2010]. W rezultacie zaczęto włączać do badań aspekty społeczne, skupiając się nie tylko na dostępie do produktów i usług ICT, ale także na sposobach ich wykorzystania, barierach i ograniczeniach w ich adapta-

cji oraz skutkach ich zastosowań [Oleński, 2003]. To poszerzenie perspektywy badawczej wymagało nowych metodologii i narzędzi analitycznych.

Jednakże wraz z rosnącą liczbą badań pojawiły się problemy z redundancją pozyskiwanych informacji oraz z porównywalnością wyników. Wielość podmiotów prowadzących badania i różnorodność stosowanych metodologii utrudniały pełną analizę i porównania międzynarodowe. Brakowało jednolitych standardów i jasno zdefiniowanych metod badawczych, z czym mierzyły się organizacje międzynarodowe, tworząc własne „przewodniki po pomiarze społeczeństwa informacyjnego” [OECD, 2008].

Dynamiczny rozwój gospodarki cyfrowej sprawił, że oficjalne organy statystyczne nie zawsze nadążały za zachodzącymi zmianami. W tej sytuacji firmy konsultingowe i organizacje branżowe zaczęły wypełniać lukę, publikując własne badania i zestawy danych statystycznych. Chociaż odpowiadało to zapotrzebowaniu rynku, pojawiły się kontrowersje związane z łączeniem tych danych z oficjalnymi statystykami i ich publikacją przez urzędy statystyczne [Goliński, 2011].

Aby sprostać tym wyzwaniom, zaczęto dążyć do standaryzacji metod badawczych i współpracy międzynarodowej. Organizacje, takie jak OECD, Eurostat czy ITU, opracowały wspólne ramy i wskaźniki do pomiaru gospodarki cyfrowej. Mimo to, ciągły rozwój technologii i zmieniające się warunki społeczne sprawiają, że pomiar pozostaje skomplikowanym i dynamicznym obszarem badań.

Ewolucja pomiaru gospodarki cyfrowej odzwierciedla ewolucję samej gospodarki: od prostych struktur opartych na infrastrukturze technicznej do złożonego ekosystemu, w którym technologie informacyjne są integralnie związane z aspektami społecznymi, ekonomicznymi i kulturowymi. Dziś można uznać, że dotychczasowe obszary badań nad gospodarką wkroczyły na poziom 4.0 i koncentrują się na zmianach w funkcjonowaniu podmiotów gospodarki zachodzących w wyniku wdrażania technologii cyfrowych.

Choć istnieje wiele miar i wskaźników służących do pomiaru transformacji cyfrowej i gospodarki 4.0, największą popularność zyskały trzy indeksy: Digital Economy and Society Index (DESI) opracowany w 2014 roku przez Komisję Europejską [www1], ICT Development Index (IDI) opracowany w 2009 roku przez Międzynarodowy Związek Telekomunikacyjny (ITU) [www2] oraz Networked Readiness Index (NRI) opracowany w 2001 roku przez Światowe Forum Ekonomiczne (WEF) we współpracy z INSEAD [www3]. Ich powszechne uznanie wynika z kompleksowego i wielowymiarowego podejścia do oceny różnych aspektów gospodarki cyfrowej, a także z renomy i autorytetu instytucji je tworzących. Regularna aktualizacja oraz transparentna metodologia czynią je dobrym narzędziem dla badaczy, decydentów i praktyków dążących do zrozumienia i kształtowania procesów cyfryzacji w skali globalnej i lokalnej.

Każdy z tych indeksów ma swoje unikalne obszary, które mierzy. DESI zawiera wskaźniki z zakresu: łączności, kapitału ludzkiego, wykorzystania usług internetowych, integracji technologii cyfrowych przez przedsiębiorstwa oraz publiczne usługi cyfrowe. IDI identyfikuje dostęp do technologii informatyczno-komunikacyjnych, poziom ich wykorzystania oraz umiejętności korzystających. Z kolei NRI koncentruje się na technologiach, ludziach, wpływie i zarządzaniu. Wszystkie trzy indeksy mierzą umiejętności cyfrowe ludności. Wszystkie biorą pod uwagę dostępność i jakość infrastruktury cyfrowej oraz wykorzystanie technologii przez jednostki i przedsiębiorstwa. Jednak każdy z indeksów w ramach wskazanych wskaźników zagregowanych wykorzystuje inne wskaźniki cząstkowe. Dlatego też porównania wyników między indeksami nie są możliwe. Istnieją obszary unikalne dla poszczególnych indeksów. DESI skupia się na integracji cyfrowej przedsiębiorstw i na cyfrowych usługach publicznych, podczas gdy pozostałe indeksy nie obejmują tych obszarów. IDI koncentruje się bardziej na ogólnym rozwoju i dostępności ICT, nie wchodząc w szczegółowe aspekty ekonomiczne czy wpływ na jakość życia, a NRI wyróżnia się oceną gotowości do przyszłych technologii, wpływu na gospodarkę i jakość życia oraz aspektami zarządzania i regulacji wspierających ekonomię sieciową.

Elementy, których nie uwzględniają te indeksy, a które w kontekście gospodarki cyfrowej należałoby uwzględnić w jej pomiarze, to m.in.: stopień zaawansowania automatyzacji i robotyki w przemyśle, możliwości integracji systemów cyfrowych i fizycznych w produkcji i łańcuchach dostaw, rozwój i dostępność specjalistycznych e-usług (np. zdrowotnych, edukacyjnych i finansowych), kwestie bezpieczeństwa transakcji online i ochrony danych osobowych, stopień integracji i interoperacyjności systemów e-administracji, specjalistyczne umiejętności cyfrowe, dostępność i jakość szkoleń cyfrowych.

Mając na uwadze powyższe, zespół badaczy z katedry Badań nad Gospodarką Cyfrową Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach podjął się trudnego i ambitnego zadania: budowy zagregowanego instrumentu pomiarowego gospodarki cyfrowej (IGC). Realizację zadania przewidziano w trzech etapach. Celem pierwszego etapu była identyfikacja wymiarów gospodarki cyfrowej tworzących podstawy strukturalne indeksu. W kolejnych etapach projektu zestawiono wskaźniki identyfikujące wymiary gospodarki cyfrowej i dokonano ich oceny, i na tej podstawie skonstruowano indeks gospodarki cyfrowej. Efektem trzyletniej pracy nad projektem jest niniejsza monografia.

Analiza ilościowa i jakościowa literatury przedmiotu wskazała na duży potencjał, jaki stwarzają badania w obszarze gospodarki cyfrowej. W latach 2010-2023 w Polsce liczba publikacji czasopiśmienniczych na temat gospodarki cyfrowej była relatywnie niewielka, a ich największy przyrost przypadał na lata 2017-2021 [Hoffmann-Burdzińska i Stolecka-Makowska, 2021]. Analiza cyto-

wań prac indeksowanych w zagranicznych bazach naukowych również potwierdziła rosnące w tym czasie zainteresowanie obszarem gospodarki cyfrowej. Studia nad dostępną literaturą w tym zakresie pozwoliły stwierdzić, że po pierwsze: brakuje powszechnie akceptowanej i jednoznacznej definicji gospodarki cyfrowej, a jej pojęcie jest wielowymiarowe, przy czym wymiary gospodarki cyfrowej mogą być definiowane na wielu płaszczyznach wzajemnie się przenikających [Hoffmann-Burdzińska i Stolecka-Makowska, 2024], a po drugie: dostępne indeksy nie uwzględniają wielu elementów i procesów zachodzących w gospodarce cyfrowej, a co za tym idzie mają niewielką użyteczność w ocenie poziomu rozwoju gospodarki cyfrowej.

Wolny [2023] dokonał przeglądu definicji gospodarki cyfrowej, wskazując, że może być ona definiowana z wielu perspektyw, jednak jej zasadnicze znaczenie wykracza poza prostą koniugację terminów „cyfrowy” i „gospodarka”. Na jej rdzeń składają się nie tylko technologie oparte na systemie binarnym, ale również konsekwencje rozwoju technologicznego, integracja metod przetwarzania danych, ewolucja środków komunikacji oraz procesy akumulacji wiedzy. Po raz pierwszy pojęcie gospodarki cyfrowej (bez jednoznacznego zdefiniowania) zostało użyte w 1996 roku przez Tapscotta, który nazwał ją „erą inteligencji sieciowej” [Tapscott, 1996]. Podejścia do definiowania gospodarki cyfrowej są odzwierciedleniem czasów, z których pochodzą. W latach 90. XX wieku koncentrowały się na sieci WWW i ewaluowały w kierunku nowych technologii, takich jak technologie mobilne, internet rzeczy, przetwarzanie w chmurze, big data, robotyzacja czy sztuczna inteligencja. Gospodarka cyfrowa obecnie obejmuje: globalną sieć działalności gospodarczych i transakcji handlowych umożliwionych przez technologie informacyjno-komunikacyjne [Pratt, 2021], działalność opartą na wykorzystaniu skodyfikowanej informacji i wiedzy w formacie cyfrowym [G20 DETF, 2016], a także gospodarkę zbudowaną na fundamentach technologii cyfrowych [Rouse, 2016].

Wśród polskich autorów najszerzej gospodarkę cyfrową definiuje Goliński jako „zbiór organizacji i ich relacji o charakterze globalnym, którego głównym czynnikiem sprawczym jest wykładniczy postęp naukowo-techniczny” [Goliński, 2018, s. 186]. Autor dodaje elementy konstytutywne gospodarki cyfrowej, do których zalicza: intensywne wykorzystanie ICT, integrację systemów fizycznych i cyfrowych, hiperłączość wymuszającą współzależność i współdziałanie, automatyzację wymiany informacji i analityki danych, niepredyktywność rozwoju, zanikanie barier i wynikające stąd nowe możliwości rozwojowe, intensywne wykorzystanie nowych modeli biznesowych oraz siły napędowe gospodarki cyfrowej: cyfrową destrukcję i cyfrową transformację [Goliński, 2018]. Specyfika gospodarki cyfrowej (gospodarki 4.0) wynika ze ściśle powiązanych ze sobą procesów datafikacji i usieciowienia [Śledziwska i Włoch, 2020].

Procesy datafikacji i usieciowienia przebiegają w wielu obszarach, które można nazwać wymiarami gospodarki cyfrowej. Nie ma jednoznacznej definicji wymiarów gospodarki cyfrowej, każdy kto próbuje zdefiniować i opisać gospodarkę cyfrową ujmując ją w swój własny autorski sposób. W decyzji Parlamentu Europejskiego i Rady UE [Decyzja 2022/2481 z dnia 14 grudnia 2022 roku], ustanawiającej program polityki „Droga ku cyfrowej dekadzie” do 2030 roku, wyznaczono cele cyfryzacji gospodarki UE w czterech obszarach/wymiarach: umiejętności, administracja publiczna, infrastruktura i biznes. Autorzy tej monografii przyjęli sześć wymiarów gospodarki cyfrowej, które opisano w poszczególnych rozdziałach. Są to: przemysł, handel, usługi, administracja, konsumpcja i praca.

Przyjmując, że indeks to rodzaj złożonego wskaźnika, który syntetyzuje i porządkuje wyniki pewnej liczby szczegółowych obserwacji [Nowak, 2011], będąc jednocześnie syntetycznym wskaźnikiem pewnej własności, która nie podlega bezpośrednim pomiarom lub bezpośrednim obserwacjom w praktyce, celem niniejszej monografii jest przedstawienie koncepcyjnych ram indeksu gospodarki cyfrowej.

Indeks to zbiór wskaźników, który agreguje różnorodne dane w celu przedstawienia złożonych zjawisk w uproszczonej (zazwyczaj liczbowej) formie. Uproszczenie jednak sprawia, że obejmuje tylko wybrane aspekty badanego zjawiska (tu gospodarki cyfrowej). Żadna miara złożona nie jest w stanie pełnić roli kompleksowego narzędzia pomiarowego, co wynika z dynamicznej i wielowymiarowej natury badanych zjawisk [Goliński, 2012]. Wśród innych ograniczeń indeksów można wskazać ich subiektywność. Tworzenie indeksów jest obarczone subiektywnymi decyzjami ich autorów na niemal każdym etapie projektowania. Wybór składowych indeksu, przypisywanie im wag oraz metody agregacji danych mogą odzwierciedlać osobiste preferencje lub założenia teoretyczne twórców, co wpływa na ostateczny wynik pomiaru. Freudenberg [2003] podkreśla, że subiektywność w konstrukcji wskaźników złożonych może prowadzić do wyników, które nie są w pełni obiektywne ani reprezentatywne dla badanej rzeczywistości. W efekcie takie wskaźniki mogą nie oddawać rzeczywistego stanu gospodarki cyfrowej, a jedynie perspektywę ich twórców.

Goliński [2012] zwraca również uwagę na fakt, iż często wybór poszczególnych wskaźników jest podyktowany dostępnością danych statystycznych, a nie solidnymi podstawami teoretycznymi, co może wpływać na jakość i rzetelność wyników. Na ten problem zwracają również uwagę Saisana i Tarantola [2002], podkreślając, że brak jednolitych i dostępnych danych w różnych krajach zmusza badaczy do wykorzystywania tego, co jest dostępne, co może nie odzwierciedlać pełnego spektrum badanych zjawisk.

Do zestawu wad indeksu należy również dodać wątpliwą porównywalność danych na poziomie globalnym [Jaciow, 2018] oraz niejednoznaczność ich znaczenia [Freudenberg, 2003], co utrudnia ich interpretację i praktyczne zastosowanie w procesie decyzyjnym.

Nie zapominając o ograniczeniach indeksów, autorzy podejmując się wyzwania stworzenia indeksu gospodarki cyfrowej, skoncentrowali się na ich zaletach, uznając, że indeksy umożliwiają przedstawienie skomplikowanych cech współczesnego świata w sposób uproszczony i zrozumiały dla szerszego grona odbiorców.

Indeksy są używane w wielu dziedzinach życia społeczno-gospodarczego, takich jak ekonomia, finanse, nauki społeczne, edukacja i zdrowie publiczne, do mierzenia, monitorowania i porównywania różnorodnych zjawisk lub stanów w czasie i przestrzeni. Cechami charakterystycznymi indeksów są:

- agregacja danych – indeksy łączą różne zmienne, które są mierzone na różnych skalach, w jedną skonsolidowaną wartość,
- normalizacja – wartości składające się na indeks często są normalizowane, aby zapewnić ich porównywalność (stosuje się tu procedury skalowania, przeliczania na punkty procentowe lub inne metody przekształceń),
- reprezentacja – indeksy mają na celu reprezentowanie bardziej złożonych zjawisk lub trendów w sposób, który jest zrozumiały dla użytkowników,
- porównywalność – indeksy umożliwiają porównanie między różnymi jednostkami geograficznymi (analiza przestrzenna), grupami (analiza podmiotowa) i okresami (analiza czasowa),
- wszechstronność – indeksy mogą być dostosowywane do różnych celów analitycznych, np. monitorowanie postępów, ocena efektów polityki czy analiza trendów rynkowych.

Indeksy są kluczowym narzędziem w badaniach i analizach politycznych, umożliwiającym efektywne i skuteczne podejmowanie decyzji na podstawie skomplikowanych danych. W praktyce gospodarczej wykorzystywanych jest wiele indeksów, np. indeks giełdowy Dow Jones Industrial Average czy NASDAQ, który pokazuje kondycję i ogólny kierunek rozwoju rynku akcji, indeks rozwoju ludzkiego (ang. Human Development Index – HDI) używany przez ONZ do mierzenia i porównywania poziomów życia, edukacji i długości życia w różnych krajach, indeks cen towarów i usług konsumpcyjnych (ang. Consumer Price Index – CPI) używany do oceny poziomu inflacji.

Indeks gospodarki cyfrowej spełniałby kilka użyteczności, które są istotne zarówno dla decydentów, badaczy, jak i dla przedsiębiorców czy organizacji społecznych. Indeks gospodarki cyfrowej mógłby posłużyć do:

1. Pomiaru postępu cyfryzacji. Indeks pozwalałby na ocenę, jak szybko i w jakim zakresie poszczególne kraje lub regiony przyjmują technologie cyfrowe.

2. Porównań międzynarodowych i regionalnych. Dzięki standaryzowanym kryteriom pomiarowym indeks umożliwiałby porównywanie różnych krajów i regionów pod kątem dojrzałości cyfrowej.
3. Nakreślania strategicznych ścieżek rozwoju polityki gospodarczej. Indeks dostarczałby decydom informacji potrzebnych do formułowania strategii rozwoju cyfrowego. Na przykład identyfikacja obszarów, które wymagają większych inwestycji w infrastrukturę cyfrową lub edukację, może prowadzić do lepszego alokowania zasobów i planowania strategicznego.
4. Stymulowania innowacji i inwestycji. Poprzez identyfikację trendów i potencjalnych obszarów wzrostu indeks mógłby zachęcać przedsiębiorstwa i inwestorów do podejmowania działań w najbardziej obiecujących sektorach cyfrowych. To z kolei może przyczynić się do wzrostu innowacyjności i konkurencyjności gospodarek.
5. Podnoszenia świadomości społecznej i rozwijania edukacji. Indeks, będąc publikowanym i omawianym w mediach oraz instytucjach edukacyjnych, zwiększałby świadomość społeczną na temat znaczenia cyfryzacji i jej wpływu na codzienne życie.
6. Planowania badań akademickich. Dla środowiska akademickiego indeks gospodarki cyfrowej ma potencjał stania się narzędziem umożliwiającym przeprowadzanie dalszych badań, analiz trendów oraz opracowywania teorii dotyczących wpływu cyfryzacji na różne aspekty życia społecznego i gospodarczego.
7. Promowania odpowiedzialnej cyfryzacji. Indeks mógłby także służyć jako narzędzie promujące bardziej zrównoważony i inkluzywny rozwój cyfryzacji, zwracając uwagę na potrzebę równego dostępu do technologii, etycznych aspektów AI i ochrony danych osobowych.

Znaczenie niniejszej monografii wynika z wartości indeksu gospodarki cyfrowej, który będąc wielofunkcyjnym narzędziem, może znacząco wpływać na kształtowanie polityk, strategii rozwoju, a także na promowanie świadomego i odpowiedzialnego korzystania z technologii cyfrowych.

Opracowanie ram koncepcyjnych dla budowy indeksu gospodarki cyfrowej wymagało dokładnego zdefiniowania jego struktury oraz zidentyfikowania kluczowych wskaźników, które pozwalają na efektywne mierzenie różnorodnych aspektów gospodarki cyfrowej. Proces ten składał się z kilku istotnych etapów, zgodnie z przyjętą przez OECD metodologią tworzenia miary agregowanej [OECD, 2008], i obejmował:

Etap 1: Definicja i identyfikacja wymiarów gospodarki cyfrowej. Pierwszym krokiem było zdefiniowanie głównych wymiarów, które powinny być ujęte w indeksie. Na podstawie przeglądu literatury i istniejących indeksów, takich jak DESI, IDI, i NRI, można zaobserwować, że gospodarka

cyfrowa obejmuje zarówno aspekty technologiczne, jak i ekonomiczne. Wymiary te obejmują: przemysł, handel, usługi, administrację, konsumpcję i pracę.

- Etap 2: Selekcja i opracowanie wskaźników. Po zdefiniowaniu wymiarów, następnym krokiem był wybór wskaźników, które pozwalają na pomiar tych wymiarów. Skoncentrowano się na wskaźnikach spełniających kryteria mierzalności, porównywalności, trafności i aktualności danych.
- Etap 3: Konstrukcja i weryfikacja indeksu. Po opracowaniu wskaźników, trzecim etapem było zbudowanie właściwego modelu indeksu, który zintegrowałby wszystkie wybrane wskaźniki w spójny i funkcjonalny system oceny.
- Etap 4: Walidacja i rozwój. Ostatnim etapem budowy indeksu jest jego walidacja przez porównanie z innymi wskaźnikami i udoskonalenie na podstawie informacji zwrotnych od ekspertów oraz danych empirycznych. Indeks powinien być testowany w różnych kontekstach, aby zapewnić jego wiarygodność i przydatność.

Ze względu na zakres przyjętych prac badawczych, w niniejszej monografii nie uwzględniono etapu 4. Realizowany projekt badań statutowych Katedry Badań nad Gospodarką Cyfrową Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach zakładał jedynie koncepcyjną fazę budowy indeksu gospodarki cyfrowej. W zależności od przyszłych możliwości finansowych zespół badawczy podejmie się walidacji indeksu na podstawie rzeczywistych danych. Niemniej jednak autorzy uważają, że monografia o charakterze koncepcyjno-metodycznym wypełnia lukę w literaturze, w której można znaleźć wiele fragmentarycznych i rozproszonych przedmiotowo-podmiotowo-czasowo i przestrzennie opracowań, w których autorzy próbują dokonać pomiaru gospodarki cyfrowej. Żadna z tych publikacji nie traktuje problemu w sposób kompleksowy.

Niniejsza monografia składa się z 6 rozdziałów, z których każdy odpowiada jednemu z 6 wyróżnionych wymiarów gospodarki cyfrowej. Każdy z wymiarów (a co za tym idzie każdy z rozdziałów) posiada podobną strukturę, która uwzględnia następujące elementy:

1. Wymiar gospodarki cyfrowej jako przedmiot pomiaru.
2. Wskaźniki identyfikujące wymiar.
3. Źródła danych do wskaźnika i sposób ich pozyskania.
4. Ocena i wybór wskaźników reprezentantów wymiaru do indeksu gospodarki cyfrowej.

W zakończeniu czytelnik znajdzie wzór liczenia indeksu gospodarki cyfrowej oraz możliwości implementacji indeksu.

Magdalena Jaciow

ROZDZIAŁ I. PRZEMYSŁ 4.0

Bożena Gajdzik

1.1. Przemysł 4.0 jako przedmiot pomiaru

W naukach technicznych, społecznych, organizacyjnych i menedżerskich koncepcja Przemysłu 4.0 (ang. *Industry 4.0*) jest utożsamiana z technologiami czwartej rewolucji przemysłowej. Pojęcie to po raz pierwszy w przestrzeni publicznej wypowiedział w 2011 roku prof. Klaus Schwab podczas konferencji Światowego Forum Ekonomicznego w Davos.

Idea koncepcji Przemysłu 4.0 opiera się na opisie technologii i zasad rządzących funkcjonowaniem podmiotów gospodarczych, które na stałe korzystają z systemów cyberfizycznych (CPS) i komputerowego modelowania, wirtualnej rzeczywistości (AR), Internetu Rzeczy (IoT) i Usług (IoS), możliwości przetwarzania w chmurze oraz Internetu Wszystkich Rzeczy (IoE) [Mercer, 2002; Schwab, 2016; Zhong i in., 2017; Szulewski, 2018; Miśkiewicz, 2019; Gajdzik, 2022ab].

U podstaw koncepcji Przemysłu 4.0 leży automatyzacja i robotyzacja operacji oraz cyfryzacja procesu produkcyjnego [Kagermann, 2014]. Automatyzacja (gr. *automatos*, czyli samoczynny) to proces polegający na odciążeniu bądź całkowitym ograniczeniu ludzkiej pracy fizycznej i umysłowej przy użyciu maszyn i urządzeń, które wykonują powtarzające się czynności w sposób automatyczny [Gupta, 2007].

Chociaż potocznie automatyzację utożsamia się z robotyzacją, to jednak te pojęcia nie są tożsame. Encyklopedia PWN definiuje robotyzację jako „wprowadzanie do procesu produkcyjnego manipulatorów, robotów i urządzeń towarzyszących (podajniki, palety, magazyny produktów) w celu wykonywania operacji procesu z ograniczonym udziałem lub bez udziału człowieka” [www4]. Z kolei automatyzacja to „stosowanie urządzeń do zbierania i przetwarzania informacji, przejmujących pewne działania poznawcze, intelektualne i decyzyjne człowieka, wykonywane dotąd przez niego w trakcie użytkowania obiektu (np. obrabiarki, samolotu, banku) lub w trakcie prac twórczych (np. projektowania, konstruowania, uczenia)” [Żmijewski, 2014; www5].

Z kolei cyfryzacja jest ciągłą konwergencją światów realnych i wirtualnych. W warunkach szybkiego rozwoju technologii informatyczno-komunikacyjnych (ICTs) cyfryzacja jest głównym motorem innowacji i zmian we wszystkich sektorach gospodarki [Gajdzik i Wolniak, 2021]. Cyfryzacja według Encyklopedii

PWN to „zespół działań mających na celu zastępowanie w systemach technologicznych urządzeń opartych na technice analogowej układami cyfrowymi (cyfrowa technika)” [www6]. To samo źródło traktuje digitalizację jako synonim cyfryzacji. W przypadku cyfrowej transformacji zwraca się dodatkowo uwagę na aspekt integracji technologii cyfrowych w ekosystemie przedsiębiorstwa i związaną z tym często konieczność zmiany myślenia organizacji o jej produktach, pracownikach i otoczeniu rynkowym [Pollak, 2022]. Cyfryzacja łączy w sieć ludzi i rzeczy oraz umożliwia konwergencję światów realnych i wirtualnych dzięki technologiom informacyjno-komunikacyjnym (ICT) [Kagermann, 2014].

W założeniach koncepcji Przemysłu 4.0 przyjmuje się, że technologie osiągną wyższy poziom rozwoju, który jest typowy dla sztucznej inteligencji (AI). Takie technologie wyznaczają kierunki współczesnego rozwoju przemysłu i czynią go częścią nowej gospodarki rynkowej. Według Kagermanna [2014] cyfryzacja będzie najpotężniejszym motorem innowacji w ciągu najbliższych kilku dekad i bodźcem do kolejnej fali innowacji. Cyfryzacja procesów przekształci wszystkie kluczowe sektory przemysłu, takie jak energetyka, mobilność, opieka zdrowotna i produkcja.

Gwałtownie rosnąca ilość danych (big data) i konwergencja różnych przystępnych technologii, które przyszły wraz z ostatecznym ustanowieniem technologii informacyjno-komunikacyjnych, przekształcają wszystkie obszary gospodarki, a w odniesieniu do przemysłu tworzą nowe wymiary funkcjonowania określane jako inteligentna fabryka [Lee, Kao i Yang, 2014]. Obraz takiej fabryki jawi się jako układ systemów cyberfizycznych kontrolujących procesy fizyczne i tworzących wirtualne (cyfrowe) kopie realnego świata i podejmujących zdecentralizowane decyzje [Siemens, 2017]. Istotą Przemysłu 4.0 jest tworzenie inteligentnych łańcuchów wartości opartych na dynamicznych, samoorganizujących się i optymalizujących systemach społeczno-technicznych [Kagermann, 2014].

Sednem koncepcji digitalizacji procesów jest Internet Rzeczy (Internet of Things – IoT), który może łączyć ludzi, produkty i maszyny w jeden spójny mechanizm, dostarczając nowe pod względem jakości produkty i usługi. Zakłada się, że wraz z rozwojem technologii, produkty, środki transportu i narzędzia będą „komunikować się” dzięki danym, automatyce oraz szerokopasmowym sieciom. Komunikacja (współpraca) będzie ukierunkowana na poszukiwanie najbardziej efektywnych sposobów funkcjonowania łańcuchów wartości, aby dostarczyć oczekiwany i zaprojektowany przez klienta produkt [Woliński, 2016]. Personalizacja produktów stanowi wyzwanie dla wysokich technologii i wszechobecnej komunikacji maszyn (M2M) i interakcji technologii z ludźmi [Stadnicka i Antonelli, 2016; Młody, 2018; Saniuk, Grabowska i Gajdzik, 2020a].

Nie ma uniwersalnej definicji Przemysłu 4.0, a nawet stosowane są różne nazewnictwa dla określenia przemian cyfrowych, które dzieją się w wielu sektorach gospodarki. Germany Trade and Invest (GTAI) definiuje Przemysł 4.0 jako: „zmianę paradygmatu możliwą dzięki osiągnięciom technologicznym, które stanowią odwrócenie logiki procesu produkcji konwencjonalnej, oznacza to, że maszyna produkcji przemysłowej już po prostu nie «przetwarza» produktu, ale że produkt komunikuje się z maszyną, żeby poinformować ją dokładnie, co ma zrobić” [Sniderman, Mahto i Cotteleer, 2016, za: Ślusarczyk, 2019]. Przemysł 4.0 jest strukturą sieci autonomicznych zasobów produkcyjnych, samokontrolujących się i adaptujących do różnych sytuacji, w przypadku przedsiębiorstw adaptacja ta określana jest mianem „smart manufacturing” [Davis i in., 2012; Kagermann i in., 2013; Wittbrodt i Łapuńska, 2017].

Według Lasiego i in. [2014, s. 239-242] w koncepcji Przemysłu 4.0 są potrzebne cyfryzacja i automatyzacja środowiska produkcyjnego, a także tworzenie cyfrowych łańcuchów wartości w celu umożliwienia komunikacji między produktami, środowiskiem i partnerami biznesowymi. Dla Hermann, Penteka i Otto [2016, s. 3928-3937] Przemysł 4.0 jest zbiorem technologii i koncepcji organizacji łańcucha wartości. Lu [2017, s. 1-10] twierdzi, że Przemysł 4.0 jest formą zintegrowaną, dostosowaną, zoptymalizowaną, zorientowaną na usługi i interoperacyjny proces produkcyjny, który jest skorelowany z algorytmami, dużymi danymi i wysokimi technologiami.

Roblek, Meško i Krapež [2016] uważają, że transformacja przedsiębiorstw do wymogów Przemysłu 4.0 wymaga spełnienia trzech warunków: 1) digitalizacji produkcji na poziomie zarządzania i planowania produkcji, 2) automatyzacji systemów pozyskiwania danych z linii produkcyjnych i z poszczególnych maszyn, 3) łączenia zakładów produkcyjnych w ramach kompleksowej dostawy. Te trzy komponenty scalone są w czwartym, którym są cyberfizyczne systemy (CPSs), będące połączeniem między realnym i wirtualnym światem, IoT, IoS i inteligentną fabryką. Komunikacja maszynowa (M2M) i produkty inteligentne są wkomponowane w CPSs [Garetti, Fumagalli i Negri, 2015]. M2M jest aktywatorem IoT, a inteligentne produkty są komponentami cyberfizycznych systemów [Kagermann, 2014; Greengard, 2015; International Electrotechnical Commission, 2017].

Zamiennikami dla nazwy „Industry 4.0” są „Smart Manufacturing”, „IoT”, „Smart Factory” [Sniderman, Mahto i Cotteleer, 2016]. Na przykład przedsiębiorstwa w Niemczech wdrażają Industrie 4.0, w USA Przemysłowy Internet – Konsorcjum Przemysłowego Internetu (Industrial Internet Consortium), w Chinach też są rozwiązania oparte na rozszerzonych funkcjach Internetu – Made in CHINA 2025 i Internet Plus, w Tajwanie przedsiębiorstwa realizują wytyczne Productivity 4.0, w Indiach – Industry 4.0 – Make in India and Skill Indie,

w Japonii popularna jest Industrial Value Chain Initiative, we Francji – Nouvelle France Industrielle, w Holandii przedsiębiorstwa dążą do smart przemysłu: Smart Industry, w Wielkiej Brytanii realizują High Value Manufacturing Catapult (HVM Catapult), w Hiszpanii – Industria Conectada 4.0, w Polsce – Nowy Przemysł [Bujak, 2017; Zamasz, 2017; Grabowska, 2018; Ślusarczyk, 2018; Gajdzik, 2022ab; Gajdzik i in., 2025].

Koncepcja Przemysłu 4.0 jest opisywana przez kluczowe technologie, rozwijane w czwartej rewolucji przemysłowej, które nazwane są filarami tej koncepcji [Gajdzik i Grabowska, 2018]. Najczęściej, co znajduje odzwierciedlenie w wielu publikacjach naukowych [Boston Consulting Group, 2015ab; Erboz, 2017; Burrell, 2019; Senn, 2019; Saniuk, Grabowska i Gajdzik, 2020b; Dubey i in., 2022; Gajdzik, 2022b], wyróżnia się dziewięć filarów koncepcji Przemysłu 4.0 (tabela 1).

Tabela 1. Filary Przemysłu 4.0

Lp.	Filar	Opis
1	2	3
1.	Big data i analiza danych	Technologie używane do gromadzenia i analizowania dużej ilości danych pochodzących z różnych źródeł w celu wspierania procesów decyzyjnych w przedsiębiorstwie. Dane historyczne i bieżące tworzą ogromne zbiory, które są wsparte oprogramowaniem z algorytmami opartymi na sztucznej inteligencji (AI) i uczeniu maszynowym (ML). Dzięki tym zbiorom i rozwiązaniom technologie stają się coraz bardziej użyteczne na poziomie optymalizacji procesów
2.	Internet Rzeczy (IoT)	Jest to połączenie technologii i czujników, które umożliwiają obiektom w fabryce, w tym zarówno urządzeniom, jak i gotowym produktom, komunikację i współdziałanie ze sobą oraz z ludźmi za pośrednictwem sieci. Systemy podejmowania decyzji są zdecentralizowane, co umożliwia im reakcje w czasie rzeczywistym poprzez dostęp do big data
3.	Integracja systemów informacji (wszechobecna integracja) w układzie horyzontalnym i wertykalnym	Integracja systemów występuje zarówno wewnątrz przedsiębiorstwa, jak i w całym łańcuchu wartości (wszystkie działy i funkcje przedsiębiorstwa są częścią jednego kompleksowego systemu). Integracja pionowa i pozioma, przy wsparciu systemów informacyjnych, tworzy pełny obraz organizacji, która jest złożonym systemem składającym się z wielu podsystemów i modułów IC. Integracja systemów informacyjnych jest podstawą do stworzenia z przedsiębiorstwa kompleksowego i zintegrowanego organizmu, który w przyszłości będzie smart factory
4.	Chmura komputerowa	Wraz z dostępem do coraz większej ilości danych i rozwojem technologii ICTs pojawiły się technologie chmur komputerowych. Na rynku dostępne są chmury publiczne, prywatne, hybrydowe. Chmury są zbiorem aplikacji i usług dla przedsiębiorstw, w tym aplikacji do sterowania procesami i usług oprogramowania urządzeń i technologii procesowych w przedsiębiorstwach

cd. tabeli 1

1	2	3
5.	Wytwarzanie przyrostowe	Wytwarzanie przyrostowe najczęściej kojarzone jest z drukarkami 3D. Druk 3D jest obecnie wykorzystywany do prototypowania, produkcji komponentów specjalnych, wytwarzania części zamiennych do maszyn eksploatowanych w przedsiębiorstwie, jak i do produkcji wysoce spersonalizowanych całych partii produktów. Przedsiębiorstwa, które posiadają drukarki 3D, wytwarzają produkty na swoje potrzeby (np. druk części zamiennych do maszyn) lub produkty komercyjne
6.	Rozszerzona rzeczywistość	Obejmuje systemy, które za pomocą urządzeń mobilnych, np. wizualnych (np. soczewek projekcyjnych umieszczonych na siatkówce), słuchowych (słuchawek) czy manipulacyjnych (rękawiczek), dodają multimedialne informacje do postrzeganej przez ludzi rzeczywistości. Technologie dostarczają ludziom informacji w czasie rzeczywistym w celu usprawnienia procesów pracy i podejmowania decyzji w trakcie obsługi urządzeń (maszyn) w przedsiębiorstwie
7.	Samodzielne roboty i sztuczna inteligencja	Nowa generacja robotów przemysłowych o większej liczbie funkcji niż dotychczasowe, które potrafią współpracować z człowiekiem, wchodząc z nim w interakcje. Ponadto roboty najnowszej generacji są w stanie komunikować się ze sobą i uczyć się na podstawie danych historycznych (uczenie maszynowe)
8.	Modele symulacyjne	Symulacje dotyczą wszystkich procesów produkcyjnych w celu przetwarzania danych gromadzonych w czasie rzeczywistym w modelach wirtualnych. Modele są stosowane do testowania i optymalizacji maszyn, do testowania nowych produktów i procesów oraz przewidywania problemów przed ich wystąpieniem. Jednym z takich modeli jest cyfrowy bliźniak (ang. digital twin), czyli wirtualna replika fizycznego obiektu, w której można odwzorowywać planowane rozwiązania i wykrywać błędy projektowe, zanim przejdą do fazy realizacji
9.	Cyberbezpieczeństwo	Technologie ochrony fabrycznych systemów produkcyjnych i sieci IT przed potencjalnymi zagrożeniami za pomocą programów cyberbezpieczeństwa

Źródło: Opracowano na podstawie: Rüßmann i in. [2015]; Sęp i Budzik [2015]; Pollak [2022]; Gajdzik i in. [2025].

U podstaw koncepcji Przemysłu 4.0 leży założenie minimalnego udziału człowieka w przygotowanie i przebieg procesów, w tym w wytwarzanie produktu. Docelowym wymogiem jest stworzenie ekosystemu rozwiązań, opierających się na digitalizacji wielu obszarów przemysłów i gospodarek. Przedsiębiorstwo przyszłości jawi się jako organizacja, w której między poszczególnymi obszarami, systemami i zasobami zachodzi wiele interakcji, przez co staje się elastyczna. Fabryka przyszłości jest żywym i dynamicznym organizmem, w którym wszystkie elementy są połączone w jeden ekosystem, zintegrowany w warstwie poziomej i pionowej. Systemy są elastyczne, technologie zwinne i operacyjne

sprawcze, a przez to cała organizacja jest biznesowo konkurencyjna i przygotowana na prawie każdą zmianę. W inteligentnej fabryce uczenie maszynowe jest możliwe dzięki wielu urządzeniom, np. inteligentnym sensorom, które towarzyszą każdej maszynie w przedsiębiorstwie. Maszyny (urządzenia) z algorytmami uczenia maszynowego zastępują tradycyjną obsługę maszyn. Algorytmy uczenia maszynowego, w dużym uproszczeniu, polegają na zapamiętywaniu zmian i pokonywaniu przez maszyny problemów. Kalibracja robotów następuje na podstawie nabywanych doświadczeń. Obecnie występują dwa poziomy uczenia maszynowego: 1) płytki oraz 2) głęboki. Pierwszy wymaga jeszcze wsparcia ze strony człowieka, a maszyna nie jest w pełni samodzielna. Drugi, nazywany również zaawansowanym, polega na tym, że praca maszyn jest w pełni samodzielna (maszyna pracuje bez operatora), a maszyny świetnie radzą sobie w każdych warunkach [Brettel i in., 2014; Breitschwerdt i in., 2016].

Woliński [2016] przyjmuje, że ramami dla fabryki przyszłości są: 1) sieciowe zasoby produkcyjne (MOM/MES), stanowiące elastyczny łańcuch jednostek logistyczno-produkcyjnych z dostępem przez internet w czasie rzeczywistym, 2) inteligentne produkty (PLM) oraz ich matematyczne opisy (modele cyfrowe), zawierające informacje potrzebne do wytwarzania lub serwisowania, 3) systemy cyberfizyczne, będące modularnymi fizycznymi jednostkami produkcyjnymi z przypisanymi do nich cyfrowymi modelami strategii wytwarzania lub montażu. Te trzy komponenty scala Internet Rzeczy (ang. IoT), którego komponentem jest Przemysłowy Internet Rzeczy (ang. IIoT). Urządzenia w nowoczesnej fabryce nie byłyby w stanie funkcjonować bez Internetu Rzeczy (IoT). Sieć daje możliwość podłączenia dowolnych urządzeń do sieci i dostęp do nich z dowolnego miejsca, a także zarządzanie nimi i korzystanie z szerokiego zakresu usług operacyjnych [Atzori, Iera i Morabito, 2010].

Technologie, będące u podstaw koncepcji Przemysłu 4.0, wkraczają do poszczególnych branż przemysłu stopniowo, wręcz wybiórczo, pojawiają się w wyselekcjonowanych przez decydentów obszarach działalności przedsiębiorstw. Start-upy dotyczą segmentów działalności biznesowej w ramach jednego procesu lub kilku procesów. Realizacja ogromnych projektów rozłożona jest na wiele lat, a pozyskana wiedza i doświadczenie z już zrealizowanych projektów pozwala przedsiębiorstwom na rozszerzenie zakresu działań na kolejne obszary [Gajdzik, Chmist i Staroń, 2021].

Przemysł 4.0 i jego technologie są szeroką koncepcją budowania innowacyjnych rozwiązań na podstawie najnowszych technologii czwartej rewolucji przemysłowej dla poszczególnych branż przemysłów, jak i poszczególnych obszarów gospodarek. Koncepcja ta jest powiązana z rozwojem społeczeństwa 5.0 (ang. *Society 5.0*), inteligentnych miast (ang. *smart cities*), inteligentnych systemów energetycznych, personalizacji usług zdrowotnych itd.

1.2. Wskaźniki identyfikujące Przemysł 4.0

Adaptacja technologii Przemysłu 4.0 w przedsiębiorstwach realizowana jest ewolucyjnie i stopniowo [Gajdzik, Grabowska i Saniuk, 2021]. Żeby transformacja była możliwa, musi być oparta na silnym fundamencie technologii cyfrowych, systemach komputerowych wsparcia procesów i komunikacji online. Według autorów publikacji PwC, pt. *Digital factory transformation survey* [2022a], potrzebne są technologie, które tworzą tzw. cyfrowy szkielet (ang. *digital backbone*) formułowania filarów Przemysłu 4.0. Konstrukcja cyfrowego szkieletu opiera się na systemach informatyczno-komputerowych klasy ERP (ang. *Enterprise Resource Planning*), MES/MOM (ang. *Manufacturing Execution System/Manufacturing Operations Management*) oraz Przemysłowym Internecie Rzeczy (ang. *Industrial Internet of Things* – IIoT).

Zastosowanie systemów informatyczno-komputerowych jest warunkiem koniecznym do oceny stopnia wdrażania zmian w ocenie transformacji cyfrowej przedsiębiorstw. W strukturze cyfrowego szkieletu przedsiębiorstwa transformującego do cyfrowej fabryki wykorzystuje się kluczowe poziomy oceny na skali czterostopniowej. Dla każdego systemu informatyczno-komputerowego lub technologii szczegółowej analizie poddaje się działanie planowane (poziom pierwszy), działanie pilotowane, czyli pierwsze projekty (poziom drugi), działanie rozwijane (poziom trzeci) i działanie wdrożone (poziom czwarty) [PwC, 2022ab].

Przedsiębiorstwa, które mają wdrożone wymienione systemy, dysponują fundamentalną infrastrukturą informatyczną. Systemy komputerowe są ciągle doskonałone, a firmy mogą inwestować w kolejne systemy i technologie, w tym CRM, IBP, WMS, PLM, utrzymanie ruchu (ang. *maintenance*), a także systemy kontroli jakości na bazie narzędzi statystycznych i innych [Gajdzik, Chmista i Staroń, 2021].

Obecnie rośnie znaczenie gromadzenia i przetwarzania dużej ilości danych w celu usprawnienia procesu produkcji. Rozwój internetu i chmury obliczeniowej umożliwia optymalizację kosztów związanych z operacjami na danych. Nowoczesne przetwarzanie danych odbywa się w czasie rzeczywistym, przy wsparciu technologii wirtualizacji przebiegu procesów produkcyjno-logistycznych. Technologia Internetu Rzeczy jest bardzo mocno powiązana z koncepcją świata wirtualnego, który w koncepcji Przemysłu 4.0 połączono ze światem rzeczywistym [Gilchrist, 2016].

Należy przyjąć, że wskaźniki użytkowania systemów komputerowych wsparcia (wspomagania) procesów produkcyjno-logistycznych (w szczególności systemy klasy ERP i MES) są warunkiem koniecznym do budowania kolejnych rozwiązań integrujących procesy przez wykorzystanie technologii informatycznych. Ze wskaźnikiem wykorzystania systemów komputerowych ERP i MES są powiązane wskaźniki dostępu do internetu i Internetu Rzeczy, w tym Przemys-

słowego Internetu Rzeczy oraz technologii szerokopasmowych transmisji danych o bardzo dużej przepustowości – 5G. Te technologie są powiązane z kolejnymi, jakimi są technologie chmurowe do przetwarzania danych i technologie uczenia maszynowego [Saucedo-Martinez i in., 2018].

Poza systemami komputerowego wsparcia procesów produkcyjno-logistycznych potrzebne są także systemy komunikacji przedsiębiorstwa z otoczeniem oraz klientów i kontrahentów z przedsiębiorstwem. Kluczowymi systemami komunikacji są system CRM (zarządzania relacjami z klientami) i EDI (elektroniczna wymiana dokumentacji) [Piecarka, 2017; Gajdzik i Wolniak, 2022].

Wymienione systemy komputerowe i technologie są podstawą do formułowania wskaźników transformacji przedsiębiorstw do Przemysłu 4.0. Firma doradcza Deloitte [2016] w badaniu pt. *Global Manufacturing Competitiveness Index*, udostępnionym w 2016 roku, przeanalizowała wskaźniki istotne z punktu widzenia konkurencyjności przemysłu w warunkach transformacji do tzw. cyfrowych fabryk, wskazując, że istotnym poziomem dojrzałości jest stopień robotyzacji procesów wytwarzania. Zatem kolejnym wskaźnikiem są wskaźniki oceny stopnia robotyzacji procesów produkcyjno-logistycznych w przedsiębiorstwach transformujących do Przemysłu 4.0.

Dane dotyczące stopnia robotyzacji przemysłu (robotyki przemysłowej) dostępne są w rocznych raportach „IFR World Robotics”. Raporty opracowuje International Federation of Robotics (IFR) i udostępnia pod adresem: <https://ifr.org/free-downloads/>. W tych raportach dostępne są następujące wskaźniki pomiaru stopnia robotyzacji przemysłu:

- wskaźnik gęstości robotów na 10 tys. pracowników (ten wskaźnik jest kluczowym wskaźnikiem na poziomie ocen światowych i na rynku Unii Europejskiej),
- liczba robotów zainstalowanych w poszczególnych branżach przemysłu,
- gęstość robotyzacji – dynamika wzrostu liczby robotów przemysłowych.

W krajach UE podstawowym wskaźnikiem oceny cyfrowości jest indeks gospodarki cyfrowej i społeczeństwa cyfrowego (ang. *Digital Economy and Society Index* – DESI). Począwszy od 2023 roku, zgodnie z programem polityki cyfrowej na 2030 r., DESI jest włączany do sprawozdań na temat stanu cyfrowej dekady i wykorzystywany do monitorowania postępów w realizacji celów cyfrowych. W ocenie stopnia przygotowania przedsiębiorstw do transformacji cyfrowej i funkcjonowania w Przemysle 4.0 istotne znaczenie mają wskaźniki należące do obszaru oceny o nazwie: Transformacja cyfrowa przedsiębiorstw. Poziom 3b. Technologie cyfrowe.

Na stronie rządowej w Polsce (gov.pl) są publikowane dane do raportu dotyczącego cyfryzacji krajowej: <https://www.gov.pl/web/ia/wskaznik-desi-jako-miernik-stopnia-cyfryzacji-panstw>. Struktura układu oceny dotyczącej cyfryzacji przedsię-

biorstw obejmuje: MŚP o podstawowym poziomie intensywności cyfrowej (ang. *SMEs with a basic level of digital intensity*), sztuczną inteligencję (ang. *Artificial Intelligence* – AI), korzystanie z usług chmury i big data (ang. *cloud, big data*).

Statystyki z zakresu wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych (ICTs) w przedsiębiorstwach zawierają wiele szczegółowych informacji dotyczących różnych aspektów działalności. Istnieje coraz większa potrzeba generowania ogólnych (syntetycznych) wskaźników, które w sposób zwięzły odzwierciedlałyby stopień wykorzystania ICTs w przedsiębiorstwach z uwzględnieniem różnych technologii. Przykładem takiego podejścia jest zaproponowany przez Eurostat wskaźnik intensywności cyfrowej (ang. *Digital Intensity Index* – DII). Powstał on na podstawie danych pozyskanych z badań o wykorzystaniu technologii informacyjno-komunikacyjnych w przedsiębiorstwach. Metodologia szacowania wskaźnika polega na przyporządkowaniu każdego przedsiębiorstwa do jednego z czterech poziomów intensywności cyfrowej (bardzo niski, niski, wysoki, bardzo wysoki).

Zgodnie z indeksem DII kluczowymi wskaźnikami pomiaru poziomów intensywności cyfrowej są:

- wskaźnik dostępu do internetu w celach służbowych (warunek na dany raportowany rok: ponad 50% pracowników posiada dostęp do internetu w celach służbowych),
- wykorzystywanie technologii sztucznej inteligencji,
- posiadanie łącza internetowego (o prędkości przynajmniej 30 Mb/s),
- przeprowadzanie analityki danych przez pracowników przedsiębiorstwa lub zlecanie analityki innym podmiotom,
- zakup płatnych usług w chmurze obliczeniowej,
- zakup zaawansowanych lub średniozaawansowanych usług w chmurze obliczeniowej,
- wykorzystywanie mediów społecznościowych,
- posiadanie oprogramowania typu ERP,
- posiadanie oprogramowania typu CRM,
- wskaźnik dostępu do mediów społecznościowych (wykorzystywanie co najmniej dwóch rodzajów mediów społecznościowych),
- przychody uzyskane ze sprzedaży elektronicznej (przychody stanowią co najmniej 1% całkowitych przychodów),
- przychody uzyskane ze sprzedaży przez własne strony internetowe, platformy handlowe lub aplikacje mobilne (przychody stanowią więcej niż 1% całkowitych przychodów, a sprzedaż klientom indywidualnym stanowi więcej niż 10% przychodów ze sprzedaży przez własne strony internetowe, platformy handlowe lub aplikacje mobilne).

Pomiar stopnia wykorzystania technologii cyfrowych przez przedsiębiorstwa transformujące do Przemysłu 4.0 w metodologii Eurostatu obejmuje następujące technologie:

- korzystanie z internetu,
- wykorzystanie systemu ERP,
- korzystanie i funkcje mediów społecznościowych,
- dostęp do usług chmury komputerowej (CC),
- stosowanie elektronicznej formy rozliczania się z konsumentami (e-faktura),
- przygotowanie i dostęp do oferty sprzedaży produktów w formie online – sprzedaż online,
- gromadzenie ogromu danych do celów biznesowych (big data),
- inwestowanie w rozwiązania należące do sztucznej inteligencji (AI).

Celem europejskich badań stosowania technologii informacyjno-komunikacyjnych (ICTs) w przedsiębiorstwach na szczeblu europejskim jest gromadzenie i rozpowszechnianie zharmonizowanych i porównywalnych informacji na temat wykorzystania różnych technologii należących do grupy ICTs oraz rozwiązań należących do kategorii handlu elektronicznego. Podziały: według klasy wielkości, według kategorii NACE wersja 2, według regionów NUTS 2 (do 2010 roku i na zasadzie dobrowolności w 2023 roku). Wykaz kluczowych tematów raportowania obejmuje (https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/isoc_e_esms.htm):

- systemy teleinformatyczne i ich wykorzystanie w przedsiębiorstwach,
- korzystanie z internetu i innych sieci elektronicznych przez przedsiębiorstwa,
- e-commerce,
- procesy i aspekty organizacyjne e-biznesu,
- kompetencje ICT w przedsiębiorstwie i zapotrzebowanie na umiejętności ICT,
- bariery w korzystaniu z technologii informacyjno-komunikacyjnych, internetu i innych sieci elektronicznych, procesów handlu elektronicznego i e-biznesu,
- bezpieczeństwo ICT i zaufanie,
- dostęp do internetu i innych technologii sieciowych do łączenia przedmiotów i urządzeń oraz korzystanie z nich (internet przedmiotów),
- dostęp do technologii umożliwiających łączenie się z internetem lub innymi sieciami z dowolnego miejsca w dowolnym czasie oraz korzystanie z nich (wszechobecna łączność),
- wykorzystanie sztucznej inteligencji,
- wykorzystanie chmury obliczeniowej,
- wykorzystanie analityki danych,
- wykorzystanie druku 3D,
- wykorzystanie robotyki,
- korzystanie z mediów społecznościowych,

- reklama internetowa
- ICT a środowisko.

Wskaźniki opisujące poziom transformacji cyfrowej przedsiębiorstw jako warunek konieczny do rozwoju Przemysłu 4.0 są następujące:

- dostęp do internetu (połączenie szerokopasmowe), w tym pracownicy posiadający dostęp do internetu; przedsiębiorstwa posiadające własną stronę internetową; najczęściej wykorzystywana funkcja strony internetowej; przeznaczenie strony internetowej w przedsiębiorstwie; przedsiębiorstwa udostępniające klientom aplikację do pobrania na smartfon,
- dostęp do mediów społecznościowych, w tym: przedsiębiorstwa wykorzystujące media społecznościowe; rodzaje mediów i stosowane funkcje przez przedsiębiorstwa,
- prowadzenie (zlecenie) reklamy przedsiębiorstwa w internecie, w tym: przedsiębiorstwa płacące za reklamę w internecie według rodzaju reklamy,
- dostęp przedsiębiorstw do otwartych danych publicznych, a w szczególności wskaźnik przedsiębiorstw wykorzystujących otwarte dane publiczne,
- wykorzystanie danych w procesach biznesowych, w tym: przedsiębiorstwa wykorzystujące oprogramowanie biznesowe; przedsiębiorstwa udostępniające dane elektronicznie (klientom, kontrahentom); przedsiębiorstwa prowadzące analitykę danych,
- stosowanie sprzedaży elektronicznej, w tym: przedsiębiorstwa otrzymujące zamówienia przez sieci komputerowe; przedsiębiorstwa otrzymujące zamówienia poprzez strony internetowe lub aplikacje mobilne oraz wiadomości typu EDI; przedsiębiorstwa otrzymujące zamówienia poprzez strony internetowe; aplikacje mobilne lub internetowe platformy handlowe,
- korzystanie z technologii chmury komputerowej, w tym przedsiębiorstwa korzystające z płatnych usług w chmurze obliczeniowej; przedsiębiorstwa zakupujące wybrane rodzaje usług w chmurze obliczeniowej według klasy wielkości przedsiębiorstwa,
- rozwój sztucznej inteligencji (AI) na poziomie przedsiębiorstw, w tym: przedsiębiorstwa wykorzystujące technologie sztucznej inteligencji w działalności biznesowej; automatyzujące procesy i wspomagające podejmowanie decyzji, a także rozwiązania uczenia maszynowego; technologie rozpoznawania obrazu i przetwarzanie obrazu; roboty mobilne jako autonomiczne pojazdy; technologie rozpoznawania mowy; technologie analizujące język pisanym; przedsiębiorstwa wykorzystujące technologie sztucznej inteligencji według celu wykorzystania (procesy: podstawowe, pomocnicze); przedsiębiorstwa wykorzystujące technologie sztucznej inteligencji według sposobu nabycia; przedsiębiorstwa niewykorzystujące technologii sztucznej inteligencji według powodu niewykorzystania, ale rozważające wykorzystanie rozwiązań AI w przyszłości,

- obsługa elektroniczna procesów handlowych w przedsiębiorstwie, w tym wysyłanie faktur elektronicznych – wskaźnik przedsiębiorstw wysyłających faktury elektroniczne,
- inwestowanie w technologie cyfrowe nowej generacji, w tym: nakłady przedsiębiorstw na ICTs.

Poza stopniem stosowania rozwiązań i technologii cyfrowych w przedsiębiorstwach, które transformują się zgodnie z wymogami Przemysłu 4.0, kluczowym obszarem pomiaru jest tworzenie wiedzy, rozumiane jako rozwój innowacji cyfrowych i rozwiązań typu CPPSs (cyberfizyczne systemy produkcji, ang. *Cyber-Physical Production Systems*). Obszar rozwoju innowacji na poziomie cyfryzacji przemysłu mierzony jest działalnością badawczo-rozwojową (B+R, ang. R&D). W Polsce ostatnia sprawozdawczość z tego zakresu obszarowego dostępna jest na stronie: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spolnoczenstwo-informacyjne/nauka-i-technika/dzialalnosc-badawcza-i-rozwojowa-w-polsce-w-2022-roku,8,12.html>.

Zakres sprawozdawczy obejmuje:

- najważniejsze dane o B+R w kraju:
 - liczba podmiotów zaangażowanych w działalność B+R i jej dynamika,
 - nakłady krajowe brutto w mln zł na działalność B+R (GERD) i dynamika nakładów brutto (r/r/),
 - wskaźnik intensywności prac B+R, stanowiący udział nakładów wewnętrznych na działalność B+R w PKB i jego dynamika (relacja nakładów krajowych brutto na działalność B+R/GERD/ do PKB w %),
 - wartość nakładów krajowych brutto na działalność B+R w przeliczeniu na 1 mieszkańca i jego dynamika,
 - typy innowacji: procesowe lub produktowe, udział innowacji danego typu w innowacjach ogółem,
- nakłady wewnętrzne na działalność B+R według rodzajów kosztów i sektorów wykonawczych:
 - nakłady ogółem na działalność B+R w układzie: rządowe instytucje, szkolnictwo wyższe, przedsiębiorstwa, prywatne instytucje niekomercyjne,
 - nakłady na działalność B+R w układzie: bieżące i inwestycyjne,
- nakłady wewnętrzne na działalność B+R według sektorów finansujących:
 - nakłady wewnętrzne (w mln zł) na działalność B+R w układzie: rządowe instytucje, szkolnictwo wyższe, przedsiębiorstwa, prywatne instytucje niekomercyjne.

W kluczowych wskaźnikach rozwoju działalności B+R na rzecz Przemysłu 4.0 uwzględnia się również wskaźniki dotyczące liczby zatrudnionych pracowników w działach B+R. Według GUS [2023a] (<https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spolnoczenstwo-informacyjne/nauka-i-technika/dzialalnosc-badawcza-i-rozwojowa-w-polsce-w-2022-roku,8,12.html>) raportowane są:

- personel wewnętrzny B+R:
 - personel wewnętrzny B+R (w ekwiwalentach pełnego czasu pracy EPC w 2015 roku – zatrudnieni) na 1000 aktywnych zawodowo (aktywni zawodowo w wieku 15-89 lat według BAEL – dane średnioroczne), w tym stanowiska badawcze,
 - personel wewnętrzny B+R (w ekwiwalentach pełnego czasu pracy EPC w 2015 roku – zatrudnieni) na 1000 aktywnych zawodowo (pracujący w wieku 15-89 lat według BAEL – dane średnioroczne), w tym stanowiska badawcze,
- personel B+R według głównych grup i funkcji:
 - personel wewnętrzny i zewnętrzny pracujący na rzecz B+R (ogółem, w przeliczeniu na etaty, według wykształcenia),
- personel wewnętrzny B+R według sektorów wykonawczych:
 - personel ogółem B+R w układzie: rządowe instytucje, szkolnictwo wyższe, przedsiębiorstwa, prywatne instytucje niekomercyjne,
- personel B+R według głównych grup i poziomu wykształcenia:
 - personel B+R ogółem i według wykształcenia: z tytułem profesora, z tytułem doktora habilitowanego, z tytułem doktora, osoby z innym wykształceniem, w układzie personel wewnętrzny i personel zewnętrzny.

Uogólniając, wymienione obszary pomiaru stosowania Przemysłu 4.0 można uporządkować następująco:

- korzystanie z systemów informacyjno-komputerowych wsparcia procesów produkcyjno-logistycznych przez przedsiębiorstwa,
- dostępność przedsiębiorstw do internetu, mediów społecznościowych i otwartych danych publicznych,
- korzystanie z rozwiązań Internetu Rzeczy i chmury komputerowej (ang. *cloud computing* – CC),
- automatyzacja procesów i robotyka czynności przemysłowych,
- rozwój innowacji przemysłowych (B+R) w kierunku AI i CPS.

1.3. Źródła danych i sposób ich pozyskania

Na podstawie informacji ujętych w poprzednim punkcie rozdziału zestawiono wskaźniki wraz z źródłami dostępu (tabela 2). Przygotowane zestawienie nie wyczerpuje w całości tematu badań z uwagi na jego ciągły rozwój. Transformacja cyfrowa trwa nieprzerwanie od kilkunastu lat i wciąż zmienia przemysł. W przedsiębiorstwach zmierzających do Industry 4.0 nowoczesne technologie są odpowiedzią na ich potrzeby biznesowe, a każde przedsiębiorstwo wyznacza sobie strategiczne cele i buduje własną ścieżkę rozwoju. Nie ma uniwersalnych ścieżek postępowania w dotarciu przedsiębiorstw do Przemysłu 4.0 [Gajdzik, Grabowska i Saniuk, 2021].

Tabela 2. Zestawienie wskaźników wymiaru Przemysł 4.0 ze wskazaniem dostępnych źródeł danych

Wskaźnik zagregowany	Wskaźnik cząstkowy	Aktualne źródło danych do wskaźnika
1	2	3
Tworzenie nowej wiedzy i rozwój innowacji przemysłowych	• liczba podmiotów zaangażowanych w działalność B+R, • nakłady na B+R przedsiębiorstw (% PKB), • liczba pracujących na rzecz B+R (personel wewnętrzny i zewnętrzny), • liczba pracujących na rzecz B+R według wykształcenia	GUS [2023a], https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/nauka-i-technika/dzialalnosc-badawcza-i-rozwojowa-w-polsce-w-2022-roku,8,12.html
Wykorzystanie technologii informatyczno-komputerowych (ICTs) w przedsiębiorstwach	• dostęp do internetu w przedsiębiorstwach, • pracownicy posiadający dostęp do internetu • przedsiębiorstwa korzystające z mediów społecznościowych, • przedsiębiorstwa korzystające z reklamy w internecie, • przedsiębiorstwa korzystające z otwartego dostępu do danych publicznych, • sposób wykorzystania danych w działalności przedsiębiorstwa (w procesach biznesowych), • zakres sprzedaży elektronicznej, • korzystanie z chmury komputerowej (CC) przez przedsiębiorstwa, • zastosowanie AI w przedsiębiorstwach (rodzaj rozwiązań AI), • wysyłanie faktur elektronicznych, • nakłady na ICT	GUS [2023c], https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne-w-polsce-w-2023-roku,1,17.html
Wskaźnik intensywności cyfrowej przedsiębiorstw	• dostęp pracowników do internetu (ponad 50% pracowników posiada dostęp do internetu w celach służbowych), • wykorzystywanie technologii sztucznej inteligencji, • posiadanie łącza internetowego o prędkości przynajmniej 30 Mb/s, • przeprowadzanie analityki danych przez pracowników przedsiębiorstwa lub zlecanie analityki innym podmiotom, • zakup płatnych usług w chmurze obliczeniowej, • zakup zaawansowanych lub średniozaawansowanych usług w chmurze obliczeniowej, • wykorzystywanie mediów społecznościowych, • posiadanie oprogramowania typu ERP, • posiadanie oprogramowania typu CRM, • wykorzystywanie co najmniej dwóch rodzajów mediów społecznościowych, • przychody uzyskane ze sprzedaży elektronicznej stanowią co najmniej 1% całkowitych przychodów,	GUS na podstawie Eurostatu (na 2023 rok): GUS [2023c], https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne-w-polsce-w-2023-roku,1,17.html

cd. tabeli 2

1	2	3
	przychody uzyskane ze sprzedaży przez własne strony internetowe, platformy handlowe lub aplikacje mobilne stanowią więcej niż 1% całkowitych przychodów, a sprzedaż klientom indywidualnym stanowi więcej niż 10% przychodów ze sprzedaży przez własne strony internetowe, platformy handlowe lub aplikacje mobilne	
Cyfryzacja biznesu/ przyswajanie technologii informatyczno-komputerowej w przedsiębiorstwie	Intergracja technologii cyfrowych/ Integration of digital technologies/Digital intensity index	Index DESI, https://digital-decade-desi.digital-strategy.ec.europa.eu/datasets/desi/charts/desi-indicators?period=desi_2024&indicator=desi_bbspeed_1000&br eakdown=total&unit=pc_lines&country =AT%2CBE%2CBG%2CHR%2CCY%2CCZ%2CDK%2CEE%2CEU%2CFT%2CFR%2CDE%2CEL%2CHU%2CIE%2CIT%2CLV%2CLT%2CLU%2CMT%2CNL%2CPL%2CPT%2CRO%2CSK%2CSI%2CES%2CSE
Wykorzystanie rozwiązań ICTs w przedsiębiorstwach	- systemy teleinformatyczne i ich wykorzystanie w przedsiębiorstwach, - korzystanie z internetu i innych sieci elektronicznych przez przedsiębiorstwa, - e-commerce, - procesy i aspekty organizacyjne e-biznesu, - kompetencje ICT w przedsiębiorstwie i zapotrzebowanie na umiejętności ICT, - bariery w korzystaniu z technologii informacyjno-komunikacyjnych, internetu i innych sieci elektronicznych, procesów handlu elektronicznego i e-biznesu, - bezpieczeństwo ICT i zaufanie, - dostęp do internetu i innych technologii sieciowych do łączenia przedmiotów i urządzeń oraz korzystanie z nich (internet przedmiotów), - dostęp do technologii umożliwiających łączenie się z internetem lub innymi sieciami z dowolnego miejsca w dowolnym czasie oraz korzystanie z nich (wszechobecna łączność), - wykorzystanie sztucznej inteligencji, - wykorzystanie chmury obliczeniowej, - wykorzystanie analityki danych, - wykorzystanie druku 3D, - wykorzystanie robotyki, - korzystanie z mediów społecznościowych, - reklama internetowa, - ICT a środowisko	Eurostat, https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/isoc_e_esms.htm
W obrębie poszczególnych filarów Przemysłu 4.0		
Interakcje maszyna dane	korzystanie z usług cloud computing (CC)	Eurostat data on cloud computing services, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ISOC_CICCE_USE/default/table?lang=en&category=isoc.isoc_e.isoc_eb

cd. tabeli 2

1	2	3
Robotyzacja procesów	• liczba robotów przemysłowych i usługowych /ujęcie sektorowe, • liczba robotów na 10 000 pracujących	Raporty IFR /World Robotics/ International Federation of Robotics, World Robotics Report 2022, https://ifr.org/ifr-press-releases/news/wr-report-all-time-high-with-half-a-million-robots-installed
Łączność	• korzystanie z internetu/Internet use	Digital Economy and Society Index (DESI), https://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society , GUS [2023c], https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne-w-polsce-w-2023-roku,1,17.html
w tym: 5G	• dostępność sieci 5G	Digital Economy and Society Index (DESI), https://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society
Big data	• dostęp do ogromu danych i ich wykorzystanie w procesach biznesowych	Digital Economy and Society Index (DESI), https://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society , GUS [2023c], https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne-w-polsce-w-2023-roku,1,17.html
Produkcja addytywna	• zastosowanie druku 3D	Eurostat, https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/isoc_e_esms.htm
e-handel	• obsługa klienta online/e-faktura/	Eurostat: European Union survey on ICT usage and e-commerce in enterprises. Eurostat, https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/isoc_e_esms.htm , GUS [2023c], https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne-w-polsce-w-2023-roku,1,17.html

cd. tabeli 2

1	2	3
Sztuczna Inteligencja (AI)/budowa środowiska inteligentnego	• zastopowanie technologii automatyzujących procesy, • uczenie maszynowe, • rozpoznawanie obrazu, przetwarzanie obrazu, • roboty mobilne (pojazdy), • rozpoznawanie mowy, • technologie analizujące język pisany	GUS [2023c], https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne-w-polsce-w-2023-roku,1,17.html
Integracja technologii	• Integration of digital technologies/Digital intensity index	Digital Economy and Society Index (DESI), https://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society

Źródło: Opracowanie własne [zob. także: Przemysł 4.0, 2017].

1.4. Ocena i wybór wskaźników – reprezentantów Przemysłu 4.0 do indeksu gospodarki cyfrowej

Transformacja cyfrowa według filarów Przemysłu 4.0 to bardzo szeroki temat, którego nie sposób omówić w jednym rozdziale. Warto natomiast zwrócić uwagę na to, że obszar cyfrowości na poziomie przedsiębiorstw jest silnie powiązany z dziejącą się transformacją. Warunkiem koniecznym budowania Przemysłu 4.0 jest stosowanie rozwiązań komputerowych wsparcia procesów produkcyjno-logistycznych (w tym ERP, MES, CRM, CAD i innych). Poza systemami komputerowymi i informacyjnymi wiele innych technologii wpisuje się w wymagania zmian technologicznych, odpowiadając poszczególnym filarom Przemysłu 4.0 [Gajdzik, Chmista i Staroń, 2021; Gajdzik i Wolniak, 2021].

Pomiar transformacji mikro, czyli zmian na poziomie przedsiębiorstw, wymaga najpierw zmian infrastrukturalnych na poziomie makro. Przedsiębiorstwa nie poradzą sobie z transformacją do Przemysłu 4.0 bez wsparcia polityk nadrzędnych i instrumentów zasilania inwestycji. Aby przedsiębiorstwa mogły tworzyć Przemysł 4.0, muszą mieć dostęp do internetu, w tym szerokopasmowych rozwiązań 5G. Ponadto rozwojowi przedsiębiorstw sprzyja również otwartość cyfrowej administracji publicznej i dostęp do ogromu danych typu open. Równolegle ze zmianami technologicznymi powinny dokonywać się zmiany kompetencyjne. W dziejącej się transformacji przedsiębiorstw do Przemysłu 4.0 potrzebna jest kadra z umiejętnościami cyfrowymi, stąd konieczność kształcenia kompetencji cyfrowych u obywateli i zachęcania ich do korzystania z różnorodnych narzędzi internetowych i nowych technologii w przedsiębiorstwach. Dopiero sprzężenie tych trzech elementów pozwoli zbudować stabilną ścieżkę rozwoju prowadzącą do prawdziwej rewolucji, która nazywana jest Przemysłem 4.0.

Prezentowane w tym rozdziale zakresy raportowania stopnia cyfrowości przemysłu zawierają dane o stosowaniu kluczowych (niezbędnych) technologii i rozwiązań, które można zaliczyć do symptomów zmian w kierunku Przemysłu 4.0. Za istotne obszary badań i pomiarów można przyjąć dwa poziomy pomiaru:

1. Poziom krajowy:

- adaptacja technologii cyfrowych przez przedsiębiorstwa w układach podstawowych systemów informatycznych wsparcia procesów biznesowych:
 - elektroniczne udostępnianie informacji za pośrednictwem oprogramowania do planowania zasobów przedsiębiorstwa (ERP),
 - systemy zarządzania relacjami z klientami (CRM),
 - posiadanie e-archiwum i stosowanie elektronicznego obiegu dokumentów (w tym: EDI),
 - stosowanie zaawansowanej analityki biznesowej i rozwiązań e-commerce,
 - działalność badawczo-rozwojowa (B+R), w tym: nakłady przedsiębiorstw na B+R, zakres innowacji: innowacje procesowe i produktowe, udział przychodów z innowacji w przychodach ogółem.

2. Poziom ponadkrajowy:

- wskaźniki intensywności cyfrowej (indeks: DII) według DESI mierzące wykorzystanie różnych technologii cyfrowych na poziomie przedsiębiorstwa (znaczenie ma zarówno liczba stosowanych technologii, jak i stopień penetracji i szybkość przyjęcia różnych technologii), w tym:
 - przetwarzanie w chmurze – zakup oprogramowania SaaS oraz innych rozwiązań do przetwarzania danych w chmurze,
 - big data – udział przedsiębiorstw w przetwarzaniu dużych zbiorów danych i zakres usług chmurowych (CC),
 - wytwarzanie przyrostowe z drukiem 3D,
 - automatyzacja i robotyzacja procesów wytwarzania, jak i procesów magazynowania i transportu, wsparta coraz silniej rozwiązaniami AI, w tym uczeniem maszynowym.

W tabeli 3 zestawiono kluczowe (wybrane na podstawie wiedzy eksperckiej według wymienionych powyżej obszarów pomiaru) wskaźniki pomiaru transformacji przedsiębiorstw do wymogów Przemysłu 4.0. Wymienione wskaźniki są wskaźnikami typu ogólnego, dostępnymi w omówionych raportach, jak i wskaźnikami uszczegółowionymi przez autorkę niniejszego rozdziału na poziomie badań¹ dostosowanymi do wymogów przedsiębiorstw, które dążą do realizacji kierunku strategicznego, zapisanego w strategii firmy jako Przemysł 4.0 lub smart wytwarzanie.

¹ Zobacz: Gajdzik, 2022ab.

Tabela 3. Wybrane wskaźniki reprezentanty dla wymiaru Przemysł 4.0

Zakres pomiaru	Wskaźnik/zakres uszczegółowiony	Uzasadnienie wyboru
1	2	3
Stosowanie systemów komputerowych wspierających procesy produkcyjno-logistyczne	• liczba przedsiębiorstw korzystających z systemów klasy ERP (Enterprise Resources Planning), • liczba przedsiębiorstw korzystających z systemów MES (Manufacturing Execution System), • liczba przedsiębiorstw korzystających z innych systemów, w tym: – CRM (Customer Relationship Management), – CCMS (Computerised Maintenance Management System), – APS (Advanced Planning and Scheduling)	• poszczególne komponenty (systemy danych klas) są najczęściej stosowanymi systemami informatycznymi w przedsiębiorstwach, • wymienione systemy tworzą strukturę złożonego systemu informatycznego wsparcia funkcjonalności procesów biznesowych, • oprócz wymienionych systemów, przedsiębiorstwa mogą przygotować własne rozwiązania lub rozszerzenia do obsługi komputerowej procesów podstawowych i pomocniczych
Stosowanie systemów komputerowych wspierających procesy zarządczo-administracyjne	• liczba przedsiębiorstw korzystających z systemów klasy PDM (Product Document Management), • liczba przedsiębiorstw korzystających z systemów klasy RM (Requirements Management), • liczba przedsiębiorstw korzystających z systemów klasy EPPS (Enterprise Project Portfolio Management), • liczba przedsiębiorstw korzystających z systemów klasy EAM (Enterprises Asset Management), • inne ekosystemy informatyczne, np. zarządzania pełnym cyklem życia produktu (PLM), projektowania komputerowego (CAD)	
Posiadanie e-archiwum i stosowanie elektronicznego obiegu dokumentów	• liczba przedsiębiorstw posiadających EDI, • liczba przedsiębiorstw korzystających z CC, • przetwarzanie w chmurze – liczba podmiotów z zakupionym oprogramowaniem SaaS oraz innymi rozwiązaniami do przetwarzania danych w chmurze, • liczba przedsiębiorstw z innymi rozwiązaniami do agregacji i przetwarzania danych, w tym ETL (Extract, Transform and Load – wyciąganie, przekształcanie i ładowanie danych), DW (Data Warehouse – hurtownia danych), BI (narzędzia klasy Business Intelligence do raportowania i analizy danych w przedsiębiorstwie), • liczba przedsiębiorstw korzystających z e-fakturowania, • inne ekosystemy informatyczne	• rozwój systemów informatycznych wspierających procesy w przedsiębiorstwach uwarunkowany jest rozwojem technologii przetwarzania i udostępniania danych, jak i elektronicznej obsługi procesów
Przetwarzanie dużej ilości danych	• big data – udział przedsiębiorstw w przetwarzaniu dużych zbiorów danych i zakres usług chmurowych (CC)	• dane (ogrom danych) generowanych z urządzeń (obiektów) i przetwarzanych przez systemy komputerowe (informatyczne) muszą być udostępniane w czasie rzeczywistym i muszą stanowić istotne wsparcie optymalizacji procesów,

cd. tabeli 3

1	2	3
		systemy informatyczne wsparcia procesów są silnie powiązane z analizą danych
Stosowanie zaawansowanej analityki biznesowej i rozwiązań e-commerce	- liczba przedsiębiorstw korzystających z rozwiązań internetowych, w tym IoT, jak i jego komponentu, jakim jest IIoT, - liczba przedsiębiorstw posiadających oferty e-commerce, - liczba przedsiębiorstw posiadających rozwiązania predykcji i modelowania komputerowego	dostęp do internetu i rozwiązań szerokopasmowych (5G) jest determinantą rozwoju IoT, w tym IIoT
Wytwarzanie przyrostowe	- liczba przedsiębiorstw posiadających technologie wytwarzania przyrostowego/druk 3D, - sposób użytkowania druku 3D: na własne potrzeby, w celach komercyjnych (liczba przedsiębiorstw), - liczba przedsiębiorstw posiadających inne technologie wytwarzania przyrostowego specyfiki branży	- druk 3D jest najczęściej stosowaną formą wytwarzania przyrostowego, - przedsiębiorstwa stosują druk 3D do własnych celów, np. wydruk części zamiennych do użytkowanych maszyn lub w celach komercyjnych – sprzedaż wydrukowanych wyrobów
Automatyzacja i robotyzacja procesów wytwarzania, jak i procesów magazynowania i transportu, wsparta coraz silniej rozwiązaniami AI, w tym uczeniem maszynowym	- liczba robotów przemysłowych przypadających na pracujących, - liczba robotów pracujących w przemyśle przetwórczym, w tym według sektorów (branż) i przedsiębiorstw, - rozwiązania: RFID, sensory (np. liczba zamontowanych sensorów, liczba przedsiębiorstw posiadających rozwiązania typu RFID), - dostęp pracowników do urządzeń mobilnych (liczba pracowników wyposażonych w urządzenia mobilne do celów operacyjnych, służbowych), - wyposażenie stanowisk pracy w systemy wizualizacji procesów (liczba przedsiębiorstw posiadających rozwiązania wizualizacji procesów produkcyjno-logistycznych), - przedsiębiorstwa korzystające z VR – liczba przedsiębiorstw stosujących rozwiązania wirtualnej rzeczywistości, np. do szkoleń pracowniczych, do projektowania operacyjnego i prototypowania	- automatyzacja czynności i montaż robotów przemysłowych stanowi wymóg fabryki przyszłości, - na obecnym etapie rozwoju systemów komputerowych i algorytmów sztucznej inteligencji opłaca się zastępować człowieka (jego czynności, zwłaszcza rutynowe) pracą robotów, - obsługa zautomatyzowanych i skomputeryzowanych stanowisk pracy wymaga dostępu do urządzeń mobilnych (wskaźnik liczby pracowników wyposażonych w urządzenia mobilne), - założeniem Przemysłu 4.0 jest tworzenie silnej więzi świata rzeczywistego z wirtualnym, stąd wskaźniki dotyczące form korzystania z VR w przedsiębiorstwach
Działalność B+R	- nakłady przedsiębiorstw na B+R, - zakres innowacji: innowacje procesowe i produktowe, - udział przychodów z innowacji w przychodach ogółem	działalność B+R przyczynia się do innowacyjności przedsiębiorstwa, a innowacje są siłą napędową rozwoju biznesu, w tym również na poziomie rozwiązań zaliczanych do smart wytwarzania/Przemysłu 4.0

Źródło: Opracowanie własne.

ROZDZIAŁ II. E-COMMERCE

Jakub Kol, Grzegorz Szojda

2.1. E-commerce jako przedmiot pomiaru

Dostępna literatura przedmiotu podaje kilka definicji e-commerce (ang. *Electronic Commerce*). De Kare-Silver [2002, s. 80] charakteryzuje e-commerce jako sposób prowadzenia działalności przy aktywnym zaangażowaniu podmiotów handlowych w cyberprzestrzeni. Feldy [2012, s. 17] określa handel elektroniczny jako wykorzystanie urządzeń technologii informacyjnych do procesów sprzedażowych i dokonywania zakupów. Światowa Organizacja Handlu (ang. *World Trade Organization*) pojęcie e-commerce definiuje jako wspólny mianownik dla produkcji, reklamy, sprzedaży oraz dystrybucji produktów przy użyciu sieci teleinformatycznych [Olszak i Ziemia, 2007, s. 97]. W definicji Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) e-commerce rozumiany jest jako transakcje przeprowadzone z wykorzystaniem sieci, oparte na protokole IP (ang. *Internet Protocol*) lub innych sieciach komputerowych. GUS dodatkowo objaśnia, iż e-commerce, inaczej e-handel, polega na tym, że „towary i usługi są zamawiane przez te sieci, ale płatność i ostateczna dostawa zamówionego towaru lub usługi może być dokonana w sieci lub poza siecią. Transakcje mogą być dokonywane pomiędzy przedsiębiorstwami a osobami indywidualnymi, instytucjami rządowymi lub innymi organizacjami prywatnymi i publicznymi. Zamówienia otrzymane przez telefon, telefaks lub e-mail nie są elementem e-handlu” [www7].

E-commerce stanowi kluczowy element handlu elektronicznego. Istnieje również pojęcie e-handlu, które jest synonimem e-commerce. E-handel² to proces kupna i sprzedaży towarów przez internet za pośrednictwem stron WWW, co oznacza prowadzenie działalności między partnerami handlowymi w przestrzeni wirtualnej [De Kare-Silver, 2002, s. 80]. Handel elektroniczny obejmuje również przeprowadzanie transakcji na rynku, w ramach których zarówno oferty, jak i zamówienia towarów realizowane są za pomocą sieci elektronicznej [Komor, 2003, s. 98]. Procesy kupna-sprzedaży wspierane przez urządzenia elektroniczne również kwalifikują się jako e-handel [Kotler i in., 2005, s. 4].

Światowa Organizacja Handlu definiuje handel elektroniczny jako produkcję, reklamę, sprzedaż i dystrybucję produktów za pośrednictwem sieci teleinformatycznych [Łysoń, 2021]. Ponadto handel elektroniczny obejmuje cało-

² Określany także jako handel elektroniczny.

ściowy łańcuch działalności gospodarczej związany z realizacją transakcji wyłącznie przy pomocy sieci elektronicznych, w tym internetu, od momentu złożenia oferty, przez zawarcie kontraktu, aż po jego realizację i dokonanie płatności za dostarczony towar lub usługę.

Powyższe rozważania pozwalają skonkretyzować zjawisko e-commerce jako przeprowadzanie transakcji handlowych pomiędzy różnymi podmiotami w de facto dowolnych konfiguracjach, tj.: pomiędzy konsumentami (osobami indywidualnymi), przedsiębiorstwami, instytucjami rządowymi lub innymi organizacjami publicznymi bądź prywatnymi, przy równoczesnym wykorzystaniu sieci komputerowych [Chaffey, 2016, s. 12]. Przedmiotem handlu elektronicznego może być niemal każda rzecz materialna lub usługa. E-commerce dotyczy wszystkich aspektów procesów zakupowych, począwszy od poszukiwania i analizowania przez konsumenta konkretnych produktów i usług, przez dokonywanie transakcji za pośrednictwem kanałów płatniczych dedykowanych tym czynnościom, aż po dostarczenie towarów bądź usług konsumentowi.

Za jedną z wiodących determinant warunkujących wzrost popularności handlu elektronicznego należy przyjąć stale zwiększającą się liczbę konsumentów, posiadających dostęp do internetu [Bartczak, 2016, s. 15-16], korzystających z niego na wielu płaszczyznach codziennego życia i funkcjonowania. Wraz ze wzrostem liczby użytkowników internetu zwiększyła się również liczba przedsiębiorstw handlowych oraz instytucji zainteresowanych prowadzeniem działalności z wykorzystaniem sieci i kanałów cyfrowych. Internet umożliwia firmom dotarcie do globalnej bazy klientów, co jest nieosiągalne w przypadku tradycyjnych form handlu.

Kolejnym czynnikiem warunkującym stale rosnące zainteresowanie e-commerce to zmiany w zachowaniach klientów, adaptujących się do rozwijającego się otoczenia. Zakupy online oferują wygodę, eliminując konieczność fizycznego odwiedzania sklepów. Konsumentów mają możliwość dokonywania zakupów z dowolnego miejsca i o dowolnej porze, co przekłada się na zwiększony komfort zakupów. Co więcej, sklepy internetowe oferują o wiele szerszy wybór produktów niż tradycyjne sklepy stacjonarne, co konsekwentnie zachęca konsumentów poszukujących specyficznych lub nietypowych produktów lub usług do dokonywania zakupów online [Kozerska, 2014, s. 53-59].

Warto również zwrócić uwagę na zwiększoną przejrzystość i klarowność informacji dla konsumentów cyfrowych. Platformy e-commerce oferują szczegółowe opisy produktów, zdjęcia, filmy i opinie innych klientów. Konsumentów w sposób świadomy i zrównoważony podejmują decyzje zakupowe.

2.2. Wskaźniki identyfikujące e-commerce

Zrozumienie znaczenia zjawiska e-commerce staje się możliwe na podstawie identyfikacji różnorodnych wskaźników. Dostępne źródła statystyczne umożliwiają odnalezienie i przyporządkowanie konkretnych wskaźników charakterystycznych dla wymiaru e-commerce w warunkach gospodarki cyfrowej.

Pierwszym wskaźnikiem e-commerce w obszarze publicznym jest odsetek przedsiębiorstw prowadzących sprzedaż przez strony internetowe. W ramach tego wskaźnika zagregowanego został wyodrębniony wskaźnik częściowy w postaci odsetka przedsiębiorstw sprzedających towary lub usługi online. Według informacji statystycznych opublikowanych przez Główny Urząd Statystyczny wśród kategorii sprzedaży towarowej wymieniono głównie: odzież, obuwie i dodatki; sprzęt sportowy; zabawki lub produkty dla dzieci; meble, artykuły dekoracyjne i produkty do ogrodu; muzykę na płytach CD lub winylowych, drukowane książki, czasopisma i gazety; komputery, tablety, telefony i akcesoria; sprzęt elektroniczny i AGD; lekarstwa i suplementy diety; posiłki zamawiane w restauracji, punktach fast-food lub w formie cateringu; żywność i napoje ze sklepów; kosmetyki, produkty do pielęgnacji zdrowia i urody; środki czyszczące i produkty higieny osobistej; rowery, motorowery, samochody i inne pojazdy oraz części do nich. Kategorie sprzedażowe wskazane w zestawieniach GUS odpowiadają jedynie sprzedaży towarów, czyli dóbr materialnych, i są związane z rankingiem popularności wśród konsumentów. Należy jednak zaznaczyć, że do wskaźnika e-commerce zaliczają się również oferowane przez przedsiębiorstwa usługi świadczone drogą internetową.

Kolejnym wskaźnikiem reprezentującym e-commerce w zakresie sektora prywatnego są zakupy przez internet. W ramach wskaźnika zagregowanego został wyodrębniony wskaźnik częściowy w postaci odsetka osób zamawiających przez internet towary i usługi. Opierając się na dostępnych danych statystycznych, wskaźnik może zostać skategoryzowany w ujęciu czasowym:

- odsetek osób zamawiających w ciągu ostatnich 3 miesięcy,
- odsetek osób zamawiających od 3 do 12 miesięcy temu,
- odsetek osób zamawiających w ciągu ostatnich 12 miesięcy.

Szerokie spektrum sprzedaży towarów i usług w sektorze konsumentów prywatnych jest tożsame z powyższymi rozważaniami.

Ostatnim kluczowym wskaźnikiem charakteryzującym rozwój i dynamikę sektora e-commerce jest wartość rynku e-commerce. Na wyrażenie tej wartości składa się wiele wskaźników częściowych:

- odsetek sprzedaży towarów,
- odsetek konsumentów,
- odsetek stron internetowych, platformy handlowe, aplikacje mobilne.

2.3. Źródła danych o e-commerce i sposób ich pozyskania

Wskaźniki wymiaru e-commerce opierają się na solidnych i wiarygodnych źródłach danych, które umożliwiają precyzyjną identyfikację i analizę kluczowych aspektów tego zjawiska w warunkach gospodarki cyfrowej. Główne źródła danych obejmują raporty statystyczne publikowane przez Główny Urząd Statystyczny oraz międzynarodowe bazy danych, takie jak Statista.

Główny Urząd Statystyczny (GUS)

GUS jest podstawowym źródłem danych statystycznych w Polsce. Instytucja ta zbiera, analizuje i publikuje szeroki zakres informacji na temat różnych sektorów gospodarki, w tym e-commerce. Dane te są pozyskiwane na podstawie regularnych badań i ankiet prowadzonych wśród przedsiębiorstw oraz gospodarstw domowych, co zapewnia reprezentatywność i dokładność informacji. Raporty GUS dostarczają szczegółowych danych dotyczących m.in. odsetka przedsiębiorstw prowadzących sprzedaż internetową oraz odsetka konsumentów dokonujących zakupów online.

Statista

Statista to międzynarodowa platforma danych statystycznych, która oferuje szeroki zakres informacji dotyczących rynków globalnych, w tym e-commerce. Statista agreguje dane z różnych źródeł, takich jak badania rynkowe, analizy ekonomiczne oraz ankiety konsumenckie, co pozwala na uzyskanie wszechstronnego obrazu rynku. Platforma dostarcza szczegółowych danych na temat wartości rynku e-commerce, liczby konsumentów oraz popularności różnych kanałów sprzedaży internetowej.

W tabeli 4 zestawiono wskaźniki i źródła danych dla wymiaru e-commerce.

Tabela 4. Zestawienie wskaźników i źródeł danych dla wymiaru e-commerce

Wskaźnik zagregowany	Wskaźnik cząstkowy	Źródło danych do wskaźnika
1	2	3
Przedsiębiorstwa prowadzące sprzedaż przez stronę internetową	odsetek przedsiębiorstw prowadzących sprzedaż przez stronę internetową	GUS [2023f], https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/wykorzystanie-technologii-informacyjno-komunikacyjnych-w-jednostkach-administracji-publicznej-przedsiębiorstwach-i-gospodarstwach-domowych-w-2023-roku,3,23.html
Zakupy przez internet	- odsetek osób zamawiających przez internet towary lub usługi do użytku prywatnego: - w ciągu ostatnich 3 miesięcy,	GUS [2023f], https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/wykorzystanie-technologii-informacyjno-komunikacyjnych-w-jednostkach-administracji-publicznej-przedsiębiorstwach-i-gospodarstwach-domowych-w-2023-roku,3,23.html

cd. tabeli 4

1	2	3
	• od 3 do 12 miesięcy temu, • w ciągu ostatnich 12 miesięcy	
Wartość rynku e-commerce	• odsetek sprzedaży towarów, • odsetek konsumentów, • odsetek stron internetowych, • platformy handlowe, • aplikacje mobilne	Statista, https://www.statista.com/outlook/emo/ecommerce/worldwide , GUS [2023f], https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/wykorzystanie-technologii-informacyjno-komunikacyjnych-w-jednostkach-administracji-publicznej-przedsiębiorstwach-i-gospodarstwach-domowych-w-2023-roku,3,23.html

Źródło: Opracowanie własne.

2.4. Ocena i wybór wskaźników – reprezentantów e-commerce do indeksu gospodarki cyfrowej

Dobór odpowiednich wskaźników do indeksu gospodarki cyfrowej jest kluczowy dla precyzyjnego i reprezentatywnego pomiaru zjawiska e-commerce. Proces ten wymaga kompleksowego uwzględnienia różnych aspektów działalności e-commerce, takich jak zaangażowanie przedsiębiorstw w sprzedaż internetową, poziom adaptacji zakupów online przez konsumentów oraz ogólna wartość rynku e-commerce. Wybrane wskaźniki nie tylko odzwierciedlają aktualny stan rozwoju e-commerce, ale również umożliwiają monitorowanie jego dynamiki w szerokim kontekście gospodarki cyfrowej.

Na podstawie tabeli 2.1 dokonano selekcji wskaźników reprezentujących e-commerce w indeksie gospodarki cyfrowej:

1. Odsetek przedsiębiorstw prowadzących sprzedaż przez stronę internetową – ten wskaźnik pokazuje, jak wiele przedsiębiorstw aktywnie wykorzystuje technologie cyfrowe do sprzedaży swoich produktów i usług online. Wysoki odsetek wskazuje na zaawansowany poziom digitalizacji i integracji technologii w działalności handlowej firm.
2. Odsetek osób zamawiających przez internet towary lub usługi do użytku prywatnego – wskaźnik ten odzwierciedla stopień adaptacji e-commerce przez konsumentów, pokazując jak popularne jest robienie zakupów online wśród społeczeństwa. Uwzględniono tutaj różne przedziały czasowe, co pozwala na analizę zmian w zachowaniach zakupowych w dłuższej perspektywie.

3. Wartość rynku e-commerce – ten wskaźnik obejmuje odsetek sprzedaży towarów, odsetek konsumentów oraz odsetek stron internetowych, platform handlowych i aplikacji mobilnych. Pokazuje on całościowy obraz ekonomicznej wartości rynku e-commerce, uwzględniając zarówno stronę podażową, jak i popytową.

Wybór tych wskaźników został podyktowany ich zdolnością do kompleksowego i reprezentatywnego przedstawienia stanu e-commerce. Obejmują one zarówno perspektywę przedsiębiorstw, które integrują i wykorzystują technologie cyfrowe, jak i konsumentów, którzy dostosowują swoje zachowania zakupowe do nowoczesnych kanałów handlowych. Dzięki temu możliwe jest prowadzenie monitoringu oraz analizy kluczowych aspektów e-commerce, co stanowi podstawę do oceny konkurencyjności i efektywności gospodarki cyfrowej.

ROZDZIAŁ III. E-USŁUGI

Robert Wolny

3.1. E-usługi jako przedmiot pomiaru

Pojawienie się technologicznych i technicznych możliwości świadczenia usług w internecie w ostatnich latach XX wieku rozpoczęło rozwój rynku e-usług. Świadczenie e-usług jest uregulowane Ustawą z dnia 18 lipca 2002 roku o świadczeniu usług drogą elektroniczną, według której świadczenie usługi drogą elektroniczną to „wykonanie usługi świadczonej bez jednoczesnej obecności stron (na odległość), poprzez przekaz danych na indywidualne żądanie usługobiorcy, przesyłanej i otrzymywanej za pomocą urządzeń do elektronicznego przetwarzania, włącznie z kompresją cyfrową, i przechowywania danych, która jest w całości nadawana, odbierana lub transmitowana za pomocą sieci telekomunikacyjnej” [Ustawa, 2002, art. 2, pkt 4]. Określenie w polskim prawodawstwie e-usług jest pochodną definicji zapisanej w dyrektywie o handlu elektronicznym przyjętej przez Parlament Europejski, gdzie usługi społeczeństwa informacyjnego obejmują wszystkie usługi świadczone normalnie za wynagrodzeniem, na odległość, za pomocą urządzeń elektronicznych do przetwarzania (łącznie z kompresją cyfrową) oraz przechowywania danych, na indywidualne żądanie usługobiorcy [Dyrektywa 2000/31/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 8 czerwca 2000 roku w sprawie niektórych aspektów prawnych usług społeczeństwa informacyjnego, w szczególności handlu elektronicznego w ramach rynku wewnętrznego (dyrektywa o handlu elektronicznym), art. 17].

W praktyce obrotu gospodarczego kategoria e-usług definiowana jest jako usługi, których świadczenie odbywa się za pomocą internetu, jest zautomatyzowane (może wymagać niewielkiego udziału człowieka) i zdalne [Wolny, 2013, s. 13]. W literaturze e-usługi definiowane są jako „forma świadczenia usług przy wykorzystaniu internetu, zawierająca w szczególności prezentację usługi, zamówienie usługi, zapłatę za usługę oraz korzystanie z usługi przez internet, z zastrzeżeniem, że w przypadku wybranych usług korzystanie z nich (konsumpcja) odbywa się w świecie rzeczywistym (niewirtualnym)” [Wolny, 2013, s. 16].

Można wyróżnić następujące typy e-usług [Wolny, 2012b, s. 118]:

- usługi świadczone tradycyjnie i online (każdy element procesu świadczenia usługi może odbywać się tradycyjnie i w internecie),
- usługi świadczone wyłącznie online (wszystkie elementy procesu świadczenia – prezentacja usługi, zamówienie usługi, zapłata za usługę, korzystanie z usługi – odbywają się w internecie),

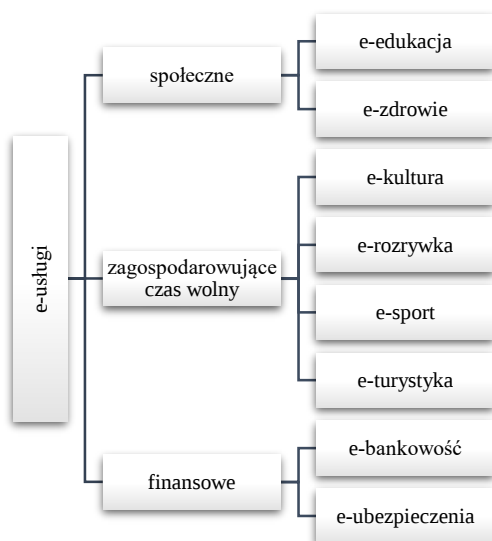
- usługi sprzedawane online, ale świadczone tradycyjnie (prezentacja usługi, zamówienie usługi i zapłata za usługę odbywa się w internecie, a korzystanie z usługi w świecie rzeczywistym).

Rynek e-usług w Polsce zaliczany jest do rynków młodych, chociaż zarówno liczba podmiotów występujących na rynku, jak również oferta e-usług stale się powiększa. Zakres świadczonych na rynku e-usług jest szeroki, a najczęściej w klasyfikacji e-usług wymienia się [Dąbrowska, 2008; Wolny, 2012a, s. 81]:

- e-administrację,
- e-bankowość,
- e-edukację,
- e-handel,
- e-kulturę,
- e-turystykę,
- e-ubezpieczenia,
- e-zdrowie.

W innych klasyfikacjach grupuje się usługi według różnych kryteriów, np. usługi e-administracji, e-edukacji i e-zdrowia zalicza się do e-usług publicznych, a z kolei e-kulturę i e-sport do e-rozrywki. Ze względu na specyfikę i znaczenie usług e-administracji i e-commerce zostały one omówione w odrębnych rozdziałach monografii. Do dalszych rozważań przyjęto usługi w następujących wiązkach (rysunek 1):

- e-usługi społeczne: e-edukacja, e-zdrowie,
- e-usługi zagospodarowujące czas wolny: e-kultura, e-rozrywka, e-sport, e-turystyka,
- e-usługi finansowe: e-bankowość i e-ubezpieczenia.



Rysunek 1. Klasyfikacja e-usług

Źródło: Opracowanie własne.

3.2. Wskaźniki identyfikujące e-usługi

Do kategorii e-usług społecznych można zaliczyć e-administrację (omawianą w osobnym rozdziale monografii), e-edukację i e-zdrowie. Usługi w zakresie e-edukacji określane są jako wszelkie działania wspierające proces szkolenia, wykorzystujące technologie teleinformatyczne [Hyla, 2005, s. 19]. E-edukacja to także stosowanie technologii do zarządzania, projektowania i tworzenia, dostarczania, wyboru, wspierania i poszerzania każdego rodzaju nauczania; dotyczy wszelkich form pozyskiwania i przekazywania wiedzy, kompetencji i umiejętności [Papińska-Kacperek, red., 2008, s. 25]. Świadczenie usług w zakresie e-edukacji to jedna z form kształcenia na odległość, wykorzystująca wszelkie dostępne media elektroniczne oraz aplikacje informatyczne, w tym przede wszystkim sieci komputerowe i ich zasoby [Monarcha-Matlak, 2012, s. 371]. E-edukacja obejmuje wiele metod nauczania, których wspólną cechą jest wykorzystywanie technik informacyjnych. Najpełniej e-edukację charakteryzuje się jako złożony proces edukacyjny, zaplanowany instytucjonalnie, prowadzący do zamierzonej aktywności wszystkich uczestników kształcenia, odpowiadający za możliwości i potrzeby społeczności uczącej się, inspirujący do działania i osiągania złożonych celów kształcenia oraz dający możliwości poznawczego i emocjonalnego dyskursu edukacyjnego, który jest realizowany z użyciem mediów elektronicznych (komputera, tabletu, smartfonu) [Wierzbicka, 2019, s. 16].

Wskaźnik reprezentujący e-usługi w zakresie edukacji to studia lub kursy prowadzone z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość. Studia lub kursy prowadzone z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość powinny spełniać następujące wymagania: nauczyciele akademicki i inne osoby prowadzące zajęcia są przygotowani do ich realizacji, a realizacja zajęć jest na bieżąco kontrolowana; dostęp do infrastruktury informatycznej i oprogramowania umożliwia synchroniczną i asynchroniczną interakcję między podmiotami; zapewniono materiały dydaktyczne opracowane w formie elektronicznej; są możliwości osobistych konsultacji pomiędzy podmiotami; weryfikacja osiągnięcia efektów uczenia odbywa się przez bieżącą kontrolę postępów w nauce; odbyło się szkolenie przygotowujące do udziału w zajęciach. W ramach wskaźnika zagregowanego wyodrębniono następujące wskaźniki cząstkowe:

- % studiujących na studiach pierwszego stopnia z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość,
- % studiujących na studiach drugiego stopnia z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość,
- % studiujących na studiach magisterskich jednolitych z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość,
- % osób uczestniczących w kursie online,
- % osób korzystających z materiałów szkoleniowych innych niż pełny kurs online.

Postulowanym wskaźnikiem cząstkowym jest % osób korzystających z platform e-learningowych, takich jak Google Classroom, Moodle, oraz komunikatorów MsTeams, Zoom czy GoogleMeet. Obecnie nie ma możliwości zasilenia wskaźnika danymi.

Kategorię e-usług społecznych stanowią także usługi w zakresie e-zdrowia. Usługi te to efektywne, oszczędne i bezpieczne wykorzystanie technologii informacyjnych i komunikacyjnych do wspomagania wszelkich działań związanych z ochroną zdrowia, obejmujących świadczenie usług zdrowotnych, systemy obserwacji dziedzin powiązanych ze zdrowiem, edukacją zdrowia, rozwój literatury i wiedzy, badania naukowe [Gontarek, 2007, s. 106]. Zastosowanie technologii teleinformatycznych w zakresie e-zdrowia odnosi się zarówno do portali związanych ze zdrowiem, stron internetowych zakładów opieki zdrowotnej, jak również do złożonych urządzeń rejestrujących biosygnały i monitorujących stan zdrowia pacjentów.

Wskaźnik reprezentujący e-usługi w zakresie zdrowia to dostęp do wybranych form świadczeń w opiece zdrowotnej w formie zdalnej. Dostęp do wybranych form świadczeń oznacza dostęp do porady medycznej lub psychologicznej realizowanej na odległość z wykorzystaniem połączenia telefonicznego lub innych systemów teleinformatycznych oraz dostęp do recepty elektronicznej. Dostęp rozumiany jest także jako dostęp do informacji na temat zdrowia. W ramach wskaźnika zagregowanego wyodrębniono następujące wskaźniki cząstkowe:

- % wystawianych recept elektronicznych,
- % teleporad w ambulatoryjnej opiece zdrowotnej,
- % osób wyszukujących informacje na temat zdrowia.

Postulowanym wskaźnikiem jest % osób korzystających z aplikacji moje IKP. Obecnie nie ma możliwości zasilenia wskaźnika danymi.

E-usługi zagospodarowujące czas wolny to bodaj najtrudniejsza kategoria e-usług. Wynika to z szerokiego zakresu świadczonych usług, jakie do tej kategorii można zaliczyć. Należy także zwrócić uwagę na wzajemne przenikanie się usług i trudności ich wyodrębniania. Wiele z usług można jednocześnie przypisać do różnych kategorii: np. sport i rozrywka, kultura i rozrywka.

Usługi w zakresie e-kultury definiowane są jako integrujące ICT z procesem produkcji, dystrybucji, prezentacji, zachowania i (ponownego) wykorzystania dzieł kultury [Dąbrowska, Janoś-Kresło i Wódkowski, 2009, s. 86]. E-kulturę określa się także jako relacje pomiędzy technologią ICT, w tym w szczególności internetową, a produkcją i konsumpcją kultury i sztuki [Wolny, 2023b, s. 355]. Za kulturę wirtualną uznaje się cyberkulturę, ponieważ obejmuje ona zjawiska powiązane z układem komunikacyjnym, który przenika z cybernetycznej przestrzeni wirtualnej do przestrzeni realnej i odwrotnie [Zawojński, 2010, s. 77].

Wskaźnik reprezentujący e-usługi w zakresie kultury to produkty kultury kupione lub subskrybowane przez internet. W ramach wskaźnika zagregowanego wyodrębniono następujące wskaźniki częściowe:

- % osób kupujących lub subskrybujących muzykę,
- % osób kupujących lub subskrybujących filmy i seriale,
- % osób kupujących lub subskrybujących e-booki, magazyny i gazety elektroniczne,
- % osób kupujących przez internet bilety na wydarzenia kulturalne.

Postulowanymi wskaźnikami są: % osób korzystających z aplikacji mobilnych związanych z e-kulturą oraz wydatki gospodarstw domowych na usługi związane z e-kulturą. Obecnie nie ma możliwości zasilenia wskaźników danymi.

E-rozrywka określana jest jako przyjemna forma spędzania czasu wolnego z wykorzystaniem rozwiązań teleinformatycznych [Szewczyk, 2014, s. 167]. Do usług związanych z e-rozrywką można zaliczyć platformy subskrypcyjne, telewizje internetowe czy programy telewizji tradycyjnej dostępne na życzenie usługobiorcy [Słaby i Bazydło-Egier, 2021, s. 19].

Wskaźnik reprezentujący e-usługi w zakresie rozrywki to dostęp do wybranych form rozrywki przez internet. W ramach wskaźnika zagregowanego wyodrębniono następujące wskaźniki częściowe:

- % osób oglądających telewizję przez internet emitowaną przez nadawcę telewizyjnego,
- % osób oglądających przez internet wideo na żądanie (VOD),
- % osób oglądających przez internet nagrania wideo z serwisów tworzonych przez użytkowników,
- % osób słuchających lub pobierających podcasty przez internet,
- % osób kupujących przez internet bilety na wydarzenia sportowe.

Postulowanym wskaźnikiem częściowym są wydatki gospodarstw domowych na usługi związane z e-rozrywką. Obecnie nie ma możliwości zasilenia wskaźnika danymi.

Granica pomiędzy e-rozrywką a e-sportem jest trudna do uchwycenia. Ze względu na specyfikę zmagania i współzawodnictwa sportowego, które leżą u podstaw e-sportu, jest on często wyodrębniany z e-rozrywki. Najprościej e-sport można określić jako sport elektroniczny, czyli turnieje gier komputerowych [Dąbrowski, 2011, s. 118]. E-sport definiowany jest w liczbie mnogiej jako „zmagania graczy, w których podstawą sukcesu jest trening opierający się na praktyce manualnej i/lub zdobywaniu wiedzy z zakresu strategii rozrywki. Istotą gier tego typu jest rywalizacja, co z reguły zostaje podkreślone przez dynamiczne tempo rozgrywki. Każda potyczka ma swój rezultat, pozwalający jasno określić, który gracz (lub zespół graczy) jest zwycięzcą, a kto przegranym” [Filiciak, 2006, s. 76].

Wskaźnik reprezentujący e-usługi w zakresie sportu to dostęp do wybranych form e-sportu przez internet. W ramach wskaźnika zagregowanego wyodrębniono następujące wskaźniki częściowe:

- % osób kupujących lub subskrybujących gry,
- % osób grających w gry komputerowe.

Postulowanym wskaźnikiem są wydatki konsumentów na usługi związane z e-sportem. Obecnie nie ma możliwości zasilenia wskaźnika danymi.

Ostatnią usługą zasilającą e-usługi zagospodarowujące czas wolny jest e-turystyka. Określana jest ona jako zastosowanie technologii teleinformatycznych w branży turystycznej – ucyfrowienie wszelkich zachodzących procesów [Buhalis, 2003, s. 12]. Szerokie ujęcie e-turystyki odnosi się do zastosowania internetu w aktywności przedsiębiorstw turystycznych oraz do wykorzystania w ich działalności wszystkich systemów informatycznych opartych na elektronicznych środkach przekazu [Pawlicz, 2012, s. 31]. Wskaźnik reprezentujący e-usługi w zakresie turystyki to produkty związane z turystyką kupowane przez internet. W ramach wskaźnika zagregowanego wyodrębniono następujące wskaźniki częściowe:

- % osób kupujących przez internet nocleg,
- % osób kupujących przez internet usługi transportu.

Postulowanymi wskaźnikami są: % osób „zwiedzających online” miejsca związane z kulturą, dziedzictwem narodowym, przyrodą, % osób kupujących wycieczki przez internet oraz wydatki gospodarstw domowych na usługi związane z e-turystyką. Obecnie nie ma możliwości zasilenia wskaźników danymi.

Do e-usług finansowych należą usługi związane z e-bankowością oraz e-ubezpieczeniami. Usługi w zakresie e-bankowości to forma dostarczenia i realizowania usług bankowych za pomocą zdalnych kanałów dostępu, zapewnianych przez technologie informacyjno-komunikacyjne, bez konieczności osobistego kontaktu konsumenta z pracownikiem banku [Gospodarowicz, red., 2005, s. 26]. Uściślając, bankowość internetowa to forma świadczenia usług bankowych za pośrednictwem ogólnodostępnej sieci internet z wykorzystaniem standardowego oprogramowania lub oprogramowania dedykowanego do komunikacji z bankiem [Świecka, 2007, s. 53]. Wskaźnik reprezentujący e-usługi w zakresie bankowości to czynności bankowe wykonywane przez internet. W ramach wskaźnika zagregowanego wyodrębniono następujące wskaźniki częściowe:

- % osób korzystających z bankowości internetowej (przez stronę internetową lub aplikację),
- % osób zaciągających pożyczki lub załatwiających sprawy związane z kredytem przez internet,
- % osób kupujących lub sprzedających akcje, obligacje lub inne usługi inwestycyjne przez internet.

Postulowanym wskaźnikiem jest % transakcji kupna-sprzedaży wykonywanych przy pomocy pieniądza cyfrowego. Obecnie nie ma możliwości zasilenia wskaźnika danymi.

Usługi w zakresie e-ubezpieczeń można scharakteryzować jako oferowanie, negocjowanie i zawarcie umowy ubezpieczenia oraz proces likwidacji szkód online [Sukiennik, 2003, s. 37]. Wskaźnik reprezentujący e-usługi w zakresie ubezpieczeń to zakupy usług ubezpieczeniowych przez internet. W ramach wskaźnika zagregowanego wyodrębniono następujące wskaźniki cząstkowe: % osób kupujących polisy ubezpieczeniowe przez internet. Postulowanym wskaźnikiem jest % transakcji związanych z likwidacją szkód wykonywanych przez internet. Obecnie nie ma możliwości zasilenia wskaźnika danymi.

3.3. Źródła danych o e-usługach i sposób ich pozyskania

Zaproponowane wskaźniki dotyczące e-usług społecznych, e-usług zagospodarowujących czas wolny oraz e-usług finansowych mają swoje źródła zasilające. Najważniejsze cechy źródeł danych to dostępność oraz aktualizacja (w latach). Przedstawione źródła danych dla wskaźników e-usług spełniają te cechy (tabela 5).

Tabela 5. Zestawienie wskaźników i źródeł danych dla wymiaru e-usługi

Wskaźnik zagregowany	Wskaźnik cząstkowy	Źródło danych do wskaźnika
1	2	3
Studia lub kursy prowadzone z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość	• % studiujących na studiach pierwszego stopnia z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość, • % studiujących na studiach drugiego stopnia z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość, • % studiujących na studiach magisterskich jednolitych z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość, • % osób uczestniczących w kursie online, • % osób korzystających z materiałów szkoleniowych innych niż pełny kurs online	GUS [2023e], https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/edukacja/edukacja/szkolnictwo-wyzsze-i-jego-finanse-w-2022-roku,2,19.html , GUS [2023f], https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/wykorzystanie-technologii-informacyjno-komunikacyjnych-w-jednostkach-administracji-publicznej-przedsiębiorstwach-i-gospodarstwach-domowych-w-2023-roku,3,23.html
Dostęp do wybranych form świadczeń w opiece zdrowotnej w formie zdalnej	• % wystawianych recept elektronicznych, • % teleporad w ambulatoryjnej opiece zdrowotnej, • % osób wyszukujących informacji na temat zdrowia	GUS [2023g], https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/zdrowie/zdrowie/zdrowie-i-ochrona-zdrowia-w-2022-roku,1,13.html , GUS [2023f], https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/wykorzystanie-technologii-informacyjno-komunikacyjnych-w-jednostkach-administracji-publicznej-przedsiębiorstwach-i-gospodarstwach-domowych-w-2023-roku,3,23.html

cd. tabeli 5

1	2	3
Produkty kultury kupione lub subskrybowane przez internet	• % osób kupujących lub subskrybujących muzykę, • % osób kupujących lub subskrybujących filmy i seriale, • % osób kupujących lub subskrybujących e-booki, magazyny i gazety elektroniczne, • % osób kupujących przez internet bilety na wydarzenia kulturalne	GUS [2023f], https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/wykorzystanie-technologii-informacyjno-komunikacyjnych-w-jednostkach-administracji-publicznej-przedsiębiorstwach-i-gospodarstwach-domowych-w-2023-roku,3,23.html
Dostęp do wybranych form rozrywki przez internet	• % osób oglądających telewizję przez internet emitowaną przez nadawcę telewizyjnego, • % osób oglądających przez internet wideo na żądanie (VOD), • % osób oglądających przez internet nagrania wideo z serwisów tworzonych przez użytkowników, • % osób słuchających lub pobierających podcasty przez internet, • % osób kupujących przez internet bilety na wydarzenia sportowe	GUS [2023f], https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/wykorzystanie-technologii-informacyjno-komunikacyjnych-w-jednostkach-administracji-publicznej-przedsiębiorstwach-i-gospodarstwach-domowych-w-2023-roku,3,23.html
Dostęp do wybranych form e-sportu przez internet	• % osób kupujących lub subskrybujących gry, • % osób grających w gry komputerowe	GUS [2023f], https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/wykorzystanie-technologii-informacyjno-komunikacyjnych-w-jednostkach-administracji-publicznej-przedsiębiorstwach-i-gospodarstwach-domowych-w-2023-roku,3,23.html
Produkty związane z turystyką kupowane przez internet	• % osób kupujących przez internet nocleg, • % osób kupujących przez internet usługi transportu	GUS [2023f], https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/wykorzystanie-technologii-informacyjno-komunikacyjnych-w-jednostkach-administracji-publicznej-przedsiębiorstwach-i-gospodarstwach-domowych-w-2023-roku,3,23.html
Czynności bankowe wykonywane przez internet	• % osób korzystających z bankowości internetowej (przez stronę internetową lub aplikację), • % osób zaciągających pożyczki lub załatwiających sprawy związane z kredytem przez internet, • % osób kupujących lub sprzedających akcje, obligacje lub inne usługi inwestycyjne przez internet	GUS [2023f], https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/wykorzystanie-technologii-informacyjno-komunikacyjnych-w-jednostkach-administracji-publicznej-przedsiębiorstwach-i-gospodarstwach-domowych-w-2023-roku,3,23.html

cd. tabeli 5

1	2	3
Zakupy usług ubezpieczeniowych przez internet	% osób kupujących polisy ubezpieczeniowe przez internet	GUS [2023f], https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/wykorzystanie-technologii-informacyjno-komunikacyjnych-w-jednostkach-administracji-publicznej-przedsiębiorstwach-i-gospodarstwach-domowych-w-2023-roku,3,23.html

Źródło: Opracowanie własne.

3.4. Ocena i wybór wskaźników – reprezentantów e-usług do indeksu gospodarki cyfrowej

Do głównego indeksu gospodarki cyfrowej zostały wybrane wskaźniki tworzące reprezentację e-usług jako elementu składowego indeksu: e-usługi społeczne, e-usługi zagospodarowujące czas wolny, e-usługi finansowe.

Do reprezentacji poszczególnych wskaźników składowych e-usług wybrano tylko niektóre wskaźniki, które uznaje się za najlepszych reprezentantów danego podwymiaru. W przypadku e-usług społecznych są to:

- % studiujących na studiach pierwszego stopnia z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość,
- % osób uczestniczących w kursie online,
- % teleporad w ambulatoryjnej opiece zdrowotnej,
- % osób wyszukujących informacje na temat zdrowia.

Do składowych reprezentujących e-usługi zagospodarowujące czas wolny zaliczono:

- % osób kupujących lub subskrybujących muzykę,
- % osób kupujących lub subskrybujących filmy i seriale,
- % osób oglądających przez internet wideo na żądanie (VOD),
- % osób oglądających przez internet nagrania wideo z serwisów tworzonych przez użytkowników,
- % osób kupujących lub subskrybujących gry,
- % osób grających w gry komputerowe,
- % osób kupujących przez internet nocleg.

Element składowy reprezentujący e-usługi finansowe obejmuje:

- % osób korzystających z bankowości internetowej,
- % zaciągających pożyczki lub załatwiających sprawy związane z kredytem przez internet,
- % osób kupujących polisy ubezpieczeniowe przez internet.

ROZDZIAŁ IV. E-ADMINISTRACJA

Kinga Hoffmann-Burdzińska

4.1. E-administracja jako przedmiot pomiaru

Wymiar e-administracji jest interesujący z uwagi na funkcje, jakie administracja publiczna spełnia w życiu społeczno-gospodarczym. W Leksykonie budżetowym dostępnym na stronie internetowej Sejmu RP administracja publiczna jest definiowana jako „zespół działań, czynności i przedsięwzięć organizatorskich i wykonawczych prowadzonych na rzecz realizacji interesu publicznego przez różne podmioty, organy i instytucje na podstawie ustawy i w określonych prawem formach lub system złożony z ludzi, zorganizowany w celu stałej i systematycznej skierowanej ku przyszłości realizacji dobra wspólnego jako misji publicznej polegającej głównie (choć nie wyłącznie) na bieżącym wykonywaniu ustaw, wyposażonych w tym celu we władztwo państwowe oraz środki materialno-techniczne” [Ogryczak, 2024].

Administracja jest działalnością państwa, która obok ustawodawstwa oraz sądownictwa spełnia wiele funkcji, takich jak: porządkowo-reglamentacyjna, świadcząca (usługi publiczne), regulująca rozwój gospodarczy, organizatorska, wykonawcza (w zakresie przepisów prawnych), kontrolno-nadzorcza oraz prognostyczno-planistyczna. Wszystkie funkcje realizowane są odpowiednio przez podmioty zgrupowane w obszarze administracji samorządowej (gminnej, powiatowej oraz wojewódzkiej), rządowej (Prezes Rady Ministrów, Rada Ministrów, ministrowie, centralne organy administracji rządowej) oraz administracji państwowej niepodlegającej rządowi (Prezydent RP, Najwyższa Izba Kontroli, Krajowa Rada Radiofonii i Telewizji, Rzecznik Praw Obywatelskich, Krajowa Rada Sądownictwa, Narodowy Bank Polski) [Ogryczak, 2024].

W każdym społeczeństwie rola sektora publicznego sprawia, że dużym zainteresowaniem cieszą się struktury tego sektora. Administracja publiczna jest częścią sektora publicznego. Odwołując się do etymologii pojęcia „administracja publiczna”, należy wspomnieć, iż oznacza ono służbę na rzecz władzy politycznej, a co się z tym ściśle wiąże – służbę na rzecz dobra wspólnego, tj. interesu publicznego. Współcześnie wymaga się, aby administracja publiczna przyczyniała się do wzrostu konkurencyjności gospodarki kraju. Drogą do tego celu są efektywne procesy oraz wysoka jakość usług publicznych [Rutkowska, 2018].

Usługi publiczne dzielą się na trzy kategorie: usługi administracyjne, usługi publiczne o charakterze społecznym oraz usługi publiczne o charakterze technicznym [Kožuch i Kożuch, 2008, s. 23, 26-27, za: Rutkowska, 2018].

Administracja publiczna wpływa na konkurencyjność gospodarki, przy czym kluczowe stają się tutaj interakcje na linii urząd–obywatel (klient indywidualny) oraz urząd–przedsiębiorca (klient instytucjonalny). Rezultatem końcowym (wskaźnikiem), który odnosi się do efektywności działalności administracji, jest poziom dobrobytu społecznego oraz łatwość prowadzenia biznesu, stanowiące o pozycji konkurencyjnej gospodarki na arenie międzynarodowej [Rutkowska, 2018]. W realizacji tych celów administracja publiczna musi dysponować na każdym szczeblu odpowiednim systemem zarządzania, dzięki któremu możliwe są korzyści i rozwój zarówno w odniesieniu do organów administracji publicznej, jak i całego społeczeństwa, co mierzy się poziomem jego zadowolenia [Zajdel i Michalcewicz-Kaniowska, 2010].

W dobie gospodarki cyfrowej silnie dyskutowanym tematem jest e-administracja, która stanowi kategorię złożoną z wielu aspektów. Wiele publikacji podejmuje kwestię tworzenia i zarządzania e-administracją, która w istocie opiera się na kilku dodatkowych, wobec wcześniej wskazanych dla administracji publicznej, założeniach.

Pierwsze z nich mówi o tym, że aby tworzyć nowoczesną administrację, trzeba postawić na elektroniczny urząd, tj. instytucję dającą możliwość obsługi interesantów przy pomocy technologii teleinformatycznych. Kluczowe w tym zakresie jest realizowanie tych funkcji w sposób zdalny, bezpieczny, terminowy oraz zgodnie z procedurami [Kamecki, 2002-2003].

Warto podkreślić, że rozwój e-administracji jest warunkowany nie tylko tempem rozwoju nowoczesnych technologii, ale także wydarzeniami o charakterze kryzysowym, do jakich niewątpliwie należała pandemia COVID-19.

Pojęcie „e-administracja” (cyfrowa, elektroniczna administracja) odnosi się do systemu e-informacji i e-usług oferowanych przez administrację publiczną. Z kolei termin „e-government” stanowi szerszą kategorię, w skład której wchodzi obszar e-administracji, jednak w wielu opracowaniach oba pojęcia stosowane są zamiennie [Luterek, 2010, za: Lubik-Reczek, Kapsa i Musiał-Karg, 2020; Lubik-Reczek, Kapsa i Musiał-Karg, 2020]. W związku z tym należy dodać, że ważną cechą e-administracji jest to, iż stanowi ona część e-usług świadczonych na rzecz odbiorców indywidualnych i instytucjonalnych (szerzej o e-usługach traktuje rozdział III niniejszego opracowania).

Odnosząc się do stanu rozwoju w obszarze e-administracji, autorzy zajmujący się problematyką zarządzania publicznego zwracają uwagę, iż mimo wzrastającej roli e-administracji pełni ona w większym stopniu rolę uzupełniającą

czy też pomocniczą względem administracji publicznej realizowanej w formie tradycyjnej [Skoczylas, 2022, s. 124]. Skoczylas [2022] podkreśla także, że nowoczesna administracja wymaga dostępności cyfrowej, która stanowi kluczową determinantę cyfrowej transformacji.

Biorąc pod uwagę powyższe rozważania, niewątpliwie ważne jest zwrócenie uwagi na rolę i funkcje administracji publicznej. Jednocześnie mając na uwadze rozwój e-administracji i stojące przed nią wyzwania, zasadne staje się zidentyfikowanie kluczowych wskaźników, dzięki którym możliwa jest ocena i wyznaczenie kierunków dalszych działań, zmian w badanym obszarze.

4.2. Wskaźniki identyfikujące wymiar e-administracji

Literatura na temat administracji publicznej, w tym e-administracji, dostarcza licznych inspiracji dotyczących wskaźników odnoszących się do e-administracji. Poniżej przedstawiono listę zidentyfikowanych w literaturze wskaźników zagregowanych oraz wskaźników cząstkowych.

1. E-Government Development Index (EGDI) – to wskaźnik złożony poziomu rozwoju e-administracji w krajach członkowskich Organizacji Narodów Zjednoczonych (ONZ). Uwzględnia on takie komponenty, jak świadczenie usług online, łączność telekomunikacyjną i zasoby ludzkie. Metodyka obliczania EGDI opiera się na ankiecie obecności online wśród krajów członkowskich ONZ. Indeks obliczany jest jako średnia ważona trzech znormalizowanych wyników w obszarze OSI (Online Service Index), TII (Telecommunication Infrastructure Index) oraz HCI (Human Capital Index) [United Nations, 2016]. Każdy z tych indeksów stanowi agregat, miarę złożoną ze wskaźników szczegółowych, którymi są [United Nations, 2016]:
 - dla obszaru usług online (OSI): ramy instytucjonalne, świadczenie usług, dostarczanie treści, technologia i e-partycypacja,
 - dla obszaru infrastruktury telekomunikacyjnej (TII): liczba użytkowników internetu (% populacji), liczba abonentów telefonii komórkowej (na 100 osób), liczba abonentów dostępu do szerokopasmowego internetu (na 100 osób), liczba abonentów dostępu do internetu bezprzewodowego (na 100 osób) oraz liczba abonentów telefonii stacjonarnej (na 100 osób),
 - dla obszaru kapitału ludzkiego (HCI): dorośli posiadający umiejętność pisanie i czytania, współczynnik skolaryzacji brutto, oczekiwane lata nauki szkolnej, średnia liczba lat nauki.
2. Wskaźniki Digital Public Services w ramach DESI (Digital Economy and Society Index). Wymiar cyfrowych usług publicznych, który jest składową DESI, uwzględnia następujące wskaźniki szczegółowe [European Commission, 2023a]:

- liczbę użytkowników e-administracji (ang. *e-government users*) – liczba osób, które w ostatnich 12 miesiącach skorzystały z internetu w celu wejścia w interakcję z organami administracji publicznej,
 - wstępnie wypełnione formularze (ang. *pre-filled forms*) – ilość danych, które zostały wprowadzone w formularzach online dotyczących usług publicznych,
 - cyfrowe usługi publiczne dla obywateli (ang. *digital public services for citizens*) – udział (poziom) działań ze strony administracji publicznej, które mogą być zrealizowane online w najważniejszych życiowych zdarzeniach, takich jak urodzenie dziecka, zmiana miejsca zameldowania itp.,
 - cyfrowe usługi publiczne dla biznesu (ang. *digital public services for businesses*) – udział (poziom) usług publicznych niezbędnych do założenia działalności gospodarczej i prowadzenia jej, które są dostępne online dla krajowych i zagranicznych użytkowników,
 - otwarte dane i zasoby (ang. *open data*) – zakres, w którym kraje mają politykę otwartych danych i zasobów dostępną u siebie.
3. Poziom wyposażenia oraz rodzaj e-usług świadczonych przez jednostki administracji publicznej. Główny Urząd Statystyczny w ramach prowadzonych przez siebie prac badawczych zidentyfikował wiele wskaźników odnoszących się do poziomu wyposażenia jednostek administracji publicznej w nowoczesne technologie oraz rodzajów świadczonych przez te jednostki e-usług. Wśród miar szczegółowych znalazły się [GUS, 2018]:
- dostęp do internetu w jednostkach administracji publicznej – mierzony rodzajem dostępu do internetu w badanych jednostkach (łączy w technologii DSL, inne szerokopasmowe łącze stałe, szerokopasmowe łącze mobilne, wąskopasmowe łącza mobilne),
 - prędkość połączenia internetowego w jednostkach administracji publicznej – wartość wyrażona w Mbit/s w następujących przedziałach: mniej niż 2 Mbit/s, 2-10 Mbit/s, 10-30 Mbit/s, 30-100 Mbit/s, 100 i więcej Mbit/s), 100 i więcej Mbit/s,
 - wyposażenie pracowników jednostek administracji publicznej w urządzenia mobilne z dostępem do internetu – miara wyrażona jako procentowy udział pracowników wyposażonych w urządzenia mobilne z dostępem do internetu w liczbie pracowników ogółem,
 - trudności i bariery ograniczające lub uniemożliwiające korzystanie z mobilnego dostępu do internetu w celach służbowych – ta cecha prezentuje warianty, takie jak: problemy z łącznością, wysokie koszty, obawy związane z bezpieczeństwem, przeszkody techniczne, inne przeszkody, brak potrzeby korzystania z mobilnego dostępu do internetu,

- dostęp zdalny do zasobów jednostek administracji publicznej – procentowy udział jednostek administracji publicznej oferujących swoim pracownikom zdalny dostęp do zasobów urzędu, np. poczty elektronicznej, konkretnych aplikacji, danych, dokumentów urzędu,
- wykorzystanie intranetu w jednostkach administracji publicznej – procentowy udział jednostek administracji publicznej posiadających i korzystających z intranetu,
- wykorzystanie systemu ISO 9000 w jednostkach administracji publicznej – procent jednostek administracji publicznej, które wdrożyły u siebie system ISO 9000,
- obsługa informatyczna w jednostkach administracji publicznej – miara wskazująca na sposób realizacji obsługi informatycznej w jednostkach administracji publicznej (możliwe warianty to: wydzieleni pracownicy lub komórka organizacyjna w danej jednostce, podział obsługi między wydzielonych pracowników/komórkę i podmiot zewnętrzny, podmiot zewnętrzny),
- szkolenia dla pracowników w jednostkach administracji publicznej – procentowy udział jednostek zapewniających szkolenia dla specjalistów ICT, szkolenia dla pozostałych pracowników oraz jednostek, które nie zapewniały szkoleń w zakresie ICT,
- wykorzystanie systemu Elektronicznego Zarządzania Dokumentami (EZD) w jednostkach administracji publicznej – procentowy udział jednostek administracji publicznej korzystających z EZD,
- wykorzystanie map numerycznych w jednostkach administracji publicznej – procentowy udział jednostek administracji publicznej korzystających z map numerycznych w zakresie planowania przestrzennego, planowania inwestycji, ochrony środowiska, ewidencji gruntów i budynków, gospodarki nieruchomościami, konsultacji społecznych, promocji jednostki terytorialnej, turystyki i innych spraw,
- jednostki administracji publicznej posiadające politykę lub strategię udostępniania otwartych danych publicznych (open data) – procentowy udział jednostek administracji publicznej posiadających politykę lub strategię udostępniania open data w Polsce i poszczególnych województwach,
- oprogramowanie do zarządzania zasobami jednostki (ERP) w jednostkach administracji publicznej – procentowy udział jednostek administracji publicznej, które korzystają z oprogramowania ERP w ujęciu przestrzennym oraz przekroju typu jednostek,
- Business Intelligence (BI) w jednostkach administracji publicznej – procentowy udział jednostek administracji publicznej wykorzystujących rozwiązania z zakresu BI w ujęciu przestrzennym,

- jednostki administracji publicznej, które udostępniły aplikacje mobilne – procentowy udział jednostek administracji publicznej, które udostępniły obywatelom i przedsiębiorcom aplikacje (np. Bezpieczne lubuskie, Mobilny przewodnik po Częstochowie itp.),
- strony internetowe jednostek administracji publicznej – procentowy udział jednostek administracji publicznej posiadających strony internetowe wykonane zgodnie ze standardem dostępności (WCAG), możliwą do obsługi na urządzeniach mobilnych, a także w wersji obcojęzycznej,
- usługi elektroniczne świadczone przez jednostki administracji publicznej – procentowy udział jednostek administracji publicznej świadczących usługi elektroniczne w zakresie podatków i opłat lokalnych, zarządzania nieruchomościami, drogownictwa i transportu, ochrony środowiska, inwestycji i budownictwa, geodezji i kartografii, edukacji, ochrony zdrowia, pomocy społecznej, kultury i rekreacji, bezpieczeństwa publicznego i wymiaru sprawiedliwości,
- korzyści dostrzegane przez jednostki administracji publicznej z tytułu świadczenia e-usług – procentowy udział jednostek, które wskazują na korzyści, takie jak: skrócenie czasu realizacji usług, brak potrzeby składania dodatkowych dokumentów, zwiększenie liczby obsługiwanych interesantów, wzrost liczby usług świadczonych drogą elektroniczną, uproszczenie procedur obsługi interesantów, wzrost satysfakcji interesantów obserwowany przez pracowników, wzrost satysfakcji interesantów stwierdzony na podstawie badań, obniżenie kosztów obsługi interesantów, uzyskanie feedbacku od interesantów na temat ich potrzeb, jakości obsługi oraz propozycji usprawnień, identyfikacja rzadko stosowanych sposobów świadczenia usług,
- elektroniczna skrzynka podawcza w jednostkach administracji publicznej – procent jednostek administracji publicznej wykorzystujących elektroniczną skrzynkę podawczą (ePUAP),
- udostępnianie danych przestrzennych obywatelom drogą elektroniczną przez jednostki administracji publicznej – procent jednostek udostępniających obywatelom dane przestrzenne, takie jak właściwości geometryczne obiektów przestrzennych, daty utworzenia danego obiektu, związki między obiektami przestrzennymi, atrybuty opisowe obiektu przestrzennego w formie danych o ewidencji gruntów i budynków, ortofotomap i innych,
- elektroniczne składanie wniosków dotyczących „Rodziny 500+” do jednostek administracji publicznej – procentowy udział jednostek administracji publicznej, do których można złożyć wniosek dotyczący „Rodziny 500+” drogą elektroniczną,
- uwierzytelnianie w e-usługach udostępnianych przez jednostki administracji publicznej – odsetek jednostek administracji publicznej, w których istniał wymóg uwierzytelniania co najmniej jednej e-usługi.

4. Zrównoważony indeks rozwoju e-administracji (BEGIX) – wskaźnik złożony opracowany w formie karty wyników pozwalającej sprawdzić poziom realizacji celów strategicznych przy uwzględnieniu pięciu obszarów, takich jak: korzyści, efektywność, uczestnictwo, przejrzystość i zarządzanie zmianą [Mańkowska, 2016].
5. Wartość publiczna z IT (PVIT) – wskaźnik wpływu wykorzystania ICT w administracji na jakość obsługi, efektywność operacyjną oraz polityczną stopę zwrotu [Mańkowska, 2016].
6. Wartość publiczna z e-administracji (PVEG) – oczekiwania obywateli w stosunku do e-administracji [Twizeyimana i Andersson, 2019].

4.3. Źródła danych i sposób ich pozyskania

Wskaźniki opisane w poprzednim punkcie rozdziału zostały zaprezentowane w tabeli 6 wraz ze źródłami opisującymi ich istotę i/lub metodykę obliczania.

Tabela 6. Zestawienie wskaźników i źródeł danych dla wymiaru e-administracja

Wskaźnik zagregowany	Wskaźnik cząstkowy	Źródło danych do wskaźnika
1	2	3
Poziom rozwoju e-administracji (e-government)	E-Government Development Index	UN Knowledge Database, https://publicadministration.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2016-Survey/Annexes.pdf
Poziom usług publicznych online	OSI (Online Services Index)	UN Knowledge Database, https://publicadministration.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2016-Survey/Annexes.pdf
Poziom rozwoju infrastruktury telekomunikacyjnej	TII (Telecommunication Infrastructure Index)	UN Knowledge Database, https://publicadministration.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2016-Survey/Annexes.pdf
Poziom rozwoju kapitału ludzkiego	HCI (Human Capital Index)	UN Knowledge Database, https://publicadministration.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2016-Survey/Annexes.pdf
Poziom rozwoju cyfrowych usług publicznych	- użytkownicy e-administracji, - wstępnie wypełnione formularze, - cyfrowe usługi publiczne dla obywateli, - cyfrowe usługi publiczne dla biznesu, - otwarte dane i zasoby	Komisja Europejska, https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirect?on=document/88557
Poziom wyposażenia jednostek administracji publicznej (j.a.p.) w nowoczesne technologie	- dostęp do internetu w j.a.p., - prędkość połączenia internetowego w j.a.p., - wyposażenie pracowników j.a.p. w urządzenia mobilne,	GUS [2018], https://stat.gov.pl/download/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/6337/2/1/1/pozyskiwanie_wskaznikow_z_zakresu_e-administracji.pdf

cd. tabeli 6

1	2	3
	• trudności i bariery ograniczające lub uniemożliwiające korzystanie z mobilnego internetu w celach służbowych w j.a.p., • dostęp zdalny do zasobów j.a.p., • wykorzystanie intranetu w j.a.p., • wdrożenie ISO 9000 w j.a.p., • obsługa informatyczna w j.a.p., • szkolenia dla pracowników w j.a.p., • wykorzystanie systemu Elektronicznego Zarządzania Dokumentami w j.a.p., • wykorzystanie map numerycznych w j.a.p., • j.a.p. posiadające politykę lub strategię udostępnienia otwartych danych publicznych, • oprogramowanie do zarządzania zasobami jednostki (ERP) w j.a.p., • Business Intelligence w j.a.p., • j.a.p., które mierzyły efektywność inwestycji w ICT	
Rodzaje e-usług świadczonych przez administrację publiczną	• udostępnianie aplikacji mobilnych przez j.a.p., • strony www j.a.p., • usługi elektroniczne świadczone przez j.a.p., • elektroniczna skrzynka podawcza w j.a.p., • udostępnianie danych przestrzennych obywatelom drogą elektroniczną przez j.a.p., • elektroniczne składanie wniosków dotyczących programu „Rodzina 500+” do j.a.p., • wymóg uwierzytelniania w e-usługach publicznych udostępnianych przez j.a.p.	GUS [2018], https://stat.gov.pl/download/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/6337/2/1/1/pozyskiwanie_wskaznikow_z_zakresu_e-administracji.pdf
Poziom realizacji celów strategicznych administracji publicznej	• BEGIX (Balanced E-Government Index)	Bertelsmann Foundation, https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/GP_Balanced_E-Government.pdf
Poziom wartości publicznej z IT	• PVIT (Public Value of IT)	A. Di Maio [2003], <i>Beyond ROI in e-government: introducing the Public Value of IT</i> , IDA e-Government News, European Commission
Poziom wartości wspólnej dla wszystkich grup odbiorców usług e-administracji	• PVEG (Public Value of E-Government)	J.D. Twizeyimana, A. Andersson [2019], <i>The public value of E-Government – a literature review</i> , „Government Information Quarterly”, Vol. 26(2), s. 167-178

Źródło: Opracowanie własne.

4.4. Ocena i wybór wskaźników – reprezentantów e-administracji do indeksu gospodarki cyfrowej

Publikacje podejmujące problematykę e-administracji zawierają wiele propozycji wskaźników odnoszących się do tego obszaru. Narzędzia, jakimi są wskaźniki e-administracji, dotyczą bardzo wielu aspektów, a niniejszy rozdział pokazuje jedynie część możliwości wypracowanych przez różnych autorów i zespoły badawcze.

Indeks gospodarki cyfrowej stanowi zagregowaną miarę, która w wymiarze e-administracji niewątpliwie powinna wykorzystywać takie narzędzia pomiarowe, które umożliwiają ocenę sytuacji w danym kraju oraz jej porównanie w skali danego regionu, a także całego świata.

W ocenie autorki niniejszego rozdziału do nowego indeksu gospodarki cyfrowej warto włączyć wybrane elementy E-Government Development Index odnoszące się do poziomu infrastruktury, kapitału ludzkiego oraz usług online oraz wskaźnik poziomu rozwoju cyfrowych usług publicznych stanowiący część indeksu DESI.

Wartościowe z praktycznego punktu widzenia będą także wybrane miary wypracowane przez GUS, który przeprowadził z ich wykorzystaniem badania, a ich wyniki pozwoliły ocenić sytuację jednostek administracji publicznej w Polsce. Mankamentem propozycji ze strony GUS są utrudnienia na poziomie porównania Polski do innych krajów, jednak dla celów wewnętrznej oceny zarówno poziom szczegółowości, jak i prostoty pomiaru zachęcają do wykorzystania tych doświadczeń w konstrukcji indeksu gospodarki cyfrowej.

ROZDZIAŁ V. KONSUMPCJA 4.0

Agata Stolecka-Makowska

5.1. Konsumpcja 4.0 jako przedmiot pomiaru

Pojęcie Konsumpcji 4.0 wiąże się z obserwowanymi zmianami w zachowaniach i preferencjach konsumentów w erze cyfrowej transformacji gospodarki. Aktywność rynkowa konsumentów połączonych za pomocą różnych technologii mobilnych z internetem oraz czerpiących z jego zasobów wiedzę na każdy temat przejawia się w innym sposobie zaspokojenia przez nich potrzeb konsumpcyjnych. Nowe możliwości technologiczne, umiejętności i doświadczenia cyfrowe zdobyte przez konsumentów oraz ich zaangażowanie w tworzenie treści i produktów przyczyniły się do ewoluowania konsumpcji w kierunku konsumpcji cyfrowej (Konsumpcji 4.0). Konsumpcja cyfrowa, jako specyficzny behawioralny przejaw uczestnictwa w usługach informacyjno-komunikacyjnych (ICT), zaspokaja potrzeby informacyjne i społeczne konsumentów poprzez wykorzystanie zasobów internetu [Zhang i in., 2022].

Przedmiotem tak rozumianej Konsumpcji 4.0 są produkty i usługi, które cechują się swoim niematerialnym charakterem i mogą być dostępne w wersji zdigitalizowanej (np. w postaci plików, kont, streamingu). Są tworzone i rozpowszechniane za pomocą internetu lub innych technologii informacyjno-komunikacyjnych na różnego rodzaju platformach [www8, www9]. Bardzo często są świadczone w formule SaaS (Software as a Service), tzw. modelu subskrypcyjnym [Fundacja Digital Poland, 2021].

Ze względu na to co jest przedmiotem Konsumpcji 4.0 można mówić o różnych jej rodzajach. Najczęściej wymieniane rodzaje konsumpcji cyfrowej to [www9, www10]:

- konsumpcja treści cyfrowych, czyli korzystanie z różnych form informacji, rozrywki i edukacji dostępnych online. Konsumpcja treści cyfrowych może być bezpłatna lub płatna (np. subskrypcje). Dotyczy zakupu dostępu do m.in.: e-booków, seriali/filmów, teledysków/muzyki, gier, kursów, podcastów, blogów, portali informacyjnych,
- konsumpcja dóbr cyfrowych to nabywanie i użytkowanie różnych produktów dostępnych i oferowanych w formie zdigitalizowanej. Ten rodzaj konsumpcji jest zazwyczaj płatny, odbywa się najczęściej dzięki zakupowi produktów/usług cyfrowych, subskrypcji czy licencji. Do takich dóbr przykładowo zaliczamy pliki zawierające oprogramowanie, aplikację, gry, muzykę, filmy, e-booki,

- konsumpcja usług cyfrowych polega na korzystaniu z różnych usług świadczonych online (np. kulturowych, transportowych, bankowych, turystycznych, zdrowotnych, ubezpieczeniowych, komunikacyjnych).

Sposób pomiaru Konsumpcji 4.0 zależy od sposobu jej definiowania i operacjonalizacji.

W ujęciu szerokim Konsumpcję 4.0 można rozumieć jako sposób w jaki konsumenci zaspokajają swoje potrzeby poprzez korzystanie (konsumowanie, użytkowanie) produktów i usług cyfrowych w czasach powszechnego dostępu do internetu, zaawansowanych cyfrowych technologii, sztucznej inteligencji i big data [www11].

W węższym znaczeniu Konsumpcja 4.0 oznacza konsumpcję treści cyfrowych, pozyskanych dzięki wykorzystaniu różnych urządzeń połączonych z internetem, dostępnych online lub pobieranych w postaci plików audio (np. audiobook) i video (np. seriale, teledyski) oraz innych aplikacji, programów, gier czy mediów społecznościowych [www10].

Konsumpcja 4.0 wiąże się z nowymi miejscami konsumpcji (np. platformy e-commerce, media społecznościowe, aplikacje mobilne), nowym sposobem konsumowania (np. opartym na dostępie, użytkowaniu i współużytkowaniu, a nie posiadaniu) oraz z większym zaangażowaniem konsumentów w ten proces (personifikacja, współtworzenie i tworzenie treści). Konsumenci produkują dane, oglądając treści internetowe, kupując i konsumując je za pośrednictwem sieci. Kluczowy staje się dostęp do treści internetu i posiadane urządzenia wykorzystywane w tym celu przez konsumentów. Przestrzenią do Konsumpcji 4.0 są zazwyczaj gospodarstwa domowe i ich wyposażenie w urządzenia mobilne oraz szerzej inteligentne miasta, oplecione internetem [Śledziwska i Włoch, 2020, s. 188-210].

Istotą konsumpcji cyfrowej jest wykorzystanie technologii cyfrowych do pozyskania różnych treści, co skutkuje zwiększeniem świadomości rynkowej, społecznej i ekologicznej konsumentów, jak i personalizacją oferty, kanałów komunikacji oraz kładzeniem większego nacisku na doświadczenia i emocje związane z użytkowaniem produktów, a nie ich posiadaniem [www12].

Konsumpcja 4.0 ma swoje odzwierciedlenie w sposobie korzystania konsumentów z zaawansowanych technologii cyfrowych, dzięki którym są bardziej interaktywni, świadomi i zaangażowani zakupowo. Konsumenci, będąc praktycznie cały czas online, konsumują różne treści cyfrowe dzięki wykorzystaniu różnych urządzeń mobilnych (np. smartfon, tablet) i nowych technologii cyfrowych (np. IoT, AR, AI, VR)³. Ich doświadczenie i dojrzałość cyfrowa przejawia-

³ Znajomość i popularność nowych technologii wśród konsumentów potwierdzają badania zrealizowane przez Deloitte. Wyniki pokazują, że prawie połowa polskich konsumentów ma świadomość istnienia narzędzi generatywnej sztucznej inteligencji (przy czym w grupie wiekowej

ją się w wykorzystaniu nowych modeli biznesowych (np. platform współdzielenia)⁴ i aplikacji ułatwiających podejmowanie ekologicznych i społecznie odpowiedzialnych decyzji⁵.

Konsumpcja 4.0 ma określone zalety i wady. Najczęściej przywoływanymi zaletami są: wygoda, dostępność, różnorodność, interaktywność. Niemniej jednak konsumpcja cyfrowa, poprzez nadmierne korzystanie konsumentów z technologii, może prowadzić do różnego rodzaju zagrożeń. Do głównych wyzwań zalicza się: bezpieczeństwo, prywatność, autonomia, jakość, zrównoważenie między życiem fizycznym a tym prowadzonym w rzeczywistości wirtualnej, uzależnienie i etykę [Kanungo i in., 2022].

Podmiotem Konsumpcji 4.0 jest konsument cyfrowy (digitalny), inaczej nazywany e-konsumentem, który najogólniej określając realizuje swoje aktywności w środowisku cyfrowym. E-konsument korzysta z narzędzi cyfrowych, takich jak platformy e-commerce, media społecznościowe oraz aplikacje mobilne, co pozwala mu podejmować dynamiczne, spersonalizowane decyzje zakupowe. Literatura przedmiotu podkreśla, że e-konsument cechują się większym stopniem zaangażowania w proces decyzyjny, głównie dzięki łatwemu dostępowi do informacji i opinii online⁶.

Konsumpcja 4.0. ma złożoną i niejednorodną naturę. Jest wieloaspektowa, a jej wielowymiarowość narzuca wskazanie najczęściej rozpoznawalnych obszarów i wskaźników umożliwiających jej pomiar i analizę.

5.2. Wskaźniki identyfikujące Konsumpcję 4.0

Wymiar Konsumpcji 4.0 może obejmować różnorodne wskaźniki umożliwiające zrozumienie i ocenę poziomu Konsumpcji 4.0 w danym społeczeństwie oraz zmian w zachowaniach konsumentów funkcjonujących w gospodarce cyfrowej. Do pomiaru Konsumpcji 4.0 można wykorzystać wskaźniki: konsumpcji internetu, konsumpcji mediów cyfrowych i internetowych, konsumpcji mediów społecznościowych, konsumpcji produktów cyfrowych świadczonych w formule subskrypcji lub licencji. Jako uzupełniające miary w tym zakresie uznano wskaźniki: wykorzystania technologii cyfrowych, cyfrowego zaangażowania

18-24 jest ich aż 84%). Ponadto od 60 do 80% z tych konsumentów testowało już możliwości AI (częściej młodszy niż starszy). Patrz więcej: [Deloitte, 2024].

⁴ Wśród platform umożliwiających użytkownikom dzielenie się produktami/usługami można wymienić: BlaBlaCar, Uber (usługi transportowe); Airbnb, Homeexchange (usługi mieszkaniowe), Spotify, Netflix (rozrywka).

⁵ Obecnie obserwuje się pojawianie się nowych sposobów konsumpcji cyfrowej, takich jak np. konsumpcja współdzielenia. Więcej: Gajdzik, Kol i Stolecka-Makowska [2023].

⁶ Konsument cyfrowy jest różnie definiowany w literaturze przedmiotu. Patrz więcej: Jaciow, Wolny i Stolecka-Makowska [2000]; Jaciow i Wolny [2022].

konsumenta, wydatków na subskrypcje, wzorców konsumpcji cyfrowej i dojrzałości cyfrowej konsumentów.

Wskaźnik zagregowany *konsumpcji internetu* odnosi się do korzystania z internetu oraz sposobów łączenia z nim. W ramach wskaźnika wyodrębniono następujące wskaźniki cząstkowe:

- korzystanie z internetu,
- częstotliwość korzystania z internetu (w ciągu ostatnich 3 miesięcy),
- urządzenia używane w celu łączenia się z internetem (w ciągu ostatnich 3 miesięcy),
- korzystanie z internetu w sprawach prywatnych (w ciągu ostatnich 3 miesięcy),
- mobilny dostęp do internetu,
- miejsce korzystania z internetu,
- odsetek populacji korzystający ze smartfonów do celów niezwiązanych z pracą,
- dzienny czas spędzony na korzystaniu z internetu na wszystkich urządzeniach, w tym przez smartfon, przez komputer lub tablet (w godzinach),
- średni dzienny czas spędzony na korzystaniu z internetu (według wieku i płci).

Wskaźnik *konsumpcji mediów cyfrowych i internetowych* to korzystanie z internetu w celu oglądania telewizji, filmów i video online/streamingowych, słuchania transmisji radiowych i muzyki/podcastów streamingowych, czytania mediów prasowych online i grania w gry online/streamingowe. W ramach wskaźnika wyodrębniono następujące wskaźniki cząstkowe:

- sumę spędzonego czasu przez użytkowników na wybranej witrynie (w latach/dniach/godzinach),
- oglądanie mediów w miejscu zamieszkania i poza nim (radio, telewizji),
- liczbę użytkowników VOD (ang. *mobile video-on-demand*) i streamingu video SVOD (ang. *subscription video-on-demand*),
- najczęściej pobieranie aplikacje do VOD,
- najczęściej pobierane aplikacje do muzyki streamingowej,
- muzykę streamingową,
- tygodniowy czas spędzony na oglądaniu video online (w %),
- czas konsumpcji VOD przez urządzenie,
- YouTube Shorts – dzienne wejścia (w mln).

Wskaźnik *konsumpcji mediów społecznościowych* obejmuje częstotliwość i sposób korzystania z mediów społecznościowych jako bierny (konsumowanie publikowanych treści) i aktywny użytkownik (pozostawianie informacji w formie postów, komentarzy czy emotek). W ramach wskaźnika wyodrębniono następujące wskaźniki cząstkowe:

- dzienny czas spędzony w social mediach,
- średni dzienny czas spędzony w mediach społecznościowych (w mln użytkowników),

- korzystanie z mediów społecznościowych w ciągu minuty internetowej,
- odsetek ludzi korzystających z mediów społecznościowych jako źródła wiadomości,
- pobieranie aplikacji społecznościowych,
- dzienna liczba użytkowników aktywnie korzystających z Facebooka (w mln).

Wskaźnik *dostęp do treści cyfrowych* określony jest przez posiadane subskrypcje, software oraz aplikacje mobilne. W ramach wskaźnika wyodrębniono następujące wskaźniki cząstkowe:

- rodzaje produktów cyfrowych kupionych lub subskrybowanych przez internet w ciągu ostatnich 3 miesięcy (z wyróżnieniem: muzyki, filmów i seriali, e-booków, magazynów i gazet elektronicznych, gier, oprogramowania, aplikacji),
- osoby wykonujące czynność pobierania lub instalowania oprogramowania lub aplikacji w ciągu ostatnich 3 miesięcy,
- liczba ściągniętych aplikacji mobilnych według wieku,
- korzystanie z aplikacji mobilnych,
- najczęściej pobierane aplikacje e-book i audiobook.

Wskaźnik *wykorzystania technologii cyfrowych* to korzystanie z IoT (internet rzeczy), AR (rozszerzona rzeczywistość), VR (wirtualna rzeczywistość), AI (sztuczna inteligencja). W ramach wskaźnika wyodrębniono następujące wskaźniki cząstkowe:

- dostępność i wykorzystanie zaawansowanych technologii cyfrowych i informatycznych, np. AI, chmura obliczeniowa, IoT,
- osoby korzystające z internetu rzeczy,
- wykorzystanie usługi w chmurze,
- aktywności internetowe przy użyciu smart TV,
- posiadana elektronika użytkowa, AGD, inteligentne urządzenia domowe,
- połączenia IoT na świecie według aplikacji (w mld),
- liczba urządzeń IoT dalekiego i bliskiego zasięgu (w mln),
- liczba użytkowników urządzeń z obszaru AR i VR,
- odsetek osób korzystających z AI,
- częstotliwość korzystania z AI.

Wskaźnik *cyfrowego zaangażowania konsumentów* rozumiany jest jako aktywności internetowe konsumentów, w efekcie których pozostawiają oni ślad w internecie, m.in. w postaci: wystawiania opinii o produkcie/usłudze, brania udziału w programach lojalnościowych, dawania lajków pod produktami/usługami, udostępniania komunikatów firm, wchodzenia w interakcje z innymi konsumentami. W ramach wskaźnika wyodrębniono następujące wskaźniki cząstkowe:

- przeglądanie stron www,
- interakcje w mediach społecznościowych,

- liczba aktywnych użytkowników na wybranych stronach www,
- udział w programach lojalnościowych,
- liczba wystawionych opinii i komentarzy.

Wskaźnik odnoszący się do *wydatków na usługi streamingowe* to poniesione koszty przez konsumentów w związku z posiadaniem dostępu do różnych treści internetowych. W ramach wskaźnika wyodrębniono następujące wskaźniki cząstkowe:

- średnie miesięczne/roczne wydatki na osobę/gospodarstwo domowe na wybrane kategorie produktów i usług cyfrowych,
- średnie miesięczne wydatki na poszczególne usługi subskrypcji: streaming filmów VOD; streaming muzyki; oprogramowanie komputerowe – licencje; gry online na komputer lub konsolę; programy biurowe, np. Office; aplikacje lub gry mobilne ściągnięte na telefon lub tablet; dostęp do audiobooków; platformy edukacyjne.

Wskaźnik odnoszący się do *wzorców konsumpcji cyfrowej* dotyczy przede wszystkim obecnych trendów związanych z platformizacją i współdzieleniem konsumpcji. W ramach wskaźnika wyodrębniono następujące wskaźniki cząstkowe:

- indywidualne wykorzystanie ekonomii współpracy,
- korzystanie z wybranych platform internetowych,
- wykorzystanie nowych modeli biznesu przez konsumentów.

Wskaźnik *dojrzałości cyfrowej konsumentów* odnosi się do poziomu umiejętności i kompetencji konsumentów w zakresie wykorzystania narzędzi, platform, aplikacji cyfrowych w procesie pozyskiwania treści internetowych. W ramach wskaźnika wyodrębniono następujące wskaźniki cząstkowe:

- poziom umiejętności cyfrowych osób,
- umiejętności cyfrowe w zakresie oceny danych, informacji i treści,
- poziom umiejętności z zakresu wykorzystania narzędzi, platform i aplikacji cyfrowych,
- umiejętności gromadzenia i analizy pozyskanych treści cyfrowych.

5.3. Źródła danych i sposób ich pozyskania

Zaproponowane wskaźniki wymiaru Konsumpcji 4.0 są opracowane na podstawie informacji pochodzących z krajowych (GUS) i zagranicznych (Eurostat) publikacji statystycznych i baz danych, portali statystycznych (np. statista.com) oraz raportów opracowywanych przez agencje badawcze (np. Gemius, Deloitte, Digital Poland, Datareportal). Za dodatkowe źródło danych do wskaźników Konsumpcji 4.0 można uznać informacje pierwotne pozyskane ze specjalnie w tym celu zaprojektowanych i zrealizowanych badań bezpośrednich lub z przeprowadzonych analiz z wykorzystaniem np. narzędzia Google Analytics.

Pomiaru Konsumpcji 4.0 można dokonać wykorzystując jedynie źródła zapewniające porównywalność (corocznie aktualizowane), dostępność (nieodpłatne) i wiarygodność (oparte na rzetelnej metodologii). Do takich źródeł z pewnością można zaliczyć publikacje i bazy GUS-u oraz Eurostatu (tabela 7).

Tabela 7. Zestawienie wskaźników i źródeł danych dla wymiaru Konsumpcja 4.0

Wskaźnik zagregowany	Wskaźnik cząstkowy	Źródło danych do wskaźnika
1	2	3
Konsumpcja internetu	- korzystanie z internetu, - częstotliwość korzystania z internetu w ciągu ostatnich 3 miesięcy, - urządzenia używane w celu łączenia się z internetem w ciągu ostatnich 3 miesięcy, - korzystanie z internetu w sprawach prywatnych w ciągu ostatnich 3 miesięcy	GUS [2023f], <i>Spółeczeństwo informacyjne</i> , https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/wykorzystanie-technologii-informacyjno-komunikacyjnych-w-jednostkach-administracji-publicznej-przedsiębiorstwach-i-gospodarstwach-domowych-w-2023-roku,3,23.html
	- mobilny dostęp do internetu, - miejsce korzystania z internetu, - odsetek populacji korzystający ze smartfonów do celów niezwiązanych z pracą	Eurostat, <i>Digital economy and society</i> , https://ec.europa.eu/eurostat/data/database
	- dzienny czas spędzony w internecie, - dzienny czas spędzony na korzystaniu z internetu na wszystkich urządzeniach (w godzinach), - dzienny czas spędzony na korzystaniu z internetu przez smartfon (w godzinach), - dzienny czas spędzony na korzystaniu z internetu przez komputer lub tablet (w godzinach)	Raport „Digital 2024: Poland”, https://datareportal.com/reports/digital-2023-poland ⁷
	- dostęp do internetu w domu, - mobilny dostęp do internetu, - posiadanie i korzystanie ze smartfonów, - średni dzienny czas spędzony na korzystaniu z internetu (według wieku i płci)	Internet usage worldwide na www.statista.com (dane płatne), https://www.statista.com/markets/424/topic/537/demographics-use/#overview
Konsumpcja mediów cyfrowych i internetowych (streaming video i muzyka, gry online)	- suma spędzonego czasu przez użytkowników na wybranej witrynie (w latach/dniach/godzinach), - oglądalność mediów w miejscu zamieszkania i poza nim (dla radio i telewizja)	Polskie Badanie Internetu (PBI) Mediapanel Gemius
	- liczba użytkowników VOD i SVOD, - najczęściej pobierane aplikacje VOD, - najczęściej pobierane aplikacje do muzyki streamingowej	Media. TV, Video&Film na www.statista.com (dane płatne)

⁷ Raporty publikowane corocznie od 2015 roku przez Datareportal. Zakres przestrzenny odnosi się do Polski oraz innych krajów.

cd. tabeli 7

1	2	3
	• tygodniowy czas spędzony na oglądaniu video online (w %), • czas spędzony na oglądaniu video streaming według urzędów, • najczęściej oglądane typy treści video w ciągu tygodnia (w %), • liczba subskrybentów SVOD, • udział użytkowników oglądających treści za pośrednictwem serwisów streamingowych, • czas konsumpcji VOD przez urządzenie, • YouTube Shorts – dzienne wejścia (w mln)	Online Video&Entertainment na www.statista.com (dane płatne)
	• udział osób grających w gry video na tablecie lub smartfonie (gry online i mobilne), • częstotliwość grania wśród graczy mobilnych i wśród graczy online, • najczęściej pobierane aplikacje mobilne do gier, • udział graczy korzystających z przeglądarek internetowych	Video Gaming& eSport na www.statista.com (dane płatne)
	• dzienny czas spędzony na oglądaniu telewizji (transmisja i streaming), • dzienny czas spędzony na czytaniu mediów prasowych (online i drukowanych), • dzienny czas spędzony na słuchaniu muzyki streamingowej oraz transmisji radiowych oraz podcastów, • dzienny czas spędzony na korzystaniu z konsoli do gier	Raport „Digital 2024: Poland”, https://datareportal.com/reports/digital-2023-poland
Konsumpcja mediów społecznościowych	• dzienny czas spędzony w social mediach, • wykorzystywane sieci społecznościowe przez konsumentów (w mln użytkowników), • średni dzienny czas spędzony w mediach społecznościowych (najczęściej szukane treści w minutach), • korzystanie z mediów społecznościowych w ciągu minuty internetowej, • odsetek ludzi korzystających z mediów społecznościowych jako źródła wiadomości, • pobierane aplikacje społecznościowe, • dzienna liczba użytkowników aktywnie korzystających z Facebooka (w mln)	Social Media& User-Generated Content na www.statista.com (dane płatne)
Dostęp do treści cyfrowych (subskrypcje, software, aplikacje mobilne)	• rodzaje produktów cyfrowych kupionych lub subskrybowanych przez internet w ciągu ostatnich 3 miesięcy (muzyka, filmy i seriale, e-booki, magazyny i gazety elektroniczne, gry, oprogramowanie, aplikacje związane ze zdrowiem i aktywnością fizyczną, inne aplikacje),	GUS [2023f], <i>Spółeczeństwo informacyjne</i> , https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spolczenstwo-informacyjne/spoleczenstw-informacyjne/wykorzystanie-technologii-informacyjno-komunikacyjnych-w-jednostkach-administracji-publicznej-przedsiębiorstwach-i-gospodarstwach-domowych-w-2023-roku,3,23.html

cd. tabeli 7

1	2	3
	osoby wykonujące czynność pobierania lub instalowania oprogramowania lub aplikacji w ciągu ostatnich 3 miesięcy	Mobile internet & Apps na www.statista.com (dane płatne)
	- korzystanie z aplikacji mobilnych, - liczba ściągniętych aplikacji mobilnych według kategorii, - najczęściej pobierane aplikacje e-book i audiobook	Mobile internet & Apps na www.statista.com (dane płatne)
Wykorzystywanie technologii cyfrowych (IoT, AR, VR, AI)	- dostęp do internetu w gospodarstwach domowych, - rodzaje połączeń internetowych w gospodarstwach domowych, - dostępność i wykorzystanie zaawansowanych technologii cyfrowych i informatycznych, np. sztuczna inteligencja, chmura obliczeniowa, internet rzeczy (IoT)	GUS [2023f], <i>Spółeczeństwo informacyjne</i> , https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spolczenstwo-informacyjne/spoleczenstw-informacyjne/wykorzystanie-technologii-informacyjno-komunikacyjnych-w-jednostkach-administracji-publicznej-przedsiębiorstwach-i-gospodarstwach-domowych-w-2023-roku,3,23.html
	osoby korzystające z urządzeń internetu rzeczy (IoT)	GUS [2022a], <i>Jak korzystamy z Internetu?</i> www.stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spolczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/jak-korzystamy-z-internetu-2022,5,13.html
	- korzystanie z internetu rzeczy, - wykorzystanie usługi w chmurze, - aktywności internetowe przy użyciu smart TV	Eurostat, Digital economy and society, www.ec.europa.eu/eurostat/data/database
	- posiadana elektronika użytkowa, AGD, inteligentne urządzenia domowe, - połączenia IoT na świecie według aplikacji (w mld), - liczba urządzeń IoT dalekiego i bliskiego zasięgu (w mln)	Technology & Telecommunication na www.statista.com (dane płatne)
	liczba użytkowników urządzeń z obszaru AR i VR	Statista Advertising& Media Outlook na www.statista.com (dane płatne)
	- odsetek osób korzystający z AI, - częstotliwość korzystania z AI	Digital Consumer Trends 2023. Polska edycja. cz. 1, Deloitte.
	- przeglądanie stron www, - interakcje w mediach społecznościowych, - liczba aktywnych użytkowników na wybranych stronach www, - udział w programach lojalnościowych, - liczba wystawionych opinii, komentarzy	Google Analytics Media: statista.com
Wydatki na usługi subskrypcji	- średnie miesięczne/roczne wydatki na osobę/gospodarstwo domowe na wybrane kategorie produktów i usług cyfrowych, - średnie miesięczne wydatki na poszczególne usługi subskrypcji: streaming filmów VOD; streaming muzyki; oprogramowanie komputerowe – licencje; gry online na komputer lub konsolę; programy biurowe, np. Office;	Raport: Subskrypcje [2021], Digital Poland, s. 97-100

cd. tabeli 7

1	2	3
	aplikacje lub gry mobilne ściągane na telefon lub tablet; dostęp do audiobooków; platformy edukacyjne	
Wzorce konsumpcji cyfrowej	• indywidulane wykorzystanie ekonomii współpracy	Eurostat, <i>Digital economy and society</i> , www.ec.europa.eu/eurostat/data/database
	• korzystanie z wybranych platform internetowych,	Badania bezpośrednie
	• wykorzystanie nowych modeli biznesu	
Dojrzałość cyfrowa konsumentów	• poziom umiejętności cyfrowych osób,	Eurostat, <i>Digital economy and society</i> , www.ec.europa.eu/eurostat/data/database
	• umiejętności cyfrowe w zakresie: ocena danych, informacji i treści cyfrowych	Badania bezpośrednie
	• poziom umiejętności z zakresu wykorzystania narzędzi, platform i aplikacji cyfrowych w procesie podejmowania decyzji konsumpcyjnych	

Źródło: Opracowanie własne.

5.4. Ocena i wybór wskaźników – reprezentantów Konsumpcji 4.0 do indeksu gospodarki cyfrowej

Do głównego indeksu gospodarki cyfrowej wybrano wskaźniki opisujące Konsumpcję 4.0 jako konsumpcję internetu, mediów cyfrowych i internetowych, społecznościowych oraz zaangażowanie konsumentów w aktywności internetowe, czego dopełnieniem jest sposób dostępu do treści cyfrowych i wykorzystywane technologie cyfrowe (IoT, AR, VR, AI). Dodatkowym kryterium klasyfikującym wybrane wskaźniki jest możliwość ich wykorzystania i dokonywania porównań międzynarodowych oraz wiarygodność i aktualność baz danych (dane z GUS-u, Eurostatu i portalu statista.com). Wskaźnikami reprezentującymi wymiar Konsumpcji 4.0 w głównym indeksie są:

- konsumpcja internetu (korzystanie z internetu i wykorzystywane urządzenia do połączenia z nim),
- konsumpcja mediów cyfrowych i internetowych (oglądanie telewizji, filmów, wideo, seriali online/streamingowych, słuchanie transmisji radiowych i muzyki/podcastów, granie w gry),
- konsumpcja mediów społecznościowych,
- dostęp do treści cyfrowych (posiadane subskrypcje, software, aplikacje),
- wydatki poniesione na usługi subskrypcji,
- wykorzystywanie technologii cyfrowej (IoT, AR, VR, AI).

Wymienione wskaźniki mogą stanowić punkt wyjścia do pomiaru Konsumpcji 4.0, ale przy analizie konkretnego rynku powinno się dodatkowo uwzględnić specyfikę branży.

ROZDZIAŁ VI. PRACA 4.0

Izabela Marzec

6.1. Praca 4.0 jako przedmiot pomiaru

Rozwój technologii cyfrowych jest jednym z najważniejszych zjawisk wyznaczających obecnie kierunek przemian w sferze społeczno-gospodarczej. Ich wpływ wyraźnie zaznacza się w wielu obszarach życia społecznego i gospodarczego, w tym także w funkcjonowaniu przedsiębiorstw. Dynamiczny rozwój gospodarki cyfrowej w ostatniej dekadzie silnie oddziałuje na ludzi i wykonywaną przez nich pracę. Przemianie ulega jej natura, warunki pracy, jak i wzajemne oczekiwania pracodawców i pracowników. Zjawisko to skutkuje wieloma szansami i zagrożeniami, które określają warunki funkcjonowania organizacji i sposobu zarządzania nimi. W tym kontekście zasoby ludzkie zyskały kluczowe znaczenie dla przetrwania i rozwoju organizacji. Zmiany społeczno-gospodarcze, dynamiczny przyrost wiedzy i znaczenia kapitału intelektualnego, rewolucja informatyczna, cyfryzacja procesów biznesowych pociągają za sobą również ewolucję sposobu zarządzania zasobami ludzkimi (ZZL). Procesy personalne stopniowo ulegają digitalizacji. Wyłaniają się nowe modele ZZL dostosowane do warunków gospodarki cyfrowej. W wielu branżach poprzez wprowadzenie technologii cyfrowych następuje szybka transformacja procesu pracy, która wiąże się z odmiennymi wymogami kompetencyjnymi wobec pracowników. Procesy te wpływają zarówno na zewnętrzny, jak i wewnętrzny rynek pracy organizacji. Ponadto są one potęgowane przez występujące trendy demograficzne, przemiany pokoleniowe i starzenie społeczeństwa większości krajów rozwiniętych gospodarczo.

Sytuacja ta stanowi dla polskiej gospodarki i przedsiębiorstw poważne wyzwanie, któremu będą one w stanie sprostać jedynie proaktywnie dostosowując swoje działania do nowych warunków funkcjonowania. Dotyczy to szczególnie zarządzania zasobami ludzkimi, w obszarze którego stosowane metody i narzędzia powinny odpowiadać wymaganiom stawianym przez Gospodarkę 4.0, postępującemu procesowi cyfryzacji pracy i wyłanianiu się koncepcji Pracy 4.0. Dostosowanie to jest jednakże możliwe jedynie wówczas, gdy będzie przeprowadzona analiza i diagnoza obecnego poziomu cyfryzacji pracy, obejmująca określenie odpowiednich wskaźników.

Pojęcie Praca 4.0 (*Labour 4.0*) dotyczy zmian, jakie zachodzą w pracy w Gospodarcę 4.0 na skutek rozwoju ICT (ang. *Information-Communication Technology*) i procesów cyfryzacji [Lassen i Wæhrens, 2021]. W tym kontekście

cyfryzacja pracy staje się problemem skupiającym coraz większą uwagę zarówno praktyków, jak i teoretyków zarządzania. Termin *digital labour* oznacza zarówno cyfrową pracę, czyli wykonywanie pracy z wykorzystaniem technologii informatycznych, jak i cyfrową siłę roboczą [Ćwiek i in., 2021].

6.2. Wskaźniki identyfikujące Pracę 4.0

Istnieje wiele badań koncentrujących się na ocenie różnych aspektów Pracy 4.0. W badaniach tych wykorzystywane są rozmaite wskaźniki i miary poziomu jej rozwoju. Do jednego z najbardziej znanych należy indeks gospodarki cyfrowej i społeczeństwa cyfrowego (DESI) zaproponowany przez Komisję Europejską [European Commission, 2022a]. Obejmuje on różnorodne wymiary gospodarki cyfrowej, w tym również szczególnie ważne w Gospodarcze 4.0 kompetencje cyfrowe społeczeństwa. Wskaźnik ten odnosi się do podstawowych i zaawansowanych umiejętności cyfrowych potrzebnych jednostce do pełnego uczestnictwa w gospodarce cyfrowej i czerpania z niej korzyści [Jakubelskas, 2021].

Nowa specyfika Pracy 4.0 stanowi dla wielu pracowników poważne wyzwanie, któremu mogą sprostać jedynie rozwijając nowe kompetencje zawodowe. Zmieniają się bowiem oczekiwania pracodawców odnośnie do poziomu i rodzaju kompetencji pracowników. Kluczowe znaczenie zyskują kompetencje i umiejętności cyfrowe. Stają się one w wielu profesjach nie tylko niezbędne do funkcjonowania zawodowego, lecz także są istotne w innych obszarach życia społecznego. Stąd też od przeszło dekady problem rozwoju kompetencji cyfrowych na poziomie społeczno-gospodarczym stanowi ważny przedmiot różnorodnych agend i programów politycznych krajowych oraz międzynarodowych [np. European Commission, 2010; United Nations, 2010]. Komisja Europejska podkreśla fakt, że współczesna Europa musi polegać na pełnoprawnych i sprawnych cyfrowo obywatelach, na cyfrowo wykwalifikowanej sile roboczej oraz na większej niż obecnie liczbie ekspertów cyfrowych [European Commission, 2021, s. 3]. W związku z tym realizowanych jest wiele inicjatyw europejskich mających na celu wspieranie rozwoju kompetencji cyfrowych obywateli Unii. Przykładem tego są takie projekty jak np.: Europejska Agenda Cyfrowa (Digital Agenda for Europe, DAE), Miejsca pracy i umiejętności w gospodarce lokalnej (Jobs and Skills in the Local Economy), Action Plan – Digital Transition itd., które stanowią elementy programu Urban Agenda for the EU [European Commission, 2018; European Commission, 2019a; European Parliament, 2020].

Warto także zauważyć, że jednocześnie silnie podkreślana jest konieczność dalszej intensyfikacji działań UE w zakresie rozwoju kompetencji cyfrowych obywateli [Folea, 2018]. Wielu badaczy twierdzi bowiem, że poziom umiejętności cyfrowych społeczeństwa europejskiego jest nadal niewystarczający i nie-

zbędne jest zwiększenie liczby osób z podstawowymi i zaawansowanymi umiejętnościami cyfrowymi, ponieważ to praca i kapitał ludzki odgrywają kluczową rolę w gospodarce cyfrowej i określają jej rozwój [Kontolaimou i Skintzi, 2018]. Ponadto zarysowująca się coraz wyraźniej w wielu krajach „przepaść cyfrowa” staje się problemem społecznym o krytycznym znaczeniu, bez względu na to czy dotyczy ona nierówności w poziomie kompetencji cyfrowych obywateli występujących między krajami Unii czy też w obrębie różnych grup społecznych w jej krajach członkowskich [Jakubelskas, 2021]. Nie ulega wątpliwości fakt, że przepaść ta musi zostać zminimalizowana, aby możliwy był dalszy rozwój gospodarki cyfrowej w UE. Problem ten niestety dotyczy również Polski. Badania empiryczne wykazały, że w 2021 roku udział Polaków posiadających podstawowe lub ponadpodstawowe umiejętności cyfrowe sięgał jedynie około 43% populacji, co plasowało Polskę na jednym z ostatnich miejsc w Unii Europejskiej [Łukasik i in., 2022]. Istnieje zatem silna potrzeba intensyfikacji działań rozwojowych na szczeblu krajowym. Ważnym elementem tego procesu jest precyzyjne określenie, czym są kompetencje cyfrowe i jakie elementy obejmują oraz w jaki sposób mogą być mierzone.

Istnieje wiele różnych definicji kompetencji cyfrowych, które ewoluują wraz z rozwojem gospodarki cyfrowej. Według definicji zaproponowanej przez Komisję Europejską [European Commission, 2019b] kompetencje cyfrowe obejmują odpowiedzialne korzystanie z technologii cyfrowych i interesowanie się nimi do celów uczenia się, pracy i udziału w społeczeństwie. Z kolei zgodnie z definicją przedstawioną przez Ministerstwo Administracji i Cyfryzacji [2014] kompetencje cyfrowe są zespołem kompetencji informacyjnych obejmujących umiejętności wyszukiwania informacji, rozumienia jej, a także oceny jej wiarygodności i przydatności oraz kompetencji informatycznych, obejmujących umiejętności korzystania z komputera i innych urządzeń elektronicznych, posługiwania się internetem oraz korzystania z różnego rodzaju aplikacji, oprogramowania, a także tworzenia treści cyfrowych.

W ramach kompetencji cyfrowych wymieniane są rozmaite umiejętności związane z korzystaniem z technologii cyfrowych, np.: umiejętność korzystania z informacji i danych, komunikowania się i współpracy, umiejętność korzystania z mediów społecznościowych, umiejętność tworzenia treści cyfrowych, utrzymania bezpieczeństwa, znajomość kwestii dotyczących własności intelektualnej, rozwiązywania problemów, krytycznego myślenia itd. W literaturze przedmiotu proponowanych jest także wiele modeli kompetencji cyfrowych, obejmujących ich różnorakie wymiary. Do jednego z najbardziej popularnych należy model zaproponowany w 2013 roku przez *Institute for Prospective Technological Studies* (jedno z centrów badawczych Komisji Europejskiej), określany jako *Digital Competence Framework* [Ferrari, 2013]. Model ten zawiera pięć wymiarów kompetencji cyfrowych, na które z kolei składa się 21 różnych elementów, np. [European Commission, 2023b]:

- umiejętność korzystania z informacji i danych – dotyczy zdolności do określania potrzeb informacyjnych, lokalizowania i wyszukiwania danych cyfrowych, informacji i treści, jak również oceny przydatności źródeł i ich zawartości oraz przechowywania, zarządzania i organizowania cyfrowych danych, informacji i treści;
- komunikacja i współpraca – odnosi się do interakcji, komunikacji i współpracy za pośrednictwem technologii cyfrowych przy jednoczesnej świadomości różnorodności kulturowej i pokoleniowej, uczestnictwa w życiu społecznym poprzez publiczne i prywatne usługi cyfrowe, obywatelstwo partycypacyjne, oraz umiejętności zarządzania własną cyfrową obecnością, tożsamością i reputacją;
- umiejętność tworzenia treści cyfrowych – dotyczy tworzenia i edytowania treści cyfrowych, doskonalenia i integrowania informacji oraz treści z istniejącym zbiorem wiedzy przy zrozumieniu, w jaki sposób należy stosować prawa autorskie i licencje; obejmuje także umiejętność wydawania zrozumiałych instrukcji dla systemu komputerowego;
- bezpieczeństwo – wiąże się z ochroną urządzeń, treści, danych osobowych i prywatności w środowisku cyfrowym, ochroną zdrowia fizycznego i psychicznego oraz świadomością znaczenia technologii cyfrowych w obszarze budowania dobrostanu społecznego i integracji społecznej oraz świadomością wpływu technologii cyfrowych na środowisko;
- umiejętność rozwiązywania problemów, tj. identyfikowania potrzeb i problemów oraz rozwiązywania problemów koncepcyjnych i sytuacji problemowych w środowiskach cyfrowych; dotyczy także wykorzystywania narzędzi cyfrowych do wprowadzania innowacji w procesach i produktach oraz bycia na bieżąco z ewolucją cyfrową.

Z kolei Mengual-Andrés, Roig-Vila i Mira [2016] przedstawili model, w którym kompetencje cyfrowe obejmują następujące wymiary: 1) umiejętności technologiczne; 2) dostęp i wykorzystanie informacji; 3) komunikację i współpracę; 4) obywatelstwo cyfrowe oraz 5) kreatywność i innowacyjność. Polscy badacze również proponują różne modele kompetencji cyfrowych. W Ramowym Katalogu Kompetencji Cyfrowych [Jasiewicz i in., 2015], opracowanym dla Ministerstwa Cyfryzacji, kompetencje cyfrowe obejmują trzy różne poziomy, tj.: kompetencje informatyczne, informacyjne i funkcjonalne. W przyjętym podejściu zakłada się, że kompetencje funkcjonalne opierają się na kompetencjach informatycznych i informacyjnych, które stanowią podstawę do realizacji konkretnych działań i osiągania korzyści dzięki stosowaniu technologii cyfrowych [Jasiewicz i in., 2015]. Kompetencje informatyczne są podstawowym elementem kompetencji cyfrowych – są one zarówno podstawą, jak i przenikają pozostałe typy kompetencji związane z technologiami cyfrowymi. Należą do nich np. umiejętności prawidłowego użytkowania sprzętu, oprogramowania i korzystania z internetu. Dotyczą także umiejętności korzystania z urządzeń stacjonarnych

i mobilnych, jak i prawidłowego wykorzystywania, instalowania aplikacji oraz oprogramowania. Kompetencje cyfrowe zawierają kompetencje informacyjne związane z prawidłowym korzystaniem z internetu, które stanowią zespół umiejętności umożliwiających stwierdzenie, kiedy informacja jest potrzebna oraz jak wyszukać, ocenić i wykorzystać informacje pochodzące z różnych źródeł [Presidential Committee on Information Literacy, 1989]. Należy zauważyć, że kompetencje informatyczne nabierają szczególnego znaczenia w obliczu powszechnego dostępu do internetu. Z drugiej strony warunkują one efektywność działania w innych obszarach związanych z korzystaniem z technologii cyfrowych [Jasiewicz i in., 2015]. Z kolei kompetencje funkcjonalne dotyczą tych kompetencji cyfrowych, które umożliwiają jednostce sprawne funkcjonowanie w różnych aspektach jej życia zawodowego i prywatnego. W obszarze funkcjonowania zawodowego dotyczą różnorodnych kompetencji związanych z pracą i rozwojem zawodowym jednostki.

Pojęcie digitalizacji procesu pracy oznacza także nowe formy pracy charakteryzujące się tworzeniem wartości poprzez interakcje z technologią informacyjno-komunikacyjną, taką jak np. platformy cyfrowe lub sztuczna inteligencja [Gong, Hong i Zentner, 2018]. Określenie to bywa stosowane zamiennie z określeniem „praca platformowa”, które nie tylko oznacza pracę wykonywaną za pośrednictwem platform internetowych, lecz także pracę wykonywaną za pomocą innych technologii cyfrowych [Ćwiek i in., 2021]. W tym kontekście należy podkreślić fakt, że w gospodarce cyfrowej, dzięki wykorzystaniu technologii ICT, coraz większą popularność zyskują nowe formy organizacji pracy, takie jak np. praca zdalna i hybrydowa. Warto jednocześnie zauważyć, że zjawisko to pociąga za sobą wiele dalszych zmian w obszarze życia zawodowego pracowników. Powoduje zacieranie się granic między życiem zawodowym a prywatnym pracowników oraz związane z tym procesem zagrożenia. Rosnącą popularność tej formy organizacji pracy potwierdzają wyniki badań, które wykazały, że w październiku 2022 roku zdalnie lub w trybie hybrydowym pracowało 28% czynnych zawodowo Polaków [Serwis Samorządowy PAP, 2022]. Z kolei wśród specjalistów IT w 2022 roku w porównaniu do 2020 roku liczba ofert pracy z możliwością pracy zdalnej wzrosła aż o 260% [Łukasik i in., 2022].

Jednym z kluczowych wskaźników Pracy 4.0 jest automatyzacja i robotyzacja procesu pracy. Ich dynamiczny rozwój stał się nawet symbolem Przemysłu 4.0. Robotyzacja pracy polega na wprowadzaniu do procesu produkcyjnego manipulatorów, robotów i urządzeń towarzyszących, które ograniczają udział lub zastępują człowieka [Świderski, 2021]. Z kolei automatyzacja (*Robotic Process Automation*) oznacza nadanie pracy charakteru automatycznego, zmechanizowanie jej czynności i doprowadzenie do ich automatycznego wykonania [Doroszewski, red., 2023]. Chociaż pojęcia wydają się bardzo zbliżone, to jednak automatyzacja jest pojęciem szerszym, bardziej ogólnym, tzn. robotyzacja stanowi jej ele-

ment i automatyzacja może zachodzić bez robotyzacji, czyli wprowadzania robotów, a jedynie maszyn wykonujących pracę zamiast ludzi. Badania sugerują, że w globalnej skali rozwój zaawansowanej robotyki przyspieszy w ciągu następnej dekady z około 2% do około 10%, a w niektórych branżach nawet ponad 40% zadań produkcyjnych będzie wykonywanych przez roboty [BCG Global, 2020]. Z jednej strony automatyzacja i robotyzacja procesu pracy pozwalają na odciążenie pracowników od czynności monotonnych, niebezpiecznych i nieergonomicznych. Z drugiej strony ograniczają zatrudnienie w wielu zawodach i można przewidywać, że proces ten będzie ulegał intensyfikacji. Zmiany te jednak, w opinii niektórych badaczy, nie stanowią zagrożenia dla pracowników, lecz raczej remedium na zachodzące przemiany demograficzne – starzenie się społeczeństwa i coraz bardziej ograniczone zasoby taniej siły roboczej [Świder-ski, 2021].

Automatyzacja procesów pracy powoduje zmiany w treści pracy – ograniczenie zakresu powtarzalnej i mechanicznej pracy, co z kolei z reguły prowadzi do poprawy jakości działania pracowników i efektywności procesów produkcyjnych. Poziom automatyzacji jest zależny nie tylko od poziomu rozwoju technologii, lecz również od branży, która określa możliwości jej zastosowania. W niewielkim stopniu bowiem nadal podatne są na automatyzację te sektory, w których praca wiąże się z czynnościami percepcji i manipulacji wykonywanymi w złożonych sytuacjach, wymagających twórczej inteligencji i interakcji z innymi ludźmi [OECD, 2018; Ćwiek i in., 2021]. Dotyczy to między innymi sektora usług o złożonym charakterze, takich jak np. usługi społeczne (edukacja, opieka zdrowotna itp.). Stąd warto rozpatrywać poziom automatyzacji w ujęciu sektorowym, uwzględniając specyfikę prowadzonej przez organizację działalności. Ważnym wskaźnikiem zakresu automatyzacji w danym sektorze może być stosowanie rozwiązań należących do kategorii inteligentnej automatyzacji procesów biznesowych (*Intelligent Process Automation*, IPA). Stanowi ona połączenie różnych technologii w celu szerokiego zautomatyzowania złożonych procesów biznesowych. Jest ona kolejnym etapem automatyzacji procesów biznesowych, obejmującym całościowo złożone z wielu powtarzalnych zadań procesy. Inteligentna Automatyzacja Procesów (IPA) w obszarze pracy umożliwia organizacjom obniżenie kosztów pracy, poprawę jej wydajności i jakości życia zawodowego pracowników, a dzięki temu prowadzi również do większego zadowolenia klientów.

Postępująca automatyzacja i komputeryzacja w wielu obszarach gospodarki stopniowo zastępują ludzką pracę mechaniczną, niewątpliwie ograniczając zatrudnienie w niektórych zawodach i powodując zmiany na rynku pracy. W związku z automatyzacją, rozwojem technologii cyfrowej, jak również przeniesieniem pracy do sieci powstają nowe zawody [Przewoźna-Krzemińska, 2021]. Badania wskazują, że prawdopodobnie blisko 14% miejsc pracy w krajach OECD zostanie w bliskiej przyszłości zautomatyzowanych, a kolejne 32%

będzie objętych częściową automatyzacją [OECD, 2022]. Odnosi się to również do stanowisk wymagających specjalistycznej wiedzy i umiejętności. Procesy te rodzą w wielu pracownikach poczucie niepewności dotyczące przyszłości ich miejsc pracy, jak również wymaganych od nich kompetencji. Chociaż niewątpliwie problem ten odnosi się przede wszystkim do pracowników o niskich kompetencjach oraz ludzi młodych, pozbawionych doświadczenia zawodowego, wchodzących na rynek pracy, jednak nowe osiągnięcia technologiczne wpływają również na kompetencje oczekiwane od pracowników o wysokich kwalifikacjach, a nawet pracowników wiedzy. Warto jednocześnie zwrócić uwagę, że wśród wielu pracodawców panuje przekonanie, że młodszy pracownicy są lepiej przygotowani do pracy z wykorzystaniem technologii cyfrowej niż starsi. Problem ten potęguje niechęć pracodawców do inwestowania w rozwój zawodowy dojrzałych pracowników. Ponadto, jak sugerują badania, ryzyko utraty pracy na skutek automatyzacji i robotyzacji różni się nie tylko w zależności od wykształcenia i wieku, lecz także od płci [Ćwiek i in., 2021]. Wyższy poziom wykształcenia wzmacnia zatrudnialność pracowników i ogranicza zagrożenie utratą pracy. Jednocześnie ze względu na specyfikę zatrudnienia w zawodach, na które silnie wpływają procesy automatyzacji i robotyzacji, mężczyźni są bardziej narażeni na utratę pracy na skutek automatyzacji niż kobiety – w przypadku mężczyzn ryzyko utraty pracy w związku z jej automatyzacją wynosi obecnie przeszło 50% [Ćwiek i in., 2021]. Zjawiska te prowadzą do polaryzacji rynku pracy, na którym następuje spadek zapotrzebowania na pracowników o niskich kompetencjach, przy jednocześnie rosnącym popycie na pracowników o wysokim poziomie kompetencji, w tym zwłaszcza kompetencji cyfrowych. Wyraża się to między innymi w rosnącym od przeszło dekady na polskim rynku pracy zapotrzebowaniu na specjalistów IT. Według raportu Polskiego Instytutu Ekonomicznego obecnie w Polsce brakuje około 147 tys. specjalistów IT, aby ich udział wśród wszystkich pracowników był na takim samym poziomie jak w pozostałych krajach UE [Łukasik i in., 2022]. Według komunikatu UE pt. „2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade” [European Commission, 2021] w 2030 roku w UE zatrudnionych będzie około 20 mln specjalistów IT. W Polsce obecnie wiele przedsiębiorstw boryka się z poważnymi brakami specjalistów IT. Problem ten potęguje malejąca od wielu lat liczba absolwentów kierunków technicznych, którzy mogliby wypełnić istniejącą lukę, co wynika także z występującego od dekad niżu demograficznego [Łukasik i in., 2022]. Ta negatywna tendencja jest wzmacniana jednym z najniższych w krajach Unii Europejskiej procentem kobiet kończących studia informatyczne.

Należy jednak zauważyć, że pomimo obaw pracowników, obecna rewolucja technologiczna podobnie jak poprzednie, chociaż niewątpliwie wpływa na rynek pracy, dotychczas nie skutkuje wzrostem bezrobocia. Wręcz przeciwnie – rozwój technologii cyfrowej prowadzi do powstawania nowych miejsc pracy i za-

wodów. Następuje realokacja siły roboczej – jej przepływ z branż i sektorów, w których zatrudnienie na skutek robotyzacji i automatyzacji spada do sektorów i branż, które doświadczają niedoboru pracowników. Dotyczy to zwłaszcza nowych, rozwijających się branż [Bessen, 2020]. Uwzględniając jedynie specjalistów IT w 2021 roku, liczba ich miejsc pracy wzrosła aż o 236% w stosunku do 2020 roku, co jest niewątpliwie efektem postępującej digitalizacji gospodarki [No Fluff Jobs, 2022]. Dynamicznie wzrosła także liczba ofert pracy w takich obszarach, jak np.: *product management* (wzrost liczby ofert o 315%), *user experience* (o 243%) oraz *business analysis* (o 159%), które nie wymagają od pracowników wysokich kompetencji IT, lecz są związane z procesem cyfryzacji pracy [No Fluff Jobs, 2022]. W Polsce nadal w porównaniu do krajów UE stosunkowo niski procent przedsiębiorstw zatrudnia specjalistów IT, co jak już wspomniano wynika m.in. z ich niedoboru na rynku pracy i wysokich kosztów pracy. W 2020 roku tylko 4% polskich przedsiębiorstw zatrudniło specjalistę IT, podczas gdy w krajach o najwyższym udziale, takich jak np. Dania czy Belgia, poziom ten wynosił odpowiednio aż 14% i 18% [Łukasik i in., 2022]. Postępujący rozwój Przemysłu 4.0 pozwala jednak przewidywać, że popyt na specjalistów IT będzie nadal wzrastał.

Warto jednocześnie wspomnieć, że następuje zmiana form zatrudnienia i charakteru relacji między pracownikiem a pracodawcą. W odpowiedzi na dynamiczne przemiany w otoczeniu od końca XX wieku coraz bardziej rozpowszechnione stają się elastyczne formy zatrudnienia. Systematycznie wzrasta liczba pracowników czasowych, którzy są zatrudniani zgodnie z bieżącymi potrzebami organizacji, co jest wyrazem dążenia organizacji do wzmacniania elastyczności ilościowej i jakościowej zasobów ludzkich. Rozwój gospodarki cyfrowej sprawił, że obecnie sztywne powiązania organizacyjne odgrywają w karierze zawodowej pracowników znacznie mniejszą rolę niż w ubiegłym wieku. Wzrosła odpowiedzialność pracowników za kierowanie własną karierą zawodową. Ścieżki kariery pracowników są bardziej złożone i zmienne [Marzec i in., 2009]. Rozwój technologii cyfrowych i internetu zwiększył popularność nowych modeli kariery, takich jak kariera bez granic czy też kariera proteańska, które opierają się na tymczasowości relacji zatrudnienia, jego elastycznych formach i częstych zmianach nie tylko pracodawcy, lecz nawet zawodu. Możliwość pracy zdalnej sprawiała, że w wielu profesjach ograniczenia wynikające z dystansu między miejscem pracy a zamieszkania odgrywają obecnie znacznie mniejszą rolę w zatrudnieniu pracowników. Coraz częściej wysokiej klasy specjaliści działają jako niezależni wykonawcy, często w oddaleniu od pracodawcy. Wielu pracowników funkcjonuje na globalnym rynku pracy. Przemianie uległ również kontrakt psychologiczny między pracownikiem a pracodawcą. Tradycyjny kontrakt psychologiczny opierał się na założeniu, że w zamian za bezpie-

czeństwo zatrudnienia i możliwość rozwoju kariery w organizacji, pracownik ofiarowuje organizacji swoją lojalność i zaangażowanie. Jego wynikiem była stabilność zatrudnienia, silna zależność pracownika od organizacji, jego ograniczona mobilność i wysoka specjalizacja kompetencji zawodowych [Waterman Jr, Waterman i Collard, 1994]. Nowy kontrakt psychologiczny, określany również jako kontrakt kariery proteańskiej, nie gwarantuje już pracownikowi pewności zatrudnienia w zamian za jego lojalność wobec organizacji, lecz zakłada, że pracodawca, mimo tymczasowości zatrudnienia, powinien troszczyć się, aby pracownicy mieli możliwość rozwoju kompetencji zawodowych i utrzymania swojej wartości na rynku pracy. W praktyce zakres wsparcia oferowanego przez pracodawców w rozwoju kompetencji, także cyfrowych, jest bardzo różny – od braku jakichkolwiek możliwości rozwoju do zapewniania różnorodnych programów aktywnie wspierających pracowników w kierowaniu ich karierą zawodową [Marzec, 2015]. W warunkach Pracy 4.0 kontrakt psychologiczny ma charakter niesymetryczny, a odpowiedzialność za rozwój zawodowy jest często przerzucana przez organizację na pracowników, od których jednak nadal oczekuje się lojalności i przywiązania do organizacji.

Od końca lat 90. ubiegłego wieku rozwój IT zaczął wywierać również coraz większy wpływ na proces zarządzania zasobami ludzkimi w organizacjach. Wiele tradycyjnych metod i narzędzi ZZL ewoluowało. Powstały jednocześnie nowe, oparte na technologiach cyfrowych narzędzia, które pozwalają na usprawnienie różnych procesów personalnych. Niektórzy badacze twierdzą nawet, że tym, co odróżnia organizacje osiągające wysoką efektywność funkcjonowania od pozostałych, jest technologia informatyczna i sposób jej wykorzystania w ZZL, które stało się główną siłą napędową wprowadzania technologii informatycznych do zarządzania [Bulmash, 2020; Alkashami i Ahmed, 2022]. Zmiany te określane są pojęciem e-ZZL, oznaczającym ukierunkowane wsparcie procesów ZZL za pomocą technologii informatycznych i technologii internetowych [Rudnicka, Chrupała-Pniak i Pollak, 2017, s. 90]. Obejmują one zarówno działania na poziomie indywidualnym, dotyczące bezpośrednio pracowników, jak i zbiorowym, wspierające realizację strategii i polityki ZZL przez kadrę zarządzającą organizacją [Strohmeier, 2007]. Niektórzy badacze twierdzą natomiast, że cyfryzacja procesu zarządzania zasobami ludzkimi dotyczy jedynie innowacji IT wspierających zarządzanie zasobami ludzkimi w osiągnięciu strategicznych wyników [Haines i Lafleur, 2008].

Obecnie istnieje wiele złożonych systemów e-ZZL obejmujących różne aplikacje, które pozwalają na przyspieszenie i zautomatyzowanie procesu ZZL. Elastyczność istniejących rozwiązań informatycznych umożliwia ich wprowadzanie zarówno w wybranych obszarach ZZL, jak i wdrażanie kompleksowych i złożonych systemów e-ZZL w zależności od potrzeb i możliwości finansowych organizacji. Niewątpliwie jednak rozwój Pracy 4.0 powoduje konieczność wyko-

rzystania technologii informatycznych do przechowywania i przetwarzania dużej ilości danych w celu określenia racjonalnego kierunku transformacji zarządzania zasobami ludzkimi, pozwalającego na wzmocnienie konkurencyjności i budowanie przewagi konkurencyjnej opartej na kapitale ludzkim organizacji. W erze cyfrowej wsparcie ZZL systemami informatycznymi staje się niezbędne na poziomach operacyjnym, taktycznym i strategicznym. Należy jednakże pamiętać, że podstawę systemu ZZL stanowią ludzie, bowiem to ich praca, zaangażowanie i wysiłek decydują o sukcesie organizacji.

6.3. Źródła danych o Pracy 4.0 i sposób ich pozyskania

Przeprowadzone studia literatury przedmiotu świadczą, że cyfryzacja pracy jest procesem dynamicznym i wielowymiarowym. Wpływa ona nie tylko na funkcjonowanie organizacji, lecz również na różne obszary życia społeczno-gospodarczego i na pracowników. Następujące zmiany są rozmaicie oceniane, lecz są one nieuchronne i zarówno organizacje, jak pracownicy muszą stawić im czoła w prowadzonej polityce rozwojowej. Do jej prawidłowego sformułowania konieczna jest wielowymiarowa analiza i ocena poziomu cyfryzacji pracy, która pozwoli na podejmowanie skutecznych działań w obszarze zarządzania kapitałem ludzkim zarówno w skali mikro-, jak i makroekonomicznej – na poziomie przedsiębiorstw i polityki społeczno-gospodarczej. Podsumowując, w świetle przedstawionej analizy, do oceny cyfryzacji pracy mogą zostać wykorzystane takie kluczowe wskaźniki, jak:

- automatyzacja i robotyzacja pracy (miejsca pracy objęte automatyzacją i robotyzacją),
- nowe formy organizacji pracy (praca zdalna lub/i hybrydowa),
- cyfryzacja procesu zarządzania zasobami ludzkimi (wykorzystanie technologii cyfrowych w postaci specjalistycznego oprogramowania w obszarze ZZL w organizacjach),
- poziom kompetencji cyfrowych pracowników.

Ze względu na złożoność procesu cyfryzacji pracy zaproponowano jedynie podstawowe wskaźniki, pozwalające na uzyskanie wycinkowego wglądu w badane zjawisko w jego wybranych, uznanych na podstawie przeprowadzonych studiów literatury za kluczowe, obszarach. Ich wybór ze względu na wielowymiarowość i dynamikę rozwoju Pracy 4.0 w dużej mierze ma charakter dyskusyjny. Dalsza, pogłębiona analiza Pracy 4.0 wymaga nie tylko zastosowania szerszego zbioru wskaźników, lecz również ich operacjonalizacji i empirycznego testowania.

Ponadto należy zauważyć, że wiele z proponowanych wskaźników, jak również źródeł informacji jest nieprecyzyjnych i często nieaktualnych, a ich wiarygodność może budzić wątpliwości (tabela 8). Sporo z dostępnych danych

statystycznych uzyskano w badaniach prowadzonych na próbach niereprezentatywnych. Często miały one charakter eksploracyjny. Wiele z nich ma także wyrywkowy (np. dotyczący jedynie administracji publicznej) lub prognostyczny charakter, stąd też mogą być one jedynie w ograniczonym stopniu wykorzystane do dalszych analiz. Niektóre ze wskaźników uzyskanych z różnych źródeł istotnie różnią się między sobą, co podważa ich wiarygodność. Ponadto w stosowanych wskaźnikach często punktem odniesienia są przedsiębiorstwa i branże, a nie korzystający z technologii cyfrowych pracownicy, co również ogranicza ich możliwość stosowania do oceny poziomu rozwoju Pracy 4.0. Do najbardziej wiarygodnych źródeł niewątpliwie należą indeks gospodarki cyfrowej i społeczeństwa cyfrowego (DESI) [European Commission, 2022a], dane GUS-u, Eurostatu i CBOS-u, lecz wybór możliwych do wykorzystania wskaźników w obszarze Pracy 4.0 jest stosunkowo niewielki (tabela 8). Najslabiej rozpoznany badawczo obszarem jest cyfryzacja procesów zarządzania zasobami ludzkimi. Jednakże, pomimo iż wybór wskaźników jest ograniczony, przedstawione dane pozwalają na otrzymanie pewnego wglądu w poziom i kierunki rozwoju Pracy 4.0 w Polsce. Aby uzyskać bardziej rzetelny i całościowy obraz cyfryzacji pracy, wskazane byłoby przeprowadzenie bezpośrednich badań ankietowych na próbach reprezentatywnych obejmujących organizacje i ich pracowników.

Tabela 8. Wskaźniki i źródła danych do wymiaru Praca 4.0

Wskaźnik zagregowany	Wskaźnik cząstkowy	Źródło danych do wskaźnika
1	2	3
Kompetencje cyfrowe	• odsetek osób w wieku 16-74 lat posiadających podstawowe umiejętności cyfrowe, • odsetek osób w wieku 16-74 lat korzystających z internetu w ostatnich 12 miesiącach, • odsetek osób w wieku 16-74 lat korzystających z poczty elektronicznej w ostatnich 12 miesiącach, • odsetek osób w wieku 16-74 lat szukających online informacji o towarach i usługach, • poziom umiejętności cyfrowych w grupach wiekowych (%), • odsetek osób w wieku 16-74 lat z bardziej zaawansowanymi umiejętnościami informatycznymi	McKinsey & Co. [2018], <i>Polska jako Cyfrowy challenger. Cyfryzacja nowym motorem wzrostu dla kraju i regionu</i> , https://www.mckinsey.com/pl/our-insights/polska-jako-cyfrowy-challenger#/
	• odsetek osób posiadających co najmniej podstawowe umiejętności cyfrowe, • odsetek osób posiadających ponadpodstawowe umiejętności cyfrowe, • odsetek osób posiadających co najmniej podstawowe umiejętności tworzenia treści cyfrowych, • specjaliści w dziedzinie ICT (% osób pracujących w wieku 15-74 lat), • kobiety-specjaliści w dziedzinie ICT (% specjalistów w dziedzinie ICT),	European Commission [2022b], <i>Poland in the Digital Economy and Society Index</i> , https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi-poland

cd tabeli 8

1	2	3
	• przedsiębiorstwa zapewniające szkolenia z zakresu ICT (% przedsiębiorstw), • absolwenci kierunków w dziedzinie ICT (% wszystkich absolwentów)	
	• liczba zorganizowanych wydarzeń związanych z kodowaniem	EU Code Week [2021], https://blog.codeweek.eu/4-million-people-created-code-with-the-help-of-eu-code-week-in-2021/
	• pracujący w sekcji informacja i komunikacja (w tys.)	GUS [2023b], Rocznik Statystyczny Pracy 2023, https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-pracy-2023,7,8.html
	• szkolenia ICT w jednostkach administracji publicznej	GUS [2023d], <i>Spółeczeństwo informacyjne w Polsce w 2023 roku</i> , https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne-w-polsce-w-2023-roku,2,13.html
	• osoby posiadające podstawowe lub/i ponadpodstawowe umiejętności cyfrowe (w %)	Eurostat [2024], https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tepsr_sp410/default/table?lang=en&category=t_isoc.t_isoc_sk
	• osoby posiadające podstawowe umiejętności cyfrowe (w %), • osoby posiadające ponadpodstawowe umiejętności cyfrowe (w %), • umiejętność oceny danych, informacji i treści cyfrowych (w %)	Eurostat [2024], https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_sk_dskl_i21/default/table?lang=en&category=isoc.isoc_sk.isoc_sku
	• przedsiębiorstwa, które zapewniły szkolenia w celu rozwoju/podniesienia umiejętności ICT swoich pracowników (w %)	Eurostat [2024], https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_ske_itn2/default/table?lang=en&category=isoc.isoc_sk.isoc_skt
	• odsetek personelu ICT w zatrudnieniu ogółem	Eurostat [2024], https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_bde15ap/default/table?lang=en&category=isoc.isoc_se
	• osoby zatrudnione z wykształceniem w zakresie ICT według poziomu wykształcenia (w tys.)	Eurostat [2023], https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_ski_itedu/default/table?lang=en&category=isoc.isoc_sk.isoc_skt.isoc_skt
	• odsetek pracodawców oferujących szkolenia specjalistom IT	No Fluff Jobs (2021), <i>Kompetencje w IT. Perspektywy kandydatów, specjalistów i rekruterów</i> , https://nofluffjobs.com/insights/raport-kompetencje-w-it/

cd tabeli 8

1	2	3
Automatyzacja, cyfryzacja i komputeryzacja pracy	• potencjał automatyzacji zawodów (w %), • potencjał automatyzacji branż (w % godzin pracy), • potencjał automatyzacji czynności (w % godzin pracy), • indeks cyfryzacji branż (w %)	McKinsey & Co. [2018], <i>Polska jako Cyfrowy challenger. Cyfryzacja nowym motorem wzrostu la kraju i regionu</i> , https://www.mckinsey.com/pl/our-insights/polska-jako-cyfrowy-challenger#/
	• odsetek korzystających z internetu w grupach zawodowych	CBOS [2022], <i>Korzystanie z Internetu w 2022 roku</i> , https://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2022/K_077_22.PDF
	• przedsiębiorstwa wyposażające swoich pracowników w urządzenia przenośne	GUS [2014], <i>Nauka, technika, innowacje i społeczeństwo informacyjne w Polsce. Wybrane wyniki badań statystycznych</i> , https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/nauka-i-technika/nauka-technika-innowacje-i-spoleczenstwo-informacyjne-w-polsce-wybrane-wyniki-badan-statystycznych,11,1.html
	• pracujący posiadający dostęp do internetu w 2023 roku, • przedsiębiorstwa wykorzystujące technologie sztucznej inteligencji we wspomaganiu procesu produkcji	GUS [2023f], <i>Wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w jednostkach administracji publicznej, przedsiębiorstwach i gospodarstwach domowych w 2023 roku</i> , https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/wykorzystanie-technologii-informacyjno-komunikacyjnych-w-jednostkach-administracji-publicznej-przedsiębiorstwach-i-gospodarstwach-domowych-w-2023-roku,3,23.html
	• wyposażenie pracowników jednostek administracji publicznej w urządzenia mobilne (w %), • pracownicy jednostek administracji publicznej wyposażeni w urządzenia przenośne z dostępem do internetu (w %)	GUS [2023c], <i>Spółeczeństwo informacyjne w Polsce w 2023 roku</i> , https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne-w-polsce-w-2023-roku,1,17.html
	• osoby fizyczne wykorzystujące IT w ekonomii współpracy	Eurostat [2019], https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_ci_ce_i/default/table?lang=en&category=isoc.isoc_i.isoc_iiu
	• wykorzystanie ICT w pracy i wykonywanych czynnościach (w %), • wpływ ICT na zadania i umiejętności (w %)	Eurostat [2024], https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_iw_ap/default/table?lang=en&category=isoc.isoc_i.isoc_iw

cd tabeli 8

1	2	3
	robotyzacja przypadająca na pracownika (w %)	P. Lewandowski, W. Hardy [2018], <i>Jak technologia zmienia charakter pracy? Polska na tle UE</i> , IBS Policy Paper, nr 2, https://ibs.org.pl/app/uploads/2018/06/IBS_Policy_Paper_02_2018_pl.pdf
	wpływ automatyzacji na miejsca pracy	PWC [2021], <i>Przyszłość rynku pracy</i> , https://www.pwc.pl/pl/publikacje/przyszlosc-ryнку-pracy-polska-perspektywa-badanie-2021.html
	wpływ automatyzacji na miejsca pracy i treść pracy	OECD [2023], <i>Future of work</i> , https://www.oecd.org/future-of-work/#what-is-the-future-of-work
Nowe formy organizacji pracy	praca zdalna lub/i hybrydowa (w %)	Pracuj.pl [2023], <i>Praca zdalna nieco mniej popularna</i> , https://media.pracuj.pl/229766-praca-zdalna-nieco-mniej-popularna-badanie-pracujpl ; Serwis Samorządowy PAP [2022], https://samorząd.pap.pl/kategoria/aktualnosci/raport-juz-35-proc-polakow-pracuje-zdalnie-lub-hybrydowo ; CBOS [2023], <i>Praca zarobkowa Polaków i zadowolenie z niej</i> , https://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2023/K_152_23.PDF ; Deloitte Poland [2022], <i>Raport: Stan pracy hybrydowej w Polsce. Doświadczenia i oczekiwania pracowników</i> , https://www2.deloitte.com/pl/pl/pages/human-capital/articles/Raport-Stan-pracy-hybrydowej-w-Polsce.html
	praca z domu, z lokalizacji zewnętrznej lub w podróży	Eurostat [2024], https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_iw_hem/default/table?lang=en&category=isoc.isoc_i.isoc_iw
	- preferencje pracowników co do pracy zdalnej (w %), - postrzegana wirtualizacja procesu pracy (w %)	PWC [2021], <i>Przyszłość rynku pracy</i> , https://www.pwc.pl/pl/publikacje/przyszlosc-ryнку-pracy-polska-perspektywa-badanie-2021.html
Cyfryzacja procesów zarządzania zasobami ludzkimi	- wykorzystanie systemu Elektronicznego Zarządzania Dokumentami w jednostkach administracji publicznej (w %), - jednostki administracji publicznej stosujące narzędzia Business Intelligence	GUS [2023c], <i>Spółeczeństwo informacyjne w Polsce w 2023 roku</i> , https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ nauka-i-technika-spółeczeństwo-informacyjne/spółeczeństwo-informacyjne-w-polsce-w-2023-roku,1,17.html
	digitalizacja procesów kadrowych w jednostkach samorządu terytorialnego	J. Wiktorowicz [2018], <i>Zarządzanie zasobami ludzkimi w jednostkach samorządu terytorialnego</i> ,

cd tabeli 8

1	2	3
		Narodowy Instytut Samorządu Terytorialnego, https://www.nist.gov.pl/files/texts/1549016079_BADANIA%20I%20RAPORTY%207%202018.pdf
	wykorzystanie technologii ICT procesach rekrutacji i selekcji (w %)	A.M. Fabian, M. Ochwat, C. Kwiatowska [2021], <i>Rekrutacja i selekcja pracowników w dobie pandemii. Raport z badań</i> , https://us.edu.pl/wp-content/uploads/pliki/Raport-Rekrutacja-i-selekcja-pracownik%C3%B3w-w-dobie-pandemii.pdf
	przedsiębiorstwa wykorzystujące technologie sztucznej inteligencji w organizacji pracy, pracach biurowych, zarządzaniu kadrami	GUS [2023f], <i>Wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w jednostkach administracji publicznej, przedsiębiorstwach i gospodarstwach domowych w 2023 roku</i> , https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spolescenstwo-informacyjne/spolescenstwo-informacyjne/wykorzystanie-technologii-informacyjno-komunikacyjnych-w-jednostkach-administracji-publicznej-przedsiębiorstwach-i-gospodarstwach-domowych-w-2023-roku,3,23.html
	stosowanie raportowania niefinansowego w przedsiębiorstwach (w %)	K. Komorowska, P. Załuska [2024], "S" w ESG, czyli raportowanie zorientowane na ludzi, PWC, https://www.pwc.pl/pl/artykuly/s-w-esg-czyli-raportowanie-zorientowane-na-ludzi.html
	wykorzystanie systemów ERP w przedsiębiorstwach (w %)	A. Becker [2018], <i>Wykorzystanie technologii informacyjno-telekomunikacyjnych w przedsiębiorstwach w ujęciu wojewódzkim</i> , „Wiadomości Statystyczne”, nr 3(682), s. 69-82, https://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5982/7/39/1/ws_03_2018_07_aneta_becker_wykorzystanie_techhnologii_informacyjno-telekomunikacyjnych_w_przedsiębiorst.pdf
	przedsiębiorstwa zapewniające pracownikom zdalny dostęp do zasobów (w %)	GUS [2022b], <i>Spółeczeństwo informacyjne w Polsce w 2022 roku</i> , https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spolescenstwo-informacyjne/spolescenstwo-informacyjne/spolescenstwo-informacyjne-w-polsce-w-2022-roku,2,12.html

Pogrubiona czcionka – wskaźniki wyższej jakości

Źródło: Opracowanie własne.

Zakończenie

Gospodarka cyfrowa, będąca nowym paradygmatem ekonomicznym, opiera się na integracji nowoczesnych technologii cyfrowych z różnorodnymi obszarami działalności gospodarczej. Wielowymiarowość działalności gospodarczej wymusza dokonanie pewnych uproszczeń na potrzeby poznawczo-analityczne badaczy gospodarki cyfrowej. W monografii zidentyfikowano i opisano sześć wymiarów gospodarki cyfrowej: Przemysł 4.0, e-commerce, e-usługi, e-administrację, Konsumpcję 4.0 oraz Pracę 4.0.

Przemysł 4.0 oznacza czwartą rewolucję przemysłową, której istotą jest integracja systemów cyberfizycznych, Internetu Rzeczy (IoT), sztucznej inteligencji (AI) i analizy dużych zbiorów danych (big data). Automatyzacja, cyfryzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych są kluczowe dla Przemysłu 4.0, co prowadzi do zwiększenia efektywności operacyjnej i innowacyjności. Transformacja ta wymaga znacznych inwestycji w infrastrukturę technologiczną oraz rozwijania kompetencji cyfrowych wśród pracowników. Przemysł 4.0 jest procesem ewolucyjnym, który nie tylko zwiększa konkurencyjność przedsiębiorstw, ale również umożliwia szybszą adaptację do zmieniających się warunków rynkowych.

E-commerce, czyli handel elektroniczny, obejmuje wszelkie działania związane z produkcją, reklamą, sprzedażą i dystrybucją produktów oraz usług za pośrednictwem internetu. Modele e-commerce, takie jak B2B, B2C, C2B i C2C, odzwierciedlają różne relacje handlowe. Dynamiczny rozwój e-commerce jest napędzany przez rosnącą liczbę użytkowników internetu oraz zaawansowane technologie informatyczne. Przedsiębiorstwa, chcąc sprostać wyzwaniom technologicznym i oczekiwaniom konsumentów, inwestują w cyfrową infrastrukturę oraz dostosowują swoje strategie marketingowe i operacyjne do potrzeb cyfrowych konsumentów. E-commerce przynosi liczne korzyści zarówno przedsiębiorstwom, jak i klientom, zwiększając wygodę zakupów, poprawiając dostępność produktów oraz umożliwiając szybkie reagowanie na potrzeby rynku.

E-usługi obejmują usługi świadczone drogą elektroniczną, w tym usługi e-administracji, e-bankowości, e-edukacji, e-zdrowia, e-rozrywki i e-turystyki. Integracja technologii informacyjnych z tradycyjnymi procesami usługowymi prowadzi do poprawy efektywności, dostępności i jakości świadczonych usług. E-usługi umożliwiają zdalne realizowanie wielu codziennych czynności, co zwiększa wygodę i oszczędność czasu dla użytkowników. Transformacja do e-usług wymaga nie tylko inwestycji technologicznych, ale również rozwijania kompetencji cyfrowych wśród pracowników i konsumentów.

E-administracja odnosi się do wykorzystania technologii informatycznych w celu realizacji usług administracyjnych. Cyfrowa administracja usprawnia procesy administracyjne, zwiększając efektywność i dostępność usług publicznych. E-administracja przyczynia się do poprawy interakcji między urzędami a obywatelami oraz przedsiębiorstwami, co z kolei wpływa na konkurencyjność gospodarki. Kluczowym aspektem jest rozwijanie kompetencji cyfrowych obywateli, aby mogli w pełni korzystać z cyfrowych usług publicznych. Implementacja e-administracji wymaga proaktywnego dostosowania działań administracyjnych do zmieniających się warunków technologicznych.

Konsumpcja 4.0 to nowy model zachowań konsumenckich, który jest wynikiem cyfrowej transformacji gospodarki. W erze Konsumpcji 4.0 produkty i usługi są oferowane w formie zdigitalizowanej, a konsumenci korzystają z platform internetowych i modeli subskrypcyjnych. Konsumpcja treści cyfrowych, dóbr cyfrowych i usług cyfrowych staje się powszechna, co zmienia tradycyjne relacje między konsumentami a dostawcami. Konsumpcja 4.0 przynosi liczne korzyści, do których należy zaliczyć większą wygodę konsumpcji treści, dostępność oferty, jej różnorodność i interaktywność (szczególnie w przypadku produktów cyfrowych).

Praca 4.0 oznacza zmiany w charakterze i organizacji pracy wynikające z rozwoju technologii cyfrowych. Automatyzacja, robotyzacja i cyfryzacja procesów pracy prowadzą do powstania nowych modeli pracy, takich jak praca zdalna i hybrydowa. Transformacja ta wpływa na wzajemne oczekiwania pracodawców i pracowników, wymagając od pracowników rozwijania nowych kompetencji cyfrowych. Zmiany te niosą ze sobą zarówno szanse, jak i wyzwania, w tym konieczność ciągłego dostosowywania się do nowych technologii oraz zagrożenia związane z zacieraniem się granic między życiem zawodowym a prywatnym. Kluczowe znaczenie ma tutaj rozwój kompetencji cyfrowych, które są niezbędne do pełnego uczestnictwa w gospodarce cyfrowej.

Bez wątpienia gospodarka cyfrowa, oparta na integracji zaawansowanych technologii informatycznych, przynosi liczne korzyści (wyższa efektywność, innowacyjność i konkurencyjność przedsiębiorstw i wyższy poziom jakości życia obywateli). Wyzwaniem pozostaje pomiar gospodarki cyfrowej. A ponieważ transformacja do gospodarki cyfrowej jest procesem dynamicznym i wieloaspektowym, proces pomiaru wymaga antycypacyjnego podejścia oraz ciągłego dostosowywania procesu pomiaru do zmieniających się warunków technologicznych i rynkowych.

Indeks gospodarki cyfrowej powinien obejmować sześć kluczowych wymiarów, które scharakteryzowano w monografii. Każdy z tych wymiarów może być oceniany na podstawie wielu wskaźników, które pozwolą na kompleksowy pomiar gospodarki cyfrowej. W tabeli 9 zestawiono wskaźniki przypisane do każdego z wymiarów, które stanowią składowe formuły indeksu (I_{GC}), a na rysunku 2 zaprezentowano schemat zawartości indeksu.

Tabela 9. Wskaźniki reprezentanty wymiarów gospodarki cyfrowej w indeksie gospodarki cyfrowej

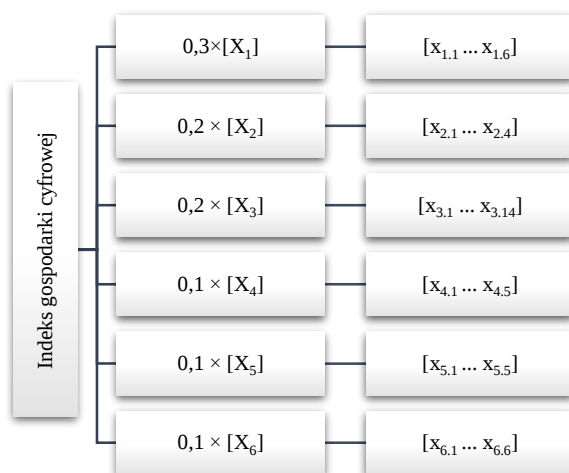
Wymiar gospodarki cyfrowej	Wskaźniki – reprezentanty
1	2
Przemysł 4.0 [X ₁]	[x _{1.1}] Liczba podmiotów zaangażowanych w działalność B+R [x _{1.2}] Odsetek przedsiębiorstw korzystających z chmury komputerowej (CC) [x _{1.3}] Odsetek przedsiębiorstw wykorzystujących technologie sztucznej inteligencji [x _{1.4}] Odsetek przedsiębiorstw posiadających oprogramowanie typu CRM [x _{1.5}] Odsetek przedsiębiorstw wykorzystujących druk 3D [x _{1.6}] Liczba robotów na 10 000 pracujących w przemyśle
E-commerce [X ₂]	[x _{2.1}] Odsetek przedsiębiorstw prowadzących sprzedaż poprzez stronę internetową, platformy handlowe, aplikacje mobilne lub wiadomości typu EDI [x _{2.2}] Wartość rynku e-commerce w mld zł [x _{2.3}] Liczba zarejestrowanych sklepów e-commerce [x _{2.4}] Odsetek osób zamawiających lub kupujących przez internet
E-usługi [X ₃]	[x _{3.1}] Odsetek studiujących na studiach pierwszego stopnia z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość [x _{3.2}] Odsetek osób uczestniczących w kursie online [x _{3.3}] Odsetek teleporad w ambulatoryjnej opiece zdrowotnej [x _{3.4}] Odsetek osób wyszukujących informacje na temat zdrowia [x _{3.5}] Odsetek osób kupujących lub subskrybujących muzykę [x _{3.6}] Odsetek osób kupujących lub subskrybujących filmy i serie [x _{3.7}] Odsetek osób oglądających przez internet wideo na żądanie [x _{3.8}] Odsetek osób oglądających przez internet nagrania wideo z serwisów tworzonych przez użytkowników [x _{3.9}] Odsetek osób kupujących lub subskrybujących gry [x _{3.10}] Odsetek osób grających w gry komputerowe [x _{3.11}] Odsetek osób kupujących przez internet nocleg [x _{3.12}] Odsetek osób korzystających z bankowości internetowej [x _{3.13}] Odsetek zaciągających pożyczki lub załatwiających sprawy związane z kredytem przez internet [x _{3.14}] Odsetek osób kupujących polisy ubezpieczeniowe przez internet
E-administracja [X ₄]	[x _{4.1}] Liczba użytkowników e-administracji [x _{4.2}] Odsetek jednostek administracji publicznej zapewniających pracownikom szkolenia w zakresie ICT [x _{4.3}] Odsetek jednostek administracji publicznej korzystających z EZD (Elektronicznego Zarządzania Danymi) [x _{4.4}] Odsetek jednostek administracji samorządowej świadczących usługi elektroniczne przynajmniej na poziomie interakcji dwukierunkowej w zakresie podatków i opłat lokalnych [x _{4.5}] Odsetek jednostek administracji publicznej wykorzystujących elektroniczną skrzynkę podawczą dostępną na platformie ePUAP
Konsumpcja 4.0 [X ₅]	[x _{5.1}] Dzienny czas spędzony na korzystaniu z internetu na wszystkich urządzeniach (w godzinach) [x _{5.2}] Odsetek osób korzystających z mediów społecznościowych jako źródła wiadomości [x _{5.3}] Odsetek osób korzystających z aplikacji mobilnych [x _{5.4}] Średnie miesięczne wydatki na subskrypcję streamingu filmów VOD [x _{5.5}] Osoby korzystające z urządzeń internetu rzeczy (IoT)

cd. tabeli 9

1	2
Praca 4.0 [X ₆]	[x _{6.1}] Odsetek osób posiadających podstawowe umiejętności cyfrowe [x _{6.2}] Odsetek osób posiadających umiejętność oceny danych, informacji i treści cyfrowych [x _{6.3}] Odsetek przedsiębiorstw, które zapewniły szkolenia w celu rozwoju/podniesienia umiejętności ICT swoich pracowników [x _{6.4}] Odsetek personelu ICT w zatrudnieniu ogółem [x _{6.5}] Liczba osób zatrudnionych z wykształceniem wyższym w zakresie ICT [x _{6.6}] Odsetek osób wykonujących pracę z domu, z lokalizacji zewnętrznej lub w podróży

Źródło: Opracowanie własne.

Do indeksu gospodarki cyfrowej I_{GC} zostały wybrane wskaźniki $[x_i \dots x_n]$ tworzące reprezentację 6 wymiarów gospodarki cyfrowej: Przemysłu 4.0 $[X_1]$, e-commerce $[X_2]$, e-usług $[X_3]$, e-administracji $[X_3]$, Konsumpcji 4.0 $[X_4]$ oraz Pracy 4.0 $[X_5]$ jako elementów składowych indeksu.



Rysunek 2. Składowe indeksu gospodarki cyfrowej (I_{GC}) i przypisane im wagi

Źródło: Opracowanie własne.

Proponowana formuła zgodnie z metodologią OECD [2008] indeksu gospodarki cyfrowej opiera się o ważoną średnią z normalizowanych wskaźników dla każdego wymiaru (1). Wartości wskaźników powinny zostać poddane procesowi normalizacji według formuły (2) do skali 0-100, gdzie 100 oznacza najlepszy wynik w danym wskaźniku.

$$I_{GC} = \sum_{i=1}^6 \omega_i \times D_i \quad (1)$$

gdzie:

D_i to znormalizowany wynik dla i -tego wymiaru,

ω_i to waga przypisana i -temu wymiarowi.

Do normalizacji wskaźników można zastosować wzór:

$$Z = \left(\frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \right) \times 100 \quad (2)$$

gdzie:

x to wartość danego wskaźnika,

$x_{\min}$ i $x_{\max}$ to minimalna i maksymalna obserwowalna wartość wskaźnika w badanej populacji (wymiarze).

Wybór wag dla poszczególnych wymiarów indeksu gospodarki cyfrowej powinien odzwierciedlać ich relatywne znaczenie dla ogólnego rozwoju gospodarki cyfrowej. Proponowane wagi wynikają z eksperckiej wiedzy autorów popartej analizą treści źródeł literaturowych. Waga dla wymiaru $[X_1]$ wynosi 0,3, dla wymiaru $[X_2]$ 0,2, dla wymiaru $[X_3]$ 0,2, dla wymiaru $[X_4]$ 0,1, dla wymiaru $[X_5]$ 0,1 oraz dla wymiaru $[X_6]$ 0,1.

Najwyższa waga dla wymiaru $[X_1]$ wynika z faktu, że Przemysł 4.0 jest fundamentem transformacji gospodarki cyfrowej i obejmuje zaawansowane technologie, które są kluczowe dla zwiększania jej efektywności i innowacyjności. Inwestycje w technologie Przemysłu 4.0 prowadzą do długofalowego wzrostu produktywności i konkurencyjności na skalę globalną [Amjad, Rafique i Khan 2021; Nyagadza i in., 2022]. Ponadto Przemysł 4.0 wpływa na pozostałe wymiary gospodarki, stąd jego większa waga.

Dwudziestoprocentowy udział wymiaru $[X_2]$ w I_{GC} wynika z faktu, iż e-commerce jest dynamicznie rozwijającym się sektorem, który rewolucjonizuje tradycyjne modele sprzedaży i dystrybucji oraz ma bezpośredni wpływ na gospodarkę poprzez zwiększanie dostępu do rynków i zmniejszanie kosztów transakcyjnych. Znaczny wzrost liczby transakcji online i platform e-commerce sprawia, że handel elektroniczny odgrywa ważną rolę w cyfrowej transformacji gospodarki [Criveanu, 2023; Mahmood, 2023; Wajidi i in. 2023].

Wymiarowi $[X_3]$ przypisano wagę 0,2. E-usługi obejmują szeroki zakres sektorów, takich jak edukacja, zdrowie, finanse, czas wolny, które bezpośrednio wpływają na jakość życia obywateli. Zwiększają dostępność i efektywność usług dla społeczeństwa, co przyczynia się do większej satysfakcji konsumentów oraz oszczędności czasu i kosztów [Daub i in., 2020; UNCDF, 2022].

Wymiar $[X_4]$ ma wagę 0,1. E-administracja poprawia efektywność i przejrzystość usług publicznych, co z kolei zwiększa zaufanie obywateli do instytucji państwowych i poprawia interakcję między państwem a społeczeństwem. Zdaniem autorów wpływ e-administracji na gospodarkę może być mniej bezpośredni w porównaniu z pozostałymi wymiarami, stąd jej mniejsza waga w I_{GC} .

Wymiarowi [X₅] przypisano wagę 0,1. Konsumpcja 4.0 zmienia tradycyjne modele konsumpcji i wpływa na rozwój nowych form dostarczania produktów i usług. Jest kluczowa dla adaptacji rynku do cyfrowych potrzeb konsumentów. Jej wpływ na różnorodność i dostępność produktów, a także na zmiany w zachowaniach konsumenckich jest znaczący, ale nie tak fundamentalny jak Przemysł 4.0, stąd niższa waga.

Wagę 0,1 przypisano także wymiarowi [X₆]. Praca 4.0 obejmuje zmiany w organizacji pracy i jej charakterze, wynikające z cyfryzacji i automatyzacji. Ma wpływ na życie zawodowe oraz prywatne pracowników, a także na efektywność firm. Praca 4.0 jest kluczowa dla adaptacji społeczeństwa do gospodarki cyfrowej, jednak jej bezpośredni wpływ na makroekonomiczne wskaźniki gospodarcze jest mniejszy niż w przypadku Przemysłu 4.0 czy e-commerce.

Biorąc pod uwagę przypisane wagi, docelowa formuła indeksu gospodarki cyfrowej (I_{GC}) przybiera postać:

$$I_{GC} = 0,3 \times D_1 + 0,2 \times D_2 + 0,2 \times D_3 + 0,1 \times D_4 + 0,1 \times D_5 + 0,1 \times D_6 \quad (3)$$

gdzie:

D₁ to normalizowany wynik dla wymiaru [X₁] Przemysł 4.0,

D₂ to normalizowany wynik dla wymiaru [X₂] e-commerce,

D₃ to normalizowany wynik dla wymiaru [X₃] e-usługi,

D₄ to normalizowany wynik dla wymiaru [X₄] e-administracja,

D₅ to normalizowany wynik dla wymiaru [X₅] Konsumpcja 4.0,

D₆ to normalizowany wynik dla wymiaru [X₆] Praca 4.0.

Implementacja indeksu przebiega w kilku krokach, które zapewnią dokładność i użyteczność wskaźnika w pomiarze i ocenie stopnia zaawansowania gospodarki cyfrowej. Każdy z sześciu wymiarów gospodarki cyfrowej posiada zestaw specyficznych wskaźników (tabela 9), które zostały zdefiniowane w rozdziałach niniejszej monografii. Kolejny krok obejmuje gromadzenie danych dla każdego z wyróżnionych wskaźników, aby następnie poddać dane procesowi normalizacji do skali 0-100. W kolejnym kroku znormalizowane dane należy podstawić do wzoru (3), aby wyliczyć wartość I_{GC}.

Uzyskany wynik powinien być analizowany w kontekście zarówno wewnętrznym (np. porównanie poszczególnych sektorów gospodarki w kraju), jak i zewnętrznym (np. porównanie z innymi krajami), w przekroju podmiotowo-przedmiotowo-czasowo-przestrzennym. Uzyskane wyniki pozwolą na: identyfikację trendów zmian wartości I_{GC} w czasie, porównania międzynarodowe dla oceny konkurencyjności poszczególnych gospodarek europejskich i pozaeuropejskich oraz identyfikację obszarów gospodarki (wymiarów) wymagających interwencji lub inwestycji.

Aby indeks gospodarki cyfrowej był użyteczny i aktualny, dane muszą być zbierane i aktualizowane regularnie. Sugerowany jest cykl roczny lub półroczny, w zależności od dostępności danych i dynamiki zmian w gospodarce cyfrowej.

Wartości indeksu gospodarki cyfrowej powinny być komunikowane zarówno decydom na poziomie przedsiębiorstw, jednostek samorządowych i rządu, jak i opinii publicznej. Komunikowanie wyniku procesu pomiaru gospodarki cyfrowej może przybierać postać raportów, prezentacji na konferencjach i seminariach, rekomendacji do kształtowania polityk publicznych i strategii inwestycyjnych. Implementacja indeksu gospodarki cyfrowej wymaga współpracy między instytucjami rządowymi, badawczymi oraz sektorem prywatnym, aby zapewnić kompleksowe i dokładne dane oraz ich skuteczną analizę i interpretację.

Indeks gospodarki cyfrowej może stać się użytecznym narzędziem do oceny i monitorowania postępu w cyfrowej transformacji gospodarki, jednak jego wykorzystanie wiąże się z pewnymi ograniczeniami. Autorzy koncepcji pomiaru gospodarki cyfrowej zgodnie z zaproponowaną formułą są świadomi tych ograniczeń.

Po pierwsze, ograniczeniem jest jakość i dostępność danych. Dane wykorzystywane do obliczania indeksu mogą się znacznie różnić w zależności od źródła i metody zbierania, co może prowadzić do niespójności w wynikach. Autorzy, wskazując w poszczególnych rozdziałach źródła pochodzenia danych do wyszczególnionych wskaźników, mieli świadomość, iż wskazany stan dotyczy momentu przygotowania monografii i może ulec zmianom w przyszłości (na co autorzy nie mają wpływu). Ponadto w podejściu komparatywnym według krajów mogą wystąpić nierówności w dostępie do danych. Nie wszystkie kraje i regiony mają równie dobre systemy zbierania danych. W krajach rozwijających się mogą występować braki w dostępności aktualnych i dokładnych danych. Dla analiz krajowych głównym źródłem danych jest Główny Urząd Statystyczny, dla analiz międzynarodowych takim źródłem powinien być Eurostat (w przekroju krajów europejskich) lub Statista (w przekroju globalnym).

Po drugie, ograniczeniem w implementacji zaproponowanego indeksu gospodarki cyfrowej mogą być wagi przypisane wymiarom. Przypisanie wag do poszczególnych wymiarów jest subiektywne i może nie odzwierciedlać rzeczywistego wpływu tych wymiarów na gospodarkę cyfrową w różnych krajach. Trudno jest w tym aspekcie o całkowitą obiektywność. Ponadto znaczenie poszczególnych wymiarów może się zmieniać w czasie, co wymaga regularnej aktualizacji wag.

Po trzecie, implementacja indeksu może być ograniczana przez znaczną dynamikę i zmiany technologiczne. Technologia rozwija się bardzo szybko, co może prowadzić do dezaktualizacji niektórych wskaźników używanych w indeksie. Prawdopodobne jest też pojawianie się nowych technologii, które nie są uwzględnione w obecnym zestawie wskaźników – reprezentantów w wymiarach gospodarki cyfrowej, co może prowadzić do niedoszacowania poziomu cyfryzacji.

Po czwarte, ograniczeniem w interpretacji wyników pomiaru gospodarki cyfrowej przy wykorzystaniu indeksu gospodarki cyfrowej mogą być różnice kulturowe, społeczne i ekonomiczne między regionami i krajami. Kontekst kulturowy determinuje sposób, w jaki różne społeczeństwa korzystają z technologii cyfrowych, co może nie być odpowiednio uwzględnione w indeksie, a kraje o różnych poziomach rozwoju gospodarczego mogą mieć inne priorytety i potrzeby, co również może wpływać na wartość indeksu.

Istnieje jeszcze jedno ważne ograniczenie implementacji indeksu gospodarki cyfrowej, którego autorzy są świadomi, czyli złożoność metodologiczna i koszty. Zbieranie i przetwarzanie danych potrzebnych do obliczenia I_{GC} może być kosztowne. Koszty generowane są przez dostęp do zasobów rzeczowych i ludzkich. Implementacja indeksu wymaga zaawansowanej metodologii i wiedzy, a organizacja poboru danych dostępu do technologii i urządzeń umożliwiających ten proces.

Biorąc pod uwagę powyższe, należy wskazać, że niezbędne jest podejmowanie odpowiednich kroków w celu minimalizacji ograniczeń, takich jak: regularna aktualizacja metodologii, zwiększenie inwestycji w zbieranie danych oraz uwzględnienie kontekstu lokalnego w analizach.

Pomimo zidentyfikowanych ograniczeń, autorzy mają nadzieję, na przychylne spojrzenie Czytelnika na wypracowaną koncepcję pomiaru gospodarki cyfrowej.

Magdalena Jaciow

Bibliografia

- Alkashami M., Ahmed U. (2022), *E-HRM, Organizational Performance and Technological Opportunism: A Way Forward*, „Webology”, Vol. 19(3), s. 2307-2314.
- Amjad M.S., Rafique M.Z., Khan M.A. (2021), *Leveraging Optimized and Cleaner Production through Industry 4.0*, „Sustainable Production and Consumption”, Vol. 26, s. 859-871, <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.01.001>.
- Atzori L., Iera A., Morabito G. (2010), *The Internet of Things: A Survey*, „Computer Networks”, Vol. 54(15), s. 2787-2805.
- Automatyzacja [w:] *Encyklopedia Powszechna PWN*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/automatyzacja;3872577.html>.
- Bartczak K. (2016), *Bariery rozwojowe handlu elektronicznego*, Exante, Wrocław.
- Becker A. (2018), *Wykorzystanie technologii informacyjno-telekomunikacyjnych w przedsiębiorstwach w ujęciu wojewódzkim*, „Wiadomości Statystyczne”, vol. 3(682), s. 69-82, https://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5982/7/39/1/ws_03_2018__07_aneta_becker__wykorzystanie_tehnologii_informacyjno-telekomunikacyjnych_w_przedsiębiorst.pdf.
- Bessen J. (2019), *Automation and Jobs: When Technology Boosts Employment*, „Economic Policy”, Vol. 34(100), s. 589-626.
- Boston Consulting Group (2015a), *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*, https://image-src.bcg.com/Images/BCG-Przemysl-4-PL_tcm78-123996.pdf.
- Boston Consulting Group (2015b), *The Robotics Revolution: The Next Great Leap in Manufacturing*, <https://www.bcg.com/publications/2015/lean-manufacturing-innovation-robotics-revolution-next-great-leap-manufacturing>.
- Breitschwerdt D., Cornet A., Michor L., Müller N., Salmon L. (2016), *Performance and Disruption: A Perspective on the Automotive Supplier Landscape and Major Technology Trends*, McKinsey & Company.
- Brettel M., Friederichsen N., Keller M., Rosenberg M. (2014), *How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective*, „International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering”, Vol. 8(1), s. 37-44.
- Buhalis D. (2003), *eTourism: Information Technology for Strategic Tourism Management*, Prentice Hall.
- Bujak A. (2017), *Rewolucja przemysłowa 4.0 i jej wpływ na logistykę XXI wieku*, „Autobusy”, nr 6, s. 1338-1344.
- Bulmash J. (2020), *Human Resources Management and Technology* [w:] G. Dessler, N. Chihnzer (eds.), *Human Resource Management in Canada* (s. 49-78), Pearson Canada Inc.
- Burrell D. (2019), *Principles of Industry 4.0 and the 9 Pillars*, „Plextek”, <https://www.plextek.com/insights/insights-insights/industry-4-0-and-the-9-pillars/>

- CBOS (2022), *Korzystanie z Internetu w 2022 roku* (Komunikat z badań nr 77), https://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2022/K_077_22.PDF.
- CBOS (2023), *Praca zarobkowa Polaków i zadowolenie z niej* (Komunikat z badań nr 152), https://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2023/K_152_23.PDF.
- Chaffey D. (2016), *Digital Business i E-commerce Management*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Criveanu M.M. (2023), *Investigating Digital Intensity and E-Commerce as Drivers for Sustainability and Economic Growth in the EU Countries*, „Electronics”, Vol. 12(10), 2318, <https://doi.org/10.3390/electronics12102318>.
- Cyfryzacja [w:] *Encyklopedia Powszechna PWN*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/cyfryzacja;4007905.html>.
- Ćwiek M., Ćwiklicki M., Firszt D., Jabłoński M., Laurisz N., Pacut A., Sołtysik M. (2021), *Cyfryzacja i rynek pracy*, Małopolska Szkoła Administracji Publicznej Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków.
- Davis J., Edgar T., Porter J., Bernaden J., Sarli M. (2012), *Smart Manufacturing, Manufacturing Intelligence and Demand-Dynamic Performance*, „Computers & Chemical Engineering”, Vol. 47, s. 145-156.
- Daub M., Domeyer A., Lamaa A., Renz F. (2020), *Digital Public Services: How to Achieve Fast Transformation at Scale*, https://www.mckinsey.com/industries/public-sector/our-insights/digital-public-services-how-to-achieve-fast-transformation-at-scale#.
- Dąbrowska A. (2008), *Rozwój rynku usług w Polsce: Uwarunkowania i perspektywy*, SGH, Warszawa.
- Dąbrowska A., Janoś-Kresło M., Wódkowski A. (2009), *E-usługi a społeczeństwo informacyjne*, Difin, Warszawa.
- Dąbrowski A. (2011), *E-sport – przydawka czy coś więcej?* [w:] Ł. Rogowski, R. Skrobaczki (red.), *Spoleczne zmagania ze sportem*, Wydawnictwo Naukowe Wydziału Nauk Społecznych UAM, Poznań.
- De Kare-Silver M. (2002), *E-szok. Rewolucja elektroniczna w handlu*, PWE, Warszawa.
- Deloitte (2016), *Global Manufacturing Competitiveness Index*, <https://www2.deloitte.com/ch/en/pages/manufacturing/articles/global-manufacturing-competitiveness-index.html>.
- Deloitte (2024), *Digital Consumer Trends 2023: Polska edycja*, cz. 1.
- Deloitte Poland (2022), *Raport: Stan pracy hybrydowej w Polsce – doświadczenia i oczekiwania pracowników*, <https://www2.deloitte.com/pl/pl/pages/human-capital/articles/Raport-Stan-pracy-hybrydowej-w-Polsce.html>.
- Di Maio A. (2003), *Beyond ROI in E-Government: Introducing the Public Value of IT*, IDA e-Government News, European Commission.
- Doroszewski W., red. (2023), *Słownik języka polskiego PWN*, <https://sjp.pwn.pl/doroszewski/lista>.
- Dubey G., Gupta K.R., Kumar S., Kumar M. (2022), *Study of Industry 4.0 Pillars and Their Uses in Increasing Productivity and Reducing Logistics Defects*, „Materials Today: Proceedings”, Vol. 63, s. 85-91, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.335>.

- Dyrektywa 2000/31/WE z dnia 8 czerwca 2000 r. w sprawie niektórych aspektów prawnych usług społeczeństwa informacyjnego, w szczególności handlu elektronicznego, w ramach rynku wewnętrznego (Dyrektywa o handlu elektronicznym), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/ALL/?uri=CELEX%3A32000L0031>.
- Erboz G. (2017), *How to Define Industry 4.0: Main Pillars of Industry 4.0* [w:] Proceedings of the 7th International Conference on Management (ICoM 2017), Nitra, Słowacja, https://www.researchgate.net/publication/326557388_How_To_Define_Industry_40_Main_Pillars_Of_Industry_40.
- EU Code Week (2021), *4 million people created code with the help of EU Code Week in 2021*, <https://blog.codeweek.eu/4-million-people-created-code-with-the-help-of-eu-code-week-in-2021/>.
- European Commission (2010), *A Digital Agenda for Europe* (COM(2010) 245 final), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0245:FIN:EN:PDF>.
- European Commission (2018), *Digital Transition Action Plan*, https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/digital_transition_action_plan_for_dgum_300818_final.pdf.
- European Commission (2019a), *Jobs and Skills in the Local Economy*, <https://futurium.ec.europa.eu/en/urban-agenda/jobs-and-skills-local-economy/pages/about>.
- European Commission (2019b), *Key Competences for Lifelong Learning*, Urząd Publikacji Unii Europejskiej, <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp/digital-competence-framework>.
- European Commission (2021), *2030 Digital Compass: The European Way for the Digital Decade* (COM(2021) 118 final), https://commission.europa.eu/system/files/2023-01/cellar_12e835e2-81af-11eb-9ac9-01aa75ed71a1.0001.02_DOC_1.pdf.
- European Commission (2022a), *Digital Economy and Society Index (DESI)*, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/pl/policies/desi>.
- European Commission (2022b), *Poland in the Digital Economy and Society Index*, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi-poland>.
- European Commission (2023a), *DESI 2023 Methodological Note*, Brussels, 27.9.2023, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/desi-methodological-note-digital-decade-report-2023>.
- European Commission (2023b), *EU Science DigComp Framework*, https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcomp/digcomp-framework_en.
- European Parliament (2020), *Digital Agenda for Europe*, <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/64/digital-agenda-for-europe>.
- Eurostat (2019), *Data Browser*, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_ci_ce_i/default/table.
- Eurostat (2023), *Data Browser*, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_ski_itedu/default/table.
- Eurostat (2024a), *Data Browser*, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_sk_dskl_i21/default/table.
- Eurostat (2024b), *Data Browser*, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_ske_itn2/default/table.
- Eurostat (2024c), *Data Browser*, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_bde15ap/default/table.

- Eurostat (2024d), *Data Browser*, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_iw_ap/default/table.
- Eurostat (2024e), *Data Browser*, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tepsr_sp410/default/table.
- Eurostat (n.d.), *Digital economy and society*, <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>.
- Eurostat (n.d.), *European Union survey on ICT usage and e-commerce in enterprises*, <https://digital-decade-desi.digital-strategy.ec.europa.eu/datasets/desi/charts>.
- Fabian A.M., Ochwat M., Kwiatkowska C. (2021), *Rekrutacja i selekcja pracowników w dobie pandemii. Raport z badań*, <https://us.edu.pl/wp-content/uploads/pliki/Raport-Rekrutacja-i-selekcja-pracownik%C3%B3w-w-dobie-pandemii.pdf>.
- Feldy M. (2012), *Sklepy internetowe. Jak złapać w sieci e-konsumentki i e-konsumentów*, Wolters Kluwer Polska, Warszawa.
- Ferrari A. (2013), *DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe*, Joint Research Centre – Institute for Prospective Technological Studies.
- Filiciak M. (2006), *Wirtualny plac zabaw*, Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne, Warszawa.
- Folea V. (2018), *European Public Policies in the Area of the Digital Economy and Society: Country Performance Analysis*, CBU International Conference Proceedings, Vol. 6, s. 120-128, <https://doi.org/10.12955/cbup.v6.1143>.
- Freudenberg M. (2003), *Composite Indicators of Country Performance: A Critical Assessment* (OECD Science, Technology and Industry Working Papers No. 2003/16), OECD Publishing, <https://doi.org/10.1787/405566708255>.
- Fundacja DigitalPoland (2021), *Subskrypcje 2021*.
- G20 Digital Economy Task Force (DETF) (2016), *G20 Digital Economy Development and Cooperation Initiative*, <https://www.mofa.go.jp/files/000185874.pdf>.
- Gajdzik B. (2022a), *Changes in the Steel Industry in Poland in the Period 1990 to 2020: Innovation and Digitisation on the Way to Steel Mills 4.0* [w:] W. Cynarski, B. Gajdzik (red.), *Transitioning to Sustainable Industry, Innovation and Infrastructure*, MDPI, s. 1-19.
- Gajdzik B. (2022b), *Diagnoza kierunków transformacji przemysłu stalowego w przemyśle 4.0*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- Gajdzik B., Chmista P., Staroń P. (2021), *Stosowanie architektury komponentowo-modułowej systemów informacyjnych w usprawnianiu zarządzania przedsiębiorstwem* [w:] R. Knosala (red.), *Inżynieria zarządzania. Cyfryzacja produkcji. Aktualności badawcze* (cz. 3), PWE, Warszawa.
- Gajdzik B., Grabowska S. (2018), *Leksykon pojęć stosowanych w przemyśle 4.0*, „Organizacja i Zarządzanie”, nr 132, s. 221-238.
- Gajdzik B., Grabowska S., Saniuk S. (2021), *A Theoretical Framework for Industry 4.0 and its Implementation with Selected Practical Schedules*, „Energies”, Vol. 14(4), 940, <https://doi.org/10.3390/en14040940>.
- Gajdzik B., Kol J., Stolecka-Makowska A. (2023), *Collaborative Consumption: Propensity of Generation Z to Share Products (case in Poland)*, „Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series”, Vol. 190, s. 7-26.

- Gajdzik B., Wolniak R. (2021), *Digitalisation and Innovation in the Steel Industry in Poland – Selected Tools of ICT in an Analysis of Statistical Data and a Case Study*, „Energies”, Vol. 14(11), s. 1-25, <https://doi.org/10.3390/en14113034>.
- Gajdzik B., Wolniak R. (2022), *Influence of Industry 4.0 Projects on Business Operations: Literature and Empirical Pilot Studies Based on Case Studies in Poland*, „Journal of Open Innovation Technology, Market, and Complexity”, Vol. 8(44), <https://doi.org/10.3390/joitmc8010044>.
- Gajdzik B., Wolniak R., Grebski W., Szymaszal J., Grebski M.E. (2025), *Sustainability and Smart Manufacturing the Transformation of the Steelwork Industry*, Routledge.
- Garetti M., Fumagalli L., Negri E. (2015), *Role of Ontologies for CPS Implementation in Manufacturing*, „Management and Production Engineering Review”, Vol. 6(4), s. 26-32.
- Gilchrist A. (2016), *Middleware Industrial Internet of Things Platforms [w:] Industry 4.0: The Industrial Internet of Things*, Apress, s. 223-241, https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2047-4_10.
- Goliński M. (2011), *Spółeczeństwo informacyjne: Geneza koncepcji i problematyka pomiaru*, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa.
- Goliński M. (2012), *Measuring the Information Society – State of the “Grand Challenge”*, „International Journal of Digital Information and Wireless Communications”, Vol. 1(2), s. 314-331, https://www.researchgate.net/publication/230772612_Measuring_the_Information_Society_State_of_the_Art_of_the_Grand_Challenge.
- Goliński M. (2018), *Gospodarka cyfrowa, gospodarka informacyjna, gospodarka oparta na wiedzy – różne określenia tych samych zjawisk czy podobne pojęcia określające różne zjawiska?* „Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych”, vol. 49.
- Gong J., Hong K., Zentner A. (2018), *Role of Monetary Incentives in the Digital and Physical Inter-Border Labor Flows*, „Journal of Management Information Systems”, Vol. 35(3), s. 866-899, <https://doi.org/10.1080/07421222.2018.1481661>.
- Gontarek A. (2007), *E-zdrowie [w:] A. Szewczyk (red.), Społeczeństwo informacyjne. Problemy rozwoju*, Difin, Warszawa.
- Gospodarowicz A., red. (2005), *Bankowość elektroniczna*, PWE, Warszawa.
- Grabowska M. (2018), *Innowacyjność w porządku prawnym Unii Europejskiej [w:] J.K. Opolski, J. Górski (red.), Innowacyjność polskiej gospodarki: Wybrane aspekty*, Wydział Nauk Ekonomicznych, Uniwersytet Warszawski, Warszawa, s. 15-27.
- Greengard S. (2015), *The Internet of Things*, MIT Press.
- Gupta A. (2007), *Industrial Automation and Robotics*, Laxmi Publications.
- GUS (2014), *Nauka, technika, innowacje i społeczeństwo informacyjne w Polsce: Wybrane wyniki badań statystycznych*, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/nauka-i-technika/nauka-technika-innowacje-i-spoleczenstwo-informacyjne-w-polsce-wybrane-wyniki-badan-statystycznych,11,1.html> (dostęp: 11.01.2024).
- GUS (2018), *Pozyskiwanie wskaźników z zakresu e-administracji: Prace eksperymentalne*, https://stat.gov.pl/download/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/6337/2/1/1/pozyskiwanie_wskaznikow_z_zakresu_e-administracji.pdf.
- GUS (2022a), *Jak korzystamy z Internetu? 2022*, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/jak-korzystamy-z-internetu-2022,5,13.html>.

- GUS (2022b), *Spółeczeństwo informacyjne w Polsce w 2022 roku: Informacja sygnalna*, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne-w-polsce-w-2022-roku,2,12.html> (dostęp: 27.01.2024).
- GUS (2023a), *Działalność badawcza i rozwojowa w Polsce w 2022 r.*, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/nauka-i-technika/dzialalnosc-badawcza-i-rozwojowa-w-polsce-w-2022-roku,8,12.html>.
- GUS (2023b), *Rocznik Statystyczny Pracy 2023*, GUS, Warszawa, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-pracy-2023,7,8.html> (dostęp: 29.01.2024).
- GUS (2023c), *Spółeczeństwo informacyjne w Polsce w 2023 roku*, GUS, Warszawa, Szczecin, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne-w-polsce-w-2023-roku,1,17.html>.
- GUS (2023d), *Spółeczeństwo informacyjne w Polsce w 2023 roku: Informacja sygnalna*, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne-w-polsce-w-2023-roku,2,13.html> (dostęp: 27.01.2024).
- GUS (2023e), *Szkolnictwo wyższe i jego finanse w 2022 r.*, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/edukacja/edukacja/szkolnictwo-wyzsze-i-jego-finance-w-2022-roku,2,19.html>.
- GUS (2023f), *Wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w jednostkach administracji publicznej, przedsiębiorstwach i gospodarstwach domowych w 2023 roku*, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/wykorzystanie-technologii-informacyjno-komunikacyjnych-w-jednostkach-administracji-publicznej-przedsiębiorstwach-i-gospodarstwach-domowych-w-2023-roku,3,23.html> (dostęp: 23.01.2024).
- GUS [2023g], *Zdrowie i ochrona zdrowia w 2022 roku*, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/zdrowie/zdrowie/zdrowie-i-ochrona-zdrowia-w-2022-roku,1,13.html>.
- Haines V.Y. III, Lafleur G. (2008), *Information Technology Usage and Human Resource Roles and Effectiveness*, „Human Resource Management”, Vol. 47(3), s. 525-540.
- Hermann M., Pentek T., Otto B. (2016), *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios* [w:] *Proceedings of the 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, IEEE, s. 3928-3937, <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>.
- Hoffman-Burdzińska K., Stolecka-Makowska A. (2021), *Researching the Digital Economy. A Bibliometric Analysis of Articles Indexed in Selected Scientific Databases*, „Acta Scientiarum Polonorum. Oeconomia”, vol. 20(3), s. 5-14, DOI: 10.22630/ASPE.2021.20.3.20.
- Hoffman-Burdzińska K., Stolecka-Makowska A. (2024), *Dimensions of the Digital Economy Based on the Analysis of Articles Published in Selected Scientific Databases*, „Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie”, nr 195, s. 203-218, DOI: 10.29119/1641-3466.2024.195.12.
- Hyla M. (2005), *Przewodnik po e-learningu*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków.
- International Electrotechnical Commission (2017), *Smart Manufacturing – Reference Architecture Model Industry 4.0 (RAMI 4.0)*, <http://vde-verlag.de/iec-normen/224330/iec-pas-63088-2017.html>.

- Jaciow M. (2018), *Ekwiwalencja w międzynarodowych badaniach rynku*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice.
- Jaciow M., Stolecka-Makowska A., Wolny R. (2013), *E-konsument w Europie. Komparatywna analiza zachowań*, Helion, Gliwice.
- Jaciow M., Wolny R. (2022), *Polski e-konsument. Dekada zmian*, Helion, Gliwice.
- Jakubelskas U. (2021), *Evaluation of Key Factors of Digital Economy in European Union*, „Economics and Culture”, Vol. 18(1), s. 27-35, <https://doi.org/10.2478/jec-2021-0013>.
- Jasiewicz J., Filiciak M., Mierzecka A., Śliwowski K., Klimczuk A., Kisilowska M., Tarkowski A., Zadrozny J. (2015), *Ramowy katalog kompetencji cyfrowych*, Centrum Cyfrowe, Warszawa, <https://depot.ceon.pl/handle/123456789/9068>.
- Jelassi T., Enders A. (2005), *Strategies for E-Business: Creating Value through Electronic and Mobile Commerce*, Prentice Hall, Harlow.
- Kagermann H. (2014), *Change Through Digitization – Value Creation in the Age of Industry 4.0* [w:] H. Albach, H. Meffert, A. Pinkwart, R. Reichwald (eds.), *Management of Permanent Change*, Springer Gabler, Wiesbaden, s. 23-45, https://doi.org/10.1007/978-3-658-05014-6_2.
- Kagermann H., Helbig J., Hellinger A., Wahlster W. (2013), *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Securing the future of German manufacturing industry*, Final report of the Industrie 4.0 Working Group. Forschungsunion, National Academy of Science and Engineering (ACATECH).
- Kamecki P. (2002-2003), *Analiza i opis procesów e-urzędu*, „Służba Cywilna”, nr 5, s. 76.
- Kanungo R.P., Gupta S., Patel P., Prikshat V., Liu R. (2022), *Digital Consumption and Socio-Normative Vulnerability*, „Technological Forecasting and Social Change”, Vol. 182, 121808, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121808>.
- Komor M. (2003), *Rozwój i perspektywy e-commerce w Europie, Azji i Stanach Zjednoczonych* [w:] E. Zeman-Miszewska (red.), *Wykorzystanie Internetu w marketingu*, CBiE AE, Katowice.
- Komorowska K., Załuska P. (2024), „S” w ESG, czyli raportowanie zorientowane na ludzi, PwC, <https://www.pwc.pl/pl/artykuly/s-w-esg-czyli-raportowanie-zorientowane-na-ludzi.html>.
- Kontolaimou A., Skintzi G. (2018), *Digitisation Patterns of the Greek Economy and Society*, „Greek Economic Outlook”, Vol. 37, s. 41-48, <https://www.researchgate.net/publication/328981700>.
- Kotler P., Armstrong G., Saunders J., Wong V. (2005), *Marketing: Podręcznik europejski*, PWE, Warszawa.
- Kozerska M. (2014), *Obsługa logistyczna obszaru e-commerce*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej”, z. 68, s. 51-60.
- Kożuch B., Kożuch A. (2008), *Istota usług publicznych*, „Współczesne Zarządzanie”, nr 1, s. 19-35 [za:] A. Rutkowska (2018), *Administracja publiczna jako dobro publiczne*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Organizacja i Zarządzanie”, nr 128, s. 359-375, <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bsu&AN=134662539&lang=pl&site=ehost-live>.
- Lasi H., Fettke P., Kemper H.G., Feld T., Hoffmann M. (2014), *Industry 4.0*, „Business & Information Systems Engineering”, Vol. 6(4), s. 239-242.

- Lassen A., Wæhrens B.V. (2021), *Labour 4.0: Developing Competences for Smart Production*, „Journal of Global Operations and Strategic Sourcing”, Vol. 14(1), s. 94-112, <https://doi.org/10.1108/JGOSS-11-2019-0064>.
- Lee J., Kao H.-A., Yang S. (2014), *Service Innovation and Smart Analytics for Industry 4.0 and Big Data Environment*, „Procedia CIRP”, Vol. 16, s. 3-8.
- Lewandowski P., Hardy W. (2018), *Jak technologia zmienia charakter pracy? Polska na tle UE*, „IBS Policy Paper”, No. 2, https://ibs.org.pl/app/uploads/2018/06/IBS_Policy_Paper_02_2018_pl.pdf.
- Lu Y. (2017), *Industry 4.0: A Survey on Technologies, Applications and Open Research Issues*, „Journal of Industrial Information Integration”, Vol. 6, s. 1-10.
- Lubik-Reczek N., Kapsa I., Musiał-Karg M. (2020), *Elektroniczna partycypacja obywatelska w Polsce: Deklaracje i opinie Polaków na temat e-administracji i e-głosowania*, Wydawnictwo Naukowe Wydziału Nauk Politycznych i Dziennikarstwa UAM, Poznań, https://repozytorium.amu.edu.pl/bitstream/10593/25804/1/Elektroniczna_patycypacja_obywatelska_w_Polsce.pdf.
- Luterek M. (2010), *eGovernment: Systemy informacji publicznej*, Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne, Kraków.
- Łukasik K., Strzelecki J., Śliwowski P., Świącicki I. (2022), *Ilu specjalistów IT brakuje w Polsce?* Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa.
- Łysoń T. (2021), *E-commerce i bariery w jego rozwoju*, <https://www.ideoforce.pl/akademia/e-commerce-i-bariery-w-jego-rozwoju,622.html>.
- Machlup F. (1962), *The Production and Distribution of Knowledge in the United States*, Princeton University Press.
- Mańkowska N. (2016), *Metody pomiaru e-administracji w kontekście konkurencyjności międzynarodowej*, „Ekonomia Międzynarodowa”, nr 14, s. 158-168, https://www.researchgate.net/publication/315349409_Metody_pomiaru_e-administracji_w_kontekście_konkurencyjności_międzynarodowej.
- Marzec I. (2015), *Uwarunkowania rozwoju zatrudnialności pracowników w organizacji*, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach, Katowice.
- Marzec I., van der Heijden B.I.J.M., Scholarios D., van der Schoot E., Bozionelos N., Jędrzejowicz P., Knauth P. (2009), *Specjaliści ICT w polskich małych i średnich przedsiębiorstwach*, „Zarządzanie Zasobami Ludzkimi”, nr 3-4(68-69), s. 90-103.
- McLuhan M. (1962), *The Gutenberg Galaxy: The Making of Typographic Man*, University of Toronto Press.
- Mengual-Andrés S., Roig-Vila R., Mira J.B. (2016), *Delphi Study for the Design and Validation of a Questionnaire about Digital Competences in Higher Education*, „International Journal of Educational Technology in Higher Education”, Vol. 13, Article 12, <https://doi.org/10.1186/s41239-016-0009-y>.
- Mercer D. (2002), *New Economy Expression: Redefining Marketing in the Multichannel Age*, John Wiley & Sons.
- Ministerstwo Administracji i Cyfryzacji (2014), *Spółeczeństwo informacyjne w liczbach*, Warszawa, https://mac.gov.pl/files/spoleczenstwo_informacyjne_w_liczbach_2014_srodek_lekki.pdf.

- Miśkiewicz R. (2019), *Implementing the Industry 4.0 Concept into the Economy on the Example of the Realloys Company*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie”, nr 141, s. 249-261, <https://doi.org/10.29119/1641-3466.2019.141.19>.
- Młody M. (2018), *Personalizacja produktów a Przemysł 4.0 – ocena implementacji nowoczesnych technologii w przemyśle produkcyjnym z perspektywy konsumentów*, „Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa”, nr 3, s. 62-72.
- Monarcha-Matlak A. (2012), *E-learning w administracji publicznej* [w:] G. Szpor, W.R. Wiewiórkowski (red.), *Internet. Prawno-informatyczne problemy sieci, portali i e-usług*, Wydawnictwo C. H. Beck, Warszawa.
- Moore G.E. (1965), *Cramming More Components onto Integrated Circuits*, „Electronics”, Vol. 38(8), <https://download.intel.com/newsroom/2023/manufacturing/moore-eslaw-electronics.pdf>.
- No Fluff Jobs (2021), *Kompetencje w IT. Perspektywy kandydatów, specjalistów i rekruterów*, <https://nofluffjobs.com/insights/raport-kompetencje-w-it/>.
- No Fluff Jobs (2022), *Rynek pracy IT w Polsce w 2021 roku*, <https://nofluffjobs.com/blog/co-wynika-z-raportu-rynek-pracy-itw-2021-roku-na-czym-stoi-branza/>.
- Nowak S. (2011), *Metodologia badań społecznych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Nyagadza B., Pashapa R., Chare A., Mazuruse G., Hove P.K. (2022), *Digital Technologies, Fourth Industrial Revolution (4IR) & Global Value Chains (GVCs) Nexus with Emerging Economies' Future Industrial Innovation Dynamics*, „Cogent Economics & Finance”, Vol. 10(1), <https://doi.org/10.1080/23322039.2021.2014654>.
- OECD, European Union, EC-JRC (2008), *Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide*, OECD Publishing, <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>.
- OECD (2018), *Putting faces to the jobs at risk of automation* (Policy Brief on the Future of Work), OECD Publishing.
- OECD (2022), *The future of work*, <https://www.oecd.org/future-of-work/#what-is-the-future-of-work> (dostęp: 5.12.2022).
- OECD (2023), *Future of work*, <https://www.oecd.org/future-of-work/#what-is-the-future-of-work> (dostęp: 17.01.2024).
- Ogryczak D. (2024), Hasło: Administracja publiczna [w:] *Leksykon budżetowy*, <https://www.sejm.gov.pl/sejm10.nsf/BASLeksykon.xsp?id=3B2030ED865DCD89C1257A780044A4CE&litera=A> (dostęp: 8.03.2024).
- Oleński J. (2003), *Ekonomika informacji*, PWE, Warszawa.
- Olszak C., Ziemia E. (2007), *Strategie i modele gospodarki elektronicznej*, PWN, Warszawa.
- Papińska-Kacperk J., red. (2008), *Spółeczeństwo informacyjne*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Pawlicz A. (2012), *E-turystyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- PBI (n.d.), *Mediapanel Gemius*. Pobrano z [brak adresu URL].
- Pieczarka K. (2017), *Motywacja konsumenta na rynku e-commerce*, „Prace Naukowe Wyższej Szkoły Zarządzania i Przedsiębiorczości w Wałbrzychu”, t. 40(1), s. 85-97.

- Płaczek E. (2018), *Logistyka w erze Industry 4.0*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie”, nr 19(11, cz. III), s. 55-66.
- Pollak A. (2022), *NAZCA 4.0. Przemysł 4.0 w praktyce* [Podcast], APA Group, <https://open.spotify.com/show/4IJapGvA6aBm7QNbWIKoWe>.
- Pracuj.pl (2023), *Praca zdalna nieco mniej popularna*, <https://media.pracuj.pl/229766-praca-zdalna-nieco-mniej-popularna-badanie-pracujpl>.
- Pratt M.K. (2021), *Digital economy* [w:] W. Gonciarski, J. Woźniak (red.), *Bezpieczeństwo organizacji w warunkach gospodarki cyfrowej*, Difin, Warszawa.
- Presidential Committee on Information Literacy (1989), *Final Report*, <http://www.ala.org/ala/mgrps/divs/acrl/publications/whitepapers/presidential.cfm>.
- Przemysł 4.0. (2017), *Smart Industry Polska 2017: Wyniki badania*, <https://przemysl-40.pl/index.php/2017/05/09/smart-industry-polska-2017-wyniki-badania/>.
- Przewoźna-Krzemińska A. (2021), *Procesy preboardingu i onboardingu w rekrutacji i adaptacji nowych pracowników* [w:] A. Bazan-Bulanda, A. Kwiatek, M. Skiba (red.), *Psychospołeczne aspekty zarządzania zasobami ludzkimi*, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa, s. 78-89.
- PwC (2021), *Przyszłość rynku pracy*, <https://www.pwc.pl/pl/publikacje/przyszlosc-rynk-u-pracy-polska-perspektywa-badanie-2021.html>.
- PwC (2022a), *Digital Factory Transformation Survey*, <https://theonliner.ch/uploads/heroes/pwc-digital-factory-transformation-survey-2022.pdf>.
- PwC (2022b), *Digital Factory Transformation Survey 2022: Investments are booming, but implementation is lagging behind*, <https://www.pwc.de/en/strategy-organisation-processes-systems/operations/digital-factory-transformation-survey-2022.html>.
- Roblek V., Meško M., Krapež A. (2016), *A Complex View of Industry 4.0*, „SAGE Open”, Vol. 6(2), s. 1-11, <https://doi.org/10.1177/2158244016653987>.
- Robotyzacja [w:] *Encyklopedia Powszechna PWN*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/robotyzacja;3968183.html>.
- Rouse M. (2016), *Digital Economy*, „TechTarget”, <https://www.techtarget.com/whatis/definition/digital-economy>.
- Rudnicka P., Chrupała-Pniak M., Pollak A. (2017), *Technologie w zarządzaniu zasobami ludzkimi (eHRM) w małych i średnich firmach – walidacja modelu uogólnionej teorii akceptacji i korzystania z technologii (UTAUT)*, „Zarządzanie Zasobami Ludzkimi”, nr 5(118), s. 89-104.
- Rüßmann M., Lorenz M., Gerbert P., Waldner M., Justus J., Engel P., Harnisch M. (2015), *Industry 4.0*, Boston Consulting Group, http://image-src.bcg.com/Images/BCG-Przemysl-4-PL_tcm78-123996.pdf.
- Rutkowska A. (2018), *Administracja publiczna jako dobro publiczne*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Organizacja i Zarządzanie”, nr 128, s. 359-375, <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bsu&AN=134662539&lang=pl&site=ehost-live>.
- Saisana M., Tarantola S. (2002), *State-of-the-art report on current methodologies and practices for composite indicator development*, European Commission, Joint Research Centre.

- Saniuk S., Grabowska S., Gajdzik B. (2020a), *Personalization of Products in the Industry 4.0 Concept and Its Impact on Achieving a Higher Level of Sustainable Consumption*, „Energies”, Vol. 13, 5895, <https://doi.org/10.3390/en13225895>.
- Saniuk S., Grabowska S., Gajdzik B. (2020b), *Social Expectations and Market Changes in the Context of Developing the Industry 4.0 Concept*, „Sustainability”, Vol. 12(4), 1362, <https://doi.org/10.3390/su12041362>.
- Saucedo-Martínez J.A., Pérez-Lara M., Marmolejo-Saucedo J.A., Salais-Fierro T.E., Vasant P. (2018), *Industry 4.0 Framework for Management and Operations: A Review*, „Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing”, Vol. 9(3), s. 789-801.
- Schwab K. (2016), *The Fourth Industrial Revolution*, World Economic Forum, Geneva.
- Senn C. (2019), *The Nine Pillars of Industry 4.0*, <https://www.idashboards.com/blog/2019/07/31/the-pillars-of-industry-4-0/>.
- Seo H., Lee Y., Hur J., Kim J. (2010), *The Impact of Information and Communication Technology on Skilled Labor and Organization Types*, „Information Systems Frontiers”, Vol. 14, s. 445-455, <https://doi.org/10.1007/s10796-010-9276-7>.
- Serwis Samorządowy PAP (2022), *Raport: już 35 proc. Polaków pracuje zdalnie lub hybrydowo*, <https://samorząd.pap.pl/kategoria/aktualnosci/raport-juz-35-proc-polakow-pracuje-zdalnie-lub-hybrydowo>.
- Sęp J., Budzik G. (2015), *Możliwości aplikacyjne technologii Rapid Manufacturing w przemyśle lotniczym*, „Mechanik”, nr 12, s. 169-172.
- Siemens (2017), *Od Industry 4.0 do smart factory. Poradnik menedżera i inżyniera*, <https://publikacje.siemens-info.com/ebook/73/od-industry-4-0-do-smart-factory-poradnik-menedzera-i-inzyniera>.
- Skoczylas D. (2022), *Dostępność cyfrowa determinantą zmian w funkcjonowaniu administracji publicznej?* „Studia Administracji i Bezpieczeństwa”, nr 13(13), s. 121-132, <https://studia.administracji.i.bezpieczenstwa.ajp.edu.pl/resources/html/article/details?id=235910&language=pl>.
- Słaby T., Bazydło-Egier D. (2021), *Zarządzanie produktami na rynku e-rozrywki: Zmiany strategii*, Aspra-JR, Warszawa.
- Sniderman B., Mahto M., Cotteleer M. (2016), *Industry 4.0 and Manufacturing Ecosystems*, Deloitte University Press, https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/manufacturing-ecosystems-exploring-world-connected-enterprises/DUP_2898_Industry4.0ManufacturingEcosystems.pdf.
- Stadnicka D., Antonelli D. (2016), *Discussion on Lean Approach Implementation in a Collaborative Man-Robot Workstation* [w:] Proceedings of the Sixth International Conference on Business Sustainability, Management, Technology and Learning for Individuals, Organisations and Society in Turbulent Environment (16–18 listopada 2016).
- Strohmeier S. (2007), *Research in e-HRM: Review and Implications*, „Human Resource Management Review”, Vol. 17(1), s. 19-37, <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2006.11.002>.
- Sukiennik P. (2003), *E-ubezpieczenia. Szanse i zagrożenia*, Ogma, Warszawa.
- Szewczyk A. (2014), *Analiza usług elektronicznych branży rozrywkowej i działalności kulturalnej*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Studia Informatica”, z. 5, s. 165-187.

- Szulewski P. (2018), *Efektywne łączenie systemów podstawą inteligentnej produkcji*, „Mechanik”, nr 91(1), s. 7-11.
- Śledziewska K., Włoch R. (2020), *Gospodarka cyfrowa: Jak nowe technologie zmieniają świat*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Ślusarczyk B. (2018), *Industry 4.0: Are We Ready?* „Polish Journal of Management Studies”, Vol. 17(1), s. 232-248.
- Ślusarczyk B. (2019), *Potencjalne rezultaty wprowadzania koncepcji przemysłu 4.0 w przedsiębiorstwach*, „Przegląd Organizacji”, nr 1(948), s. 4-10, <https://doi.org/10.33141/po.2019.01.01>.
- Świderski P. (2021), *Pełne rozumienie terminu „automatyzacja i robotyzacja” kluczem do udanej robotyzacji*, Platforma Przemysłu Przyszłości, <https://elearning.przemyslprzyszlosci.gov.pl/pełne-rozumienie-terminu-automatyzacja-i-robotyzacja-kluczem-do-udanej-robotyzacji/>.
- Świecka B. (2007), *Detaliczna bankowość elektroniczna*, CeDeWu, Warszawa.
- Tapscott D. (1996), *The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence*, McGraw-Hill, New York.
- Twizeyimana J.D., Andersson A. (2019), *The Public Value of E-Government: A Literature Review*, „Government Information Quarterly”, Vol. 36(2), s. 167-178.
- UNCDF (2022), *Digitalisation of Services: What Does It imply to Trade and Development?* United Nation, Geneva, https://unctad.org/system/files/official-document/ditctnkd2021d2_en.pdf.
- United Nations (2010), *Joint progress report of the Council and the Commission on the implementation of the Education and Training Work Programme*, Official Journal of the European Union, C117, <http://aei.pitt.edu/42901/>.
- United Nations (2016), *United Nations E-Government Survey 2016: E-Government in support of sustainable development*, <https://publicadministration.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2016-Survey/Annexes.pdf>.
- Ustawa z dnia 18 lipca 2002 r. o świadczeniu usług drogą elektroniczną, Dz.U. 2002 nr 144 poz. 1204, <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.aspx?id=WDU20021441204>.
- Waterman R.H., Jr., Waterman J.A., Collard B.A. (1994), *Toward a Career-Resilient Workforce*, „Harvard Business Review”, Vol. 72(4), s. 87-95.
- Wierzbička A. (2019), *Dydaktyczne i komunikacyjne aspekty e-edukacji akademickiej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Wiktorowicz J. (2018), *Zarządzanie zasobami ludzkimi w jednostkach samorządu terytorialnego*, Narodowy Instytut Samorządu Terytorialnego, Łódź, https://www.nist.gov.pl/files/texts/1549016079_BADANIA%20I%20RAPORTY%207%202018.pdf.
- Wittbrodt P., Łapuńka I. (2017), *Przemysł 4.0 – wyzwanie współczesnych przedsiębiorstw produkcyjnych*, www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2017/T2/t2_793.pdf.
- Woliński B. (2016), *Koncepcja „Industry 4.0” jako strategia reindustrializacji i wdrożenia procesów produkcyjnych kolejnej generacji*, „Koncepcja „Industry 4.0” jako strategia reindustrializacji i wdrożenia procesów produkcyjnych kolejnej generacji”, „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach”, nr 308, s. 173-179.

- Wolny R. (2012a), *E-usługi jako przedmiot badań ekonomicznych*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Ekonomiczne Problemy Usług”, nr 95, s. 81-91.
- Wolny R. (2012b), *Polski e-konsument na rynku usług*, „Konsumpcja i Rozwój”, nr 1, s. 117-129.
- Wolny R. (2013), *Rynek e-usług w Polsce – funkcjonowanie i kierunki rozwoju*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice.
- Wolny R. (2023a), *Konsument i jego ślad w gospodarce cyfrowej* [w:] M. Jaciow, R. Wolny (red.), *Cyfrowy ślad konsumenta*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice.
- Wolny R. (2023b), *Rynek kultury w Polsce w XXI wieku w świetle analizy danych statystycznych – stagnacja czy zmiana ?* [w:] M. Sobocińska (red.), *Konsument i rynek – Badania marketingowe – Strategie i działania marketingowe. Księga jubileuszowa z okazji 50-lecia pracy twórczej prof. zw. dr hab. Krystyny Mazurek-Lopacińskiej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.
- Zajdel M., Michalcewicz-Kaniowska M. (2010), *Administracja publiczna w aspekcie działań e-urzędu – wyniki z badań*, „Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą”, nr 37, s. 356-367.
- Zamasz K. (2017), *Efektywność ekonomiczna przedsiębiorstwa energetycznego w warunkach wprowadzania rynku mocy*, PWN, Warszawa.
- Zawojski P. (2010), *Cyberkultura*, Poltext, Katowice.
- Zhang Z.Z., Wei W.T., Zhu T., Zhou M., Li Y. (2022), *New Dimension on Quality of Life Differences Among Older Adults: A Comparative Analysis of Digital Consumption in Urban and Rural Areas of China*, „International Journal of Environmental Research and Public Health”, Vol. 19(22), 15203, <https://doi.org/10.3390/ijerph192215203>.
- Zhong R.Y., Xu X., Klotz E., Newman S.T. (2017), *Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review*, „Engineering”, Vol. 3(5), s. 616-630.
- Żmijewski R. (2014), *Elementy koncepcji „Industrie 4.0” w praktyce: Systemowe modelowanie produktu w wirtualnym przedsiębiorstwie*, Siemens Industry Software, Warszawa.
- [www1] <https://digital-strategy.ec.europa.eu/pl/policies/desi> (dostęp: 7.09.2024).
- [www2] <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/mis2017.aspx> (dostęp: 7.09.2024).
- [www3] <https://networkreadinessindex.org/> (dostęp: 7.09.2024).
- [www4] <https://encyklopedia.pwn.pl/szukaj/robotyzacja.html>.
- [www5] <https://encyklopedia.pwn.pl/szukaj/automatyzacja.html>.
- [www6] <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/cyfryzacja;4007905.html>.
- [www7] <https://stat.gov.pl/metainformacje/slownik-pojec/pojecia-stosowane-w-statystyce-publicznej/1778,pojecie.html> (dostęp: 24.02.2024).
- [www8] *Jak działa cyfrowa gospodarka?* Platforma Przemysłu Przyszłości, <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/jak-dziala-cyfrowa-gospodarka/> (dostęp: 3.03.2024).
- [www9] *Czym są produkty cyfrowe? Jak tworzyć produkty cyfrowe?* <https://thestory.is/pl/journal/czym-sa-produkty-cyfrowe/> (dostęp: 3.03.2024).

- [www10], *Gospodarka 4.0 wymyka się dotychczasowym definicjom i miernikom*, Platforma Przemysłu Przyszłości <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/gospodarka-4-0-wymyka-sie-dotychczasowym-definicjom-i-miernikom/> (dostęp: 3.03.2024).
- [www11] *Przemysł 4.0 – czym jest czwarta rewolucja przemysłowa?* <https://qrmaint.pl/blog/przemysl-4-0/> (dostęp: 3.03.2024).
- [www12] *Przemysł 4.0 – wszystko, co musisz wiedzieć o rewolucji przemysłowej*, QRmaint, <https://qrmaint.pl/blog/przemysl-4-0/> (dostęp: 3.03.2024).

Spis rysunków

1. Klasyfikacja e-usług	40
2. Składowe indeksu gospodarki cyfrowej (IGC) i przypisane im wagi.....	86

Spis tabel

1. Filary Przemysłu 4.0.....	16
2. Zestawienie wskaźników wymiaru Przemysł 4.0 ze wskazaniem dostępnych źródeł danych.....	26
3. Wybrane wskaźniki reprezentanty dla wymiaru Przemysł 4.0	31
4. Zestawienie wskaźników i źródeł danych dla wymiaru e-commerce	36
5. Zestawienie wskaźników i źródeł danych dla wymiaru e-usługi	45
6. Zestawienie wskaźników i źródeł danych dla wymiaru e-administracja	54
7. Zestawienie wskaźników i źródeł danych dla wymiaru Konsumpcja 4.0.....	63
8. Wskaźniki i źródła danych do wymiaru Praca 4.0.....	77
9. Wskaźniki reprezentanty wymiarów gospodarki cyfrowej w indeksie gospodarki cyfrowej	85

Książka pt. *Pomiar gospodarki cyfrowej* to autorskie ujęcie procesu oceny poziomu zaawansowania cyfrowej transformacji gospodarki w Polsce. Autorzy, opierając się na najnowszych badaniach i metodologii międzynarodowych organizacji, takich jak OECD, ITU i Eurostat, podejmują się stworzenia indeksu gospodarki cyfrowej, który będąc miarą złożoną pozwala uchwycić wielowymiarowość i dynamikę zachodzących zmian w cyfrowej przestrzeni gospodarczej. W książce omówiono sześć podstawowych wymiarów gospodarki cyfrowej: Przemysł 4.0, e-commerce, e-usługi, e-administrację, Konsumpcję 4.0 i Pracę 4.0. Każdy z rozdziałów przedstawia precyzyjnie dobrane wskaźniki, które umożliwiają monitorowanie zmian zachodzących w poszczególnych obszarach. Publikacja jest skierowana zarówno do badaczy i studentów, jak i praktyków oraz decydentów, którzy poszukują narzędzi do zrozumienia i wpływania na procesy cyfryzacji w różnych sektorach gospodarki.

ISBN 978-83-7875-913-3



Uniwersytet
Ekonomiczny
w Katowicach