

#### Część 4

Nowe trendy społeczne i technologiczne jako wyzwanie dla współczesnych organizacji

Katarzyna Jasińska\*

# 4.5

## System operacyjny przedsiębiorstwa w warunkach Przemysłu 4.0

### Streszczenie

Uwarunkowania czwartej rewolucji przemysłowej stwarzają konieczność transformacji organizacji wewnętrznej przedsiębiorstwa. Transformacja ta nie jest zadaniem prostym, ponieważ organizacja w nowych warunkach podlega wpływowi wielu różnych, do tej pory niespotykanych czynników. Zachowanie przewagi konkurencyjnej staje się więc wyzwaniem, któremu sprostać tylko najlepiej przygotowane podmioty. Celem rozdziału jest scharakteryzowanie wpływu czynników związanych z czwartą rewolucją przemysłową na system operacyjny przedsiębiorstwa oraz wskazanie, w jaki sposób przedsiębiorstwa przygotowują się do transformacji związanej z nowymi uwarunkowaniami otoczenia. W opracowaniu posłużono się dwiema metodami badawczymi – analizą literaturową oraz badaniem ankietowym. W pierwszej części rozdziału zdefiniowano podstawowe pojęcia i główne trendy związane z czwartą rewolucją przemysłową. Następnie scharakteryzowano wpływ czynników specyficznych dla Przemysłu 4.0 na elementy systemu operacyjnego. W ostatniej części omówione zostały rezultaty badań empirycznych oraz zaprezentowane wnioski.

**Słowa kluczowe:** Przemysł 4.0, czwarta rewolucja cyfrowa, transformacja przedsiębiorstwa, system operacyjny przedsiębiorstwa

---

\* Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, ORCID: 0000-0002-9668-2290

## Enterprise Operating System in the Conditions of Industry 4.0

### Abstract

The conditions of the Fourth Industrial Revolution make it necessary to transform the organization's internal accessibility. This transformation is not easy, because organization in new conditions depends on many different, unprecedented, limitations. Maintaining competitive advantage becomes a challenge, meet only the best selected requirements. The aim of the article is to characterize the impact of the following operations with the fourth industrial revolution on the operating system and to indicate how one can prepare for union transformation with new conditions. The paper uses two research methods – literature analysis and survey research. The first part of the article defines the basic concepts and main trends associated with the Fourth Industrial Revolution. Then, the impact of Industry 4.0 specific on the elements of the system of use was characterized. The last part discusses the results of empirical research and presented the conclusions.

**Keywords:** Industry 4.0, Fourth Industrial Revolution, enterprise transformation, enterprise operating system

---

### Wprowadzenie

Obecnie zaobserwować można znaczące zmiany zachodzące w otoczeniu zarówno w sferze społecznej, jak i gospodarczej. Zmiany te napędzane są postępowaniem technologicznym, który oddziałuje na społeczeństwo, rynek oraz przemysł. Systemy oparte na robotyce, uczeniu maszynowym, Internecie rzeczy (*Internet of Things* – IoT) czy produkcji autonomicznej całkowicie zmieniają sposób funkcjonowania zarówno ludzi, jak i przedsiębiorstw. Realizowane są zaawansowane projekty technologiczne mające na celu zastąpienie prostej pracy automatami, a także przeniesienie centrum decyzyjnego ze sfery ludzkiej na maszyny. Prognozowanie na podstawie dużych zbiorów danych (*big data*) pozwala przewidywać przyszłe zdarzenia z najwyższą dokładnością. Przedsięwzięcia te przynoszą spektakularne wyniki w postaci rozwiązywania problemów do tej pory uznawanych za niemożliwe do wyjaśnienia. Dotyczy to nie tylko informatyki, ale wielu różnych dziedzin, np. genetyki, medycyny czy astronomii. Osiągnięcia technologiczne w obszarze przemysłu stały się podstawą do wyodrębnienia czwartej rewolucji przemysłowej (zwanej również zamiennie Przemysłem 4.0 lub *Industry 4.0*). Zakres wspomnianej rewolucji rozszerzył się zasadniczo poza branżę produkcyjną, zmieniając

sposób funkcjonowania przedsiębiorstw, niezależnie od sektora, który reprezentują. Nowe trendy dotyczą obecnie wszystkich uczestników otoczenia – klientów, dostawców, instytucji rynkowych oraz publicznych. Współczesne przedsiębiorstwa powinny więc rozpocząć dostosowywanie się do zachodzących zmian, tworząc nowe założenia strategiczne, a następnie operacjonalizować je w postaci krótkoterminowych planów działania.

Celem tego rozdziału jest scharakteryzowanie wpływu czynników związanych z czwartą rewolucją przemysłową na system operacyjny przedsiębiorstwa oraz próba odpowiedzi na pytanie, w jaki sposób przedsiębiorstwa przygotowują się do transformacji związanej z nowymi uwarunkowania otoczenia. Wpływ Przemysłu 4.0 na organizacje był już poruszany w literaturze przedmiotu oraz w licznych opracowaniach praktycznych<sup>1</sup>. Podkreślić należy, że w Polsce istnieje ciągle niewiele opracowań związanych z transformacją przedsiębiorstw w warunkach Przemysłu 4.0, a dostępne analizy mają charakter raczej teoretycznych rozważań<sup>2</sup>. W artykule skoncentrowano się na działaniach operacyjnych wynikających ze sposobów operacjonalizacji zmieniającej się strategii przedsiębiorstwa. Skupiono się przy tym na analizie systemu operacyjnego, którego przekształcenia obrazują zachodzące zmiany. Zaprezentowano wyniki badań empirycznych, mające charakter wstępny, które przeprowadzone zostały w 2019 r. w fazie przygotowawczej do dostosowywania organizacji wewnętrznej polskiego przedsiębiorstwa usługowego, stanowiącego grupę kapitałową.

W pierwszej części rozdziału scharakteryzowano pojęcie czwartej rewolucji przemysłowej. Następnie przedstawiono wpływ megatrendów Przemysłu 4.0 na przedsiębiorstwo. W kolejnej części omówiono system operacyjny oraz czynniki z zakresu Przemysłu 4.0, które wywierają wpływ na jego elementy. Następnie zaprezentowany został przypadek przedsiębiorstwa stojącego w obliczu wdrożenia zmiany polegającej na

- 
- <sup>1</sup> A. Sanders, C. Elangeswaran, J. Wulfsberg, *Industry 4.0 Implies Lean Manufacturing: Research Activities in Industry 4.0 Function as Enablers for Lean Manufacturing*, "Journal of Industrial Engineering and Management" 2016, vol. 9, no. 3, s. 811–833; K. Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*, Crown Business, New York 2017; K. Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*, World Economic Forum, 2016, <https://luminariaz.files.wordpress.com/2017/11/the-fourth-industrial-revolution-2016-21.pdf> (dostęp: 2.01.10); F. Zezulka, P. Macron, I. Vesely, O. Sajdl, *Industry 4.0 – An Introduction into Phenomenon*, *International Federation of Automatic Control*, "Esevier Paper Online" 2016, no. 49–25, s. 8–12; C. Cimini, G. Pezzotta, R. Pinto, S. Cavalieri, *Industry 4.0 Technologies Impacts in the Manufacturing and Supply Chain Landscape: An Overview*. w: *Service Orientation in Holonic and Multi-Agent Manufacturing*, T. Borangiu, D. Trentesaux, A. Thomas, S. Cavalieri S. (eds.), "SOHOMA. Studies in Computational Intelligence" 2018, vol. 803, Springer, Cham; H. Lasi, P. Fettke, H.-G. Kemper, T. Feld, M. Hoffmann, *Industry 4.0*, "Business Information System Engineering" 2014, no. 6, s. 239–242; A. Czyżewski, W. Grzegorzczak, E. Bodnari, D. Krzemiński, *Raport Gospodarka 4.0. Czas zmian dla biznesu*, PKN Orlen, Warszawa 2017; R. Murdoch, P. Johnson, *Digital Trust in the IoT Era*, "The Accenture Digital Customer Survey for Communication" 2015, <https://www.accenture.com>
- <sup>2</sup> S. Spalek, *Zarządzanie projektami w erze przemysłu 4.0*, „Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa” 2017, vol. 9, s. 106–112; J. Woźniak, G. Budzik, D. Zimon, *Industry 4.0 – identyfikacja technologii, które zmieniły przemysł oraz ich znaczenie w zarządzaniu logistycznym*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie” 2018, t. 19, z. 5, cz. 3, s. 359–437.

dostosowaniu jego organizacji do oddziaływania trendów technologicznych z obszaru Przemysłu 4.0. W ramach przygotowania grupy kapitałowej do digitalizacji zrealizowane zostało badanie wstępne, które objęło swoim zasięgiem 39 spółek. Wyniki przeprowadzonego badania oraz wnioski zostały omówione w ostatniej części.

Wykorzystano dwie metody badawcze: analizę literaturową oraz badanie ankietowe, w którym wzięło udział łącznie 234 respondentów będących menedżerami oraz ekspertami, odpowiadającymi za rozwój przedsiębiorstw.

## Czwarta rewolucja przemysłowa

Zdefiniowanie pojęcia czwartej rewolucji przemysłowej jest tematem wielu prac naukowych i raportów<sup>3</sup>. Obecnie wpisanie w wyszukiwarce Google terminu „Industry 4.0” generuje około 228 mln wyników, przy czym w 2018 r. było to jeszcze prawie dwukrotnie mniej – 140 mln wyników<sup>4</sup>. Wskazuje to na rosnące zainteresowanie Przemysłem 4.0, którego znaczenie wykracza poza profesjonalne zastosowania produkcyjne. Pojęcia takie jak czwarta rewolucja przemysłowa, Przemysł 4.0 czy *Industry 4.0* są używane zamiennie i stosowane w wielu dyscyplinach naukowych, ale również codziennych aktywnościach społecznych. Można zaobserwować wręcz zjawisko pewnego nadużywania terminu Przemysł 4.0, określanie wszelkich nowych rozwiązań technologicznych jako elementu koncepcji czwartej rewolucji przemysłowej. W sytuacji tej należy się odwołać do podstawowej definicji tego terminu, którą skonstruował K. Schwab we współpracy ze Światowym Forum Ekonomicznym. Wspomniany twórca zdefiniował to pojęcie przez wiele nowych technologii, które łączą świat fizyczny, cyfrowy i biologiczny, wpływając na wszystkie dyscypliny, gospodarki i branże<sup>5</sup>. Istotnym aspektem przytoczonej definicji jest łączenie i budowanie w pełni zintegrowanych, interdyscyplinarnych systemów, których granice świata technologii i realnego wzajemnie się przenikają. Wdrożenie tych rozwiązań pociąga za sobą zmiany całego otoczenia organizacji oraz jej wnętrza. Zmianie ulegają sposób wykonywania pracy, funkcje realizowane w organizacji, założenia strategiczne i operacyjne, jak również całe modele biznesowe. Inne stają się również oczekiwania klienta oraz charakterystyka rynku. Określanie czwartej rewolucji przemysłowej przez pryzmat technologii nie jest błędem, zresztą sam K. Schwab wskazuje na trzy główne megatrendy związane z obsza-

<sup>3</sup> F. Zezulka *et al.*, *op.cit.*; A. Czyżewski *et al.*, *op.cit.*; S. Spatek *et al.*, *op.cit.*; Murdoch *et al.*, *op.cit.*; PwC, *Global Digital IQ Survey*, 2015–2017.

<sup>4</sup> K. Jasińska, B. Jasiński, *Conditions of a Corporate Communication in the Industry 4.0: Case Study*, „IBIMA Business Review” 2019, s. 1–15.

<sup>5</sup> K. Schwab, *op.cit.*

rami: fizycznym, cyfrowym oraz biologicznym, w obrębie których wymienia technologie oddziałujące na pięć głównych obszarów: obszar gospodarczy, biznesowy, krajowy i globalny, społeczny oraz indywidualny. Należy zauważyć, że w definicji tej jednak nie chodzi o nazwanie technologii, ale o wskazanie specyficznych przeobrażeń związanych z technologią. W obszarze gospodarczym dotyczą one wzrostu gospodarczego, produktywności, zatrudnienia i charakterystyki pracy ludzkiej. W obszarze biznesowym: oczekiwania klientów, produktów rozszerzonych o wymianę danych (*data-enhanced products*), współdziałania w zakresie tworzenia innowacji (*collaborative innovation*) oraz nowych modeli operacyjnych. Wspomniany wpływ wywierany jest w obszarze lokalnego i globalnego oddziaływania z uwzględnieniem znaczenia polityki regionalnej. Istotnym aspektem jest w tym kontekście kształtowanie cyberbezpieczeństwa systemów, które funkcjonują globalnie i wywierają wpływ na całe społeczeństwa oraz poszczególnych ludzi. Według K. Schwaba nowego znaczenia nabiera pojęcie wspólnoty, budowania relacji i współpracy oraz etyki i moralności towarzyszącej nowym zjawiskom technologicznym<sup>6</sup>. W definiowaniu pojęcia czwartej rewolucji przemysłowej chodzi więc bardziej o wskazanie efektów związanych z wpływem nowoczesnych technologii na otoczenie i przedsiębiorstwo niż o wskazywanie nowoczesnych trendów. Charakterystyka oddziaływania czynników związanych z trendami technologicznymi w obrębie koncepcji Przemysłu 4.0 przedstawiona została na rysunku 4.5.1.

Na rysunku 4.5.1 zaprezentowano schemat oddziaływania między elementami tworzącymi definicję czwartej rewolucji przemysłowej. Ważną rolę w tym oddziaływaniu odgrywają tzw. punkty krytyczne, czyli zjawiska, które po osiągnięciu wyznaczonego zakresu prowadzą do znaczącej zmiany o charakterze gospodarczym lub społecznym. Punkty krytyczne zostały określone w badaniach ankietowych przeprowadzonych w 2015 r. na grupie 800 menedżerów oraz ekspertów z sektora technologicznego<sup>7</sup>. Rezultatem badań było wskazanie 21 zjawisk, które wystąpią do 2025 r. i wywrą znaczący wpływ na obszary oddziaływania oznaczone na rysunku 4.5.1. Lista punktów krytycznych wraz z przyporządkowaniem do megatrendu technologicznego przedstawiona jest w tabeli 4.5.1.

Jak pokazują dane przedstawione w tabeli 4.5.1, większość punktów krytycznych dotyczy megatrendu cyfrowego.

Europejskim liderem w Przemysle 4.0 są Niemcy. Jest to związane z dążeniem rządu tego kraju do utrzymania globalnej konkurencyjności sektorów przemysłowych, w tym zwłaszcza sektora motoryzacyjnego, poprzez wdrażanie w nim nowych technologii i innowacyjnych rozwiązań. Termin Przemysł 4.0 (niemiecki: *Industrie 4.0*) pojawił się

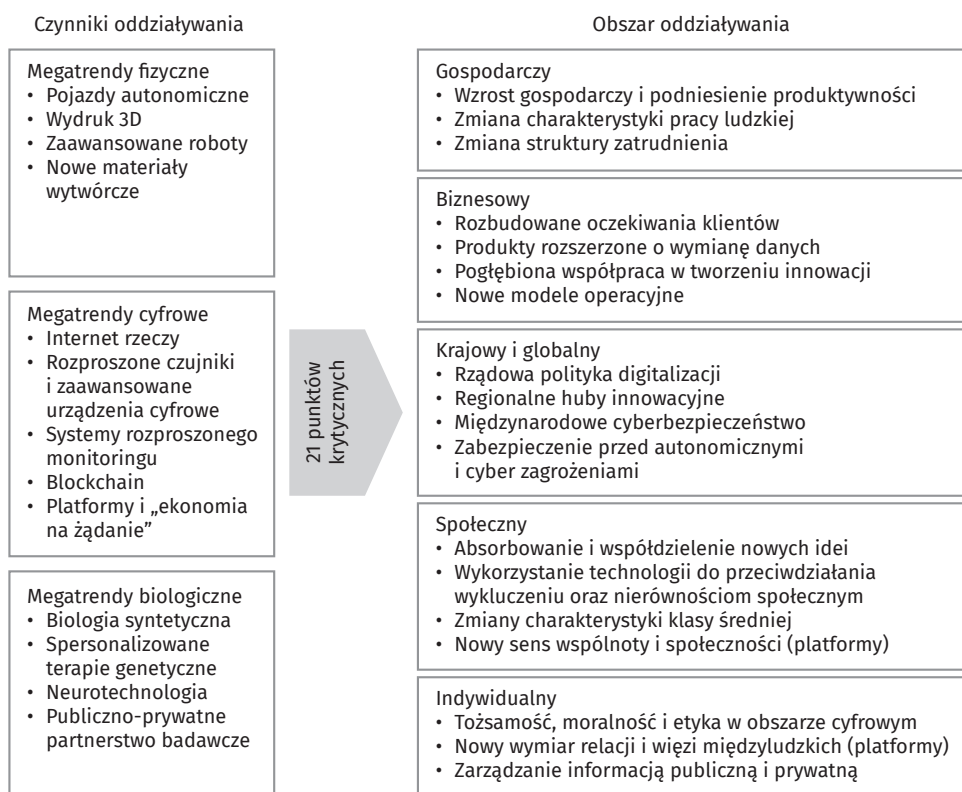
<sup>6</sup> K. Schwab, *op.cit.*

<sup>7</sup> *Ibidem.*

po raz pierwszy na targach w Hanowerze i zdefiniował wspólną inicjatywę przedstawicieli biznesu, nauki i polityki, mającą na celu rozwój konkurencyjności niemieckiego przemysłu. Następnie rząd federalny postanowił wprowadzić struktury współpracy między wszystkimi podmiotami innowacji w kraju. W 2013 r. Platformę Przemysłu 4.0 rozszerzono o dodatkowych członków – BITKOM, VDMA i ZVEI. W kolejnym kroku powołano inicjatywy „Realizacja zaleceń dla przyszłego projektu Przemysłu 4.0” oraz „Plan działania Strategia *high-tech* 2020”<sup>8</sup>. W Polsce ustanowiono analogiczny program, którym kieruje Fundacja Platforma Przemysłu Przyszłości<sup>9</sup>. Celem Fundacji jest wspieranie polskich przedsiębiorstw w transformacji oraz dostosowanie ich rozwoju w warunkach czwartej rewolucji przemysłowej.

### Rysunek 4.5.1.

Charakterystyka oddziaływania czynników w obrębie koncepcji Przemysłu 4.0



Źródło: opracowanie własne.

<sup>8</sup> [www.plattform-i40.de](http://www.plattform-i40.de) (dostęp: 1.12.2018).

<sup>9</sup> <https://www.mpit.gov.pl/strony/aktualnosci/kszaltowanie-potencjalu-rynek-dla-przemyslu-40-w-polsce/2018> (dostęp: 1.12.2018).

**Tabela 4.5.1.**  
Punkty krytyczne

Megatrend fizyczny	Pierwszy farmaceutyczny robot w Stanach Zjednoczonych
	80% ludzi z cyfrową obecnością w Internecie
	Pierwszy samochód wyprodukowany w 3D
	5% produktów wyprodukowanych w 3D
	10% samochodów w USA to samochody bezzałogowe
	Więcej podróży poprzez współdzielenie samochodu niż w pojeździe indywidualnym
	Pierwsze miasto powyżej 50 tys. mieszkańców bez światła na skrzyżowaniach
	Pierwszy system sztucznej inteligencji zastępujący zarząd przedsiębiorstwa
Megatrend cyfrowy	10% ludzi nosi ubrania podłączone do Internetu
	90% ludzi ma dostęp do nielimitowanego przechowywania danych
	1 trylion czujników podłączonych do sieci
	Pierwszy rząd realizuje spis ludności z wykorzystaniem <i>big data</i>
	10% ludzi używa okularów podłączonych do Internetu
	90% populacji wykorzystuje smartfon
	90% populacji z dostępem do Internetu
	30% audytów korporacyjnych zrealizowanych z wykorzystaniem sztucznej inteligencji
	Rozliczenie podatków wykonane z wykorzystaniem <i>blockchain</i>
	50% ruchu internetowego dla domostw generują aplikacja i urządzenia IoT
	10% przychodów z produktów przechowywane z wykorzystaniem <i>blockchain</i>
Megatrend biologiczny	Pierwszy implant – telefon komórkowy
	Pierwsza transplantacja wątroby stworzonej w 3D

Źródło: opracowanie własne na podstawie World Economic Forum, *Deep Shift-Technology Tipping Points and Societal Impact, Global Agenda Council on the Future of Software and Society*, World Economic Forum, September 2015.

## System operacyjny przedsiębiorstwa

Konstrukcja systemu operacyjnego przedsiębiorstwa wynika z przyjętej strategii operacyjnej. Strategia ta stanowi taki element ogólnej strategii przedsiębiorstwa, który precyzuje procesy wytwórcze oraz określa, w jaki sposób kształtowana jest jakość, osiągnięta wydajność oraz wykorzystywana technologia. Mimo że strategia ta odwołuje się do poziomu operacyjnego, ma wymiar długookresowy oraz dotyczy decyzji, które podejmowane są na poziomie strategicznym. Strategia operacyjna stanowi integralną część strategii przedsiębiorstwa i niekiedy trudno jest ją trwale wyodrębnić<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> B. Jasiński, *Decyzje strategiczne dotyczące działalności operacyjnej*, w: Z. Jasiński, *Podstawy zarządzania operacyjnego*, Oficyna Wolters Kluwer business, Warszawa 2014, s. 37.

Przyjęta strategia operacyjna powinna dawać odpowiedź na pytania, jak ma być zbudowany system operacyjny i w jaki sposób mają przebiegać w jego obrębie procesy transformacji, aby możliwe było zrealizowanie założeń strategii firmy<sup>11</sup>.

System operacyjny to celowo zaprojektowany i zorganizowany układ matematyczny, energetyczny i informacyjny wykorzystywany przez człowieka oraz służący wytwarzaniu określonych produktów i usług w celu zaspokojenia różnorodnych potrzeb konsumentów<sup>12</sup>. System ten stanowi kombinację zasobów rzeczowych i ludzkich zorganizowanych tak, aby prowadzić działalność operacyjną przedsiębiorstwa w racjonalny sposób. System operacyjny składa się z wejść i wyjść, w obrębie których występują określone zasoby oraz z procesów transformacji, które przekształcają elementy wejściowe w oczekiwane elementy wyjściowe. W zakresie wejścia konieczne jest zapewnienie dostępu do zasobów materialnych i niematerialnych. W pierwszym przypadku należy zgromadzić kapitał, środki pracy (urządzenia oraz narzędzia), przedmioty pracy (materiały i surowce) oraz powierzchnię do prowadzenia działalności. W drugim – wiedzę na temat prowadzenia działalności. Konieczne jest również wykonanie odpowiednich czynności prawnych. Istotnym elementem wejścia jest zatrudnienie ludzi o właściwych kompetencjach związanych z realizacją procesów transformacji. Zgromadzenie wszystkich wymienionych środków jest warunkiem koniecznym do rozpoczęcia jakiegokolwiek działania, jednak nie jest to warunek wystarczający. Dopiero zapewnienie zasobów o jakości odpowiedniej do zamierzonego celu i w odpowiedniej ilości oraz powiązanie ich w czasie i przestrzeni, tak aby utworzyć całość złożoną z elementów, z których każdy przyczynia się do powodzenia całości, jest warunkiem wystarczającym dla utworzenia efektywnego systemu operacyjnego przedsiębiorstwa<sup>13</sup>.

Na rysunku 4.5.2 zaprezentowano system operacyjny przedsiębiorstwa.

Oprócz samego systemu operacyjnego oznaczono na rysunku oddziaływanie, jakie na system wywierają elementy zewnętrzne – strategia oraz otoczenie. To właśnie one determinują sposób organizacji wejść, wyjść oraz procesów transformacji w obrębie systemu operacyjnego. W zakresie systemu przeobrażeniom podlegać mogą proporcje czynników ludzkich i rzeczowych, specyfika realizowanych procesów, rola, jaką odgrywa człowiek w systemie operacyjnym oraz wymagania stawiane przez ludzi oraz wobec nich<sup>14</sup>. Elementy te podlegają wpływom, jakie na nie wywiera oddziaływanie czynników zewnętrznych.

---

<sup>11</sup> *Ibidem*.

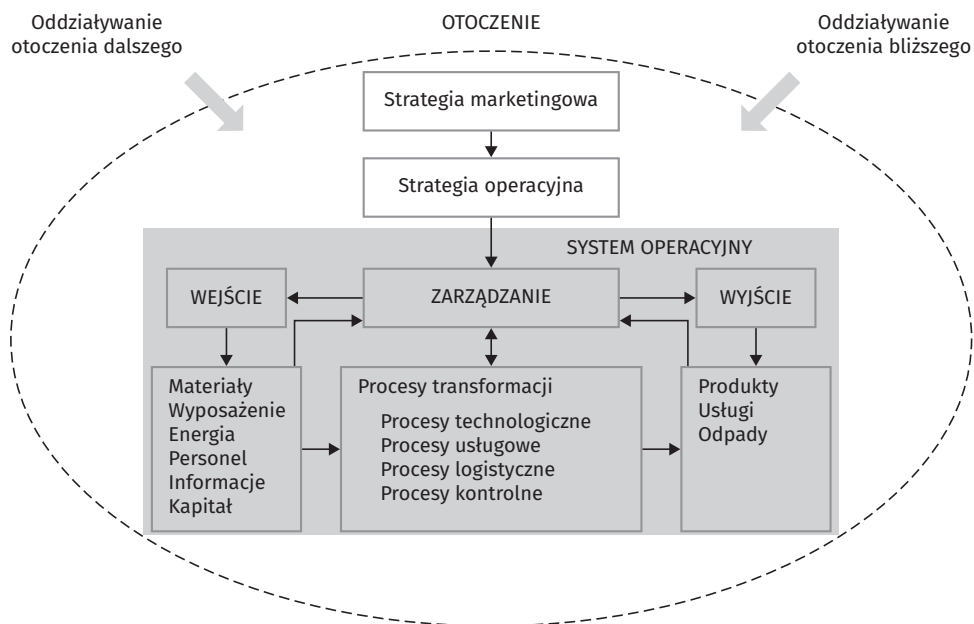
<sup>12</sup> I. Durlik, *Restrukturyzacja procesów gospodarczych*, Placet, Warszawa 1998, s. 45.

<sup>13</sup> Z. Jasiński, *op.cit.*, s. 15.

<sup>14</sup> *Ibidem*, s. 16.



**Rysunek 4.5.2.**  
System operacyjny przedsiębiorstwa



Źródło: opracowanie własne na podstawie J.R. Evans, D.R. Anderson, D.J. Sweeney, T.A. Williams, *Applied Production and Operations Management*, West Publishing Company, St. Paul 1997, s. 45.

## Oddziaływanie czynników Przemysłu 4.0 na system operacyjny przedsiębiorstwa

Oddziaływanie czynników związanych z Przemysłem 4.0 jest wielopłaszczyznowe. Na poziomie strategicznym, na którym wskazywane są jedynie główne kierunki działań, uwzględnienie nowych trendów może zostać sprawnie zrealizowane. Potrzebne do tego są prace analityczne oraz umiejętne wykorzystanie narzędzi z obszaru zarządzania strategicznego. Tymczasem system operacyjny przedsiębiorstwa może się okazać niegotowy do wcielania w życie śmiałych pomysłów. Problem zaczyna się na poziomie działalności operacyjnej, która pełna jest różnych szczegółowych rozwiązań, procesów oraz sposobów funkcjonowania stosowanych w przedsiębiorstwie od wielu lat. W celu zweryfikowania, czy obecnie przyjęty model działania operacyjnego przedsiębiorstwa jest aktualny oraz w celu określenia, w jaki sposób możliwe jest wdrażanie w jego obrębie zmian, zasadne wydaje się przeanalizowanie wpływu poszczególnych czynników na elementy systemu operacyjnego. Pozwoli to na zweryfikowanie przyjętej strategii

operacyjnej na poziomie analizy różnych opcji, które stwarza dla przedsiębiorstwa czwarta rewolucja przemysłowa. Poniżej w tabelach 4.5.2, 4.5.3 i 4.5.4 na podstawie przeprowadzonej analizy literaturowej opisany został wpływ czynników z obszaru Przemysłu 4.0 na poszczególne elementy systemu operacyjnego przedsiębiorstwa<sup>15</sup>. W opisie przedstawiono różne możliwości, jakie stwarzają nowe zjawiska dla formułowania wejść, wyjść oraz procesów transformacji przedsiębiorstwa.

W tabeli 4.5.2 opisany został wpływ czynników otoczenia z zakresu Przemysłu 4.0 na wejścia systemu operacyjnego przedsiębiorstwa.

**Tabela 4.5.2.**

Wpływ czynników otoczenia z zakresu Przemysłu 4.0 na wejścia systemu operacyjnego przedsiębiorstwa

Element wejścia	Czynnik oddziaływania Przemysłu 4.0	Opis oddziaływania
Materiały	Nośniki cyfrowe nanotechnologie, grafen, materiały wykorzystywane w druku 3D	Materiały tradycyjne zastępowane są nośnikami cyfrowymi. Powszechna digitalizacja prowadzi do minimalizowania wykorzystania papieru. Materiały półprzewodnikowe wykorzystywane są coraz bardziej wydajnie dzięki nanotechnologii. Zwiększa się wytrzymałość i plastyczność materiałów stosowanych w wydrukach 3D. Przedsiębiorstwo w związku z tym może zminimalizować potrzebę gromadzenia materiałów tradycyjnych na rzecz zastępowania ich przez formę cyfrową
Wyposażenie	ICT ( <i>Information and Communication Technology</i> ), profesjonalne roboty, komputery o wysokiej wydajności, IoT, VR ( <i>Virtual Reality</i> ), rozszerzona rzeczywistość, czujniki rozproszone	Postępująca robotyzacja i digitalizacja prowadzą do zwiększenia liczby urządzeń ICT w przedsiębiorstwach. Wykorzystuje się coraz więcej narzędzi w formie aplikacji i specjalistycznego oprogramowania. Serwery, macierze, rosnąca moc obliczeniowa oraz dostęp do Internetu wymagają zapewnienia właściwej architektury teleinformatycznej, która może być odpowiednio skalowana. Decyzja o zakupie wyposażenia i narzędzi musi być rozważana w kontekście zapewnienia współdziałania z całą architekturą przedsiębiorstwa. Ważnym elementem jest również wyposażenie w urządzenia zapewniające bezpieczeństwo oraz przeciwdziałające cyberatakam
Energia	Odnawialne źródła energii, backup energetyczny	Rosnąca liczba urządzeń w przedsiębiorstwie wpływa na wzrost zapotrzebowania na energię. Wobec rosnącej wydajności paneli słonecznych coraz więcej przedsiębiorstw decyduje się na tę formę zasilania. Nie bez znaczenia pozostaje utrzymanie ciągłości działania kluczowych systemów. W związku z tym konieczne jest zapewnienie wielu różnych źródeł zasilania, w tym źródeł zapasowych

<sup>15</sup> K. Schwab, *op.cit.*; C. Weller, R. Kleer, F.T. Piller, *Economic Implications of 3D Printing: Market Structure Models in Light of Additive Manufacturing Revisited*, "Int. J. Prod. Econ." 2015, no. 164, s. 43–56; S. Weyer, M. Schmitt, M. Ohmer, D. Gorecky, *Towards Industry 4.0 – Standardization as the Crucial Challenge for Highly Modular, Multi-vendor Production Systems*, "IFAC PapersOnline" 2015, no. 48, s. 579–584; Y. Yin, S-f. Qin., *A Smart Performance Measurement Approach for Collaborative Design in Industry 4.0*, "Advances in Mechanical Engineering" 2019, vol. 11, no. 1, s. 1–15; PWC, *op.cit.*; G. Schuh, R. Anderi, J. Gausemeier, *Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies* (acatech STUDY), 2017; C. Cimini, G. Pezzotta, R. Pinto, S. Cavalieri, *op.cit.*

Element wejścia	Czynnik oddziaływania Przemysłu 4.0	Opis oddziaływania
Personel	Robotyzacja i digitalizacja procesów, zmieniająca się specyfika wykonywanej pracy, systemy bezzałogowe, co-boty	Postępująca robotyzacja przyczynia się do zastępowania prostej pracy ludzkiej przez urządzenia. Uruchamiane są systemy autonomiczne, niewymagające zaangażowania personelu. Tworzone są również formy ścisłej współpracy między człowiekiem a maszynami w formie co-botów. W zakresie zarządzania zasobami ludzkimi zmieniają się oczekiwania co do kompetencji personelu. Pracownicy muszą umieć pracować w zrobotyzowanym środowisku, pełnym różnorodnych systemów i narzędzi informatycznych. Według raportu PWC największym wyzwaniem dla rozwoju przedsiębiorstwa w dobie Przemysłu 4.0 są ludzie, a nie technologia <sup>16</sup> . Wiedzę muszą uzupełnić zarówno menedżerowie, jak i pracownicy liniowi. Pierwsza grupa musi się nauczyć podejmować decyzje z uwzględnieniem nowych technologii, druga grupa – stosować nowe narzędzia technologiczne w swojej bieżącej pracy
Informacje	<i>Big data</i> , sztuczna inteligencja ( <i>Artificial Intelligence – AI</i> ), uczenie maszynowe ( <i>Machine Learning – ML</i> )	W dobie społeczeństwa informacyjnego informacje stanowią jeden z najistotniejszych elementów wejściowych przedsiębiorstwa. Są one zbierane z różnych, rozproszonych źródeł, a następnie przetwarzane z wykorzystaniem systemów <i>big data</i> i sztucznej inteligencji. Systemy te pozwalają na predykcję różnorodnych zjawisk i skuteczniejsze planowanie. Rozwiązania ML i AI potrafią dostosować reakcję przedsiębiorstwa na zmieniające się uwarunkowania i uruchomić ją bez udziału człowieka. W tradycyjnym podejściu w przedsiębiorstwie należało podjąć decyzję, jakie informacje są potrzebne. Obecnie zbiera się nieograniczoną ilość danych, między którymi poszukuje się korelacji. Na podstawie związków między danymi systemy w sposób autonomiczny wykonują zadane wcześniej funkcje, a w kolejnym kroku udoskonalają swoje działania (uczą się)
Kapitał	Crowdfunding, bitcoin, ICO ( <i>Initial Coin Offering</i> ) i tokeny inwestycyjne, dostępność dotacji z instytucji wspierających Przemysł 4.0	Nowe metody finansowania pozwalają uzyskać kapitał z rozproszonych źródeł. Finansowanie start-upów za pomocą platform crowdfundingowych oraz tokenów ICO pozwala uzyskać kapitał już we wczesnej fazie tworzenia pomysłu biznesowego. Kapitał zgromadzony na zasadzie zbiórki nie uzależnia przedsiębiorcy od dominującego inwestora. Bitcoin, choć ryzykowny, również stanowi pewną opcję uzyskania środków finansowych. Dostępność dotacji zapewnianych przez instytucje wspierające Przemysł 4.0 pozwala na finansowanie innowacji, które w warunkach biznesowych mogą się wydawać zbyt ryzykowne. Innowacje budują kapitał intelektualny przedsiębiorstwa, którego zwiększanie może ograniczać wartość kapitału zaangażowanego, koniecznego do generowania przychodów.

Źródło: opracowanie własne.

Analizując dane zebrane w tabeli 4.5.2, można dojść do wniosku, że elementy znajdujące się na wejściu przedsiębiorstwa podlegają różnym wpływom otoczenia i mogą być organizowane na wiele różnych sposobów. Liczba dostępnych w warunkach Przemysłu 4.0 opcji wzrasta w stosunku do tradycyjnych form, a wraz z nią rośnie również ryzyko wyboru złej wiązki elementów.

<sup>16</sup> PWC, 2017, *op.cit.*

Tabela 4.5.3.

Wpływ czynników otoczenia z zakresu Przemysłu 4.0 na procesy transformacji realizowane w przedsiębiorstwie

Proces transformacji	Czynnik oddziaływania Przemysłu 4.0	Opis oddziaływania
Procesy technologiczne	Autonomiczne fabryki, wydruk 3D, procesy oparte na wiedzy, budowa własności intelektualnej, zwinne metody pracy, duży udział projektów, cyberbezpieczeństwo, przetwarzanie w chmurze	Zmiany technologiczne prowadzą do głębokiej reorganizacji procesów. Głównym nurtem jest ograniczenie udziału człowieka w realizacji czynności służących do wytworzenia produktów i usług. Istnieją autonomiczne taśmy produkcyjne. W przedsiębiorstwach wdrażana jest digitalizacja w obrębie procesów, tworzone są całe wiązki procesowe sterowane samodzielnie. Doskonalenie procesów coraz bardziej polega na zastępowaniu całego środowiska pracy systemem informatycznym, a nie na wyszukiwaniu marnotrawstwa w cyklu pracy człowieka. Systemy automatyczne są praktycznie nieomyślne, w pełni kontrolowane i samouczące. Proste czynności manualne zastępowane są przez roboty. Środowisko pracy jest wyspecjalizowane i zautomatyzowane, wobec czego człowiek wykonuje jedynie przyporządkowane przez system czynności. Nie ma miejsca w obrębie procesu wytwórczego na kreatywność zaangażowanego personelu. Na poziomie konstruowania procesów na znaczeniu zyskują przetwarzanie informacji, zarządzanie wiedzą oraz budowa własności intelektualnej, np. w postaci opracowywania oprogramowania narzędziowego. Dużą rolę w działalności przedsiębiorstwa zyskują projekty. Nie są już tak bardzo unikatowe i rzadko spotykane. Występują praktycznie w obrębie każdego procesu i funkcji przedsiębiorstwa, służą implementowaniu nowych technologii lub metodyki pracy. W procesach technologicznych dane przetwarzane są w chmurze, a środowisko pracy staje się coraz bardziej wirtualne. Współistnienie człowieka i robotów w zinformalizowanym środowisku stwarza nowe wyzwania dla zachowania cyberbezpieczeństwa. Istotne jest również testowanie urządzeń oraz całych systemów stosowanych w procesach technologicznych pod kątem bezpieczeństwa informatycznego. Testy przedprodukcyjne, pilotażowe oraz prototypowanie stają się nieodłącznym elementem tych procesów
Procesy usługowe	Platformy, ekonomia współdzielenia	Procesy usługowe w coraz większym stopniu przenoszone są na platformy, do których dostęp mają klienci, dostawcy i partnerzy przedsiębiorstwa. Nawet jeśli usługi realizowane są w sposób fizyczny, to ich organizacja przebiega w sposób zdigitalizowany. Obecność pracownika sprawdzana jest elektronicznie, a zakres realizowanych zadań jest zlecany i kontrolowany za pomocą aplikacji. Wysoka jakość zapewniana jest dzięki wybieraniu dostawców z najlepszą pozycją na platformach (poprzez system opinii i rankingów). Dostęp do najlepszych zamówień otrzymują tylko ci najwyżej oceniani. Procesy usługowe są otwarte, angażują nie tylko zasoby przedsiębiorstwa, ale i systemy partnerów. Usługi świadczone są w modelu <i>as a Service</i> , co pozwala na udostępnianie unikatowych zasobów i kompetencji dla rozproszonych klientów, jednocześnie personalizując usługę według ich oczekiwań. Najbardziej wysokomarżowe usługi opierają się na współdzieleniu wiedzy oraz specjalistycznych aktywnościach wykonywanych na rzecz przemysłu.

Proces transformacji	Czynnik oddziaływania Przemysłu 4.0	Opis oddziaływania
Procesy logistyczne	Autonomiczne pojazdy, drony, kanały elektroniczne, inteligentne magazynowanie i dystrybucja, Inteligentne systemy logistyczne	Procesy logistyczne są jednym z pierwszych obszarów, który podlegał przeobrażeniom technologicznym już w warunkach trzeciej rewolucji cyfrowej. Przeniesienie kanałów dystrybucji do Internetu oraz prognozowanie zapotrzebowania na materiały w systemie <i>just-in-time</i> stanowiło wstęp do stworzenia systemów inteligentnego magazynowania i dystrybucji. Inteligentne półki, systemy automatycznie wysyłające produkty, magazyny wyposażone w sensory i rozbudowana nawigacja z geolokalizacją pozwalają ograniczyć udział człowieka w procesach logistycznych oraz polepszyć ich jakość. Operacje logistyczne, szczególnie na zamkniętych powierzchniach, np. w portach czy lotniskach realizowane są bez udziału człowieka z wykorzystaniem autonomicznych pojazdów i dronów. Prognozowanie podaży i popytu realizowane jest przez otwarte systemy platform zakupowo-dystrybucyjnych, wspieranych przez uczenie maszynowe
Procesy kontrolne	<i>Big data</i> , IA, ML, <i>blockchain</i>	W środowisku w pełni zautomatyzowanym pojęcie kontroli nabiera nowego sensu, ponieważ wykracza poza sprawdzanie zgodności wykonania z planem. Praktycznie w każdym obszarze przedsiębiorstwa plany powstają w sposób elektroniczny bez udziału człowieka lub z jego znikomym zaangażowaniem. Podobnie wykonanie planów weryfikowane jest w sposób automatyczny. Analizy typu <i>big data</i> oraz sztuczna inteligencja pozwalają wnioskować na temat powodów odchyłań. Natomiast <i>blockchain</i> stwarza możliwości zarządzania ryzykiem, które wcześniej nie były dostępne. Algorytmy tego typu są szczególnie użyteczne w kontekście transakcji zagranicznych i weryfikacji tożsamości elektronicznej podmiotów. Nawet jeśli przedsiębiorstwo nie jest jeszcze gotowe do wdrożenia mechanizmów kontroli opartych na wymienionych mechanizmach, powinno mieć wiedzę o nich i uwzględniać korzyści płynące z tych systemów w perspektywie dalszego rozwoju

Źródło: opracowanie własne.

W warunkach czwartej rewolucji przemysłowej nagradzane są śmiało innowacyjne przedsięwzięcia. Wiążą się one jednak z dużą niepewnością, a ich realizacja jest obciążona dużą liczbą błędów. Według raportów The Standish Group w okresie ostatnich 20 lat ok. 60–70% projektów informatycznych zakończyło się porażką albo nie osiągnęło wyznaczonych celów i/lub przekroczyło wyznaczony harmonogram czy budżet<sup>17</sup>. Koncentracja strategii przedsiębiorstwa na tego typu przedsięwzięciach jest więc bardzo ryzykowna. System operacyjny przedsiębiorstwa musi uwzględniać nowe możliwości działania przy jednoczesnym zachowaniu stabilnych i sprawdzonych do tej pory źródeł zasilania elementami wejścia, tak aby nie zaburzyć prowadzonych w przedsiębiorstwie procesów transformacji. Procesy te są podstawą budowy produktów i usług, a więc decydują

<sup>17</sup> The Standish Group Report, *Chaos Report*, 1995, [https://www.standishgroup.com/sample\\_research\\_files/chaos\\_report\\_1994.pdf](https://www.standishgroup.com/sample_research_files/chaos_report_1994.pdf) (dostęp: 1.12.2019).

o przychodach i ich naruszenie może prowadzić do utraty płynności. Podanie na wejściu kategorii, do których procesy nie są przystosowane, może dodatkowo prowadzić do utraty stabilności działania. W tabeli 4.5 zestawiony został wpływ czynników otoczenia z zakresu Przemysłu 4.0 na procesy transformacji realizowane w przedsiębiorstwie.

Biorąc pod uwagę dane przedstawione w tabeli 4.5.4, można dojść do wniosku, że największy wpływ na produkty i usługi mają technologie cyfrowe, które pozwalają łączyć wiele różnych przedmiotów i aktywności w rozbudowane systemy. Klient, kupując produkt lub usługę, zyskuje dostęp do rozwiązania zespalającego tradycyjną formę produktową lub usługową z systemem opartym na współdzieleniu wiedzy i przetwarzaniu danych. Klient nie tyle nabywa jakieś dobro na własność, co staje się ogniwem pewnego rozproszonego łańcucha zależności. Nawet w tradycyjnych sektorach realizacja usługi opiera się na nowoczesnych technologiach i współdzieleniu informacji. Rozwiązania te, choć obecnie jeszcze w mniejszości, już kształtują zapotrzebowanie rynku i popyt. Nawet jeśli klienci nie stosują obecnie danego rozwiązania, to chcą nabyć produkt, który jest kompatybilny z innymi produktami, a jego funkcjonalność może być rozbudowywana w przyszłości.

Podsumowując rozważania zaprezentowane w tej części artykułu, można stwierdzić, że technologia stwarza olbrzymie możliwości rozwojowe przedsiębiorstwom. Istotna pozostaje jednak weryfikacja, czy rzeczywiście przedsiębiorstwa w praktyce korzystają z rozwiązań charakterystycznych dla Przemysłu 4.0.

W tabeli 4.5.4 zestawiono wpływ czynników z zakresu Przemysłu 4.0 na wyjścia systemu operacyjnego przedsiębiorstwa.

**Tabela 4.5.4.**

Wpływ czynników otoczenia z zakresu Przemysłu 4.0 na wyjścia systemu operacyjnego przedsiębiorstwa

Elementy wyjścia	Czynnik oddziaływania Przemysłu 4.0	Opis oddziaływania
Produkty	Produkty rozszerzone o wymianę danych ( <i>data-enhanced products</i> ), IoT, rozszerzona rzeczywistość, cyberbezpieczeństwo	Produkty charakterystyczne dla Przemysłu 4.0 wyposażone są w moduły transmisji danych. Stanowią one urządzenia końcowe, umożliwiające dostęp do różnych systemów. Systemy te złożone są z aplikacji udostępnionej w modelu SaaS, infrastruktury oraz urządzeń końcowych. Przykładem takich systemów są rozwiązania z obszaru inteligentnych domów ( <i>smart home</i> ), inteligentnych budynków ( <i>smart buildings</i> ), inteligentnych miast ( <i>smart cities</i> ). Ważnym aspektem tworzenia tego typu systemów jest zapewnienie bezpieczeństwa informatycznego, szczególnie bezpieczeństwa danych. W przypadku rozszerzonej rzeczywistości, która praktycznie zaciera granicę między systemem technologicznym a światem realnym, można wykreować wiele niebezpiecznych zdarzeń. Produkt przestał być zatem odosobnionym bytem i stał się elementem większej całości, co stwarza dla przedsiębiorstwa nowe wyzwania między nabywcą a realizatorem

Elementy wyjścia	Czynnik oddziaływania Przemysłu 4.0	Opis oddziaływania
Usługi	Usługi profesjonalne dla przemysłu, modele usługowe typu <i>as a Service</i> , platformy	Główną grupą usług charakterystycznych dla Przemysłu 4.0 są usługi profesjonalne dedykowane dla przemysłu. Dotyczą outsourcingu procesów, dostarczania wykwalifikowanego personelu oraz realizacji projektów. Na rynku masowym aplikacje i infrastruktura dostarczane są na zasadzie <i>Software as a Service</i> czy <i>Infrastructure as a Service</i> . W samej konstrukcji usług nawet w branżach tradycyjnych, takich jak usługi sprzątnięcia, ochrony czy obsługi klienta, sposób świadczenia usługi przebiega z wykorzystaniem rozmaitych rozwiązań informatycznych. Wykorzystywane są systemy zarządzania zadaniami ( <i>Tasks Management Systems</i> ), rejestracji obecności pracownika, geolokalizacji czy stosowane byty zastępujące konieczność kontaktu z człowiekiem. W związku z dużym wysyceniem usług przez technologię należy określić, do jakiego poziomu usługa może być wykonywana automatycznie. Całkowita rezygnacja z udziału człowieka może zniechęcić potencjalnego klienta do zamówienia usługi, np. przez ewentualne problemy komunikacyjne
Odpady	Materiały biodegradowalne, <i>zero-waste</i> , nurty eko	Dążenie do wykorzystywania materiałów biodegradowalnych jest coraz ważniejszym zjawiskiem. Prowadzi się politykę ograniczania ilości odpadów oraz ponownego wykorzystania całych produktów lub ich elementów. Powstają liczne systemy i aplikacje wspierające ograniczenie odpadów poprzez rezygnację z zakupu produktów na rzecz ich wymiany, napraw już istniejących lub rewitalizacji. Szczególnie ważną rolę odgrywają tutaj platformy. Ustanowienie właściwej polityki gospodarowania odpadami, odbioru wadliwych lub zużytych produktów może się przyczynić do wytworzenia pozytywnego wizerunku przedsiębiorstwa i ograniczenia kosztów

Źródło: opracowanie własne.

## Oddziaływanie czynników Przemysłu 4.0 na system operacyjny przedsiębiorstwa – wyniki badań empirycznych

W przedsiębiorstwie usługowym, które jest jednym z największych dostawców usług outsourcingowych dla przemysłu w Polsce, zrealizowano badania o charakterze wstępnym mające na celu zdiagnozowanie gotowości spółek grupy do doskonalenia swojej działalności operacyjnej pod kątem oddziaływania trendów wynikających z Przemysłu 4.0. Badanie zostało zrealizowane od października do listopada 2019 r. i wzięło w nim udział 234 respondentów z 39 spółek grupy.

Wśród ankietowanych jedynie 32% respondentów znało pojęcie czwartej rewolucji przemysłowej lub Przemysłu 4.0. Większość z badanych kojarzyło to pojęcie z nowymi technologiami oraz udoskonalaniem procesów wewnętrznych przedsiębiorstwa poprzez cyfryzację. Ponad 50% ankietowanych w 2019 r. uczestniczyło lub uczestniczy w projektach ukierunkowanych na automatyzację procesów oraz digitalizację obiegu dokumentów.

Jeśli chodzi o znajomość trendów związanych z Przemysłem 4.0, jedynie 16% badanych potrafiło je wskazać z wymienionej listy, a 6% umiało wyjaśnić ich znaczenie. Jedynie 2% badanych wiedziało, co to jest IoT, a 3% znało pojęcia *big data* i uczenia maszynowego. Jednocześnie duża część respondentów (23%) zaangażowana była w projekty ukierunkowane na robotyzację.

Należy przy tym podkreślić, że ankietowani mianem robotów określali nie tylko profesjonalne maszyny, lecz również proste skrypty zastępujące pracę człowieka, np. programy imitujące wprowadzanie danych do systemu.

Śród badanych 89% uznało, że cyfryzacja jest jednym z największych wyzwań stojących obecnie przed organizacją.

Dodatkowo znacząca większość badanych – 43% wskazało na niską gotowość organizacji do implementowania rozwiązań cyfrowych, a 20% diagnozowało umiarkowaną zdolność do wprowadzania tych rozwiązań, 10% uznało, że przedsiębiorstwo jest gotowe do cyfryzacji, a 7% wskazywało, że cyfryzacja organizacji jest kompletnie niemożliwa.

Główne problemy z wdrażaniem rozwiązań cyfrowych respondenci upatrują w niskiej umiejętności prowadzenia projektów – 29%, niewystarczającej wiedzy na temat technologii – 28%, braku wykwalifikowanego personelu – 21%, braku kompetencji i umiejętności – 19%, braku zaangażowania w działania wykraczające poza tradycyjne aktywności – 14%, niesprzyjającej kulturze organizacyjnej – 3%.

Jeśli chodzi o planowanie strategii na lata 2020–2025, większość badanych koncentruje się na inicjatywach związanych z cyfryzacją i automatyzacją. Strategia ta znajduje również odzwierciedlenie w planowanych na 2020 rok działaniach operacyjnych. Do najważniejszych z nich należą: 52% – zakup oprogramowania, 31% – wdrożenie systemów do zarządzania zadaniami i pracą, 22% – wdrożenie systemów umożliwiających digitalizację procesów, 12% – rozwój kompetencji cyfrowych, 6% – tworzenie aplikacji, 3% – budowa platform.

Na pytanie o aktywności, które podejmuje przedsiębiorstwo w celu dostosowania się do uwarunkowań Przemysłu 4.0, wskazano: realizację projektów IT – 29%, budowanie programów rozwoju kompetencji cyfrowych – 12%, szkolenie z narzędzi informatycznych i obsługi urządzeń – 11%, udział w warsztatach strategicznych na temat formułowania inicjatyw strategicznych z obszaru cyfryzacji – 9%, utworzenie w grupie spółki do rozwoju aplikacji własnych – 2%. Duża część, bo ok. 36% badanych, określiła, że firma nie podejmuje żadnych aktywności tego typu.

Respondenci ponadto postrzegają własne produkty i usługi jako tradycyjne, z niewielką możliwością zastosowania w ich obrębie rozwiązań technologicznych – 42%. Jednocześnie ankietowani wskazują, że niektóre spółki grupy działają w sposób wyspecjalizowany, świadcząc profesjonalne, zaawansowane technologicznie usługi – 11%.



Przeprowadzone badania wskazują na fazę wstępną transformacji przedsiębiorstwa. Kierownictwo zauważa zmieniające się otoczenie oraz jego oddziaływanie, jakkolwiek plan reakcji na ten stan rzeczy nie jest jeszcze jasny. W przedsiębiorstwie istnieje przeświadczenie o niewielkiej wiedzy i niskich kompetencjach związanych z wdrażaniem nowych technologii. Duża część personelu nie potrafi wskazać głównych trendów technologicznych. Jednocześnie duża część menedżerów zaangażowana jest w rozproszone przedsięwzięcia ukierunkowane na digitalizację i robotyzację. Stwarza to dobrą perspektywę dla dalszego rozwoju przedsiębiorstwa.

Wyniki przeprowadzonych badań zaprezentowano podczas warsztatów strategicznych w grudniu 2019 r., których celem było opracowanie inicjatyw strategicznych ukierunkowanych na rozwój przedsiębiorstwa w latach 2020–2025. Na podstawie wywiadu z członkami zarządu uzyskano informację, że głównym rezultatem przeprowadzonych warsztatów było sformułowanie następujących celów strategicznych: automatyzacja głównych procesów usługowych, zwiększenie udziału usług cyfrowych w ofercie oraz pogłębianie kompetencji cyfrowych, jak również zwiększanie kapitału intelektualnego przy jednoczesnym obniżaniu kapitału zaangażowanego. W kolejnym kroku nowe cele strategiczne mają być zoperacjonalizowane poprzez sformułowanie inicjatyw operacyjnych, koniecznych do realizacji w 2020 roku. W przedsiębiorstwie mają być dodatkowo uruchamiane programy ukierunkowane na realizację zmiany technologicznej. Programy zakładają powołanie agentów zmiany cyfrowej oraz rozbudowane szkolenia z zakresu technologii dla kierownictwa i pracowników liniowych.

## Podsumowanie i wnioski

Celem opracowania było scharakteryzowanie wpływu czynników związanych z czwartą rewolucją przemysłową na system operacyjny przedsiębiorstwa oraz próba odpowiedzi na pytanie, w jaki sposób przedsiębiorstwa przygotowują się do transformacji własnej organizacji w związku z nowymi uwarunkowaniami otoczenia.

Pierwszy cel został zrealizowany poprzez zaprezentowanie wyników analizy literaturowej, precyzującej główne czynniki oddziałujące na przedsiębiorstwo w różnych obszarach organizacji. Dodatkowo omówiony został system operacyjny przedsiębiorstwa i scharakteryzowane jego główne elementy. Następnie wskazano, w jaki sposób na poszczególne elementy systemu operacyjnego oddziałują czynniki charakterystyczne dla czwartej rewolucji przemysłowej.

Do realizacji drugiego celu wykorzystano rezultaty badań empirycznych przeprowadzonych w przedsiębiorstwie usługowym funkcjonującym w formie grupy kapitałowej. Na podstawie wyników badań udało się ocenić stan zaawansowania przedsiębiorstwa

w transformacji własnej organizacji, jak również określono główne kierunki podejmowanych działań.

Na podstawie przeprowadzonych analiz sformułowano następujące wnioski:

- czynniki związane z uwarunkowaniami Czwartej rewolucji przemysłowej oddziałują na przedsiębiorstwo wielopłaszczyznowo,
- wszystkie elementy systemu operacyjnego przedsiębiorstwa znajdują się w obszarze oddziaływania trendów Przemysłu 4.0,
- dostosowywanie systemu operacyjnego przedsiębiorstwa jest procesem wieloetapowym, którego kształt zależy od charakterystyki prowadzonej działalności,
- dominującą aktywnością podejmowaną przez przedsiębiorstwa w procesie transformacji jest cyfryzacja i automatyzacja procesów,
- w przedsiębiorstwach brakuje wiedzy na temat nowoczesnych technologii oraz umiejętności ich wdrażania. Jednocześnie podejmowane są liczne rozproszone inicjatywy ukierunkowane na digitalizację.

Znaczącym ograniczeniem zrealizowanych badań była możliwość przeprowadzenia ich w zamkniętej grupie podmiotów, związanych kapitałowo lub personalnie z główną spółką grupy. W związku z tym nie zostały zachowane warunki reprezentatywności, a prezentowane wyniki można traktować jedynie jako przedstawienie pewnych charakterystycznych zjawisk.

Pogłębianie badań ukierunkowanych na poszukiwanie sposobów transformacji przedsiębiorstw w warunkach czwartej rewolucji przemysłowej stanowi ciekawy temat badawczy zarówno pod względem naukowym, jak i praktycznym.

## Bibliografia

- Breton E., Bezivin J., *Model Driven Process Engineering*, 25th Annual International Computer Software and Applications Conference, COMPSAC 2001, Chicago, IL, USA, 2001, s. 225–230.
- Cimini C., Pezzotta G., Pinto R., Cavalieri S., *Industry 4.0 Technologies Impacts in the Manufacturing and Supply Chain Landscape: An Overview*, w: *Service Orientation in Holonic and Multi-Agent Manufacturing*, T. Borangiu, D. Trentesaux, A. Thomas, S. Cavalieri (eds.), "SOHOMA Studies in Computational Intelligence" 2018, vol 803, Springer, Cham.
- Czyżewski A., Grzegorzczak W., Bodnari E., Krzemiński D., *Raport Gospodarka 4.0. Czas zmian dla Biznesu*, PKN Orlen, Warszawa 2017.
- Durlik I., *Restrukturyzacja procesów gospodarczych*, Placet, Warszawa 1998.
- Evans J.R., Anderson D.R., Sweeney D.J., Williams T.A., *Applied Production and Operations Management*, West Publishing Company, St. Paul 1997.
- <https://www.mpit.gov.pl/strony/aktualnosci/kszaltowanie-potencjalu-rynek-dla-przemyslu-40-w-polsce/2018> (dostęp: 1.12.2019).

- <https://www.plattform40.de/140/Navigation/EN/ThePlatform/PlattformIndustrie40/plattform-industrie-40.html> (dostęp: 10.11.2018).
- Jasińska K., Jasiński B., *A Corporate Communication in the Fourth Industrial Revolution. Case Study of ICT Communication Platform in a German Automotive Factor in Poland*, 32nd IBIMA Conference, 15–16 November 2018, Seville, Spain.
- Kasprzak T. (red.), *Modele referencyjne w zarządzaniu procesami biznesu*, Difin, Warszawa 2005.
- Lasi H., Fettke P., Kemper H.-G., Feld T., Hoffmann M., *Industry 4.0*, “Business Information System Engineering” 2014, no. 6, s. 239–242.
- Manhwa L., JinHyo J.Y., Pyka A., DongKyu W., Kodama F., Schiuma G., HangSik P., Jeonghwan J., KyungBae P., KwangHo J., Min-Ren Y., SamYoul L., Xiaofei Z., *How to Respond to the Fourth Industrial Revolution, or the Second Information Technology Revolution?*, “Journal of Open Innovation: Technology, Market, Complexity” 2018, vol. 4, no. 3.
- Murdoch R., Johnson P., *Digital Trust in the IoT Era*, The Accenture Digital Customer Survey for Communication, 2015, <https://www.accenture.com> (dostęp: 10.11.2018).
- PwC, *Global Digital IQ Survey*, 2015 (dostęp: 10.11.2018).
- PwC, *Global Digital 4.0 Survey*, 2016 (dostęp: 10.11.2018).
- PwC, *Global Digital IQ Survey*, 2017 (dostęp: 10.11.2018).
- Sanders A., Elangeswaran C., Wulfsberg J., *Industry 4.0 Implies Lean Manufacturing: Research Activities in Industry 4.0 Function as Enablers for Lean Manufacturing*, “Journal of Industrial Engineering and Management” 2016, vol. 9, no. 3, p. 811–833.
- Schwab K., *The Fourth Industrial Revolution*, Crown Business, New York 2017.
- Spałek S., *Zarządzanie projektami w erze przemysłu 4.0*, „Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa” 2017, nr 9, s. 106–112.
- The Standish Group Report, *Chaos Report 1995*, [https://www.standishgroup.com/sample\\_research\\_files/chaos\\_report\\_1994.pdf](https://www.standishgroup.com/sample_research_files/chaos_report_1994.pdf)
- The Standish Group Report, *Chaos Report 2015*, [https://www.standishgroup.com/sample\\_research\\_files/CHAOSReport2015-Final.pdf](https://www.standishgroup.com/sample_research_files/CHAOSReport2015-Final.pdf)
- World Economic Forum, *Deep Shift-Technology Tipping Points and Societa Impact*, Global Agenda Council on the Future of Software and Society, World Economic Forum, September 2015.
- Weller C., Kleer R., Piller F.T., *Economic Implications of 3D Printing: Market Structure Models in Light of Additive Manufacturing Revisited*, „Int.J. Prod. Econ.” 2015, no. 164, s. 43–56, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.02.020>
- Weyer S., Schmitt M., Ohmer M., Gorecky D., *Towards Industry 4.0 – Standardization as the Crucial Challenge for Highly Modular, Multi-vendor Production Systems*, “IFAC PapersOnline” 2015, no. 48, s. 579–584.
- Woźniak J., Budzik G., Zimon D., *Industry 4.0 – identyfikacja technologii, które zmieniły przemysł oraz ich znaczenie w zarządzaniu logistycznym*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie” 2018, t. 19, z. 5, cz. 3, s. 359–437.
- Yin Y., S-f. Qin., *A Smart Performance Measurement Approach for Collaborative Designing Industry 4.0*, “Advances in Mechanical Engineering” 2019, vol. 11, no. 1, s. 1–1523.
- Zezulka F., Macron P., Vesely I., Sajdl O., *Industry 4.0 – A Introduction into Phenomenon*, International Federation of Automatic Control, “Elsevier Paper Online” 2016, vol. 49, no. 25, s. 8–12.