



PROF. KATARZYNA ŚLEDZIEWSKA
DELab UW, Faculty of Economic Sciences



PROF. RENATA WŁOCH
DELab UW, Faculty of Sociology

Polskie MŚP na drodze do Przemysłu 4.0: szanse, wyzwania, bariery

Po ponad dekadzie obecności koncepcji Przemysłu 4.0 w debacie publicznej i akademickiej panuje dość powszechna zgoda co do istnienia przeważającej liczby argumentów za rozwojem w tym właśnie kierunku. Przemysł 4.0 daje szansę na lepszą efektywność operacyjną czy poprawę monitorowania produkcji i, co ważniejsze, wspomaga transformację ról związaną ze zmianą w zakresie obciążenia pracą. Warto jednak pamiętać o tym, że przeprowadzenie cyfrowej transformacji w sektorze produkcyjnym wymaga znacznych zasobów technicznych, infrastrukturalnych, ludzkich, a także wykorzystania nowej wiedzy, przebudowy kompetencji oraz wprowadzenia szerokich zmian organizacyjnych i procesowych. Jakie są optymalne ścieżki wdrażania Przemysłu 4.0 w małych i średnich przedsiębiorstwach? Na czym polega modułowe podejście do zmian cyfrowych? Jakie są najważniejsze wyzwania i bariery do pokonania?

Tekst powstał w oparciu o raport: „Doświadczenia krajowych przedsiębiorstw w urzeczywistnianiu wizji Przemysłu 4.0 Analiza danych oraz scenariusze wdrożeń”¹.

¹ Raport: „Doświadczenia krajowych przedsiębiorstw w urzeczywistnianiu wizji Przemysłu 4.0 Analiza danych oraz scenariusze wdrożeń”, WIB PAB 11/2023, przygotowany na zlecenie WIB, <https://pabwib.pl/produkt/doswiadczenia-krajowych-przedsiębiorstw-w-urzeczywistnianiu-wizji-przemyslu-4-0-analiza-danych-ora-scenariuszy-wdrozen/> [dostęp online].

Czym jest Przemysł 4.0?

Przemysł 4.0 można najkrócej rozumieć jako włączenie technologii informacyjno-komunikacyjnych w rozwój przemysłu. Wiąże się on z wdrażaniem takich rozwiązań, jak: rzeczywistość rozszerzona i wirtualna; automatyka i roboty przemysłowe; *blockchain*; dane i przetwarzanie danych w chmurze, a także analiza ich dużych zbiorów; bezpieczeństwo cybernetyczne; cyberfizyczne systemy produkcyjne; internet usług; internet ludzi; przemysłowy internet rzeczy oraz symulacja i modelowanie (cyfrowy bliźniak)². Najnowsze perspektywy podkreślają, że transformacja cyfrowa opiera się na wdrażaniu technologii datafikacji³, które pozwalają w szczególności na wydobywanie wartości z bogatych źródeł danych o procesach wewnętrznych firmy i środowisku zewnętrznym przy użyciu algorytmów sztucznej inteligencji. Co ważne, ich wprowadzenie ma przynieść wzrost konkurencyjności, efektywności, większej elastyczności, doskonalenia organizacyjnego, lepszego podejmowania decyzji⁴ oraz zdolności adaptacyjnych firm wchodzących na ścieżkę transformacji cyfrowej. Dla firm pełniących rolę dostawców kluczowa jest także integracja z łańcuchem wartości oraz konkurencyjność, wynikająca z przyjęcia

powszechnie akceptowanych światowych standardów⁵.

Wdrażanie technologii cyfrowych stało się imperatywem biznesowym, oznaką postępowości firmy i podstawą tworzenia nowych modeli biznesowych. Istnieje również zgoda co do tego, że tempo i poziom wcielenia technologii Przemysłu 4.0 oraz wdrażanie zasad, takich jak: decentralizacja, modułowość i personalizacja produktów⁶ wpływają na sposób, w jaki firmy dostarczają i tworzą odpowiednie wartości⁷. Wielu badaczy zauważa również, że: „Przemysł 4.0 (I4.0) jest coraz częściej przedstawiany jako nowy paradygmat poprawy produktywności, zapewnienia wzrostu gospodarczego i zagwarantowania zrównoważonego rozwoju przedsiębiorstw produkcyjnych”⁸.

Polskie MŚP w kontekście globalnych łańcuchów wartości

Pozycja firmy w łańcuchu wartości dodanej może mieć istotny wpływ na jej dojrzałość cyfrową. Firmy zlokalizowane na początku łańcucha wartości charakteryzują się zazwyczaj niższymi marżami zysku, co może skutkować

2 M. Ghobakhloo, M. Iranmanesh, *Digital transformation success under Industry 4.0: A strategic guideline for manufacturing SMEs*, „Journal of Manufacturing Technology Management” 2021, nr 32(8), s. 1533-1556, <https://doi.org/10.1108/JMTM-11-2020-0455> [dostęp online].

3 K. Śledziwska, R. Włoch, *The economics of digital transformation: The disruption of markets, production, consumption and work*, Routledge 2021.

4 D. Horváth, R.Zs. Szabó, *Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities?*, „Technological Forecasting and Social Change” 2019, nr 146, s. 119-132, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.05.021> [dostęp online].

5 N.A. Da Silva, J.L. Abreu, C. Orsolin Klingenberg, J.A.V. Antunes Junior, D.P. Lacerda, *Industry 4.0 and micro and small enterprises: Systematic literature review and analysis*, „Production & Manufacturing Research” 2022, nr 10(1), s. 696-726, <https://doi.org/10.1080/21693277.2022.2124466> [dostęp online].

6 M. Ghobakhloo, M. Iranmanesh, dz. cyt.

7 F. Nwaiwu, M. Duduci, F. Chromjakova, C.-A.F. Otekhile, *Industry 4.0 concepts within the Czech SME manufacturing sector: An empirical assessment of critical success factors*, „Business: Theory and Practice” 2020, nr 21(1), s. 58-70, <https://doi.org/10.3846/btp.2020.10712> [dostęp online].

8 S. Abdounour, C. Baril, G. Abdounour, S. Gamache, *Implementation of Industry 4.0 Principles and Tools: Simulation and Case Study in a Manufacturing SME*, „Sustainability” 2022, nr 14(10), s. 6336, <https://doi.org/10.3390/su14106336> [dostęp online].

zmniejszoną skłonnością do inwestowania w innowacje cyfrowe. Firmy znajdujące się bliżej źródła innowacji technologicznych często szybciej adaptują nowe rozwiązania cyfrowe, co przekłada się na wyższą dojrzałość cyfrową. Natomiast podmioty działające w mniej dynamicznych sektorach łańcucha wartości mogą napotykać większe bariery we wdrażaniu cyfrowych innowacji, co opóźnia ich transformację cyfrową.

Tymczasem Polskie MŚP są zintegrowane z globalnymi łańcuchami wartości (GVC — *Global Value Chain*) i często zajmują średnie pozycje wyższego szczebla w łańcuchu wartości. Zarówno projektowanie, jak i sprzedaż finalnego produktu często odbywają się poza granicami Polski. Rzadko zdarza się, aby cały cykl produkcyjny był realizowany przez polskie firmy w oparciu o polskie innowacje technologiczne.

Polskie MŚP dostosowują się do specyficznych potrzeb klientów biznesowych, wprowadzając wybrane funkcje systemów cyfrowych, np. fakturowanie elektroniczne, bez wprowadzania bardziej zaawansowanych zmian proceduralnych czy organizacyjnych. Dodatkowo, pozycja polskich przedsiębiorstw przemysłowych w międzynarodowych łańcuchach wartości w dużej mierze determinuje charakter ich produkcji, która opiera się na małych partiach produktów wytwarzanych w krótkich odstępach czasu. Taka sytuacja ma swoje zalety. Koncentracja na krótkich seriach pozwala polskim małym i średnim przedsiębiorstwom szybciej reagować na potrzeby klientów i precyzyjnie dostosowywać swoją produkcję (np. wytwarzać

określone części zamienne na podstawie dostarczonych przez klienta projektów). Ta elastyczność jest podstawą przewagi konkurencyjnej polskich MŚP, a ponieważ są one nastawione na częste zmiany, mogą szybciej reagować na spadający popyt, redukując potencjalne straty. Dodatkowo, dywersyfikacja produkcji skierowana do wielu klientów pomaga również ograniczyć ryzyko. Jednakże produkcja krótkoseryjna stawia też duże wymagania — zarządzanie nią musi być dynamiczne — trafnie odczytujące i sprawnie

Koncentracja na produkcji krótkoseryjnej pozwala polskim małym i średnim przedsiębiorstwom szybciej reagować na potrzeby klientów i precyzyjnie dostosowywać swoją produkcję. Ta elastyczność jest podstawą ich przewagi konkurencyjnej, ponieważ mogą szybciej reagować na spadający popyt, redukując potencjalne straty.

reagujące na sygnały rynkowe⁹. Kluczową rolę w tym procesie odgrywają rodzimi dostawcy technologii, dostosowując swoją ofertę do potrzeb mniejszych przedsiębiorstw. Z pomocą przychodzą tutaj systemy MES (*Manufacturing Execution Systems*), wspierające zarządzanie szybko zmieniającymi się partiami produkcyjnymi oraz wspomagające planowanie zmiennego zapotrzebowania na materiały lub półprodukty.

⁹ To wyjaśnia, dlaczego polskie MŚP szybko wdrażają systemy zarządzania, co potwierdzają zarówno dane Eurostatu, jak i nasze wywiady jakościowe.

Jednocześnie produkcja krótkoseryjna, wynikająca w dużej mierze z pozycji polskich firm w GVC, stwarza wyzwania w zakresie wdrażania transformacji cyfrowej. Procesy produkcyjne podlegają ciągłym zmianom, a koszt i czas zmian urządzenia pomiędzy partiami produkcyjnymi zmniejszają wydajność. Proces wymaga też większego nakładu pracy, która często odbywa się w trudnych, a nawet niebezpiecznych warunkach. Co więcej, krótkie serie produkcyjne sprawiają, że nie każda firma przeprowadzająca transformację cyfrową doświadcza wzrostu efektywności. Dotyczy to szczególnie tych firm, które produkują krótkie serie wysoce spersonalizowanych produktów. Wiele z nich uważa, że bardziej opłacalne jest korzystanie z parku maszynowego zewnętrznych wykonawców. Jednocześnie dla średnich przedsiębiorstw o bardziej złożonych procesach produkcyjnych coraz ważniejsze staje się wprowadzenie systemów ERP i MES.

Niedobór pracowników motywacją do zmian?

Głównym wyzwaniem stojącym obecnie przed polskimi firmami jest zużycie się modelu rozwoju opartego na konkurencyjności, wynikającej ze stosunkowo niskich wynagrodzeń. W Polsce zatrudnienie w produkcji jest dość wysokie (choć od 2010 roku spada) i opiera się przede wszystkim na osobach w wieku od 40 do 64 lat (55%), co stanowi relatywnie niższy odsetek w porównaniu ze średnią unijną. Od 2014 roku płace rosną szybciej niż zatrudnienie. Tempo wzrostu jest wyższe niż w pozostałych krajach regionu, co oznacza, że Polska traci swoją

przewagę (pracochłonna produkcja oparta na relatywnie niskich kosztach produkcji), na której zbudowała swoją konkurencyjność.

Transformacja cyfrowa w przemyśle zazwyczaj nie prowadzi do zwolnienia pracowników – zamiast tego powoduje restrukturyzację zatrudnienia w danym zakładzie produkcyjnym. Pracownicy są przenoszeni na stanowiska mniej „brudne, trudne i niebezpieczne”, gdzie mają za zadanie nadzorować maszyny i systemy. W taki sposób podnoszą swoje kwalifikacje, dostosowując je do zmieniających się wymagań rynku.

Powiązany wyzwaniem są rosnące aspiracje społeczne młodych pracowników wchodzących na rynek pracy, które skutecznie zniechęcają ich do podejmowania zawodów powtarzalnych, wymagających nadmiernego wysiłku fizycznego, w trudnych i szkodliwych dla zdrowia warunkach (takich jak hałas i zanieczyszczenie powietrza). Młodzi pracownicy są również szczególnie niechętni do pracy zmianowej. Wysoka rotacja pracowników w przemyśle wynika także częściowo z niechęci do wykonywania pracy uznawanej za niezadowalającą z punktu widzenia rozwoju zawodowego i osobistego. Niektóre przedsiębiorstwa przemysłowe otwarcie przyznają, że motywacją do zastępowania pracy ludzkiej maszynami w niektórych obszarach swojej działalności jest chęć zapewnienia większej stabilności operacyjnej. Z tej perspektywy cyfryzacja służy

zwiększeniu bezpieczeństwa i powtarzalności procesu produkcyjnego oraz uniezależnieniu się od zmiennej dostępności pracowników. Transformacja cyfrowa w przemyśle zazwyczaj nie prowadzi do zwolnienia pracowników — zamiast tego powoduje restrukturyzację zatrudnienia w danym zakładzie produkcyjnym. Osoby wykonujące powtarzalne i rutynowe zadania są przydzielane do innych ról, które mogą wymagać pewnego stopnia dostosowania umiejętności lub wzmocnienia kompetencji. Pracownicy są przenoszeni na stanowiska mniej „brudne, trudne i niebezpieczne”, gdzie mają za zadanie nadzorować maszyny i systemy (maszyna wykonuje polecenia, a człowiek staje się kierownikiem parku maszynowego).

Wdrożenie nowych technologii cyfrowych wymaga znacznego wysiłku organizacyjnego: usprawnienia lub zmiany procesów produkcyjnych, przeszkolenia siły roboczej, a czasem nawet zmiany strategii biznesowych. Jednak najważniejszym czynnikiem transformacji jest jakość kapitału ludzkiego: umiejętności pracowników, ich wiedza i chęć kierownictwa do przyjęcia zmian.

Taka restrukturyzacja zatrudnienia pozwala uniknąć utraty pracy na skutek automatyzacji oraz umożliwia ciągle podnoszenie kwalifikacji pracowników, dostosowując je do zmieniających się wymagań rynku. Wdrażanie nowych technologii staje się zatem korzyścią zarówno dla firm, jak i pracowników,

ponieważ stwarza nowe możliwości rozwoju zawodowego. Roboty i zautomatyzowane systemy przejmują zadania wymagające wysiłku fizycznego, wyczerpujące psychicznie lub szkodliwe dla zdrowia¹⁰. Dla większości badanych firm, cyfrowa transformacja procesów produkcyjnych, a także cyfryzacja procesów biznesowych to rozwiązania umożliwiające lepsze zarządzanie zasobami ludzkimi w dobie kryzysu demograficznego, co skutkuje zmniejszeniem puli pracowników na rynku pracy. Kluczowym czynnikiem powodzenia transformacji cyfrowej są jednak pracownicy posiadający umiejętności pozwalające na pracę w cyfryzujących się przedsiębiorstwach. Polskie firmy borykają się z niedoborami kadrowymi nie tylko w ujęciu bezwzględnym: szczególnie brakuje im pracowników, którzy dzięki odpowiednim kompetencjom cyfrowym i technicznym mogą aktywnie uczestniczyć w transformacji cyfrowej firmy.

Wdrożenie nowych technologii cyfrowych wymaga znacznego wysiłku organizacyjnego: usprawnienia lub zmiany procesów produkcyjnych, przeszkolenia siły roboczej, a czasem nawet zmiany strategii biznesowych. Jednak najważniejszym czynnikiem transformacji jest jakość kapitału ludzkiego: umiejętności pracowników, ich wiedza i chęć kierownictwa do przyjęcia zmian. Przedstawiciele firm przemysłowych i dostawców technologii podkreślają, że na ograniczoną dostępność odpowiednio

¹⁰ Jeden z naszych respondentów trafnie zauważył, że zwłaszcza robotyzacja sprawia, że praca w zakładach produkcyjnych jest bardziej „ludzka”. Według menadżera jednej z ankietowanych firm pracownicy szybko rozumieją, że priorytetem powinno być „pracowanie mądrzej, a nie ciężiej”, a cyfryzacja znacznie ułatwia takie podejście.

wykwalifikowanych pracowników wpływa także wieloletni kryzys szkolnictwa zawodowego i inżynierskiego, który dotknął polską edukację w okresie transformacji ustrojowej. Występuje także specyficzny niedobór umiejętności korzystania z danych, szczególnie w zakresie znaczenia wykorzystania

Dla polskich MŚP etykieta „Przemysł 4.0” często jest postrzegana jako ograniczenie, stając się swego rodzaju imperatywem – wzmaga w nich poczucie, że bez wprowadzenia systemów cyfrowych i robotyki/automatyzacji pozostaną w tyle. Należy przy tym pamiętać, że rozwój technologiczny często przybiera formę rozgałęzioną (kłączową) lub sieciową: rozwiązania, które można purystycznie uznać za charakterystyczne dla Przemysłu 3.0 – takie jak roboty – stają się impulsem do przeprowadzenia konkretnego segmentu procesu produkcyjnego, a co za tym idzie – całkowitej cyfryzacji.

ich dla działalności przedsiębiorstwa, obserwowany na różnych poziomach organizacyjnych. Dane Eurostatu pokazują niski poziom wdrożeń technologii Big Data w polskich firmach. Przedstawiciele firm technologicznych szczególnie zwracają uwagę na niewystarczającą wiedzę przedstawicieli kadry zarządzającej na temat przełożenia wykorzystania danych na generowanie wartości. Przekłada się to na brak działań

w zakresie opracowania strategii transformacji cyfrowej i budowania kultury organizacyjnej sprzyjającej wdrażaniu nowych technologii. Często spotyka się opór wobec zmian, szczególnie ze strony działów IT, jeśli w danej firmie są one odrębne. Ich pracownicy zazwyczaj koncentrują się na kwestiach cyberbezpieczeństwa i często brakuje im kompetencji w pracy z danymi i zrozumienia mechanizmów transformacji cyfrowej. Pracownicy pierwszej linii nierzadko opierają się zmianom, ponieważ nie rozumieją ich znaczenia i boją się ich wpływu na bezpieczeństwo pracy. Rolę „motorów zmian” pełnią inżynierowie, mechanicy i automatycy, którzy postrzegają zmiany jako szansę na awans zawodowy, a nowe rozwiązania jako instrumenty poprawy jakości pracy własnej i innych pracowników.

Modułowa transformacja cyfrowa

Przemysł 4.0 to niewątpliwie innowacyjny paradygmat produkcji oparty na technologiach cyfrowych, oznaczający kompleksową rewolucję technologiczną — czwartą rewolucję przemysłową. Jednak poza technologią, Przemysł 4.0 niesie ze sobą narrację kształtującą oczekiwania i postawy biznesowe. To nie tylko pakiet technologiczny; to wizja zautomatyzowanej, zintegrowanej i reagującej na rynek przyszłości. Narracja ta wpływa na to, jak firmy postrzegają swoje możliwości i jakich wyborów dokonują. W tym kontekście warto podkreślić, że koncepcja Przemysłu 4.0 nie jest neutralna ideologicznie¹¹. Jej narracja

11 S. Pfeiffer, *The Vision of „Industrie 4.0” in the Making — A Case of Future Told, Tamed, and Traded*, „NanoEthics” 2017, nr 11(1), s. 107-121, <https://doi.org/10.1007/s11569-016-0280-3> [dostęp online].

i implikacje są głęboko powiązane z szerszymi dyskursami społeczno-ekonomicznymi i politycznymi, potencjalnie wpływającymi nie tylko na wybory technologiczne, ale także na struktury organizacyjne i strategię biznesowe. Jest to ściśle powiązane z konkretną strategią rozwoju polityczno-gospodarczego, przyjętą

Transformacja modułowa szczególnie odpowiada sytuacji polskich małych i średnich przedsiębiorstw przemysłowych z powodu swojego stopniowego i ewolucyjnego charakteru. Pobudza ona impulsy innowacyjne na różnych poziomach organizacyjnych i odchodzi od koncepcji scentralizowanej standaryzacji systemów informatycznych. Dzięki temu firmy mogą podejmować indywidualne inicjatywy cyfrowe, które są łatwe w realizacji i przynoszą szybkie, widoczne korzyści.

kilka lat temu przez niemiecki rząd. Koncepcja ta szybko rozprzestrzeniła się w dyskursie biznesowym w Europie, zwłaszcza w krajach nordyckich. W swojej istocie zakłada, że mamy do czynienia z liniowym procesem rozwoju technologicznego i przemysłowego: aby wejść w fazę Przemysłu 4.0, należy przejść przez fazy 1.0, 2.0 i 3.0. Często koncepcja ta wykorzystywana jest w sposób wartościujący: firma, która nie jest w stanie osiągnąć poziomu charakterystycznego dla Przemysłu 4.0, postrzegana jest jako zacofana, niezdolna do wykorzystania szans rozwojowych

i ostatecznie skazana na eliminację z rynku¹². Można zaryzykować stwierdzenie, że sposób opisywania koncepcji Przemysłu 4.0 w mediach, firmach doradczych i instytucjach publicznych rzeczywiście może zniechęcić do wysiłków modernizacyjnych. Szczególnie dla małych i średnich firm wdrażanie nowych technologii cyfrowych jawi się jako proces kosztowny i czasochłonny, wymagający zaawansowanych umiejętności cyfrowych od pracowników produkcyjnych i kadry zarządzającej¹³. Często mają one trudności z tłumaczeniem abstrakcyjnych terminów, takich jak „cyfrowość”, „datafikacja”, „platformizacja”, „Przemysł 4.0” oraz z wykorzystaniem sztucznej inteligencji w codziennej praktyce produkcyjnej. Nie dostrzegają też konieczności radykalnego zreformowania procesów produkcyjnych i organizacji, które postrzegane są jako integralna część koncepcji „inteligentnej fabryki” i związanej z nią udanej transformacji cyfrowej.

Z perspektywy polskich przedsiębiorstw przemysłowych, zwłaszcza małych i średnich, etykieta „Przemysł 4.0” często jest postrzegana jako ograniczenie, stając się swego rodzaju imperatywem — wzmacnia w nich poczucie, że bez wprowadzenia systemów cyfrowych

12 C. Fuchs, *Industry 4.0: The Digital German Ideology*, „Triple C” 2018, nr 16(1).

13 S. Abdalnour, C. Baril, G. Abdalnour, S. Gamache, dz. cyt.; A. Amaral, P. Peças, *SMEs and Industry 4.0: Two case studies of digitalization for a smoother integration*, „Computers in Industry” 2021, nr 125, <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103333> [dostęp online]; N.A. Da Silva, J.L. Abreu, C. Orsolin Klingenberg, J.A.V. Antunes Junior, D.P. Lacerda, dz. cyt.; G. Orzes, E. Rauch, S. Bednar, R. Poklemba, *Industry 4.0 Implementation Barriers in Small and Medium Sized Enterprises: A Focus Group Study*, „2018 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)”, s. 1348-1352, <https://doi.org/10.1109/IEEM.2018.8607477> [dostęp online].

i robotyki/automatyzacji pozostaną w tyle. Nie jest to jednak powiązane ze strategicznym podejściem. W rezultacie wdrożenia często prowadzone są w sposób niesystematyczny i niezgodny ze strategią biznesową firmy, a gdy nie przynoszą szybkich i znaczących zysków, potęgują rezygnację przedsiębiorców. Paradoxem wdrożeń technologii cyfrowych jest często występujący wzrost jakości produktów, któremu towarzyszy spadek produktywności, co prowadzi z kolei do rozczarowania klientów, oczekujących szybkiego i wymiernego zwrotu z inwestycji. Należy przy tym pamiętać, że rozwój technologiczny często przybiera formę rozgałęzioną (kłączową) lub sieciową: rozwiązania, które można purystycznie uznać za charakterystyczne dla Przemysłu 3.0 — takie jak roboty — stają się impulsem do przeprowadzenia konkretnego segmentu procesu produkcyjnego, a co za tym idzie — całkowitej cyfryzacji całego procesu produkcyjnego.

Próbując sprostać wymogom transformacji cyfrowej, polskie przedsiębiorstwa przemysłowe zazwyczaj przyjmują selektywne lub modułowe podejście do zmian cyfrowych. Mimo włożenia imponującego wysiłku w ten proces, rzadko mogą pochwalić się wdrożeniem kompleksowych rozwiązań, wpisujących się w modelowy scenariusz funkcjonowania zakładu produkcyjnego w oparciu o inteligentną automatyzację.

Procesy cyfryzacji są często fragmentaryczne i ostrożnie wprowadzane w wybranych segmentach procesu produkcyjnego — jednak nawet wtedy stanowią one znaczący krok

w kierunku całkowitej transformacji cyfrowej. Polskie przedsiębiorstwa posiadają zazwyczaj ograniczony kapitał inwestycyjny, co wpływa na ich chęć eksperymentowania z nowymi technologiami i gotowość do ponoszenia kosztów związanych z ich wdrożeniem. Niewiele firm może sobie pozwolić na wymianę całej floty maszyn. Zamiast tego decydują się na zakup nowszych maszyn i systemów, które następnie integrują ze starszymi maszynami i systemami za pomocą rozwiązań pomostowych. Prawdą jest, że dług technologiczny może utrudniać wprowadzenie integracji procesów produkcyjnych opartej na danych, ale tego nie uniemożliwia. Dane te często nie wymagają dużych lub bardzo złożonych zbiorów; zazwyczaj potrzebne są dane proste, ale dobrze skalibrowane.

Cyfryzacja modułowa oferuje firmom produkcyjnym drogę do zwiększenia wydajności, łączności i wykorzystania danych. Nie tylko usprawnia bieżącą działalność, ale także toruje drogę do dalszych innowacji i optymalizacji.

Transformacja modułowa to podejście, które nie wymaga eliminacji izolowanych struktur organizacyjnych. Koncentruje się na tworzeniu funkcjonalnych nakładek systemowych wspierających komunikację, koordynację i współpracę. Podejście to pobudza impulsy innowacyjne na różnych poziomach organizacyjnych i odchodzi od koncepcji scentralizowanej standaryzacji systemów informatycznych. Co ważne,

granic modułów nie wyznaczają formalne podziały organizacyjne, takie jak oddziały czy działy, ale specyfika i odrębność procesów technologicznych i biznesowych, przy ich integracji w całej organizacji. Stopniowe wprowadzanie wdrożeń pomaga również zmniejszyć strach przed zmianami i pozwala na korekty w celu osiągnięcia lepszych wyników. Ten model transformacji cyfrowej szczególnie odpowiada sytuacji polskich małych i średnich przedsiębiorstw przemysłowych. Transformacja modułowa ma charakter stopniowy i ewolucyjny. Najczęściej firmy podejmują indywidualne inicjatywy cyfrowe, które są łatwe w realizacji i przynoszą szybkie, widoczne korzyści. Inicjatywy te mogą obejmować projekty automatyzacji procesów, wdrożenia systemów monitorowania czy wprowadzenie podstawowych rozwiązań informatycznych.

Polskie firmy coraz częściej automatyzują poszczególne segmenty procesu produkcyjnego, integrując nowoczesne roboty ze zautomatyzowanymi liniami produkcyjnymi lub pracą ręczną oraz wdrażając systemy zarządzania produkcją, które pozwalają na integrację starszych rozwiązań technologicznych z najnowszymi technologiami. Rządziej decydują się też na rozwiązania całościowe, takie jak inteligentna fabryka. Tymczasem zachodnie firmy stawiają na produkcję masową, która lepiej nadaje się do automatyzacji i robotyki oraz wymaga mniej siły roboczej, której coraz bardziej brakuje ze względu na rosnące koszty pracy i rosnące aspiracje społeczne. Co ważne, dostawcy technologii, często z niemałą satysfakcją, podkreślają, że nawet pojedyncze zmiany technologiczne wdrażane w jednym obszarze przedsiębiorstwa zaczynają wpływać

na jego całościowe funkcjonowanie, zachęcając do rozbudowy wdrożeń. Szczególnie zwracają także uwagę na tendencję do oszczędzania na dodatkowym sprzęcie i oprogramowaniu, które mogłyby przyczynić się do bardziej efektywnego wykorzystania systemów cyfrowych. Podejście holistyczne wspiera przygotowanie strategii cyfryzacji z określonymi celami, wartościami i sposobami realizacji. Twierdzą, że przedsiębiorstwa przemysłowe muszą zdać sobie sprawę, że transformacja cyfrowa to złożony proces obejmujący zmiany technologiczne, procesowe, kulturowe i organizacyjne.

Firmy produkcyjne wyraźnie identyfikują kilka korzyści wynikających z wprowadzenia technologii cyfrowych, takich jak: efektywność operacyjna i rozwiązywanie problemów, lepsze monitorowanie produkcji i, co ważniejsze, transformacja ról związana ze zmianą obciążenia pracą. Wprowadzenie systemów cyfrowych wpływa na fundamentalną rolę menedżerów i analityków. Zamiast grzęznąć w żmudnym zadaniu tworzenia raportów, mogą skupić się na działaniach o większej wartości dodanej, takich jak: analiza danych, poszukiwanie optymalizacji i ulepszanie procesów. Cyfryzacja modułowa oferuje firmom produkcyjnym drogę do zwiększenia wydajności, łączności i wykorzystania danych. Nie tylko usprawnia bieżącą działalność, ale także toruje drogę do dalszych innowacji i optymalizacji.

Wnioski

Rozwój Przemysłu 4.0 w Polsce można prześledzić, obserwując wzorce wdrażania

technologii w MŚP. Istnieją dwa czynniki, które odgrywają kluczową rolę w procesie przyjęcia Przemysłu 4.0 przez polskie MŚP. Po pierwsze, pozycja przedsiębiorstwa w globalnych łańcuchach wartości znacząco wpływa na jego gotowość i podejście do transformacji cyfrowej. Po drugie, paląca potrzeba zmiany dotychczasowego modelu rozwoju, wynikająca przede wszystkim z niedoborów siły roboczej, działa jak katalizator zmian. Warto zauważyć, że zamiast szeroko zakrojonej transformacji cyfrowej, polskie MŚP przemysłowe w przeważającej mierze opowiadają się za modułowym lub selektywnym podejściem do cyfryzacji. Strategia ta wydaje się być pragmatyczną odpowiedzią na bezpośrednie wyzwania, jednocześnie budując podstawy dla przyszłego rozwoju.

Zauważalny jest imperatywny charakter warunków lokalnych przy określaniu ścieżki i tempa przyjęcia Przemysłu 4.0. Unikalne aspekty związane z półperyferyjnym położeniem gospodarczym Polski, w połączeniu z jej charakterystyczną kapalistyczną różnorodnością, znacząco wpływają na sposób, w jaki MŚP podchodzą do transformacji cyfrowej i doświadczają jej. Zauważalne jest również powiązanie postępu cyfrowego z większymi czynnikami gospodarczymi, w szczególności dynamiką rynku pracy. Takie zależności wskazują, że dążenie do Przemysłu 4.0 nie jest wyłącznie przedsięwzięciem technologicznym, ale jest

głęboko zakorzenione w szerszych strukturach i trendach gospodarczych.

Z praktycznego punktu widzenia należy podkreślić, że obecna dyskusja na temat Przemysłu 4.0 koncentruje się na standardowych wzorcach (przypadkach użycia) transformacji cyfrowej, przede wszystkim na tworzeniu inteligentnych fabryk charakteryzujących się zaawansowaną pionową i poziomą integracją systemów cyfrowych oraz inkorporacją najnowocześniejszych technologii cyfrowych. Takie podejście, podkreślające skalę przedsięwzięcia i wymagane finansowanie, może jednak onieśmielić mniejsze firmy i nie być dobrze dopasowane do ich potrzeb i modelu biznesowego. Tymczasem dla MŚP wprowadzenie podstawowych systemów ERP czy MES, czy automatyzacja określonych procesów produkcyjnych, np. automatyzacja robotyczna, może przynieść wymierne korzyści.

Szerokie upowszechnianie wiedzy o zaletach wdrażania nowych technologii dostosowanych do specyficznych potrzeb MŚP, z uwzględnieniem ich pozycji w łańcuchach wartości, ma kluczowe znaczenie dla rozwoju nowoczesnego przemysłu w Polsce. Upowszechnianie to powinno przybrać formę modułowej/selektywnej transformacji, opartej na stosunkowo prostych i dostępnych finansowo rozwiązaniach dla małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP). ■



Dr hab. Katarzyna Śledziewska, prof. UW — Dyrektor Zarządzająca DELab UW, Profesor na Wydziale Nauk Ekonomicznych Uniwersytetu Warszawskiego. Prowadzi badania nad transformacją cyfrową firm i instytucji publicznych, skupiając się na przemianach pracy i kultury organizacyjnej, będących konsekwencją wprowadzania rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji. W tym kontekście analizuje również zmiany zachodzące w gospodarce globalnej. Jako kontynuację naukowych zainteresowań nad globalizacją i regionalizmem, bada wpływ innowacji cyfrowych. Autorka licznych raportów i ekspertyz w obszarze cyfryzacji, współautorka książek *Gospodarka cyfrowa. Jak nowe technologie zmieniają świat* (WUW 2020) i *The Economics of Digital Transformation. The Disruption of Markets, Production, Consumption, and Work* (Routledge 2021).



Dr hab. **Renata Włoch**, prof. UW — profesor nauk społecznych, absolwentka stosunków międzynarodowych i socjologii na Uniwersytecie Warszawskim. Profesor w Zakładzie Socjologii Uniwersytetu Warszawskiego. Autorka licznych opinii eksperckich i raportów dla biznesu i instytucji publicznych, jak również ocen instytucjonalnych (np. brukselskiego think tanku Bruegel oraz systemu think tanków w Albanii). W DELab UW koordynuje obszar „Społeczeństwo w epoce cyfrowej”, prowadząc badania nad zmianami społecznymi wynikającymi z transformacji cyfrowej, szczególnie tymi zachodzącymi na rynku pracy i w systemie edukacji. Motywem przewodnim jej zainteresowań badawczych jest globalizacja. Obecnie koncentruje się na analizie cyfrowego wymiaru globalnych procesów politycznych, ekonomicznych, społecznych i kulturowych. Autorka licznych raportów i ekspertyz w obszarze cyfryzacji, współautorka książek *Gospodarka cyfrowa. Jak nowe technologie zmieniają świat* (WUW 2020) i *The Economics of Digital Transformation. The Disruption of Markets, Production, Consumption, and Work* (Routledge 2021).

Partnerzy „PPG”

