

PRZEGLĄD METOD I NARZĘDZI JAKOŚCI WYKORZYSTYWANYCH W PRZEDSIĘBIORSTWIE PRODUKCYJNYM

Justyna WINKOWSKA, Cezary WINKOWSKI

Streszczenie: Zapewnienie jakości produktów jest jednym z głównych obszarów koncentracji w przedsiębiorstwie produkcyjnym i stanowi kluczowy czynnik przewagi konkurencyjnej na rynku. Celem niniejszego artykułu była identyfikacja metod oraz narzędzi jakości stosowanych w branży produkcyjnej oraz klasyfikacja podobszarów ich stosowania w ramach przedsiębiorstwa. Autorzy dokonali przeglądu publikacji dotyczących tej tematyki w bazie Scopus, którego ramy czasowe objęły lata 1997-2017. W opracowaniu przedstawiono te metody i narzędzia jakości, które są najczęściej wykorzystywane w przedsiębiorstwach produkcyjnych.

Słowa kluczowe: metody zarządzania jakością, narzędzia jakości, przedsiębiorstwo produkcyjne.

1. Wstęp

Pojęcie jakości towarzyszy ludzkości od najdawniejszych czasów. Już w starożytności nasi przodkowie zmagali się z problemami z nią związanymi. Na przestrzeni wieków doskonalenie jakości odbywało się poprzez:

- metody prób i błędów w oparciu o intuicyjne postrzeganie problemów jakości oraz obserwacji ówczesnych rynków i potrzeb zdobywania przewagi w handlu oraz wytwórczości,
- system nakazów władców bądź rządów chcących poprzez wymuszenie ich stosowania zapewnić zadowolenie konsumentów (wyraźnie widać to między innymi w Kodeksie Hammurabiego – XVIII w. p.n.e.),
- wpływ konsumentów mających prawo swobodnego wyboru oferowanych towarów i usług, pod warunkiem, że potrafią odróżnić zalety od wad produktów lub usług (poprzez rezygnację z zakupów kiepskich wyrobów, zmusza się producentów do ich poprawy lub powoduje eliminację z rynku) [1].

Wraz z rozwojem cywilizacyjnym rozwijało się zagadnienie jakości. Koncepcja zarządzania przez jakość ma swoje korzenie w projektach realizowanych po drugiej wojnie światowej w japońskich przedsiębiorstwach przez Deminga i Jurana (uczonych będących pod wpływem behawioralnych teorii zarządzania, nauk zarządzania oraz głównie podejścia systemowego) [2]. We współczesnych przedsiębiorstwach zapewnienie wymaganej przez konsumenta jakości wyrobów jest kluczowym czynnikiem przewagi konkurencyjnej na rynku. Pojęcie jakości w przedsiębiorstwie oznacza działania mające na celu zapobieganie wystąpieniu wad wyrobu, eliminowanie zaistniałych niezgodności poprzez wprowadzanie działań korygujących oraz zapobiegawczych, a także proces ciągłego doskonalenia w celu zaspokojenia potrzeb klienta. Aby sprostać tym wyzwaniom stosuje

się szereg metod oraz narzędzi jakości. Wybrane metody oraz narzędzia zostały przedstawione w dalszej części opracowania.

2. Metody i narzędzia zarządzania jakością – analiza bibliometryczna

Rozróżnienie pojęcia metody oraz narzędzia ma zasadnicze znaczenie. Nierzadko terminy te stosowane są zamiennie. Zgodnie z definicją słownika języka polskiego [3]:

- metoda – sposób naukowego badania rzeczy i zjawisk; ogół reguł stosowanych przy badaniu rzeczywistości,
- narzędzie – urządzenie proste lub złożone umożliwiające wykonywanie jakiejś czynności lub pracy; przyrząd, instrument.

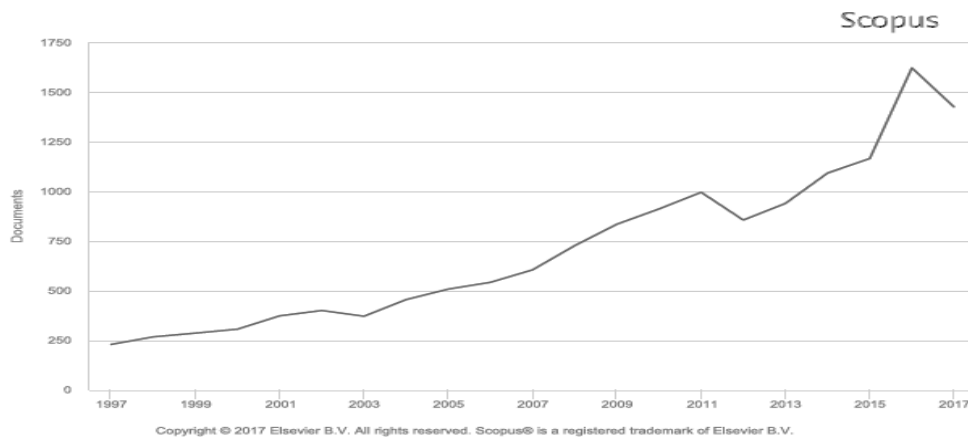
Jedną z najczęściej wykorzystywanych definicji metody badawczej jest zaproponowana przez A. Kamińskiego: Zespół teoretycznie uzasadnionych zabiegów koncepcyjnych i instrumentalnych obejmujących najogólniej całość postępowania badacza, zmierzającego do rozwiązania określonego problemu naukowego [4]. Narzędzie badawcze jest przedmiotem służącym do realizacji metody. W związku z tym metoda jest pojęciem zdecydowanie szerszym, bardziej złożonym, stanowiącym ogół zasad i kierunek postępowania, natomiast narzędzie może być wykorzystywane w ramach danej metody (rys. 1).



Rys. 1. Zależność między metodą a narzędziem

2.1. Metody zarządzania jakością

Istnieje szereg metod wspomagających zarządzanie jakością, przy czym niektóre są mniej, a inne bardziej uniwersalne. W celu identyfikacji i klasyfikacji metod zarządzania jakością przeprowadzona została analiza bibliometryczna, w oparciu o którą dokonano oceny dynamiki zainteresowania tą tematyką przejawiającą się w liczbie publikacji w analizowanym okresie. Przegląd publikacji został dokonany w bazie Scopus. Wyboru bazy dokonano ze względu na jej obszerność i dostępność. Sformułowaniem na podstawie, którego przeprowadzono przeszukiwanie bazy było *quality methods* zawartym w tytułach, streszczeniach oraz słowach kluczowych. Obszar przeszukiwań został zawężony do publikacji dotyczących obszaru *Business, Management and Accounting*. Analizowano okres ostatnich 20 lat (1997-2017). W okresie tym powstało 14937 opracowań zarejestrowanych w bazie, z czego największą część stanowiły artykuły 10534 (71%), 3020 wydania konferencyjne (20,2%) oraz 614 przeglądy (4,1%). Liczbę opracowań publikowanych w poszczególnych latach przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Liczba publikacji z zakresu metod zarządzania jakością w bazie Scopus w latach 1997-2017

W analizowanym okresie (1997-2017) można zaobserwować tendencję wzrostową w kontekście liczby opracowań związanych z tematyką metod zarządzania jakością. W całym przedziale czasowym objętym badaniem widać wyraźne zainteresowanie tematyką. Jedynie w roku 2012 nastąpił nieznaczny spadek ilości publikacji, po czym znowu obserwuje się dynamiczny wzrost w ostatnich latach. Tak duża liczba opracowań wskazuje na to, że nacisk na ciągłą poprawę jakości i potrzeba zgłębiania wiedzy na temat metodyki stale rosną.

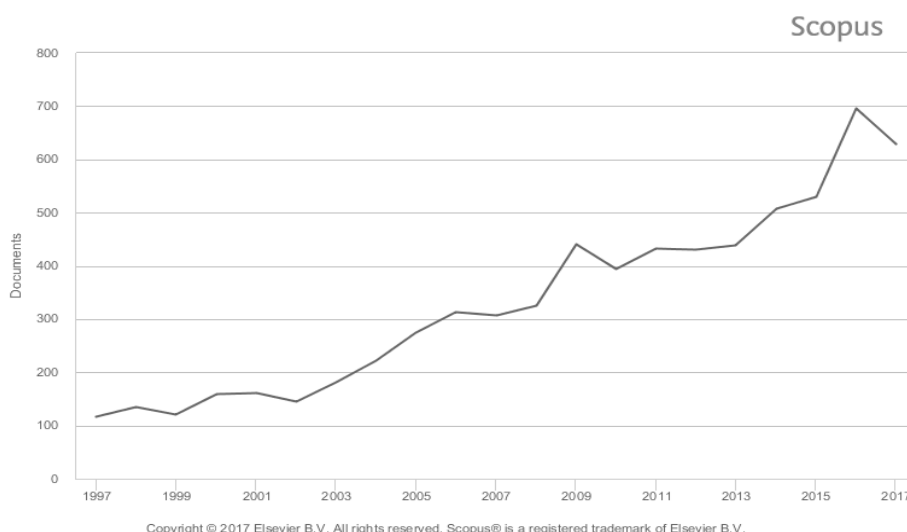
Kolejnym krokiem analizy bibliometrycznej była identyfikacja metod zarządzania jakością stosowanych w branży produkcyjnej. W tym celu wśród 14937 opracowań dotyczących metod zarządzania jakością wyszukano te, które dotyczyły przedsiębiorstw produkcyjnych. Aby wyszukiwanie było jak najbardziej dokładne zastosowano filtr na podstawie, którego przeszukano publikacje zawierające następujące słowa kluczowe: Quality Management, Manufacture, Production Control, Production Engineering, Manufacturing Companies, Manufacturing, Lean Production, Product Quality, Manufacturing Industries, Just In Time Production, Flexible Manufacturing Systems, Lean Manufacturing, Production Management, Manufacturing Process.

W rezultacie w bazie znaleziono 368 (2,46% w odniesieniu do ogólnej liczby znalezionych artykułów z zakresu metod zarządzania jakością) publikacji związanych z analizowaną tematyką. Na ich podstawie zidentyfikowano metody najczęściej stosowane przez przedsiębiorstwa produkcyjne. Zostały one krótko scharakteryzowane w dalszej części opracowania.

2.2. Narzędzia jakości

Szeroki dostęp do literatury umożliwia pozyskanie wiedzy na temat narzędzi jakości. Potwierdza to analiza bibliometryczna przeprowadzona w bazie Scopus. Podobnie jak w przypadku metod zarządzania jakością ramy czasowe analizowanego okresu objęły 20 lat (1997-2017). Sformułowanie na podstawie, którego dokonano przeszukiwania bazy było *quality tools* zawartym w tytułach, streszczeniach oraz słowach kluczowych. Obszar

przeszukiwań również został zawężony do publikacji dotyczących obszaru *Business, Management and Accounting*. W badanym przedziale czasowym powstało 6953 opracowań zarejestrowanych w bazie, z czego największą część stanowiły artykuły 4867 (70%), 1171 wydania konferencyjne (17%) oraz 383 przeglądy (5,5%). Liczbę opracowań publikowanych w poszczególnych latach przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Liczba publikacji z zakresu narzędzi jakości w bazie Scopus w latach 1997-2017

W ciągu ostatnich 20 lat można zaobserwować ciągły wzrost poruszania tematyki narzędzi jakości. Jedyne na początku badanego przedziału czasowego (1997-2003) powstawało stosunkowo niewiele opracowań w porównaniu do lat późniejszych. Z roku na rok rosła liczba publikacji w bazie dotyczących badanego zagadnienia. Świadczy to o aktualnym charakterze tematu i szerokim wykorzystywaniu narzędzi jakościowych w działalności przedsiębiorstw.

Kolejnym krokiem analizy bibliometrycznej podobnie jak wcześniej w przypadku metod była identyfikacja narzędzi jakości stosowanych w branży produkcyjnej. Spośród 6953 opracowań dotyczących narzędzi jakościowych 317 (4,56%) stanowiły publikacje związane z ich wykorzystaniem w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Wyszukiwanie zostało przeprowadzone z zastosowaniem filtra na podstawie, którego przeszukano publikacje zawierające następujące słowa kluczowe: Quality Management, Manufacture, Lean Production, Production Engineering, Lean Manufacturing, Production Control, Manufacturing Industries, Lean, Manufacturing, Manufacturing Process, Production Management, Manufacturing Companies, Product Quality, Production, Just In Time Production, Agile Manufacturing Systems.

Analiza tematyki podejmowanej w opracowaniach pozwoliła na wyodrębnienie narzędzi najczęściej stosowanych w procesach produkcyjnych. W podrozdziale 2.3 niniejszej publikacji zostały one po krótko przedstawione.

2.3. Identyfikacja i klasyfikacja metod oraz narzędzi jakości w przedsiębiorstwie produkcyjnym

Wyboru metod i narzędzi jakości, które będą przynosiły najwięcej korzyści dokonuje się w oparciu o różne kryteria, w zależności od potrzeb. Współczesne przedsiębiorstwa produkcyjne nieustannie zmagają się z problemem ciągłego doskonalenia produkcji i zapewnienia oczekiwanej przez klientów jakości wyrobów. Aby sprostać tym wyzwaniom stosują szereg metod i narzędzi wspomagających zarządzanie jakością. W tej części opracowania na podstawie wcześniejszej analizy bibliometrycznej przeanalizowano oraz przedstawiono te metody i narzędzia jakościowe, które są najczęściej i najszerzej wykorzystywane w branży produkcyjnej. Wybór zaprezentowanych metod i narzędzi został dokonany na podstawie częstości ich występowania w publikacjach.

Metoda QFD – *Quality Function Deployment* (rozwińnięcie funkcji jakości) jest często wykorzystywana ze względu na bardzo szeroki zakres zastosowania. Została opracowana przez Yoji Akao (Japonia) w 1966 roku, a po raz pierwszy zastosowana w 1972 roku w stoczni Mitsubishi [5]. Jest jedną z metod stosowanych od lat w celu opracowywania i doskonalenia procesu projektowania wyrobu [6]. Umożliwia „tłumaczenie” głosu klientów (VOCs - *voice of customers*) na parametry techniczne [7]. Nierozerwalnie z QFD związany jest termin *dom jakości* (HOQ – *house of quality*), który jest matrycą dokumentującą wszystkie zależności, która kształtem przypomina dom [8].

Kolejną metodą jest FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*). Jest łatwą w użyciu i jednocześnie wydajną metodą proaktywnej inżynierii jakości, która pomaga zidentyfikować oraz eliminować słabe punkty we wczesnej fazie koncepcji produktów i procesów. Innymi słowy, metoda ta może przyczynić się do zmniejszenia liczby awarii, które powodują poważne szkody w organizacji. Podczas stosowania FMEA, każdy komponent jest badany w celu zidentyfikowania potencjalnych niezgodności/zagrożeń/awarii. Uwzględnia się trzy miary: prawdopodobieństwo wystąpienia wady (R), dotkliwość wady (Z) i zdolność do wykrywania wady zanim wystąpi (W). Iloczyn tych trzech kryteriów generuje RPN (*Risk Priority Number*) [9], na podstawie, którego podejmowane są decyzje czy konieczne jest podjęcie działań zapobiegawczych na przykład w postaci zmiany technologii (FMEA procesu) czy zmiany konstrukcji (FMEA wyrobu).

W przedsiębiorstwach produkcyjnych, w sytuacji gdy wciąż powtarzają się te same problemy, a przyczyna ich powstawania nie została zidentyfikowana stosuje się metodę 8D. Polega na pracy zespołowej, co pozwala uzyskać lepsze efekty niż w przypadku ekspertów pracujących indywidualnie. Składa się z ośmiu kroków (na każdym z nich poszukuje się odpowiedzi na pytania: co? kiedy? gdzie? dlaczego? ile?) [10]:

- KROK 1D – powołanie zespołu,
- KROK 2D – zdefiniowanie problemu,
- KROK 3D – wdrożenie i weryfikacja tymczasowych działań powstrzymujących,
- KROK 4D – określenie i weryfikacja przyczyn problemu,
- KROK 5D – wybór i weryfikacja działań korygujących,
- KROK 6D – wdrażanie ciągłych działań korygujących,
- KROK 7D – zapobieganie ponownemu wystąpieniu,
- KROK 8D – raport końcowy.

Często wykorzystywaną metodą jest SPC (*Statistical Process Control*). Założeniem metody jest monitorowanie i kontrolowanie procesu przy wykorzystaniu statystycznych narzędzi, w wyniku czego możliwe jest wykrycie jego destabilizacji oraz jego regulację

i stymulowanie powrotu do właściwych wymagań. W odniesieniu do procesów (przede wszystkim technologicznych) można stworzyć system kontroli niosący wiarygodną informację o poprawnym czyli ustabilizowanym poziomie jakości, uznanym za optymalny bądź wymagającym potrzeby regulacji procesu [11, 12]. Poprawianie procesu w efekcie może przyczynić się do zmniejszenia całkowitej liczby wadliwych wyrobów. Jest to główny cel tej metody oraz element ciągłego doskonalenia [13]. SPC opiera się na podejściu, że personel pracowniczy nie będzie karany, gdy zostaną wykryte problemy [14].

W literaturze spotyka się wiele klasyfikacji metod zarządzania jakością. Jedną z nich jest zaproponowana przez A. Mazur i H. Gołaś (tab. 1).

Tab. 1. Klasyfikacja metod zarządzania jakością

Rodzaj instrumentu
METODY PROJEKTOWANIA
QFD FMEA SHAININA (TAGUCHIEGO) DOE
METODY PRACY ZESPOŁOWEJ
Burza mózgów Koła jakości
METODY STEROWANIA I KONTROLI
SKP - statystyczna kontrola procesu Badanie zdolności jakościowej maszyn i procesów SKO - statystyczna kontrola odbiorcza w produkcji SKO - statystyczna kontrola odbiorcza dostaw SPC - statystyczna kontrola jakości
INNE METODY
SERVQUAL Poka Yoke

Źródło: A. Mazur, H. Gołaś, Zasady, metody i techniki wykorzystywane w zarządzaniu jakością, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2010.

Przegląd literatury umożliwił również zidentyfikowanie, które narzędzia jakości są najczęściej stosowane w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Wśród nich znalazły się dwie grupy narzędzi. Pierwszą grupę stanowią narzędzia tradycyjne (tabela 2), drugą natomiast tzw. nowe narzędzia (tab. 3).

Tab. 2. Tradycyjne narzędzia zarządzania jakością

Narzędzie	Opis
Arkusz kontrolny	Arkusz służy do zbierania danych z pomiarów i obserwacji, jak również do ich porządkowania, a także analizy informacji o wyrobie lub procesie.
Karta kontrolna Shewharta	Jest najczęściej stosowanym narzędziem w statystycznej regulacji procesów. Służy do monitorowania i ustalania potrzeby korekt lub zmian w procesie oraz zmniejszenia zmienności w procesie.
Histogram	Jest graficzną formą przetwarzania wyników. Przedstawia częstość występowania monitorowanej zmiennej w określonych odstępach czasu.
Diagram Ishikawy	Nazywany również diagramem przyczynowo-skutkowym oraz diagramem rybiej ości. Służy do identyfikacji możliwych przyczyn danego problemu.
Diagram Pareto	Szereguje dane oraz przedstawia ich udział w całkowitym wyniku. Opiera się na zasadzie, że 80% problemów znajduje swoje korzenie w 20% przyczyn.
Wykres korelacji zmiennych	Służy do analizy korelacji pomiędzy dwoma zbiorami wartości badanych cech.
Schemat blokowy	Służy np. do graficznej prezentacji przebiegu procesu. Schemat blokowy może także odzwierciedlać przepływ informacji, materiałów i odpowiedzialności.

Zródło: opracowanie na podstawie: [15 ÷ 20]

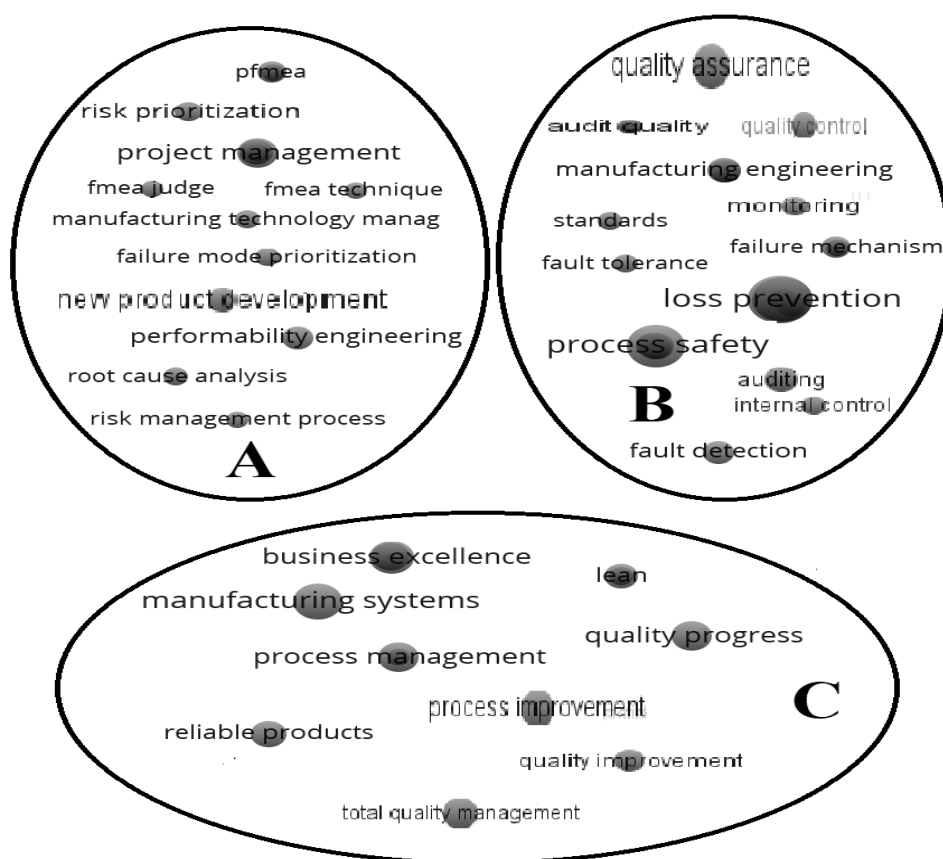
Tab. 3. Nowe narzędzia zarządzania jakością

Narzędzie	Opis
Diagram pokrewieństwa	Jest to powszechne narzędzie używane do porządkowania dużej liczby informacji, pomysłów podczas burzy mózgów.
Diagram relacji	Diagram ten przedstawia logiczne powiązania i zależności zespołu czynników wpływających na analizowane zagadnienie.
Diagram systematyki	Wykorzystywany w celu identyfikacji i ustalenia hierarchii zadań niezbędnych do osiągnięcia przyjętego celu.
Diagram macierzowy	Pozwala na ustalenie wzajemnej zależności charakterystyk różnych analizowanych obiektów.
Macierzowa analiza danych	Odnosi się do diagramu macierzowego i pozwala usystematyzować priorytety wyznaczone w tym diagramie.
Diagram PDPC – planowania procesu decyzyjnego	Opiera się na szkicowaniu schematu drzewa, ale dodatkowo ukazuje możliwe alternatywne rozwiązania. Służy analizie stopnia ważności poszczególnych zadań i ustaleniu priorytetów w ich realizacji.
Diagram strzałkowy	Pozwala w sposób graficzny zaplanować przebieg poszczególnych zadań procesu realizacyjnego.

Źródło: opracowanie na podstawie: [15, 21, 22, 23]

Tradycyjne narzędzia zarządzania jakością, zwane też elementarnymi wykorzystywane są w szczególności do identyfikacji „punktów” w procesach, w których powstają niezgodności, a następnie analizowania ich przyczyn. Siedem nowych narzędzi wywodzi się z technik organizatorskich. Są one uzupełnieniem tradycyjnych narzędzi i są w pewnym stopniu „odkrywane” na nowo w praktyce zarządzania jakością. Wykorzystują w znacznym stopniu informacje werbalne i wymagają znacznej kreatywności od stosującego [24]. Pomimo ich użyteczności, siedmiu nowych narzędzi nie używa się tak często jak siedmiu starych [25].

Jak już wcześniej wspomniano – metoda jest pojęciem szerszym, a narzędzie stosuje w ramach danej metody. Są to zatem elementy komplementarne. Nie zrealizujemy metody bez użytecznego narzędzia, a stosowanie narzędzia bez ściśle określonych zasad jest bezcelowe. Traktując metody i narzędzia jakości jako integralną, nierozzerwalną i uzupełniającą się zależność można określić podobszary ich stosowania. W tym celu, w ostatnim etapie analizy bibliometrycznej dokonano oceny współwystępowania słów i ich współklasyfikacji. Wykorzystano metodę analizy współwystępowania słów, opierającej się na zliczaniu pojawiającej się w tekście sekwencji słów. Metoda ta pozwala na podstawie współwystępowania słów dokonać klasyfikacji podobszarów badawczych. Przy wykorzystaniu oprogramowania VOSviewer opracowano mapę bibliometryczną, która jest wizualizacją rezultatów wykonanych analiz współwystępowania wyrazów. Wielkość kół odzwierciedla liczbę występowania określonego wyrazu, natomiast odległość między kołami zależy od liczby współwystępowania [26]. Wyniki analizy artykułów z bazy Scopus zaprezentowano na rysunku 4.



Rys.4. Mapa podobszarów stosowania metod i narzędzi zarządzania jakością w przedsiębiorstwie produkcyjnym

Analiza współwystępowania słów umożliwiła wyodrębnienie trzech klastrów – A, B oraz C. Są to podobszary stosowania metod i narzędzi zarządzania jakością

w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Analizując poszczególne klastry zauważono zależności, które pozwoliły na pogrupowanie metod i narzędzi ze względu na cel stosowania oraz etap w cyklu rozwoju produktu. Wyłoniono następujące podgrupy:

- Klaster A – projektowanie jakości,
- Klaster B – kontrola,
- Klaster C – doskonalenie.

Dokonując analizy pierwszego klastra zauważono, że metody i narzędzia stosowane są już we wczesnej fazie rozwoju produktu, to znaczy już przy jego projektowaniu. Jest to bardzo istotny etap zapewnienia jakości, ponieważ błędy popełnione na tym poziomie będą niosły za sobą długofalowe konsekwencje, które na późniejszych etapach będą bardzo trudne do wyeliminowania (często również wykrycie przyczyny niezgodności może być problematyczne). Co za tym idzie generują wzrost kosztów operacyjnych oraz wydłużają czas realizacji nakładu. W związku z tym przy wdrażaniu nowych produktów (*new product development*), czy też procesów stosuje się metody i narzędzia do szacowania ryzyka wystąpienia potencjalnych niezgodności (*risk prioritization, risk management process, fmea, pfmea*). Kolejny klaster jest zbiorem metod i narzędzi umożliwiających kontrolę procesu produkcyjnego wyrobu (proces safety, internal control, quality control) w oparciu o przyjęte standardy (standards) na każdym etapie jego przetwarzania. Głównym celem kontroli jest wykrycie wady (fault detection,) w możliwie najwcześniejszej fazie produkcji, aby niezgodny produkt nie trafił na dalsze etapy przetwarzania (loss prevention). Dzięki bieżącemu monitorowaniu procesu (monitoring) zapobiega się trafieniu wadliwych produktów do klienta i reklamacji. Odbiorca otrzymuje produkty bez wad, zgodne z jakością, jakiej oczekuje (quality assurance). Do ostatniego klastra zakwalifikowano metody oraz narzędzia związane ze stałą poprawą jakości produktu i procesu (quality improvement, quality progress). Realizując przyjętą strategię biznesową (total quality management, business excellence), dzięki nawet drobnym, ale ciągłym usprawnieniom dążymy do stworzenia niezawodnego produktu (reliable products). Przeprowadzona analiza trzech klastrów ukazuje, iż stosowanie odpowiednich metod i narzędzi zapewnienia jakości jest równie ważne na każdym etapie od projektu poprzez realizację i ciągłe doskonalenie. Umożliwia to ograniczenie ryzyka występowania potencjalnych wad, eliminacji ewentualnych niezgodności, co w efekcie prowadzi do osiągnięcia wymiernych korzyści w postaci redukcji kosztów reklamacyjnych, oszczędności materiałów i czasu.

3. Wnioski

W dobie konkurencji przedsiębiorstwa produkcyjne stale ze sobą rywalizują, a jednym z kluczowych pól tej rywalizacji jest zapewnienie jakości produktów, której wymaga odbiorca. Świadomość konsumentów stale wzrasta i są oni gotowi na to, by za tą jakość płacić. Celem publikacji było dokonanie przeglądu literatury z zakresu metod i narzędzi jakości najczęściej stosowanych w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Został on przeprowadzony w bazie Scopus, a ramy czasowe analizowanego okresu objęły 20 lat (1997-2017). W badanym przedziale czasowym zauważono ciągły wzrost zainteresowania zagadnieniami metod i narzędzi jakości. Z roku na rok powstawało coraz więcej publikacji poruszających tą tematykę. Wydawałoby się, że temat dobrze znany, a wciąż jest eksplorowany. Podkreśla to zatem znaczenie i wagę problemu zapewnienia jakości i utrzymania jej na stałym poziomie, co jest możliwe do osiągnięcia poprzez umiejętne stosowanie wachlarza metod i narzędzi jakościowych. Zaprezentowane metody i narzędzia

nie są żadną nowością, niektóre z nich zostały opracowane kilkadziesiąt lat temu, jednakże to, że wciąż są z powodzeniem wykorzystywane świadczy o ich uniwersalnym charakterze.

Literatura

1. Łunarski J.: Zarządzanie jakością: standardy i zasady. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2008.
2. Karaszewski R., Skrzypczyńska K.: Zarządzanie jakością. Dom Organizatora, Toruń, 2013.
3. Słownik nowy języka polskiego. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2002.
4. Kamiński A.: Metoda, technika, procedura badawcza w pedagogice empirycznej, (w:) Wroczyński R., Pilch T. (red.), Metodologia pedagogiki społecznej, Wydawnictwo PAN, Wrocław 1974.
5. Eldermann M., Siirde A., Gusca J.: QFD framework for selection of industry development scenarios. *Energy procedia*, Volume 128, 2017, s. 230-233.
6. Moubachir Y., Bouami D.: A new approach for the transition between QFD phases. *Procedia CIRP*, Volume 26, 2015, s. 82-86.
7. Murata K.: Measuring efficiency and creativity of NPD quoted by QFD. *Procedia Manufacturing*, Volume 11, 2017, s. 1112-1119.
8. Bolar A., Tesfamariam S., Sadiq R.: Framework for prioritizing infrastructure user expectations using Quality Function Deployment (QFD). *International Journal of Sustainable Built Environment*, Volume 6, Issue 1, 2017, s. 16-29.
9. Bahrami M., Bazzaz D.H., Sajjadi S.M.: Innovation and Improvements In Project Implementation and Management; Using FMEA Technique. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, Volume 41, 2012, s. 418-425.
10. Mazur A., Gołaś H.: Zasady, metody i techniki wykorzystywane w zarządzaniu jakością. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2010.
11. Ahmad M. F., Zakuan N., Jusoh A., Ariff M.S., Takala J.: Relationship amongst TQM, Business Performance, Tools and Techniques: Qualitative Study Result, 2013 IEEE Business Engineering and Industrial Applications Colloquium (BEIAC), 2013, s. 22-27.
12. M. Jakubiec: Projakościowe zarządzanie przedsiębiorstwem, Difin, Warszawa, 2017.
13. Bramwell D.: An introduction to statistical process control in research proteomics. *Journal of Proteomics*, Volume 95, 2013, s. 3-21.
14. Shenawy E. Baker T and Lemak, D. A.: Meta-Analysis of the Effect of TQM on Competitive Advantage. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 2007. 24(5), s. 442- 471.
15. Wiśniewska M. Z., Grudowski P.: Zarządzanie jakością i innowacyjność. W świetle doświadczeń organizacji Pomorza, Wydawnictwo InnoBaltica sp. z o.o., Gdańsk, 2014.
16. Gejdos P.: Continuous Quality Improvement by Statistical Process Control. *Procedia Economics and Finance*, Volume 34, 2015, s. 565-572.
17. Simanova L., Gejdos P.: The Use of Statistical Quality Control Tools to Quality Improving in the Furniture Business. *Procedia Economics and Finance*, Volume 34, 2015, s. 276-283.
18. Madanhire I., Mbohwa C.: Application of Statistical Process Control (SPC) in Manufacturing Industry in a Developing Country. *Procedia CIRP*, Volume 40, 2016, s. 580-583.

19. Makrygianni M., Besseris G.J., Stergiou K. I.: Reliability analysis and TQM problem solving tools for improving maintenance operations in modern jet fighters. 2011 IEEE International Conference on quality and Reliability, 2011, s. 413-420.
20. Kuendee P.: Application of 7 quality control (7QC) tools for quality management: A case study of a liquid chemical warehousing. 2017 4th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA), 2017, s. 106-110.
21. Widjaja W., Yoshi K., Haga K., Takahashi M.: Discusys: Multiple User Real-time Digital Sticky-note Affinity-diagram Brainstorming System. Procedia Computer Science, Volume 22, 2013, s. 113-122.
22. Spengler A., Stanton M., Rowlands H.: Expert systems and quality tools for quality improvement. Emerging Technologies and Factory Automation. Proceedings. ETFA '99. 7th IEEE International Conference, Volume 2, 1999, s. 955-962.
23. Blaga P., Boer J.: The Influence of Quality Tools in Human Resources Management. Procedia Economics and Finance, Volume 3, 2012, s. 672-680.
24. Hamrol A.: Zarządzanie jakością z przykładami, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2013.
25. Kent R.: Quality management in Plastics Processing. William Andrew Publishing, Hitchin, 2016.
26. Halicka K.: Perspektywna analiza technologii – metodologia i procedury badawcze. Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok, 2016.

Mgr inż. Justyna WINKOWSKA
 Katedra Informatyki Gospodarczej
 Wydział Inżynierii Zarządzania
 Politechnika Białostocka
 16-001 Kleosin, ul. Ojca Tarasiuka 2
 tel. 793 595 896
 e-mail: j.winkowska@pb.edu.pl

Mgr inż. Cezary WINKOWSKI
 Lider Produkcji
 Multi Packaging Solutions Białystok Sp. z o.o.
 15-521 Zaścianki, Szosa Baranowicka 78
 tel.: 793 608 406
 e-mail: cezarywinkowski@gmail.com