

UWARUNKOWANIA UCYFROWIENIA PROCESÓW PRODUKCJI I WZROSTU KOMPETENCJI CYFROWYCH SPOŁECZEŃSTWA

pod redakcją Alicji Gudanowskiej i Anny Kononiuk



Uwarunkowania ucyfrowienia procesów produkcji i wzrostu kompetencji cyfrowych społeczeństwa

pod redakcją
Alicji Gudanowskiej i Anny Kononiuk



OFICyna WYDAWNICZA POLITECHNIKI BIAŁOSTOCKIEJ
BIAŁYSTOK 2020

Autorzy:
Alicja Gudanowska
Anna Kononiuk
Julia Siderska
Katarzyna Dębkowska

Recenzenci:
prof. dr hab. inż. Roman Szewczyk
dr hab. inż. Beata Ślusarczyk, prof. PCz

Redaktor wydawnictwa:
Katarzyna Duniewska

Redakcja techniczna, skład, grafika i okładka:
Marcin Dominów

© Copyright by Politechnika Białostocka, Białystok 2020

ISBN 978-83-66391-23-9 (eBook)
DOI: 10.24427/978-83-66391-23-9



Publikacja jest udostępniona na licencji
Creative Commons Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0
(CC BY-NC-ND 4.0).

Pełną treść licencji udostępniono na stronie
creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.pl.
Publikacja jest dostępna w Internecie na stronie Oficyny Wydawniczej PB.

Oficina Wydawnicza Politechniki Białostockiej
ul. Wiejska 45C, 15-351 Białystok
tel.: 85 746 91 37
e-mail: oficina.wydawnicza@pb.edu.pl
www.pb.edu.pl

Spis treści

Wstęp	5
1. Cyfryzacja jako globalny trend w gospodarce	11
1.1. Kierunki badawcze w obszarze cyfryzacji	11
1.2. Istota cyfryzacji	17
1.3. Cyfryzacja w Polsce na tle innych krajów Unii Europejskiej	22
1.4. Cyfryzacja z perspektywy przedsiębiorstw produkcyjnych i kompetencji cyfrowych ich pracowników.....	26
2. Metodyka badań.....	31
3. Ocena czynników analizy STEEPVL w obszarze ucyfrowienia procesu produkcji	35
3.1. Wyniki analizy STEEPVL w obszarze ucyfrowienia procesu produkcji	35
3.2. Ocena siły wpływu czynników.....	37
3.3. Ocena niepewności czynników.....	44
4. Scenariusze rozwoju ucyfrowienia procesów produkcyjnych	53
5. Ocena czynników analizy STEEPVL w obszarze kompetencji cyfrowych.....	59
5.1. Wyniki analizy STEEPVL w obszarze kompetencji cyfrowych.....	59
5.2. Ocena siły wpływu czynników.....	61
5.3. Ocena niepewności czynników	65
6. Scenariusze rozwoju kompetencji cyfrowych.....	75
7. Rekomendacje.....	81
7.1. Obszar ucyfrowienia procesu produkcji.....	81
7.2. Obszar kompetencji cyfrowych	82
Podsumowanie	85
Literatura	91
Spis tabel.....	97
Spis rysunków	99

Załączniki	103
Załącznik 1. Ankieta w obszarze ucyfrowienia procesu produkcji	105
Ocena siły wpływu czynników	105
Ocena przewidywalności czynników.....	107
Metryczka.....	109
Załącznik 2. Ankieta w obszarze kompetencji cyfrowych.....	111
Ocena siły wpływu czynników	111
Ocena przewidywalności czynników.....	113
Metryczka.....	115
Summary	117

Wstęp

Rozwój szeroko rozumianego przemysłu, zarówno w Polsce, jak i na świecie, uwarunkowany i determinowany jest automatyzacją, informatyzacją i robotyzacją procesów produkcyjnych. Przedsiębiorstwa prowadzące działalność w sektorze produkcyjnym stoją obecnie przed wyzwaniami niesionymi przez czwartą rewolucję przemysłową, której fundamentalnymi założeniami są Internet Rzeczy (ang. *Internet of Things*)¹, analiza potężnej ilości danych w czasie rzeczywistym (ang. *Big Data*) czy przetwarzanie chmurowe (ang. *cloud computing*). Koncepcja Przemysłu 4.0 zakłada integrację tradycyjnych procesów przemysłowych z wirtualnymi technologiami komunikacyjnymi. Ponadto, koncepcja ta podlega stałym przeobrażeniom, czego wymiernym skutkiem są nowe koncepcje, takie jak Przemysł X.0 bądź Przemysł 5.0².

Przedsiębiorstwa z branży X.0 wykorzystują podstawową wydajność operacyjną branży 4.0, ale stosują także kombinacje zaawansowanych technologii cyfrowych, aby stale tworzyć nowe, spersonalizowane produkty zarówno w kontekście *business-to-consumer*, jak i *business-to-business*³. Podczas gdy podstawą Przemysłu 4.0 jest automatyzacja, Przemysł 5.0 stanowi synergię pomiędzy ludźmi i autonomicznymi maszynami. Autonomiczna siła robocza ma być w założeniu koncepcji Przemysłu 5.0 sprostregawcza i poinformowana o ludzkich zamiarach i potrzebach⁴.

Stąd, w związku intensywnym rozwojem nowych koncepcji przemysłu, niezbędne staje się cyfrowe optymalizowanie procesu produkcyjnego na każdym etapie wytwarzania i cyklu życia produktu.

Cyfryzacja może być definiowana jako „działania z użyciem narzędzi cyfrowych, których celem jest zwiększenie produktywności poprzez wprowadzenie innowacyjnych produktów, optymalizację procesów i efektywne wykorzystanie kapitału

¹ K. Szum, A. Magruk, *Analiza uwarunkowań rozwoju Przemysłu 4.0 w województwie podlaskim*, „Akademia Zarządzania” 2019, nr 3(2), s. 73-91.

² S. Nahavandi, *Industry 5.0 – A Human-Centric Solution*, „Sustainability” 2019, no. 11(16), s. 4371.

³ D. Abood, A. Quilligan, R. Narsalay, *Industry X.0, Combine and Conquer. Unlocking the Power of Digital*, raport opracowany przez Accenture, s. 8, https://www.accenture.com/_acnmedia/accenture/conversion-assets/dotcom/documents/global/pdf/dualpub_26/accenture-industry-xo-short-report-aw-ng.pdf [data wejścia: 13.01.2020].

⁴ S. Nahavandi, op. cit., s. 3.

ludzkiego”⁵. W języku angielskim *digitalization* oznacza z kolei adaptację i intensyfikację stosowania technologii cyfrowych i komputerowych przez organizacje, sektory gospodarki oraz kraje⁶. Należy jednak podkreślić, że cyfryzacja przemysłu nie powinna ograniczać się tylko do nadania produktom nowych funkcjonalności. Pojęcie to powinno być rozumiane także jako udostępnianie i wykorzystywanie danych z procesu produkcyjnego przy zastosowaniu nowoczesnych narzędzi informatycznych (w tym m.in. transmisji danych do chmury obliczeniowej czy tworzenie tzw. *digital twin*, czyli cyfrowego odpowiednika systemu fizycznego).

Poziom cyfryzacji gospodarki w Polsce znacząco odbiega od poziomu zarówno Stanów Zjednoczonych, jak i Europy Zachodniej. Jeżeli sektor ICT w Stanach Zjednoczonych przyjąć za najbardziej scyfryzowany na świecie (w 100%), gospodarka w USA jest scyfryzowana w 18%, podczas gdy w Europie Zachodniej w 12%, a w Polsce tylko w 8%. Stopień cyfryzacji polskich przedsiębiorstw jest średnio o 34% niższy niż w Europie Zachodniej (średnia dla Francji, Holandii, Niemiec, Szwecji, Wielkiej Brytanii i Włoch)⁷.

Paradoksalnie, pomimo tego, że Polska jest jedną z najszybciej cyfryzujących się gospodarek Europy⁸, zajmuje jedno z ostatnich miejsc w Unii Europejskiej pod względem ucyfrowienia gospodarki, państwa i siły roboczej. Biorąc pod uwagę poziom zaawansowania technologicznego polskiego przemysłu należy wskazać, że 76% zakładów przemysłowych ma częściowo zautomatyzowany proces produkcji, a tylko 15% deklaruje pełną automatyzację. Z badań przeprowadzonych przez przedsiębiorstwo Astor wynika, że 40% jednostek produkcyjnych w Polsce wprowadza do procesu produkcji zmiany charakterystyczne dla trzeciej rewolucji przemysłowej. Należy też podkreślić, że tylko 6% krajowych przedsiębiorstw adaptuje rozwiązania i technologie z zakresu Przemysłu 4.0⁹.

Aby polska gospodarka została uznana za rozwiniętą, niezbędne jest optymalne wykorzystanie nadchodzących zmian niesionych przez tzw. czwartą rewolucję przemysłową. Jest to możliwe z uwagi na fakt, że rewolucja ta dopiero rozpoczyna się, zarówno w Europie, jak i na świecie. Polska ma silne fundamenty do cyfrowego rozwoju – zdolnych pracowników i przewagę wynikającą z niższych kosztów pracy.

⁵ *Cyfrowa Polska. Szansa na technologiczny skok do globalnej pierwszej ligi gospodarczej*, raport opracowany przez McKinsey & Company, Forbes Polska, 2016, <https://www.mckinsey.com/pl/our-insights> [data wejścia: 08.01.2020].

⁶ S. Brennen, D. Kreiss, *Digitalization and Digitization*, <http://culturedigitally.org/2014/09/digitalization-and-digitization> [data wejścia: 03.09.2018].

⁷ *Inżynierowie Przemysłu 4.0. (Nie)gotowi do zmian?*, raport opracowany przez ASTOR, Kraków 2017, https://www.astor.com.pl/images/Industry_4-0_Przemysl_4-0/ASTOR_Inzynierowie_4.0_whitepaper.pdf [data wejścia: 08.12.2019].

⁸ P. Arak, A. Bobiński, *Czas na przyspieszenie. Cyfryzacja gospodarki Polski*, raport Polityki Insight, Warszawa 2016.

⁹ *W jakie technologie inwestują firmy produkcyjne w Polsce?*, raport opracowany przez ASTOR, Kraków 2015, <https://polskiprzemysl.com.pl/wp-content/uploads/Raport-ASTOR-2017.-W-jakie-technologie-inwestuj%C4%85-firmy-produkcyjne-w-Pol....pdf> [data wejścia: 08.12.2019].

Osiągnięcie wzrostu gospodarczego w Polsce i adaptacja w przedsiębiorstwach technologii z zakresu szeroko rozumianego Przemysłu 4.0 są możliwe dzięki pełnemu wykorzystaniu potencjału cyfryzacji, a także wyposażenia pracowników w niezbędne kompetencje cyfrowe¹⁰.

Zagadnienie kompetencji zyskuje popularność w literaturze przedmiotu już od początku XX wieku¹¹. Istnieje wiele sposobów rozumienia terminu „kompetencja”. W mowie potocznej często zamiennie używa się terminów „kompetencji”, „umiejętności”, „kwalifikacji”, „uprawnień” i „obowiązków”. W rzeczywistości jednak nie są to pojęcia tożsame. Problematyczne często okazuje się również jednoznaczne rozróżnienie kompetencji, wiedzy i umiejętności¹². Według C. Hertle’a i innych wiedza jest pojęciem najwęższym, obejmującym ogół wiarygodnych informacji o rzeczywistości wraz z umiejętnością ich wykorzystywania. Kwalifikacje są nadrzędne względem wiedzy. Rozumie się je jako zestaw wiedzy i umiejętności wymaganych do realizacji składowych zadań zawodowych, natomiast wynikają one z określonych dokumentów (świadectw, dyplomów). Kompetencje są najszerszym pojęciem, obejmującym zakres pozostałych dwóch terminów¹³. *Słownik języka polskiego PWN* definiuje kompetencje jako zakres czyjejs wiedzy, odpowiedzialności i umiejętności¹⁴. Kompetencja może być zatem rozumiana jako relacja między człowiekiem a zadaniami do wykonania w ramach pracy zawodowej, a więc są to zarówno wiedza, jak i umiejętności wymagane do skutecznego wykonywania określonego zadania¹⁵. Kompetencje charakteryzują się pewnymi atrybutami: są związane ściśle z określonym zadaniem lub działalnością zawodową, są zmienne, a więc podlegają rozwojowi, zmieniają się wraz z doświadczeniem oraz rozwojem zawodowym i życiowym oraz są mierzalne, czyli poddają się pomiarom^{16, 17}.

¹⁰ J. M. Moczydłowska, *Revolucja przemysłowa 4.0 jako źródło nowych wyzwań zarządzania kompetencjami zawodowymi*, [w:] I. Stańczyk, S. Twaróg (red.), *Człowiek w organizacji*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2018, s. 25-34.

¹¹ A. P. Volpentesta, A. M. Felicetti, *Competence Mapping through Analysing Research Papers of a Scientific Community*, [w:] L. M. Camarinha-Matos (ed.), *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, IFIP International Federation for Information Processing, Costa de Caparica 2011, s. 33-44.

¹² S. Kinkel, B. Schemmann, R. Lichtner, *Critical Competencies for the Innovativeness of Value Creation Champions: Identifying Challenges and Work-integrated Solutions*, „Procedia Manufacturing” 2017, no. 9, s. 323-330.

¹³ C. Hertle, C. Siedelhofer, J. Metternich, E. Abele, *The next generation shop floor management – how to continuously develop competencies in manufacturing environments*, The 23rd International Conference on Production Research, Manila 2015.

¹⁴ *Słownik języka polskiego PWN*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2005, s. 348.

¹⁵ A. P. Volpentesta, A. M. Felicetti, op. cit.

¹⁶ M. Kubat, *Kompetencje zawodowe*, <https://wuplodz.praca.gov.pl/documents/58203/842291/Kompetencje%20zawodowe.pdf/be54b81e-3773-43be-97bf-78e293b5ad00?t=1406796121000> [data wejścia: 03.09.2018].

¹⁷ G. Filipowicz, *Zarządzanie kompetencjami. Perspektywa firmowa i osobista*, Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2016.

W Polsce, jako jednej z najszybciej cyfryzujących się gospodarek Europy¹⁸, oddziaływanie ucyfrowienia gospodarki, państwa i siły roboczej powinno silnie wpływać na charakter pożądaných na rynku pracy kompetencji. W związku z tym kompetencje cyfrowe nabierają szczególnego znaczenia. Poprzez to pojęcie należy rozumieć szeroki zbiór wiedzy, umiejętności i postaw warunkujących sprawne i świadome korzystanie z nowych technologii oraz aktywne uczestnictwo w życiu społeczeństwa informacyjnego^{19, 20}. Obejmują one **kompetencje**: (1) **w obszarze przetwarzania informacji** (przegląd, wyszukiwanie, filtrowanie, ocenę oraz zarządzanie danymi, informacjami i treściami cyfrowymi); (2) **w obszarze komunikacji i współpracy** (interakcję i udostępnianie za pomocą technologii cyfrowych, angażowanie się w życie społeczne za pomocą technologii cyfrowych, zarządzanie cyfrową tożsamością); (3) **w obszarze tworzenia treści** (opracowywanie i integrację treści cyfrowych, tworzenie treści prawa autorskiego i licencji, programowanie); (4) **w obszarze bezpieczeństwa** (ochronę urządzeń, danych osobowych i prywatności, zdrowia i dobrego samopoczucia, środowiska) oraz (5) **w obszarze rozwiązywania problemów** (identyfikację i rozwiązywanie problemów technicznych, identyfikację potrzeb w zakresie wykorzystania technologii, kreatywne wykorzystanie technologii cyfrowych, identyfikację luk w zakresie kompetencji cyfrowych)²¹.

Celem przeprowadzonych i zaprezentowanych w monografii badań było opracowanie możliwych wizji rozwoju ucyfrowienia procesów produkcyjnych oraz kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie roku 2030. Aby zrealizować tak postawiony cel przeprowadzono analizę STEEPVL oraz zastosowano metodę tworzenia scenariuszy rozwoju według szkoły logiki intuicyjnej. W rezultacie uzyskano listę czynników oddziałujących na ucyfrowienie procesów produkcyjnych oraz wzrost kompetencji cyfrowych społeczeństwa, jak również cztery odmienne jakościowo scenariusze dotyczące rozwoju każdego z analizowanych zjawisk.

Monografia składa się z siedmiu rozdziałów. W pierwszym zaprezentowano cyfryzację jako globalny trend w gospodarce. Przedstawiono trendy publikacyjne w obszarze cyfryzacji opracowane za pomocą oprogramowania VOSviewer oraz zarysowano istotę cyfryzacji. Skoncentrowano się na cyfryzacji w Polsce na tle innych krajów Unii Europejskiej oraz przedstawiono cyfryzację z perspektywy przedsiębiorstw produkcyjnych i kompetencji cyfrowych pracowników.

¹⁸ P. Arak, A. Bobiński, op. cit.

¹⁹ D. Batorski, A. Płoszaj, *Diagnoza i rekomendacje w obszarze kompetencji cyfrowych społeczeństwa i przeciwdziałania wykluczeniu cyfrowemu w kontekście zaprogramowania wsparcia w latach 2014-2020*, Warszawa 2012.

²⁰ G. Filipowicz, *Uniwersalny model kompetencyjny. Podręcznik użytkownika, Fundacja Obserwatorium Zarządzania*, Warszawa 2011.

²¹ R. Vuorikari, Y. Punie, S. Carretero Gomez, G. Van den Brande, *DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: The Conceptual Reference Model*, Luxembourg Publication Office of the European Union, Luxembourg 2016, doi: 10.2791/11517.

W rozdziale drugim przedstawiono metodykę badań opartą na szkole logiki intuicyjnej konstrukcji scenariuszy. Metodyka postępowania badawczego składała się z czterech etapów: analizy STEEPVL, oceny ważności i niepewności czynników, wyboru osi scenariuszy oraz konstrukcji scenariuszy rozwoju analizowanych zjawisk. W rozdziale tym omówiono również relację zjawiska niepewności do zjawiska nieprzewidywalności.

Rozdział trzeci koncentruje się na prezentacji wyników analizy STEEPVL w obszarze ucyfrowienia produkcji, która pozwoliła na identyfikację 41 czynników wpływających na obszar badawczy. Przedstawiono w nim również ocenę czynników analizy STEEPVL w obszarze ucyfrowienia procesu produkcji pod względem siły wpływu czynników oraz oceny ich niepewności.

W rozdziale czwartym zaprezentowano proces wyodrębniania czynników kluczowych oraz opis wybranych scenariuszy w obszarze ucyfrowienia procesu produkcji, tj. *Scenariusza powszechnego ucyfrowienia procesów produkcji* oraz *Scenariusza zapaści cyfrowej procesów produkcji*.

Piąty rozdział koncentruje się na przedstawieniu wyników analizy STEEPVL w obszarze kompetencji cyfrowych. Rezultaty prac eksperckich pozwoliły na wygenerowanie 27 czynników wpływających na wzrost kompetencji cyfrowych społeczeństwa. Zaprezentowano również ocenę czynników analizy STEEPVL w obszarze kompetencji cyfrowych pod względem siły wpływu czynników na badane zjawisko oraz oceny ich niepewności.

Istotą szóstego rozdziału jest opis procesu wyodrębniania kluczowych czynników w obszarze kompetencji cyfrowych oraz prezentacja wybranych scenariuszy rozwoju kompetencji cyfrowych w perspektywie 2030 roku. W rozdziale opisano scenariusz pożądaný oraz scenariusz skrajny w odniesieniu do scenariusza pożądanego, tj. *Scenariusza powszechnej cyfryzacji* oraz *Scenariusza zapóźnienia cyfryzacyjnego*.

W siódmym rozdziale pracy zaprezentowano szczegółowe rekomendacje mające na celu uprawdopodobnienie zaistnienia pożądanego scenariusza w obszarze ucyfrowienia procesu produkcji oraz kompetencji cyfrowych. Rekomendacje te zostały przygotowane na podstawie rezultatów analizy STEEPVL oraz wyników metody scenariuszowej.

Rezultaty badań i spostrzeżeń zaprezentowanych w monografii mogą dostarczyć użytecznych wskazówek z zakresu rozumienia zarówno samego zjawiska rozwoju kompetencji cyfrowych społeczeństwa, jak i jego uwarunkowań. Wnioski zaprezentowane w monografii pozwalają również spojrzeć na analizowane zjawisko z perspektywy możliwych kierunków rozwoju, ponieważ dostarczają opisu czterech różnych wariantów przyszłości analizowanych zjawisk. Niniejsza praca może okazać się użyteczna również dla badaczy zainteresowanych studiami nad przyszłością i metodyką prowadzenia wspomnianych badań oraz tematyką ucyfrowienia procesów produkcji i kompetencji cyfrowych. Potencjalnymi odbiorcami monografii mogą też być przedsiębiorcy, studenci kierunków menadżerskich, informatycznych oraz technicznych.

1. Cyfryzacja jako globalny trend w gospodarce

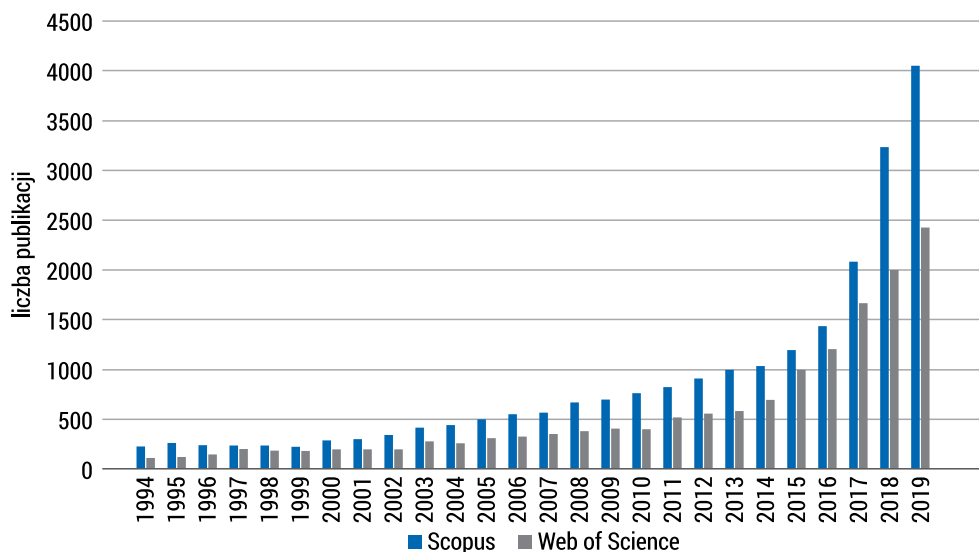
1.1. Kierunki badawcze w obszarze cyfryzacji

Autorki w ramach przeprowadzonego przeglądu literatury dokonały analizy bibliometrycznej wybranego zbioru publikacji związanych z cyfryzacją. W tym celu wygenerowano zbiory publikacji w dwóch naukowych bazach danych – Web of Science (WoS) oraz Scopus. Kryterium wyboru publikacji było pojawienie się słowa „cyfryzacja” w jej tytule, streszczeniu bądź też słowach kluczowych podanych przez autorów. Skupiono się na artykułach, pracach pokonferencyjnych, książkach oraz rozdziałach z książek. W bazie WoS wygenerowano listę 15 652 publikacji spełniających podane kryteria (zapytanie wprowadzone do bazy przyjęło postać: “*TOPIC: (digitisation or digitization or digitalisation or digitalization) Refined by: DOCUMENT TYPES: (ARTICLE OR PROCEEDINGS PAPER OR BOOK OR BOOK CHAPTER) Timespan: All years. Indexes: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, BKCI-S, BKCI-SSH, ESCI, CCR-EXPANDED, IC.*”). W bazie Scopus uzyskano w analogiczny sposób listę 26 505 publikacji (zapytanie wprowadzone do bazy: “*TITLE-ABS-KEY (digitisation OR digitization OR digitalisation OR digitalization) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, “ar”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “cp”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “ch”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “bk”))*”).

Liczbę publikacji wydanych w poszczególnych latach, zgromadzoną w obu bazach w okresie 1994-2019 przedstawiono na rysunku 1.1. Mimo tego, że pojedyncze publikacje poruszające aspekt cyfryzacji pojawiały się w bazach już w latach 50. XX wieku, to do przedstawienia wybrano okres od roku 1994 z uwagi na fakt, że w roku tym liczba publikacji w analizowanym zakresie na stałe przekroczyła 100 publikacji rocznie w bazie WoS oraz 200 w bazie Scopus.

Jak wynika z analizy rysunku 1.1, popularność zagadnienia w publikacjach indeksowanych w obu bazach danych wykazuje zdecydowaną tendencję wzrostową. Analizując dane z bazy Scopus, można ponadto zaobserwować wyraźny wzrost zainteresowania publikowaniem treści związanych z cyfryzacją w ostatnich trzech latach (2017-2019). Należy również zauważyć, że prace zgromadzone w obu bazach często powielają się, stąd też zasadny jest wybór tylko jednej z nich. W przypadku bazy

danych Scopus liczba zarejestrowanych publikacji w każdym roku przewyższała liczbę prac zebranych w WoS, dlatego też do dalszych analiz wybrano zbiór obejmujący prace zgromadzone w bazie Scopus.



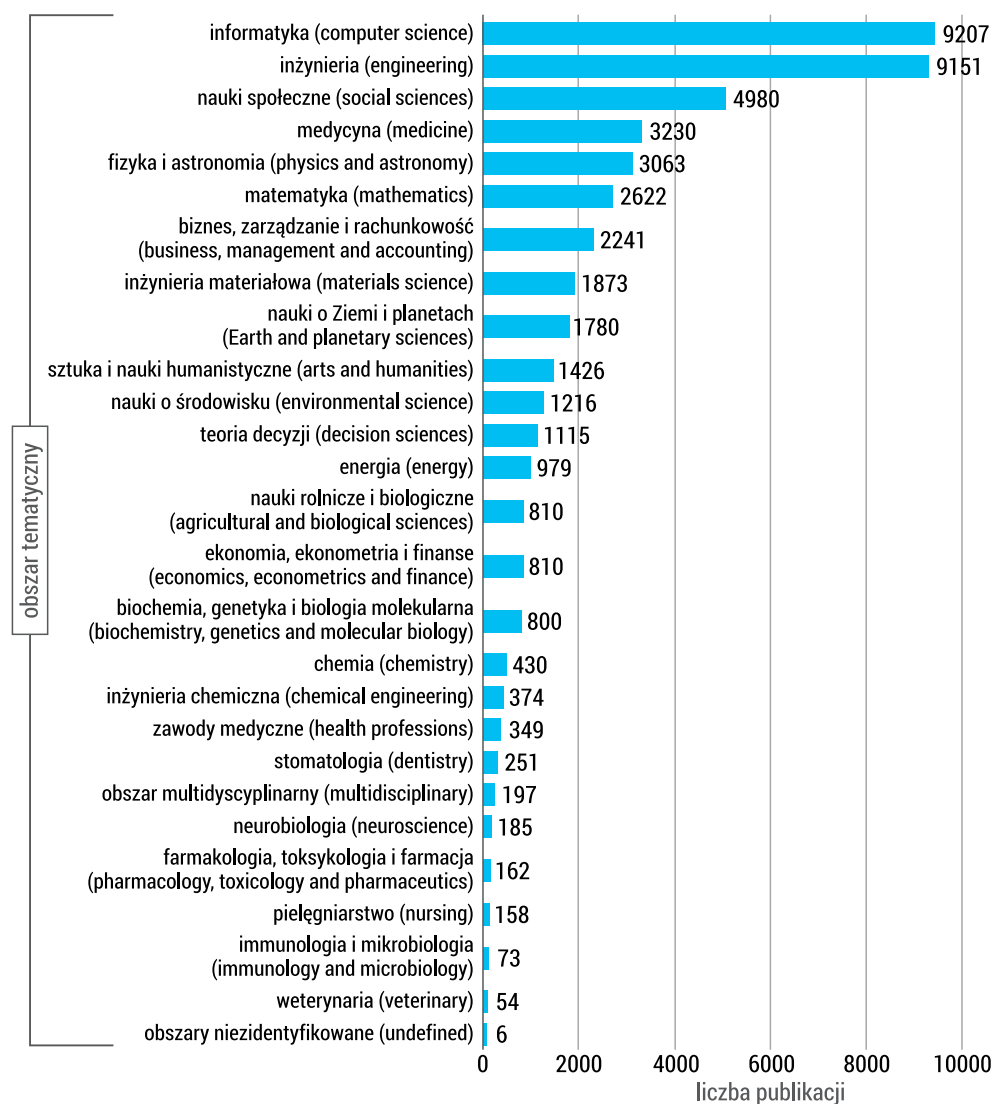
RYСУNEK 1.1. Liczba publikacji naukowych (artykułów, prac pokonferencyjnych, książek i rozdziałów książek) poruszających aspekt cyfryzacji (wskazany w tytule, streszczeniu lub słowach kluczowych), zarejestrowanych w bazach danych Scopus i Web of Science w latach 1994-2019

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie danych wygenerowanych z baz Web of Science oraz Scopus.

Na rysunku 1.2 przedstawiono obszary publikacji prac będące odzwierciedleniem kategorii przyporządkowania w bazie danych Scopus, w których prace zostały zarejestrowane. Zdecydowanie największa liczba prac znalazła się w dwóch obszarach: informatyki i inżynierii (w obu przypadkach liczba zarejestrowanych w tych kategoriach prac przekroczyła 9 000). Bardzo liczny zbiór to również prace zarejestrowane jako publikacje z zakresu nauk społecznych (niespełna 5 000 pozycji). Licznie publikowano również w tematyce cyfryzacji w obszarach takich, jak: medycyna, fizyka i astronomia, matematyka oraz biznes, zarządzanie i rachunkowość. Pełne zestawienie publikacji przedstawiono na rysunku 1.2.

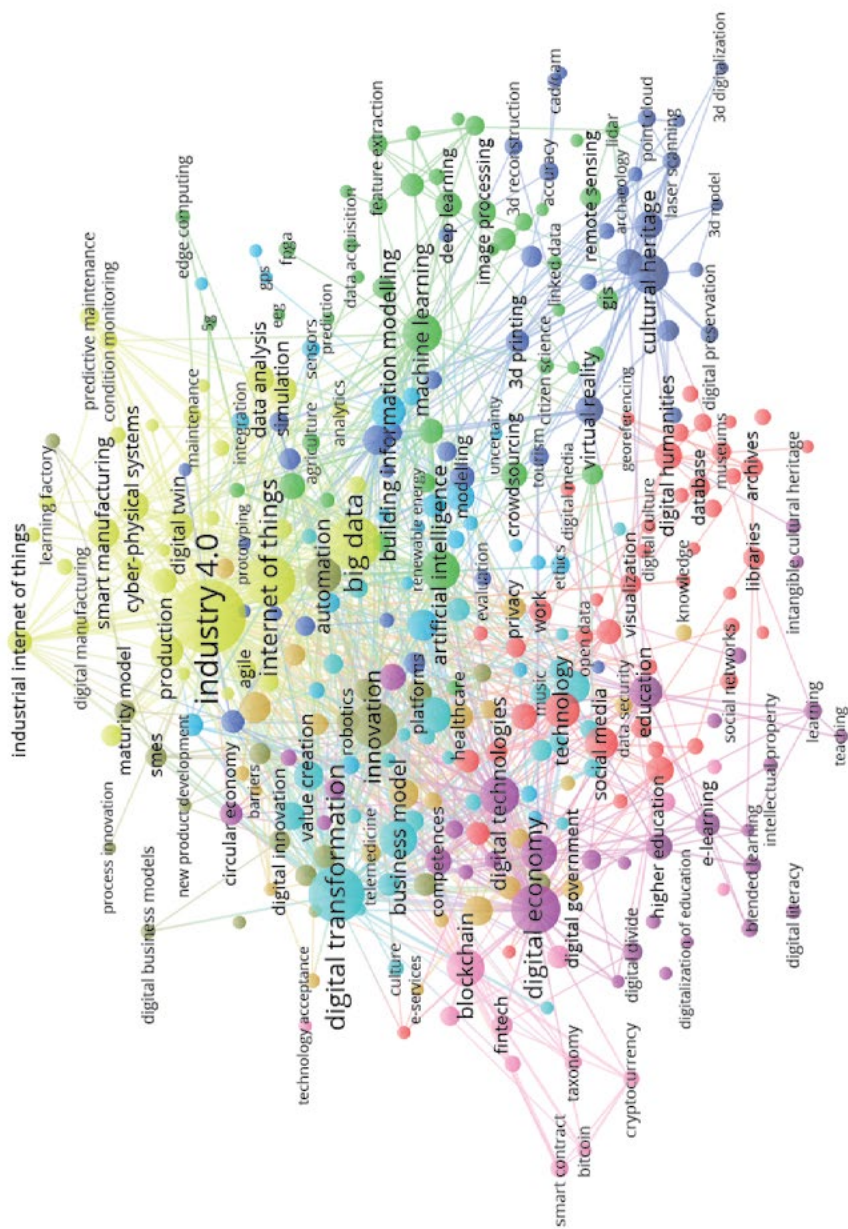
Na podstawie danych dotyczących podstawowego opisu publikacji w bazie Scopus w ostatnich trzech latach (2017-2019) przygotowano mapę dotyczącą współwystępowania słów kluczowych wprowadzonych przez autorów publikacji (rys. 1.3). Uznano, że to właśnie słowa kluczowe podane przez autorów najlepiej oddawać będą zakres tematyczny artykułów. Dokonując analizy, połączono terminy o tym samym znaczeniu zapisane jedynie w innej formie (jak np. *IoT* oraz *Internet of Things*), usunięto słowa odnoszące się do charakteru prezentowanych w publikacji analiz (np. *case study*)

oraz lokalizacji geograficznej, do której się odnosili (np. nazwy poszczególnych krajów). Ponadto usunięto ze zbioru słów kluczowych słowa stanowiące kryteria wyszukiwania publikacji, a więc: *digitisation*, *digitization*, *digitalisation* oraz *digitalization*, ponieważ oczywistym jest, że cały zbiór analizowanych publikacji odnosi się do któregoś z wymienionych terminów, a ich prezentacja na finalnie powstałej wizualizacji zaburzałaby jedynie jej poziom szczegółowości.



RYSUNEK 1.2. Obszary tematyczne publikacji dotyczących zjawiska cyfryzacji na podstawie bazy danych Scopus

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie danych wygenerowanych z bazy Scopus.



RYŚUNEK 1.3. Mapa współwystępowania słów kluczowych charakteryzujących publikacje poruszające aspekt cyfryzacji (poprzez wskazanie terminu w tytule, streszczeniu lub słowach kluczowych) w bazie Scopus w latach 2017-2019

ŹRÓDŁO: opracowanie własne przy wykorzystaniu oprogramowania VOSviewer.

Dane zagregowano i zwizualizowano za pomocą oprogramowania VOSviewer, które jest szczególnie przydatne przy pracy z dużymi zbiorami danych. Program pozwala na podkreślenie aspektu częstotliwości występowania poszczególnych danych w całym zbiorze i jednocześnie częstotliwości ich współwystępowania^{22,23}. Przy wykorzystaniu oprogramowania, na podstawie załadowanego zbioru publikacji oraz słownika pozwalającego na połączenie lub usunięcie poszczególnych terminów, wygenerowano zestawienie 22 607 słów kluczowych. W celu zapewnienia przejrzystości wizualizacji uwzględniono słowa kluczowe występujące w analizowanym zbiorze co najmniej 9 razy. Wynikowo powstałą wizualizację przedstawiono na rysunku 1.3.

W centralnej części powstałej mapy (rys. 1.3) znajdują się najczęściej występujące słowa kluczowe. Częstotliwość występowania danego terminu podkreślono również poprzez zróżnicowanie wielkości węzłów reprezentujących każdy z pojawiających się terminów, a także wielkość czcionki w nazwie danego węzła. Analizując rysunek 1.3, widać, że sieć jest dość gęsta i cechuje się licznymi połączeniami. Centralnymi terminami, które pojawiały się najczęściej w kontekście cyfryzacji były terminy: *Industry 4.0* (również najczęściej współwystępujący z pozostałymi terminami w sieci), transformacja cyfrowa (*digital transformation*), *Big Data* oraz *Internet of Things*. Bardzo często pojawiającymi się w połączeniu z kontekstem cyfryzacji terminami (ponad stu-krotne wystąpienie w zbiorze) były również następujące frazy: cyfrowa gospodarka (*digital economy*), innowacja (*innovation*), uczenie maszynowe (*machine learning*), sztuczna inteligencja (*artificial intelligence*), technologie cyfrowe (*digital technologies*) oraz dziedzictwo kulturowe (*cultural heritage*).

Jedną z funkcjonalności oprogramowania VOSviewer jest łączenie analizowanego zestawu danych w klastry, które następnie są przedstawiane na mapie, na której każdemu z nich przyporządkowany jest inny kolor. Połączenie danych fraz w klastrze oznacza najczęstsze ich współwystępowanie (nie oznacza to, że dana fraza nie występuje z innymi z pozostałych klastrów, lecz zdarza się to zdecydowanie rzadziej). W ten sposób powstało **dziesięć klastrów**. **Pierwszy** z nich, bardzo obszerny, obejmujący 45 słów kluczowych, skupiał się na kilku różnych aspektach, takich jak: historia, muzea, akademickie biblioteki, cyfrowe bazy danych i archiwa, otwarty dostęp, otwarte dane, ochrona, a także współpraca, komunikacja, kreatywność, wizualizacja, praca, wiedza i zarządzanie nią oraz media, fotografia, media cyfrowe, media społeczne, sieci społeczne i marketing. Drugi i trzeci z klastrów to również obszerne zbiory (ponad 40 słów kluczowych). **Drugi klaster** skupiał zagadnienia obejmujące m.in.: sztuczną inteligencję, sieci neuronowe, prognozy, zarządzanie, a także programowanie w chmurze, naukę o danych (*data science*), w tym ich pozyskiwanie i przetwarzanie, uczenie maszynowe, sieci semantyczne, rozpoznawanie wzorców,

²² A. E. Gudanowska, *A map of current research trends within technology management in the light of selected literature*, "Management and Production Engineering Review" 2017, no. 8(1), s. 78-88.

²³ A. E. Gudanowska, *Transformation towards Industry 4.0 – identification of research trends and aspect of necessary competences in the light of selected publications*, "Research in Logistics & Production" 2017, no. 7(5), s. 431-441.

przetwarzanie brzegowe oraz obszary związane z protokołem OPC UA, *optical character recognition* (OCR), przetwarzaniem języka naturalnego (*natural language processing*), bezpośrednio programowalną macierzą bramek (*field-programmable gate array* – FPGA), jak też *light detection and ranging* (LIDAR) i systemem informacji geograficznej (*geographic information system* – GIS) czy elektroencefalografią (EEG). **Klaster trzeci** łączył w jeden zbiór m.in. obszary: modelowania, skanowania, rekonstrukcji i druku 3D, wspomaganego komputerowo projektowania i wytwarzania (CAD/CAM), odwróconej inżynierii czy systemów inżynierii. Pojawiły się tu również takie aspekty, jak: projektowanie procesów i produktów, prototypowanie, metody projektowania, analiza doświadczeń klienta, użyteczność i wirtualna rzeczywistość, kapitał ludzki oraz interakcja człowiek – komputer. Często występującym elementem trzeciego klastra był aspekt dziedzictwa kulturowego i jego dokumentacji, często łączony z aspektem druku i skanowania 3D. **Czwarty z klastrów**, obejmujący ponad 30 słów kluczowych, łączył terminy: *Big Data* i analizy danych, produkcji, planowania produkcji, cyfrowej produkcji, *Industry 4.0*, Internetu Rzeczy (*Internet of Things*), *lean*, uczącej się fabryki, optymalizacji, przewidywania, symulacji i cyklu życia produktu oraz *cyber-physical systems*. Pojawił się tu również aspekt logistyki i technologii RFID, transportu, a także projektowania, *design thinking* i analityki biznesowej (*business intelligence*). **Klaster piąty**, zawierający również nieco powyżej 30 słów kluczowych, to zagadnienia skupione przede wszystkim na: cyfryzacji edukacji, edukacji inżynierów, cyfrowej przedsiębiorczości, edukacji wyższej, e-learningu, nauce na odległość, kompetencjach, kompetencjach cyfrowych i specjalizacji dziedzinowej (SME). W tym kontekście pojawiają się również zagadnienia *gamification*, współtworzenia, motywacji, partycypacji, własności intelektualnej, ICT, społeczeństwa informacyjnego i mieszanej metody kształcenia (*blended learning*). Sklasyfikowano tu także zarządzanie projektami oraz aspekt serwicyzacji, w tym szczególnie integracji produktowo-usługowej (*product-service systems* – PSS). **Szósty klaster** to zbiór 30 fraz obejmujących m.in.: kontekst organizacji, jej kultury, zarządzania zmianą, planowania, modeli biznesowych, przywództwa, cyfrowej strategii i cyfrowej transformacji, wydajności, kreowania wartości, łańcucha dostaw, a także kwestie poboczne, np. muzykę. **Siódmy z klastrów** objął 26 słów kluczowych, a w tym: *building information modeling* – BIM, branżę budowlaną, modelowanie procesów biznesowych, jakość, produktywność, smart city i czujniki, a także etykę i podejmowanie decyzji. **Klaster ósmy** tworzy grupę 23 sformułowań, wśród których znajdują się: e-usługi, e-administracja, sektor publiczny, e-zdrowie, opieka zdrowotna, elektroniczne karty zdrowia, telemedycyna, a także cyberbezpieczeństwo, bezpieczeństwo danych i informacji, uwierzytelnianie, prywatność, oprogramowanie i standaryzacja. **Dziewiąty z klastrów** (20 fraz) to zbiór zagadnień związanych z: automatyzacją, robotyzacją, innowacjami i cyfrowymi innowacjami, otwartą innowacją, platformami i cyfrowymi platformami, cyfrową przedsiębiorczością, konkurencyjnością, wzrostem ekonomicznym, modelami dojrzałości oraz ekonomią współdzielenia (*sharing economy*). Znalazły się tu także zagadnienia rynku pracy i przyszłości pracy. Ostatni

z klastrów – **dziesiąty** – to 13 słów kluczowych związanych z obszarem głównie finansowym, znaleźć tu można: technologię *blockchain*, kryptowalutę (*bitcoin*), demonecyzację, e-commerce, technologie finansowe (*FinTech*), ale też zarządzanie ryzykiem, zaufanie i akceptację technologii.

1.2. Istota cyfryzacji

Szeroko rozumiany proces cyfryzacji jest powszechnie uznawany za jedną z fundamentalnych i najdynamiczniej zachodzących zmian w XXI wieku oraz jest głównym motorem innowacji w większości sektorów gospodarki. Kiedyś wzrost gospodarczy, zarówno w Polsce, jak i na całym świecie, napędzany był głównie przez tradycyjne sektory gospodarki. Ich rola jest jednak obecnie niewystarczająca, a badania wskazują, że transformacja cyfrowa i technologie cyfrowe są siłą napędową gospodarki w Polsce²⁴. Fundamentalnym przeobrażeniem²⁵ ulega cała gospodarka, a „technologie cyfrowe mogą teraz stać się dla społeczeństwa i gospodarki tak samo ważnym czynnikiem przemiany, jak kiedyś silnik parowy”²⁶. Tendencje te wpisują się w trendy globalne, jednak w Polsce zmiany te zachodzą wolniej. Analitycy postrzegają nasz kraj jako „cyfrowy challenger”, czyli rynek wykazujący duży potencjał wzrostu gospodarki cyfrowej i próbujący dogonić grupę zaawansowanych cyfrowo państw, określanych mianem „cyfrowych liderów”²⁷.

W literaturze popularno-naukowej i publicystyce nie ma zgody autorów co do jednoznacznego wskazania definicji „cyfryzacji”, chociaż podejmowane są liczne próby wyjaśnienia tego pojęcia. Na potrzeby niniejszej monografii autorki przedstawiły kilka wybranych definicji, przyjmując przy ich wprowadzaniu zasadę „od ogółu do szczegółu”. Pierwsze próby zdefiniowania pojęcia „cyfryzacji” zostały podjęte w latach 50. XX wieku, wraz z rozwojem technik komputerowych. Zaproponowano wtedy określenie „digitalizacja” (ang. *digitisation*), rozumiane jako przetwarzanie materiałów analogowych na formę cyfrową za pomocą skanowania lub fotografowania. Szersze znaczenie temu terminowi po raz pierwszy nadał w 1971 roku Robert Wachal, wprowadzając pojęcie cyfryzacji społeczeństwa (ang. *digitalisation of society*), nawiązując

²⁴ T. Iwański, J. Gracel, *Przemysł 4.0. Rewolucja już tu jest. Co o niej wiesz?*, raport opracowany przez ASTOR, 2017, https://www.astor.com.pl/images/Industry_4-0_Przemysl_4-0/ASTOR_przemysl4_whitepaper.pdf [data wejścia: 02.02.2019].

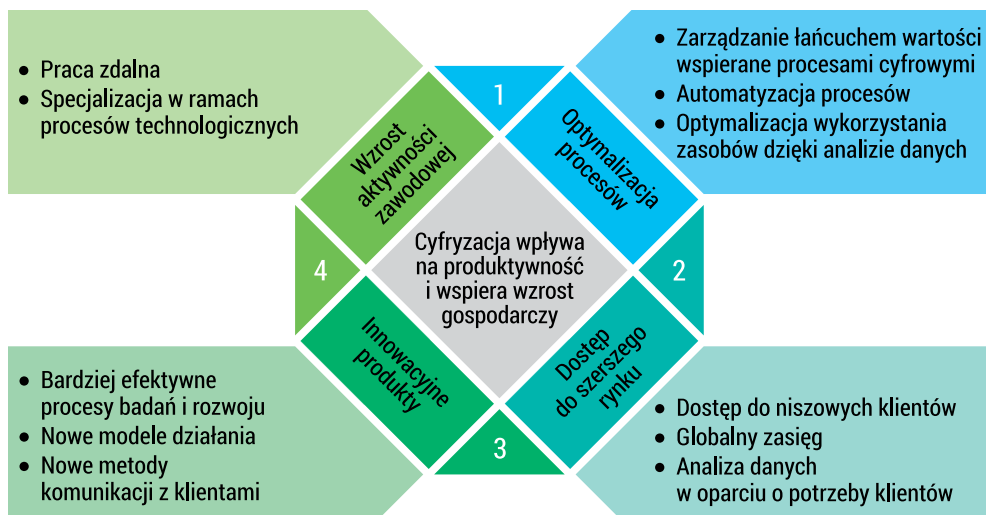
²⁵ I. Mergela, N. Edelmann, N. Hauga, *Defining digital transformation: Results from expert interviews*, „Government Information Quarterly” 2019, no. 36.

²⁶ E. Brynjolfsson, A. McAfee, *Drugi wiek maszyny. Praca, postęp i dobrobyt w czasach genialnych technologii*, MT Biznes, Warszawa 2015, s. 19.

²⁷ J. Novak, M. Purta, T. Marciniak, K. Ignatowicz, K. Rozenbaum, K. Yearwood, *The rise of Digital Challengers. How digitization can become the next growth engine for Central and Eastern Europe*, raport opracowany przez McKinsey Company, 2018, <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured%20Insights/Europe/Central%20and%20Eastern%20Europe%20needs%20a%20new%20engine%20for%20growth/The-rise-of-Digital-Challengers.ashx> [data wejścia: 02.02.2019].

tym samym do zmian zachodzących w otoczeniu, spowodowanych coraz powszechniejszym wykorzystywaniem technologii cyfrowych. Zgodnie z *Oxford English Dictionary* pojęcie cyfryzacji obejmuje „adaptację i wzrost wykorzystywania technologii cyfrowych lub komputerowych przez organizacje, sektory gospodarki, kraje itd.”. Pojęcia „digitalizacja” i „cyfryzacja” bardzo często używane są jednak zamiennie, zarówno w literaturze polskiej, jak i zagranicznej²⁸.

Bardzo często podejmowane są także próby określenia znaczenia cyfryzacji z ekonomicznego punktu widzenia, tak by możliwy był pomiar jej wpływu na gospodarki poszczególnych państw. McKinsey definiuje cyfryzację jako „działania z użyciem narzędzi cyfrowych, których celem jest zwiększenie produktywności i przyspieszenie wzrostu gospodarczego”²⁹. Cyfryzacja przyczynia się w tym kontekście do wzrostu produktywności na cztery sposoby: dzięki optymalizacji procesów, rozszerzeniu rynku zbytu, innowacyjnym produktom oraz bardziej efektywnemu wykorzystaniu kapitału ludzkiego, co zostało przedstawione na rysunku 1.4³⁰.



RYSUNEK 1.4. Obszary wzrostu produktywności spowodowanego cyfryzacją

ŹRÓDŁO: McKinsey & Company, *Cyfrowa Polska. Szansa na technologiczny skok do globalnej pierwszej ligi gospodarczej*, raport opracowany przez McKinsey & Company, Forbes Polska, 2016, <https://www.mckinsey.com/pl/our-insights> [data wejścia: 08.01.2020].

²⁸ J. Gajewski, W. Paprocki, J. Pieriegud (red.), *Cyfryzacja gospodarki i społeczeństwa – szanse i wyzwania dla sektorów infrastrukturalnych*, Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową, Gdańska Akademia Bankowa, Gdańsk 2016.

²⁹ *Cyfrowa Polska. Szansa na technologiczny skok do globalnej pierwszej ligi gospodarczej*, raport opracowany przez McKinsey & Company, Forbes Polska, 2016, <https://www.mckinsey.com/pl/our-insights/cyfrowa-polska> [data wejścia: 02.02.2020].

³⁰ Ibidem.

Dodatkowo, analitycy McKinsey rozpatrują cyfryzację jako sumę trzech składników: wartości sektora ICT mierzonej jako wydatki rządu i przedsiębiorstw we wszystkich sektorach na sprzęt komputerowy, oprogramowanie i rozwiązania telekomunikacyjne; wartości rynku e-commerce mierzonej jako suma zakupionych towarów i usług online oraz wartości wydatków offline na sprzęt cyfrowy³¹. Takie rozumienie omawianej problematyki jest z pewnością ujęciem bardzo kompleksowym, bowiem szerszym niż wzięcie pod uwagę jedynie sektora ICT. Ponadto, ze względu na dostępność wiarygodnych danych dla każdego z tych trzech obszarów, umożliwia ono późniejsze przeprowadzenie szczegółowych analiz.

Również w dyskursie naukowym podejmowane są liczne próby zdefiniowania pojęcia „cyfryzacji”. Wielu badaczy proponuje własne określenia, obejmujące swym zakresem różne obszary. Wszyscy jednak zgadzają się, że jest to jeden z głównych trendów zmieniających społeczeństwo i biznes, odnoszący się do bardziej fundamentalnych zmian niż tylko digitalizacja procesów czy produktów^{32, 33}. Wielu badaczy utożsamia nawet to pojęcie z rewolucją przemysłową^{34, 35, 36}. W pracy Bowersoxa pojęcie transformacji cyfrowej opisywane jest jako „proces reorganizacji przedsiębiorstwa w celu digitalizacji działalności przy wykorzystaniu pełnego potencjału technologii informatycznych w całym łańcuchu dostaw”³⁷. Zorientowaną na przyszłość definicję cyfryzacji zaproponował z kolei w 2014 roku Mazzone. Wskazał on, że jest to „zamierzona i ciągła cyfrowa ewolucja firmy, jej modelu biznesowego, procesów, zarówno w perspektywie strategicznej, jak i taktycznej”³⁸.

Odpowiedzią na wyzwania związane z dynamicznym rozwojem technologii cyfrowych jest cyfrowa transformacja różnych obszarów działalności gospodarczej, która w raporcie opracowanym przez badaczy z Center for Digital Business Massachusetts Institute of Technology oraz Capgemini została określona jako „wykorzystanie technologii cyfrowych (analizy, mobilności, mediów społecznościowych) do radykalnej

³¹ J. Novak, M. Purta, T. Marciniak, K. Ignatowicz, K. Rozenbaum, K. Yearwood, op. cit.

³² J. M. Müller, O. Buliga, K. I. Voigt, *Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0*, „Technological Forecasting and Social Change” 2018, vol. 132, s. 2-17.

³³ A. Kusiak, *Smart manufacturing*, „International Journal of Production Research” 2018, vol. 56, no. 1-2, s. 508-517.

³⁴ M. Tihinen, M. Iivari, H. Ailisto, M. Komi, J. Kääriäinen and I. Peltomaa, *An exploratory method to clarify business potential in the context of industrial internet – a case study*, [w:] *Collaboration in a Hyperconnected World*, Portugal 2016, s. 469-478.

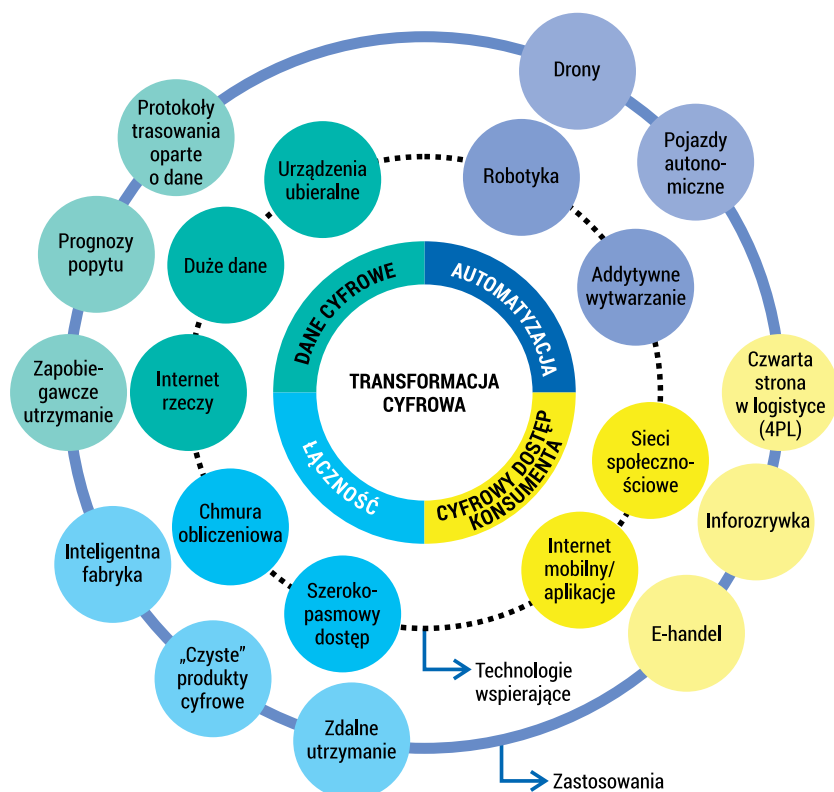
³⁵ J. Karimi and, X. Walter, *The role of dynamic capabilities in responding to digital disruption: A factor-based study of the newspaper industry*, „Journal of Management Information Systems” 2015, vol. 32, no. 1, s. 39-81.

³⁶ S. Vaidya, P. Ambad, S. Bhosle, *Industry 4.0 – A Glimpse*, „Procedia Manufacturing” 2018, vol. 20, s. 233-238.

³⁷ D. J. Bowersox, D. J. Closs, R. W. Drayer, *The digital transformation: Technology and beyond*, „Supply Chain Management Review” 2005, no. 9(1), s. 22-29.

³⁸ D. M. Mazzone, *Digital or Death: Digital Transformation – The Only Choice for Business to Survive Smash and Conquer*, Smashbox Consulting Inc., Mississauga 2014.

poprawy wydajności oraz lepsze wykorzystanie tradycyjnych technologii, takich jak ERP, do zmiany relacji z klientami, czy procesów wewnętrznych”³⁹. Z kolei w raporcie opublikowanym przez przedsiębiorstwo konsultingowe Roland Berger zidentyfikowane zostały cztery dźwignie procesu transformacji cyfrowej (rys. 1.5): cyfrowe dane (ang. *digital data*), automatyzacja (ang. *automation*), łączność (ang. *connectivity*) oraz cyfrowy dostęp konsumentów (ang. *digital customer access*)⁴⁰.



RYSUNEK 1.5. Dźwignie transformacji cyfrowej

ŹRÓDŁO: *The digital transformation of industry*, raport opracowany przez Roland Berger, BDI, 2015, https://www.roland-berger.com/media/pdf/Roland_Berger_digital_transformation_of_industry_20150315.pdf [data wejścia: 31.01.2020], za: J. Gajewski, W. Paprocki, J. Pieriegud (red.), *Cyfryzacja gospodarki i społeczeństwa – szanse i wyzwania dla sektorów infrastrukturalnych*, Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową, Gdańska Akademia Bankowa, Gdańsk 2016.

³⁹ G. Westerman, C. Calmédjane, D. Bonnet, P. Ferraris, A. McAfee, *Digital transformation: A roadmap for billion-dollar organizations*, MIT Center for Digital Business and Capgemini Consulting, 2011, s. 1-68.

⁴⁰ *The digital transformation of industry*, raport opracowany przez Roland Berger, BDI, 2015, https://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_digital_transformation_of_industry_20150315.pdf [data wejścia: 31.01.2020].

Autorki posługują się przede wszystkim pojęciem „ucyfrowienie”, które traktują tożsamo z określeniem „cyfryzacja”. Ucyfrowienie rozumiane jest w niniejszej monografii jako rozpowszechnianie technik cyfrowych i dynamicznie rosnące wykorzystanie danych i oprogramowania, głównie w odniesieniu do procesów produkcji. W tym miejscu warto bowiem przypomnieć, że pierwsza rewolucja przemysłowa była efektem zastosowania napędu parowego w maszynach i pojazdach, druga związana była z wprowadzeniem elektryczności i wdrożeniem linii produkcji seryjnej, natomiast trzecia – innowacji z zakresu mikroelektroniki i oprogramowania IT oraz robotów przemysłowych wspomagających automatyzację. Obecnie przedsiębiorstwa stoją przed wyzwaniem związanym z czwartą rewolucją przemysłową, a cyfrowe technologie zmieniają sposób prowadzenia produkcji w oparciu o generowanie, transfer i przetwarzanie danych, a także analitykę dużych zbiorów danych. Korzystanie z tych możliwości wymaga cyfryzacji, tj. zmiany sposobu gromadzenia i korzystania z danych z analogowego na cyfrowy. Filarami i kluczowymi czynnikami napędzającymi rozwój gospodarki cyfrowej w obliczu trwającej transformacji są: Internet Rzeczy (ang. *Internet of Things*) umożliwiający globalny dostęp do danych i maszyn, wszechobecna łączność (ang. *hyperconnectivity*), aplikacje i usługi oparte na chmurze obliczeniowej (ang. *cloud computing*), analityka dużych zbiorów danych (ang. *Big Data*)^{41, 42, 43, 44} i duże zbiory danych działające jako usługa (ang. *Big-Data-as-a-Service*), automatyzacja (ang. *automation*) oraz robotyzacja (ang. *robotisation*)^{45, 46, 47}. Ponadto, transformacja cyfrowa charakteryzuje się połączeniem zaawansowanych technologii ze zintegrowanymi systemami fizycznymi i cyfrowymi, przewagą innowacyjnych modeli biznesowych i nowych procesów oraz tworzeniem inteligentnych produktów i usług⁴⁸. Sektor przemysłowy może wykorzystać swoje mocne strony w zakresie zaawansowanych technologii cyfrowych i silną pozycję w tradycyjnych sektorach,

41 J. Siderska, K. S. Jadaan, *Cloud manufacturing: a service-oriented manufacturing paradigm. A review paper*, „Engineering Management in Production and Services” 2018, no. 10(1), s. 22-31.

42 Y. Turovets, K. Vishnevakiy, *Patterns of digitalisation in machinery-building industries: evidence from Russia*, „Engineering Management in Production and Services” 2019, no. 11(4), s. 7-22.

43 K. Nosalska, G. Mazurek, *Marketing principles for Industry 4.0 – a conceptual framework*, „Engineering Management in Production and Services” 2019, no. 11(3), s. 9-20.

44 B. Ślusarczyk, M. Haseeb, H. I. Hussain, *Fourth industrial revolution: a way forward to attain better performance in the textile industry*, „Engineering Management in Production and Services” 2019, no. 11(2), s. 52-69.

45 J. Gajewski, W. Paprocki, J. Pieriegud (red.), op. cit.

46 R. Szewczyk, C. Zieliński, M. Kaliczyńska, *Automation 2019: Progress in Automation, Robotics and Measurement Techniques*, [w:] *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 920, Cham 2020.

47 K. Zawieska, B. R. Duffy, *The Social Construction of Creativity in Educational Robotics*, [w:] R. Szewczyk, C. Zieliński, M. Kaliczyńska (eds) *Progress in Automation, Robotics and Measuring Techniques. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 351, Springer, Cham 2015.

48 J. Siderska, *Cloud Manufacturing – the Adoption of Virtual Production Line to Soft Resources Analysis*, [w:] *Lecture Notes of Mechanical Engineering*, Springer, 2018, s. 225-233.

aby wykorzystać szereg możliwości, jakie oferują takie technologie, jak m.in.: *internet of Things*, *Big Data*, zaawansowana produkcja, robotyka, druk 3D, technologie *blockchain* i sztuczna inteligencja⁴⁹.

Autorki pragną podkreślić, że cyfryzacja jest długofalowym i zorientowanym na przyszłość procesem, który determinowany jest nabyciem przez pracowników kompetencji daleko wykraczających poza technologie. Proces ten wymaga nie tylko wdrażania najnowocześniejszych technologii, ale także równoległego wprowadzania zmian w kulturze organizacyjnej przedsiębiorstw. Uwarunkowane jest to w równej mierze inwestycjami w technologie, co w kapitał ludzki, a co za tym idzie – w kompetencje cyfrowe pracowników.

1.3. Cyfryzacja w Polsce na tle innych krajów Unii Europejskiej

W rozdziale 1.2 wskazano, że „cyfryzacja” jest pojęciem bardzo szerokim i w literaturze nie zaproponowano jak dotąd jednej, powszechnie akceptowanej definicji, która dodatkowo pozwalałaby na analizowanie kondycji poszczególnych gospodarek na tle międzynarodowym. Niemniej jednak, autorki dokonały porównania dynamiki rozwoju gospodarki cyfrowej w Polsce i w całej Unii Europejskiej, uwzględniając dane publikowane co roku przez Komisję Europejską, dotyczące wartości czynników wpływających na poziom ucyfrowienia gospodarki i społeczeństwa, w tym np. rozwoju infrastruktury, dostępu i intensywności wykorzystania internetu, poziomu wdrożenia technologii cyfrowych przez przedsiębiorstwa, kompetencji cyfrowych społeczeństwa itp. W tej części rozdziału podjęte zostaną rozważania mające na celu analizę wielkości i tempa wzrostu gospodarki cyfrowej w Polsce w odniesieniu do innych krajów Unii Europejskiej.

Polska ma najdynamiczniej rozwijającą się gospodarkę wśród krajów Unii Europejskiej, chociaż wciąż znajduje się na jednym z ostatnich miejsc pod względem jej cyfryzacji, pomimo powszechnej świadomości istotnej roli, jaką odgrywają w tej kwestii innowacyjne technologie. Sytuacja ta wynika raczej ze struktury polskiej gospodarki i faktu, że jest ona zdominowana przez przedsiębiorstwa bardzo małe, dla których inwestowanie w technologie stanowi ogromne wyzwanie i które budują przewagę konkurencyjną poprzez utrzymywanie niskich kosztów pracy, a nie wdrażanie nowoczesnych technologii i rozwijanie umiejętności ich wykorzystania. Dlatego też, w porównaniu do innych krajów, wykorzystanie technologii cyfrowych w polskich przedsiębiorstwach jest niewielkie. Warto także podkreślić, że największym

⁴⁹ Strona internetowa Komisji Europejskiej, https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/digital-transformation_en [data wejścia: 03.02.2020].

wyzwaniem cyfryzacji, obok zapewnienia jej finansowania i inwestycji w technologie, jest stworzenie odpowiedniej kultury organizacyjnej^{50, 51} i kompetencji⁵², bowiem czynnikiem wdrażającym cyfryzację jest kapitał ludzki.

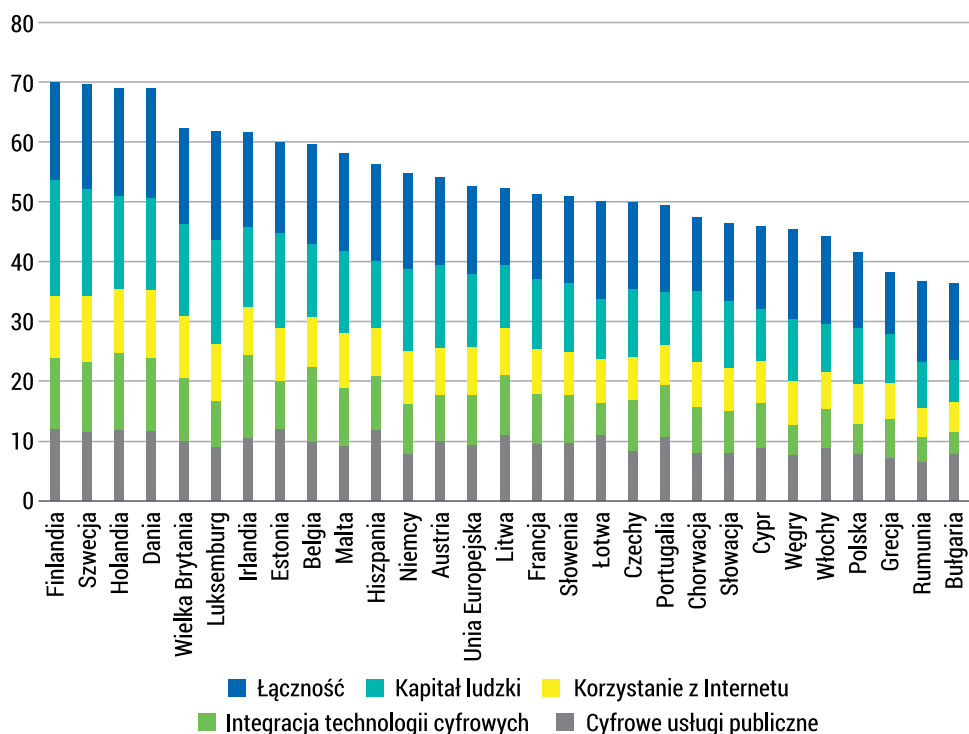
Z danych przedstawionych przez analityków Komisji Europejskiej, dotyczących rozwoju gospodarek i społeczeństw cyfrowych wynika, że Polska zajęła w 2019 roku 25. miejsce wśród wszystkich 28 analizowanych państw należących do Unii Europejskiej⁵³. Analizy te opierają się na zagregowanym wskaźniku gospodarki cyfrowej i społeczeństwa DESI (ang. *Digital Economy and Society Index*), umożliwiającym ocenę poziomu ucyfrowienia gospodarek i społeczeństw krajów wchodzących w skład UE. Indeks ten opracowany został przez Dyрекcję Generalną ds. Sieci Komunikacyjnych, Treści i Technologii (DG Connect) Komisji Europejskiej, odpowiadającą za unijną politykę w dziedzinie gospodarki cyfrowej i społeczeństwa cyfrowego oraz agendy cyfrowej. Na wartość tego wskaźnika wpływ mają zagregowane wartości 34 odpowiednich współczynników pogrupowanych w pięciu głównych kategoriach: poziomu rozwoju infrastruktury i dostępu do łączności (*Connectivity*), umiejętności kapitału ludzkiego (*Human Capital*), intensywności wykorzystania internetu (*Use of internet*), zakresu wdrażania technologii cyfrowych przez przedsiębiorstwa (*Integration of digital technologies*) oraz cyfrowych usług publicznych (*Public digital services*). Na rysunku 1.6 przedstawiono porównanie wartości współczynnika DESI wszystkich krajów należących do Unii Europejskiej. Za najbardziej ucyfrowione państwa należy uznać Finlandię, Szwecję, Holandię i Danię, których wartość współczynnika DESI wynosi blisko 70 punktów (na 80 możliwych). Kraje te są liderami wspomnianego zestawienia od kilku lat i znajdują się jednocześnie także w czołówce światowej, tuż za Koreą Południową, przed Japonią i Stanami Zjednoczonymi. Na końcu zestawienia są Grecja, Rumunia i Bułgaria z rezultatami oscylującymi poniżej 40 punktów. Wartość średnia wszystkich krajów Unii Europejskiej wynosi 52,5 punkta, co na rysunku 1.6 zostało oznaczone jako „Unia Europejska”. Należy też dodać, że Polska (z wynikiem 41,6 punkta) znalazła się wśród krajów rozwijających się w tym obszarze wolniej niż Unia Europejska jako całość. Dlatego w rankingu DESI Polska została zaliczona do grupy państw „pozostających w tyle”. Z opublikowanych danych wynika również, że wszystkie kraje należące do Unii Europejskiej robią postępy w szeroko rozumianej cyfryzacji, jednocześnie osiągając coraz wyższe wartości wskaźnika DESI, jednak inne kraje na świecie poprawiają swoją pozycję dużo szybciej.

⁵⁰ Cyfryzacja to więcej niż technologia. Jak polskie firmy zaczynają nadrobić zaległości w cyfryzacji i jaką rolę odgrywają w tym procesie fundusze private equity, Spotdata, raport opracowany przez Deloitte, 2018, <https://www2.deloitte.com/pl/pl/pages/finance/articles/Raport-Cyfryzacja-to-wiecej-niz-technologia.html#> [data wejścia: 15.01.2020].

⁵¹ A. Jurczuk, *Wieloaspektowa identyfikacja i typologia źródeł niespójności procesów biznesowych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2019.

⁵² A. E. Gudanowska, *Transformation Towards Industry 4.0...*, op.cit.

⁵³ Strona internetowa Komisji Europejskiej, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi> [data wejścia: 02.02.2020].



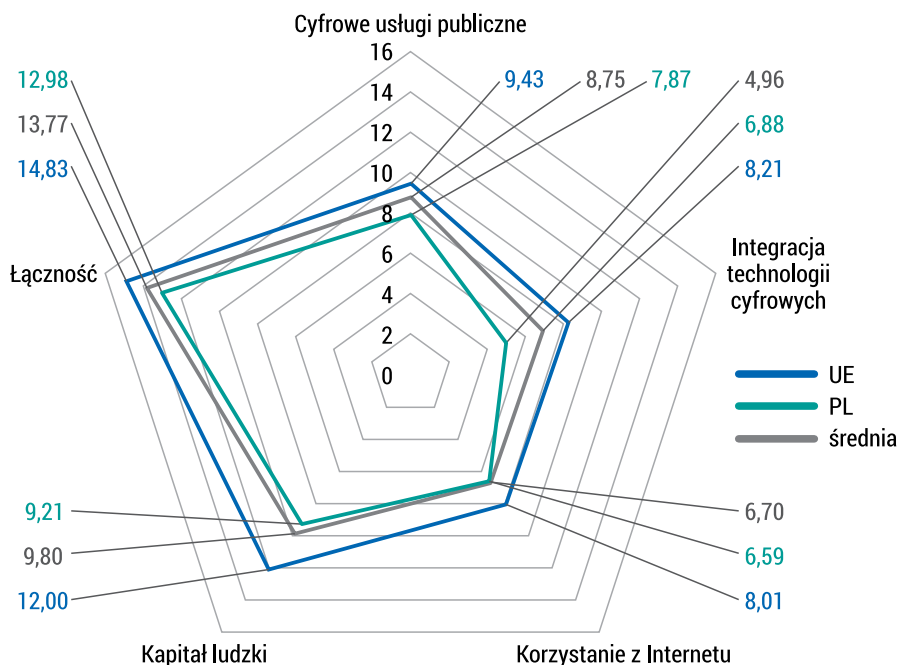
RYSUNEK 1.6. Ranking krajów Unii Europejskiej z uwzględnieniem wskaźnika DESI i jego głównych wymiarów

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie danych Komisji Europejskiej, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi> [data wejścia: 01.03.2020].

Analiza raportu dotyczącego wskaźników DESI pozwoliła także autorkom na ocenę postępów realizacji celów gospodarki cyfrowej w Polsce oraz identyfikację priorytetowych obszarów gospodarki cyfrowej, które wymagają konkretnych działań i inwestycji. Na rysunku 1.7 zaprezentowano wyniki wskaźnika DESI dla Polski w każdym z pięciu uwzględnionych obszarów (kolor turkusowy) w porównaniu ze średnią Unii Europejskiej (kolor granatowy) oraz ze średnią z innych krajów, które zostały zaliczone do „pozostających w tyle” (kolor szary). Niestety, Polska zajęła jedno z ostatnich miejsc w odniesieniu do wszystkich składających się na wskaźnik DESI aspektów ucyfrowienia, zarówno w zestawieniu z krajami „starej UE” (UE15), jak i w porównaniu z nowymi krajami członkowskimi NMS12 (z wyłączeniem obszaru cyfryzacji usług publicznych).

Należy podkreślić, że poziom wykorzystania mobilnych usług szerokopasmowych w Polsce jest najwyższy w Unii Europejskiej, jednak obszarami, z którymi wciąż związanych jest najwięcej wyzwań, są łączność, korzystanie z usług internetowych

i integracja technologii cyfrowej. Pomimo tego, że w obszarze kapitału ludzkiego i cyfrowych usług publicznych nastąpiła niewielka poprawa, Polska cały czas pozostaje poniżej średniej Unii Europejskiej. Z danych opublikowanych przez Komisję Europejską wynika także, że jedna piąta społeczeństwa w Polsce nadal nie korzysta jeszcze z internetu, a prawie 50% ludności nie posiada nawet podstawowych umiejętności cyfrowych⁵⁴. Indeks DESI ma ułatwić państwom członkowskim Unii Europejskiej zidentyfikowanie priorytetowych obszarów wymagających inwestycji i działań mających na celu budowanie i zrealizowanie w pełni rozwiniętego Jednolitego Rynku Cyfrowego.



RYSUNEK 1.7. Wartości wskaźnika DESI w pięciu głównych obszarach w Polsce i Unii Europejskiej

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie danych Komisji Europejskiej.

Zasadne są zatem działania zarówno na poziomie państwa, jak i przedsiębiorstw, prowadzące do wzrostu inwestycji w cyfryzację, w tym przede wszystkim w innowacyjne technologie informatyczne oraz podnoszenie kompetencji cyfrowych kapitału ludzkiego. W związku z tym niezbędne wydaje się zintensyfikowanie działań wspierających, mających na celu wykorzystywanie przez przedsiębiorstwa w sposób

⁵⁴ *The Digital Economy and Society Index*, European Commission, Bruksela 2019, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi> [data wejścia: 12.02.2020].

komercyjny potencjału technologii cyfrowych, co umożliwi w dłuższej perspektywie osiągnięcie pozytywnych efektów synergii, wynikających z lepszej łączności, wyższych umiejętności cyfrowych pracowników i społeczeństwa oraz większego zaangażowania przedsiębiorstw w gospodarkę cyfrową. W odpowiedzi na te potrzeby autorki sformułowały zestaw rekomendacji stanowiących propozycję wsparcia dla polityki państwa zarówno w obszarze ucyfrowienia procesów produkcyjnych w przedsiębiorstwach sektora wytwórczego, jak i w kontekście wzrostu kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie roku 2030. Szczegółowe rekomendacje zostały zaprezentowane w rozdziale 7 niniejszej monografii.

1.4. Cyfryzacja z perspektywy przedsiębiorstw produkcyjnych i kompetencji cyfrowych ich pracowników

W poprzedniej części rozdziału przedstawiono wyniki analiz wskazujących, że polska gospodarka pozostaje na jednym z ostatnich miejsc wśród państw Unii Europejskiej, biorąc pod uwagę poziom jej ucyfrowienia. Główną przyczyną takiej sytuacji jest przede wszystkim niski poziom ucyfrowienia polskich małych i średnich przedsiębiorstw. Dane DESI i Eurostatu dowodzą, że polskie MSP mają trudności we wdrażaniu rozwiązań cyfrowych, które upraszczają procesy zarządcze i decyzyjne (systemy EDI i ERP), wspomagają analitykę (chmura obliczeniowa), umożliwiają budowanie relacji z otoczeniem (systemy CRM) czy upraszczają transakcje (e-handel czy e-faktury)⁵⁵. Dodatkowym źródłem trudności z inicjowaniem takich rozwiązań jest deficyt odpowiednich kompetencji cyfrowych zarówno wśród kadry zarządzającej, jak i pracowników pozostałych szczebli organizacyjnych. Będzie to przedmiotem rozważań podjętych w tej części rozdziału.

Z szacunków analityków firmy IDC wynika, że Chiny, USA i Europa są liderami wdrażania cyfrowych rozwiązań w przedsiębiorstwach, a wydatki na ten cel, począwszy od 2019 roku, będą rosły rokrocznie o ponad 15%. Przewiduje się, że największe inwestycje w cyfryzację poniesione zostaną przez organizacje prowadzące działalność w sektorze przemysłowym, który w ciągu kilku najbliższych lat będzie odpowiadać za jedną czwartą nakładów na technologie i usługi związane z transformacją cyfrową. Ekspertsi prognozują, że znaczne wydatki związane z cyfryzacją poniesie także sektor logistyczny i handlowy⁵⁶.

⁵⁵ K. Śledziwska, R. Włoch, *Kompetencje cyfrowe polskich małych i średnich przedsiębiorstw*, Digital Economy Lab UE, Warszawa 2015, <https://www.delab.uw.edu.pl/wp-content/uploads/2015/05/e-RAPORT-DELabUW1.pdf> [data wejścia: 15.01.2020].

⁵⁶ *Digitalizacja procesów przemysłowych*, IDC, raport opracowany przez Comarch, 2018, <https://portalprzemslowy.pl/utrzymanie-ruchu-produkcja/it-dla-przemyslu-erp-cmms-cad-druk-3d/raport-idc-i-comarch> [data wejścia: 08.01.2020].

Eksperci zespołu ds. rozwoju cyfrowego i edukacji cyfrowej przy Ministerstwie Cyfryzacji wskazują, że do 2030 roku spadnie w Polsce zapotrzebowanie na prace polegające na zadaniach rutynowych, co spowoduje konieczność zwiększenia inwestycji w szeroko rozumiane ICT i technologie cyfrowe oraz podnoszenia kompetencji cyfrowych pracowników. Sukces zawodowy pracowników będzie silnie warunkowany poziomem ich kompetencji cyfrowych, które będą gwarancją konkurencyjności na rynku pracy, bezpieczeństwa zatrudnienia i najwyższych wynagrodzeń. Jedną z przyczyn relatywnie niskiej skali cyfryzacji polskiej gospodarki jest deficyt specjalistów w zawodach informatycznych oraz niedostosowanie ich kompetencji do potrzeb rynku. Niedobór ten cechuje gospodarki wszystkich 28 krajów Unii Europejskiej⁵⁷, jednak badania wskazują, że Polska najszybciej w Europie nadrabia braki kadr informatycznych⁵⁸. Dodatkowo Komisja Europejska zwróciła uwagę na konieczność edukacji w zakresie łączenia umiejętności miękkich z solidnymi umiejętnościami cyfrowymi. Badania pokazały duże deficyty wśród polskich pracowników zarówno z zakresu kompetencji miękkich (np. komunikacja, zarządzanie projektami, zespołami, umiejętność współpracy itp.), jak i kompetencji cyfrowych⁵⁹.

Skokowe zmiany cywilizacyjne, jakich spodziewać należy się do roku 2030 spowodują, że dla wszystkich obywateli naturalnym środowiskiem stanie się przestrzeń wirtualna. Konieczne będzie zasadnicze zdefiniowanie roli i miejsca kompetencji cyfrowych w życiu i pracy. Głównymi czynnikami stymulującymi powstanie nowej rzeczywistości gospodarczej będą m.in. robotyzacja, sztuczna inteligencja i cyfrowe technologie transformacyjne (np. IoT, 5G, *blockchain*, *Big Data*)^{60, 61, 62}. Budowanie

⁵⁷ K. Głomb, M. Jakubowski, M. Krawczyk, A. Kulisiewicz, T. Nowakowski, Z. Złotnicki, A. Gajderowicz, *Kompetencje przyszłości w czasach cyfrowej dysrupcji. Studium wyzwań dla Polski w perspektywie do roku 2030*, STOWARZYSZENIE „Miasta w Internecie”, Fundacja Naukowa „Evidence Institute”, 2019, <https://www.mwi.pl/uploads/filemanager/publikacje/Kompetencje-przysz%C5%82o%C5%9Bci--w--czasach--cyfrowej--dysrupcji--studium--2019%2C%20final%2C%207.02.2018.pdf> [data wejścia: 09.01.2020].

⁵⁸ *Digital Organisational Frameworks & IT Professionalism*, Capgemini, Empirica & IDC., Unia Europejska 2018, <https://www.capgemini.com/nl-nl/wp-content/uploads/sites/7/2015/12/digital-organisational-frameworks-and-it-professionalism.pdf> [data wejścia: 23.11.2019].

⁵⁹ *Plan działania w dziedzinie edukacji cyfrowej*, Komisja Europejska, Bruksela 2018, https://ec.europa.eu/education/initiatives/european-education-area/digital-education-action-plan_pl [data wejścia: 23.11.2019].

⁶⁰ B. Worek, K. Stec, A. Strzebońska, P. Antosz, *Rozwój kompetencji – uczenie się osób dorosłych i podmioty oferujące usługi rozwojowe*, raport opracowany przez Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości, 2018, https://www.parp.gov.pl/storage/publications/pdf/Rozwój-kompetencji---uczenie-sie-osob-doroslych_200129.pdf [data wejścia: 13.01.2020].

⁶¹ A. Moeuf, R. Pellerin, S. Lamouri, S. Tamayo-Giraldo, R. Barbaray, *The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0*, “International Journal of Production Research” 2018, no. 56(3), s. 1118-1136.

⁶² S. S. Kamble, A. Gunasekaran, S. Gawankar, *Sustainable Industry 4.0 framework: A systematic literature review identifying the current trends and future perspectives*, “Process Safety and Environmental Protection” 2018, no. 117, s. 408-425.

kompetencji cyfrowych jest wyzwaniem, na które odpowiedzią Polski jest opracowywanie odpowiednich strategii. W 2018 roku rozpoczęto prace nad takim dokumentem w Ministerstwie Funduszy i Polityki Regionalnej (*Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.)*) oraz w Ministerstwie Cyfryzacji (*Program Zintegrowanej Informatyzacji Państwa*). Z dokumentów tych wynika, że popyt na kompetencje cyfrowe w perspektywie roku 2030 będzie miał charakter horyzontalny, przenikający wiele branż i sfer życia gospodarczego i społecznego^{63, 64}. Warto ponadto podkreślić, że potrzeba rozwijania kompetencji cyfrowych została przywołana w tych dokumentach w kontekście procesów i konceptów związanych z Gospodarką 4.0, rozwojem technologii mobilnych oraz technologii 5G.

Transformacja przemysłu do modelu cyfrowego 4.0 będzie istotną zmianą z punktu widzenia organizacji i procesów w nich zachodzących^{65, 66}. Pracownicy będą przesuwani do wykonywania innych obowiązków niż dotychczas, będą musieli wykształcić nowe zdolności w zakresie m.in. zaprogramowania procesów, zdefiniowania procedur, przekazania inicjatywy maszynom itp., a sami pozostaną w roli nadzorców procesu. Jednym z fundamentalnych kroków jest stworzenie odpowiedniej cyfrowej kultury organizacyjnej, bowiem jej brak spowoduje szybki odpływ utalentowanych pracowników. Firmy muszą w krótkim czasie na nowo zdefiniować swoje możliwości i wskazać potrzeby⁶⁷. Badania pokazują, że źródłem problemów z wdrażaniem rozwiązań cyfrowych w przedsiębiorstwach jest przede wszystkim niedostrzeganie przez polskich przedsiębiorców ich użyteczności oraz deficyt kompetencji cyfrowych pracowników^{68, 69, 70, 71}. Rozwój kompetencji cyfrowych jest bardzo istotny

⁶³ *Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.)*, Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej, <https://www.gov.pl/web/fundusze-regiony/informacje-o-strategii-na-rzecz-odpowiedzialnego-rozwoju> [data wejścia: 22.11.2019].

⁶⁴ *Program Zintegrowanej Informatyzacji Państwa*, Ministerstwo Cyfryzacji, <https://www.gov.pl/cy-fryzacja/program-zintegrowanej-informatyzacji-panstwa> [data wejścia: 22.11.2019].

⁶⁵ M. Kikolski, Chien-Ho Ko, *Facility layout design – review of current research directions*, “Engineering Management in Production and Services” 2018, no. 10(3), s. 70-79.

⁶⁶ S. Thun, P. F. Kamsvåg, B. Kløve, E. A. Seim, H. Y. Torvatn, *Industry 4.0: Whose Revolution? The Digitalization of Manufacturing Work Processes*, “Nordic Journal of Working Life Studies” 2019, no. 9(4), s. 39-57.

⁶⁷ T. Iwański, J. Gracel, op. cit.

⁶⁸ A. E. Gudanowska, J. P. Alonso, A. Törmänen, *What competencies are needed in the production industry? The case of the Podlaskie Region*, “Engineering Management in Production and Services” 2018, vol. 10, no. 1, s. 65-74.

⁶⁹ A. Kononiuk, A. Gudanowska, A. Magruk, A. Sacio-Szymańska, G. Fantoni, L. Trivelli, S. Ollen-burg, *The quest for the competences of a future-oriented individual: research methodology and findings. Becoming future-oriented entrepreneurs in universities and companies report*, 2017.

⁷⁰ F. Hecklau, M. Galeitzke, S. Flachs, H. Kohl, *Holistic approach for human resource management in Industry 4.0*, “Procedia CIRP” 2016, vol. 54, s. 1-6.

⁷¹ S. Kinkel, B. Schemmann, R. Lichtner, *Critical Competencies for the Innovativeness of Value Creation Champions: Identifying Challenges and Work-integrated Solutions*, “Procedia Manufacturing” 2017, vol. 9, s. 323-330.

w perspektywie ciągłego rozwoju nowych technologii, bowiem podstawowymi barierami utrudniającymi korzystanie z technologii cyfrowych jest nie tylko brak motywacji, ale i brak odpowiednich umiejętności.

Warto również podkreślić, iż dynamiczny rozwój technologii spowoduje nowy podział pracy między ludźmi i maszynami oraz zastąpienie wielu obecnych zawodów robotami lub cyfrowymi przedmiotami. Prognozy World Economic Forum wskazują jednak, że paradoksalnie, w skali globalnej, utworzonych zostanie więcej nowych miejsc pracy. Dzięki kreatywności pracowników powstaną nowe sektory gospodarki i nowe zawody, lepiej dopasowane do potrzeb cyfryzującej się gospodarki. Współpraca z maszynami będzie jednak wymagała kompetencji cyfrowych. Kluczowymi okazać mogą się jednak nie tylko te technologiczne, ale przede wszystkim te, których w najbliższym czasie nie posiadają algorytmy i roboty, czyli umiejętności społeczne, emocjonalne i niektóre wyższe umiejętności poznawcze⁷².

Kluczowe znaczenie dla skuteczności transformacji cyfrowej będzie miało włączenie nauki wykorzystywania technologii cyfrowych we wszystkie formy edukacji, bazując przy tym nie tylko na wiedzy, ale przede wszystkim na unikatowych umiejętnościach i kompetencjach, tak aby pracownicy byli w stanie skutecznie i efektywnie konkurować z maszynami i robotami. Silne kompetencje cyfrowe w społeczeństwie, na co wskazują dokumenty strategiczne, przekładają się m.in. na kształt rynku i konkurencyjność polskich pracowników i przedsiębiorstw oraz zdolność budowania kapitału społecznego i kulturowego.

Od ponad 20 lat wartość gospodarki w Polsce, mierzona realnym PKB, rośnie. Dotychczasowe osiągnięcia uwarunkowane były funkcjonowaniem konkurencyjnej kosztowo i wykształconej siły roboczej. Są to czynniki, których znaczenie u progu czwartej rewolucji przemysłowej znacząco spada. Fundamentem trwającej transformacji jest cyfryzacja całego łańcucha wartości przedsiębiorstw i wszystkich mających w nich miejsce procesów. Warto też podkreślić, że cyfryzacja jest tylko narzędziem do zmiany modeli biznesowych, a nie celem samym w sobie⁷³. Należy mieć nadzieję, że zmiany, które niesie rewolucja cyfrowa, w tym przede wszystkim umiejętność wykorzystania potencjału technologii cyfrowych i kompetencji cyfrowych przedsiębiorstw i ludzi, zostaną wykorzystane przez organizacje w Polsce i będą traktowane jako szansa na zwiększenie ich konkurencyjności, a także pozwolą na dalsze wzmacnianie kondycji polskiej gospodarki.

⁷² K. Śledziwska, R. Włoch, *Gospodarka cyfrowa. Jak nowe technologie zmieniają świat*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2020, <https://www.delab.uw.edu.pl/pl/gospodarka-cyfrowa> [data wejścia: 18.04.2020].

⁷³ *Industry 4.0. How to navigate the digitization of the manufacturing sector*, raport opracowany przez McKinsey & Company, 2015, <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/industry-four-point-o-how-to-navigate-the-digitization-of-the-manufacturing-sector> [data wejścia: 13.01.2020].

Kluczowego znaczenia nabiera w tym kontekście identyfikacja działań, jakie powinny być podejmowane zarówno przez osoby kształtujące politykę gospodarczą w Polsce, jak i przez kadrę zarządzającą przedsiębiorstwami, aby zainicjować, wykorzystywać, a w dalszej perspektywie rozwijać transformację cyfrową. Autorki, uwzględniając wyniki przeprowadzonych badań eksperckich oraz na podstawie własnych rozważań, opracowały możliwe scenariusze ucyfrowienia procesu produkcji w Polsce oraz wizje rozwoju kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie 2030 roku, co zostało szczegółowo opisane w rozdziałach 4 oraz 6.

2. Metodyka badań

Na potrzeby realizacji badania zaprojektowano metodykę badawczą opartą na szkole logiki intuicyjnej konstrukcji scenariuszy, składającą się z czterech głównych etapów (rys. 2.1)^{74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82}. Metodyka została wykorzystana dwukrotnie w obu wyodrębnionych obszarach badawczych – obszarze ucyfrowienia procesu produkcji oraz w obszarze kompetencji cyfrowych.

W pierwszym etapie postępowania badawczego przewidziano realizację analizy STEEPVL^{83, 84}, która stanowi listę kontrolną czynników społecznych (S), technologicznych (T), ekonomicznych (E), ekologicznych (E), politycznych (P), odnoszących się do wartości (V) oraz prawnych (L), wpływających na ucyfrowienie procesów produkcji oraz na kształtowanie się poziomu kompetencji cyfrowych społeczeństwa.

⁷⁴ A. Kononiuk, J. Nazarko, *Scenariusze w kształtowaniu i antycypowaniu przyszłości*, Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2014.

⁷⁵ A. Sacio-Szymańska, A. Kononiuk, S. Tommei, O. Valenta, E. Hideg, J. Gaspar, P. Markovic, K. Gubova, B. Boorova B., *The future of business in Visegrad region*, "European Journal of Futures Research" 2016, vol. 4, no. 1.

⁷⁶ A. Kononiuk, *Metoda scenariuszowa w antycypowaniu przyszłości*, „Organizacja i Kierowanie” 2012, nr 2(151), s. 33-48.

⁷⁷ L. Fahey, M. Randall, *Learning from the Future. Competitive Foresight Scenarios*, John Wiley & Sons, New York 1998, s. 82.

⁷⁸ P. Schwartz, *The Art of the Long View. Planning for the Future in an Uncertain World*, New York 1996, s. 241-247.

⁷⁹ J. Nazarko, J. Ejdyś, K. Halicka, Ł. Nazarko, A. Kononiuk, A. Olszewska, *Factor Analysis as a Tool Supporting STEEPVL Approach to the Identification of Driving Forces of Technological Innovation*, "Procedia Engineering" 2017, no. 182, s. 491-496.

⁸⁰ J. Ejdyś, A. Gudanowska, K. Halicka, A. Kononiuk, A. Magruk, J. Nazarko, Ł. Nazarko, D. Szpilko, U. Wideliska, *Foresight in Higher Education Institutions: Evidence from Poland*, "Foresight and STI Governance" 2018, vol. 13, no. 1, s. 77-89.

⁸¹ J. Nazarko, *Regionalny foresight gospodarczy. Scenariusze rozwoju innowacyjności mazowieckich przedsiębiorstw*, ZPWIM, Warszawa 2013.

⁸² K. Dębkowska, *Regionalny foresight gospodarczy. Scenariusze wzrostu gospodarczego województwa mazowieckiego*, Związek Pracodawców Warszawy i Mazowsza, Warszawa 2013.

⁸³ A. Kononiuk, *Analiza STEEPVL na przykładzie projektu Foresight technologiczny „NT FOR Podlaskie 2020. Regionalna strategia rozwoju nanotechnologii”*, „Ekonomia i Zarządzanie” 2010, t. 2, nr 4, s. 105-115.

⁸⁴ D. Loveridge, *The STEEPV acronym and process – a clarification*, "Ideas in Progress" 2002, no. 29, The University of Manchester, PREST Policy Research in Engineering, Science and Technology.



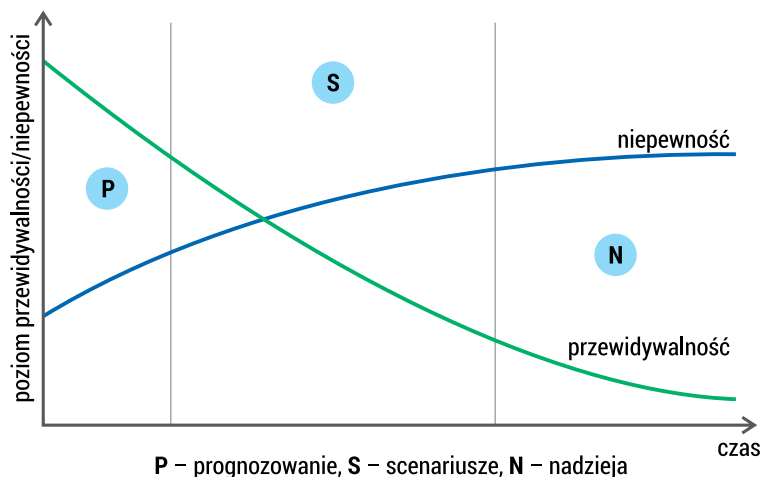
RYSUNEK 2.1. Metodyka przyjętego postępowania badawczego

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

W drugim etapie postępowania badawczego została przeprowadzona ocena czynników pod względem ważności oraz niepewności, z wykorzystaniem siedmio-stopniowej skali Likerta w zakresie obu wymiarów oceny. Ocena ta została przygotowana z zastosowaniem techniki CAWI (*Computer Assisted Web Interviewing*), czyli za pomocą krótkiej ankiety elektronicznej (formularze ankiet stanowią załącznik 1 oraz 2). Grupę ekspertów tworzyli eksperci kluczowi oraz pozostali eksperci (spoza zespołu badawczego oraz grupy ekspertów kluczowych). Dobór ekspertów do badania CAWI był realizowany metodą „kuli śniegowej” i, ze względu na specyfikę tematu i trudność w pozyskaniu licznej grupy ekspertów, miał charakter celowy. Przyjęto, że grono ekspertów będą tworzyć eksperci w zakresie rozwoju cyfrowego i edukacji cyfrowej, przedstawiciele nauki, biznesu, organizacji pozarządowych, administracji publicznej oraz nauczyciele przedmiotów informatycznych i edukatorzy cyfrowi.

Zdaniem badaczy, wraz z wydłużaniem horyzontu czasowego zdolność do przewidywania maleje, podczas gdy stopień niepewności co do przyszłego rozwoju procesów rośnie. W krótkiej perspektywie czasowej zdolność do przewidywania przyszłości jest zdecydowanie wysoka, co uzasadnia stosowanie prognozowania (P). W bardzo długiej perspektywie czasowej wszystko jest niepewne i wszelkie próby przewidywania przyszłości mogą skończyć się fiaskiem – w tym aspekcie podmioty przewidujące przyszłość mogą mieć jedynie nadzieję (N), że przyszłość spełni ich oczekiwania. W środkowej strefie rysunku 2.2 znajduje się taki poziom przewidywalności, który sankcjonuje zasadność stosowania badań foresightowych, szczególnie tych opartych na metodzie scenariuszowej (S), polegających na budowaniu rozmaitych, odmiennych, jednakowo prawdopodobnych wyobrażeń o tym, co może się zdarzyć⁸⁵. Na podstawie rozważań zaprezentowanych na rysunku 2.2 można zauważyć, że niska przewidywalność implikuje wysoką niepewność.

⁸⁵ J. Bogdanienko, *Organizacja i zarządzanie w zarysie*, Wydawnictwo Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2010, s. 204.



RYSUNEK 2.2. Relacja przewidywalności do niepewności

ŹRÓDŁO: J. Y. Kaivo-oja, T. S. Katko, O. T. Seppala, *Seeking convergence between history and futures research, "Futures"* 2004, no. 36, s. 531.

Po dokonaniu oceny przewidywalności przez ekspertów przekształcono skalę, zgodnie ze wskazówkami zaproponowanymi przez G. Wieczorkowską i J. Wierzbńskiego⁸⁶. Wynik rekodowany to najwyższa wartość skali powiększona o jeden i pomniejszona o wynik surowy⁸⁷. Przekształcenie skali było więc równoważne następującej zamianie wartości: (1→7) (2→6) (3→5) (4→4) (5→3) (6→2) (7→1).

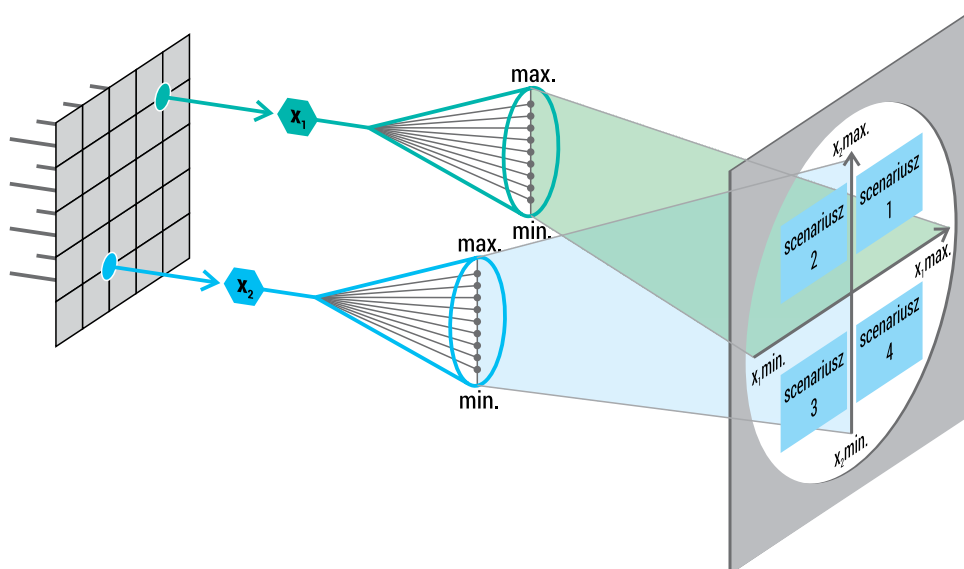
Dokonane oceny i przekształcenia pozwoliły na identyfikację dwóch czynników (charakteryzujących się najwyższą ważnością oraz niepewnością), które następnie miały zostać przekształcone w osie scenariuszy.

W trzecim etapie postępowania badawczego zostały wyodrębnione osie scenariuszy rozwoju ucyfrowienia produkcji w perspektywie 2030 roku oraz rozwoju kompetencji cyfrowych (również w perspektywie 2030 roku). Osie scenariuszy zostały zdefiniowane zgodnie z techniką zaproponowaną przez Kloostera oraz Asselta (rys. 2.3), według której za osie scenariuszy należy przyjąć te czynniki, które są w ocenie ekspertów najbardziej niepewne oraz najważniejsze.

W rezultacie, **w czwartym etapie** postępowania badawczego, identyfikacja skrajnych wartości czynników kluczowych pozwoliła na konstrukcję czterech jakościowo odmiennych scenariuszy rozwoju zjawisk objętych procesem badawczym. W rezultacie powstały cztery scenariusze rozwoju ucyfrowienia procesu produkcji w perspektywie 2030 roku oraz rozwoju kompetencji cyfrowych w perspektywie 2030 roku.

⁸⁶ G. Wieczorkowska, J. Wierzbński, *Statystyka. Analiza badań społecznych*, Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa 2007, s. 314.

⁸⁷ Ibidem.



RYSUNEK 2.3. Przekształcenie czynników kluczowych w osie scenariuszy

ŹRÓDŁO: S. A. Klooster, M. B. A. Asselt, *Practising the scenario-axes technique*, "Futures" 2006, no. 38, s. 18.

W realizacji badania wzięli udział: zespół badawczy (ZB – autorki metodyki, cztery osoby), zespół ekspertów kluczowych (ZEK, sześć osób), eksperci w badaniu ankietowym dotyczącym ucyfrowienia procesu produkcji (23 osoby) oraz eksperci w badaniu ankietowym dotyczącym kompetencji cyfrowych (34 osoby). Zespół badawczy czuwał nad realizacją badania, przeprowadził warsztaty dotyczące identyfikacji czynników, przygotował niezbędne ankiety oceny czynników oraz dokonał analizy zebranych wyników oceny, jak również przygotował podsumowanie przeprowadzonej analizy. Zespół ekspertów kluczowych wygenerował wyjściowe listy czynników podczas warsztatów przygotowanych przez zespół badawczy. W kolejnym kroku dokonał oceny czynników, biorąc pod uwagę dwa kryteria (ważności i niepewności) oraz zaprosił do dokonania oceny innych, znanych członkom zespołu ekspertów kluczowych, ekspertów.

3. Ocena czynników analizy STEEPVL w obszarze ucyfrowienia procesu produkcji

3.1. Wyniki analizy STEEPVL w obszarze ucyfrowienia procesu produkcji

Analiza STEEPVL posłużyła do identyfikacji, wyboru oraz analizy kluczowych czynników istotnie determinujących rozwój ucyfrowienia procesów produkcyjnych w Polsce. Analiza ta objęła następujące grupy czynników: społeczne (S), technologiczne (T), ekonomiczne (E), ekologiczne (E), polityczne (P), odnoszące się do wartości (V) oraz prawne (L), wpływające na badane zjawisko w analizowanym obszarze tematycznym. Podczas warsztatów badawczych przeprowadzonych przez zespół badawczy w drugiej połowie 2018 roku sześciu ekspertów kluczowych w ramach moderowanej burzy mózgów zidentyfikowało czynniki wpływające na analizowane zjawisko, poprzez udzielenie odpowiedzi na następujące pytanie badawcze:

Jakie czynniki społeczne, technologiczne, ekonomiczne, ekologiczne, polityczne, odnoszące się do wartości oraz prawne wpływają na ucyfrowienie procesu produkcji (dążenie w kierunku Przemysłu 4.0)?

Zgodnie z narzuconym w pytaniu badawczym porządkiem, wynikającym z logiki analizy STEEPVL, poszukiwano czynników w siedmiu grupach, tj. czynników społecznych (S), technologicznych (T), ekonomicznych (E), ekologicznych (E), politycznych (P), odnoszących się do wartości (V) oraz prawnych (L). Spośród wszystkich zidentyfikowanych przez ekspertów czynników zespół badawczy wyeliminował powtórzenia oraz dokonał ich agregacji oraz weryfikacji. W rezultacie otrzymano następującą listę 41 czynników wpływających na ucyfrowienie procesu produkcji:

- **Społeczne:**
 1. Gotowość biznesu do zmiany modelu działania przedsiębiorstwa.
 2. Poziom kompetencji cyfrowych pracodawców.
 3. Stopień uzależnienia od technologii.
 4. Poziom zaufania do technologii.

5. Poziom umiejętności interpretacji i oceny informacji.
 6. Gotowość do pracy w cyfrowej fabryce.
 7. Powszechność samozatrudnienia.
 8. Znajomość języków programowania.
- **Technologiczne:**
 1. Miniaturyzacja przy jednoczesnej wielofunkcyjności urządzeń.
 2. Poziom rozwoju robotyzacji w produkcji.
 3. Poziom wiedzy z zakresu nowych, odpowiednich metod projektowania urządzeń.
 4. Poziom rozwoju robotyzacji w usługach.
 5. Dostępność i możliwość wykorzystania odpowiednich źródeł zasilania.
 6. Poziom rozwoju technologii kosmicznych.
 7. Moce obliczeniowe.
 8. Możliwość wykorzystywania wielkich ilości danych.
 9. Dostępność infrastruktury teleinformatycznej.
 10. Poziom rozwoju metod i technik analizy danych.
 11. Dostępność i powszechność rozwiązań XaaS (*Everything-as-a-Service*, „wszystko jako usługa”).
 - **Ekonomiczne:**
 1. Możliwości inwestycyjne przedsiębiorców.
 2. Powszechność użycia pieniądza wirtualnego.
 3. Konkurencyjność tradycyjnej produkcji.
 4. Poziom bezrobocia.
 5. Poziom nakładów na B+R w obszarze ucyfrowienia procesów produkcji.
 6. Stopień masowej indywidualizacji produkcji dóbr i świadczenia usług.
 - **Ekologiczne:**
 1. Poziom rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym (obejmującej m.in.: recykling, wykorzystanie odpadów do produkcji, powtórne przetwarzanie itp.).
 2. Poziom oddziaływania cyfrowego procesu produkcji na środowisko naturalne.
 3. Restrykcyjność norm oddziaływania pola elektromagnetycznego (PEM).
 4. Świadomość ruchów ekologicznych w zakresie cyfryzacji.
 - **Polityczne:**
 1. Wsparcie państwa w procesie cyfryzacji.
 2. Świadomość cyfrowa decydentów administracji publicznej.
 3. Poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji.
 4. Świadomość rządzących nt. zagrożeń ze strony rozwoju technologicznego.
 - **Odnoszące się do wartości:**
 1. Zaufanie społeczeństwa do technologii.
 2. Postawa wobec cyfryzacji (kult cyfryzacji vs. neoluddyzm, czyli przeciwstawianie się postępowi technicznemu; przekonanie, że przemiany społeczne spowodowane informatyzacją stanowią zagrożenie).
 3. Skłonność do zachowań etycznych w zakresie wykorzystania technologii cyfrowych.

- **Prawne:**

1. Regulacje w zakresie własności danych.
2. Stabilność regulacji prawnych odnoszących się do cyfryzacji produkcji.
3. Udział wydatków w budżecie państwa na B+R w zakresie cyfryzacji.
4. Udział samoregulacji społeczeństwa w mechanizmie stanowienia prawa.
5. Regulacje prawne dotyczące robotyzacji procesu produkcji.

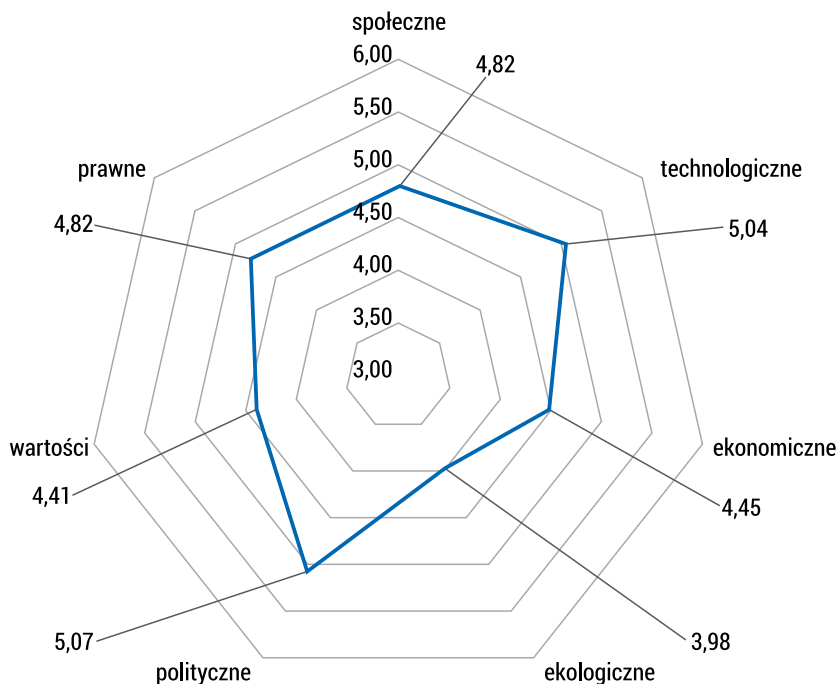
W kolejnym etapie badania na podstawie uzyskanej listy czynników przygotowano kwestionariusz badawczy. W następnym kroku postępowania badawczego przeprowadzona została ocena siły wpływu i przewidywalności zidentyfikowanych czynników w odniesieniu do ucyfrowienia procesów produkcji w Polsce (Przemysł 4.0) w perspektywie 2030 roku, z podziałem na siedem obszarów analizy STEEPVL (społeczny, technologiczny, ekonomiczny, ekologiczny, polityczny, odnoszący się do wartości i prawny). Ocena została przeprowadzona z wykorzystaniem przygotowanego elektronicznego kwestionariusza badawczego (CAWI) przy pomocy siedmiostopniowej skali oceny Likerta w zakresie obu wymiarów oceny. Grupę ekspertów tworzyli eksperci kluczowi oraz pozostali eksperci (spoza zespołu badawczego oraz grupy ekspertów kluczowych). Dobór ekspertów do badania CAWI (*Computer Assisted Web Interviewing*) realizowany był metodą „kuli śniegowej”, tj. eksperci zaproszeni do badania nominowali do udziału w badaniu kolejnych ekspertów z obszaru ucyfrowienia procesów produkcji, do momentu uzyskania docelowej grupy badawczej. Finalnie oceny dokonało 23 ekspertów. Wśród osób dokonujących oceny znaleźli się przedstawiciele nauki i edukacji, biznesu, administracji oraz organizacji pozarządowych. Uzyskane w opisany sposób oceny indywidualne pozwoliły na wyznaczenie średniego poziomu oceny siły wpływu czynników oraz średniego poziomu oceny ich niepewności.

3.2. Ocena siły wpływu czynników

W pierwszym etapie tej części badania ankietowani przypisali wszystkim 41 czynnikom wartości od 1 (bardzo mała siła wpływu czynnika) do 7 (bardzo duża siła wpływu) w odniesieniu do ucyfrowienia procesów produkcji w perspektywie 2030 roku, w siedmiu obszarach analizy STEEPVL. Następnie zespół badawczy dokonał wyliczeń podstawowych miar statystycznych.

Analizując uzyskane w poszczególnych grupach średnie arytmetyczne (rys. 3.1) można zauważyć, że według oceny ekspertów największą siłą wpływu cechują się odpowiednio następujące cztery grupy czynników: polityczne (średnia ocena 5,07), technologiczne (5,04), prawne (4,82) i społeczne (4,82). Niższą średnią ocenę w odniesieniu do wpływu danej grupy czynników na rozwój ucyfrowienia procesu produkcji można zauważyć w przypadku czynników odnoszących się do wartości (średnia 4,41)

i ekonomicznych (średnia 4,45). W opinii respondentów grupami czynników o najmniejszej sile wpływu na rozwój ucyfrowienia procesu produkcji w Polsce w perspektywie do 2030 roku są czynniki ekologiczne (średnia 3,98).



RYСУNEK 3.1. Średnia ocena siły wpływu poszczególnych kategorii czynników STEEPVL na rozwój ucyfrowienia procesu produkcji w perspektywie 2030 roku

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Zestawiając średnie arytmetyczne grup czynników przygotowano ich rankingi w poszczególnych grupach (rys. 3.2). Wyznaczona średnia arytmetyczna dla całej grupy czynników, oznaczona linią przerywaną, oddziela czynniki przekraczające poziom średni, cechujące się wysokimi ocenami siły wpływu na analizowane zjawisko, od czynników poniżej poziomu średniego, cechujących się niskimi ocenami siły wpływu. Dodatkowo, wyznaczone zostały wybrane podstawowe miary statystyczne – minimum, maksimum, średnia, odchylenie standardowe oraz klasyczny współczynnik zmienności ocen siły wpływu czynników na rozwój ucyfrowienia procesu produkcji. Miary statystyczne zostały przedstawione w tabeli 3.1.

Analizując średnie wartości ocen uzyskanych w poszczególnych grupach można zauważyć, że w przypadku grupy **czynników społecznych** za czynniki najsilniej oddziałujące na rozwój ucyfrowienia procesu produkcji eksperci uznali *gotowość biznesu na zmianę modelu działania przedsiębiorstwa* – S1 oraz *poziom kompetencji*

cyfrowych pracodawców – S2. Biorąc pod uwagę odchylenie standardowe oraz klasyczny współczynnik zmienności można stwierdzić, że oceny nadane przez ekspertów w grupie czynników społecznych cechowały się zróżnicowaną zmiennością (współczynnik zmienności osiągał wartość od 20% do 53%). W przypadku grupy czynników społecznych eksperci nie byli zatem zgodni w nadawanych ocenach, bowiem pojawiały się oceny skrajnie różne (co widoczne jest w wartościach minimalnych i maksymalnych nadanych ocen, np. *czynnik znajomość języków programowania* – S8).

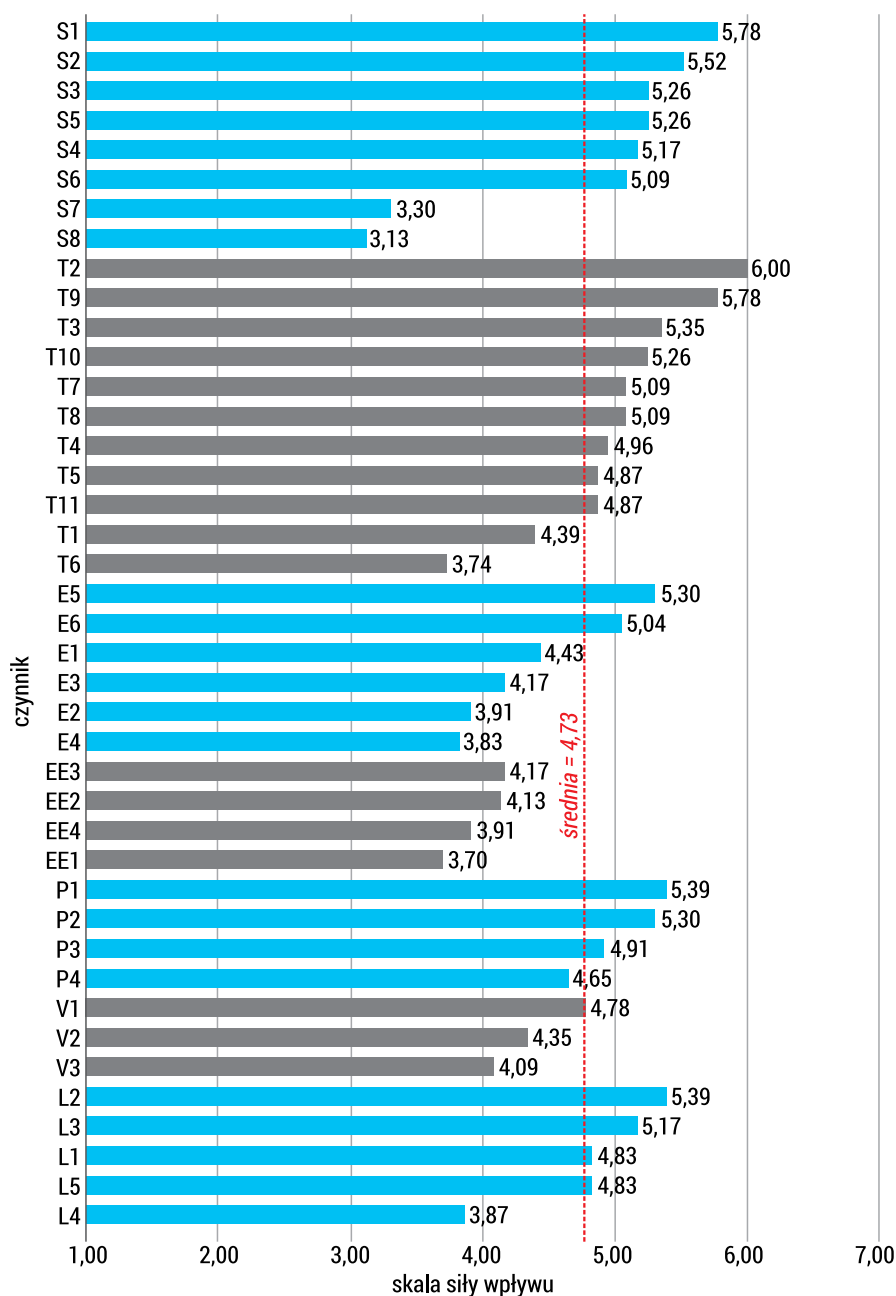
Jeśli chodzi o **czynniki technologiczne** należy podkreślić, że prawie wszystkie uzyskały wysokie oceny ich siły wpływu na analizowane zjawisko, ponieważ tylko dwie z uzyskanych średnich ocen znalazły się poniżej średniej ze wszystkich czynników. Za czynniki najsilniej wpływające na rozwój ucyfrowienia procesu produkcji uznano *poziom rozwoju robotyzacji w przemyśle* – T2 oraz *dostępność infrastruktury teleinformatycznej* – T9. Jednocześnie są to czynniki o najwyższej średniej ocenie spośród wszystkich czynników analizy STEEPVL (średnia odpowiednio 6,0 oraz 5,78). Eksperti w swoich ocenach w przypadku czynników technologicznych byli dosyć zgodni, na co wskazują niskie odchylenia standardowe oraz współczynniki zmienności w tej grupie (słaba zmienność, na poziomie jedynie około 19%, w odniesieniu do dwóch najsilniej oddziałujących czynników).

Analizując **czynniki ekonomiczne** warto podkreślić, że tylko dwa z nich otrzymały ocenę siły wpływu wyższą od średniej dla wszystkich czynników: *poziom nakładów na B+R w obszarze ucyfrowienia procesów produkcji* – E5 oraz *stopień masowej indywidualizacji produkcji dóbr i świadczenia usług* – E6. Pozostałe czynniki w tej grupie również zostały wysoko ocenione, poza czynnikiem *powszechność samozatrudnienia* – E2, który uzyskał średnią ocenę siły wpływu niższą niż średnia dla wszystkich czynników.

Najniżej przez respondentów została oceniona grupa **czynników ekologicznych**. Siła wpływu wszystkich spośród nich została przez ekspertów oceniona poniżej średniej w grupie. Warto też podkreślić, że eksperci w przypadku czynników ekologicznych byli niezbyt zgodni w nadawanych ocenach (współczynnik zmienności na poziomie 33-38%).

Czynniki polityczne stanowią wysoko ocenioną przez ekspertów grupę czynników. Trzy spośród czterech czynników uzyskały w tym przypadku ocenę powyżej średniej. Za najsilniej oddziałujące na procesy ucyfrowienia produkcji czynniki eksperci uznali *świadomość cyfrową decydentów administracji publicznej* – P1, *poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji* – P2 oraz *świadomość rządzących nt. zagrożeń ze strony rozwoju technologicznego* – P3. Eksperti byli raczej zgodni w nadawanych ocenach, o czym świadczą niskie odchylenia standardowe oraz współczynniki zmienności (19-29%).

Kolejną analizowaną grupę stanowiły **czynniki odnoszące się do wartości**. Czynnikiem, który spośród analizowanych najsilniej wpływa na rozwój ucyfrowienia procesu produkcji, okazało się *zaufanie społeczeństwa do technologii* – V1. Spośród



RYSUNEK 3.2. Średnia ocena siły wpływu poszczególnych czynników STEEPVL na rozwój ucyfrowienia procesu produkcji w perspektywie roku 2030

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

wszystkich czynników odnoszących się do wartości powyżej średniej w grupie oceniono jedynie wyżej wspomniany (średnia ocen ekspertów wyniosła 4,78). Eksperti nieznacznie różnili się w ocenach tego czynnika (współczynnik zmienności 20%).

Ostatnią analizowaną grupą były **czynniki prawne**. Spośród nich tylko czynnik *udział samoregulacji społeczeństwa w mechanizmie stanowienia prawa* – L4 oceniony został, w odniesieniu do jego siły oddziaływania na rozwój procesów produkcji, poniżej średniej w całej grupie. Eksperti nadając oceny wykazali umiarkowaną zgodność (21-39%).

TABELA 3.1. Wybrane miary statystyczne wyznaczone dla ocen siły wpływu poszczególnych czynników STEEPVL na rozwój ucyfrowienia procesu produkcji w perspektywie roku 2030

Symbol czynnika	Nazwa czynnika	Min.	Maks.	Średnia	Odchylenie standardowe	Klasyczny współczynnik zmienności
S1	Gotowość biznesu do zmiany modelu działania przedsiębiorstwa	3	7	5,78	1,17	20%
S2	Poziom kompetencji cyfrowych pracodawców	2	7	5,52	1,31	24%
S3	Stopień uzależnienia od technologii	2	7	5,26	1,54	29%
S4	Poziom zaufania do technologii	2	7	5,17	1,19	23%
S5	Poziom umiejętności interpretacji i oceny informacji	3	7	5,26	1,42	27%
S6	Gotowość do pracy w cyfrowej fabryce	2	7	5,09	1,28	25%
S7	Powszechność samozatrudnienia	1	6	3,30	1,29	39%
S8	Znajomość języków programowania	1	7	3,13	1,66	53%
T1	Miniaturyzacja przy jednoczesnej wielofunkcyjności urządzeń	2	7	4,39	1,27	29%
T2	Poziom rozwoju robotyzacji w produkcji	3	7	6,00	1,13	19%
T3	Poziom wiedzy z zakresu nowych, odpowiednich metod projektowania urządzeń	3	7	5,35	1,15	22%
T4	Poziom rozwoju robotyzacji w usługach	1	7	4,96	1,58	32%
T5	Dostępność i możliwość wykorzystania odpowiednich źródeł zasilania	3	7	4,87	1,36	28%
T6	Poziom rozwoju technologii kosmicznych	2	7	3,74	1,36	36%

Symbol czynnika	Nazwa czynnika	Min.	Maks.	Średnia	Odchylenie standardowe	Klasyczny współczynnik zmienności
T7	Moce obliczeniowe	3	7	5,09	1,28	25%
T8	Możliwość wykorzystywania wielkich ilości danych	2	7	5,09	1,38	27%
T9	Dostępność infrastruktury teleinformatycznej	4	7	5,78	1,09	19%
T10	Poziom rozwoju metod i technik analizy danych	2	7	5,26	1,21	23%
T11	Dostępność i powszechność rozwiązań XaaS (<i>Everything-as-a-Service</i> , „wszystko jako usługa”)	3	7	4,87	1,52	31%
E1	Możliwości inwestycyjne przedsiębiorców	1	7	4,43	1,59	36%
E2	Powszechność użycia pieniądza wirtualnego	2	7	3,91	1,47	38%
E3	Konkurencyjność tradycyjnej produkcji	1	7	4,17	1,92	46%
E4	Poziom bezrobocia	2	6	3,83	1,30	34%
E5	Poziom nakładów na B+R w obszarze ucyfrowienia procesów produkcji	2	7	5,30	1,29	24%
E6	Stopień masowej indywidualizacji produkcji dóbr i świadczenia usług	2	7	5,04	1,36	27%
EE1	Poziom rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym (obejmującej m.in.: recykling, wykorzystanie odpadów do produkcji, powtórne przetwarzanie itp.)	2	6	3,70	1,40	38%
EE2	Poziom oddziaływania cyfrowego procesu produkcji na środowisko naturalne	2	7	4,13	1,49	36%
EE3	Restrykcyjność norm oddziaływania pola elektromagnetycznego (PEM)	1	7	4,17	1,37	33%
EE4	Świadomość ruchów ekologicznych w zakresie cyfryzacji	1	7	3,91	1,44	37%
P1	Wsparcie państwa w procesie cyfryzacji	4	7	5,39	1,03	19%
P2	Świadomość cyfrowa decydentów administracji publicznej	3	7	5,30	1,11	21%
P3	Poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji	3	7	4,91	1,44	29%
P4	Świadomość rządzących nt. zagrożeń ze strony rozwoju technologicznego	3	7	4,65	1,03	22%

Symbol czynnika	Nazwa czynnika	Min.	Maks.	Średnia	Odchylenie standardowe	Klasyczny współczynnik zmienności
V1	Zaufanie społeczeństwa do technologii	3	7	4,78	0,95	20%
V2	Postawa wobec cyfryzacji (kult cyfryzacji vs. neoluddyzm, czyli przeciwstawianie się postępowi technicznemu; przekonanie, że przemiany społeczne spowodowane informatyzacją stanowią zagrożenie)	1	7	4,35	1,37	31%
V3	Skłonność do zachowań etycznych w zakresie wykorzystania technologii cyfrowych	2	7	4,09	1,35	33%
L1	Regulacje w zakresie własności danych	2	7	4,83	1,23	25%
L2	Stabilność regulacji prawnych odnoszących się do cyfryzacji produkcji	3	7	5,39	1,23	23%
L3	Udział wydatków w budżecie państwa na B+R w zakresie cyfryzacji	3	7	5,17	1,07	21%
L4	Udział samoregulacji społeczeństwa w mechanizmie stanowienia prawa	1	7	3,87	1,52	39%
L5	Regulacje prawne dotyczące robotyzacji procesu produkcji	2	7	4,83	1,40	29%

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Dokonując analizy eksperckich ocen siły wpływu czynników, przygotowano zestawienie prezentujące średnie uzyskanych przez czynniki ocen oraz zróżnicowanie w nadawanych ocenach (rys. 3.3). Analiza rozmieszczenia czynników analizy STEEPVL na płaszczyźnie średnich i odchyłeń standardowych ocen wpływu była dokumentowana m.in. w pracach autorstwa A. Kononiuk i J. Nazarko⁸⁸ oraz pod redakcją J. Nazarko i Z. Kędzior⁸⁹.

Punkty odpowiadające grupom czynników analizy STEEPVL zostały odwzorowane na płaszczyźnie średnich i średnich odchyłeń standardowych ocen siły wpływu czynników w poszczególnych grupach. Zestawienie to pozwala na identyfikację czynników heterogenicznych (cechujących się rozproszonymi ocenami) oraz homogenicznych (cechujących się skupionymi ocenami), przy równoczesnym ujęciu siły

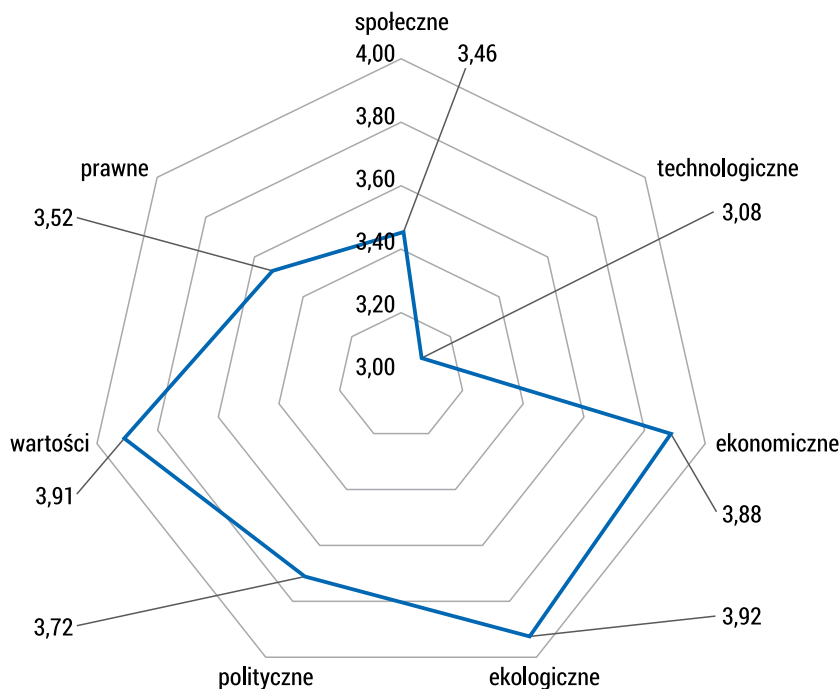
⁸⁸ A. Kononiuk, J. Nazarko, *Scenariusze w antycypowaniu i kształtowaniu przyszłości*, Wolters Kluwer, Warszawa 2014.

⁸⁹ J. Nazarko, G. Dobrzański, J. Ejdyś, E. Glińska, A. Kononiuk, A. Kowalewska, Ł. Nazarko, A. Pawluczuk, A. Olszewska, W. Urban, *Uwarunkowania rozwoju nanotechnologii w województwie podlaskim: wyniki analiz STEEPVL i SWOT*, red. nauk. J. Nazarko, Z. Kędzior, Rozprawy Naukowe nr 204, Biblioteka Nauk o Zarządzaniu, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2010.

produkcyjnych w perspektywie 2030 roku. Aby ułatwić dokonywanie oceny ekspertom, zapytano ich o przewidywalność czynników, a następnie dokonano odwrócenia uzyskanych ocen, otrzymując tym samym oceny niepewności.

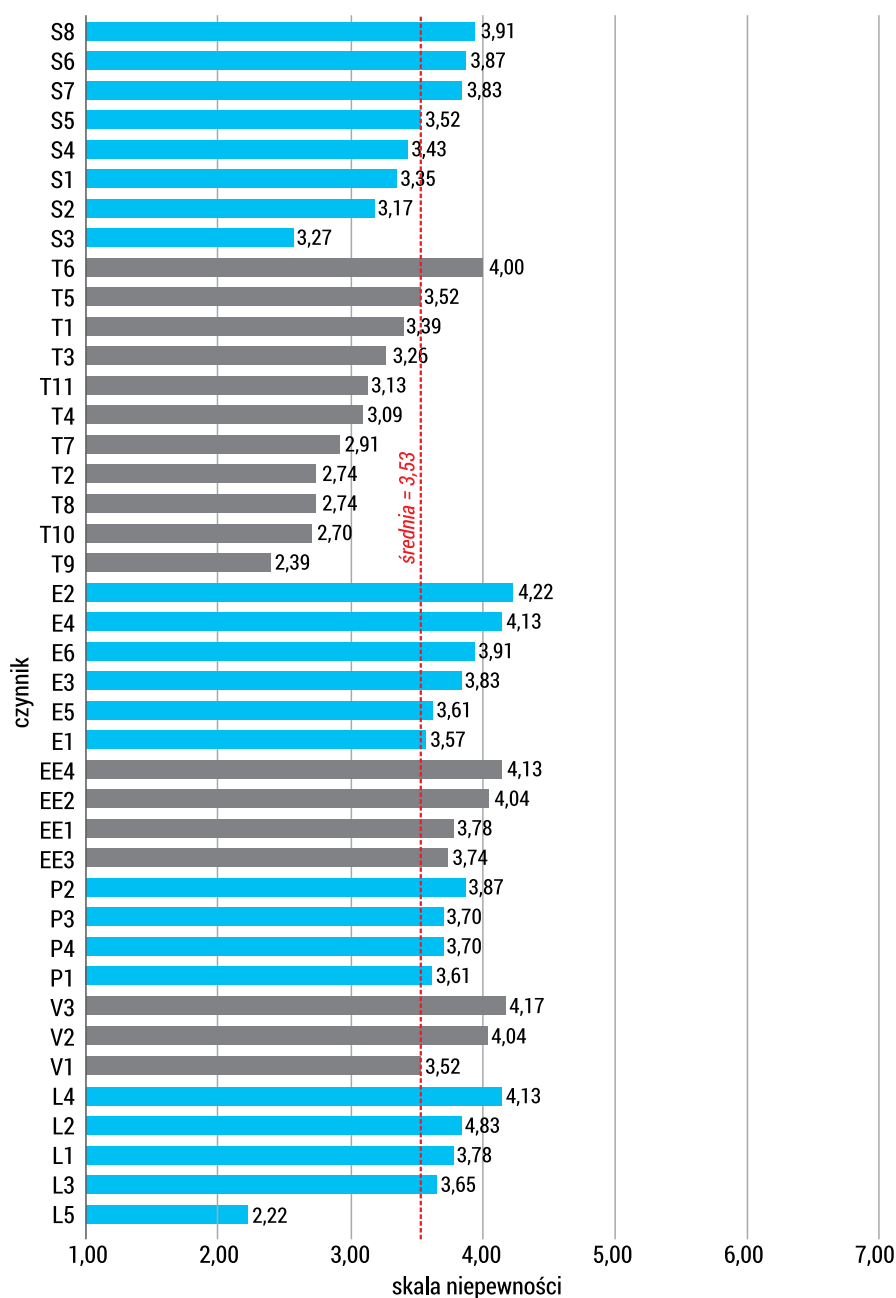
Eksperti przypisali wszystkim 41 czynnikom wartości z siedmiostopniowej skali Likerta, gdzie wartość 1 oznaczała bardzo niską przewidywalność czynnika w perspektywie roku 2030, zaś 7 – bardzo wysoką. Otrzymane dane zostały przekształcone zgodnie z przyjętymi założeniami (opisanymi w rozdziale 2) i pozwoliły zespołowi badawczemu na obliczenie podstawowych miar statystycznych związanych z niepewnością czynników.

Analizując uzyskane w poszczególnych grupach średnie arytmetyczne (rys. 3.4) można zauważyć, że według oceny ekspertów najbardziej niepewne czynniki znajdują się w grupie czynników ekologicznych (średnia 3,92) oraz odnoszących się do wartości (średnia 3,91). Za nieco mniej niepewne w kontekście rozwoju ucyfrowienia procesu produkcji w perspektywie roku 2030 uznano czynniki ekonomiczne (3,88) oraz polityczne (3,72). Z kolei za najłatwiejsze do przewidzenia i najpewniejsze uznano czynniki prawne (3,52), społeczne (3,46) oraz technologiczne (3,08).



RYSUNEK 3.4. Średnia ocena niepewności poszczególnych kategorii czynników STEEPVL w odniesieniu do rozwoju ucyfrowienia procesu produkcji w perspektywie 2030 roku

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.



RYSUNEK 3.5. Średnia ocena niepewności poszczególnych czynników STEEPVL w odniesieniu do rozwoju ucyfrowienia procesu produkcji w perspektywie roku 2030

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Zestawiając średnie arytmetyczne dla grup czynników analizy STEEPVL, opracowano rankingi czynników w poszczególnych grupach, które zostały zaprezentowane na rysunku 3.5. Wyznaczona średnia arytmetyczna dla całej grupy czynników, oznaczona linią przerywaną, oddziela czynniki przekraczające poziom średni, cechujące się wyższymi ocenami siły wpływu na analizowane zjawisko niż czynniki poniżej poziomu średniego, cechujące się niskimi ocenami siły wpływu. Dodatkowo wyznaczone zostały wybrane podstawowe miary statystyczne – minimum, maksimum, średnia, odchylenie standardowe oraz klasyczny współczynnik zmienności ocen siły wpływu czynników na rozwój ucyfrowienia procesów produkcji. Zostało to przedstawione w tabeli 3.2.

TABELA 3.2. Wybrane miary statystyczne wyznaczone dla ocen niepewności poszczególnych czynników STEEPVL w odniesieniu do ucyfrowienia procesu produkcji w perspektywie roku 2030

Symbol czynnika	Nazwa czynnika	Min.	Maks.	Średnia	Odchylenie standardowe	Klasyczny współczynnik zmienności
S1	Gotowość biznesu do zmiany modelu działania przedsiębiorstwa	1	6	3,35	1,30	28%
S2	Poziom kompetencji cyfrowych pracodawców	1	6	3,17	1,27	26%
S3	Stopień uzależnienia od technologii	1	5	2,57	1,16	21%
S4	Poziom zaufania do technologii	1	7	3,43	1,47	32%
S5	Poziom umiejętności interpretacji i oceny informacji	1	5	3,52	1,41	31%
S6	Gotowość do pracy w cyfrowej fabryce	2	6	3,87	1,36	33%
S7	Powszechność samozatrudnienia	1	7	3,83	1,53	37%
S8	Znajomość języków programowania	1	7	3,91	1,62	40%
T1	Miniaturyzacja przy jednoczesnej wielofunkcyjności urządzeń	1	6	3,39	1,27	28%
T2	Poziom rozwoju robotyzacji w produkcji	1	5	2,74	1,10	21%
T3	Poziom wiedzy w zakresie nowych, odpowiednich metod projektowania urządzeń	1	5	3,26	0,96	20%
T4	Poziom rozwoju robotyzacji w usługach	1	6	3,09	1,38	28%

Symbol czynnika	Nazwa czynnika	Min.	Maks.	Średnia	Odchylenie standardowe	Klasyczny współczynnik zmienności
T5	Dostępność i możliwość wykorzystania odpowiednich źródeł zasilania	2	6	3,52	0,99	22%
T6	Poziom rozwoju technologii kosmicznych	1	6	4,00	1,31	33%
T7	Moce obliczeniowe	1	6	2,91	1,31	26%
T8	Możliwość wykorzystywania wielkich ilości danych	1	6	2,74	1,14	22%
T9	Dostępność infrastruktury teleinformatycznej	1	5	2,39	1,16	21%
T10	Poziom rozwoju metod i technik analizy danych	1	5	2,70	1,29	24%
T11	Dostępność i powszechność rozwiązań XaaS (<i>Everything-as-a-Service</i> , „wszystko jako usługa”)	1	6	3,13	1,52	31%
E1	Możliwości inwestycyjne przedsiębiorców	1	7	3,57	1,59	36%
E2	Powszechność użycia pieniądza wirtualnego	2	7	4,22	1,35	36%
E3	Konkurencyjność tradycyjnej produkcji	2	6	3,83	0,94	22%
E4	Poziom bezrobocia	2	7	4,13	1,22	31%
E5	Poziom nakładów na B+R w obszarze ucyfrowienia procesów produkcji	1	7	3,61	1,44	33%
E6	Stopień masowej indywidualizacji produkcji dóbr i świadczenia usług	2	7	3,91	1,53	38%
EE1	Poziom rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym (obejmującej m in.: recykling, wykorzystanie odpadów do produkcji, powtórne przetwarzanie itp.)	2	6	3,78	1,35	32%
EE2	Poziom oddziaływania cyfrowego procesu produkcji na środowisko naturalne	1	6	4,04	1,43	36%
EE3	Restrykcyjność norm oddziaływania pola elektromagnetycznego (PEM)	1	7	3,74	1,51	36%
EE4	Świadomość ruchów ekologicznych w zakresie cyfryzacji	1	7	4,13	1,63	42%
P1	Wsparcie państwa w procesie cyfryzacji	1	6	3,61	1,41	32%

Symbol czynnika	Nazwa czynnika	Min.	Maks.	Średnia	Oddalenie standardowe	Klasyczny współczynnik zmienności
P2	Świadomość cyfrowa decydentów administracji publicznej	1	7	3,87	1,39	34%
P3	Poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji	1	6	3,70	1,33	31%
P4	Świadomość rządzących nt. zagrożeń ze strony rozwoju technologicznego	1	7	3,70	1,43	33%
V1	Zaufanie społeczeństwa do technologii	1	6	3,52	1,20	27%
V2	Postawa wobec cyfryzacji (kult cyfryzacji vs. neoluddyzm, czyli przeciwstawianie się postępowi technicznemu; przekonanie, że przemiany społeczne spowodowane informatyzacją stanowią zagrożenie)	2	7	4,04	1,30	33%
V3	Skłonność do zachowań etycznych w zakresie wykorzystania technologii cyfrowych	2	6	4,17	0,98	26%
L1	Regulacje w zakresie własności danych	1	7	3,78	1,41	33%
L2	Stabilność regulacji prawnych odnoszących się do cyfryzacji produkcji	1	7	3,83	1,53	37%
L3	Udział wydatków w budżecie państwa na B+R w zakresie cyfryzacji	1	7	3,65	1,58	36%
L4	Udział samoregulacji społeczeństwa w mechanizmie stanowienia prawa	1	7	4,13	1,63	42%
L5	Regulacje prawne dotyczące robotyzacji procesu produkcji	1	5	2,22	1,17	20%

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

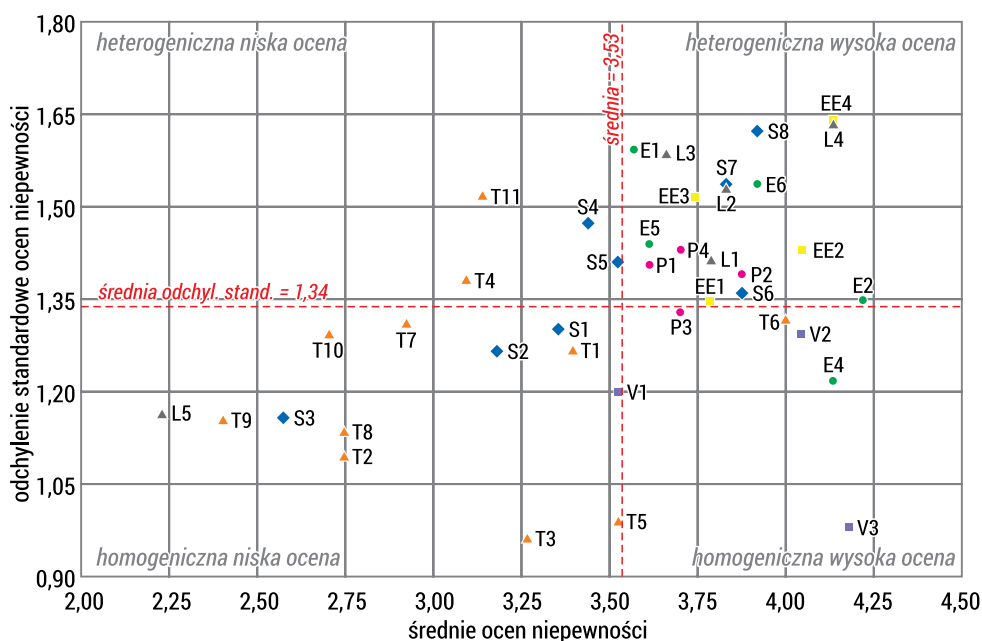
Analizując **czynniki społeczne** można zauważyć, że najwyższą średnią ocenę w zakresie niepewności tej grupy czynników uzyskały czynniki: *znajomość języków programowania* – S8, *gotowość do pracy w cyfrowej fabryce* – S6 oraz *powszechność samozatrudnienia* – S7. Dokonywane oceny cechowały się słabą lub umiarkowaną zmiennością (współczynnik zmienności na poziomie 21-40%).

Spośród wszystkich 11 **czynników technologicznych** aż 10 zostało ocenionych przez ekspertów poniżej średniej w odniesieniu do poziomu niepewności. Zatem w opinii respondentów ich kształtowanie się można przewidzieć z dość dużym prawdopodobieństwem. Równocześnie należy zauważyć, że ich oceny były w tym przypadku

najmniej zgodne, o czym świadczą współczynniki zmienności na poziomie 20-33%. Za najbardziej niepewny czynnik uznano *poziom rozwój technologii kosmicznych* – T6 (średnia 4,0).

Dokonując przeglądu ocen niepewności **czynniki ekonomiczne**, należy zauważyć, że wszystkie średnie oceny w całej grupie przewyższały średnią wyznaczoną dla wszystkich czynników. Za najbardziej niepewną uznano *powszechność użycia pieniądza wirtualnego* – E2. Jest to jednocześnie najbardziej niepewny czynnik wskazany w ankiecie. Ankietowani eksperci cechowali się raczej umiarkowaną zgodnością w nadawanych ocenach (współczynniki zmienności osiągnęły wartość od 22 do 38%).

Również w przypadku ocen niepewności **czynniki ekologiczne** wszystkie średnie oceny w całej grupie przewyższały średnią wyznaczoną dla wszystkich czynników. Eksperti uznali wszystkie czynniki ekologiczne za stosunkowo niepewne, przy czym jako najbardziej niepewny wybrano *świadomość ruchów ekologicznych w zakresie cyfryzacji* – EE4. Eksperti, oceniając czynniki ekologiczne, byli raczej zgodni (umiarkowana zmienność ocen – współczynnik zmienności 32-42%).



RYСУNEK 3.6. Rozmieszczenie czynników analizy STEEPVL na płaszczyźnie średnich i odchyłeń standardowych ocen niepewności czynników

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Wszystkie **czynniki polityczne** zostały uznane przez ekspertów za raczej niepewne. Najbardziej niepewny w tej grupie okazał się czynnik *świadomość cyfrowa decydentów administracji publicznej* – P2. Warto zaznaczyć, że w przypadku czynników politycznych respondenci w nadawanych ocenach byli raczej zgodni.

Grupa **czynników odnoszących się do wartości** została uznana przez ekspertów za najbardziej niepewną w odniesieniu do rozwoju ucyfrowienia procesów produkcji w perspektywie 2030 roku. Eksperti nadawali oceny ze zbliżoną do pozostałych grup czynników zmiennością.

Dokonując analizy **czynników prawnych** należy podkreślić, że tylko jeden czynnik został uznany przez ekspertów biorących udział w ankiecie za stosunkowo łatwy do przewidzenia (*regulacje prawne dotyczące robotyzacji procesu produkcji* – L5). W swojej ocenie eksperci byli zgodni (współczynnik zmienności wyniósł 20%). Spośród pozostałych czynników wskazanych przez respondentów największą niepewnością cechuje się czynnik: *udział samoregulacji społeczeństwa w mechanizmie stanowienia prawa* – L4).

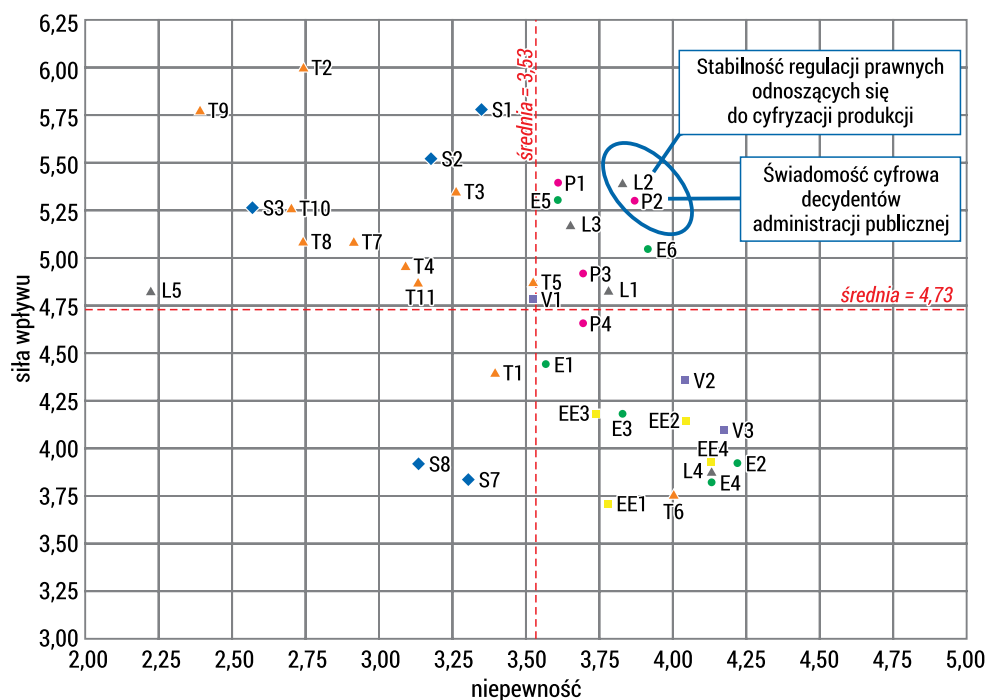
W przypadku oceny niepewności również sporządzono zestawienie prezentujące średnie uzyskanych przez czynniki ocen oraz zróżnicowanie w nadawanych ocenach. Zestawienie pokazano na rysunku 3.6.

Analizując podział czynników (powstały poprzez przynależność do danej części płaszczyzny – rys. 3.6) można zauważyć, że homogenicznie wysokie oceny uzyskały po dwa czynniki ekonomiczne i odnoszące się do wartości oraz pojedyncze czynniki prawne i technologiczne. Eksperti byli najbardziej zgodni w przypadku wysokiej oceny niepewności dwóch czynników: *skłonności do zachowań etycznych w zakresie wykorzystania technologii cyfrowych* – V3 oraz *poziomu bezrobocia* – E4.

4. Scenariusze rozwoju ucyfrowienia procesów produkcyjnych

W kolejnym kroku postępowania badawczego wyodrębniono dwa czynniki kluczowe wpływające na ucyfrowienie procesu produkcji w perspektywie roku 2030. Czynniki te charakteryzowały się wyższą oceną niepewności niż średnia ocen dla wszystkich czynników wynosząca 3,53 oraz wyższą oceną siły wpływu niż średnia ocen siły wpływu wynosząca 4,73 (rys. 4.1). Do tych czynników można zaliczyć: *świadomość cyfrową decydentów administracji publicznej* – P2 oraz *stabilność regulacji prawnych odnoszących się do cyfryzacji produkcji* – L2. Jednocześnie, analizując dane zaprezentowane na rysunku 4.1, można zauważyć, że wysokie noty zarówno pod względem siły wpływu, jak i niepewności uzyskały takie czynniki, jak: *wsparcie państwa w procesie cyfryzacji* – P1, *poziom nakładów na B+R w obszarze ucyfrowienia procesów produkcji* – E5, *udział wydatków w budżecie państwa na B+R w zakresie cyfryzacji* – L3, *stopień masowej indywidualizacji produkcji dóbr i świadczenia usług* – E6, *poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji* – P3, *dostępność i możliwość wykorzystania odpowiednich źródeł zasilania* – T5, *zaufanie społeczeństwa do technologii* – V1 oraz *regulacje w zakresie własności danych* – V1.

Na podstawie wizualizacji danych zaprezentowanych na rysunku 4.1 można wyróżnić czynniki, które charakteryzują się wysoką niepewnością, jednak niższymi ocenami siły wpływu niż średnia 4,73. Należą do nich: *świadomość rządzących nt. zagrożeń ze strony rozwoju technologicznego* – P4, *możliwości inwestycyjne przedsiębiorców* – E1, *restrykcyjność norm oddziaływania pola elektromagnetycznego* – PEM, EE3, *postawa wobec cyfryzacji* – V2, *konkurencyjność tradycyjnej produkcji* – E3, *poziom oddziaływania cyfrowego procesu produkcji na środowisko naturalne* – EE2, *skłonność do zachowań etycznych w zakresie wykorzystania technologii cyfrowych* – V3, *świadomość ruchów ekologicznych w zakresie cyfryzacji* – EE4, *udział samo-regulacji społeczeństwa w mechanizmie stanowienia prawa* – L4, *poziom bezrobocia* – E4, *poziom rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym* – EE1, *poziom rozwoju technologii kosmicznych* – T6. Najwyższą niepewnością spośród wszystkich czynników charakteryzował się czynnik *powszechność użycia pieniądza wirtualnego* – E2, jednak cechował się on niską oceną siły wpływu (na poziomie 3,91) na ucyfrowienie procesu produkcji.



RYSUNEK 4.1. Klasyfikacja czynników pod względem ważności oraz niepewności

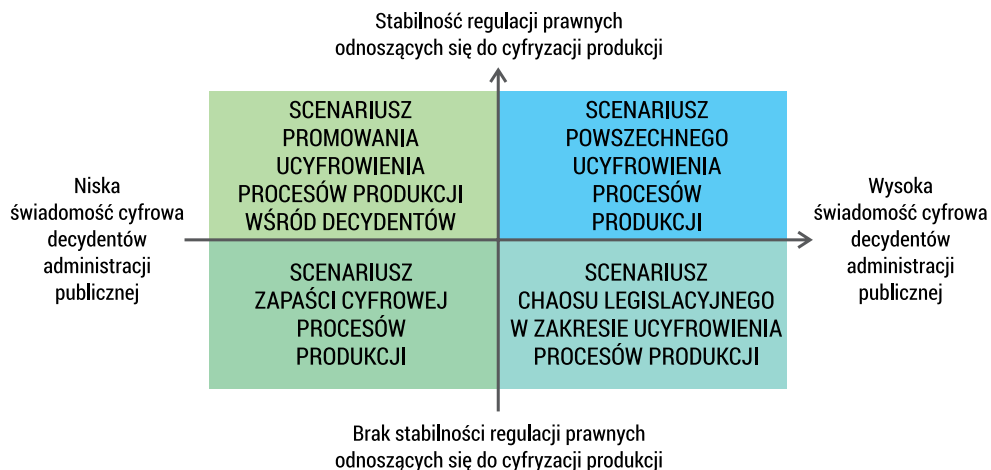
ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

W grupie czynników charakteryzujących się niższą niż średnia oceną wpływu oraz niższą niż średnia oceną niepewności znalazły się jedynie trzy czynniki: *miniaturyzacja przy jednoczesnej wielofunkcyjności urzędów* – T1, *znajomość języków programowania* – S8 i *powszechność samozatrudnienia* – S7.

Eksperti zidentyfikowali również czynniki, które charakteryzują się wyższymi ocenami niż średnia ocena siły wpływu na ucyfrowienie procesów produkcji, przy jednoczesnej niższej niż średnia ocenie niepewności. Należy do nich aż osiem spośród jedenastu czynników technologicznych oraz trzy czynniki społeczne: *poziom rozwoju robotyzacji w usługach* – T2, *poziom wiedzy z zakresu nowych, odpowiednich metod projektowania urzędów* – T3, *poziom rozwoju robotyzacji w usługach* – T4, *dostępność i możliwość wykorzystania odpowiednich źródeł zasilania* – T5, *moce obliczeniowe* – T7, *możliwość wykorzystania wielkich ilości danych* – T8, *dostępność infrastruktury teleinformatycznej* – T9, *poziom rozwoju metod i technik analizy danych* – T10 oraz *dostępność i powszechność rozwiązań XaaS* – T11. Jednocześnie należy zauważyć, że czynnikiem, który charakteryzuje się najwyższą siłą wpływu na rozwój kompetencji cyfrowych jest *poziom rozwoju robotyzacji w usługach* – T2. Niska ocena tego czynnika pod względem niepewności dyskwalifikuje go jednak z grupy czynników kluczowych.

Zgodnie z metodyką przyjętą w badaniu zidentyfikowane czynniki kluczowe zostają przekształcone w osie scenariuszy (rys. 4.2).

Zestawienie skrajnych wartości osi umożliwia stworzenie czterech scenariuszy rozwoju ucyfrowienia procesów produkcji: *Scenariusza powszechnego ucyfrowienia procesów produkcji*, *Scenariusza promowania ucyfrowienia procesów produkcji wśród decydentów*, *Scenariusza zapaści cyfrowej procesów produkcji* oraz *Scenariusza chaosu legislacyjnego w zakresie ucyfrowienia procesów produkcji*.



RYSUNEK 4.2. Cztery scenariusze rozwoju ucyfrowienia procesów produkcji

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Scenariusz powszechnego ucyfrowienia procesów produkcji charakteryzuje się wysoką świadomością cyfrową decydentów administracji publicznej oraz stabilnością regulacji prawnych odnoszących się do cyfryzacji produkcji. Scenariusz taki stwarza ramy dla gotowości biznesu na zmianę dotychczasowych modeli działania przedsiębiorstw w kierunku wdrażania ucyfrowienia procesów produkcyjnych. Poziom kompetencji cyfrowych pracodawców rośnie, a znajomość języków programowania staje się powszechna. Społeczeństwo wyraża gotowość do pracy w fabryce cyfrowej, powstają nowe stanowiska pracy związane z obsługą systemów informatycznych związanych z ucyfrowieniem procesów produkcyjnych. Rozwój technologii determinujących procesy produkcyjne wydaje się stabilny. Postępuje miniaturyzacja przy jednoczesnej wielofunkcyjności urządzeń, poziom rozwoju robotyzacji w produkcji rośnie, podobnie jak poziom wiedzy w zakresie nowych, odpowiednich metod projektowania urządzeń. Wysoki poziom rozwoju robotyzacji staje się widoczny również w usługach. Zwiększają się moce obliczeniowe oraz dostępność infrastruktury teleinformatycznej. Poziom rozwoju metod i technik analizy danych wzrasta, a dostępność rozwiązań XaaS (*Everything-as-a-Service*) staje się powszechna.

W sferze gospodarczej rosną możliwości inwestycyjne przedsiębiorców. Tradycyjna produkcja ustępuje miejsca produkcji cyfrowej, a wirtualny pieniądz staje się powszechny.

Wyższa świadomość cyfrowa decydentów administracji publicznej skutkuje wyższym poziomem B+R w obszarze ucyfrowienia procesów produkcji. Stopień masowej indywidualizacji produkcji dóbr i świadczenia usług wzrasta. Ucyfrowienie procesów produkcji wykorzystywane jest w gospodarce o obiegu zamkniętym. Prowadzone są badania nad poziomem oddziaływania procesu produkcji na środowisko naturalne, a świadomość ruchów ekologicznych w zakresie cyfryzacji jest wysoka.

Państwo wspiera procesy cyfryzacji na szczeblu krajowym i regionalnym, co prowadzi do wzrostu świadomości cyfrowej decydentów administracji publicznej. W wyniku zauważalnego lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji zaufanie społeczeństwa do technologii rośnie, podobnie jak świadomość rządzących nt. zagrożeń ze strony rozwoju technologicznego. Społeczeństwo wykazuje się otwartą postawą wobec cyfryzacji. Trwają prace legislacyjne w obszarze regulacji w zakresie własności danych oraz regulacji dotyczących robotyzacji procesu produkcji.

Skrajnie odmiennym scenariuszem wobec *Scenariusza powszechnego ucyfrowienia procesów produkcji* jest *Scenariusz zapaści cyfrowej procesów produkcji*. Jego ramy tworzą niska świadomość cyfrowa decydentów administracji publicznej oraz brak stabilności regulacji prawnych odnoszących się do cyfryzacji produkcji. Ogólnie nieprzechylny klimat wobec cyfryzacji w kraju ma swoje odzwierciedlenie w niskiej gotowości biznesu na zmianę modelu działania przedsiębiorstwa oraz w przeciętnym poziomie kompetencji cyfrowych pracodawców. Chociaż całkowity poziom interpretacji i oceny informacji wzrasta, gotowość społeczeństwa do pracy w cyfrowej fabryce jest niska, a znajomość języków programowania wciąż najbardziej popularna pozostaje wśród młodszego pokolenia. Wiele polskich przedsiębiorstw charakteryzuje się zapóźnieniem technologicznym w obliczu globalnych trendów, takich jak miniaturyzacja przy jednoczesnej wielofunkcyjności urządzeń, wzrastający poziom robotyzacji w produkcji, rosnące moce obliczeniowe oraz zwiększająca się dostępność i powszechność rozwiązań XaaS (*Everything-as-a-service*, „wszystko jako usługa”).

W sferze gospodarczej możliwości inwestycyjne przedsiębiorstw są przeciętne. Chociaż wirtualny pieniądz staje się powszechny, poziom nakładów na B+R w obszarze ucyfrowienia procesów produkcji jest wciąż na niezadowalającym poziomie. W obliczu masowej indywidualizacji produkcji dóbr i świadczenia usług, tradycyjna produkcja wciąż pozostaje bardziej popularna niż cyfrowa.

Poziom wykorzystania cyfryzacji procesów produkcyjnych w gospodarce o obiegu zamkniętym jest wciąż mierny. Poziom oddziaływania cyfrowego procesu produkcji na środowisko naturalne wciąż pozostaje natomiast w sferze badań. Świadomość ruchów ekologicznych w zakresie cyfryzacji nie jest wysoka.

Państwo w niewielkim zakresie wspiera procesy cyfryzacji, a lobbing polityczny w tej kwestii jest znikomy. Również świadomość rządzących nt. zagrożeń ze strony rozwoju technologicznego pozostaje na niskim poziomie. Brakuje zarówno programów

wsparcia w obszarze wykluczenia cyfrowego, jak i tych na rzecz zwalczania uzależnienia od technologii, szczególnie wśród osób młodych. Zaufanie społeczeństwa do technologii jest ograniczone.

W społeczeństwie widoczne są postawy neoluddyczne, wyrażające się w przeciwstawianiu postępowi technicznemu oraz przekonaniu, że przemiany społeczne spowodowane informatyzacją stanowią zagrożenie.

Brak stabilności regulacji prawnych odnoszących się do cyfryzacji produkcji skutkuje chaosem legislacyjnym w obrębie regulacji w zakresie własności danych oraz regulacji prawnych dotyczących robotyzacji procesu produkcji.

W niniejszym opracowaniu zostały szczegółowo scharakteryzowane skrajne scenariusze: *Scenariusz powszechnego ucyfrowienia procesów produkcji* oraz *Scenariusz zapaści cyfrowej procesów produkcji*.

Scenariusz promowania cyfryzacji procesów produkcji wśród decydentów oraz *Scenariusz chaosu legislacyjnego w zakresie ucyfrowienia procesów produkcji* stanowią warianty pośrednie zaprezentowanych scenariuszy. Kluczową rolę w *Scenariuszu promowania cyfryzacji procesów produkcji wśród decydentów* pełnią wszelkie działania zmierzające do zwiększenia świadomości przedstawicieli polityki w zakresie cyfryzacji, natomiast tło dla *Scenariusza chaosu legislacyjnego w zakresie ucyfrowienia procesów produkcji* stanowi brak stabilności regulacji prawnych odnoszących się do cyfryzacji. Sytuacja ta może ulec zmianie, jeśli decydenci administracji publicznej zyskają wysoką świadomość cyfrową.

5. Ocena czynników analizy STEEPVL w obszarze kompetencji cyfrowych

5.1. Wyniki analizy STEEPVL w obszarze kompetencji cyfrowych

Przeprowadzenie analizy STEEPVL umożliwiło wskazanie czynników kluczowych dla rozwoju kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie roku 2030. W ramach badania przeprowadzono warsztaty eksperckie w drugiej połowie 2018 roku, w których wzięło udział sześciu ekspertów – wybranych specjalistów reprezentujących obszar cyfryzacji. Ekspertom zadano następujące pytanie:

Jakie czynniki społeczne, technologiczne, ekonomiczne, ekologiczne, polityczne, odnoszące się do wartości oraz prawne wpływają na wzrost kompetencji cyfrowych społeczeństwa?

Zgodnie z narzuconym w pytaniu badawczym porządkiem, wynikającym z logiki analizy STEEPVL, poszukiwano czynników w siedmiu grupach, tj. czynników społecznych (S), technologicznych (T), ekonomicznych (E), ekologicznych (E), politycznych (P), odnoszących się do wartości (V) oraz prawnych (L). Eksperci, pracując z zespołem badawczym metodą moderowanej burzy mózgów, zidentyfikowali wyjściową listę czynników. Biorąc pod uwagę powtórzenia w niektórych sformułowaniach, zespół badawczy dokonał weryfikacji otrzymanej listy wyjściowej. W rezultacie przygotowano listę 27 czynników, obejmującą sześć czynników społecznych, cztery technologiczne, cztery ekonomiczne, trzy ekologiczne, cztery polityczne, trzy odnoszące się do wartości oraz trzy prawne. Lista ta została zaprezentowana w tabeli 5.1.

W kolejnym etapie badania, na podstawie uzyskanej listy czynników, przygotowano kwestionariusz badawczy. W kwestionariuszu każdy z czynników został poddany ocenie według siedmiostopniowej skali oceny Likerta pod względem dwóch kryteriów: jego siły wpływu na rozwój kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie

2030 roku oraz przewidywalności czynnika w tej samej perspektywie czasowej. Do dalszych analiz wykorzystano skalę odwróconą (zgodnie z metodyką przedstawioną w rozdziale 2), tak aby wyznaczyć niepewność poszczególnych czynników.

Grupę ekspertów dokonującą oceny czynników w dwóch wymiarach stanowili eksperci biorący udział w warsztatach oraz eksperci zewnętrzni. Wybrano ich przy użyciu metody „kuli śniegowej” – eksperci uczestniczący w badaniu jako pierwsi, po dokonaniu oceny wskazywali kolejnych ekspertów z obszaru kompetencji cyfrowych, aż do uzyskania docelowej grupy badawczej. Finalnie oceny dokonało 34 ekspertów. Wśród osób dokonujących oceny znaleźli się przedstawiciele nauki i edukacji, biznesu, administracji oraz organizacji pozarządowych. Badanie zostało przeprowadzone przy użyciu techniki CAWI.

TABELA 5.1. Uporządkowana lista czynników analizy STEEPVL wygenerowanych podczas warsztatów eksperckich

Symbol czynnika	Nazwa czynnika
s1	Presja posiadania kompetencji cyfrowych (w tym także na potrzeby korzystania z rozwiązań w obszarach e-administracji, e-zdrowia, e-biznesu itp.)
S2	Poziom uzależnienia od technologii
S3	Postawa społeczeństwa wobec zmiany dotychczasowych kompetencji
S4	Potrzeba przynależności do wirtualnych sieci społecznych (np. Facebook, Twitter)
S5	Tempo przyswajania wiedzy o technologiach cyfrowych
S6	Poziom rozwoju kompetencji kulturowych
T1	Poziom rozwoju technologii cyfrowych (również tych z obszarów IoT, <i>Big Data</i> , AI)
T2	Dostępność narzędzi cyfrowych
T3	Poziom robotyzacji i automatyzacji
T4	Intuicyjność korzystania z zaawansowanych rozwiązań technologicznych
E1	Poziom rozwoju gospodarki opartej na danych
E2	Powszechność samozatrudnienia
E3	Zapotrzebowanie rynku na specjalistów z zakresu projektowania
E4	Popyt na zawody wymagające wysokiego poziomu kompetencji cyfrowych

Symbol czynnika	Nazwa czynnika
EE1	Poziom rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym (obejmującej m.in.: recykling, wykorzystanie odpadów do produkcji, powtórne przetwarzanie itp.)
EE2	Świadomość ekologiczna społeczeństwa
EE3	Ekologiczny styl życia
P1	Poziom finansowania kształcenia ustawicznego w zakresie kompetencji cyfrowych
P2	Świadomość cyfrowa decydentów administracji publicznej
P3	Rozwiązania systemowe w zakresie edukacji cyfrowej
P4	Poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji
V1	Postawa wobec cyfryzacji (kult cyfryzacji vs. neoluddyzm, czyli przeciwstawianie się postępowi technicznemu; przekonanie, że przemiany społeczne spowodowane informatyzacją stanowią zagrożenie)
V2	Powszechność postawy „korzystam, a nie posiadam”
V3	Skłonność do zachowań etycznych w zakresie wykorzystania technologii cyfrowych
L1	Regulacje prawne dotyczące relacji człowiek–robot
L2	Udział samoregulacji społeczeństwa w mechanizmie stanowienia prawa
L3	Udział wydatków w budżecie państwa na B+R w zakresie cyfryzacji

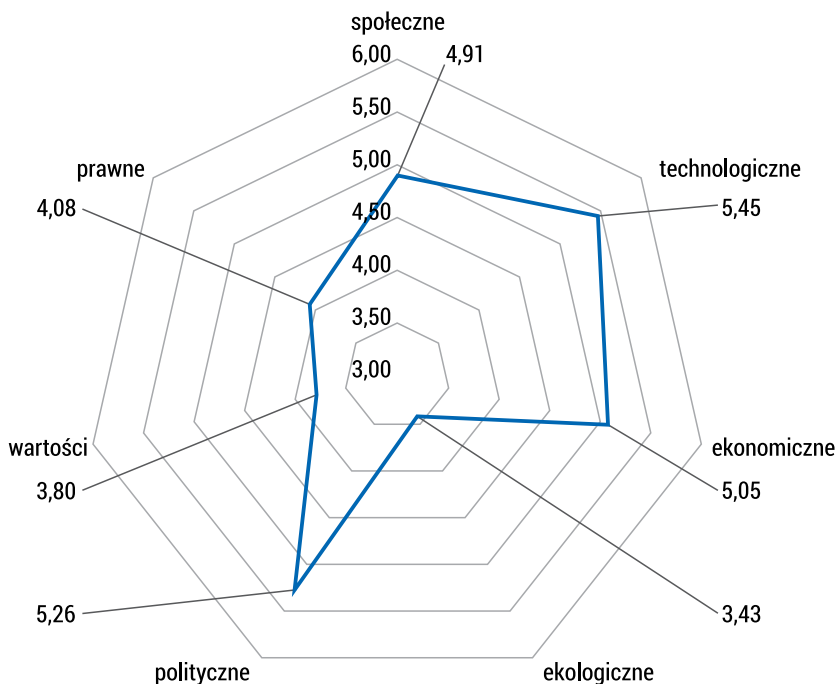
ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

5.2. Ocena siły wpływu czynników

W pierwszym etapie oceny czynników STEEPVL ankietowani eksperci przypisali wszystkim 27 czynnikom wartości z siedmiostopniowej skali, gdzie wartość 1 oznaczała najniższą siłę wpływu czynnika na analizowane zjawisko, a 7 – najwyższą. Następnie zespół badawczy dokonał wyliczeń podstawowych miar statystycznych.

Analizując uzyskane w poszczególnych grupach średnie arytmetyczne (rys. 5.1) można zauważyć, że według oceny ekspertów największą siłą wpływu cechują się odpowiednio następujące cztery grupy czynników: technologiczne (średnia ocena 5,45), polityczne (5,26), ekonomiczne (5,05) oraz społeczne (4,91). Niższą średnią ocenę w kontekście wpływu danej grupy czynników na rozwój kompetencji cyfrowych

społeczeństwa można zauważyć w przypadku czynników prawnych (4,08). Jako czynniki o najmniejszej sile oddziaływania eksperci wskazali czynniki odnoszące się do wartości (3,8) oraz ekologiczne (3,43).



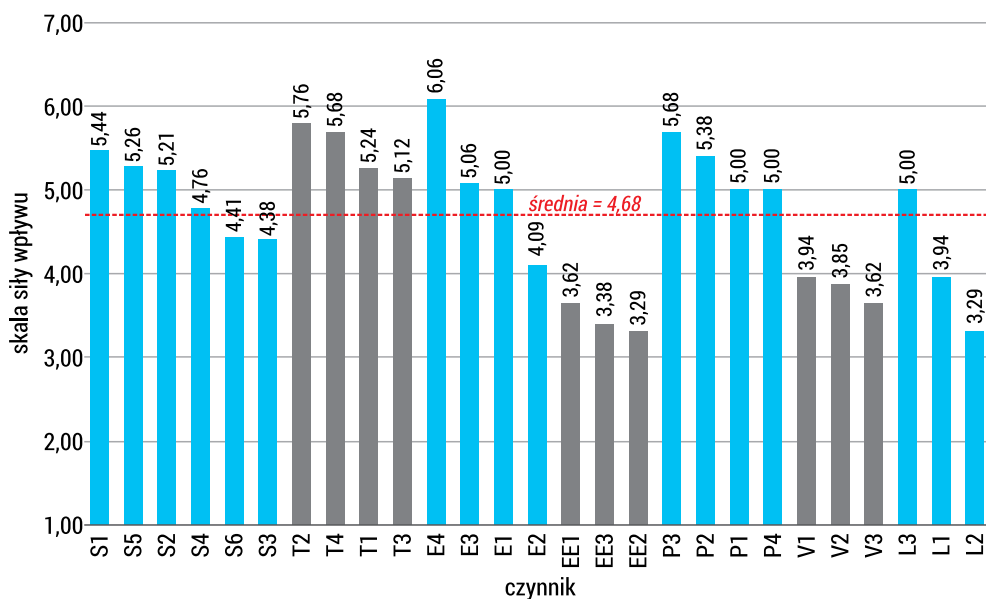
RYСУNEK 5.1. Średnia ocena siły wpływu poszczególnych kategorii czynników STEEPVL na rozwój kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie 2030 roku

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Dokonując zestawienia średnich arytmetycznych dla grup czynników przygotowano ich rankingi w poszczególnych grupach, zaprezentowane na rysunku 5.2. Umieszczając na wykresie wyznaczoną średnią arytmetyczną dla całej grupy czynników (linia przerywana), oddzielono czynniki przekraczające poziom średni, cechujące się wysokimi ocenami siły wpływu na analizowane zjawisko, od czynników poniżej poziomu średniego, charakteryzujących się niskimi ocenami siły wpływu. Na potrzeby analizy wyznaczono również wybrane podstawowe miary statystyczne – minimum, maksimum, średnią, odchylenie standardowe oraz klasyczny współczynnik zmienności ocen siły wpływu czynników na rozwój kompetencji cyfrowych społeczeństwa. Pełne zestawienie otrzymanych wyliczeń przedstawiono w tabeli 5.2.

Podczas przeglądu średnich ocen uzyskanych w poszczególnych grupach można zauważyć, że w przypadku grupy **czynników społecznych** za czynniki najsilniej oddziałujące na rozwój kompetencji cyfrowych społeczeństwa eksperci uznali *presję*

posiadania kompetencji cyfrowych (w tym także na potrzeby korzystania z rozwiązań w obszarach e-administracji, e-zdrowia, e-biznesu itp.) – S1, tempo przyswajania wiedzy o technologiach cyfrowych – S5 oraz poziom uzależnienia od technologii – S2. Analizując równocześnie odchylenie standardowe oraz klasyczny współczynnik zmienności można zauważyć, że oceny nadane przez ekspertów czynnikom społecznym cechowały się słabą zmiennością (współczynnik zmienności na poziomie 24-30%). W przypadku omawianej grupy eksperci byli zatem stosunkowo zgodni w nadawanych ocenach, choć pojawiały się też oceny skrajnie różne (co jest widoczne podczas analizy wartości minimalnych i maksymalnych nadawanych ocen).



RYSUNEK 5.2. Średnia ocena siły wpływu poszczególnych czynników STEEPVL na rozwój kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie roku 2030

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Analizując **czynniki technologiczne** można z kolei zauważyć, że wszystkie czynniki w tej grupie uzyskały wysokie oceny siły wpływu czynników na analizowane zjawisko, a każda z uzyskanych średnich ocen znalazła się powyżej średniej ze wszystkich czynników. Za czynniki najsilniej wpływające na rozwój kompetencji cyfrowych społeczeństwa uznano *dostępność narzędzi cyfrowych* – T2 oraz *intuicyjność korzystania z zaawansowanych rozwiązań technologicznych* – T4. Eksperci w swoich ocenach w przypadku czynników technologicznych byli najbardziej zgodni, na co wskazują niskie odchylenia standardowe oraz współczynniki zmienności w tej grupie (słaba zmienność, na poziomie 21-26%).

TABELA 5.2. Wybrane miary statystyczne wyznaczone dla ocen siły wpływu poszczególnych czynników STEEPVL na rozwój kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie roku 2030

Symbol czynnika	Nazwa czynnika	Min.	Maks.	Średnia	Odchylenie standardowe	Klasyczny współczynnik zmienności
S1	Presja posiadania kompetencji cyfrowych (w tym także na potrzeby korzystania z rozwiązań w obszarach e-administracji, e-zdrowia, e-biznesu itp.)	1	7	5,44	1,28	24%
S2	Poziom uzależnienia od technologii	3	7	5,21	1,25	24%
S3	Postawa społeczeństwa wobec zmiany dotychczasowych kompetencji	2	7	4,38	1,28	29%
S4	Potrzeba przynależności do wirtualnych sieci społecznych (np. Facebook, Twitter)	2	7	4,76	1,28	27%
S5	Tempo przyswajania wiedzy o technologiach cyfrowych	1	7	5,26	1,38	26%
S6	Poziom rozwoju kompetencji kulturowych	1	7	4,41	1,33	30%
T1	Poziom rozwoju technologii cyfrowych (również tych z obszarów IoT, Big Data, AI)	2	7	5,24	1,26	24%
T2	Dostępność narzędzi cyfrowych	2	7	5,76	1,21	21%
T3	Poziom robotyzacji i automatyzacji	2	7	5,12	1,32	26%
T4	Intuicyjność korzystania z zaawansowanych rozwiązań technologicznych	3	7	5,68	1,27	22%
E1	Poziom rozwoju gospodarki opartej na danych	3	7	5,00	1,26	25%
E2	Powszechność samozatrudnienia	1	7	4,09	1,56	38%
E3	Zapotrzebowanie rynku na specjalistów z zakresu projektowania	2	7	5,06	1,23	24%
E4	Popyt na zawody wymagające wysokiego poziomu kompetencji cyfrowych	5	7	6,06	0,74	12%
EE1	Poziom rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym (obejmującej m.in.: recykling, wykorzystanie odpadów do produkcji, powtórne przetwarzanie itp.)	1	7	3,62	1,69	47%
EE2	Świadomość ekologiczna społeczeństwa	1	7	3,29	1,43	43%
EE3	Ekologiczny styl życia	1	7	3,38	1,54	45%

Symbol czynnika	Nazwa czynnika	Min.	Maks.	Średnia	Odchylenie standardowe	Klasyczny współczynnik zmienności
P1	Poziom finansowania kształcenia ustawicznego w zakresie kompetencji cyfrowych	1	7	5,00	1,61	32%
P2	Świadomość cyfrowa decydentów administracji publicznej	3	7	5,38	1,23	23%
P3	Rozwiązania systemowe w zakresie edukacji cyfrowej	4	7	5,68	1,12	20%
P4	Poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji	3	7	5,00	1,30	26%
V1	Postawa wobec cyfryzacji (kult cyfryzacji vs. neoluddyzm, czyli przeciwstawianie się postępowi technicznemu; przekonanie, że przemiany społeczne spowodowane informatyzacją stanowią zagrożenie)	1	7	3,94	1,25	32%
V2	Powszechność postawy „korzystam, a nie posiadam”	1	6	3,85	1,31	34%
V3	Skłonność do zachowań etycznych w zakresie wykorzystania technologii cyfrowych	1	7	3,62	1,37	38%
L1	Regulacje prawne dotyczące relacji człowiek–robot	1	7	3,94	1,69	43%
L2	Udział samoregulacji społeczeństwa w mechanizmie stanowienia prawa	1	5	3,29	1,14	35%
L3	Udział wydatków w budżecie państwa na B+R w zakresie cyfryzacji	2	7	5,00	1,35	27%

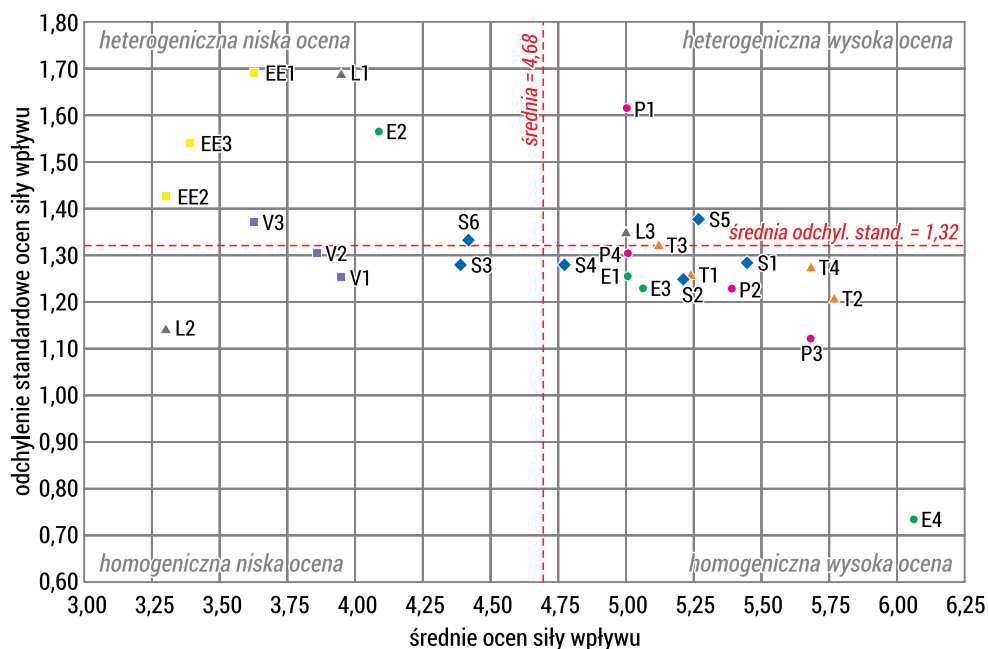
ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Biorąc pod uwagę **czynniki ekonomiczne**, należy wyróżnić bardzo wysoką średnią ocenę czynnika *popyt na zawody wymagające wysokiego poziomu kompetencji cyfrowych* – E4. Eksperti, nadając wysokie oceny dla tego czynnika, byli zgodni. Wyznaczony klasyczny współczynnik zmienności osiągnął w jego przypadku wartość jedynie 12%, a rozpiętość nadawanych ocen pozostała bardzo niska (ocena minimum – 5, ocena maksimum – 7). Pozostałe czynniki w tej grupie również zostały wysoko ocenione, z wyjątkiem czynnika *powszechność samozatrudnienia* – E2, który uzyskał średnią ocenę siły wpływu niższą od średniej dla wszystkich czynników.

Grupa **czynniki ekologiczne**, jak już wspomniano, została oceniona najniżej. Choć zmienność nadawanych przez ekspertów w tej grupie ocen była umiarkowana, byli oni w przypadku czynników ekologicznych najmniej zgodni w nadawanych ocenach (współczynnik zmienności na poziomie 43-47%).

Analizując **czynniki polityczne** należy zauważyć, że była to kolejna wysoko oceniona grupa czynników. Wszystkie uzyskały tu ocenę powyżej średniej dla ogółu czynników. Za najsilniej oddziałujące eksperci uznali *rozwiązania systemowe w zakresie edukacji cyfrowej* – P3 oraz *świadomość cyfrową decydentów administracji publicznej* – P2. Nadawane oceny cechowały się słabą zmiennością, można zatem uznać, że eksperci byli raczej zgodni w nadawanych w tej grupie ocenach.

Kolejną analizowaną grupę stanowiły **czynniki odnoszące się do wartości**. Podobnie jak czynniki ekologiczne, eksperci ocenili je niżej niż pozostałe grupy. Wartością, która spośród analizowanych najsilniej wpływa na rozwój kompetencji cyfrowych społeczeństwa, okazała się *postawa wobec cyfryzacji (kult cyfryzacji vs. neoluddyzm, czyli przeciwstawianie się postępowi technicznemu; przekonanie, że przemiany społeczne spowodowane informatyzacją stanowią zagrożenie)* – V1. Eksperci byli raczej zgodni w nadawanych ocenach, o czym świadczą niskie odchylenia standardowe oraz współczynniki zmienności.



RYSUNEK 5.3. Rozmieszczenie czynników na płaszczyźnie średnich i odchyliń standardowych ocen siły wpływu

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Ostatnią analizowaną grupą były **czynniki prawne**. Spośród nich ponadprzeciętnie w kontekście siły oddziaływania na rozwój kompetencji cyfrowych społeczeństwa oceniono jedynie *udział wydatków w budżecie państwa na B+R w zakresie cyfryzacji* – L3. Eksperti, nadając oceny, cechowali się w przypadku czynników prawnych słabą bądź umiarkowaną zmiennością (27-43%).

Dokonując analizy eksperckich ocen siły wpływu czynników, przygotowano zestawienie prezentujące średnie uzyskanych przez czynniki ocen oraz zróżnicowanie w nadawanych ocenach (rys. 5.3).

Zestawienie to pozwala na identyfikację czynników heterogenicznych (cechujących się rozproszonymi ocenami) oraz homogenicznych (cechujących się skupionymi ocenami) przy równoczesnym ujęciu siły ich wpływu na rozwój kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie 2030 roku. Na podstawie wizualizacji danych zaprezentowanych na wykresie (rys. 5.3) należy zwrócić uwagę przede wszystkim na te czynniki, które uzyskały homogeniczne wysokie oceny. Znajdują się one w części płaszczyzny położonej na dole po prawej stronie. W przypadku przeprowadzonej analizy znalazły się tu głównie czynniki technologiczne i polityczne, a także społeczne i ekonomiczne. Eksperti byli najbardziej zgodni co do wysokiej oceny siły wpływu *popytu na zawody wymagające wysokiego poziomu kompetencji cyfrowych* – E4 na rozwój kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie roku 2030.

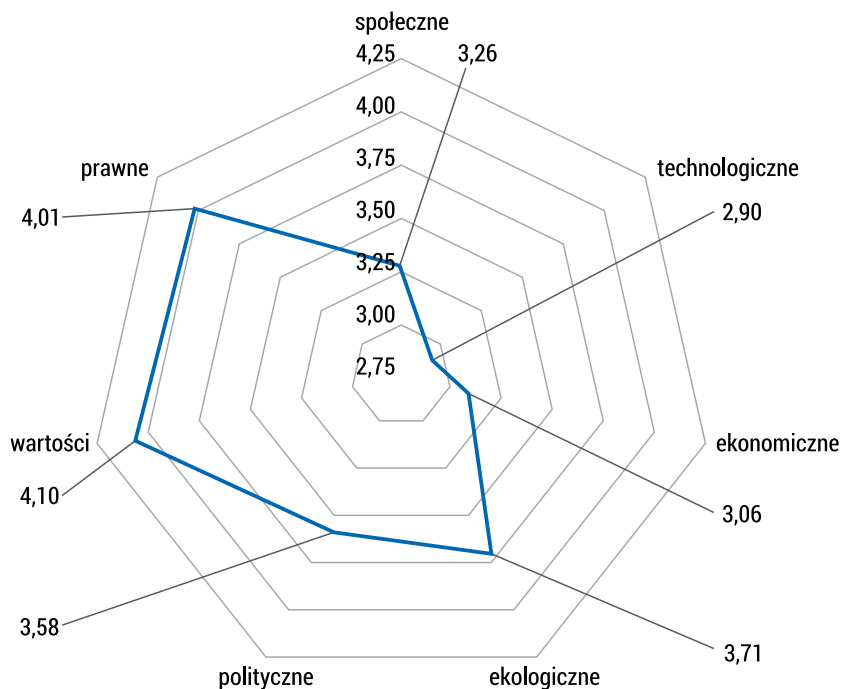
5.3. Ocena niepewności czynników

Przedmiotem metody scenariuszowej, która zgodnie z założoną metodyką miała zostać przeprowadzona w dalszych etapach badania, są czynniki silnie wpływające na analizowane zjawisko oraz najbardziej niepewne. Zatem, aby określić osie przygotowywanych scenariuszy, niezbędnym było dokonanie oceny tej samej grupy czynników pod względem ich niepewności. Aby ułatwić dokonywanie oceny ekspertom, zapytano ich o przewidywalność czynników, a następnie dokonano odwrócenia otrzymanych ocen, uzyskując tym samym oceny niepewności.

Ankietowani eksperci ponownie przypisali wszystkim 27 czynnikom wartości z siedmiostopniowej skali, gdzie wartość 1 oznaczała bardzo niską przewidywalność czynnika w perspektywie roku 2030, natomiast 7 – bardzo wysoką. Otrzymane dane zostały przekształcone zgodnie z przyjętymi założeniami (opisanymi w rozdziale 2) i pozwoliły zespołowi badawczemu na obliczenie podstawowych miar statystycznych związanych z niepewnością czynników.

Analizując uzyskane w poszczególnych grupach średnie arytmetyczne (rys. 5.4) można zauważyć, że według oceny ekspertów najbardziej niepewne czynniki znajdują się w grupie czynników odnoszących się do wartości (średnia 4,1) oraz prawnych (4,01). Za nieco mniej niepewne w kontekście rozwoju kompetencji cyfrowych

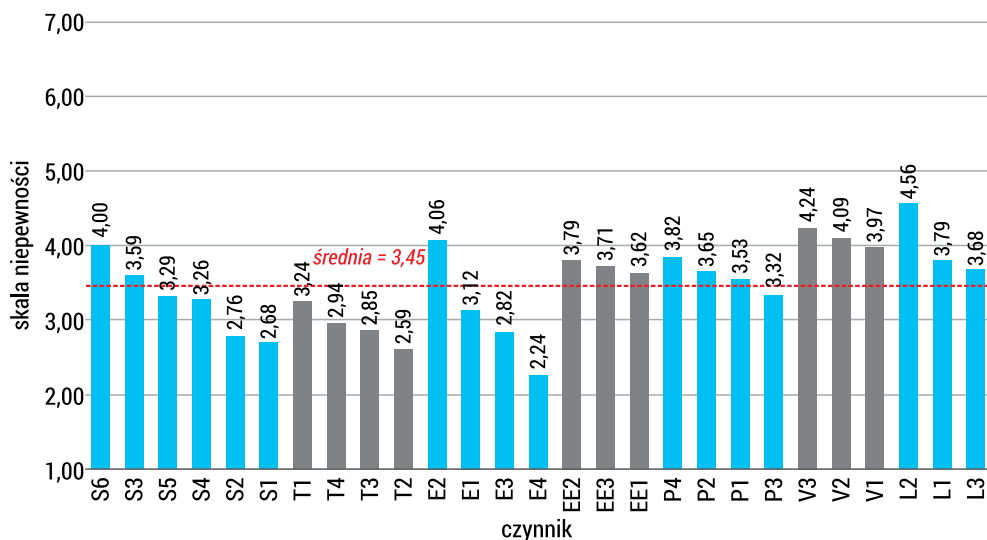
społeczeństwa w perspektywie roku 2030 uznano czynniki ekologiczne (3,71) oraz polityczne (3,58). Z kolei za najłatwiejsze do przewidzenia i pewne uznano czynniki społeczne (3,26), ekonomiczne (3,06) oraz technologiczne (2,90).



RYSUNEK 5.4. Średnia ocena niepewności poszczególnych kategorii czynników STEEPVL w perspektywie 2030 roku

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Zestawiając średnie arytmetyczne dla grup czynników, przygotowano rankingi w poszczególnych grupach, które zostały zaprezentowane na rysunku 5.5. Oznaczona na wykresie linią przerywaną średnia arytmetyczna dla całej grupy czynników oddziela czynniki przekraczające poziom średni, cechujące się wysokimi ocenami niepewności, od czynników poniżej poziomu średniego, cechujących się niskimi ocenami niepewności. Wyznaczone na podstawie uzyskanych ocen eksperckich wybrane miary statystyczne zestawiono w tabeli 5.3. Należy zauważyć, że nadane oceny niepewności były nieco bardziej zróżnicowane niż oceny siły wpływu czynników w odniesieniu do rozwoju kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie 2030 roku. Choć ocena zróżnicowania ocen wciąż wskazuje na słabą bądź umiarkowaną zmienność, uzyskane wartości współczynników zmienności są wyższe.



RYSUNEK 5.5. Średnia ocena niepewności poszczególnych czynników STEEPVL w odniesieniu do rozwoju kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie roku 2030

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Analizując **czynniki społeczne**, można zauważyć, że najwyższą średnią ocenę w zakresie niepewności tej grupy czynników uzyskał *poziom rozwoju kompetencji kulturowych* – S6. Wśród czynników społecznych eksperci zwrócili również uwagę na niepewność *postawy społeczeństwa wobec zmiany dotychczasowych kompetencji* – S3. Dokonywane oceny cechowały się słabą lub umiarkowaną zmiennością (współczynnik zmienności na poziomie 28-42%).

Biorąc pod uwagę **czynniki technologiczne** należy zauważyć, że była to najniżej oceniona grupa. Zostały one uznane przez ekspertów za cechujące się niskim poziomem niepewności. Oznacza to, że są to czynniki, których kształtowanie się można przewidzieć z dość dużym prawdopodobieństwem. Równocześnie należy zauważyć, że eksperci byli najmniej zgodni w ocenach tej grupy czynników, o czym świadczą współczynniki zmienności na poziomie 42-50%.

W przypadku ocen **czynników ekonomicznych** za najbardziej niepewny czynnik uznano *powszechność samozatrudnienia* – E2. Pozostałe oceniono jako cechujące się większą przewidywalnością. Eksperti, oceniając czynniki ekonomiczne, byli raczej zgodni (słaba bądź umiarkowana zmienności ocen – współczynnik zmienności 26-47%).

TABELA 5.3. Wybrane miary statystyczne wyznaczone dla ocen niepewności poszczególnych czynników STEEPVL w odniesieniu do rozwoju kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie roku 2030

Symbol czynnika	Nazwa czynnika	Min.	Maks.	Średnia	Odchylenie standardowe	Klasyczny współczynnik zmienności
S1	Presja posiadania kompetencji cyfrowych (w tym także na potrzeby korzystania z rozwiązań w obszarach e-administracji, e-zdrowia, e-biznesu itp.)	1	5	2,68	1,09	41%
S2	Poziom uzależnienia od technologii	1	6	2,76	1,13	41%
S3	Postawa społeczeństwa wobec zmiany dotychczasowych kompetencji	1	6	3,59	0,99	28%
S4	Potrzeba przynależności do wirtualnych sieci społecznych (np. Facebook, Twitter)	1	6	3,26	1,38	42%
S5	Tempo przyswajania wiedzy o technologiach cyfrowych	2	6	3,29	0,94	28%
S6	Poziom rozwoju kompetencji kulturowych	1	6	4,00	1,18	30%
T1	Poziom rozwoju technologii cyfrowych (również tych z obszarów IoT, Big Data, AI)	1	7	3,24	1,37	42%
T2	Dostępność narzędzi cyfrowych	1	6	2,59	1,31	50%
T3	Poziom robotyzacji i automatyzacji	1	6	2,85	1,37	48%
T4	Intuicyjność korzystania z zaawansowanych rozwiązań technologicznych	1	6	2,94	1,37	47%
E1	Poziom rozwoju gospodarki opartej na danych	1	6	3,12	1,12	36%
E2	Powszechność samozatrudnienia	2	6	4,06	1,07	26%
E3	Zapotrzebowanie rynku na specjalistów z zakresu projektowania	1	5	2,82	1,11	39%
E4	Popyt na zawody wymagające wysokiego poziomu kompetencji cyfrowych	1	5	2,24	1,05	47%
EE1	Poziom rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym (obejmującej m.in.: recykling, wykorzystanie odpadów do produkcji, powtórne przetwarzanie itp.)	1	6	3,62	1,26	35%
EE2	Świadomość ekologiczna społeczeństwa	1	7	3,79	1,15	30%
EE3	Ekologiczny styl życia	1	7	3,71	1,19	32%

Symbol czynnika	Nazwa czynnika	Min.	Maks.	Średnia	Odchylenie standardowe	Klasyczny współczynnik zmienności
P1	Poziom finansowania kształcenia ustawicznego w zakresie kompetencji cyfrowych	1	7	3,53	1,58	45%
P2	Świadomość cyfrowa decydentów administracji publicznej	1	7	3,65	1,41	39%
P3	Rozwiązania systemowe w zakresie edukacji cyfrowej	1	6	3,32	1,27	38%
P4	Poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji	1	7	3,82	1,34	35%
V1	Postawa wobec cyfryzacji (kult cyfryzacji vs. neoludyzm, czyli przeciwstawianie się postępowi technicznemu; przekonanie, że przemiany społeczne spowodowane informatyzacją stanowią zagrożenie)	1	6	3,97	1,24	31%
V2	Powszechność postawy „korzystam, a nie posiadam”	2	6	4,09	1,16	28%
V3	Skłonność do zachowań etycznych w zakresie wykorzystania technologii cyfrowych	3	6	4,24	0,74	17%
L1	Regulacje prawne dotyczące relacji człowiek–robot	1	6	3,79	1,32	35%
L2	Udział samoregulacji społeczeństwa w mechanizmie stanowienia prawa	3	7	4,56	1,02	22%
L3	Udział wydatków w budżecie państwa na B+R w zakresie cyfryzacji	1	7	3,68	1,39	38%

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

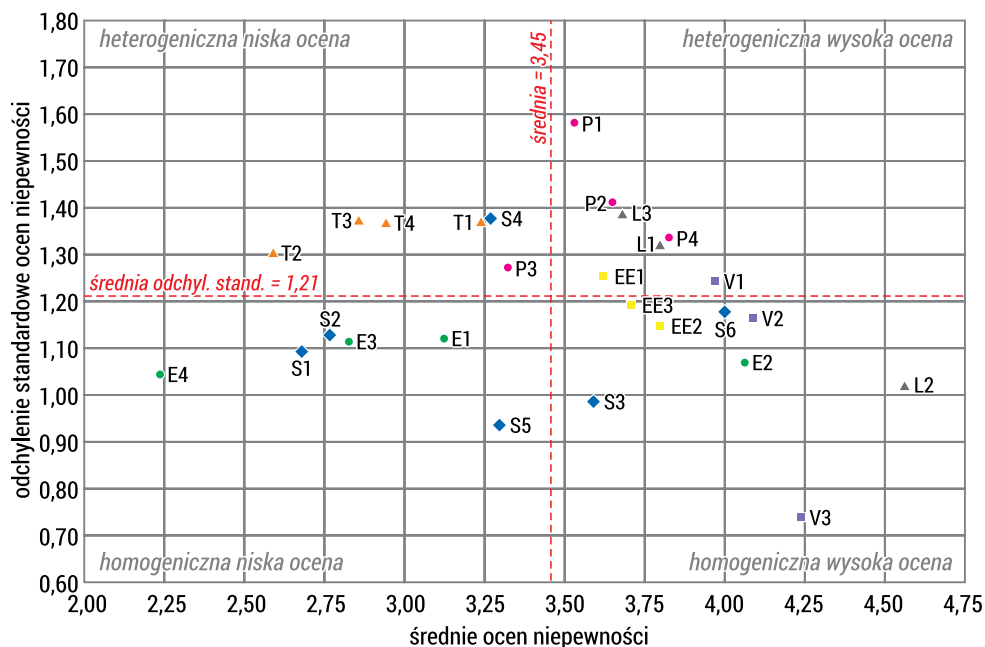
Dokonując przeglądu ocen niepewności **czynników ekologicznych** należy zauważyć, że wszystkie średnie oceny w całej grupie przewyższały średnią wyznaczoną dla wszystkich czynników. Eksperti uznali wszystkie czynniki spośród ekologicznych za raczej niepewne, przy czym w nadawanych ocenach byli umiarkowanie zgodni.

Kolejną ocenianą grupą były **czynniki polityczne**. Tu również, podobnie jak w przypadku czynników ekologicznych, w większości eksperci uznali je za raczej niepewne. Jedynie czynnik *rozwiązania systemowe w zakresie edukacji cyfrowej* – P3 został oceniony poniżej średniej dla wszystkich analizowanych czynników. Z kolei za najbardziej niepewny w tej grupie uznano *poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji* – P4. Oceny ekspertów cechowały się raczej umiarkowaną zmiennością (współczynniki zmienności osiągnęły wartość od 35 do 45%).

Ostatnie dwie analizowane grupy czynników zostały ocenione najwyżej pod względem ich niepewności. W pierwszej z grup – **czynników odnoszących się do wartości – skłonność do zachowań etycznych w zakresie wykorzystania technologii cyfrowych** – V3 została uznana za jeden z najbardziej niepewnych, a oceniający go eksperci byli zgodni w nadawanych ocenach (współczynnik zmienności wyniósł jedynie 17%).

Analizując grupę **czynników prawnych**, należy podkreślić czynnik: *udział samo-regulacji społeczeństwa w mechanizmie stanowienia prawa* – L2, który został uznany przez ekspertów biorących udział w ankiecie za najbardziej niepewny spośród wszystkich analizowanych czynników. Równocześnie dwa pozostałe czynniki prawne także uznano za stosunkowo niepewne. Eksperti nadawali oceny ze zbliżoną do pozostałych grup czynników zmiennością.

W przypadku oceny niepewności również wykonano zestawienie prezentujące średnie uzyskane przez czynniki ocen oraz zróżnicowanie w nadawanych ocenach. Zestawienie pokazano na rysunku 5.6.



RYСУNEK 5.6. Rozmieszczenie czynników na płaszczyźnie średnich i odchyłeń standardowych ocen niepewności

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Analizując podział czynników (powstały poprzez przynależność do danej części płaszczyzny – rys. 5.6) można zauważyć, że homogenicznie wysokie oceny uzyskiwały po dwa czynniki ekologiczne, społeczne i odnoszące się do wartości oraz pojedyncze

czynniki ekonomiczne i prawne. Eksperti byli najbardziej zgodni w przypadku wysokiej oceny niepewności *skłonności do zachowań etycznych w zakresie wykorzystania technologii cyfrowych* – V3.

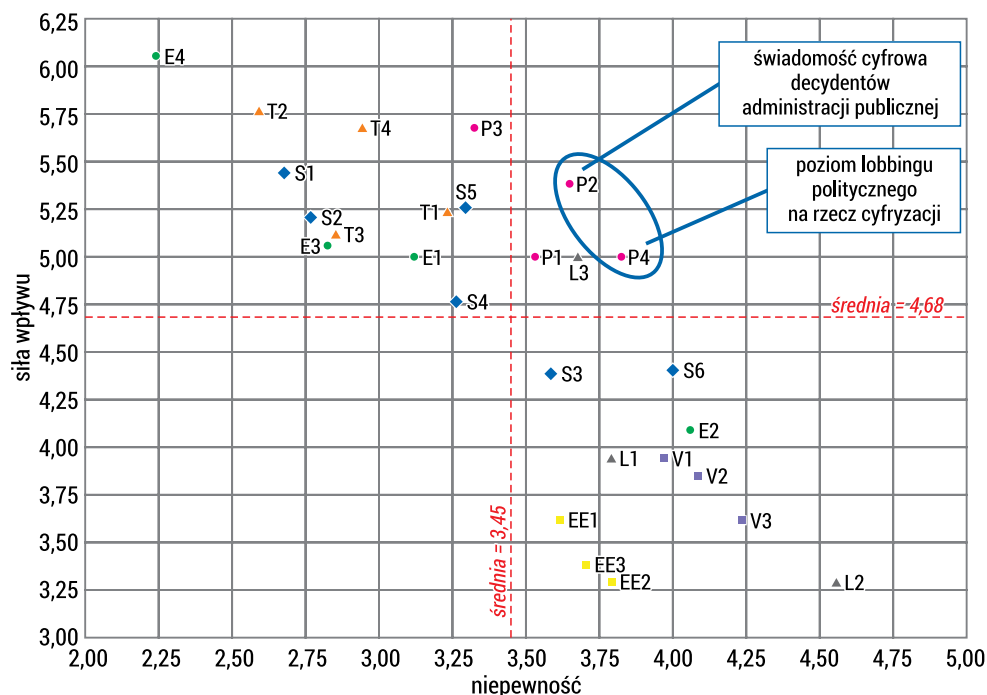
6. Scenariusze rozwoju kompetencji cyfrowych

W kolejnym kroku postępowania badawczego wyodrębniono dwa czynniki kluczowe wpływające na rozwój kompetencji cyfrowych społeczeństwa. Czynniki te charakteryzowały się wyższą oceną niepewności niż średnia ocen dla wszystkich czynników wynosząca 3,45 oraz wyższą oceną siły wpływu niż średnia ocen siły wpływu wynosząca 4,68. Można do nich zaliczyć *świadomość cyfrową decydentów administracji publicznej* – P2 oraz *poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji* – P4 (rys. 6.1). Jednocześnie na podstawie wizualizacji danych zaprezentowanych na rysunku 6.1 można stwierdzić, że wysokie noty zarówno pod względem siły wpływu, jak i niepewności uzyskały takie czynniki, jak *udział wydatków w budżecie państwa na B+R w zakresie cyfryzacji* – L3 czy *poziom finansowania kształcenia ustawicznego w zakresie kompetencji cyfrowych* – P1.

Na podstawie wizualizacji danych na rysunku 6.1 można wyróżnić czynniki, które charakteryzują się wysoką niepewnością, jednak niższymi ocenami siły wpływu niż średnia 4,68. Należą do nich: *postawa społeczeństwa wobec zmiany dotychczasowych kompetencji* – S3, *poziom rozwoju kompetencji kulturowych* – S6, *powszechność samozatrudnienia* – E2, *regulacje prawne dotyczące relacji człowiek–robot* – L1, *postawa wobec cyfryzacji* – V1, *powszechność postawy „korzystam, a nie posiadam”* – V2, *poziom rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym* – EE1, *ekologiczny styl życia* – EE3 oraz *świadomość ekologiczna społeczeństwa* – EE2. Największą niepewnością spośród wszystkich czynników charakteryzował się *udział samoregulacji społeczeństwa w mechanizmie stanowienia prawa* – L2.

Ekspertzy zidentyfikowali również czynniki, które charakteryzują się wyższymi ocenami niż średnia ocena siły wpływu na rozwój kompetencji cyfrowych. Należą do nich: *dostępność narzędzi cyfrowych* – T2, *intuicyjność korzystania z zaawansowanych rozwiązań technologicznych* – T4, *rozwiązania systemowe w zakresie edukacji cyfrowej* – P3, *presja posiadania kompetencji cyfrowych* – S1, *poziom uzależnienia od technologii* – S2, *tempo przyswajania wiedzy o technologiach cyfrowych* – S5, *poziom robotyzacji i automatyzacji* – T3, *poziom rozwoju technologii cyfrowych* – T1, *zapotrzebowanie rynku na specjalistów w zakresie projektowania* – E3, *poziom rozwoju gospodarki opartej na danych* – S1 oraz *potrzeba przynależności do wirtualnych sieci społecznych* – S4. Najwyższą oceną siły wpływu w grupie analizowanych czynników

charakteryzował się czynnik ekonomiczny: *popyt na zawody wymagające wysokiego poziomu kompetencji* – E4, jednak niska ocena jego niepewności (na poziomie 2,24) dyskwalifikuje ten czynnik z grupy czynników kluczowych.



RYSUNEK 6.1. Klasyfikacja czynników pod względem ważności oraz niepewności

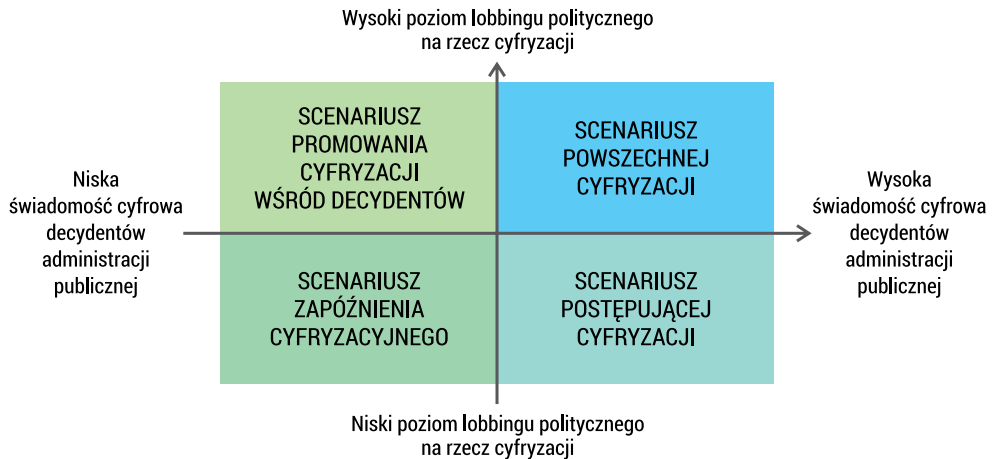
ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Zgodnie z metodyką przyjętą w badaniu zidentyfikowane czynniki kluczowe zostają przekształcone w osie scenariuszy. Zestawienie skrajnych wartości osi umożliwia utworzenie czterech scenariuszy rozwoju kompetencji cyfrowych: *Scenariusza powszechnej cyfryzacji*, *Scenariusza promowania cyfryzacji wśród decydentów*, *Scenariusza zapóźnienia cyfryzacyjnego* oraz *Scenariusza postępującej cyfryzacji* (rys. 6.2).

Scenariusz powszechnej cyfryzacji jest charakteryzowany wysoką świadomością cyfrową decydentów administracji publicznej oraz wysokim poziomem lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji. Scenariusz taki stwarza ramy do coraz większej presji posiadania kompetencji cyfrowych, charakteryzuje się otwartą postawą społeczeństwa wobec zmiany dotychczasowych kompetencji oraz szybkim tempem przyswajania wiedzy o technologiach cyfrowych. Dostępność narzędzi cyfrowych, a także intuicyjność

korzystania z zaawansowanych rozwiązań technologicznych stają się powszechne w obliczu wzrastającego poziomu rozwoju technologii cyfrowych oraz poziomu cyfryzacji i automatyzacji.

Przemiany w sferze gospodarczej, wyrażające się w rozwoju gospodarki opartej na danych i powszechności samozatrudnienia, stymulują zapotrzebowanie rynku na specjalistów z zakresu projektowania oraz popyt na zawody wymagające wysokiego poziomu kompetencji cyfrowych.



RYSUNEK 6.2. Cztery scenariusze rozwoju kompetencji cyfrowych

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Sferę ekologii także obejmują przemiany. Poziom rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym, obejmującej m.in. recykling, wykorzystanie odpadów do produkcji, powtórne przetwarzanie, wzrasta, a społeczeństwo posiada coraz wyższą świadomość ekologiczną, w związku z czym ekologiczny styl życia staje się bardziej powszechny.

Wysoka świadomość cyfrowa decydentów administracji publicznej oraz wysoki poziom lobbingu na rzecz cyfryzacji przyczyniają się do wzrostu poziomu finansowania kształcenia ustawicznego w zakresie kompetencji cyfrowych oraz promują rozwiązania systemowe w zakresie edukacji cyfrowej. W społeczeństwie zauważalne są skrajne postawy wobec cyfryzacji. Ma ona swoich zagorzałych zwolenników, jednak dostrzegalne są też postawy neoluddyzmu wyrażające się w przeciwstawianiu postępowi technicznemu oraz przekonaniu, że przemiany społeczne spowodowane informatyzacją stanowią zagrożenie. Coraz powszechniejsza staje się postawa „korzystam, a nie posiadam”. Popularność w zakresie wykorzystania technologii cyfrowych zmusza do refleksji w zakresie zachowań etycznych społeczeństwa. Jednocześnie tworzone są regulacje prawne dotyczące relacji człowiek–robot. Wciąż dyskusyjny wydaje się

poziom samoregulacji społeczeństwa w mechanizmie stanowienia prawa. Ogólny przyjazny klimat wobec cyfryzacji sprawia, że udział wydatków w budżecie państwa na B+R w zakresie cyfryzacji rośnie.

Skrajnym scenariuszem wobec *Scenariusza Postępującej Cyfryzacji* jest *Scenariusz Zapóźnienia Cyfrowego*. Jego ramy tworzą niska świadomość cyfrowa decydentów administracji publicznej oraz niski poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji. Ogólnie nieprzechylny klimat wobec cyfryzacji w kraju ma swoje odzwierciedlenie w niskiej presji posiadania kompetencji cyfrowych oraz w biernej postawie społeczeństwa wobec zmiany dotychczasowych kompetencji. Niemniej w społeczeństwie istnieje silna potrzeba przynależności do wirtualnych sieci społecznych. Tempo przyswajania wiedzy o technologiach cyfrowych jest największe w młodym pokoleniu, natomiast cyfryzacja w miejscach pracy wciąż nie jest powszechna.

Polska wykazuje się zapóźnieniem technologicznym co do poziomu rozwoju technologii cyfrowych (w szczególności tych z obszarów IoT, Big Data, AI). Postępująca robotyzacja i automatyzacja, wzrastająca dostępność narzędzi cyfrowych oraz intuicyjność korzystania z zaawansowanych rozwiązań technologicznych nie znajdują odzwierciedlenia w działalności sektora MSP.

W sferze ekonomicznej poziom rozwoju gospodarki opartej na danych w Polsce wobec rozwoju gospodarek europejskich pozostawia wiele do życzenia. Polacy wciąż preferują pracę na etacie, podczas gdy powszechność samozatrudnienia jest znikoma. Zapotrzebowanie rynku na specjalistów z zakresu projektowania jest niewielkie w związku z bierną postawą przedsiębiorców w zakresie robotyzacji i automatyzacji. Popyt na zawody wymagające wysokiego poziomu kompetencji cyfrowych jest przeciętny.

Pomimo wzrastającej świadomości ekologicznej społeczeństwa wyrażanej w prowadzeniu ekologicznego stylu życia, poziom rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym jest istotnie zaniżany niewielkim wykorzystaniem technologii cyfrowych na potrzeby recyklingu i rzadkim stosowaniem odpadów do produkcji oraz niechęcią do ich powtórne przetwarzania.

Niska świadomość cyfrowa decydentów administracji publicznej oraz niski poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji przekładają się na niezadowalający poziom finansowania kształcenia ustawicznego w zakresie kompetencji cyfrowych oraz brak rozwiązań systemowych w zakresie edukacji cyfrowej. Podobnie jak w przypadku *Scenariusza Powszechnej Cyfryzacji*, w społeczeństwie zauważalne są skrajne postawy wobec cyfryzacji. Ma ona swoich zagorzałych zwolenników, jednak dostrzegalne są też postawy neoluddyzmu wyrażające się w przeciwstawianiu postępowi technicznemu oraz przekonaniu, że przemiany społeczne spowodowane informatyzacją stanowią zagrożenie. Zapóźnienie w zakresie cyfryzacji skutkuje niską popularnością postawy „korzystam, a nie posiadam”. Ze względu na brak regulacji prawnych dotyczących relacji człowiek–robot rodzą się wątpliwości co do zachowań etycznych w zakresie wykorzystania technologii cyfrowych. Udział samoregulacji społeczeństwa

w mechanizmie stanowienia prawa jest znikomy. Niewielka świadomość cyfrowa decydentów politycznych skutkuje niskim udziałem wydatków w budżecie państwa na B+R w zakresie cyfryzacji.

W niniejszym opracowaniu zostały szczegółowo scharakteryzowane skrajne scenariusze. *Scenariusz promowania cyfryzacji wśród decydentów administracji publicznej* oraz *Scenariusz postępującej cyfryzacji* stanowią warianty pośrednie zaprezentowanych scenariuszy. Kluczową rolę w *Scenariuszu promowania cyfryzacji wśród decydentów* stanowią wszelkie działania zmierzające do zwiększenia świadomości przedstawicieli polityki w zakresie cyfryzacji, natomiast tło dla *Scenariusza postępującej cyfryzacji* stanowi niski poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji, przy równoczesnej wysokiej świadomości cyfrowej decydentów politycznych.

7. Rekomendacje

7.1. Obszar ucyfrowienia procesu produkcji

Na podstawie przeprowadzonych analiz wyodrębniono dwa czynniki kluczowe, które charakteryzują się największą siłą wpływu oraz niepewnością w aspekcie ucyfrowienia procesów produkcji. Czynniki te stanowią ramy czterech jakościowo odmiennych scenariuszy ucyfrowienia procesów produkcji w perspektywie roku 2030. W intencji auterek monografii rekomendacje przedstawione w niniejszym rozdziale mają na celu uprawdopodobnienie zaistnienia pożądanego scenariusza – *Scenariusza powszechnego ucyfrowienia procesów produkcji*. Charakteryzuje się on wysoką świadomością cyfrową decydentów politycznych oraz stabilnością regulacji prawnych odnoszących się do cyfryzacji produkcji.

W związku z tym rekomenduje się następujące działania:

- działania na rzecz zwiększenia świadomości cyfrowej decydentów politycznych na szczeblu krajowym oraz lokalnym (organizacja konferencji, seminariów, warsztatów naukowych na temat cyfryzacji produkcji);
- analizę obecnego stanu regulacji prawnych odnoszących się do cyfryzacji produkcji oraz wypracowanie niezbędnych aktów prawnych;
- działania na rzecz podniesienia świadomości znaczenia kompetencji cyfrowych wśród przedsiębiorców;
- wsparcie kierunków kształcenia z zakresu informatyki (w szczególności języków programowania) zarówno w szkolnictwie publicznym, jak i prywatnym;
- wsparcie indywidualnego rozwoju pracowników na rynku pracy, ułatwienie procesu przekwalifikowania się w kierunku stanowisk związanych z obsługą systemów informatycznych czy ucyfrowieniem procesów produkcyjnych;
- opracowanie systemu zachęt dla przedsiębiorców z zakresu wdrażania robotyzacji i automatyzacji w produkcji oraz usługach;
- ukierunkowanie kształcenia zawodowego na metody projektowania urządzeń oraz analizy danych;
- zwiększenie poziomu nakładów na B+R w obszarze ucyfrowienia produkcji;

- działania informacyjne w zakresie zwiększenia świadomości na temat gospodarki o obiegu zamkniętym, obejmującej m.in. recykling, wykorzystanie odpadów do produkcji, powtórne przetwarzanie;
- lobbing polityczny na rzecz cyfryzacji;
- zwiększanie świadomości rządzących na temat zagrożeń ze strony rozwoju cyfryzacji;
- kształcenie młodych osób w zakresie świadomego korzystania z technologii;
- niwelowanie skutków uzależnienia od technologii, umożliwienie bezpłatnego, szybkiego i powszechnego dostępu do konsultacji psychologicznych;
- promowanie postaw etycznych w zakresie wykorzystania technologii cyfrowych;
- monitoring regulacji prawnych w zakresie własności danych;
- monitoring regulacji prawnych w zakresie robotyzacji.

7.2. Obszar kompetencji cyfrowych

W wyniku przeprowadzonych analiz, po wyodrębnieniu dwóch czynników kluczowych najsilniej oddziałujących w opinii ekspertów na rozwój kompetencji cyfrowych oraz cechujących się najwyższym stopniem niepewności w kontekście tego zjawiska w perspektywie 2030 roku, przygotowano cztery odmienne scenariusze rozwoju. Jeden z opracowanych scenariuszy, zakładający wysoką świadomość cyfrową decydentów administracji publicznej oraz wysoki poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji, został określony jako scenariusz pożądany. Autorki monografii, aby uprawdopodobnić jego zaistnienie opracowały rekomendacje, które stanowią listę możliwych do podjęcia działań. Obejmują one:

- organizację wydarzeń na rzecz zwiększenia świadomości cyfrowej decydentów administracji publicznej na szczeblu krajowym oraz lokalnym (konferencji, seminariów, warsztatów i dyskusji naukowych na temat cyfryzacji, związanych z nią korzyści oraz możliwych do wystąpienia zagrożeń i sposobów ich niwelowania);
- prowadzenie lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji, promocja w środowisku politycznym idei cyfryzacji i wskazywanie możliwości doskonalenia funkcjonowania państwa w różnych obszarach przy wykorzystaniu cyfryzacji;
- działania na rzecz podniesienia świadomości znaczenia kompetencji cyfrowych w środowisku politycznym, biznesowym oraz naukowym;
- przygotowanie i promocję łatwo dostępnych szkoleń związanych z doskonaleniem umiejętności korzystania z e-usług w obszarach administracji, zdrowia, rozrywki, dedykowanych różnym grupom społecznym;
- przygotowanie szkoleń z zakresu doskonalenia umiejętności oferowania e-usług w obszarze administracji publicznej;
- opracowanie poziomów kompetencji cyfrowych pożądanych w przypadku różnych grup zawodowych i przeprowadzenie diagnozy kompetencji cyfrowych społeczeństwa w odniesieniu do opracowanych poziomów kompetencji;

- opracowanie szkoleń i systemu zachęt mających na celu niwelację zapóźnienia cyfrowego różnych grup zawodowych;
- przeprowadzenie szkoleń z zakresu podstawowych kompetencji cyfrowych dla osób starszych i innych grup społecznych zagrożonych wykluczeniem cyfrowym;
- wsparcie pracowników na rynku pracy w zakresie indywidualnego rozwoju poprzez ułatwienie procesu przekwalifikowania się w kierunku stanowisk związanych z wykorzystaniem kompetencji cyfrowych;
- kształcenie młodych osób w zakresie świadomego korzystania z technologii;
- działania na rzecz pobudzania aktywnego uczestnictwa młodych ludzi i osób starszych w życiu gospodarczym i społecznym;
- niwelowanie skutków uzależnienia od technologii oraz mediów społecznościowych, umożliwienie bezpłatnego, szybkiego i powszechnego dostępu do konsultacji psychologicznych;
- zwiększenie nakładów na nowoczesne narzędzia dydaktyczne możliwe do wykorzystania na wszystkich poziomach edukacji, ze szczególnym uwzględnieniem kształcenia dzieci i młodzieży;
- organizację szkoleń dla dydaktyków z zakresu wykorzystania nowoczesnych narzędzi i metod edukacji dzieci, młodzieży i dorosłych;
- wprowadzenie do edukacji na poziomie podstawowym oraz średnim zajęć związanych z rozwojem kompetencji społecznych jako przeciwdziałanie uzależnieniu od technologii;
- zwiększenie nakładów na B+R związanych z rozwojem technologii cyfrowych (również tych z obszarów IoT, *Big Data*, AI);
- organizację centrów technologii cyfrowych, zwłaszcza na terenach zapóźnionych lub wykluczonych cyfrowo, w celu zwiększenia dostępności narzędzi cyfrowych;
- zwiększenie poziomu nakładów na B+R w obszarze automatyzacji i robotyzacji produkcji oraz usług;
- zwiększenie poziomu nakładów na B+R w obszarze bezpieczeństwa danych i komunikacji cyfrowej;
- ukierunkowanie kształcenia ustawicznego na metody analizy, przetwarzania i oceny informacji, analizę struktur sieciowych, myślenie systemowe, projektowanie, zarządzanie informacją, systemy komunikacji oraz bezpieczeństwo w komunikacji cyfrowej;
- opracowanie rozwiązań systemowych w zakresie edukacji cyfrowej.

Podsumowanie

W dobie, gdy innowacje technologiczne Przemysłu 4.0 wymuszają nieuniknione zmiany w sposobie organizacji pracy, przedsiębiorstwa produkcyjne potrzebują nowych, unikatowych kompetencji z zakresu ucyfrowienia procesów wytwarzania oraz coraz wyższych kompetencji cyfrowych pracowników. Pojawia się zapotrzebowanie na nowe kompetencje związane z programowaniem, obsługą i kontrolą maszyn oraz ich integracją z systemem produkcyjnym. Stąd istotne wydaje się poznanie czynników wpływających zarówno na procesy ucyfrowienia produkcji, jak i wzrost kompetencji cyfrowych, a także określenie możliwych scenariuszy rozwoju tychże zjawisk.

Przedmiotem niniejszej monografii jest prezentacja i omówienie wyników badania realizowanego przez zespoły eksperckie z obszaru ucyfrowienia procesów produkcyjnych oraz kompetencji cyfrowych. W jego realizacji wzięli udział: zespół badawczy (ZB – autorki metodyki, cztery osoby), zespół ekspertów kluczowych (ZEK, sześć osób) oraz eksperci w badaniu ankietowym (57 osób). Dobór ekspertów do badania ankietowego, ze względu na specyfikę tematu i trudność w pozyskaniu licznej grupy ekspertów, miał charakter celowy. Podczas warsztatów eksperckich przeprowadzonych przez zespół badawczy eksperci kluczowi w ramach moderowanej burzy mózgów zidentyfikowali czynniki wpływające na analizowane zjawiska. Badanie zostało zrealizowane dwutorowo, takie samo postępowanie badawcze zastosowano zarówno w obszarze ucyfrowienia produkcji, jak i w obszarze kompetencji cyfrowych.

W odniesieniu do ucyfrowienia procesów produkcji, czyli dążenia w kierunku Przemysłu 4.0, zespół ekspertów kluczowych zidentyfikował 41 czynników wpływających na to zjawisko. Czynniki analizowane były w podziale na grupy wyznaczone według analizy STEEPVL, tj. czynniki społeczne (S), technologiczne (T), ekonomiczne (E), ekologiczne (E), polityczne (P), odnoszące się do wartości (V) oraz prawne (L). W kolejnym kroku postępowania badawczego, zgodnie z metodyką logiki intuicyjnej konstrukcji scenariusza zaadaptowaną przez autorki monografii do realizacji tego badania, przeprowadzono siedmiostopniową ocenę czynników (CAWI) pod względem ważności oraz niepewności. Grupę ekspertów tworzyli eksperci kluczowi oraz pozostali eksperci (spoza zespołu badawczego oraz grupy ekspertów kluczowych). Ich dobór do badania CAWI (*Computer Assisted Web Interviewing*) realizowany był metodą „kuli śnieżkowej”, tzn. eksperci zaproszeni do badania nominowali

do udziału w nim kolejnych ekspertów z obszaru ucyfrowienia procesów produkcji, aż do momentu uzyskania całej docelowej grupy badawczej. Wśród osób dokonujących oceny znaleźli się przedstawiciele nauki i edukacji, biznesu, administracji oraz organizacji pozarządowych.

Analizując średnie wartości ocen uzyskanych w poszczególnych grupach można zauważyć, że w przypadku grupy czynników społecznych za czynniki najsilniej oddziałujące na rozwój ucyfrowienia procesu produkcji eksperci uznali *gotowość biznesu na zmianę modelu działania przedsiębiorstwa* oraz *poziom kompetencji cyfrowych pracodawców*. W grupie czynników technologicznych za te najsilniej wpływające na rozwój ucyfrowienia procesu produkcji uznano *poziom rozwoju robotyzacji w przemyśle* oraz *dostępność infrastruktury teleinformatycznej*. Analizując czynniki ekonomiczne warto podkreślić, że tylko dwa z nich otrzymały ocenę siły wpływu wyższą od średniej dla wszystkich czynników: *poziom nakładów na B+R w obszarze ucyfrowienia procesów produkcji* oraz *stopień masowej indywidualizacji produkcji dóbr i świadczenia usług*. W grupie czynników politycznych za najsilniej oddziałujące eksperci uznali *świadomość cyfrową decydentów administracji publicznej*, *poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji* oraz *świadomość rządzących nt. zagrożeń ze strony rozwoju technologicznego*. Zaś w grupie czynników odnoszących się do wartości czynnikiem, który najsilniej wpływa na rozwój ucyfrowienia procesu produkcji, okazało się *zauufanie społeczeństwa do technologii*. W grupie czynników prawnych za czynnik najsilniej oddziałujący na ucyfrowienie procesów produkcji uznano *stabilność regulacji prawnych odnoszących się do cyfryzacji produkcji*. Najniżej respondenci ocenili grupę czynników ekologicznych. Siła wpływu wszystkich spośród nich została przez ekspertów oceniona poniżej średniej w całej badanej grupie czynników.

Z uwagi na przyjęty proces badawczy, zakładający wykorzystanie metody scenariuszowej, dokonano również oceny niepewności analizowanej grupy czynników.

Analizując czynniki społeczne można zauważyć, że najwyższą średnią ocenę w zakresie niepewności tej grupy czynników uzyskały *znajomość języków programowania*, *gotowość do pracy w cyfrowej fabryce* oraz *powszechność samozatrudnienia*. Spośród wszystkich 11 czynników technologicznych aż dziesięć zostało ocenionych przez ekspertów poniżej średniej w odniesieniu do poziomu niepewności.

Dokonując przeglądu ocen niepewności czynników ekonomicznych, za najbardziej niepewny czynnik uznano *powszechność użycia pieniądza wirtualnego*. Jest to jednocześnie najbardziej niepewny czynnik wskazany w badaniu. W grupie czynników politycznych za najbardziej niepewny uznano *świadomość cyfrową decydentów administracji publicznej*. W przypadku ocen niepewności czynników ekologicznych wszystkie średnie oceny w całej grupie przewyższały średnią wyznaczoną dla wszystkich czynników. Podobnie grupa czynników odnoszących się do wartości została uznana przez ekspertów za najbardziej niepewną w odniesieniu do rozwoju ucyfrowienia procesów produkcji w perspektywie 2030 roku.

Dokonując analizy czynników prawnych należy podkreślić, że tylko jeden czynnik został uznany przez ekspertów biorących udział w ankiecie za dosyć łatwy do przewidzenia (*regulacje prawne dotyczące robotyzacji procesu produkcji*).

W toku przeprowadzonych analiz wykonano zestawienie prezentujące średnie uzyskanych przez czynniki ocen oraz zróżnicowanie w nadawanych ocenach. Zestawienie to umożliwiło identyfikację czynników heterogenicznych (cechujących się rozproszonymi ocenami) oraz homogenicznych (cechujących się skupionymi ocenami) przy równoczesnym ujęciu siły ich wpływu na rozwój ucyfrowienia procesów produkcji w perspektywie 2030 roku. Eksperti byli najbardziej zgodni co do wysokiej oceny siły wpływu *poziomu rozwoju robotyzacji w produkcji* na rozwój ucyfrowienia procesu produkcji w perspektywie roku 2030.

Analogiczną analizę sporządzono dla oceny niepewności. Eksperti byli najbardziej zgodni w przypadku wysokiej oceny niepewności dwóch czynników: *skłonności do zachowań etycznych w zakresie wykorzystania technologii cyfrowych* oraz *poziomu bezrobocia*.

W kolejnym kroku postępowania badawczego wyodrębniono dwa czynniki kluczowe wpływające na ucyfrowienie procesu produkcji w perspektywie roku 2030. Można do nich zaliczyć *świadomość cyfrową decydentów administracji publicznej* oraz *stabilność regulacji prawnych odnoszących się do cyfryzacji produkcji*. Jednocześnie można było zauważyć, że wysokie noty zarówno pod względem siły wpływu, jak i niepewności uzyskały takie czynniki, jak: *wsparcie państwa w procesie cyfryzacji*, *poziom nakładów na B+R w obszarze ucyfrowienia procesów produkcji*, *udział wydatków w budżecie państwa na B+R w zakresie cyfryzacji*, *stopień masowej indywidualizacji produkcji dóbr i świadczenia usług*, *poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji*, *dostępność i możliwość wykorzystania odpowiednich źródeł zasilania*, *zaufanie społeczeństwa do technologii* oraz *regulacje w zakresie własności danych*.

Zestawienie skrajnych wartości czynników charakteryzujących się najwyższą siłą wpływu oraz niepewnością umożliwiło utworzenie czterech scenariuszy rozwoju ucyfrowienia procesów produkcji: *Scenariusza powszechnego ucyfrowienia procesów produkcji*, *Scenariusza promowania ucyfrowienia procesów produkcji wśród decydentów*, *Scenariusza zapaści cyfrowej procesów produkcji* oraz *Scenariusza chaosu legislacyjnego w zakresie ucyfrowienia procesów produkcji*.

Analogiczne postępowanie badawcze przeprowadzono dla obszaru kompetencji cyfrowych. Przeprowadzone badania odbywały się wieloetapowo i obejmowały analizę STEEPVL, ocenę czynników wygenerowanych w ramach realizacji analizy, dokonanie wyboru czynników kluczowych jako osi scenariuszy rozwoju, a następnie opracowanie scenariuszy.

Łącznie zespół ekspertów kluczowych zidentyfikował 27 czynników wpływających na rozwój kompetencji cyfrowych społeczeństwa.

Analiza STEEPVL oraz ocena zidentyfikowanych czynników umożliwiły wskazanie czynników charakteryzujących się najsilniejszym wpływem na wzrost kompetencji cyfrowych społeczeństwa. Wśród czynników społecznych najsilniej wpływającymi

na rozwój kompetencji cyfrowych społeczeństwa są: *presja posiadania kompetencji cyfrowych (w tym także na potrzeby korzystania z rozwiązań w obszarach e-administracji, e-zdrowia, e-biznesu itp.), tempo przyswajania wiedzy o technologiach cyfrowych, poziom uzależnienia od technologii oraz potrzeba przynależności do wirtualnych sieci społecznych (np. Facebook, Twitter)*. Spośród czynników technologicznych równie silnym wpływem okazały się cechować wszystkie czynniki, czyli: *poziom rozwoju technologii cyfrowych (również tych z obszarów IoT, Big Data, AI), dostępność narzędzi cyfrowych, poziom robotyzacji i automatyzacji oraz intuicyjność korzystania z zaawansowanych rozwiązań technologicznych*. W grupie czynników ekonomicznych najsilniej oddziałującymi okazały się: *poziom rozwoju gospodarki opartej na danych, zapotrzebowanie rynku na specjalistów z zakresu projektowania oraz popyt na zawody wymagające wysokiego poziomu kompetencji cyfrowych*. Ostatni z czynników ekonomicznych był również czynnikiem najwyżej ocenionym spośród wszystkich poddanych ocenie. Żaden z czynników ekologicznych nie okazał się cechować silnym wpływem, a czynniki w tej grupie nie uzyskały ocen wyższych niż średnia dla wszystkich. Spośród czynników politycznych, analizując ich siłę wpływu, należało wyróżnić wszystkie czynniki: *poziom finansowania kształcenia ustawicznego w zakresie kompetencji cyfrowych, świadomość cyfrową decydentów administracji publicznej, rozwiązania systemowe w zakresie edukacji cyfrowej oraz poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji*. Czynniki odnoszące się do wartości nie zostały uznane przez ekspertów za charakteryzujące się silnym wpływem na analizowane zjawisko. Z kolei w ostatniej analizowanej grupie jedynie czynnik *udział wydatków w budżecie państwa na B+R w zakresie cyfryzacji* uznano za silnie oddziałujący na rozwój kompetencji cyfrowych społeczeństwa.

W toku przeprowadzonych analiz, analogicznie jak w przypadku procesu ucyfrowienia produkcji, wykonano zestawienie prezentujące średnie uzyskanych przez czynniki ocen oraz zróżnicowanie w nadawanych ocenach. Zestawienie to umożliwiło identyfikację czynników heterogenicznych (cechujących się rozproszonymi ocenami) oraz homogenicznych (cechujących się skupionymi ocenami) przy równoczesnym ujęciu siły ich wpływu na wzrost kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie 2030 roku. Eksperti byli najbardziej zgodni co do wysokiej oceny siły wpływu *popytu na zawody wymagające wysokiego poziomu kompetencji cyfrowych* na rozwój kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie roku 2030.

Z uwagi na przyjęty proces badawczy, zakładający wykorzystanie metody scenariuszowej, dokonano również oceny niepewności analizowanej grupy czynników. Analogicznie jak w przypadku procesów ucyfrowienia produkcji zrealizowano badanie CAWI metodą „kuli śniegowej”. Ocena ta została również przeprowadzona przez ekspertów specjalizujących się w kompetencjach cyfrowych. Spośród czynników społecznych za najbardziej niepewne w perspektywie 2030 roku uznano *poziom rozwoju kompetencji kulturowych oraz postawy społeczeństwa wobec zmiany dotychczasowych kompetencji*. W grupie czynników technologicznych żaden z nich nie został uznany za cechujący się wysoką niepewnością. Spośród czynników ekonomicznych była to

powszechność samozatrudnienia. Dokonując analizy ocen niepewności czynników ekologicznych zauważono, że za niepewne eksperci uznali wszystkie czynniki w tej grupie: *poziom rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym (obejmującej m.in.: recykling, wykorzystanie odpadów do produkcji, powtórne przetwarzanie itp.)*, *świadomość ekologiczną społeczeństwa oraz ekologiczny styl życia*. Spośród czynników politycznych za najbardziej niepewne uznano *poziom finansowania kształcenia ustawicznego w zakresie kompetencji cyfrowych, świadomość cyfrową decydentów administracji publicznej oraz poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji*. Spośród dwóch ostatnich grup czynników – odnoszących się do wartości i prawnych – wszystkie czynniki uznano za niepewne. Były to: *postawa wobec cyfryzacji (kult cyfryzacji vs. neoludyzm, czyli przeciwstawianie się postępowi technicznemu; przekonanie, że przemiany społeczne spowodowane informatyzacją stanowią zagrożenie)*, *powszechność postawy „korzystam, a nie posiadam”*, *skłonność do zachowań etycznych w zakresie wykorzystania technologii cyfrowych, regulacje prawne dotyczące relacji człowiek–robot, udział samoregulacji społeczeństwa w mechanizmie stanowienia prawa oraz udział wydatków w budżecie państwa na B+R w zakresie cyfryzacji*.

Zgodnie z przyjętą metodyką dokonano wskazania dwóch czynników charakteryzujących się najsilniejszym wpływem na analizowane zjawisko i równocześnie najbardziej niepewnych. Były to czynniki polityczne: *poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji oraz świadomość cyfrowa decydentów administracji publicznej*. Zestawienie skrajnych wartości tych czynników umożliwiło zarysowanie czterech wariantów rozwoju kompetencji cyfrowych społeczeństwa: *Scenariusza powszechnej cyfryzacji, Scenariusza promowania cyfryzacji wśród decydentów, Scenariusza zapóźnienia cyfryzacyjnego oraz Scenariusza postępującej cyfryzacji*.

Podsumowując cały proces badawczy można sformułować wniosek, że przeprowadzone analizy pozwoliły na identyfikację szerokiej grupy czynników wpływających na proces ucyfrowienia produkcji oraz wzrost kompetencji cyfrowych społeczeństwa. Realizacja badania według szkoły logiki intuicyjnej konstrukcji scenariuszy umożliwiła opracowanie czterech odmiennych jakościowo scenariuszy dla analizowanych zjawisk. Wartością dodaną prezentowanej monografii są szczegółowe rekomendacje wypracowane przez autorki dla każdego z pożądanych scenariuszy.

Potencjalnymi odbiorcami pracy są wszystkie osoby zainteresowane ucyfrowieniem procesów produkcji oraz wzrostem kompetencji cyfrowych społeczeństwa. Treści zaprezentowane w monografii mogą być również użyteczne dla studentów studiów menedżerskich i technicznych oraz wszystkich osób zainteresowanych tworzeniem alternatywnych wizji przyszłości rozwoju zjawisk.

Autorki monografii wyrażają podziękowanie wszystkim osobom, które zgodziły się wziąć udział w realizowanych badaniach oraz przyczyniły się do powstania niniejszej publikacji.

Literatura

1. Abood D., Quilligaan A., Narsalay R., Industry X.0, *Combine and Conquer. Unlocking the Power of Digital*, raport opracowany przez Accenture, s. 8 https://www.accenture.com/_acnmedia/accenture/conversion-assets/dotcom/documents/global/pdf/dualpub_26/accenture-industry-xo-short-report-aw-ng.pdf [data wejścia: 13.01.2020].
2. Arak P., Bobiński A., *Czas na przyspieszenie. Cyfryzacja gospodarki Polski*, raport Polityki Insight, Warszawa 2016.
3. Batorski D., Płoszaj A., *Diagnoza i rekomendacje w obszarze kompetencji cyfrowych społeczeństwa i przeciwdziałania wykluczeniu cyfrowemu w kontekście zaprogramowania wsparcia w latach 2014-2020*, Warszawa 2012.
4. Bogdanienko J., *Organizacja i zarządzanie w zarysie*, Wydawnictwo Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2010.
5. Bowersox D. J., Closs D. J., Drayer R. W., *The digital transformation: Technology and beyond*, "Supply Chain Management Review" 2005, no. 9(1).
6. Brennen S., Kreiss D., *Digitalization and Digitization*, <http://culturedigitally.org/2014/09/digitalization-and-digitization> [data wejścia: 03.09.2018].
7. Brynjolfsson E., McAfee A., *Drugi wiek maszyny. Praca, postęp i dobrobyt w czasach genialnych technologii*, MT Biznes, Warszawa 2015.
8. *Cyfrowa Polska. Szansa na technologiczny skok do globalnej pierwszej ligi gospodarczej*, raport opracowany przez McKinsey & Company, Forbes Polska, 2016, <https://www.mckinsey.com/pl/our-insights> [data wejścia: 08.01.2020].
9. *Cyfryzacja to więcej niż technologia. Jak polskie firmy zaczynają nadrabiać zaległości w cyfryzacji i jaką rolę odgrywają w tym procesie fundusze private equity*, Spotdata, raport opracowany przez Deloitte, 2018, <https://www2.deloitte.com/pl/pl/pages/finance/articles/Raport-Cyfryzacja-to-wiecej-niz-technologia.html#> [data wejścia: 15.01.2020].
10. Dębowska K., *Regionalny foresight gospodarczy. Scenariusze wzrostu gospodarczego województwa mazowieckiego*, Związek Pracodawców Warszawy i Mazowsza, Warszawa 2013.

11. *Digital Organisational Frameworks & IT Professionalism*, Capgemini, Empirica & IDC., Unia Europejska 2018, <https://www.capgemini.com/nl-nl/wp-content/uploads/sites/7/2015/12/digital-organisational-frameworks-and-it-professionalism.pdf> [data wejścia: 23.11.2019].
12. Ejdys J., Gudanowska A., Halicka K., Kononiuk A., Magruk A., Nazarko J., Nazarko Ł., Szpilko D., Widelska U., *Foresight in Higher Education Institutions: Evidence from Poland*, "Foresight and STI Governance" 2018, vol. 13, no. 1.
13. Fahey L., Randall M., *Learning from the Future. Competitive Foresight Scenarios*, John Wiley & Sons, New York 1998.
14. Filipowicz G., *Uniwersalny model kompetencyjny. Podręcznik użytkownika*, Fundacja Obserwatorium Zarządzania, Warszawa 2011.
15. Filipowicz G., *Zarządzanie kompetencjami. Perspektywa firmowa i osobista*, Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2016.
16. Gajewski J., Paprocki W., Pieriegud J. (red.), *Cyfryzacja gospodarki i społeczeństwa – szanse i wyzwania dla sektorów infrastrukturalnych*, Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową, Gdańska Akademia Bankowa, Gdańsk 2016.
17. Głomb K., Jakubowski M., Krawczyk M., Kulisiewicz A., Nowakowski T., Złotnicki Z., Gajderowicz A., *Kompetencje przyszłości w czasach cyfrowej dysrupcji. Studium wyzwań dla Polski w perspektywie do roku 2030*, STOWARZYSZENIE „Miasta w Internecie”, Fundacja Naukowa „Evidence Institute”, 2019, <https://www.mwi.pl/uploads/filemanager/publikacje/Kompetencje--przysz%C5%82o%C5%9Bci-w--czasach--cyfrowej--dysrupcji--studium--2019%2C%20final%2C%207.02.2018.pdf> [data wejścia: 09.01.2020].
18. Gudanowska A. E., *A map of current research trends within technology management in the light of selected literature*, "Management and Production Engineering Review" 2017, no. 8(1).
19. Gudanowska A. E., Alonso J. P., Törmänen A., *What competencies are needed in the production industry? The case of the Podlaskie Region*, "Engineering Management in Production and Services" 2018, vol. 10, no. 1.
20. Gudanowska A. E., *Transformation towards Industry 4.0 – identification of research trends and aspect of necessary competences in the light of selected publications*, "Research in Logistics & Production" 2017, no. 7(5).
21. Hecklau F., Galeitzke M., Flachs S., Kohl H., *Holistic approach for human resource management in Industry 4.0*, "Procedia CIRP" 2016, vol. 54.
22. Hertle C., Siedelhofer C., Metternich J., Abele E., *The next generation shop floor management – how to continuously develop competencies in manufacturing environments*, The 23rd International Conference on Production Research, Manila 2015.

23. *Industry 4.0. How to navigate the digitization of the manufacturing sector*, raport opracowany przez McKinsey & Company, 2015, <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/industry-four-point-o-how-to-navigate-the-digitization-of-the-manufacturing-sector> [data wejścia: 13.01.2020].
24. *Inżynierowie Przemysłu 4.0. (Nie)gotowi do zmian?*, raport opracowany przez ASTOR, Kraków 2017, https://www.astor.com.pl/images/Industry_4-0_Przemysl_4-0/ASTOR_Inzynierowie_4.0_whitepaper.pdf [data wejścia: 08.12.2019].
25. Iwański T., Gracel J., *Przemysł 4.0. Rewolucja już tu jest. Co o niej wiesz?*, raport opracowany przez ASTOR, 2017, https://www.astor.com.pl/images/Industry_4-0_Przemysl_4-0/ASTOR_przemysl4_whitepaper.pdf [data wejścia: 02.02.2012].
26. Jurczuk A., *Wieloaspektowa identyfikacja i typologia źródeł niespójności procesów biznesowych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2019.
27. Kaivo-oja J. Y., Katko T. S., Seppala O. T., *Seeking convergence between history and futures research*, "Futures" 2004, no. 36.
28. Kamble S. S., Gunasekaran A., Gawankar S., *Sustainable Industry 4.0 framework: A systematic literature review identifying the current trends and future perspectives*, "Process Safety and Environmental Protection" 2018, no. 117.
29. Karimiand J., Walter X., *The role of dynamic capabilities in responding to digital disruption: A factor-based study of the newspaper industry*, "Journal of Management Information Systems" 2015, vol. 32, no. 1.
30. Kikolski M., Ko Ch.-H., *Facility layout design – review of current research directions*, "Engineering Management in Production and Services" 2018, no. 10(3).
31. Kinkel S., Schemmann B., Lichtner R., *Critical Competencies for the Innovativeness of Value Creation Champions: Identifying Challenges and Work-integrated Solutions*, "Procedia Manufacturing" 2017, no. 9.
32. Klooster S. A., Asselt M. B. A., *Practising the scenario-axes technique*, "Futures" 2006, no. 38.
33. Kononiuk A., *Analiza STEEPVL na przykładzie projektu Foresight technologiczny „NT FOR Podlaskie 2020. Regionalna strategia rozwoju nanotechnologii”*, „Ekonomia i Zarządzanie” 2010, t. 2, nr 4.
34. Kononiuk A., Gudanowska A., Magruk A., Sacio-Szymańska A., Fantoni G., Trivelli L., Ollenburg S., *The quest for the competences of a future-oriented individual: research methodology and findings. Becoming future-oriented entrepreneurs in universities and companies report*, 2017, <http://futureoriented.eu/downloads> [data wejścia: 15.01.2020].
35. Kononiuk A., *Metoda scenariuszowa w antycypowaniu przyszłości*, „Organizacja i Kierowanie” 2012, nr 2(151).

36. Kononiuk A., Nazarko J., *Scenariusze w kształtowaniu i antycypowaniu przyszłości*, Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2014.
37. Kubat M., *Kompetencje zawodowe*, <https://wuplodz.praca.gov.pl/documents/58203/842291/Kompetencje%20zawodowe.pdf/be54b81e-3773-43be-97bf-78e293b5ad00?t=1406796121000> [data wejścia: 03.09.2018].
38. Kusiak A., *Smart manufacturing*, "International Journal of Production Research" 2018, vol. 56, no. 1-2.
39. Loveridge D., *The STEEPV acronym and process – a clarification*, "Ideas in Progress" 2002, no. 29, The University of Manchester, PREST Policy Research in Engineering, Science and Technology.
40. Mazzone D. M., *Digital or Death: Digital Transformation – The Only Choice for Business to Survive Smash and Conquer*, Smashbox Consulting Inc., Mississauga 2014.
41. Mergela I., Edelmanna N., Hauga N., *Defining digital transformation: Results from expert interviews*, "Government Information Quarterly" 2019, no. 36.
42. Moeuf A., Pellerin R., Lamouri S., Tamayo-Giraldo S., Barbaray R., *The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0*, "International Journal of Production Research" 2018, no. 56(3).
43. Müller J. M., Buliga O., Voigt K. I., *Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0*, "Technological Forecasting and Social Change" 2018, vol. 132.
44. Nahavandi S., *Industry 5.0 – A Human-Centric Solution*, "Sustainability" 2019, no. 11(16).
45. Nazarko J., Dobrzański G., Ejdys J., Glińska E., Kononiuk A., Kowalewska A., Nazarko Ł., Pawluczuk A., Olszewska A., Urban W., *Uwarunkowania rozwoju nanotechnologii w województwie podlaskim: wyniki analiz STEEPVL i SWOT*, red. nauk. J. Nazarko, Z. Kędzior, Rozprawy Naukowe nr 204, Biblioteka Nauk o Zarządzaniu, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2010.
46. Nazarko J., Ejdys J., Halicka K., Nazarko Ł., Kononiuk A., Olszewska A., *Factor Analysis as a Tool Supporting STEEPVL Approach to the Identification of Driving Forces of Technological Innovation*, "Procedia Engineering" 2017, no. 182.
47. Nazarko J., *Regionalny foresight gospodarczy. Scenariusze rozwoju innowacyjności mazowieckich przedsiębiorstw*, ZPWIM, Warszawa 2013.
48. Nosalska, K., Mazurek, G., *Marketing principles for Industry 4.0 – a conceptual framework*, "Engineering Management in Production and Services" 2019, no. 11(3).

49. Novak J., Purta M., Marciniak T., Ignatowicz K., Rozenbaum K., Yearwood K., *The rise of Digital Challengers. How digitization can become the next growth engine for Central and Eastern Europe*, raport opracowany przez McKinsey Company, 2018, <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured%20Insights/Europe/Central%20and%20Eastern%20Europe%20needs%20a%20new%20engine%20for%20growth/The-rise-of-Digital-Challengers.ashx> [data wejścia: 02.02.2019].
50. *Program Zintegrowanej Informatyzacji Państwa*, Ministerstwo Cyfryzacji, <https://www.gov.pl/cyfryzacja/program-zintegrowanej-informatyzacji-panstwa> [data wejścia: 22.11.2019].
51. *Digitalizacja procesów przemysłowych*, IDC, IDC, raport opracowany przez Comarch, 2018, <https://portalprzemyslowy.pl/utrzymanie-ruchu-produkcja/it-dla-przemyslu-erp-cmms-cad-druk-3d/raport-idc-i-comarch/> [data wejścia: 08.01.2020].
52. *The Digital Economy and Society Index*, European Commission, Bruksela 2019.
53. Vaidya S., Ambad P., Bhosle S., *Industry 4.0 – A Glimpse*, “Procedia Manufacturing” 2018, vol. 20.
54. Sacio-Szymańska A., Kononiuk A., Tommei S., Valenta O., Hideg E., Gaspar J., Markovic P., Gubova K., Boorova B., *The future of business in Visegrad region*, “European Journal of Futures Research” 2016, vol. 4, no. 1.
55. Schwartz P., *The Art of the Long View. Planning for the Future in an Uncertain World*, New York 1996.
56. Siderska J., *Cloud Manufacturing – the Adoption of Virtual Production Line to Soft Resources Analysis*, [w:] *Lecture Notes of Mechanical Engineering*, Springer, 2018.
57. Siderska J., Jadaan K. S., *Cloud manufacturing: a service-oriented manufacturing paradigm. A review paper*, “Engineering Management in Production and Services” 2018, no. 10(1).
58. *Słownik języka polskiego PWN*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2005.
59. *Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.)*, Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej, <https://www.gov.pl/web/fundusze-regiony/informacje-o-strategii-na-rzecz-odpowiedzialnego-rozwoju> [data wejścia: 22.11.2019].
60. *Plan działania w dziedzinie edukacji cyfrowej*, Komisja Europejska, Bruksela 2018, https://ec.europa.eu/education/initiatives/european-education-area/digital-education-action-plan_pl [data wejścia: 23.11.2019].
61. *Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs*, Komisja Europejska, https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/digital-transformation_en [data wejścia: 03.02.2020].

62. Szewczyk R., Zieliński C., Kaliczyńska M., *Automation 2019: Progress in Automation, Robotics and Measurement Techniques*, "Advances in Intelligent Systems and Computing" 2020, vol. 920, Cham.
63. Szum K., Magruk A., *Analiza uwarunkowań rozwoju Przemysłu 4.0 w województwie podlaskim*, „Akademia Zarządzania” 2019, nr 3(2).
64. Śledziewska K., Włoch R., *Kompetencje cyfrowe polskich małych i średnich przedsiębiorstw*, Digital Economy Lab UE, Warszawa 2015, <https://www.delab.uw.edu.pl/wp-content/uploads/2015/05/e-RAPORT-DELabUW1.pdf> [data wejścia: 15.01.2020].
65. Śledziewska K., Włoch R., *Gospodarka cyfrowa. Jak nowe technologie zmieniają świat*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2020, <https://www.delab.uw.edu.pl/pl/gospodarka-cyfrowa> [data wejścia: 18.04.2020].
66. Ślusarczyk, B., Haseeb, M., Hussain, H. I., *Fourth industrial revolution: a way forward to attain better performance in the textile industry*, "Engineering Management in Production and Services" 2019, vol. 11(2).
67. *The digital transformation of industry*, raport opracowany przez Roland Berger BDI, 2015, https://www.roland-berger.com/media/pdf/Roland_Berger_digital_transformation_of_industry_20150315.pdf [dostęp: 31.01.2020].
68. Thun S., Kamsvåg P. F., Kløve B., Seim E. A., Torvatn H. Y., *Industry 4.0: Whose Revolution? The Digitalization of Manufacturing Work Processes*, "Nordic Journal of Working Life Studies" 2019, no. 9(4).
69. Tihinen M., Iivari M., Ailisto H., Komi M., Kääriäinen J., Peltomaa I., *An exploratory method to clarify business potential in the context of industrial internet – a case study*, [w:] *Collaboration in a Hyperconnected World*, Portugal 2016.
70. Turovets, Y., Vishnevakiy, K., *Patterns of digitalisation in machinery-building industries: evidence from Russia*, "Engineering Management in Production and Services" 2019, vol. 11(4).
71. Volpentesta A. P., Felicetti A. M., *Competence Mapping through Analysing Research Papers of a Scientific Community*, [w:] L. M. Camarinha-Matos (ed.), *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, IFIP International Federation for Information Processing, Costa de Caparica 2011.
72. Vuorikari R., Punie Y., Carretero Gomez S., Van den Brande G., *DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: The Conceptual Reference Model*, Luxembourg Publication Office of the European Union, Luxembourg 2016, doi:10.2791/11517.
73. *W jakie technologie inwestują firmy produkcyjne w Polsce?*, raport opracowany przez ASTOR, Kraków 2015, <https://polskiprzemysl.com.pl/wp-content/uploads/Raport-ASTOR-2017.-W-jakie-technologie-inwestuj%C4%85-firmy-produkcyjne-w-Pol....pdf> [data wejścia: 08.12.2019].

-
74. Westerman G., Calm ejane C., Bnnet D., Ferraris P., McAfee A., *Digital transformation: A roadmap for billion-dollar organizations*, MIT Center for Digital Business and Capgemini Consulting, 2011.
 75. Wieczorkowska G., Wierzbiński J., *Statystyka. Analiza badań społecznych*. Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa 2007.
 76. Worek B., Stec K., Strzebońska A., Antosz P., *Rozwój kompetencji – uczenie się osób dorosłych i podmioty oferujące usługi rozwojowe*, raport opracowany przez Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości, 2018, https://www.parp.gov.pl/storage/publications/pdf/Rozwoj-kompetencji---uczenie-sie-osob-doroslych_200129.pdf [data wejścia: 13.01.2020].
 77. Zawieska K., Duffy B. R., *The Social Construction of Creativity in Educational Robotics*, [w:] Szewczyk R., Zieliński C., Kaliczyńska M. (eds), *Progress in Automation, Robotics and Measuring Techniques. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 351, Springer, Cham 2015.

Spis tabel

Tabela 3.1. Wybrane miary statystyczne wyznaczone dla ocen siły wpływu poszczególnych czynników STEEPVL na rozwój ucyfrowienia procesu produkcji w perspektywie roku 2030	41
Tabela 3.2. Wybrane miary statystyczne wyznaczone dla ocen niepewności poszczególnych czynników STEEPVL w odniesieniu do ucyfrowienia procesu produkcji w perspektywie roku 2030	47
Tabela 5.1. Uporządkowana lista czynników analizy STEEPVL wygenerowanych podczas warsztatów eksperckich.....	60
Tabela 5.2. Wybrane miary statystyczne wyznaczone dla ocen siły wpływu poszczególnych czynników STEEPVL na rozwój kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie roku 2030	64
Tabela 5.3. Wybrane miary statystyczne wyznaczone dla ocen niepewności poszczególnych czynników STEEPVL w odniesieniu do rozwoju kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie roku 2030.....	70

Spis rysunków

Rysunek 1.1. Liczba publikacji naukowych (artykułów, prac pokonferencyjnych, książek i rozdziałów książek) poruszających aspekt cyfryzacji (wskazany w tytule, streszczeniu lub słowach kluczowych), zarejestrowanych w bazach danych Scopus i Web of Science, w latach 1994-2019	12
Rysunek 1.2. Obszary tematyczne publikacji dotyczących zjawiska cyfryzacji na podstawie bazy danych Scopus	13
Rysunek 1.3. Mapa współwystępowania słów kluczowych charakteryzujących publikacje poruszające aspekt cyfryzacji (poprzez wskazanie terminu w tytule, streszczeniu lub słowach kluczowych) w bazie Scopus, w latach 2017-2019	14
Rysunek 1.4. Obszary wzrostu produktywności spowodowanego cyfryzacją.....	18
Rysunek 1.5. Dźwignie transformacji cyfrowej.....	20
Rysunek 1.6. Ranking krajów Unii Europejskiej z uwzględnieniem wskaźnika DESI i jego głównych wymiarów.....	24
Rysunek 1.7. Wartości wskaźnika DESI w pięciu głównych obszarach w Polsce i Unii Europejskiej.....	25
Rysunek 2.1. Metodyka przyjętego postępowania badawczego	32
Rysunek 2.2. Relacja przewidywalności do niepewności	33
Rysunek 2.3. Przekształcenie czynników kluczowych w osie scenariuszy.....	34
Rysunek 3.1. Średnia ocena siły wpływu poszczególnych kategorii czynników STEEPVL na rozwój ucyfrowienia procesu produkcji w perspektywie 2030 roku ...	38
Rysunek 3.2. Średnia ocena siły wpływu poszczególnych czynników STEEPVL na rozwój ucyfrowienia procesu produkcji w perspektywie roku 2030.....	40
Rysunek 3.3. Rozmieszczenie czynników analizy STEEPVL na płaszczyźnie średnich i odchyłeń standardowych ocen siły wpływu czynników.....	44

Rysunek 3.4. Średnia ocena niepewności poszczególnych kategorii czynników STEEPVL w odniesieniu do rozwoju ucyfrowienia procesu produkcji w perspektywie 2030 roku	45
Rysunek 3.5. Średnia ocena niepewności poszczególnych czynników STEEPVL w odniesieniu do rozwoju ucyfrowienia procesu produkcji w perspektywie roku 2030.....	46
Rysunek 3.6. Rozmieszczenie czynników analizy STEEPVL na płaszczyźnie średnich i odchyłeń standardowych ocen niepewności czynników.....	50
Rysunek 4.1. Klasyfikacja czynników pod względem ważności oraz niepewności ...	54
Rysunek 4.2. Cztery scenariusze rozwoju ucyfrowienia procesów produkcji	55
Rysunek 5.1. Średnia ocena siły wpływu poszczególnych kategorii czynników STEEPVL na rozwój kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie 2030 roku	62
Rysunek 5.2. Średnia ocena siły wpływu poszczególnych czynników STEEPVL na rozwój kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie roku 2030	63
Rysunek 5.3. Rozmieszczenie czynników na płaszczyźnie średnich i odchyłeń standardowych ocen siły wpływu	66
Rysunek 5.4. Średnia ocena niepewności poszczególnych kategorii czynników STEEPVL w perspektywie 2030 roku	68
Rysunek 5.5. Średnia ocena niepewności poszczególnych czynników STEEPVL w odniesieniu do rozwoju kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie roku 2030	69
Rysunek 5.6. Rozmieszczenie czynników na płaszczyźnie średnich i odchyłeń standardowych ocen niepewności	72
Rysunek 6.1. Klasyfikacja czynników pod względem ważności oraz niepewności ...	76
Rysunek 6.2. Cztery scenariusze rozwoju kompetencji cyfrowych.....	77

Załączniki

Załącznik 1.

Ankieta w obszarze ucyfrowienia procesu produkcji

Ocena siły wpływu czynników

Prosimy o dokonanie oceny niżej wymienionych czynników pod względem siły ich wpływu na rozwój kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie roku 2030, z zastosowaniem skali oceny od 1 do 7 (gdzie 1 oznacza, że wpływ ten będzie bardzo mały, a 7, że będzie on bardzo duży).

Grupa czynników	Nazwa czynnika	1	2	3	4	5	6	7
Społeczne	Presja posiadania kompetencji cyfrowych (w tym także na potrzeby korzystania z rozwiązań w obszarach e-administracji, e-zdrowia, e-biznesu itp.)							
	Poziom uzależnienia od technologii							
	Postawa społeczeństwa wobec zmiany dotychczasowych kompetencji							
	Potrzeba przynależności do wirtualnych sieci społecznych (np. Facebook, Twitter)							
	Tempo przyswajania wiedzy o technologiach cyfrowych							
	Poziom rozwoju kompetencji kulturowych							
Technologiczne	Poziom rozwoju technologii cyfrowych (również tych z obszarów IoT, Big Data, AI)							
	Dostępność narzędzi cyfrowych							
	Poziom robotyzacji i automatyzacji							
	Intuicyjność korzystania z zaawansowanych rozwiązań technologicznych							

Grupa czynników	Nazwa czynnika	1	2	3	4	5	6	7
Ekonomiczne	Poziom rozwoju gospodarki opartej na danych							
	Powszechność samozatrudnienia							
	Zapotrzebowanie rynku na specjalistów z zakresu projektowania							
	Popyt na zawody wymagające wysokiego poziomu kompetencji cyfrowych							
Ekologiczne	Poziom rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym (obejmującej m.in.: recykling, wykorzystanie odpadów do produkcji, powtórne przetwarzanie itp.)							
	Świadomość ekologiczna społeczeństwa							
	Ekologiczny styl życia							
Polityczne	Poziom finansowania kształcenia ustawicznego w zakresie kompetencji cyfrowych							
	Świadomość cyfrowa decydentów administracji publicznej							
	Rozwiązania systemowe w zakresie edukacji cyfrowej							
	Poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji							
Odnoszące się do wartości	Postawa wobec cyfryzacji (kult cyfryzacji vs. neoluddyzm, czyli przeciwstawianie się postępowi technicznemu; przekonanie, że przemiany społeczne spowodowane informatyzacją stanowią zagrożenie)							
	Powszechność postawy „korzystam, a nie posiadam”							
	Skłonność do zachowań etycznych w zakresie wykorzystania technologii cyfrowych							
Prawne	Regulacje prawne dotyczące relacji człowiek–robot							
	Udział samoregulacji społeczeństwa w mechanizmie stanowienia prawa							
	Udział wydatków w budżecie państwa na B+R w zakresie cyfryzacji							

Ocena przewidywalności czynników

Proszę ocenić, w jakim stopniu jest możliwe do przewidzenia kształtowanie się tych samych czynników w odniesieniu do rozwoju kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie roku 2030. Proszę posłużyć się siedmiostopniową skalą (gdzie 1 oznacza bardzo niską przewidywalność czynnika, a 7 – bardzo wysoką przewidywalność).

Grupa czynników	Nazwa czynnika	1	2	3	4	5	6	7
Społeczne	Presja posiadania kompetencji cyfrowych (w tym także na potrzeby korzystania z rozwiązań w obszarach e-administracji, e-zdrowia, e-biznesu itp.)							
	Poziom uzależnienia od technologii							
	Postawa społeczeństwa wobec zmiany dotychczasowych kompetencji							
	Potrzeba przynależności do wirtualnych sieci społecznych (np. Facebook, Twitter)							
	Tempo przyswajania wiedzy o technologiach cyfrowych							
	Poziom rozwoju kompetencji kulturowych							
Technologiczne	Poziom rozwoju technologii cyfrowych (również tych z obszarów IoT, Big Data, AI)							
	Dostępność narzędzi cyfrowych							
	Poziom robotyzacji i automatyzacji							
	Intuicyjność korzystania z zaawansowanych rozwiązań technologicznych							
Ekonomiczne	Poziom rozwoju gospodarki opartej na danych							
	Powszechność samozatrudnienia							
	Zapotrzebowanie rynku na specjalistów z zakresu projektowania							
	Popyt na zawody wymagające wysokiego poziomu kompetencji cyfrowych							

Grupa czynników	Nazwa czynnika	1	2	3	4	5	6	7
Ekologiczne	Poziom rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym (obejmującej m.in.: recykling, wykorzystanie odpadów do produkcji, powtórne przetwarzanie itp.)							
	Świadomość ekologiczna społeczeństwa							
	Ekologiczny styl życia							
Polityczne	Poziom finansowania kształcenia ustawicznego w zakresie kompetencji cyfrowych							
	Świadomość cyfrowa decydentów administracji publicznej							
	Rozwiązania systemowe w zakresie edukacji cyfrowej							
	Poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji							
Odnoszące się do wartości	Postawa wobec cyfryzacji (kult cyfryzacji vs. neoluddyzm, czyli przeciwstawianie się postępowi technicznemu; przekonanie, że przemiany społeczne spowodowane informatyzacją stanowią zagrożenie)							
	Powszechność postawy „korzystam, a nie posiadam”							
	Skłonność do zachowań etycznych w zakresie wykorzystania technologii cyfrowych							
Prawne	Regulacje prawne dotyczące relacji człowiek–robot							
	Udział samoregulacji społeczeństwa w mechanizmie stanowienia prawa							
	Udział wydatków w budżecie państwa na B+R w zakresie cyfryzacji							

Metryczka

1. Proszę ocenić Pani/Pana poziom wiedzy z zakresu ucyfrowienia procesu produkcji (wysoki, średni, niski):
 - ☐ wysoki
 - ☐ średni
 - ☐ niski
2. Wiek:
 - ☐ do 35 lat
 - ☐ od 36 lat do 45 lat
 - ☐ od 46 lat do 55 lat
 - ☐ od 55 lat do 65 lat
 - ☐ powyżej 66 lat
3. Płeć:
 - ☐ kobieta
 - ☐ mężczyzna
4. Obszar działalności zawodowej:
 - ☐ nauka i edukacja
 - ☐ administracja
 - ☐ biznes
 - ☐ organizacja pozarządowa
 - ☐ inny obszar

Załącznik 2. Ankieta w obszarze kompetencji cyfrowych

Ocena siły wpływu czynników

Prosimy o dokonanie oceny niżej wymienionych czynników pod względem siły ich wpływu na rozwój kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie roku 2030, z zastosowaniem skali oceny od 1 do 7 (gdzie 1 oznacza, że wpływ ten będzie bardzo mały, a 7, że będzie on bardzo duży).

Grupa czynników	Nazwa czynnika	1	2	3	4	5	6	7
Społeczne	Presja posiadania kompetencji cyfrowych (w tym także na potrzeby korzystania z rozwiązań w obszarach e-administracji, e-zdrowia, e-biznesu itp.)							
	Poziom uzależnienia od technologii							
	Postawa społeczeństwa wobec zmiany dotychczasowych kompetencji							
	Potrzeba przynależności do wirtualnych sieci społecznych (np. Facebook, Twitter)							
	Tempo przyswajania wiedzy o technologiach cyfrowych							
	Poziom rozwoju kompetencji kulturowych							
Technologiczne	Poziom rozwoju technologii cyfrowych (również tych z obszarów IoT, Big Data, AI)							
	Dostępność narzędzi cyfrowych							
	Poziom robotyzacji i automatyzacji							
	Intuicyjność korzystania z zaawansowanych rozwiązań technologicznych							
Ekonomiczne	Poziom rozwoju gospodarki opartej na danych							
	Powszechność samozatrudnienia							
	Zapotrzebowanie rynku na specjalistów z zakresu projektowania							
	Popyt na zawody wymagające wysokiego poziomu kompetencji cyfrowych							

Grupa czynników	Nazwa czynnika	1	2	3	4	5	6	7
Ekologiczne	Poziom rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym (obejmującej m.in.: recykling, wykorzystanie odpadów do produkcji, powtórne przetwarzanie itp.)							
	Świadomość ekologiczna społeczeństwa							
	Ekologiczny styl życia							
Polityczne	Poziom finansowania kształcenia ustawicznego w zakresie kompetencji cyfrowych							
	Świadomość cyfrowa decydentów administracji publicznej							
	Rozwiązania systemowe w zakresie edukacji cyfrowej							
	Poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji							
Odnoszące się do wartości	Postawa wobec cyfryzacji (kult cyfryzacji vs. neoluddyzm, czyli przeciwstawianie się postępowi technicznemu; przekonanie, że przemiany społeczne spowodowane informatyzacją stanowią zagrożenie)							
	Powszechność postawy „korzystam, a nie posiadam”							
	Skłonność do zachowań etycznych w zakresie wykorzystania technologii cyfrowych							
Prawne	Regulacje prawne dotyczące relacji człowiek–robot							
	Udział samoregulacji społeczeństwa w mechanizmie stanowienia prawa							
	Udział wydatków w budżecie państwa na B+R w zakresie cyfryzacji							

Ocena przewidywalności czynników

Proszę ocenić, w jakim stopniu jest możliwe do przewidzenia kształtowanie się tych samych czynników w odniesieniu do rozwoju kompetencji cyfrowych społeczeństwa w perspektywie roku 2030. Proszę posłużyć się siedmiostopniową skalą (gdzie 1 oznacza bardzo niską przewidywalność czynnika, a 7 – bardzo wysoką przewidywalność).

Grupa czynników	Nazwa czynnika	1	2	3	4	5	6	7
Społeczne	Presja posiadania kompetencji cyfrowych (w tym także na potrzeby korzystania z rozwiązań w obszarach e-administracji, e-zdrowia, e-biznesu itp.)							
	Poziom uzależnienia od technologii							
	Postawa społeczeństwa wobec zmiany dotychczasowych kompetencji							
	Potrzeba przynależności do wirtualnych sieci społecznych (np. Facebook, Twitter)							
	Tempo przyswajania wiedzy o technologiach cyfrowych							
	Poziom rozwoju kompetencji kulturowych							
Technologiczne	Poziom rozwoju technologii cyfrowych (również tych z obszarów IoT, Big Data, AI)							
	Dostępność narzędzi cyfrowych							
	Poziom robotyzacji i automatyzacji							
	Intuicyjność korzystania z zaawansowanych rozwiązań technologicznych							
Ekonomiczne	Poziom rozwoju gospodarki opartej na danych							
	Powszechność samozatrudnienia							
	Zapotrzebowanie rynku na specjalistów z zakresu projektowania							
	Popyt na zawody wymagające wysokiego poziomu kompetencji cyfrowych							

Grupa czynników	Nazwa czynnika	1	2	3	4	5	6	7
Ekologiczne	Poziom rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym (obejmującej m.in.: recykling, wykorzystanie odpadów do produkcji, powtórne przetwarzanie itp.)							
	Świadomość ekologiczna społeczeństwa							
	Ekologiczny styl życia							
Polityczne	Poziom finansowania kształcenia ustawicznego w zakresie kompetencji cyfrowych							
	Świadomość cyfrowa decydentów administracji publicznej							
	Rozwiązania systemowe w zakresie edukacji cyfrowej							
	Poziom lobbingu politycznego na rzecz cyfryzacji							
Odnoszące się do wartości	Postawa wobec cyfryzacji (kult cyfryzacji vs. neoluddyzm, czyli przeciwstawianie się postępowi technicznemu; przekonanie, że przemiany społeczne spowodowane informatyzacją stanowią zagrożenie)							
	Powszechność postawy „korzystam, a nie posiadam”							
	Skłonność do zachowań etycznych w zakresie wykorzystania technologii cyfrowych							
Prawne	Regulacje prawne dotyczące relacji człowiek–robot							
	Udział samoregulacji społeczeństwa w mechanizmie stanowienia prawa							
	Udział wydatków w budżecie państwa na B+R w zakresie cyfryzacji							

Metryczka

1. Proszę ocenić Pani/Pana poziom wiedzy z zakresu ucyfrowienia procesu produkcji (wysoki, średni, niski):
 - ☐ wysoki
 - ☐ średni
 - ☐ niski
2. Wiek:
 - ☐ do 35 lat
 - ☐ od 36 lat do 45 lat
 - ☐ od 46 lat do 55 lat
 - ☐ od 55 lat do 65 lat
 - ☐ powyżej 66 lat
3. Płeć:
 - ☐ kobieta
 - ☐ mężczyzna
4. Obszar działalności zawodowej:
 - ☐ nauka i edukacja
 - ☐ administracja
 - ☐ biznes
 - ☐ organizacja pozarządowa
 - ☐ inny obszar

Summary

The aim of the research conducted and demonstrated in the monograph was to develop possible visions for the development of digitisation of production processes and digital competences of the society in the perspective of 2030. In order to achieve this goal, the STEEPVL analysis was carried out and scenario analysis according to the school of intuitive logic was adopted. As a result, a list of factors influencing the digitisation of production processes and the increase in digital competences of the society was obtained. The assessment of the factors in terms of importance and uncertainty of their development in the perspective of 2030 led to four qualitatively different scenarios of the analysed phenomena.

The monograph consists of seven chapters. The first one presents digitisation as a global economic trend. It depicts publication trends in the area of digitisation developed with the use of VOSviewer software and outlines the essence of digitisation. The second chapter demonstrates the research methodology based on the intuitive logic school of scenario construction. The third chapter focuses on the presentation of the results of the STEEPVL analysis in the area of production digitisation, which identified 41 factors influencing the research area. The fourth chapter depicts the process of identifying key factors and a description of selected scenarios for the digitisation of production processes. The fifth chapter focuses on presenting the results of STEEPVL analysis in the area of digital competence. The essence of the sixth chapter is to bring readers closer to the process of identifying key factors in the area of digital competences and to demonstrate selected scenarios for the development of digital competences in the perspective of 2030. The seventh chapter of the paper offers detailed recommendations aimed at making the desired scenarios in the area of digitisation of the production process and digital competences of the society plausible.

The results of the research and observations demonstrated in this monograph may provide useful guidelines for understanding both the very phenomenon of development of digital competence of the society and its determinants.

The conclusions presented in the monograph allow also to look at the analysed phenomena from the perspective of possible directions of their development, because they provide a description of four qualitatively different scenarios of the future of digitisation processes and increase of digital competences of the society.

This work may also be useful for researchers interested in exploring the future and methodology of such research and the theme of digitisation of production processes as well as digital competence enhancement.

Potential addressees of this monograph may also be entrepreneurs, students of management, IT and technical faculties.

