

e-mentor

DWUMIESIĘCZNIK SZKOŁY GŁÓWNEJ HANDLOWEJ W WARSZAWIE
WSPÓŁWYDAWCA: FUNDACJA PROMOCJI I AKREDYTACJ KIERUNKÓW EKONOMICZNYCH

2023, nr 5 (102)



Łukasiński, W. i Lis, W. (2023). Samoocena dojrzałości technologicznej organizacji. *e-mentor*, 5(102), 28–37. <https://doi.org/10.15219/em102.1639>



Wiesław
Łukasiński



Wiktor
Lis

Samocena dojrzałości technologicznej organizacji

Self-assessment of an organisation's technological maturity

Abstract

The concept of Industry 4.0 continues to gain popularity. Its implementation determines the level of technological maturity of an organisation, therefore the possibility of developing a competitive advantage. The goal of the authors was to design a tool conditioning the self-assessment of technological maturity of an organisation. This required obtaining an answer to the research question – what competencies condition the technological maturity of the organisation? The following were considered to be the most important: automation of production and logistics processes, the level of computer-assisted control and quality of management process flows, and the ability to apply new information technologies (such as big data, IIoT, cloud computing, for example). The chosen objective was achieved by conducting a literature review to identify the organisation's competencies, conducting a survey among experts, and applying the proposed tool in an organisation where management approval was obtained.

Keywords: technological maturity of an organisation, self-assessment, Industry 4.0, improvement, development

Wprowadzenie

Niekwestionowany wpływ na rozwój organizacji w dynamicznie zmiennym i złożonym otoczeniu ma koncepcja Przemysłu 4.0 zorientowana na doskonalenie rozwiązań techniczno-technologicznych (Mizerska, 2023), zwiększających zastosowanie sieci internetowej (Piątek, 2017). Koncept ten utożsamiany jest z czwartą rewolucją przemysłową (Götz, 2018). Wydaje się, że aktywne wdrożenie promowanych przez nią rozwiązań zwiększa szansę organizacji na osiągnięcie trwałego sukcesu rozumianego jako zdolność do rozwoju w dłuższym okresie (Łukasiński, 2015).

Założeniem koncepcji Przemysłu 4.0 jest skokowy wzrost efektywności funkcjonowania organizacji poprzez stworzenie warunków do powstawania nowych modeli biznesowych (Bendkowski, 2017). Informatyzacja, automatyzacja i robotyzacja procesów biznesowych powinna skutkować wytworzeniem systemu zdolnego do wymiany informacji (Olszewski, 2016). Warunkiem konkurencyjności firmy jest osiągnięcie przez nią wysokiego poziomu dojrzałości technologicznej. Wymaga to nie tylko rozwoju kompetencji związanych z wykorzystywanymi w niej technologiami, ale i transformacji realizowanej strategii, której nadrzędnym celem jest osiągnięcie doskonałości. Przedsiębiorstwo musi być zdolne do pozyskiwania wiedzy i do samorozwoju, zatem w swej istocie być innowacyjne (Jelonek, 2016). Zdobywanie kompetencji organizacji wiąże się bardzo mocno z rozwojem pracowników oraz ich integracją z wykorzystywanymi w niej technologiami. Mocny nacisk na współpracę człowieka z maszyną zakłada stosunkowo nowy paradygmat Przemysłu 5.0, który jest rozwinięciem Przemysłu 4.0 (Zizic i in., 2022)

Przedsiębiorstwa dążące do określenia poziomu dojrzałości technologicznej spotykają się obecnie z barierą, ponieważ nie ustalono konsensusu pod względem definicji i narzędzi pomiarowych. W świecie nauki istnieją już pierwsze modele zaproponowane

przez specjalistów (Bibby i Dehe, 2018). Są to między innymi: IMPULS, Digital Operations Self Assessment, The Connected Enterprise Maturity Model (Schumacher i in., 2016). Łuką badawczą, którą zidentyfikowali autorzy niniejszego artykułu, jest brak przystępnego w użyciu narzędzia do samooceny dojrzałości technologicznej w organizacjach produkcyjnych.

Celem autorów artykułu było zaprojektowanie narzędzia pozwalającego na dokonanie samooceny dojrzałości technologicznej organizacji. Jego realizacja wymagała uzyskania odpowiedzi na pytanie badawcze: Jakie kompetencje warunkują dojrzałość techniczno-technologiczną organizacji? Obrany cel zrealizowano dzięki dokonaniu przeglądu literatury umożliwiającemu zidentyfikowanie kompetencji organizacji, przeprowadzeniu badania wśród ekspertów oraz zastosowaniu zaproponowanego narzędzia w organizacji, w której uzyskano na to zgodę kierownictwa.

Dojrzałość technologiczna organizacji – przegląd literatury

W praktyce zarządzania dojrzałość organizacji można rozumieć jako jej umiejętność zapewnienia warunków do samorozwoju, to stan jej gotowości, doskonałości i zupełności (Hys, 2016). Kluczowym elementem warunkującym dojrzałość organizacji jest wiedza (unikatowy zasób), którą czerpie np. od zatrudnionych. Przedsiębiorstwo to byt całościowy zdolny do generowania wiedzy wskutek „przeżycia” lub doświadczenia czegoś, nabywania informacji np. o przyczynach czy skutkach zdarzeń losowych (Pereira i in., 2021). Zorientowanie na doskonałość zyskuje na popularności. Warto zwrócić uwagę na założenia modelu Nagrody Jakości Deminga, modelu Nagrody Jakości im. Malcolma Baldrige’a, modelu Europejskiej Nagrody Jakości, modelu Polskiej Nagrody Jakości, kryteria normy ISO serii 9000 oraz modele promowane przez szkoły naukowców, konsultantów biznesu, jak np. Peters i Waterman, Senge czy Toyota (Lisiecka i Czyż-Gwiazda, 2014; Łukasiński, 2016). W rzeczywistości często organizacje projektują własne narzędzia warunkujące przeprowadzenie samooceny w celu pozyskania niezbędnych dla ich rozwoju informacji. Z badań przeprowadzonych przez Skrzypka (2022) wynika, że w celu dokonania samooceny organizacje wykorzystują 5 poziomów dojrzałości. Może to być związane z tym, że takie rozwiązanie zostało zasugerowane w normie ISO 9001 (Skrzypek, 2022).

Dojrzałość technologiczna organizacji utożsamiana jest z jej zdolnością do rozwoju kompetencji warunkujących wzrost jej skuteczności i sprawności w zakresie wdrażania nowoczesnych rozwiązań, innowacyjnych technologii determinujących wytworzenie produktów satysfakcjonujących odbiorców. Ważne są: doskonalenie kompetencji zatrudnionych, zapewnienie im ergonomicznych stanowisk pracy oraz ciągły rozwój infrastruktury organizacji (Łukasiński, 2015). Schumacher i inni definiują dojrzałość jako stan gotowości, kompletności oraz doskonałości. Systemy dojrzewają

ce poprzez zwiększanie swoich możliwości zmierzają do osiągnięcia stanu doskonałego. Autorzy proponują pomiary dojrzałości w organizacjach w podejściach ilościowym oraz jakościowym, dyskretnym i ciągłym (Schumacher i in., 2016). Miarą tego, jak dobrze firma zdefiniowała swoje procesy, jest dojrzałość procesu.

W procesie kształtowania dojrzałości technologicznej szczególnie istotna jest humanizacja pracy. W sytuacji, kiedy człowiek kooperuje z robotami (norma ISO 15066), stosowane są systemy sterowania bazujące na internecie rzeczy (IoT) oraz wszelkiego rodzaju czujnikach w celu zapobiegania kolizjom i ich skutkom. W praktyce ruchy ludzi mogą nie być przewidywalne dla robota (Brex i in., 2022). Zastosowanie nowych technologii pozwala na ograniczanie ingerencji ludzi w przebieg procesów. W szkodliwych dla człowieka warunkach zastępują go roboty (np. automaty lakiernicze) (Paska, 2019), które cechuje całodobowa dostępność. Prowadzi to do ograniczenia kosztów, niwelując opóźnienia (Dobrzański, 2016). Ważne jest rozwijanie możliwości zdalnego sterowania procesami, np. procesem magazynowania z miejsca zamieszkania pracownika (Sosnowski, 2020; Szulewski, 2016).

Dla osiągnięcia dojrzałości technologicznej istotna jest ergonomia stanowiska pracy, która przesądza o samopoczuciu czy zaangażowaniu pracownika. Jej brak, zwłaszcza w przypadku stanowisk produkcyjnych, może spowodować urazy, co generuje wysokie koszty. Aktualnie na popularności zyskuje praca zdalna, która stanowi wyzwanie zarówno dla pracowników, jak i organizacji. Niemniej korzyścią wynikającą z niej jest brak konieczności pracy w biurze, czyli ograniczenie zużycia energii, wody (Chomiccki i Mierzejewska, 2020; Poreda, 2021).

W Przemysle 4.0 zatrudnieni muszą posiadać wiedzę z zakresu automatyki, robotyki czy też programowania (Stoch, 2019). Popularne staje się tworzenie klas patronackich w okolicznych szkołach, co umożliwia przygotowanie potencjalnych pracowników, którzy wchodzi w struktury firmy przed rozpoczęciem pracy (Ratajczak, 2018). Organizowane są szkolenia w formie VR stanowiące alternatywę szkoleń osób obsługujących urządzenia. W rzeczywistości wirtualnej można odtworzyć realne warunki pracy i sytuacji, w których pracownik musi się odnaleźć (Bogacki, 2015; Grabowski, 2012; Sowizdraniuk, 2018). Również decentralizacja pozytywnie wpływa na procesy decyzyjne, gdyż aktywnie uczestniczą w nich zatrudnieni posiadający informacje na dany temat. Skutkuje to ograniczeniem zużycia zasobów (w tym czasu) i wzrostem możliwości reakcji na destabilizację procesu bez konieczności bezpośredniego zaangażowania kierownictwa. Wiele z systemów wykorzystuje opcję wysyłania danych jednocześnie do kilku przełożonych (Zizic i in., 2022).

Dojrzałość technologiczna organizacji w praktyce kształtuje zdolność zastosowania technologii Przemysłu 4.0 (internet rzeczy, systemy klasy ERP, systemy obiegu dokumentacji) (Celent i in., 2022). Jej osiągnięcie warunkuje skuteczne wdrożenie systemu

ERP (najlepiej w chmurze), który posiada funkcje analityczne oparte na sztucznej inteligencji. Sprzyja to zwiększeniu efektywności procesu decyzyjnego. Systemy te wspomagają np. zarządzanie odpadami czy kosztami, optymalizując przebieg zidentyfikowanych procesów (S&T, 2020).

Konkurencyjność organizacji wymaga rozwoju technologii inteligentnych umożliwiających szybkie podejmowanie decyzji, zatem i zbieranie oraz analizowanie dużej ilości danych. Dlatego celowy jest rozwój kompetencji niezbędnych do zastosowania systemów BIS (Business Intelligence System), wykorzystujących sztuczną inteligencję (AI). Dzięki systemom pomiaru, zarządzania oraz monitorowania możliwe jest przetwarzanie masowych ilości danych *big data*. Zapewnia to możliwość podejmowania decyzji w czasie rzeczywistym, wdrażania działań prewencyjnych oraz kompleksowe zrozumienie potrzeb klientów oraz rynku. Organizacja musi rozwijać kompetencje niezbędne do losowej analizy danych, przewidywać przyszłe trendy, bazując na danych rzeczywistych (Fu i in., 2022). Konieczne jest stosowanie technologii *big data*, IoT oraz 5G w generowaniu inteligentnych rozwiązań umożliwiających automatyczną kontrolę. Systemy bazujące na automatyzacji umożliwiają nadawanie wyrobom unikalnych kodów, dzięki czemu np. ze stanowiska produkcyjnego do systemu wysyłana jest informacja o braku materiału, który dostarcza robot. Zatem trzeba zaprojektować system, w którym każdy element może komunikować się z każdym (Lu i in., 2022; Placzek, 2018).

W procesie kształtowania dojrzałości technologicznej ważne jest wspomaganie komputerowe, optymalizujące przebieg procesów, w tym kontroli jakości – urządzenia dzięki czujnikom i sensorom dokonują bardzo dokładnych pomiarów (Knop, 2017; Sawicki, 2016; Szafranski, 2023). Systemy wspomagające przebieg procesów (np. just in sequence), warunkują ograniczenie stanów magazynowych do minimum, dostarczanie wymaganej jakości i ilości produktów, w odpowiedniej kolejności, czasie i miejscu (LIS, b.d.). Systemy informatyczne wspomagają również montaż, zmniejszając liczbę błędów pracowników (Almakayee i in., 2022; Jaszczuk i in., 2015; Żyłka, 2020). Współcześnie konieczne staje się zastosowanie internetu rzeczy, generowanie wartości wnoszonej przez IoT wynikającej z tworzenia modeli biznesowych i operacyjnych (KnaufIndustries, 2020; Staleo, 2018). Duże znaczenie przypisuje się technologii blockchain, warunkującej łączenie rejestrów z całego łańcucha dostaw, aby poprawić dokładność i wydajność śledzenia produktów (@mmlmm, 2022). Wykorzystanie znajdują także oprogramowania klasy CAX, ERP, TMS, ITS, MES, które pozwalają na informatyzację organizacji, przyspieszenie procesów administracyjno-biurowych i zamówień, sprawną komunikację, a także monitorowanie obiegu dokumentacji. Systemy CAX wspomagają procesy produkcyjne oraz projektowe, z kolei systemy klasy ERP mogą być wykorzystane jako główne narzędzia scalające procesy (Kownacka, 2020).

Osiągnięciu dojrzałości technologicznej organizacji sprzyja wykorzystanie internetu, co wymaga zabezpieczeń przed cyberatakami umożliwiającymi np. przejęcie danych, zdalne zablokowanie urządzeń produkcyjnych czy zmiany ich parametrów. Ważne stają się systemy cyberbezpieczeństwa mające na celu szyfrowanie danych, uniemożliwienie połączenie się kogoś z zewnątrz z wewnętrzną siecią organizacji, np. VPN. Wymaga to kompetencji w zakresie przechowywania danych czy bezpieczeństwa w sieci (Gliwa, 2021). Ważne jest wyposażenie zakładu w najnowocześniejsze systemy, które ograniczą ewentualne szkody (Kuzaj i in., 2013; Zapart, 2015). Skuteczność dostosowania do nowych wyzwań zwiększa zdolność kooperacji (Mały i Berckhan, 2016; Popławski, 2020; Surmacz, 2020). Zatem należy bazować na systemach cybernetyczno-fizycznych łączących maszyny, procesy i produkty w inteligentne rozwiązania gospodarcze oraz samosterowalne inteligentne sieci i łańcuchy dostaw. W ramach tych ostatnich współpracujące ze sobą inteligentne organizacje (ang. smart factories) w sposób zautomatyzowany wymieniają informacje z kooperantami, dostawcami oraz sieciami dystrybucyjnymi i serwisowymi (Koliński, 2021).

Ważne jest uniezależnienie się energetyczne organizacji od gospodarki krajowej. Zdolność wytwarzania prądu zmniejsza ryzyko przerw w jego dostawie, obniżając koszty. Nowe technologie takie jak ogniwa perowskitowe postrzegane są jako elastyczna forma wytwarzania energii (Janik i in., 2018; Maryniak, 2011). Gdy należy zachować stałą temperaturę można wprowadzić system rekuperacji, a w przypadku wilgotności pomieszczenia – system odzysku wody z powietrza (Stempnakowski i Nikończuk, 2019).

Głównym celem smart factory jest budowa nowej organizacji produkcji. Wykorzystywane są w niej rozwiązania z zakresu automatyzacji oraz autonomizacji. Dodatkowo smart factory może dostosowywać produkt pod konkretnego klienta, zgodnie z jego oczekiwaniami, tym samym poprawiając jakość (Mychlewicz i Piątek, 2017). Różnorakie systemy informatyczne przyczyniają się do wzrostu jakości wytwarzanych produktów. W dobie Przemysłu 4.0 firmy konkurują jakością rozwiązań organizacyjnych, aby spełnić oczekiwania interesariuszy. Jakość oferowanych produktów jest także wartością dodaną dla klienta (Gunia, 2019). Ważne jest kształtowanie kompetencji warunkujących wykorzystanie materiałów z produktów powracających z rynku, co generuje pozytywny odbiór społeczny, obniża koszty oraz odciąża środowisko. Spotkać się można z rozbiieraniem produktów na części lub wykorzystaniem ich w całości do tworzenia nowych (Pietrzyk-Sokulska, 2016; Szczerba i Białecka, 2017).

Metoda badawcza

W pracy podjęto próbę identyfikacji kompetencji organizacji warunkujących jej dojrzałość techniczno-technologiczną. W literaturze określa się samoocenę jako podstawę do stosowania innych, bardziej rozbudowanych instrumentów, jest wstępem do rozmów

Samoocena dojrzałości technologicznej organizacji

o organizacji wewnątrz niej, a dodatkowo w jej przypadku nie ma potrzeby angażowania podmiotów z zewnątrz (Kwintowski, 2015). Celem badaczy było zbudowanie narzędzia samooceny dojrzałości technologicznej organizacji. Samoocena wykorzystywana jest podczas oceny potencjału i wyników osiągniętych przez przedsiębiorstwo, pozwala na zidentyfikowanie jej słabych oraz mocnych stron. Pomaga podczas planowania, wdrażania i monitorowania działań doskonalących i korygujących rozwiązania organizacyjne. Należy wyróżnić jej funkcje: diagnostyczną (uzyskanie informacji o organizacji), weryfikacyjną (zebranie ocen pracowników, analiza, opracowanie raportu i ocena) oraz porównawczą (benchmarking z innymi podmiotami). Jej zastosowanie umożliwia inicjowanie zmian, sprzyjając rozwojowi organizacji (Gabryelczyk, 2016). W tabeli 1 przedstawiono podjęte działania warunkujące osiągnięcie celu.

W I etapie przygotowano kwestionariusz ankietowy dla ekspertów – naukowców reprezentujących nauki o zarządzaniu i jakości oraz nauki inżynierskie. Na podstawie szerokiego przeglądu literatury wytypo-

wano 22 kryteria oceny dojrzałości przedsiębiorstw. Eksperti mieli za zadanie wskazać 10, uznanych przez nich za kluczowe. Wagi poszczególnych kryteriów ustalono na podstawie liczby wskazań danego kryterium. Suma odpowiedzi została odniesiona do liczby wszystkich możliwych zaznaczeń. W tym etapie wzięło udział 60 naukowców (minimum stopień doktora) z całej Polski.

Po zbudowaniu narzędzia samooceny zastosowano go w wybranej organizacji. W tym celu po uzyskaniu zgody na przeprowadzenie badania poproszono kadre kierowniczą o wytypowanie specjalistów i rozesłano link do narzędzia samooceny. W badaniu wzięło udział 10 osób mających ocenić poziom dojrzałości technologicznej organizacji, w której pracują, wykorzystując wskazane kryteria i skalę od 1 do 5. Ankietowanych poinformowano, co oznaczają poszczególne poziomy dojrzałości (tabela 2).

Poziom dojrzałości technologicznej organizacji określono poprzez zsumowanie iloczynów wag i poziomów dojrzałości w zakresie poszczególnych kryteriów.

Tabela 1

Realizowane działania

Cel cząstkowy	Opis
Analiza literatury	Identyfikacja kryteriów warunkujących dokonanie samooceny dojrzałości technologicznej organizacji.
Stworzenie bazy danych kontaktowych	Określenie grupy ekspertów. Wykorzystując internet (strony uczelni, instytutów) podjęto próbę analizy dorobku naukowego poszczególnych osób i jeżeli stwierdzono zgodność zainteresowań, kierowano prośbę o udział w badaniu.
Przeprowadzenie badania	Utworzono kwestionariusz ankiety, rozesłano e-maile w celu zaproszenia ekspertów do udziału w badaniu. Kolportaż ankiety odbywał się w 2022 roku. Wypełniło ją 60 ekspertów.
Stworzenie narzędzia samooceny	Uzyskana wiedza pozwoliła na ustalenie wag dla wskazanych kryteriów. Utworzono narzędzie, które zastosowano do przeprowadzania samooceny przez wybraną organizację.

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 2

Poziomy dojrzałości organizacji

Wyszczególnienie	Charakterystyka
Poziom 1 Faza początkowa	Organizacja funkcjonuje, niemniej występuje brak zorientowania na doskonalenie istniejących rozwiązań.
Poziom 2 Faza zorientowania na doskonalenie istniejących rozwiązań	Organizacja diagnozuje przebieg procesów i mechanizmów warunkujących jej funkcjonowanie. Jest skłonna do przyswajania wiedzy, niemniej cechuje ją brak kompetencji, aby z niej skorzystać. Wydzielony zostaje budżet na inwestycje mające na celu doskonalenie istniejących rozwiązań.
Poziom 3 Faza podejścia systemowego	Organizacja jest świadoma realizowanych procesów i decyduje o sobie, standaryzuje podstawowe procesy wytwórcze, systemowo doskonalą istniejące rozwiązania organizacyjne, dokonywane są inwestycje mające zapewnić ich rozwój.
Poziom 4 Faza aktywnego kształtowania dojrzałości	Organizacja wie, jak zapewnić efektywność istniejących rozwiązań. Standaryzuje procesy wytwórcze oraz zarządcze. Jest zdolna do samorozwoju, występuje możliwość realizacji inwestycji zapewniających jej zrównoważony rozwój, jest zorientowana na doskonałość.
Poziom 5 Faza doskonałości	Kompetencje organizacji sprawiają, że jest najlepsza w swojej klasie, wdraża innowacje, rozwija się i pomaga innym.

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki – pomiar dojrzałości technologicznej

Samoocenę przeprowadzono w organizacji z branży telekomunikacyjnej zlokalizowanej w południowej części Polski, w której zatrudnionych jest ok. 250 osób. W badaniu wzięła udział kadra zarządzająca produkcją. Zespół Zarządzania Produkcją reprezentowały 3 osoby, Zespół Kontroli Jakości Produkcji i Dostaw – 3 osoby, Zespół Technologii Produkcji – 3 osoby oraz Specjalista ds. Zarządzania Magazynem – 1 osoba. Badanych wytypowano ze względu na staż pracy (minimum 1 rok) w firmie oraz na fakt, że uczestniczą i zarządzają procesem produkcyjnym na co dzień, co przekłada się na ich ogólny poziom wiedzy o organizacji i badanych problemach.

Ogólny wynik dojrzałości technologicznej organizacji wyniósł 3,15, czyli jest to poziom trzeci dojrza-

łości organizacji. Uzyskane wyniki (tabela 3) sprzyjają opracowaniu strategii rozwoju przedsiębiorstwa. W przyszłości zakłada się osiągnięcie co najmniej czwartego poziomu dojrzałości.

Automatyzacja produkcji to filar koncepcji Przemysłu 4.0. W badanym przedsiębiorstwie poziom automatyzacji oceniono na 3,1. Z informacji uzyskanych w firmie wynika, że nie ma możliwości poprawy, ponieważ nie istnieje jeszcze technologia automatycznego montażu złącz światłowodowych. Dla poprawy wyniku należy w dalszym ciągu prowadzić działania mające na celu wymianę parku maszynowego na nowocześniejsze, szybsze oraz dokładniejsze urządzenia. W niedalekiej przeszłości wymieniono dwa urządzenia (jedno do ściągania osłony kabla, drugie do docinania kevlaru), w których bardzo szybko zużywały się elementy wymienne, a same maszyny były awaryjne.

Tabela 3

Wyniki samooceny dojrzałości technologicznej organizacji

Kryterium	Ś	W	Wynik
Poziom zautomatyzowania procesów produkcyjnych	3,1	0,09	0,279
Poziom zautomatyzowania procesów logistycznych	3,3	0,07	0,231
Poziom komputerowego wspomaganie procesu kontroli	3,5	0,07	0,245
Poziom jakości przebiegu procesów zarządczych	4	0,07	0,28
Ocena jakości funkcjonowania działu badawczo-rozwojowego	3,5	0,06	0,21
Zdolność zastosowania nowych technologii informatycznych (np. big data, IloT, chmury obliczeniowe)	3,1	0,06	0,186
Poziom jakości wykonania stosowanych maszyn i urządzeń	3,7	0,06	0,222
Zdolność odzysku ciepła, energii i wody	1,3	0,05	0,065
Poziom inwestycji w rozwój kadry	2,7	0,05	0,135
Zdolności ograniczające odpad u źródła oraz technologii końca rury	2	0,05	0,1
Zdolność wytwarzania własnej energii, ciepła czy paliw	1,3	0,05	0,065
Wytwarzanie responsywne zgodnie z ciągle zmieniającymi się oczekiwaniami klienta	3,4	0,04	0,136
Poziom rozwoju systemów cyberbezpieczeństwa	4,3	0,04	0,172
Poziom ergonomiczności stanowisk pracy	3,5	0,04	0,14
Poziom rozwoju infrastruktury niezbędnej do pracy zdalnej	4,4	0,04	0,176
Wykorzystanie koncepcji smart factory	2,8	0,04	0,112
Wykorzystanie oprogramowania klasy CAx, ERP, TMS, ITS itp.	3,7	0,03	0,111
Wykorzystanie blockchainu i/lub RFID	2,3	0,03	0,069
Posiadanie systemów wspomagających przygotowanie produkcji (just in sequence)	2,3	0,03	0,069
Kooperacja technologiczna z konkurencją	3,1	0,03	0,093
Technologia VR/AR do projektowania, serwisowania i modernizacji produktu lub/i do szkoleń pracowników	1,5	0,02	0,03
Poziom rozwoju infrastruktury przeciwpożarowej	2,4	0,01	0,024
Wynik samooceny			3,15

Uwaga. Ś – wartość średnia, W – waga.

Źródło: opracowanie własne

Samoocena dojrzałości technologicznej organizacji

Zautomatyzowanie procesów logistycznych oceniono na 3,3. Jest to nieco wyższa ocena niż w przypadku automatyzacji produkcji. Organizacja powinna skupić się na wykorzystaniu autonomicznych wózków w przestrzeni magazynowej (do tej pory wszystkie przemieszczenia magazynowe wykonują ludzie). Ogromnym plusem w logistyce jest wykorzystanie systemu WMS (Warehouse Management System), który daje dobrą podstawę do wdrożenia wózków autonomicznych.

Kadra specjalistów tworzy fundament organizacji. Obecny stan inwestycji w pracowników oceniono na 2,7. Aby poprawić ocenę, firma musi wdrożyć ścieżki rozwoju pracowników oraz zacząć organizować dla nich szkolenia zgodne z właściwą ścieżką. Dobrym pomysłem jest skorzystanie z outsourcingu szkoleń. Przedsiębiorstwo jest też na dobrej drodze do budowy kadry, ponieważ współpracuje z uczelniami i chętnie tworzy staże i praktyki dla studentów.

Procesy kontrolne w organizacji są jednym z krytycznych punktów całego procesu wytwarzania złącz światłowodowych. W tym miejscu weryfikowana jest poprawność wykonania złącza (wizualnie) oraz jego tłumienność. W przeszłości korzystano z urządzeń do pomiaru jednego złącza, co wydłużało proces, a uzyskane wyniki nie były zapisywane. Obecnie na stanowiskach są urządzenia zdolne do pomiaru dwóch złącz jednocześnie – następuje pomiar dwukierunkowy, a wyniki są zapisywane w formie raportu w systemie komputerowym. Niska ocena (3,5) świadczy o tym, że pomimo rozwiniętych urządzeń pracownik musi operować na stanowisku ręcznie i sam wszystko ustawiać. Należy zainwestować w bardziej zautomatyzowane urządzenia. Kontrola jakości komponentów przychodzących do magazynu, jak i gotowych produktów jest wyposażona w szereg urządzeń do różnego rodzaju pomiarów i badań. Podobnie jak w przypadku stanowisk pomiarów, urządzenia są w stanie automatycznie tworzyć bazę danych z pomiarami, jednak jeszcze wiele rzeczy trzeba wykonywać ręcznie. Warto rozważyć przegląd wszystkich użytkowanych urządzeń w dziale kontroli jakości i zastanowić się nad ich wymianą.

W organizacji wykorzystuje się programy klasy ERP do zarządzania procesami oraz materiałami. Ankietowani ocenili rozwiązanie na 3,7 i jest to dobry wynik. Przedsiębiorstwo sprawnie wykorzystuje te systemy, a baza danych jest stale rozwijana i aktualizowana.

Firma sprawnie wykorzystuje technologie przechowywania i przeliczania danych w chmurze. Pracownicy oceniają to rozwiązanie na 3,1. Taki wynik może świadczyć o braku wyszkolenia z użytkowania i możliwości technologii cloud computing. Sama organizacja w porównaniu z konkurencją zagraniczną nie jest duża, co też wpływa na możliwość stosowania tej technologii w ograniczonym stopniu – wytwarza zbyt mało danych, aby optymalnie wykorzystywać obliczenia w chmurze.

Jakość maszyn i urządzeń produkcyjnych na przestrzeni lat znacznie się poprawiła. Obecny stan oceniono na 3,7. Co pewien czas na rynku pojawiają się nowe urządzenia, a firma chętnie w nie inwestuje,

tym samym poprawiając jakość wyrobów i eliminując przestoje spowodowane awarią maszyn. Zalecana jest kontynuacja działań związanych z wyszukiwaniem i wymianą urządzeń.

Obecne technologie wykorzystywane w organizacji nie pozwalają na ograniczanie odpadu u źródła. Stąd też ocena 2. W pierwszej kolejności przedsiębiorstwo musi zająć się odpadem powstającym podczas procesu wytwórczego, a także wprowadzić segregację i oddawać odpad do wyspecjalizowanych firm.

W badanej organizacji do realizacji procesów zużywa się energię elektryczną, a ciepło i woda to zasoby okołoprodukcyjne (ogrzanie budynku, woda do picia oraz zachowania higieny). Poziom dojrzałości oceniono tu jedynie na 1,3. Należy zastanowić się nad montażem instalacji do odzyskiwania energii cieplnej np. z wentylacji dzięki wykorzystaniu wymiennika ciepła, izolacji budynku czy zaprojektowaniu ogrodów dachowych, które izolują i zatrzymują wodę (Inteligentny Budynek, 2021). Również zdolność wytwarzania własnej energii oceniono na 1,3, ponieważ obecnie nie wykorzystuje się żadnych technologii. Najprostszym rozwiązaniem jest montaż paneli fotowoltaicznych oraz np. pompy ciepła do ogrzewania pomieszczeń. Zwłaszcza że wiele programów finansuje takie inwestycje.

Pozostałe kompetencje mają wagę mniejszą bądź równą 0,04. Są ważne w organizacji XXI wieku, ale nie na tyle istotne, żeby znacząco wpływać na jej ogólną ocenę. Z tego powodu nie analizowano poszczególnych kompetencji. W większości oceniono je na poziomie 3,5.

W ogólnie przyjętym systemie uzyskane wyniki mogą wydawać się dość słabe. W rzeczywistości badany podmiot znajduje się na poziomie większości organizacji w Polsce. Uwzględnić trzeba kilka indywidualnych cech firmy oraz specyfikę rynku, na jakim działa. Kwestionariusz przygotowano w sposób ogólny, bez orientowania się na konkretną branżę. Badane przedsiębiorstwo zrobiło pierwszy i najważniejszy krok w samorozwoju, poddając się próbie diagnozy dojrzałości. Należy dostrzec, że badanie diagnozowało stan obecny i nie uwzględniło planów, które zaczęto już w jakimś stopniu realizować. Z tego powodu w niektórych kryteriach przyznano oceny niższe niż można by uzyskać za kilka miesięcy.

Dyskusja

W dostępnej literaturze samoocena organizacji określana jest jako skuteczna i kompleksowa metoda doskonalenia. Już w 2012 roku przeprowadzono badania dojrzałości jakościowej przedsiębiorstw, a ich autorką była Elżbieta Skrzypek. Jako wstępny wynik badań przyjęła zaangażowanie ludzi jako relację pomiędzy jakością a wynikami ekonomicznymi organizacji. Kolejną kwestią, którą poruszyła, było generowanie, przechowywanie i analiza danych o produktach wytwarzanych w przedsiębiorstwie (Skrzypek, 2012). W badaniu przeprowadzonym przez autorów niniejszej pracy eksperci również wskazywali na kluczowe

znaczenie kompetencji związanych z doskonaleniem przebiegu procesów.

Natomiast w raporcie branżowym przygotowanym przez Detecon dla rynku Telcom autorzy wzięli pod uwagę 4 obszary geograficzne, w których badano dojrzałość 6 kluczowych filarów działalności przedsiębiorstw funkcjonujących w tym sektorze gospodarki, w tym filaru techniczno-technologicznego. W opracowaniu ustalono ogólny poziom dojrzałości technologicznej organizacji telekomunikacyjnych na 3,06, a w obszarze europejskim na 3,12. Autorzy podkreślają również, że taki wynik oznacza, że cała branża zauważyła potrzebę rozwoju i na rynku postępują coraz bardziej dynamiczne zmiany (Detecon, 2023). Odnosząc te wyniki do przedsiębiorstwa badanego przez autorów niniejszego opracowania, którego ogólny wynik wyniósł 3,15 można stwierdzić, że zarówno na tle globalnym, jak i europejskim, dana organizacja zaczyna się wyróżniać.

Z kolei z badań przeprowadzonych przez Sliża (2016), który oceniał dojrzałość procesową organizacji z branży motoryzacyjnej wynika, że zdecydowana większość przedsiębiorstw z branży automotive znajduje się na drugim (37%) lub trzecim (41%) poziomie dojrzałości procesowej. Takie wyniki pozwalają na dokonanie porównania firm z różnych branż. Na ich podstawie można stwierdzić, że wdrażanie koncepcji Przemysłu 4.0 dopiero się rozpoczyna. Oznacza to, że badane przedsiębiorstwo prawdopodobnie znajduje się w grupie 70% organizacji, które są na niskim (drugim i trzecim) poziomie dojrzałości technologicznej. Badana organizacja jednak zwiększyła swoje szanse w „wyścigu”, diagnozując sytuację, w której się znajduje. Potwierdzają to wyniki badań Zizic i in. (2022), którzy dowiedli, że wdrażanie rozwiązań promowanych w koncepcji Przemysłu 4.0 warunkujących wysoki poziom dojrzałości technologicznej jest bardzo mało dostępne dla małych oraz średnich przedsiębiorstw ze względu na koszty technologii i koszt zatrudnienia specjalistów. Dlatego powinny one skupić się w pierwszej kolejności na rozbudowie kompetencji zatrudnionych już pracowników, a następnie stopniowo wdrażać nowe technologie. W ten sposób organizacja dojrzewa do wprowadzania zmian, które z kolei budują jej dojrzałość.

Z badań przeprowadzonych przez Jałowca i Wojtaszka (2022) wynika, że kluczową kwestią we wdrażaniu Przemysłu 4.0 jest wykorzystanie podczas produkcji robotów. Jako przykład podali oni Koreę Południową, Singapur oraz Japonię, które uważane są za kraje wysoko rozwinięte technologicznie, a to przekłada się na liczbę robotów stosowanych w produkcji w przeliczeniu na 10 tys. pracowników. Korea Południowa posiada 932 roboty na 10 tys. pracowników, Singapur – 605, a Japonia – 390. Na czwartym miejscu znajdują się Niemcy – 371 na 10 tys. pracowników. Autorzy zauważają także trend wzrostowy w zagęszczeniu robotów w produkcji i przewidują, że utrzyma się on minimum do 2024 roku. Osiągnięcie trwałego sukcesu wymaga dostosowania oferty do potrzeb klienta, co umożliwi wytworzenie systemu elastycznej produkcji

wykorzystującego zautomatyzowane i zrobotyzowane urządzenia. Autorzy dążyli do porównania sytuacji w Polsce i Niemczech. Stwierdzili, że pracownicy z obu krajów inaczej postrzegają wdrażanie koncepcji Przemysłu 4.0. Jeżeli chodzi o orientację na ewolucję produkcji, liderem są Niemcy, Polacy zdecydowanie ostrożniej podchodzą do zmian. Kadra menedżerska w Polsce niemal dwukrotnie rzadziej udziela instrukcji pracownikom w porównaniu do kadry niemieckiej oraz rzadziej definiuje cele pracy. Podobnie jest w przypadku definiowania reguł w pracy. W praktyce organizacje w Polsce rzadziej korzystają z poddostawców w całym łańcuchu logistycznym i niechętnie stosują zaawansowane technologie zdolne do podejmowania autonomicznych decyzji. Algorytmy decyzyjne w organizacjach z Niemiec są bardziej złożone niż w Polsce, gdzie pracownicy znacznie częściej samodzielnie podejmują decyzje. Pomimo faktu, że algorytmy decyzyjne w naszym kraju są mniej złożone, to częściej są modyfikowane, a tym samym doskonalone. Badacze uznali, że o sukcesie wdrożenia koncepcji Przemysłu 4.0 w organizacji przesądza zdolność opracowania spójnej strategii i skuteczność menedżerów (Jałowiec i Wojtaszek, 2022).

Z raportu przygotowanego przez S&T (2020) wynika, że w większości polskich firm transformacja technologiczna kojarzy się ze zmianą na poziomie strategicznym (61%). Niecała połowa badanych uważa, że dojrzałość technologiczna jest wynikiem automatyzacji oraz integracji procesów w firmie, a także wdrażania nowych narzędzi informatycznych. Jeżeli chodzi o korzyści wynikające z rozwoju technologicznego to zdecydowana większość badanych kojarzy je z rozwojem procesów decyzyjnych, które mogą wykorzystywać niedostępne wcześniej dane oraz z poprawą procesów biznesowych pod względem ich elastyczności i efektywności (S&T, 2020).

Należy także wspomnieć o ograniczeniach i wyzwaniach we wdrażaniu narzędzia samooceny do organizacji. Eksperci biorący udział w badaniu muszą posiadać wiedzę o badanych procesach. Przedsiębiorstwo jest zobligowane do skutecznego zaplanowania i przeprowadzenia badania. Konieczne jest zaangażowanie zarówno przywództwa, jak i pracowników, którzy powinni dążyć do pozyskania danych empirycznych znajdujących zastosowanie w tworzonej strategii i ustalaniu celów krótkoterminowych (Schumacher i in., 2016).

Zakończenie

Dojrzałość technologiczna jest jednym z czynników kształtujących wzrost konkurencyjności przedsiębiorstwa. Organizacje muszą skupić się na rozwoju kompetencji warunkujących wzrost poziomu dojrzałości technologicznej. Aby to zrealizować, niezbędne jest pozyskanie wiedzy oraz zasobów finansowych, które będą przeznaczone na wdrożenie strategii rozwojowej. Większość przedsiębiorstw znajduje się w grupie 70% organizacji na takim samym poziomie dojrzałości, co powinno być dla zarządzających bodźcem do dzia-

łania, by w efekcie osiągnąć przewagę konkurencyjną. Realizacja tego celu wymaga odpowiednich metod, dlatego podjęto badania, w wyniku których opracowano narzędzie samooceny dojrzałości technologicznej. Narzędzie uwzględnia najważniejsze kompetencje badanego obszaru, jednak różnorodność branż na rynku skłania do refleksji, że trzeba je dostosować do gałęzi przemysłu.

Zaproponowane przez autorów narzędzie samooceny zostało zaprojektowane tak, aby można było je modyfikować w kontekście badanej organizacji. Duży wachlarz kompetencji organizacyjnych pozwala na wyłączenie z badania części z nich (nie w każdym procesie produkcyjnym da się zastosować konkretne technologie zaproponowane w narzędziu). Można także rozbudować narzędzie o kontekst ekologiczny, zarządczy, ekonomiczny. Ważne, aby zachować sprzężenie zwrotne podczas wykorzystywania narzędzia. Sprawna komunikacja pomiędzy szczeblami zarządczymi może sprawić, że pracownicy chętniej będą brać udział w samoocenie. Narzędzie może uwypuklić słabe strony danych procesów, a to oznacza, że organizacja będzie mieć szansę na ich poprawę przy pomocy narzędzi Lean Manufacturing.

Ograniczeniem badania jest fakt, iż trzeba uwzględnić indywidualne cechy przedsiębiorstwa oraz rynek, na jakim działa. Efektem analizy literatury a następnie badania opinii ekspertów jest określenie kluczowych kompetencji organizacji dojrzałej techniczno-technologicznie. Za najważniejsze uznano: zautomatyzowanie procesów produkcyjnych i logistycznych, poziom komputerowego wspomaganie procesu kontroli, jakości przebiegu procesów zarządczych i zdolność do zastosowania nowych technologii informatycznych (takich jak np. *big data*, IloT, chmury obliczeniowe). Wykazano, że poprzez dokonanie samooceny istniejących rozwiązań możliwa jest diagnoza poziomu dojrzałości technologicznej organizacji. Należy stwierdzić, że samoocena pozwala na zdobycie informacji determinujących skuteczne podjęcie działań rozwojowych, warunkujących aktualizację realizowanej strategii. Ważne jest zorientowanie na rozwój kompetencji organizacji niezbędnych do osiągnięcia przez nią wysokiego poziomu dojrzałości technologicznej, co umożliwi implementację rozwiązań organizacyjnych zapewniających efektywność realizacji strategii.

Bibliografia

@mmlmm. (2022, 16 stycznia). *Rośnie wykorzystanie technologii Blockchain w produkcji*. <https://www.dobreprogramy.pl/@mmlmm/rosnie-wykorzystanie-technologii-blockchain-w-produkcji.blog,115532>

Almakayee, N., Desai, S., Alghamdi, S. i Rafik Noor Mohamed Qureshi, M. (2022). Smart Agent System for Cyber Nano-Manufacturing in Industry 4.0. *Applied Sciences*, 12(12), 6143. <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/12/6143>

Bendkowski, J. (2017). Zmiany w pracy produkcyjnej w perspektywie koncepcji „Przemysł 4.0”. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie*, 1990, 21–33.

Bibby, L. i Dehe, B. (2018). Defining and assessing industry 4.0 maturity levels – case of the defence sector. *Production Planning & Control*, 29(12), 1030–1043. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1503355>

Bogacki, S. (2015). Symulacja komputerowa wspomagająca szkolenia pracownicze. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach*, 1(11), 64–71.

Brex, N. Adriaensen, A., Decré, W. i Pintelon, L. (2022). Assessing system-wide safety readiness for successful human–robot collaboration adoption. *Safety*, 8(3), 48. <https://doi.org/10.3390/safety8030048>

Celent, L., Mladineo, M., Gjeldum, N. i Zizic, C. M. (2022). Multi-criteria decision support system for smart and sustainable machining process. *Energies*, 15(3), 772. <https://doi.org/10.3390/en15030772>

Chomicki, M. i Mierzejewska, K. (2020). Przygotowanie polskich przedsiębiorstw do świadczenia pracy zdalnej w okresie pandemii COVID-19. *e-mentor*, 5(87), 45–54. <https://doi.org/10.15219/em87.1492>

Dobrzański, P. (2016). Wykorzystanie robotów w procesach logistycznych. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie*, 99, 77–88.

Fu, H-P, Chang, T-H, Teng, Y-H, Liu C-H i Chuang, H-C. (2022). Critical factors considered by companies to introduce Business Intelligence Systems. *Axioms*, 11(7), 338. <https://doi.org/10.3390/axioms11070338>

Gabryelczyk, R. (2016). Samoocena w badaniu dojrzałości procesowej organizacji: studium empiryczne. *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa*, 12, 66–78.

Gliwa, S. (2021, 12 listopada). *Cyberbezpieczeństwo produkcji: kilka minut przestoju może kosztować miliony*. <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/cyberbezpieczenstwo-produkcji-kilka-minut-przestoju-moze-kosztowac-miliony/>

Götz, M. (2018). Przemysł czwartej generacji (przemysł 4.0) a międzynarodowa współpraca gospodarcza. *Ekonomista*, 4, 385–403. <https://ekonomista.pte.pl/Przemysl-czwartej-generacji-przemysl-4-0-a-mie-dzynarodowa-wspolpraca-gospodarcza,155534,0,2.html>

Grabowski, A. (2012). Wykorzystanie współczesnych technik rzeczywistości wirtualnej i rozszerzonej do szkolenia pracowników. *Bezpieczeństwo Pracy: Nauka i Praktyka*, 4, 18–21.

Gunia, G. (2019). Zintegrowane systemy informatyczne przedsiębiorstw w kontekście przemysłu 4.0. *Zarządzanie Przedsiębiorstwem*, 22(2), 7–12.

Hys, K. (2016). Wybrane modele dojrzałości systemu zarządzania jakością w organizacji. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 421, 175–186. <http://dx.doi.org/10.15611/pn.2016.421.15>

Inteligentny Budynek. (2021, 5 kwietnia). *Zastosowanie systemów odzyskiwania energii w celu poprawy efektywności energetycznej budynku*. <https://inteligentnybudynek.eu/zastosowanie-systemow-odzyskiwania-energii-w-celu-poprawy-efektywnosci-energetycznej-budynku/>

Jałowicz, T. i Wojtaszek, H. (2022). Analysis of directional activities for Industry 4.0 in the example of Poland and Germany. *Sustainability*, 14, 3848. <https://doi.org/10.3390/su14073848>

Janik, W., Kaproń, H. i Paździor, A. (2018). Uwarunkowania rozwoju produkcji energii. *Rynek Energii*, 2, 22–27.

Jaszczyk, Ł., Rozmus, M. i Wołczyk, W. (2015). Narzędzia informatyczne wspomagające kontrolę stanowisk pracy. *Maszyny Górnicze*, 33(4), 32–43.

Jelonek, D. (2016). Zdolność absorpcji wiedzy a innowacyjność małych i średnich przedsiębiorstw. *Studia Ekonomiczne, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*, 281, 57–66.

KnaufIndustries. (2020, 4 sierpnia). *Jak COVID-19 wpłynie na rozwój samochodów elektrycznych i autonomicznych?* <https://knaufautomotive.com/pl/jak-covid-19-wplynie-na-rozwoj-samochodow-elektrycznych-i-autonomicznych/>

Knop, K. (2017). Analiza udziału i znaczenia stosowanych metod kontroli jakości do wykrywania niezgodności profili aluminiowych. *Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji*, 6(7), 129–142.

Koliński, A. (2021). Smart Factory – czym jest koncepcja Smart Factory? *HalePrzemysłowePlus*. <https://www.haleprzemysloweplus.com/smart-factory-czym-jest-koncepcja-smart-factory>

Kownacka, M. (2020). Wykorzystanie systemów informatycznych w logistyce. *Przemysł Spożywczy*, 74(7), 26–30.

Kuźaj, K., Kolloch, J., Szczepanek, W., Kubera, J., Mościbroda, P., Brzózka, W., Brześciński, W., Bilski, P., Lelewski, P. i Rumiński, W. (2013). Obiekty zapewniające bezpieczne funkcjonowanie urządzeń elektrycznych umiejscowionych w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Aspekty wyposażenia obiektów w przeciwpożarowe wyłączniki prądu – zakres branży elektrycznej na przykładzie zakładu produkcyjnego PKN ORLEN S.A., w Płocku. *Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe*, 2(99), 153–158.

Kwintowski, A. (2015). Samoocena jako narzędzie doskonalenia. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 376, 346–356.

LIS. (b.d.). *Just-In-Sequence*. LIS Polska Sp. z o.o. Pobrano 17 listopada 2023, z <https://www.lis.eu/pl/lexikon/just-in-sequence/>

Lisiecka, K. i Czyż-Gwiazda, E. (2014). Zarządzanie jakością działań w organizacji. Modele i metody doskonalenia. *Prace Naukowe / Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach*, 232.

Lu, M-T., Lu, H.-P. i Chen, Ch.-S. (2022). Exploring the key priority development projects of smart transportation for sustainability: Using Kano Model. *Sustainability*, 14(15), 9319. <https://doi.org/10.3390/su14159319>

Łukasiński, W. (2015). Dojrzałość jakościowa organizacji na przykładzie działu kruszyw. *Przegląd Organizacji*, 5, 30–36.

Łukasiński, W. (2016). *Dojrzałość organizacji zarządzanej projakościowo*. Polskie Towarzystwo Ekonomiczne.

Małys, Ł. i Berckhan, R. (2016). Znaczenie współpracy z podmiotami sieci biznesowej dystrybutora motoryzacyjnego. *Studia Ekonomiczne / Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach*, 255, 289–298.

Maryniak, L. (2011). Ryzyko produkcji własnych mediów energetycznych. *Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie*, 19(2), 75–81.

Mizerska, P. (2023, 10 maja). *Dojrzałość cyfrowa polskich przedsiębiorstw*. <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/dojrzaosc-cyfrowa-polskich-przedsiębiorstw/>

Mychlewicz, C. i Piątek, Z. (2017). *Od Industry 4.0 do smart factory. Poradnik menedżera i inżyniera*. Siemens. <https://publikacje.siemens-info.com/pdf/76/Od%20Indus try%204.0%20do%20Smart%20Factory.pdf>

Olszewski, M. (2016). Mechatronizacja produktu i produkcji – przemysł 4.0. *Pomiary Automatyka Robotyka*, 3, 13–28. https://doi.org/10.14313/PAR_221/13

Paska, M. (2019). Inżynieria produkcji – bezpieczeństwo i ewaluacja zautomatyzowanych procesów produkcyjnych. *Prace Naukowe Wyższej Szkoły Zarządzania i Przedsiębiorczości z siedzibą w Wałbrzychu*, 48(2), 281–298.

Pereira, L. F., Fernandes, A. O., Sempiterno, M., Dias, A. L., da Costa, R. L. i Antonio, N. (2021). Knowledge management maturity contributes to project-based companies in an open innovation era. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(2). <https://doi.org/10.3390/joitmc7020126>

Piątek, Z. (2017, 22 marca). Czym jest Przemysł 4.0? – część 1. <https://przemysl-40.pl/index.php/2017/03/22/czym-jest-przemysl-4-0/>

Pietrzyk-Sokulska, E. (2016). Recykling jako potencjalne źródło pozyskiwania surowców mineralnych z wybranych grup odpadów. *Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN*, 92, 141–161.

Płaczek, E. (2018). Logistyka w erze Industry 4.0. *Przedsiębiorczość i Zarządzanie*, 11(3), 55–66.

Popławski, K. (2020). Na zakręcie. Kryzys niemieckiej branży motoryzacyjnej. *Punkt Widzenia*, 79. OSW.

Poreda, R. (2021, 7 kwietnia). *Augmented Reality w produkcji – przegląd możliwości*. Astor. <https://www.astor.com.pl/biznes-i-produkcja/augmented-reality-w-produkcji-przeglad-mozliwosci/>

Ratajczak, J. (2018). Rekrutacja pokolenia Z w kontekście zmian demograficznych. *Zeszyty Naukowe Polskiego Towarzystwa Ekonomicznego w Zielonej Górze*, 8, 125–140.

S&T. (2020). Dojrzałość technologiczna polskich firm. Raport branżowy. S&T, Infor, Hewlett Packard Enterprise. https://branden.biz/wp-content/uploads/2020/05/Raport_Dojrza%C5%82osc_technologiczna_polskich_firm.pdf

Sawicki, A. (2016). The Internet of things. *World Scientific News*, 89–96. <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.psjd-f006bf80-8860-4475-8718-c1d6dfabc1bd/content/partDownload/87413cb8-166a-3b62-a188-3d3a7126760b>

Schumacher, A., Erol, S. i Sihni, W. (2016). *A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises*, 52, 161–166. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040>

Skrzypek, A. (2022). Dojrzałość organizacji – źródła, uwarunkowania i konsekwencje. *Nowe Tendencje w Zarządzaniu*, 2, 51–74. <https://doi.org/10.31743/ntz.13201>

Skrzypek, E. (2012). Wyznaczniki dojrzałości jakościowej w świetle wyników badań. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 264, 401–412. http://www.dbc.wroc.pl/Content/22981/PDF/Skrzypek_Wyznaczniki_Dojrzalosci_Jakosciowej_w_Swietle_Wynikow_2012.pdf

Sliż, P. (2016). Dojrzałość procesowa organizacji – wyniki badań empirycznych. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 421, 520–542.

Sosnowski, P. (2020). Nowoczesne technologie mobilne w magazynowaniu w świetle koncepcji Internet of Things. *Napędy i Sterowanie*, 22(3), 104–111.

Sowizdraniuk, P. (2018). Wykorzystanie rzeczywistości wirtualnej w kształceniu kadr podmiotów ratowniczych. *Studia i Materiały Wydziału Zarządzania i Administracji Wyższej Szkoły Pedagogicznej im. Jana Kochanowskiego w Kielcach*, 22(4), 421–438.

Staleo. (2018). *Big data oraz IoT w przemyśle*. <https://staleo.pl/z-kraju-i-ze-swiata/artykuly/3124/big-data-oraz-iot-w-przemysle>

Stępnakowski, Z. i Nikończuk, P. (2019). Aspekty ekonomiczne w procesie projektowania instalacji odzysku ciepła: studium przypadku. *Autobusy – Technika*,

Samoocena dojrzałości technologicznej organizacji

Eksploracja, Systemy transportowe, 20(1–2), 340–343. <https://doi.org/10.24136/atest.2019.063>

Stoch, M. (2019, 14 marca). ITmatyk poszukiwany. *AutomatykaOnline*. <https://automatykaonline.pl/Artykuly/Przemysl-4.0/ITmatyk-poszukiwany>

Surmacz, T. (2020). Budowanie więzi międzyorganizacyjnych w opinii firm z branży motoryzacyjnej. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, 2, 39–44.

Szafrański, A. (2023, 11 marca). *Internet of Things (IoT) czym jest Internet Rzeczy w przemyśle?* <https://www.dsr.com.pl/internet-of-things-iot-czym-jest-internet-rzeczy-w-przemysle/>

Szczerba, B. i Białecka, B. (2017). Analiza logistyki zwrotnej reklamowanych produktów na przykładzie

przedsiębiorstwa z branży motoryzacyjnej. *Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji*, 6(7), 243–254.

Szulewski, P. (2016). Koncepcje automatyki przemysłowej w środowisku Industry 4.0. *Mechanik*, 7. <https://doi.org/10.17814/mechanik.2016.7.221>

Zapart, J. (2015). Zakładowa Straż Pożarna w Grupie Azoty SA. *Chemik*, 69(4), 213–216.

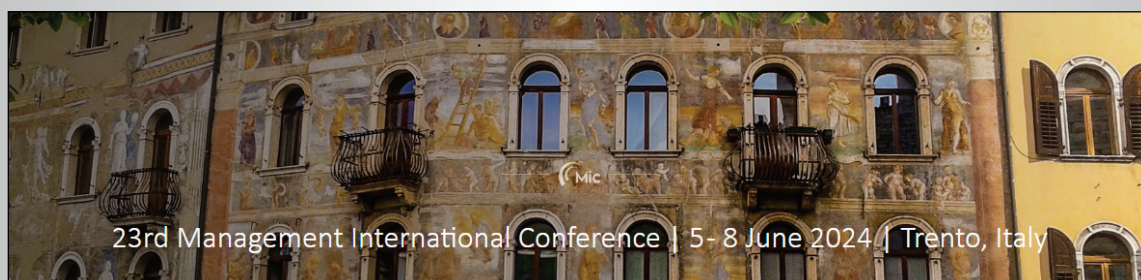
Zizic, M. C., Mladineo, M., Gjeldum, N. i Celent, L. (2022). From Industry 4.0 towards Industry 5.0: A review and analysis of paradigm shift for the people, organization and technology. *Energies*, 15(14). <https://doi.org/10.3390/en15145221>

Zyłka, W. M. (2020). Systemy informatyczne wspomagające produkcję. *Obróbka Metalu*, 1, 28–33.

Wiesław Łukasiński jest doktorem habilitowanym nauk ekonomicznych, profesorem nadzwyczajnym Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie zatrudnionym w Katedrze Zarządzania Procesowego. Jego dorobek naukowy obejmuje zagadnienia jakościowego zarządzania organizacją. W swoich pracach szczególnie uwagę zwraca na kompetencje organizacji, zarządzanie zasobami ludzkimi i doskonalenie istniejących rozwiązań organizacyjnych.

Wiktor Lis jest magistrem inżynierem na kierunku Zarządzanie i Inżynieria Produkcji na Uniwersytecie Ekonomicznym w Krakowie. Obecnie rozwija się w pracy jako członek kadry zarządzającej produkcją niższego szczebla. W kręgu jego zainteresowań naukowych szczególne miejsce zajmują narzędzia do samooceny organizacji, metody optymalizowania odpadu oraz kosztów procesu produkcyjnego.

POLECAMY



MIC 2024 „Wyzwania nowej generacji: innowacje, odnowa i włączanie społeczne”, 5–8 czerwca 2024 r., Trydent (Włochy)

Innowacje, odnowa i włączanie społeczne to główne filary przyszłych działań na rzecz silnych społeczeństw i gospodarek, ponieważ są kluczem do pokonywania wyzwań i napędzania zrównoważonego wzrostu w szybko zmieniającym się świecie. Przekonanie, że naszym obowiązkiem jest poprawa jakości życia przy jednoczesnej ochronie środowiska dla przyszłych pokoleń łączy wysiłki naukowców, decydentów i każdego z nas. Musimy zatem planować, działać i tworzyć przyszłość, która pozostawi przestrzeń dla kolejnych pokoleń.

Organizatorzy: University of Primorska (Słowenia), University of Trento (Włochy), University of Trieste (Włochy), Juraj Dobriła University of Pula (Chorwacja). Konferencja odbywa się w języku angielskim.

Więcej informacji na stronie: <https://www.mic.fm-kp.si/>

„E-mentor” jest jednym z czasopism wspierających konferencję.