

Krzysztof Nowacki

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

e-mail: krzysztof.nowacki@hotmail.com

ORCID: 0000-0001-5805-275X

ROLA CZŁOWIEKA W INNOWACYJNYM PRZEDSIĘBIORSTWIE Z WYKORZYSTANIEM KONCEPCJI PRZEMYSŁU 4.0 – STUDIUM PRZYPADKU

DOI: 10.15611/pn.2020.11.04

JEL Classification: L16

©2020 Krzysztof Nowacki

Praca opublikowana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa-Na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowe (CC BY-SA 4.0). Skrócona treść licencji na <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.pl>

Cytuj jako: Nowacki, K. (2020). Rola człowieka w innowacyjnym przedsiębiorstwie z wykorzystaniem koncepcji przemysłu 4.0 – studium przypadku. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 64(11).

Streszczenie: Przedsiębiorstwa produkcyjne stale zwiększają poziom wiedzy oraz innowacyjności, czego rezultatem może okazać się pełna automatyzacja procesów zgodna z koncepcją przemysłu 4.0. Zwiększanie stopnia automatyzacji procesów może, z jednej strony, ograniczać obecność człowieka w procesach, a z drugiej strony może zmieniać kompetencje pracowników. W literaturze przedmiotu opisuje się procesy wdrażania innowacji oraz transformacji przedsiębiorstw w kontekście zmieniającej się roli człowieka. Artykuł ma na celu przybliżenie skutków wdrażania automatyzacji procesów oraz zmieniającej się roli człowieka w przedsiębiorstwie na podstawie przykładu przedsiębiorstwa wykorzystującego koncepcje przemysłu 4.0. Artykuł ma charakter praktyczny, a wyniki badania stanowią źródło wiedzy skierowanej głównie do kadry zarządzającej procesami.

Słowa kluczowe: przemysł 4.0, doskonalenie procesów produkcyjnych, innowacje, innowacyjność przedsiębiorstw, rola człowieka w przemyśle 4.0.

1. Wstęp

W efekcie dokonywanych przeobrażeń społecznych, ekonomicznych oraz technologicznych obserwujemy burzliwe zmiany otoczenia ważne dla funkcjonowania przedsiębiorstw. Zmieniające się dynamicznie otoczenie przedsiębiorstwa stano-

wi wiele wyzwań zarówno społecznych, ekonomicznych, jak i technologicznych. Współczesne organizacje zwracają uwagę na poprawę jakości swoich wyrobów, zwiększają poziom wiedzy. Ponieważ wiedza i technologia stają się istotne, powstają nowe modele zarządzania procesami wytwórczymi. Wykorzystując zgromadzoną wiedzę, osiągając znaczny postęp w innowacyjności, organizacje starają się wyznaczyć kierunek rozwoju. Istotną rolę odgrywa strategia rozwoju przedsiębiorstwa zgodna z założeniami koncepcji przemysłu 4.0. Jednym ze skutków wprowadzenia tej koncepcji jest zmieniająca się rola człowieka w innowacyjnym przedsiębiorstwie. W literaturze branżowej przedstawia się przykłady innowacyjnych rozwiązań zgodnych z założeniami przemysłu 4.0. Przedstawia się również znaczący wpływ innowacji na funkcjonowanie i efektywność realizowanych procesów. Dodatkowo prezentuje się zagadnienia dotyczące zmiany roli człowieka oraz kompetencji pracowniczych w przedsiębiorstwach o dużym stopniu innowacyjności. Twierdzi się, że wzrastający stopień innowacyjności przedsiębiorstwa może wyeliminować niektóre miejsca pracy (Kaplan, 2015, s. 103). Dokonano zatem analizy zjawiska zmiany roli człowieka w przedsiębiorstwach funkcjonujących z wykorzystaniem koncepcji przemysłu 4.0. Zdecydowano się zbadać, w jakim zakresie zmienia się rola człowieka w innowacyjnych przedsiębiorstwach, które wdrożyły koncepcję przemysłu 4.0, oraz odpowiedzieć na pytania: czy rola człowieka w innowacyjnym przedsiębiorstwie jest ograniczana lub eliminowana oraz w jaki sposób zmieniają się kompetencje pracownicze w innowacyjnym przedsiębiorstwie.

Celem artykułu jest analiza oraz zaprezentowanie problematyki dotyczącej zmieniającej się roli człowieka wskutek postępu technologicznego, a w szczególności wdrożenia koncepcji przemysłu 4.0. Dodatkowo autor zaprezentował, w jaki sposób zmieniają się kompetencje pracownicze na przykładzie innowacyjnego przedsiębiorstwa.

Jako metodę badawczą zastosowano analizę studium przypadku z wykorzystaniem narzędzia badawczego w postaci obserwacji uczestniczącej oraz analizy dokumentacji wewnętrznej badanego przedsiębiorstwa.

2. Założenia metodyczne i koncepcyjne przeprowadzonego badania

W warunkach gospodarki globalnej dynamicznie ewoluujące rynki wymuszają na przedsiębiorstwach rozwijanie zdolności przewidywania przyszłych potrzeb rynkowych. Organizacje stale zwiększają zdolności adaptacyjne, nakierowane na potrzeby swoich klientów, partnerów biznesowych oraz dostawców. Inwestują w nowoczesne technologie oraz zwiększają poziom innowacyjności i wiedzy. Zatem innowacyjność oraz nowoczesne technologie mogą być źródłem znacznej przewagi konkurencyjnej. Przedsiębiorstwa oparte na wiedzy – innowacyjne, w sposób efektywniejszy niż konkurencja zwiększają swoją pozycję na rynku globalnym. Uzyskanie ugruntowanej pozycji może w wielu przypadkach być celem strategicznym funkcjono-

wania przedsiębiorstwa. Postęp technologiczny, a w szczególności wykorzystywanie technologii cyfrowej, daje możliwość efektywniejszego zarządzania procesami wytwórczymi. Przedsiębiorstwa skłaniają się do wdrażania rozwiązań zgodnych z założeniami czwartej rewolucji przemysłowej (przemysł 4.0). Przemysł 4.0 oznacza tworzenie inteligentnych łańcuchów wartości z wykorzystaniem dynamicznych, samoorganizujących się i optymalizujących się systemów socjotechnicznych, określanych mianem inteligentnych fabryk. Tworzą je spontanicznie wyłaniające się wirtualne sieci obejmujące pracowników, maszyny i urządzenia oraz wspomagające systemy informatyczne (Bendkowski, 2017, s. 23).

W literaturze przedmiotu mówi się o postępujących głębokich zmianach w gałęziach przemysłu, które polegają na automatyzacji procesów oraz stopniowym łączeniu systemów wytwórczych, pogłębiającym integrację na wielu płaszczyznach funkcjonowania przedsiębiorstw. Szczegółowo opisuje się zagadnienia związane z czwartą rewolucją przemysłową, jej definicje, założenia oraz cele. Dodatkowo odnaleźć można zagadnienia związane ze zmieniającą się rolą człowieka wskutek postępującej innowacji przedsiębiorstw. Twierdzi się, iż w przedsiębiorstwach wysoko innowacyjnych w znaczący sposób ulegają przekształceniu kompetencje pracownicze. Co więcej, postęp technologiczny oraz koncepcja przemysłu 4.0 może wyeliminować niektóre miejsca pracy (Kaplan, 2015, s. 103). Z kolei inni twierdzą, że zmienia się zarówno zakres zadań, jak i kwalifikacje ludzi, ponieważ wytwarzanie, jak również zarządzanie może się odbywać bez interwencji ludzi (Naumann, Dietz i Kuss, 2014, s. 509-510). Należy się zastanowić, czy wdrożenie koncepcji przemysłu 4.0 wpływa istotnie na zmianę roli człowieka w innowacyjnym przedsiębiorstwie? Jeśli tak, to w jaki sposób zmienia się rola człowieka w pełni zautomatyzowanym procesie wytwórczym?

Z przeglądu dostępnej literatury przedmiotu wynika, że problematyka związana z zarządzaniem zasobami ludzkimi w pełni zautomatyzowanych procesach, w których funkcjonuje koncepcja przemysłu 4.0, jest zagadnieniem słabo rozpoznanym w praktyce. Co prawda istnieją publikacje opisujące zmiany kompetencji pracowniczych, jednak brak jest próby zdiagnozowania oraz potwierdzenia w praktyce zmian dotyczących roli człowieka w przedsiębiorstwach, które wdrożyły koncepcję przemysłu 4.0. Istnieje zatem luka badawcza, której wypełnieniu służyć będzie rozwiązanie sformułowanego poniżej problemu badawczego. Problem ten można przedstawić w postaci dwóch pytań. W jakim zakresie zmienia się rola człowieka w innowacyjnych przedsiębiorstwach, które wdrażają koncepcję przemysłu 4.0? A po wtóre, czy rola człowieka w innowacyjnym przedsiębiorstwie jest ograniczana lub eliminowana?

Aby rozwiązać sformułowany problem badawczy i osiągnąć zaplanowany cel, przeprowadzono studia literatury przedmiotu oraz badanie empiryczne, opierając się na wyborze metody studium przypadku *case study* jako metody badawczej o charakterze jakościowym, z zastosowaniem obserwacji uczestniczącej oraz analizy dokumentacji wewnętrznej badanego przedsiębiorstwa. Taki wybór wynikał przede

wszystkim z istoty problemu badawczego (określonego w formie pytań badawczych), specyfiki podmiotu badań, tj. przedsiębiorstwa, które wdrożyło koncepcję przemysłu 4.0, jak również koncentracji na ważnym i współczesnym zjawisku jako przedmiocie badań o wielowymiarowym charakterze.

Badanie składało się z 3 etapów. Pierwszy etap wstępny obejmował przegląd literatury przedmiotu celem identyfikacji stanu rozwoju teorii z zakresu zarządzania procesami gospodarczymi, wdrażania koncepcji przemysłu 4.0, a zwłaszcza roli człowieka w przedsiębiorstwach innowacyjnych. Sformułowano problem badawczy i go skonkretyzowano w postaci pytań badawczych, w czym pomocne były doświadczenia zawodowe autora, między innymi w zakresie zarządzania procesami w przedsiębiorstwach. Drugi etap obejmował wybór odpowiedniej metody badawczej w postaci analizy przypadku (*case study*) oraz wykorzystanie bezpośredniej obserwacji uczestniczącej oraz dobór przypadku przedsiębiorstwa do badania. Zastosowano dobór celowy z uwzględnieniem następujących kryteriów: przynależność do grupy przedsiębiorstw produkcyjnych, które wdrożyły koncepcję przemysłu 4.0; charakter działalności produkcyjnej – wybrano przedsiębiorstwo, które odznacza się wysoką innowacyjnością oraz tworzy rozwiązania sprzyjające wdrażaniu koncepcji przemysłu 4.0. Trzeci etap realizacji obejmował przygotowanie narzędzia badawczego w postaci obserwacji uczestniczącej (wizyta w przedsiębiorstwie, która odbyła się w grudniu w 2019 r.) oraz analizę zebranych danych (na podstawie zebranej dokumentacji fotograficznej) i prezentacja wyników.

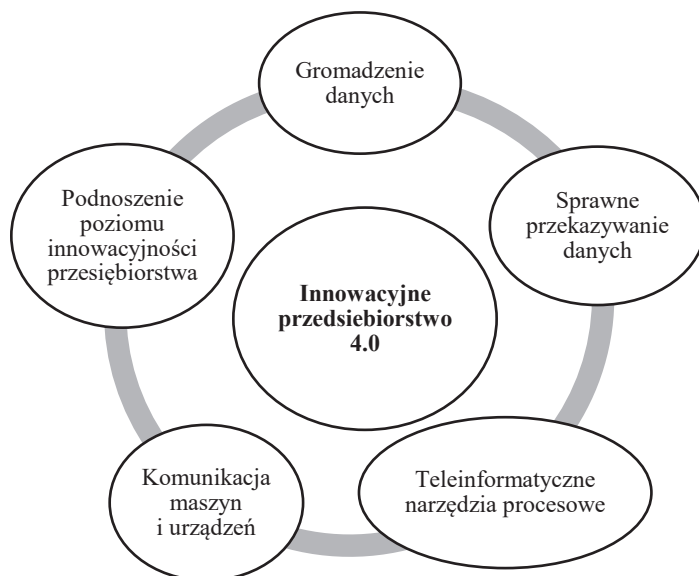
W opinii autora zastosowane narzędzie badawcze, jakim jest obserwacja uczestnicząca, pozwala na głębszą diagnozę badanego zjawiska. Artykuł jest wstępem do dalszych badań nad zmieniającą się rolą człowieka w innowacyjnych przedsiębiorstwach. Ze względu na poufny charakter informacji i konieczność zachowania tajemnicy handlowej wszystkie nazwy i informacje własne badanych przedsiębiorstw nie zostały podane.

3. Innowacyjność współczesnych przedsiębiorstw a przemysł 4.0

Jednym z wyzwań nowoczesnej organizacji jest posiadanie technologii efektywnego gromadzenia oraz przetwarzania dużej ilości danych z różnych obszarów działalności przedsiębiorstw. Dane te powinny być gromadzone oraz przetwarzane w taki sposób, aby skutecznie wpływały na efektywność procesów. Konieczne są inwestycje w nowoczesne technologie cyfrowe oraz telekomunikacyjne. Ciągłe usprawnianie oraz modernizowanie procesów, implementowanie technologii informatycznych może przyczynić się do przyspieszenia przepływu informacji pomiędzy poszczególnymi etapami procesów wytwórczych. W konsekwencji informacje pomagają organizacji w podejmowaniu decyzji operacyjnych oraz strategicznych (Łobaziewicz, 2019, s. 11).

Innowacyjność organizacji jest ściśle skorelowana z poziomem wiedzy przedsiębiorstwa oraz zależy w dużej mierze od poziomu wiedzy wszystkich pracowników

przedsiębiorstwa. Podnoszenie poziomu wiedzy na każdym szczeblu operacyjnym przedsiębiorstwa jest niezwykle ważne z perspektywy wdrażania nowych rozwiązań oraz usprawnień procesów. Pracownicy mogą w sposób bardziej efektywny obsługiwać maszyny, urządzenia oraz reagować na powstające problemy, jak również skutecznie je eliminować (Gracel i Makowiec, 2017, s. 112). Rysunek 1 przedstawia pięć istotnych czynników ewolucji innowacyjnej przedsiębiorstw.



Rys. 1. Pięć czynników ewolucji innowacyjnej współczesnych przedsiębiorstw

Źródło: opracowanie własne.

J. Wiśniewska twierdzi, że podstawowym źródłem przewagi konkurencyjnej oraz stabilnego wzrostu jest rozwój innowacji, restrukturyzacja przemysłu oraz wprowadzenie nowych modeli biznesowych. Innowacyjność w wymiarze makroekonomicznym będzie stanowić główny instrument umacniania pozycji na rynku oraz źródło osiągnięcia korzyści (Wiśniewska i Janasz, 2013, s. 18). Zwrócenie uwagi na innowacyjność jako czynnik kształtowania konkurencyjności wynika z kilku przesłanek. Innowacyjność zawiera element nowości i zmiany, ma charakter dynamiczny i twórczy. Innowacyjność oddziałuje na ogólną efektywność przedsiębiorstwa i kształtuje konkurencyjności (Bał-Woźniak, 2012, s. 21).

H. Kagermann stwierdza z kolei, że zainteresowanie tematem innowacyjności oraz automatyzacji procesów wynika przede wszystkim z przekonania, że koncepcja przemysłu 4.0 jako czwartej rewolucji przemysłowej przyniesie wzrost efektywności przedsiębiorstw oraz powstanie wielu nowych modeli biznesowych. Dodaje

przy tym, że postępujące doskonalenie procesów powinno być rezultatem ewolucji procesowej przedsiębiorstwa. Przedsiębiorstwa powinny stale pogłębiać swoje doświadczenie technologiczne oraz projektowe (Kagermann, 2014, s. 607). C. Lemke i W. Brenner podobnie charakteryzują koncepcje przemysłu 4.0 jako czwarty etap rewolucji przemysłowej, który polega na rosnącym, wzajemnym powiązaniu produktów (modułowość) i systemów wytwórczych (integralność). Koncentruje się na ulepszeniu automatyzacji, elastyczności i indywidualizacji produktów (Lemke i Brenner, 2014, s. 35). Według A. Androniceanu zaś przemysł 4.0 definiuje zmiany, które wpływają na sektor przemysłowy (Androniceanu, 2017, s. 61-78).

Autorzy V. Roblek, M. Meško i A. Krapež uważają, że celem koncepcji przemysłu 4.0 jest osiągnięcie wyższego poziomu operacyjnego (efektywność i wydajność), a także wyższego poziomu automatyzacji procesów. Najważniejsze cechy przemysłu 4.0 to: digitalizacja i optymalizacja procesów, personalizacja produkcji, automatyzacja, adaptacja, interakcja człowiek–maszyna, a także automatyczna wymiana danych (Roblek, Meško i Krapež, 2016). Według B. Ślusarczyk przemysł 4.0 wykorzystuje na szeroką skalę technologie internetowe, usługi cybernetyczne, automatykę przemysłową i robotykę (Ślusarczyk, 2018, s. 237). Ważnym czynnikiem jest także osiągnięcie odpowiedniego poziomu dojrzałości w zakresie zarówno dostępu do technologii (automatyzacji i robotyzacji), jak i dostępu do wykwalifikowanego personelu, który będzie potrafił obsługiwać urządzenia i oprogramowanie. Równie ważna jest gotowość do wewnętrznej integracji procesów z innymi ogniwami w łańcucha dostaw, a także dostęp do odpowiedniego budżetu kapitałowego (Odważny, Szymańska i Cyplik, 2018, s. 261).

Wiedza, nakłady na innowacje, automatyzacja, doskonalenie procesów w sposób ewolucyjny są charakterystycznymi czynnikami w procesie transformacji (ewolucji) współczesnych przedsiębiorstw. Cechy te zostały zawarte w koncepcji przemysłu 4.0. Należy zatem zastanowić się nad rolą człowieka w zmieniającym się dynamicznie przedsiębiorstwie.

4. Rola człowieka w przemyśle 4.0 w ujęciu teoretycznym

W procesie przechodzenia gospodarki z fazy rozwoju przemysłowego do fazy informacyjno-cyfrowej w zasadniczym stopniu ulega zmianie struktura kompetencji na rynku pracy. Zmniejsza się udział pracujących w tradycyjnych sektorach przemysłowych na rzecz pracujących w nowych sektorach związanych z przemysłem informatycznym. Przyjmuje się, że podczas rozwoju społeczeństwa cyfrowego wiedza i informacja odgrywają podstawową rolę oraz zwiększa się znaczenie specjalistów i naukowców oraz wzrasta znaczenie wiedzy teoretycznej jako źródła innowacji (Borowiec i Dorocki, 2009, s. 95). Jak twierdzi T. Bal-Woźniak, główne czynniki transformacji w kierunku informacyjno-cyfrowym są zawarte w kompetencjach (wiedzy, umiejętnościach, wartościach, postawach) i kreatywności, aktywności zespołowej i sprawnej komunikacji wewnętrznej (Bal-Woźniak, 2009, s. 56). Z ko-

lei Z. Malara uważa, że w przedsiębiorstwach wysoko rozwiniętych, które przeszły z fazy industrialnego rozwoju do fazy informacyjno-cyfrowej, źródłem ich przewagi staje się wiedza i innowacja. Wiedza jest podstawą budowania potencjału twórczego organizacji (Malara, 2009, s. 813).

Autorzy F. Odważny, O. Szymańska i P. Cyplik wyróżnili 3 fazy rozwoju przedsiębiorstwa innowacyjno-cyfrowego. Pierwszą fazę określono jako wstępną, drugą zaś nazwano dojrzałością niepełną, a trzecią dojrzałością pełną, którą nazwano potocznie *Smart Factory*. W pierwszej fazie podkreśla się duże znaczenie człowieka w zachodzących procesach. Zespoły składają się z wykwalifikowanych osób i opierają się na pracy zespołowej. Z kolei w drugiej fazie następuje stopniowa transformacja tradycyjnych kompetencji (operacyjnych, przywódczych) w kompetencje analityczne oraz nadzorcze. W ostatniej zaś fazie autorzy stwierdzają zanik kwalifikacji pracowników operacyjnych oraz zmianę funkcji operacyjnej na ekspercką. Autorzy uważają, iż rola człowieka sprowadza się do kontroli procesu oraz reagowania na ostrzeżenia systemu operacyjnego (Odważny i in., 2018, s. 263). Podkreślają również, iż osiąganie pełnej dojrzałości informacyjno-cyfrowej powinno odbywać się za pomocą podejścia ewolucyjnego. Podejście rewolucyjne nie jest w tym przypadku pożądane. Autorzy dostrzegają również zagrożenia podczas transformacji przedsiębiorstwa, takie jak: wysokie koszty, brak świadomości wśród ludzi zaangażowanych we wdrażanie, niewystarczająca technologia i ograniczone możliwości działania, niewystarczająca zdolność do zabezpieczania danych we właściwy sposób, a także długie przestoje fabryk produkcyjnych z powodu skomplikowanych czasochłonnych awarii maszyn (Odważny i in., 2018, s. 264-265).

J. Kaplan twierdzi, że transformacja przedsiębiorstw oraz koncepcja przemysłu 4.0 wyeliminuje niektóre miejsca pracy. W celu ograniczenia tego zjawiska istotne są strategie w fazie początkowej transformacji, w której innowacyjna technologia może być czynnikiem kreującym nowe miejsca pracy (Kaplan, 2015, s. 103).

Zgodnie z koncepcją przemysłu 4.0 przedsiębiorstwa w przyszłości będą wyposażone w zintegrowaną moc obliczeniową i umiejętności komunikacyjne, które będą miały wpływ nie tylko na komunikację maszyna–maszyna (M2M), ale również na komunikację między ludźmi i technologią. Zmienia się zarówno zakres zadań, jak i kwalifikacje ludzi, ponieważ wytwarzanie poszczególnych elementów może być zarządzane bez interwencji człowieka. Jednak podstawowym zadaniem ludzi będzie określenie strategii produkcji i monitorowanie jej wdrażania w ramach samoorganizujących się procesów produkcyjnych. Klasyczne stanowiska pracy będą tracić na znaczeniu ze względu na rozległą dostępność informacji. Procesy podejmowania decyzji i monitorowania mogą odbywać się zarówno bezpośrednio na miejscu, jak i zdalnie (Gorecky, Schmitt i Loskyl, 2014, s. 525-526). Zależności pomiędzy ludźmi a maszynami polegają na programowaniu maszyn przez człowieka do wykonania określonego zadania lub do kontroli procesu. Dzięki takiemu rozwiązaniu stosowanie autonomicznych maszyn, robotów w procesach wytwórczych ma szczególne znaczenie ekonomiczne, ponieważ zmniejsza stosunek nakładów programistycznych do czasu produkcji (Naumann i in., 2014, s. 509-510).

5. Rola człowieka w przemyśle 4.0 – studium przypadku

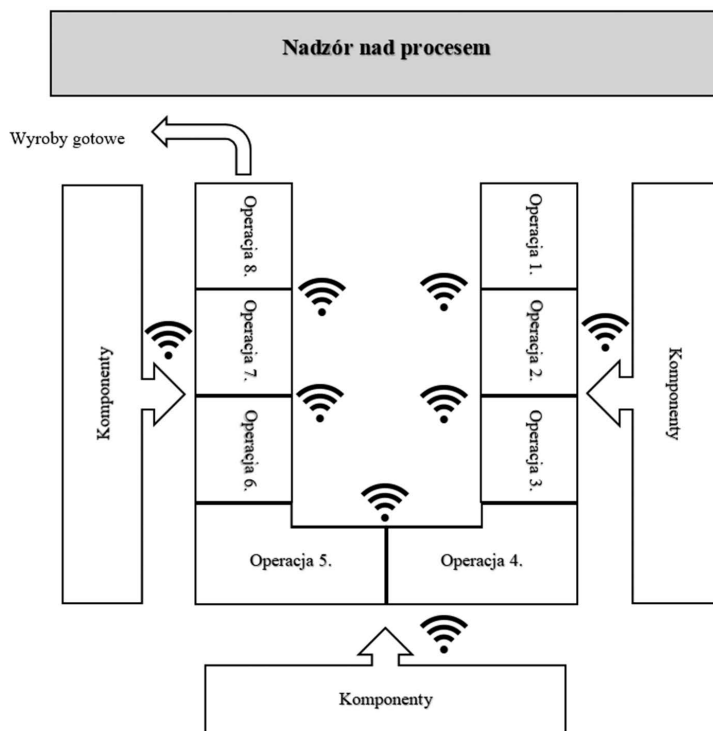
W niniejszym podrozdziale zaprezentowano przypadek przedsiębiorstwa branży technologicznej, w którym zastosowano koncepcję przemysłu 4.0. Ze względu na poufny charakter informacji i konieczność zachowania tajemnicy handlowej wszystkie nazwy i informacje własne opisywanego przedsiębiorstwa nie zostały podane. Zastąpiono je nazwą „przedsiębiorstwo X”.

Przedsiębiorstwo X należy do dużej grupy kapitałowej zagranicznego koncernu wytwarzającego artykuły przemysłowe (maszyny, urządzenia elektroniczne), jak również podzespoły do pojazdów osobowych i ciężarowych. Jest liderem w tworzeniu innowacyjnej technologii z zastosowaniem koncepcji przemysłu 4.0, gdyż ma dobrze wyposażone zaplecze badawczo-rozwojowe, w którym są projektowane i testowane nowoczesne rozwiązania dla przemysłu. Koncern zatrudnia około czterystu tysięcy pracowników we wszystkich oddziałach. W badanym oddziale liczba pracowników mieści się w przedziale między czterysta a pięćset.

Proces produkcyjny został wyposażony w najnowocześniejsze rozwiązania elektroniczne, komunikacyjne, pozwalające osiągnąć jej pełną automatyzację wytwarzania. Proces technologiczny składa się z ośmiu stanowisk produkcyjnych w pełni automatyzowanych. Każda z operacji produkcyjnych odbywa się bez udziału człowieka. Możliwa jest produkcja jednostkowa, a każdy produkowany wyrób może mieć inne cechy oraz właściwości w ramach danej grupy produktów. Istotna jest modułowość produktu, pozwalająca zachować bazę wyrobu, wzbogacając go o dodatkowe różnorodne cechy, zgodne ze specyfikacją klientów. Produkcja jednostkowa nie byłaby możliwa bez opracowania logistycznego systemu dostarczania materiałów produkcyjnych (komponentów produkcyjnych) do stanowiska operacyjnego. Rysunek 2 przedstawia uproszczoną wizualizację opisywanego procesu produkcyjnego.

Materiały produkcyjne (komponenty) transportowane są za pomocą robotów w specjalnie przygotowanych opakowaniach zbiorczych. Dodatkowo są oznaczone kodem QR, a dane przekazywane są do systemu zarządzającego procesem. Dzięki zastosowaniu automatyzacji w tym procesie oraz pełnej jego cyfryzacji maszyna identyfikuje rodzaj wyrobu oraz jego poszczególne podzespoły potrzebne w procesie produkcji. Dodatkowo zainstalowano system komunikacji pomiędzy poszczególnymi etapami produkcji. Dane przechowywane są na serwerach internetowych. W ten sposób maszyny komunikują się ze sobą za pośrednictwem zbioru czujników oraz systemu operacyjnego.

W przedsiębiorstwie zastosowano również nowatorskie rozwiązanie logistyczne, za pomocą którego produkty transportowane są na stanowiska operacyjne linii produkcyjnej. System ten zawiera zbiór czujników za pomocą których odczytywane są dane dotyczące numeru referencyjnego konkretnego wyrobu. Zatwierdzony w ostatnim etapie produkcyjnym wyrób gotowy pobierany jest przez ramię robota oraz odkładany do opakowania zbiorczego. Należy podkreślić, iż w opakowaniu tym mogą się znajdować wyroby o różnych numerach referencyjnych.



Rys. 2. Schemat linii technologicznej według koncepcji przemysłu 4.0

Źródło: opracowanie własne.

Opisany powyżej proces niewątpliwie należy zaliczyć do innowacyjnych. Zastosowana koncepcja w pełni zautomatyzowanej (autonomicznej) linii technologicznej przyniosła przedsiębiorstwu wiele korzyści. Tabela 1 zawiera zbiorcze zestawienie korzyści płynących z zastosowanych rozwiązań.

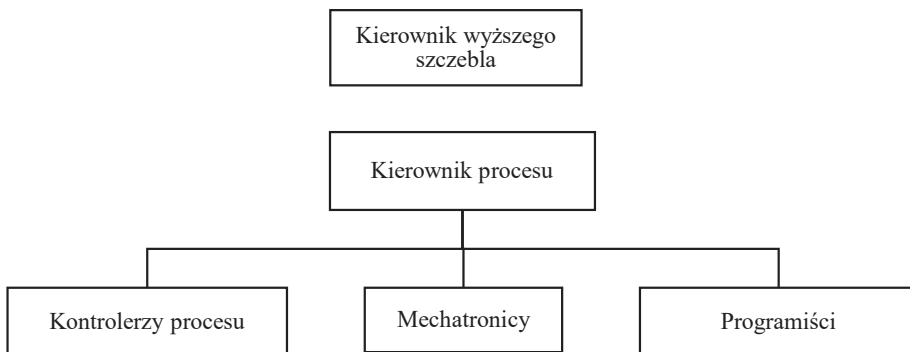
Tradycyjne stanowiska w strukturze organizacyjnej zostały wyeliminowane lub zastąpione nowymi. Stanowiska kierownicze niższego i średniego szczebla zostały zamienione w funkcje kontrolne procesu. Kompetencje kadry kierowniczej niższego szczebla zostały przekształcone w funkcje kontrolne, kadry kierowniczej wyższego szczebla zaś w funkcje nadzorcze nad całością procesu. Rysunek 3 przedstawia strukturę organizacyjną w zautomatyzowanym procesie badanego przedsiębiorstwa.

W obecnej strukturze rola kierownika jako osoby zarządzającej strumieniem wartości została istotnie zmodyfikowana. Kierownik nadzoruje pracę podległych mu osób oraz dodatkowo utrzymuje w dyspozycyjności linię produkcyjną. Został opracowany i zainstalowany specjalny system wizualizacji przepływu procesu, umożliwiającą pełną obserwację i kontrolę odchyleń.

Tabela 1. Korzyści związane z zastosowaniem innowacyjnych rozwiązań w przedsiębiorstwie X

Koncepcja	Korzyści
Modułowość produktu	<ul style="list-style-type: none"> • Możliwość produkcji jednostkowej oraz małoseryjnej
Modułowość konstrukcji stanowisk operacyjnych linii technologicznej	<ul style="list-style-type: none"> • Skrócenie czasu napraw – wymiana lub naprawa danego modułu maszyny • Redukcja kosztów napraw maszyn
System operacyjny gromadzenia i przetwarzania danych	<ul style="list-style-type: none"> • Możliwość produkcji jednostkowej • Możliwość zdalnego nadzoru
System identyfikacji i pobierania komponentów produkcyjnych	<ul style="list-style-type: none"> • Możliwość produkcji jednostkowej • Zabezpieczenie przed popełnianiem błędów jakościowych • Skrócenie czasu dostaw komponentów do produkcji
System pakowania i identyfikacji wyrobów gotowych	<ul style="list-style-type: none"> • Możliwość produkcji jednostkowej • Wyeliminowanie możliwości popełniania błędów przez człowieka • Skrócenie czasu cyklu operacji pakowania

Źródło: opracowanie własne.

**Rys. 3.** Struktura organizacyjna autonomicznej linii produkcyjnej według koncepcji przemysłu 4.0

Źródło: opracowanie własne.

Automatyzacja procesu produkcyjnego wymusiła transformację kompetencji pracownika bezpośrednio produkcyjnego na korzyść kompetencji kontrolnych procesu. Na znaczeniu zyskały kompetencje związane z dziedzinami informatycznymi, mechaniką maszyn oraz elektroniką. Tabela 2 przedstawia porównanie tradycyjnego modelu kompetencji pracowniczych oraz ich transformacji w koncepcji przemysłu 4.0.

Tabela 2. Porównanie kompetencji pracowniczych w tradycyjnym modelu zarządzania z modelem przemysłu 4.0

Rodzaj pracowników	Kompetencje w modelu tradycyjnym w świetle literatury przedmiotu	Kompetencje w modelu przemysłu 4.0 (praktyka)
Kierownictwo i zarząd	<ul style="list-style-type: none"> • Motywowanie podległych pracowników produkcji • Okresowe oceny wydajności opierają się na historycznym porównaniu, behawioralnych listach kontrolnych, graficznych skalach ocen • Systemy wynagrodzeń oparte są na ręcznej ocenie pracy, analizach ankiet, arkuszach kalkulacyjnych • Pośredni nadzór nad procesem • Wysoko rozwinięte kompetencje przywódcze • Umiejętności negocjacji oraz rozwiązywania konfliktów 	<ul style="list-style-type: none"> • Decyzje oparte są na natychmiastowych (na żądanie) obliczeniach, ocenie, wskazówkach, ostrzeżeniach, które umożliwiają cyfrową diagnozę pracy • Oprogramowanie zarządza oceną pracy, analizami, złożonymi strukturami premii i prowizji, raportami. Wynagrodzenie zależy od konkretnej wydajności pracy • Nadzór nad procesem w sposób bezpośredni • Wysoko rozwinięte kompetencje analityczne, informatyczne, mechaniczne oraz elektroniczne • Zanikanie umiejętności negocjacji oraz rozwiązywania konfliktów na korzyść umiejętności informatycznych
Pracownicy bezpośrednio związani z produkcją	<ul style="list-style-type: none"> • Wysoko rozwinięte umiejętności manualne • Tradycyjny model opiera się na wspólnym wysiłku pracownika i firmy w dopasowaniu celów kariery poprzez planowanie ścieżki rozwoju, bibliotekę wewnętrzną, narzędzia do samoobsługi zawodowej i samooceny <i>online</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Wysoko rozwinięte kompetencje związane z mechanizacją procesów. Rozwój umiejętności analitycznych
Specjaliści (pracownicy np. logistyki: operatorzy wózków widłowych)	<ul style="list-style-type: none"> • Tradycyjny model opiera się na pracy z dokumentami, wykresami i schematami, prognozami 	<ul style="list-style-type: none"> • Obecne cyfrowe systemy obliczeniowe pozwalają na pracę zdalną oraz wirtualną. Zespoły osób mogą być rozproszone geograficznie

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Cascio i Montealegre, 2016, s. 366-367).

W opisanym przypadku przedsiębiorstwa X rola człowieka w pełni zautomatyzowanym procesie wytwórczym uległa zmianom. Transformacji uległy w dużej mierze kompetencje pracownicze. Należy zatem dokonać analizy roli człowieka w świetle literatury przedmiotu, sfery praktycznej oraz odpowiedzieć na postawione wcześniej pytania badawcze.

6. Wnioski i rekomendacje

Dokonując przeglądu literatury przedmiotu, w szczególności czynników dotyczących znaczenia człowieka w innowacyjnym przedsiębiorstwie, można odnaleźć pewne podobieństwa w odniesieniu do sfery praktycznej. Autorzy mają podobne spostrzeżenia co do zadań, jakie człowiek powinien wykonywać, jego kompetencji oraz samego procesu transformacji. W tabeli 3 zestawiono opisywane przez autorów czynniki z praktyczną sferą na przykładzie przedsiębiorstwa X.

Tabela 3. Porównanie czynników obecnych w literaturze oraz obecnych w praktyce

Autor	Czynnik w literaturze	Czynnik w praktyce – przykład przedsiębiorstwa X
1	2	3
M. Łobaziewicz	<ul style="list-style-type: none"> • Implementowanie technologii informatycznych, pozwalających na gromadzenie i przetwarzanie danych • Innowacyjność jest zależna od poziomu wiedzy wszystkich pracowników • Poziom wiedzy pozwala efektywnie obsługiwać maszyny i urządzenia 	<ul style="list-style-type: none"> • Obecność technologii pozwalającej na gromadzenie oraz przetwarzanie danych w każdej operacji procesowej • Wysoki poziom rozwoju podejścia projektowego, procesowego • Wysoki poziom wiedzy pozwala nadzorować w pełni zautomatyzowany proces
J. Wiśniewska, T. Bał-Woźniak, H. Kagermann, Z. Malara, F. Odważny, O. Szymańska, P. Cyplik	<ul style="list-style-type: none"> • Rozwój innowacji jest głównym źródłem przewagi konkurencyjnej • Rozwój i doskonalenie procesów przedsiębiorstwa odbywa się w sposób ewolucyjny 	<ul style="list-style-type: none"> • Przedsiębiorstwo ciągle inwestuje w nowe technologie • Ciągłe doskonalenie procesów odbywa się wyłącznie metodą ewolucyjną
V. Roblek, M. Meško, A Krapež	<ul style="list-style-type: none"> • Celem przemysłu 4.0 jest osiągnięcie wyższego poziomu operacyjnego • Najważniejsze cechy przemysłu 4.0 to: digitalizacja, optymalizacja procesów, personalizacja produkcji, automatyzacja, adaptacja, interakcja człowiek–maszyna, a także automatyczna wymiana danych 	<ul style="list-style-type: none"> • W przedsiębiorstwie X zapisano cele przemysłu 4.0 jako: wzrost jakości i wydajności, możliwość produkcji jednostkowej (personalizacja produkcji) oraz małoseryjnej, ciągły monitoring maszyn pozwalający przewidywać przyszłe awarie (<i>preventing maintenance</i>), oszczędność zasobów i minimalizowanie strat
B. Ślusarczyk	<ul style="list-style-type: none"> • Przemysł 4.0 wykorzystuje na szeroką skalę technologie internetowe, usługi cybernetyczne, automatykę przemysłową, robotykę 	<ul style="list-style-type: none"> • Przedsiębiorstwo wykorzystuje technologie internetowe (bazy danych, ogólnodostępne systemy sterowania i przetwarzania danych) oraz wykorzystuje w sposób zaawansowany automatyzację i robotyzację procesów

1	2	3
M. Borowiec, S. Dorocki	<ul style="list-style-type: none"> • Ulega zmianie struktura kompetencji na rynku pracy. Zmniejsza się udział pracujących w tradycyjnych sektorach przemysłowych na rzecz pracujących w nowych sektorach związanych z przemysłem informatycznym 	<ul style="list-style-type: none"> • W przedsiębiorstwie zmieniono strukturę organizacyjną, dostosowując ją do zautomatyzowanego procesu wytwórczego. Zmianie uległy kompetencje pracowników obsługujących procesy
F. Odważny, O. Szymańska, P. Cyplik, I. Harpaz	<ul style="list-style-type: none"> • Stopniowa transformacja tradycyjnych kompetencji w kompetencje analityczne oraz nadzorcze • Zanik kwalifikacji pracowników operacyjnych • Rola człowieka sprowadza się do kontroli procesu oraz reagowania na ostrzeżenia systemu operacyjnego • Zmiany mogą mieć wpływ zarówno na osoby o niskich kwalifikacjach, jak i na osoby o wysokich kwalifikacjach 	<ul style="list-style-type: none"> • Zmianie uległy kompetencje pracownicze • Przewaga kompetencji analitycznych oraz kontrolnych • Zmiana kompetencji operacyjnych w kompetencje nadzorcze • Zmiany objęły prawie cały personel firmy
J. Kaplan	<ul style="list-style-type: none"> • Koncepcja przemysłu 4.0 wyeliminuje niektóre miejsca pracy 	<ul style="list-style-type: none"> • Wyeliminowano niektóre stanowiska produkcyjne (operatorzy maszyn) oraz pracowników logistyki (operatorów wózków widłowych)
D. Gorecky	<ul style="list-style-type: none"> • Pracownicy nadzorują system produkcji • Przedsiębiorstwa będą miały wpływ nie tylko na komunikację maszyna–maszyna (M2M), ale również na komunikację między ludźmi i technologią • Klasyczne stanowiska pracy będą tracić na znaczeniu ze względu na rozległą dostępność informacji. Procesy podejmowania decyzji i monitorowania mogą odbywać się zarówno bezpośrednio na miejscu, jak i zdalnie 	<ul style="list-style-type: none"> • Pracownicy w sposób zdalny monitorują ciągłość procesu • System sterowania procesem produkcji umożliwia komunikację zarówno maszyna–maszyna, jak i maszyna–człowiek • Klasyczne stanowiska uległy zmianie. Podejmowanie decyzji odbywa się za pośrednictwem systemu komputerowego
C. Ghislieri, M. Molino, C. G. Cortese	<ul style="list-style-type: none"> • Wskutek transformacji cyfrowej przedsiębiorstw zwiększy się popyt na kompetencje informatyczne oraz wiedzę o urządzeniach cyfrowych 	<ul style="list-style-type: none"> • W przedsiębiorstwie X jest duże zapotrzebowanie na stanowiska związane z informatyką, automatyką, elektroniką oraz mechaniką maszyn

Źródło: opracowanie własne.

Odpowiadając na postawione pytania badawcze, należy stwierdzić, że rola człowieka w innowacyjnym przedsiębiorstwie niewątpliwie zmienia się istotnie pod wpły-

wem zastosowania nowoczesnych technologii, które zastępują człowieka oraz pomagają mu w wykonywaniu pracy. Niektóre kompetencje pracownicze mogą zostać w pełni wyeliminowane, jak np. kompetencje bezpośrednio produkcyjne. Zastępowane mogą być kompetencjami kontrolno-analitycznymi. W dużym stopniu zwiększa się zapotrzebowanie na kompetencje i umiejętności z dziedzin informatycznych, elektronicznych i mechanicznych. Rola kierownictwa może ulec zmianie pod wpływem możliwości bezpośredniej komunikacji z systemami informatycznymi.

W świetle opracowanej analizy literatury przedmiotu oraz studium przypadku autor zgadza się z badaczami, iż koncepcja przemysłu oraz ewolucyjna metoda doskonalenia procesów w przedsiębiorstwie są istotnymi czynnikami osiągnięcia przewagi konkurencyjnej, uzyskiwania długotrwałego rozwoju i ugruntowanej pozycji na rynku globalnym. Do najważniejszych zalet doskonalenia procesów metodą ewolucyjną należą niższe koszty wdrażania, większa redukcja strat pomiędzy poszczególnymi etapami procesu, poprawa jakości i ograniczenie pośpiechu, jak również większa synchronizacja procesów.

W opublikowanych badaniach nad problematyką kompetencji menedżerskich w przedsiębiorstwach wykorzystujących koncepcję przemysłu 4.0 podkreśla się znaczenie rozprzestrzeniania wiedzy wśród pracowników oraz budowanie kultury organizacyjnej opartej na wiedzy. Dodatkowo sugeruje się systematyczne podnoszenie poziomu wiedzy wśród wszystkich pracowników oraz zwiększanie nakładów na innowacje technologiczne, implementowanie systemów gromadzenia i przetwarzania danych oraz ciągłe rozwijanie poziomu dojrzałości procesowej oraz projektowej. Zaleca się dodatkowo rozwijanie narzędzi komunikacji oraz dzielenia się wiedzą i informacjami ze wszystkimi pracownikami w przedsiębiorstwie (Gracel i Makowiec, 2017, s. 125).

Przedstawiona w niniejszym artykule problematyka zmieniającej się roli człowieka wskutek stosowania pełnej automatyzacji w procesach produkcyjnych pozwala wypełnić istniejącą lukę badawczą. Sugeruje się podjęcie dalszych badań nad rozwojem kompetencji pracowniczych w organizacjach oraz nad dostosowaniem modelu kształcenia pracowników, (który preferuje wąskie specjalności) w obliczu wymagań koncepcji przemysłu 4.0.

Literatura

- Adamus-Matuszyńska, A. (2002). Certyfikat systemu jakości a wizerunek firmy. *Problemy Jakości*, (12).
- Ahrens, D. i Spöttl, G. (2015). Industrie 4.0 und herausforderungen für die qualifizierung von fachkräften. W: H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann i J. Niehaus, *Digitalisierung Industrieller Arbeit* (s. 184-205). Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co.
- Androniceanu, A. (2017). The three-dimensional approach of Total Quality Management, an essential strategic option for business excellence. *Amfiteatru Economic*, 19(44).
- Bal-Woźniak, T. (2009). Infrastruktura systemu innowacyjnego jako czynnik transformacji struktur przemysłowych. W: Z. Ziolo i T. Rachwał, *Wpływ procesów globalizacji i integracji europejskiej na transformację struktur przemysłowych*. Warszawa-Kraków: Komisja Geografii Przemysłu.

- Bal-Woźniak, T. (2012). *Innowacyjność w ujęciu podmiotowym. Uwarunkowania instytucjonalne*. Warszawa: PWE.
- Bendkowski, J. (2017). Zmiany w pracy produkcyjnej w perspektywie koncepcji przemysłu 4.0. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Organizacja i Zarządzanie*, (112).
- Borowiec, M. i Dorocki, S. (2009). *Wpływ zasobów kapitału ludzkiego na kształtowanie społeczeństwa informacyjnego i innowacyjności struktur przemysłowych*. Warszawa, Kraków: Prace Komisji Geografii Przemysłu, (1).
- Brynjolfsson, E. i McAfee, A. (2014). *The second machine age. Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York: W.W. Norton & Company.
- Cascio, W. F. i Montealegre, R. (2016). How technology is changing work and organizations. *Research Gate*, 349-375.
- Ghislieri, C., Molino, M. i Cortese, C. G. (2018). Work and organizational psychology looks at the fourth industrial revolution: How to support workers and organizations? *Frontiers in Psychology*, 1-5.
- Gorecky, D., Schmitt, M. i Loskyl, M. (2014). Mensch-Maschine-Interaktion im Industrie 4.0-Zeitalter. W: T. Bauernhansl, M. Hompel i B. Vogel-Heuser, *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Gracel, J. i Makowiec, M. (2017). Kluczowe kompetencje menedżera w dobie czwartej rewolucji przemysłowej – przemysłu 4.0. *Zarządzanie XLIV*, (4). Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. 105-130. Pobrano z https://apcz.umk.pl/czasopisma/index.php/AUNC_ZARZ/article/view/AUNC_ZARZ.2017.054
- Gwarda-Gruszczyńska, E. i Czaplą, T. (2011). *Kluczowe kompetencje menedżera ds. komercjalizacji*. Łódź-Warszawa: Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości.
- Harpaz, I. (2002). Expressing a wish to continue or stop working as related to the meaning of work. *Work Organ. Psychol.*, (11), 177-198.
- Kagermann, H. (2014). Chancen von Industrie 4.0 nutzen. W: T. Bauernhansl, M. Hompel i B. Vogel-Heuser, *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Kaplan, J. (2015). *Humans need not apply: A guide to wealth and work in the age of artificial intelligence*. New Haven CN: Yale University Press.
- Kopaliński, W. (1983). *Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych*. Warszawa: Wiedza Powszechna.
- Lenke, C. i Brenner, W. (2014). *Einführung in die Wirtschaftsinformatik: Band 1: Verstehen des digitalen Zeit-alters*. Heidelberg: Springer.
- Lynch, R. (2000). *Corporate strategy*. Ft Pretince Hall.
- Łobaziewicz, M. (2019). *Zarządzanie inteligentnym przedsiębiorstwem w dobie Przemysłu 4.0*. Toruń: Dom Organizatora.
- Malara, Z. (2009). Umiejętności zarządzania wiedzą i kapitałem intelektualnym jako czynnik sukcesu współczesnego przedsiębiorstwa. *Spoleczne uwarunkowania sukcesu organizacji*, (813). *Prace i Materiały Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Gdańskiego*, Gdańsk.
- Naumann, M., Dietz, T. i Kuss, A. (2014). Mensch-Maschine-Interaktion. W: T. Bauernhansl, M. Hompel i B. Vogel-Heuser, *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Nogalski B. i Surawski B. M. (2003). Informacja strategiczna i jej rola w zarządzaniu przedsiębiorstwem, W: R. Borowiecki i M. Kwiecieński (red.), *Informacja w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Pozyskiwanie, wykorzystanie i ochrona*. Zakamycze, Kraków, 203-212.
- Nowacki, K. (2017). Od doskonalenia procesów do tworzenia strumienia wartości w przedsiębiorstwie branży motoryzacyjnej. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, (463).
- Nowacki, K. (2019). *Organizacyjno-technologiczne uwarunkowania implementacji podejścia procesowego w przedsiębiorstwie branży motoryzacyjnej*. Wrocław: Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu.

- Odważny, F., Szymańska, O. i Cyplik, P. (2018). Smart Factory: The requirements for implementation of the industry 4.0 solutions in FMCG environment – case study. *Log Form*, 14(2), 257-267.
- Paprocki, W. (2016). Koncepcja Przemysł 4.0 i jej zastosowanie w warunkach gospodarki rynkowej. W: J. Gajewski, W. Paprocki i J. Pieriegund, *Szanse i wyzwania dla sektorów infrastrukturalnych*. Gdańsk: Publikacja Europejskiego Kongresu Finansowego.
- Roblek, V., Meško, M. i Krapež, A. (2016). *A complex view of industry 4.0*. Sage. Thousand Oaks. Pobrano z <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/2158244016653987>
- Ślusarczyk, B. (2018). Industry 4.0 – are we ready? *Polish Journal of Management Studies*, 17(1).
- Wiśniewska, J. i Janasz, K. (2013). *Innowacje i jakość w zarządzaniu organizacjami*. Warszawa: CeDeWu.

THE ROLE OF A HUMAN IN AN INNOVATIVE COMPANY USING THE CONCEPT OF INDUSTRY 4.0 – CASE STUDY

Abstract: Manufacturing companies are constantly increasing the level of knowledge and innovation, which may result in full automation of processes in line with the concept of industry 4.0. Increasing the degree of process automation may, on the one hand, limit human presence in the processes, and, on the other hand, change the competences of employees. The literature on the subject describes the processes of implementing innovation and transforming enterprises in the context of the changing role of a man. The article aims to present the effects of the implementation of process automation and the changing role of a man in the enterprise, based on the example of an enterprise using the concepts of industry 4.0. The article is of a practical nature and the results of the research are a source of knowledge aimed mainly at process management.

Keywords: industry 4.0, improvement of production processes, innovations, innovation of enterprises, the role of a man in industry 4.0.