

Doskonałość biznesowa

Istota i modele

redakcja naukowa:
**Piotr Rogala, Joanna Martusewicz
i Arkadiusz Wierzbic**



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2024

Recenzja
Sławomir Wawak

Redakcja wydawnicza
Marcin Grabski

Korekta
Barbara Łopusiewicz

Opracowanie graficzne, skład i łamanie
Małgorzata Myszkowska

Projekt okładki
Beata Dębska

Na okładce wykorzystano zdjęcie z zasobów Adobe Stock

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2024

Publikacja dostępna 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>



ISBN 978-83-67899-72-7 (dla wersji papierowej)
ISBN 978-83-67899-73-4 (dla wersji elektronicznej)

DOI: 10.15611/2024.73.4

Cytuj jako: Rogala, P., Martusewicz, J. i Wierzbic, A. (red.). (2024). *Doskonałość biznesowa – istota i modele*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.

Druk i oprawa: TOTEM



Doskonałość biznesowa a jakość 4.0

Tomasz Brzozowski

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Katedra Zarządzania Jakością i Środowiskiem
e-mail: tomasz.brzozowski@ue.wroc.pl
ORCID: 0000-0001-7140-1205

Cytuj jako: Brzozowski, T. (2024). Doskonałość biznesowa a jakość 4.0. W: P. Rogala, J. Martusewicz, A. Wierzbic (red.), *Doskonałość biznesowa – istota i modele* (s. 126-134). Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.

DOI: 10.15611/2024.73.4.09

9.1. Próba definicji jakości 4.0

Rozwój koncepcji zarządzania jakością trwa nieprzerwanie od dziesięcioleci. Odbywa się on w wymiarze zarówno koncepcji i metod, jak i narzędzi stosowanych w obszarze zarządzania jakością. Przejawia się także w takich aspektach zarządzania jakością, jak rozległość funkcji zarządzania jakością w organizacji, przenikanie się z innymi obszarami zarządzania w organizacji, skala zaangażowania pracowników organizacji, otwartość na otoczenie organizacji czy wymagane kompetencje pracowników jakości.

Na obecnym etapie rozwoju koncepcja zarządzania jakością ugruntowała się wokół czterech czołowych nurtów, wśród których wymienia się (Rogala, 2020):

- nurt związany z Lean Management, opierający się na filozofii *Kaizen* oraz metodach identyfikowania i eliminowania marnotrawstwa w procesach operacyjnych,
- nurt związany z Six Sigma i stosowaniem narzędzi statystycznych do sterowania procesami operacyjnymi,

- nurt związany z modelami doskonałości, które koncentrują się na diagnozowaniu określonych aspektów funkcjonowania organizacji i wskazywaniu obszarów do doskonalenia,
- nurt normalizacyjny, związany z wdrażaniem i utrzymywaniem systemów zarządzania jakością zgodnych z odpowiednimi normami ISO.

Mimo odrębności w zakresie wykorzystywanych metod i narzędzi nurty te łączą zasady leżące u podstaw zarządzania jakością, przede wszystkim zasada ciągłego doskonalenia. Realizacja tej zasady niezmiennie jest dążeniem organizacji wdrażających koncepcję zarządzania jakością do poprawiania wyników w obrębie swoich procesów, produktów i satysfakcji klientów.

We współczesnym świecie zachodzi wiele dynamicznych zmian. Przejawiają się one w rozwoju i upowszechnianiu nowoczesnych technologii stosowanych we wszystkich obszarach życia społeczno-gospodarczego, przede wszystkim w świecie biznesu i przemysłu. W obrębie środowiska przemysłowego ta zdecydowana orientacja na nowoczesne technologie przyjęła miano Przemysłu 4.0, czyli czwartej rewolucji przemysłowej (Skrzypek, 2020). W związku z tym pojawia się konieczność nowego spojrzenia na zarządzanie jakością. Spojrzenia, które wymaga nawet rewolucyjnych postaw i otwarcia się nie tylko na nowe technologie, ale także na nowe zadania dla funkcji zarządzania jakością w przedsiębiorstwie. Kwestią kluczową jest jednak zdefiniowanie takiego zarządzania jakością, które określa się mianem jakości 4.0 (Skrzypek, 2021).

Pojęcie jakości 4.0 jest stosunkowo nowym zagadnieniem, dlatego nie ma zbyt wielu publikacji na ten temat. Przegląd dostępnych publikacji pozwala jednak wskazać główne problemy dotyczące tej koncepcji oraz wskazania do dalszych badań. Można także odnaleźć próby definiowania jakości 4.0.

Pojęcie to jest definiowane na wiele sposobów, a w definicjach są podkreślane różnorodne aspekty tworzące koncepcję jakości 4.0. Wśród aspektów, które najczęściej wykorzystuje się do scharakteryzowania tej koncepcji, warto wskazać:

- odejście od tradycyjnych technik zarządzania jakością, stosowanych manualnie,
- wykorzystanie nowoczesnych technologii znanych z koncepcją Przemysłu 4.0,
- tworzenie warunków ściślejszej współpracy służb zarządzania jakością w obrębie organizacji działających w całym łańcuchu dostaw.

W publikacjach pojawiają się dwa podejścia do definiowania jakości 4.0 (zob. Sader i in., 2021). Pierwsze z nich podkreśla związek tej koncepcji z Przemysłem 4.0 i cyfryzacją dotychczasowych praktyk zarządzania jakością. W tym podejściu kluczowym elementem tworzącym jakość 4.0 jest zastosowanie nowoczesnych technologii w procesach realizowanych w obrębie funkcji zarządzania jakością (Aldag i Eker, 2018; Jacob, 2020; Allcock, 2018).

W drugim z tych podejść jakość 4.0 jest przedstawiana jako wynik ewolucji koncepcji zarządzania jakością. W podejściu tym podkreśla się zatem związek między jakością 4.0 a TQM oraz istniejącymi zasadami i praktykami stosowanymi w obszarze zarządzania jakością. Wskazuje się także znaczenie oraz kierunki zmian, jakie powinny zachodzić w poszczególnych aspektach zarządzania jakością. Z kolei możliwości zastosowania nowoczesnych technologii powinny stanowić inspirację i poszerzać możliwości rozwoju koncepcji zarządzania jakością inspirowanych możliwościami wykorzystania nowoczesnych technologii (Jacob, 2020).

Interesującym sposobem zdefiniowania jakości 4.0 jest ujęcie dynamiczne, wskazujące pewne stany, jakie powinny tworzyć zarządzanie jakością w ślad za warunkami tworzonymi w obrębie czwartej rewolucji przemysłowej. Stany te wskazywał Gregory H. Watson (2019), wymieniając:

- digitalizację, która służy do optymalizacji sprzężenia zwrotnego między sygnałami pojawiającymi się w procesie i mechanizmami jego regulacji przez adaptacyjne uczenie się wspierające samoczynne korekty systemu,
- mechanizmy kontrolne, które są ukierunkowane na projektowanie procesów zamiast na kontrolę operatorów i operacji w procesie,
- maszyny, które uczą się samoregulacji i sterowania swoją wydajnością i jakością,
- nacisk, który przenosi się z procesów produkcyjnych (czy – szerzej – operacyjnych) na projektowanie systemu i integrację z systemem biznesowym.

Wraz z próbami definiowania pojęcia jakości 4.0 pojawiają próby modelowego ujęcia tej nowej koncepcji.

9.2. Jakość 4.0 – ujęcie modelowe

Obecnie istnieje wiele modeli zarządzania jakością, takich jak TQM, EFQM czy norma ISO 9001. Również koncepcje takie jak Lean Management i Six Sigma określają ramy działania w obszarze zarządzania jakością.

Dostępne są badania wskazujące przydatność tych modeli do opisu koncepcji jakości 4.0 (zob. Fonseca i in., 2021; Sader i in., 2019). Naukowcy zwracają jednak uwagę, że istnieje potrzeba stworzenia modelu definiującego ramy koncepcyjne dla jakości 4.0, który powinien uwzględniać rolę nowoczesnych technologii w odniesieniu do tradycyjnych obszarów i praktyk zarządzania jakością.

Jednym z takich modeli jest model zaproponowany przez Deusdeditha Pastory'ego Magangę i Ismaila W.R. Taifę (2022). W modelu tym autorzy określili cztery filary jakości 4.0 stanowiące nowoczesne podejście do zarządzania jakością, wykorzystujące technologie Przemysłu 4.0. Filary te i ich specyfikacje przedstawiono w tabeli 9.1.

Tabela 9.1. Filary jakości 4.0

Filary jakości 4.0	Wyszczególnienie
Zasady TQM	Przywództwo, zaangażowanie najwyższego kierownictwa, ciągłe doskonalenie, zarządzanie dostawcami, koncentracja na kliencie, zaangażowanie pracowników
Technologie Przemysłu 4.0	Internet rzeczy, uczenie maszynowe, rzeczywistość wirtualna, roboty autonomiczne, rzeczywistość rozszerzona
Zarządzanie jakością w czasie rzeczywistym	Wykorzystanie czujników, wykorzystanie aplikacji do komunikacji, podejmowanie decyzji w czasie rzeczywistym, połączenia i sterowanie predykcyjne
Zarządzanie <i>big data</i>	Analiza <i>big data</i> , digitalizacja, automatyzacja, IT

Źródło: (Maganga i Taifa, 2022, s. 1417-1448).

W zupełnie inny sposób koncepcja jakości 4.0 została przedstawiona w modelu opracowanym przez instytut badawczy LNS Research. W modelu tym jakość 4.0 jest przedstawiona w perspektywie dynamicznej jako przekształcenie tradycyjnego modelu zarządzania jakością w kierunku koncepcji jakości 4.0, w której tradycyjne elementy są silnie wzmacniane przez wykorzystanie nowoczesnych technologii. Zgodnie z modelem transformacja ma nastąpić w jedenastu obszarach – nazywanych w tym modelu osiami, takich jak: system zarządzania, analityka, dane, tworzenie aplikacji, łączność, skalowalność, współpraca, kompetencje, przywództwo, kultura i zgodność (Jacob, 2017).

Ważnym elementem omawianego modelu jest obszar systemu zarządzania jakością. Wyjaśniając rolę tego obszaru w jakości 4.0, wskazano, że system zarządzania jakością w przedsiębiorstwie jest centrum różnych działań związanych z zarządzaniem jakością. Wynika to z faktu, że jakość dotyczy każdej części łańcucha wartości i sposobu zarządzania. Oznacza to, że powszechnie stosowane w organizacjach systemy zarządzania jakością stanowią solidną podstawę wdrażania rozwiązań jakości 4.0.

Źródłem przewagi jakości 4.0 ma być gromadzenie i dostęp do znacznie większej ilości danych, ich analizowanie w szerokim zakresie i podejmowanie na tej podstawie decyzji i działań. Wskazuje się, że obecnie obszar analizy danych w systemach zarządzania jakością stanowi ograniczenie w dążeniu organizacji do doskonałości (Jacob, 2017). Postulowanym rozwiązaniem w ramach jakości 4.0 jest zatem analizowanie dużych zbiorów danych (*big data*) oraz wykorzystywanie mechanizmów uczenia maszynowego (*machine learning*, ML) i sztucznej inteligencji (*artificial intelligence*, AI).

W celu zapewnienia skutecznego zarządzania *big data* w modelu LNS Research są wskazywane mechanizmy pozwalające na działania w skali globalnej – korporacyjnej czy w obrębie łańcucha wartości, a nie tylko w skali lokalnej – na miejscu

w danej organizacji. Rozwiązaniem technologicznym wspierającym takie mechanizmy ma być stosowanie chmury obliczeniowej (*cloud computing*). Z kolei wsparciem dla użytkowników ma być rozwijanie i wdrażanie odpowiednich interfejsów i aplikacji zapewniających dostęp do danych z różnych źródeł (*mash-up apps*).

Kolejne obszary modelu jakości 4.0 mają bardziej tradycyjny charakter, a są to powiązanie i ścisła współpraca między służbami jakości funkcjonującymi na różnych poziomach organizacji. W tym wypadku chodzi o współpracę jednostek organizacyjnych i pracowników jakości:

- na wyższym poziomie, obejmującym operacje biznesowe, projektowanie procesów, planowanie jakości,
- na poziomie operacyjnym, obejmującym monitorowanie procesów, sterowanie procesami, postępowanie z niezgodnościami.

Inne tradycyjne elementy zarządzania jakością, których znaczenie jest akcentowane w omawianym modelu jakości 4.0, to kultura organizacyjna i przywództwo. W obu tych obszarach podkreśla się, że działania propagujące i komunikujące znaczenie jakości, zaangażowanie i współpraca, a także odpowiedzialność w obszarze zarządzania jakością, powinny być realizowane w układzie przekrojowym – między wszystkimi funkcjami w organizacji, a nie tylko w obrębie służb jakości.

Ostatnią osią modelu jakości 4.0 jest obszar kompetencji pracowników jakości na każdym szczeblu w organizacji. Element ten odgrywa niezwykle istotną rolę, ponieważ obejmuje i spaja, a także warunkuje skuteczność działań we wszystkich pozostałych obszarach jakości 4.0. Ważne jest, że w zakresie kompetencji wymaganych dla jakości 4.0 znajdują się zarówno kompetencje dotyczące zastosowania nowoczesnych technologii, jak i kompetencje społeczne, związane ze współpracą, z komunikowaniem się i odpowiedzialnością, a także z kreatywnością, krytycznym myśleniem czy inteligencją emocjonalną (Santos i in., 2021).

9.3. Spojrzenie na doskonałość w jakości 4.0

Jakość 4.0 ma zapewnić wyższy poziom efektywności działań organizacji w obszarze zarządzania jakością, zwłaszcza w zakresie umiejętności spełniania wymagań klientów. Przede wszystkim ma się to wiązać z wykorzystaniem analityki wielkich zbiorów danych, obejmującej szerszy zakres analiz niż ten, który jest możliwy przy użyciu tradycyjnych metod. Drugim czynnikiem ma być umiejętność zarządzania jakością w czasie rzeczywistym i podejmowania decyzji (Maganga i Taifa, 2022). Oczywiście ma to być możliwe dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii.

Zastosowanie takich technologii w odpowiedniej konfiguracji powinno pozwolić na uzyskanie wielu korzyści z wdrożenia koncepcji jakości 4.0. Najczęściej wskazywane w literaturze rodzaje technologii i korzyści z ich stosowania przedstawia tabela 9.2.

Tabela 9.2. Technologie i korzyści z ich stosowania w jakości 4.0

Technologie jakości 4.0	Korzyści ze stosowania technologii
<ul style="list-style-type: none"> ● Analityka <i>big data</i> ● Internet rzeczy ● Sztuczna inteligencja ● Systemy cybernetyczne ● Chmura obliczeniowa ● Uczenie maszynowe ● Drukowanie przestrzenne ● Roboty autonomiczne ● Rozszerzona rzeczywistość ● Rzeczywistość wirtualna ● Technologia blockchain 	<ul style="list-style-type: none"> ● Nowe metody i narzędzia analizowania danych ● Przechwytywanie danych w czasie rzeczywistym ● Wsparcie, wzmocnienie i przyspieszenie procesów decyzyjnych ● Większe możliwości i intensywność działań doskonalących ● Większy stopień rozpoznania i spełnienia wymagań klientów ● Poprawa wydajności procesów produkcyjnych ● Obniżenie kosztów ● Skuteczniejsze rozwiązywanie problemów ● Możliwość zdalnego sterowania procesami ● Zmniejszenie liczby niezgodności

Źródło: (Maganga i Taifa, 2022, s. 1417-1448).

Mimo że nowoczesne technologie odgrywają fundamentalną rolę w koncepcji jakości 4.0, niezmiernie ważne są również aspekty inne niż technologiczne. W literaturze podkreśla się znaczenie takich czynników, jak przywództwo, szkolenie, kultura organizacyjna i zaangażowanie najwyższego kierownictwa (Sony i in., 2020). Ponadto zwraca się uwagę na znaczenie wysokiej jakości umiejętności profesjonalistów związanych z zarządzaniem zmianą, pracą zespołową, komunikacją interpersonalną i motywacją. Tak zdefiniowany model jakości 4.0 opisuje pewien stan doskonałości, szczególnie w rozumieniu doskonałości funkcjonalnej. Przy obecnym poziomie wdrożenia jakości 4.0 rzeczywisty wpływ tego modelu na doskonałość wyników organizacji wymaga jednak prowadzenia dalszych badań.

Obecnie wiele dostępnych badań dotyczących tej koncepcji opiera się na przeglądach literatury lub analizie modeli i praktyk zarządzania jakością. W związku z tym istnieje przestrzeń i potrzeba prowadzenia badań empirycznych, które będą podejmować praktyczne aspekty związane z tą koncepcją. Badania powinny obejmować takie zagadnienia, jak:

- postawy menedżerów jakości wobec koncepcji jakości 4.0,
- poziom akceptacji przez menedżerów jakości nowoczesnych technologii,
- skala wykorzystania nowoczesnych technologii w zarządzaniu jakością,
- zakres zmian w systemach i procesach zarządzania jakością w związku z wdrażaniem nowoczesnych technologii,
- możliwe obszary zastosowań i rodzaje nowoczesnych technologii w zarządzaniu jakością,

- zakres zmian zachodzących w obszarze kompetencji kierowników i pracowników jakości, kultury organizacyjnej, współpracy organizacyjnej i innych aspektów relacji między pracownikami w organizacji.

Dotychczasowe koncepcje, praktyki, metody i narzędzia zarządzania jakością uznano za uniwersalne, możliwe do zastosowania w organizacjach różnego typu, niezależnie od wielkości i rodzaju działalności. Czas pokaże, czy taka wszechstronność zastosowań będzie również cechą jakości 4.0, której wdrożenie wiąże się z określonymi nakładami inwestycyjnymi i danym poziomem adaptacyjności nowoczesnych technologii. Wydaje się, że w organizacjach o ograniczonych zasobach (na przykład finansowych, ludzkich, organizacyjnych) wdrożenie jakości 4.0 może napotkać wiele barier.

W zakresie doskonalenia organizacji i doskonałości warto jeszcze zwrócić uwagę na powiązanie jakości 4.0 z koncepcją *sustainability*. Jej wyrażenie w organizacji przez osiągnięcie Celów Zrównoważonego Rozwoju, jest obecnie istotnym wymiarem doskonałości. Zarządzanie jakością raczej nie było bezpośrednio ukierunkowane na uzyskiwanie rezultatów w obszarze społecznym lub środowiskowym. Należy jednak podkreślić, że takie rezultaty są możliwe i uzyskiwane w obrębie zarządzania jakością w różnorodny sposób:

- realizowanie zasady ciągłego doskonalenia przez koła jakości, systemy sugestii pracowniczych i inne formy włączania i angażowania pracowników – sprzyja zaspokajaniu potrzeb społecznych pracowników,
- doskonalenie procesów z zastosowaniem metodyki Six Sigma lub Lean Management – prowadzi do skrócenia czasu realizacji procesów, zmniejszenia liczby braków, a przez to do obniżenia kosztów, zmniejszenia zużycia materiałów i energii, a także zajmowania mniejszej ilości powierzchni,
- wdrożenie, utrzymywanie i doskonalenie znormalizowanych systemów zarządzania, takich jak system zarządzania środowiskowego zgodny z normą ISO 14001 lub system zarządzania energią zgodny z normą ISO 50001 – bezpośrednio wpływa na zmniejszenie oddziaływania organizacji na środowisko w obrębie zidentyfikowanych i zarządzanych przez organizację aspektów środowiskowych.

Zrównoważony rozwój to koncepcja, którą mają na sztywnych wszystkich duże przedsiębiorstwa, zdecydowana większość średnich i wiele małych. W swoich strategiach zrównoważonego rozwoju organizacje bardzo często formułują Cele Zrównoważonego Rozwoju w taki sposób, aby podkreślić dążenie do wyeliminowania określonego oddziaływania w obszarze środowiskowym i społecznym. Podobne podejścia funkcjonują w obszarze zarządzania jakością od początku rozwoju tej koncepcji. Chodzi tutaj o podejście zero defektów wprowadzone przez Philipa Crosby'ego w latach sześćdziesiątych. W obrębie jakości 4.0 podejście zero defektów zmaterializowało się w nowej odsłonie – jako *zero defect manufacturing* (ZDM). To holistyczne podejście do zapewnienia jakości zarówno procesu, jak i produktu przez redukcję wad za po-

mocą technik naprawczych, zapobiegawczych i predykcyjnych przez wykorzystanie technologii opartych na danych i gwarantujących, że żadne wadliwe produkty nie opuszczą zakładu produkcyjnego i nie dotrą do klienta, mając na celu wyższy zrównoważony rozwój produkcji. Wykorzystanie nowoczesnych technologii opierających się na analizie dużych zbiorów danych w ramach *zero defect manufacturing* ma na celu: (1) zapewnienie możliwości wczesnego i w pełni skutecznego wykrywania usterek oraz (2) zapewnienie skutecznego monitorowania procesów i przewidywania możliwości wystąpienia błędów w procesach, a następnie planowania i wdrażania działań zapobiegawczych (Psarommatis i in., 2021).

Uwzględnienie aspektów *sustainability* w zarządzaniu jakością tworzy nowy, bardziej całościowy i zintegrowany model doskonałości, bliższy definicji doskonałości 5.0 opisanej w rozdziale drugim.

9.4. Podsumowanie

- Jakość 4.0 to przede wszystkim zastosowanie nowoczesnych technologii w obrębie mechanizmów zarządzania jakością. Przydatność takich technologii będzie jednak zależać od sprawności systemów zarządzania jakością, zaangażowania służb jakości i współpracy z pracownikami obsługującymi inne funkcje organizacji, a także rozszerzenia tego zaangażowania w obrębie wszystkich uczestników łańcucha wartości.
- Bardzo duże znaczenie będą miały kompetencje pracowników jakości, a szczególnie menedżerów i innych pracowników na samodzielnych stanowiskach. Potrzebna będzie wiedza na temat zastosowania i korzystania z nowoczesnych technologii, co będzie się przekładać na postawy i nastawienie do takich narzędzi, a następnie na skłonność do ich implementowania.
- Rezultaty doskonalenia organizacji czy osiągnięcia wyższego poziomu doskonałości dzięki wdrażaniu rozwiązań z zakresu jakości 4.0 będą możliwe do rozpoznania i oceny na szerszą skalę dopiero w przyszłości, ponieważ obecnie nie ma wystarczającej liczby badań dotyczących takich zagadnień.

Bibliografia

- Aldag, M. C. i Eker, B. (2018). *What is quality 4.0 in the era of industry 4.0?* 3rd International Conference on quality of life. University of Kragujevac.
- Allcock, A. (2018). Nikon talks quality 4.0. *Machinery*, 176(4276), 49-50.
- Fonseca, L., Amaral, A. i Oliveira, J. (2021). Quality 4.0: The EFQM 2020 model and Industry 4.0 relationships and implications. *Sustainability*, 13(6), 1-20.
- Jacob, D. (2017). *Quality 4.0 Impact and Strategy Handbook: Getting Digitally Connected to Transform Quality Management*. LNS Research.

- Jacob, D. (2020). *Quality 4.0 Impact and Strategy Handbook*. Pobrano 12 października 2024 z <https://www.insresearch.com/research-library/research-articles/-ebook-quality-4.0-impact-and-strategy-handbook> 222.
- Maganga, D. P. i Taifa, I. W. R. (2022). Quality 4.0 conceptualisation: An emerging quality management concept for manufacturing industries. *The TQM Journal*, 35(6), 1417-1448. <https://doi.org/10.1108/TQM-11-2021-0328> 666
- Psarommatis, F., Sousa, J., Mendonca, J. P. i Kiritsis, D. (2021). Zero-defect manufacturing the approach for higher manufacturing sustainability in the era of industry 4.0: A position paper. *International Journal of Production Research*, 60(1). <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1987551>
- Rogała, P. (2020). *Nurt normalizacyjny w zarządzaniu jakością*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.
- Sader, S., Husti, I. i Daroczi, M. (2019). Industry 4.0 as a key enabler toward successful implementation of total quality management practices. *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences*, 27(2), 131-140.
- Sader, S., Husti, I. i Daroczi, M. (2021). A review of quality 4.0: Definitions, features, technologies, applications, and challenges. *Total Quality Management & Business Excellence*, 33(9-10). <https://doi.org/10.1080/14783363.2021.1944082> 111
- Santos, G., Sá, J. C., Félix, M. J., Barreto, L., Carvalho, F., Doiro, M., Zgodavová, K. i Stefanović, M. (2021). New Needed Quality Management Skills for Quality Managers 4.0. *Sustainability*, 13, 6149. <https://doi.org/10.3390/su13116149>
- Skrzypek, A. (2020). Komponenty rewolucji przemysłowej 4.0. *Problemy Jakości*, 7, 2-9.
- Skrzypek, E. (2021). Jak rozumieć jakość – w kierunku jakości 4.0. *Problemy Jakości*, 3, 10-14.
- Sony, M., Antony, J. i Douglas, J. A. (2020). Essential ingredients for the implementation of Quality 4.0: A narrative review of literature and future directions for research. *The TQM Journal*, 32(4), 779-793. <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2019-0275> 888
- Watson, G. (2019). *The Ascent of Quality 4.0*. Pobrano 12 października 2024 z <https://asq.org/quality-progress/articles/the-ascent-of-quality-40?id58321f828c7c44634b996b2b1ba25a315>