

Politechnika Poznańska
Wydział Inżynierii Zarządzania



**WYDZIAŁ INŻYNIERII
ZARZĄDZANIA**
POLITECHNIKA POZNAŃSKA

**WPLYW POZIOMU DOSKONAŁOŚCI OPERACYJNEJ NA POZIOM ABSORBCJI
KONCEPCJI ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU W PRZEDSIĘBIORSTWACH
PRODUKCYJNYCH**

Praca doktorska wykonana w Katedrze Zarządzania Produkcją i Logistyki, Politechnika
Poznańska

Autor:

mgr. inż Daniel WOJTKOWIAK

Promotor:

dr hab. inż. Piotr CYPLIK, prof. PP

Promotor pomocniczy:

dr hab. inż. Beata MRUGALSKA, prof. PP

POZNAŃ 2023

POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Chciałbym serdecznie podziękować
promotorowi niniejszej pracy Panu dr hab. inż. Piotrowi Cyplikowi, prof. PP,
promotorowi pomocniczemu Pani dr hab. inż. Beacie Mrugalskiej, prof. PP
oraz dr inż. Michałowi Adamczakowi.

Dziękuję Państwu za całą energię, poświęcony dla
mnie czas oraz bezcenne rady merytoryczne.

Szczególnie dziękuję mojej żonie Ani za wyrozumiałość,
cierpliwość oraz ciągłe wsparcie i motywację do pracy.

Dziękuję również mojej rodzinie
za wieloletnią wiarę oraz wsparcie.

Spis Treści

Wstęp.....	7
1. Zakres, cele, hipotezy rozprawy doktorskiej	9
1.1. Uzasadnienie podjęcia tematu rozprawy	9
1.2. Cel i zakres pracy	11
1.3. Metodyka pracy badawczej	13
1.4. Rozważania semantyczne.....	18
2. Doskonałość operacyjna w przedsiębiorstwach produkcyjnych.....	21
2.1. Charakterystyka pojęcia	21
2.2. Doskonalenie procesów organizacji - wybrane koncepcje i metodyki zarządzania.....	30
3. Koncepcja Zrównoważonego Rozwoju.....	75
3.1. Charakterystyka pojęcia	75
3.2. Znaczenie Zrównoważonego Rozwoju	80
3.3. Cele Zrównoważonego Rozwoju	92
3.4. Zrównoważony Rozwój w ujęciu społeczno-ekonomicznym.....	121
4. Synteza pojęć doskonałości operacyjnej i Zrównoważonego Rozwoju	142
4.1. Analiza czynników endogennych i egzogennych w ocenie zależności pojęć.....	142
4.2. Doskonałość operacyjna przedsiębiorstwa produkcyjnego a Zrównoważony Rozwój.....	144
5. Badanie wpływu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstw produkcyjnych na koncepcję Zrównoważonego Rozwoju.....	150
5.1. Schemat postępowania badawczego.....	150
5.2. Wyniki badań siły wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	157
5.3. Analiza statystyczna wyników badań siły wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	166
5.4. Podsumowanie i wnioski z badania siły wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.	226
6. Badanie siły wpływu wybranych metod zarządzania na obszary operacyjne przedsiębiorstwa produkcyjnego.	229
6.1. Schemat postępowania badawczego.....	229
6.2. Wyniki badania opinii ekspertów w zakresie siły wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na obszary operacyjne przedsiębiorstw produkcyjnych	235
6.3. Analiza statystyczna wyników badania opinii ekspertów na temat siły wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w obszarach operacyjnych	239
6.4. Podsumowanie i wnioski z badania opinii ekspertów w zakresie siły wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w obszarach operacyjnych	244
7. Metoda oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa wspierającej absorpcję Celów Zrównoważonego Rozwoju.....	246
7.1. Kontekst, założenia i charakterystyka proponowanej metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego.....	246
7.2. Weryfikacja metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego wspierającej absorpcję celów Zrównoważonego Rozwoju.	263

Zakończenie	267
Spis rysunków	271
Spis tabel	273
Bibliografia.....	281
Źródła internetowe	319
Załączniki	322

Streszczenie

Tło badań: XXI wiek w obszarze przemysłu niesie za sobą wysokie oczekiwania, konkurencję, turbulencje oraz niespotykane dotychczas tempo zmian i wszechobecne zakłócenia. Wszystko to obserwowane jest podczas transformacji gospodarczej opartej o założenia koncepcji Zrównoważonego Rozwoju, która istotnie zmieniała dotychczasowe kryteria sukcesu rynkowego. Czynniki te mają kluczowy wpływ na kształtowanie strategii przedsiębiorstw produkcyjnych dążących do osiągnięcia równowagi między realizacją celów biznesowych a wspieraniem celów społecznych, ekonomicznych oraz środowiskowych. Redukcja emisji gazów cieplarnianych, efektywne wykorzystanie zasobów, ograniczenie odpadów, poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy, pozytywny wpływ na lokalną społeczność oraz wdrażanie technologii przyjaznych dla środowiska stały się integralną częścią strategii przedsiębiorstw aspirujących do osiągania sukcesów oraz ponadprzeciętnych wyników. Poza inwestycjami w technologię, istotną rolę w transformacji odgrywają również nowoczesne modele zarządzania wspierające osiągnięcie doskonałości operacyjnej w obszarach działalności przedsiębiorstw powiązanych z Celami Zrównoważonego Rozwoju.

Metody: W ramach rozprawy przeprowadzono badania literaturowe z systematycznym przeglądem literatury, który uwypuklił występowanie luk badawczych, poznawczych oraz aplikacyjnych w zakresie pojęcia doskonałości operacyjnej, jej relacji z koncepcją Zrównoważonego Rozwoju i metod oceny jej poziomu. W celu uzupełnienia luk, autor przeprowadził badania ankietowe oraz badanie opinii ekspertów metodą delficką. Wyniki badań zostały poddane analizie statystycznej z wykorzystaniem oprogramowania Statistica oraz Minitab.

Wyniki: Dzięki przeprowadzonym badaniom autor rozprawy uzupełnił zidentyfikowane luki poznawcze, badawcze oraz aplikacyjne poprzez pozytywne zweryfikowanie hipotez, opracowanie definicji doskonałości operacyjnej oraz opracowanie ilościowej metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej wspierającej absorpcję celów Zrównoważonego Rozwoju. Wyniki przeprowadzonych badań ankietowych i analizy statystycznej pozwoliły zweryfikować postawione hipotezy badawcze a wnioski stanowiły o wkładzie do opracowania ilościowej metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej wspierającej absorpcję celów Zrównoważonego Rozwoju w przedsiębiorstwie produkcyjnym.

Wnioski: Przeprowadzone w ramach niniejszej rozprawy badania literaturowe oraz ankietowe, pozwoliły autorowi pozytywnie zweryfikować trzy hipotezy pomocnicze stanowiące o tym, że

- metodyczne zarządzanie dodatnio wpływa na doskonałość operacyjną,
- metodyczne zarządzanie dodatnio wpływa na absorpcję celów Zrównoważonego Rozwoju,
- doskonałość operacyjna dodatnio wpływa na absorpcję celów Zrównoważonego Rozwoju.

W związku z tym, główna hipoteza badań została również pozytywnie zweryfikowana. Potwierdzono, że wzrost poziomu doskonałości operacyjnej w przedsiębiorstwie produkcyjnym pozwala zwiększyć absorpcję Celów Zrównoważonego Rozwoju.

Abstract

Research Background: The 21st century in the realm of industry brings forth elevated expectations, competition, turbulence, and an unprecedented pace of change along with pervasive disruptions. All of these factors are observed in the course of an economic transformation based on the principles of Sustainable Development, which has profoundly altered the conventional criteria of market success. These factors exert a pivotal influence on the formulation of strategies by manufacturing enterprises striving to achieve a balance between the pursuit of business objectives and the support of social, economic, and environmental goals. The reduction of greenhouse gas emissions, efficient resource utilization, waste reduction, enhancement of safety and working conditions, positive impact on the local community as well as the implementation of environmentally friendly technologies, have become integral components of strategies embraced by enterprises aspiring to attain remarkable success and outcomes beyond the ordinary. Apart from investments in technology, modern management models also play a significant role in transformation, aiding the attainment of operational excellence across domains of enterprise activity intertwined with the Sustainable Development Goals.

Methods: This dissertation encompassed a literature review with a systematic survey that highlighted research, cognitive, and application gaps in the realm of operational excellence, its relationship with the concept of Sustainable Development, and methods for evaluating its level. To address these gaps, the author conducted surveys and employed the Delphi method to gather expert opinions. The research findings underwent statistical analysis using Statistica and Minitab software.

Results: Through the conducted research, the author addressed the identified cognitive, research, and application gaps by positively verifying hypotheses, developing an operational excellence definition, and formulating a quantitative method for assessing operational excellence levels that support the incorporation of Sustainable Development goals. The outcomes of the conducted surveys and statistical analyses confirmed the research hypotheses, and the conclusions contributed to the development of a quantitative method for evaluating operational excellence levels that support the integration of Sustainable Development goals within a manufacturing company.

Conclusions: The literature review and survey research conducted in this dissertation enabled the author to affirm three auxiliary hypotheses:

- Methodical management positively influences operational excellence.
- Methodical management positively influences the absorption of Sustainable Development goals.
- Operational excellence positively influences the absorption of Sustainable Development goals.

As a result, the main research hypothesis was also positively confirmed. It was established that an increase in operational excellence levels within a manufacturing enterprise leads to an enhanced adoption of Sustainable Development Goals.

Wstęp

W czasach globalnego wzrostu ekonomicznego, przy równoległym wzroście negatywnego wpływu działalności człowieka na środowisko naturalne, zauważalna jest potrzeba implementowania oraz integrowania rozwiązań środowiskowych, społecznych i ekonomicznych. Działania te wspierają stopniową transformację aktualnych gospodarek czy systemów przemysłowych w kierunku systemów bardziej zrównoważonych (Adams, R. i in. 2015, s. 180–205, Rodriguez, L., Da Cunha, C., 2018, s. 151–161). Wiąże się to z dodatkowymi wyzwaniami dla organizacji międzynarodowych, władz państwowych oraz sektora biznesowego w tym przedsiębiorstw produkcyjnych. Transformacja w kierunku systemów zrównoważonych odbywa się przy konieczności jednoczesnego uzyskiwania lub utrzymywania przewagi konkurencyjnej. Aby osiągnąć sukces rynkowy, działalność komercyjnych przedsiębiorstw produkcyjnych obejmuje gwarancję najwyższego poziomu obsługi klienta przy możliwie najwyższym zysku ze sprzedaży produkowanych dóbr. W środowisku o wysokiej konkurencyjności utrzymywanie odpowiedniego poziomu marżowości produktów, przy atrakcyjnej cenie końcowej, wymusza na producentach optymalizację kosztową ich działalności. Faulkner i Bowman zwracają uwagę na konkurencyjność operacyjną oraz systemową (Faulkner D., Bowman C., 1996 s. 35–40). Konkurencyjność operacyjna definiowana jest według nich jako konkretne techniczne umiejętności prowadzenia działalności, które dotyczą technik zarządzania, stosowanej technologii, systemu dystrybucji czy procesów kontroli. Konkurencyjność systemowa zaś, określana jest jako *zespół działań wykonywanych przez firmę w zakresie efektywności ogólnej i kosztowej*. Obejmuje ona między innymi innowacyjność (Faulkner D., Bowman C., 1996 s. 35–40). Według autora niniejszej rozprawy poprawa efektywności procesów zachodzących w przedsiębiorstwach i osiągnięcie doskonałości operacyjnej mogą nie tylko pomagać w uzyskiwaniu wymaganego poziomu kosztów produkcji, ale również w realizacji celów koncepcji Zrównoważonego Rozwoju. Zgodnie z ideą Potrójnej Linii Przewodnej (ang. TBL¹–Triple Bottom Line), która nie eliminuje paradygmatu ekonomicznego jako kluczowego czynnika podczas podejmowania decyzji biznesowych, lecz rozszerza go o aspekty środowiskowe oraz społeczne. Możliwe jest wówczas realizowanie celów szerszych niż tylko ekonomiczne przy jednoczesnym umacnianiu pozycji przedsiębiorstwa (Elkington J., 1998 s. 37–51, Norman W., Macdonald C. 2004, s. 243–262).

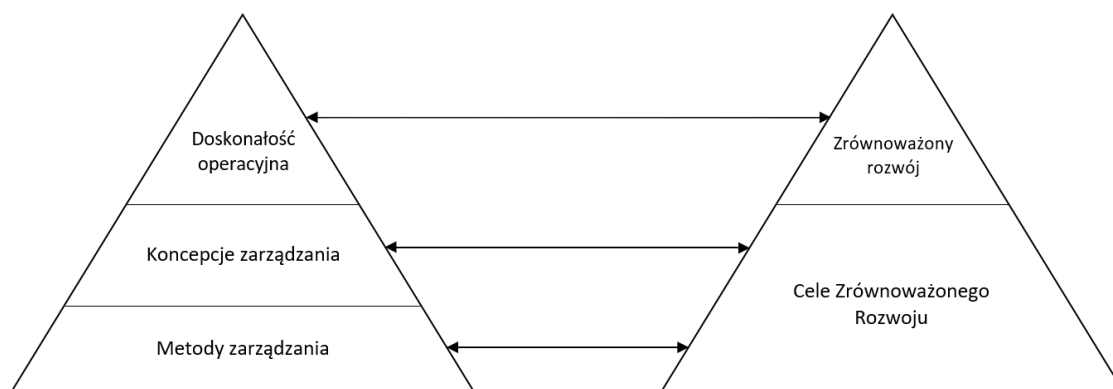
¹ TBL – Potrójna Linia Przewodna, ang. Triple Bottom Line - ramy rachunkowości, które obejmują trzy wymiary wydajności: społeczny, środowiskowy i finansowy. Różni się to od tradycyjnych ram sprawozdawczych, ponieważ obejmuje środki ekologiczne i społeczne (Slaper T.F., Hall T.J., 2011, s. 4).

Doskonalenie procesów jest obiektem zainteresowania przedsiębiorstw produkcyjnych dążących do wzrostu efektywności zachodzących w nich procesów. Efektywność jest oceniana zwykle w zakresie wydajności produkcji oraz zasobów wykorzystanych do przetworzenia w stosunku do ich teoretycznego minimalnego zapotrzebowania. Ten obszar działalności powiązany jest z inżynierią przemysłową, dziedziną wykorzystującą interdyscyplinarną wiedzę z obszarów nauk ścisłych, nauk społecznych oraz analizy inżynieryjnej w zakresie systemów produkcyjnych (Sink D.S., Poirier D.F., Smith G.L., 2001, s. 5). Osiągnięcie doskonałości operacyjnej poprzez efektywne wykorzystywanie zasobów, ciągłą poprawę jakości produktów i procesów może skutkować redukcją strat, wytworzonych odpadów oraz spadkiem kosztów operacyjnych. Elementy te pośrednio wspierają osiągnięcie założeń koncepcji Zrównoważonego Rozwoju, co wspiera stwierdzenie, że transformacja ta wcale nie musi być radykalna oraz ekonomicznie nieopłacalna (Wojtkowiak D., Cyplik P., 2020 s. 1–2). Od lat obserwowana jest w literaturze chęć integracji efektywności operacyjnej przedsiębiorstw produkcyjnych z wynikami środowiskowymi poprzez wdrażanie koncepcji zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym (Choudhary S., i in., 2019, s.363). O uwzględnieniu aspektu środowiskowego w zarządzaniu pisali już w latach 90 XX wieku M. Porter oraz C. van der Linde opisujący nowy paradygmat dynamicznej konkurencyjności, bazujący na innowacyjności (Porter M. E., Van der Linde C., 1995, s. 97–98). W literaturze przedmiotu odnaleźć można również potwierdzenie pozytywnego wpływu koncepcji zarządzania takich jak np. Lean Manufacturing czy Industry 4.0, nie tylko w zakresie ekonomicznym, ale również społecznym i środowiskowym (Munoz-Villamizar A., i in.). Uwzględniając powyższe elementy oraz wymagania ustawodawcze wynikające ze zmieniającego się prawa oraz rosnącej świadomości społeczeństwa, włączanie aspektów Zrównoważonego Rozwoju w strategiczne działania przedsiębiorstw produkcyjnych stanowi w XXI wieku nieodłączny element ustalania strategii (Mangla, S. K., i in. 2020, s.1). W ramach niniejszej rozprawy autor, podejmuje się usystematyzowania dostępnej wiedzy, ujednolicenia definicji na podstawie badań literaturowych oraz zbadania wpływu koncepcji i metod zarządzania wykorzystywanych w zarządzaniu operacyjnym na koncepcję Zrównoważonego Rozwoju.

1. Zakres, cele, hipotezy rozprawy doktorskiej

1.1. Uzasadnienie podjęcia tematu rozprawy

Według autora niniejszej rozprawy, charakterystyka współczesnego rynku wraz z wymaganiami stawianymi wobec producentów oraz prowadzone przez autora badania i analizy literaturowe, wykazujące stosunkowo niewielką liczbę publikacji na temat wpływu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstw produkcyjnych na koncepcję Zrównoważonego Rozwoju, uwypukliły istnienie luki badawczej w tym obszarze (Wojtkowiak D., Cyplik P., 2020, s. 10, Dubey R., Gunasekaran A., Ali S.S., 2015, s.120). Niniejsza praca doktorska jest próbą jej uzupełnienia. Na podstawie doświadczeń zawodowych oraz zainteresowań naukowych autora, kierunkiem poszukiwań w części badawczej pracy jest potwierdzenie komplementarności różnych koncepcji i metod zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym z koncepcją Zrównoważonego Rozwoju. Na podstawie dotychczasowego dorobku naukowego oraz analizy literaturowej, autor wnioskuje, iż zauważalny jest wpływ oraz relacje pomiędzy koncepcją Zrównoważonego Rozwoju, a wybranymi koncepcjami zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym (m.in. Jakhar S.K., Rathore H., Mangla S.K., 2018, s. 23, Kalemkerian, F., i in., 2022, s. 2, Henríquez-Machado R., Muñoz-Villamizar A., Santos J., 2021, s.1–2, Teixeira P., i in., 2021, s. 5). Poglądowy schemat tej relacji przedstawiono w formie modelu na Rysunku 1.



Rysunek 1 Model relacji między doskonałością operacyjną a koncepcją zrównoważonego rozwoju.

Źródło: Opracowanie własne

Według autora relacja w tym modelu jest obustronna, gdyż poprzez wykorzystywanie poszczególnych narzędzi oraz technik zarządzania produkcją, możliwa jest realizacja założeń koncepcji Zrównoważonego Rozwoju. Niewykluczone jest również opracowywanie nowych narzędzi zarządzania, inspirowanych celami Koncepcji Zrównoważonego Rozwoju. Uwzględniając znaczenie zagadnień związanych z efektywnością procesów zachodzących

w przedsiębiorstwach produkcyjnych, autor zauważa konieczność zgłębienia tematu wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój. Wynika to z obserwacji występujących w ostatnich latach zakłóceń oraz zmian w sposobie zarządzania wymuszonych przez na przykład pandemię COVID-19 (Dembińska, I., i in., 2022, s. 1), konflikty zbrojne w Europie, a dalej kryzys ekonomiczny. Zjawisko przykuwa uwagę dlatego, że mimo zakłóceń globalnych, gospodarki światowe dążą do rozwoju w stronę modeli zrównoważonych społecznie, ekonomicznie oraz środowiskowo. Autor zauważa konieczność zgłębienia tematu wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój poprzez obserwację.

W ramach niniejszej dysertacji autor identyfikuje luki poznawcze oraz lukę aplikacyjną.

Luka poznawcza:

- Występuje niejasność oraz brak uniwersalnej definicji pojęcia doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego ze względu na mnogość podejść, oraz brak zdefiniowanych fundamentów teoretycznych w literaturze naukowej (Jaeger A., Matyas K., Sihm W., 2014, s. 488, Found, P., i in., 2018, s. 1021).
- Na podstawie analizy literatury w bazach SCOPUS oraz Web of Science autor nie odnalazł źródeł literaturowych obejmujących metody zarządzania jako elementu wspierającego kompleksową realizację koncepcji Zrównoważonego Rozwoju.
- Na podstawie analizy literatury w bazach SCOPUS oraz Web of Science autor nie odnalazł źródeł literaturowych obejmujących ocenę wpływu metod i instrumentów zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym na cele koncepcji Zrównoważonego Rozwoju.

Luka aplikacyjna:

- Brak ilościowej metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego wspierającej realizację Celów Zrównoważonego Rozwoju (SDG).

Analiza literaturowa poszerzona o przedstawione powyżej luki badawcze tworzą problem badawczy, który dotyczy zidentyfikowania oraz oceny wpływu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego na realizację Celów Zrównoważonego Rozwoju. Pytanie badawcze brzmi: Jaki jest wpływ doskonałości operacyjnej i jej elementów składowych na realizację celów Zrównoważonego Rozwoju? Jakie składowe w największym stopniu wpływają na budowanie doskonałości operacyjnej?

1.2. Cel i zakres pracy

Celem dysertacji jest uzupełnienie zidentyfikowanych luk poznawczych, badawczych i aplikacyjnych w zakresie doskonałości operacyjnej i Zrównoważonego Rozwoju poprzez:

C: Opracowanie ilościowej metody oceny doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego wspierającego realizację Celów Zrównoważonego Rozwoju (SDG).

Nawiązując do celu głównego dysertacji autor sformułował zadania badawcze:

Z1: Identyfikacja i systematyzacja pojęcia doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego na podstawie badań literaturowych.

Z2: Identyfikacja współczesnych metod, technik i narzędzi zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym na podstawie badań literaturowych.

Z3: Identyfikacja pojęcia Zrównoważonego Rozwoju na podstawie badań literaturowych.

Z4: Identyfikacja zależności i analiza relacji pojęć doskonałości operacyjnej i Zrównoważonego Rozwoju na podstawie badań literaturowych.

Z5: Badanie i identyfikacja wpływu doskonałości operacyjnej na absorpcję celów koncepcji Zrównoważonego Rozwoju.

Z6: Badanie i identyfikacja wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na osiągnięcie doskonałości operacyjnej.

Z7: Badanie i identyfikacja wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na obszary operacyjne przedsiębiorstwa produkcyjnego powiązane z celami Zrównoważonego Rozwoju.

Z8: Badaniu siły wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na obszary operacyjne powiązane z celami Zrównoważonego Rozwoju.

Z9: Opracowanie wytycznych do określenia poziomu Doskonałości Operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego na podstawie badań literatury w tym normy ISO 9004:2018 oraz badań własnych.

Uwzględniając cele dysertacji oraz wymienione luki; poznawcze oraz aplikacyjną celem badań w niniejszej rozprawie jest:

CB 1: Ocena wpływu doskonałości operacyjnej na realizację Celów Zrównoważonego Rozwoju.

CB 2: Ocena wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na doskonałości operacyjną.

CB 3: Ocena wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym na Cele Zrównoważonego Rozwoju.

Zakres niniejszej rozprawy doktorskiej podzielono i przedstawiono w 4 ujęciach:

Przedmiotowym – opisującym problematykę dysertacji obejmującą zagadnienie doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego, definiując jej składowe, zakres oraz badając jej wpływ na absorpcję celów koncepcji Zrównoważonego Rozwoju.

Podmiotowym – opisującym podmiot, na którym skupiają się badania. Autor przeprowadza analizę zależności i korelacji pomiędzy metodami, technikami i narzędziami zarządzania i Zrównoważonym Rozwojem wśród przedsiębiorstw produkcyjnych.

Przestrzennym – opisującym geograficzny zakres przeprowadzonych badań. Z uwagi na charakterystykę tematu, badanie i analiza literaturowa nie ograniczają się do terytorium jednego państwa. W niniejszej pracy wykorzystano literaturę światową, a badanie ankietowe przeprowadzane było wśród praktyków i teoretyków w Polsce.

Czasowym – niniejsza rozprawa doktorska jest podsumowaniem 7 lat aktywności naukowej autora w obszarze Koncepcji Zrównoważonego Rozwoju oraz koncepcji i narzędzi zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym tj. Lean Manufacturing, Agile Manufacturing, Six Sigma oraz Koncepcja czwartej rewolucji przemysłowej – Industry 4.0 czy Outsourcing.

Na podstawie badań oraz analizy literaturowej opracowano założenia pracy, które formułują hipotezę wraz z trzema hipotezami pomocniczymi:

Hipoteza (H): Wzrost poziomu doskonałości operacyjnej w przedsiębiorstwie produkcyjnym pozwala zwiększyć absorpcję Celów Zrównoważonego Rozwoju.

Hipoteza pomocnicza 1 (HP1): Metodyczne zarządzanie obszarami operacyjnymi przedsiębiorstwa produkcyjnego dodatnio wpływa na doskonałość operacyjną przedsiębiorstwa produkcyjnego.

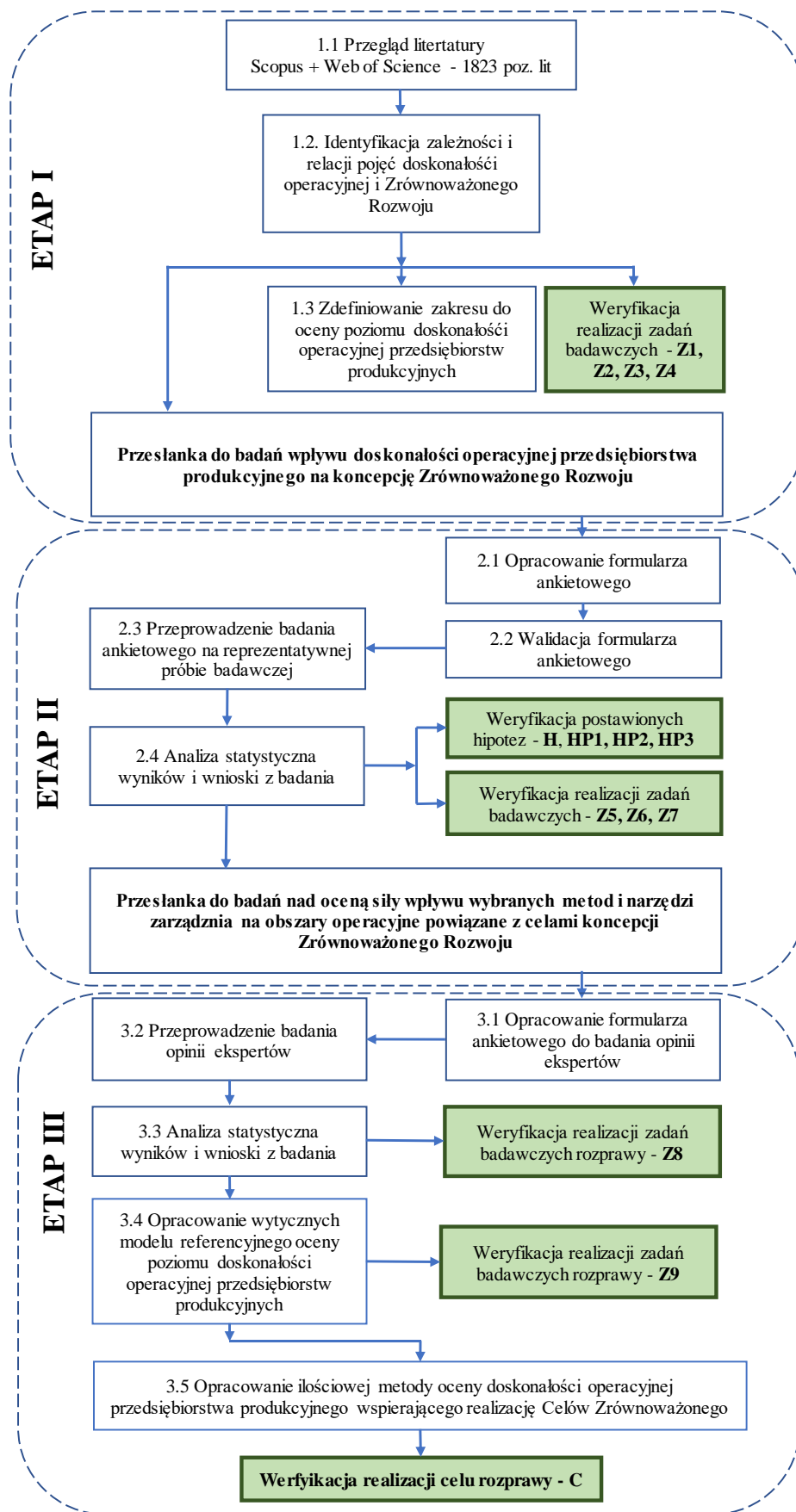
Hipoteza pomocnicza 2 (HP2): Metodyczne zarządzanie obszarami operacyjnymi przedsiębiorstwa produkcyjnego dodatnio wpływa na absorpcję Celów Zrównoważonego Rozwoju.

Hipoteza pomocnicza 3 (HP3): Doskonałość operacyjna wynikająca z metodycznego zarządzania obszarami operacyjnymi przedsiębiorstwa produkcyjnego dodatnio wpływa na absorpcję Celów Zrównoważonego Rozwoju.

1.3. Metodyka pracy badawczej

Realizacja celu głównego rozprawy, a także weryfikacja postawionych hipotez, wymaga od autora przeprowadzenia badań w sposób metodyczny tj. wymagający wykonania poszczególnych konkretnych i zaplanowanych działań. Na potrzeby tej pracy autor przygotował schemat wizualny przedstawiający kolejne etapy pracy nad rozprawą w formie algorytmu przedstawionego na Rysunku 2.

Pierwszy etap badań w pracy badawczej obejmuje przegląd literatury i identyfikację zależności oraz relacji pojęć doskonałości operacyjnej przedsiębiorstw produkcyjnych i koncepcji Zrównoważonego Rozwoju. Na tym etapie realizowane są pierwsze cztery zadania badawcze (Z1, Z2, Z3, Z4). Drugi etap pracy badawczej uwzględnia badanie wpływu doskonałości operacyjnej na koncepcję Zrównoważonego Rozwoju poprzez badania ankietowe i analizy statystyczne wyników. Na tym etapie weryfikowane są postawione przez autora rozprawy hipotezy badawcze (H, HP1, HP2, HP3). Realizowane są także 3 zadania badawcze (Z5, Z6, Z7). Ostatni etap prac jest poświęcony badaniom opinii ekspertów na temat siły wpływu wybranych metod zarządzania na obszary operacyjne przedsiębiorstwa produkcyjnego, powiązane z celami koncepcji Zrównoważonego Rozwoju. Celem tej części badań jest realizacja ósmego oraz dziewiątego zadania badawczego (Z8, Z9). Ponadto autor pracy podejmuje się dokonania celu rozprawy doktorskiej C, czyli opracowania ilościowej metody oceny doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego, wspierającej realizację Celów Zrównoważonego Rozwoju (SDG).



Rysunek 2 Metodyka pracy badawczej
Źródło: Opracowanie własne

Schemat badawczy przedstawiony na Rysunku 2 został zrealizowany w ramach 7 rozdziałów, z których składa się niniejsza rozprawa doktorska.

W rozdziale pierwszym autor rozprawy uzasadnia podjęcie tematu oraz definiuje cele i zakres pracy. Na tym etapie zdefiniowane zostały również zadania i hipotezy badawcze niezbędne do zrealizowania celu głównego rozprawy. Ponadto zdefiniowana i opisana została metodyka pracy badawczej, według której zrealizowano rozprawę doktorską. Rozdział pierwszy to również uporządkowanie i wyjaśnienie używanych w pracy, powtarzających się pojęć.

Drugi rozdział jest to teoretyczna część rozprawy będąca rezultatem przeprowadzenia badań literaturowych w zakresie pojęć doskonałości operacyjnej, koncepcji zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym oraz stosowanych w nich metod, technik i narzędzi wspierających zarządzanie i usprawnianie procesów w przedsiębiorstwie produkcyjnym.

Trzeci rozdział rozprawy traktuje o pojęciu koncepcji Zrównoważonego Rozwoju. Jest on rezultatem badań literaturowych w zakresie Zrównoważonego Rozwoju i stanowi o teoretycznym fundamencie rozprawy. W ramach tego rozdziału, autor zdefiniował pojęcie, sięgając do źródeł naukowych oraz materiałów źródłowych ONZ w zakresie Zrównoważonego Rozwoju. Opisane zostały teoretyczne założenia koncepcji wraz z rysem historycznym i kamieniami milowymi. Następnie przeanalizowano i opisano stawiane przez ONZ Cele Zrównoważonego Rozwoju na przestrzeni lat. Wykonano również analizę znaczenia koncepcji w ujęciu społeczno-ekonomicznym oraz przemysłowym.

W czwartym rozdziale autor dokonał syntezy pojęć doskonałości operacyjnej i Zrównoważonego Rozwoju. Przeprowadzono analizę czynników endo i egzogennych w ocenie zależności obu pojęć. Ponadto, na podstawie badań literaturowych analizowano i poszukiwano relacji pomiędzy doskonałością operacyjną przedsiębiorstwa produkcyjnego a Zrównoważonym Rozwojem. Zdefiniowano również obszary operacyjne przedsiębiorstwa produkcyjnego powiązane z Celami Zrównoważonego Rozwoju.

W rozdziale piątym opisano przeprowadzone w ramach rozprawy badania w zakresie wpływu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstw produkcyjnych na absorpcję Zrównoważonego Rozwoju. W ramach rozdziału opisano schemat postępowania badawczego wraz z procesem walidacji i korekcji formularza ankietowego wykorzystanego następnie w badaniu właściwym. Zdefiniowano minimalną reprezentatywną próbkę badawczą i przeprowadzono badania ankietowe. Następnie podsumowano wyniki badań siły wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój. Ponadto badano również wpływu metod, technik i narzędzi

zarządzania na doskonałość operacyjną oraz na poprawę wyników w sześciu obszarach operacyjnych. Badane obszary operacyjne obejmowały; bezpieczeństwo i ergonomię pracy, wydajność procesów produkcyjnych, efektywność materiałową, energetyczną i wodną oraz gospodarkę odpadami. Przeprowadzono analizę statystyczną wyników badania, która pozwoliła na weryfikację postawionych hipotez oraz wyciągnięcie wniosków. W ramach analizy statystycznej autor wykorzystał szereg narzędzi statystycznych obejmujących m.in.; statystyki podstawowe, testy normalności rozkładu danych Shapiro Wilka, analizę korelacji rang Spearmana, analizę regresji oraz testy Kruskala–Wallisa do analizy wariancji. Wnioski stanowiły podstawę do pogłębienia badań, które zostały opisane w kolejnym rozdziale.

Szósty rozdział traktuje o przeprowadzonym badaniu opinii ekspertów w zakresie oceny siły wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w sześciu obszarach operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego. Podobnie jak w przypadku badania wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój, przeprowadzono analizę statystyczną. W tym wypadku wykorzystano współczynnik W Kendalla oraz współczynnik zmienności odpowiedzi respondentów. Wnioski z badania opinii ekspertów stanowiły dla autora wkład w opracowanie ilościowej metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej wspierającej absorpcję Celów Zrównoważonego Rozwoju.

Ostatni siódmy rozdział rozprawy opisuje opracowaną w ramach rozprawy ilościową metodę oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego, wspierającą absorpcję Celów Zrównoważonego Rozwoju. Rozdział ten zawiera kontekst i charakterystykę opracowywanej metody. Podczas opracowywania metody przeprowadzono badania literaturowe oraz analizowano materiały źródłowe w zakresie najbardziej prestiżowych modeli doskonałości operacyjnej tj. EFQM, MBNQ oraz Nagroda Deminga. Do opracowania metody wykorzystano również normę ISO 9004:2018 w zakresie dojrzałości organizacji. Opisano logikę i kroki postępowania podczas opracowywania metody, która następnie została zweryfikowana przez jej praktyczne zastosowanie w jednym z przedsiębiorstw produkcyjnych. Przedstawiono i opisano wyniki przeprowadzonej oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego wraz z wnioskami i ich zastosowaniem w praktyce.

W Tabeli 1 zestawiono etapy, opis zadań badawczych wraz z wykorzystanymi metodami badawczymi, wykorzystanymi podczas ich realizacji. Ponadto dodano informację o numerze rozdziału, w którym znajduje się szczegółowy opis realizowanych zadań badawczych.

Tabela 1 Metodyka pracy badawczej - Spis zadań badawczych

Etap	Szczegółowy opis zadania badawczego	Metody i narzędzia badawcze	Zadanie badawcze	Rozdział
I	<ul style="list-style-type: none"> • Identyfikacja pojęcia doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego. • Identyfikacja współczesnych metod zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym. • Identyfikacja pojęcia Zrównoważonego Rozwoju. • Identyfikacja zależności i analiza relacji pojęć doskonałości operacyjnej i Zrównoważonego Rozwoju. 	<ul style="list-style-type: none"> • Przegląd i analiza literatury naukowej zagranicznej i krajowej. • Systematyczny przegląd literatury. 	Z1 Z2 Z3 Z4	2, 3, 4
II	<ul style="list-style-type: none"> • Opracowanie formularza ankietowego. • Walidacja formularza ankietowego. • Badanie wpływu doskonałości operacyjnej na koncepcję Zrównoważonego Rozwoju. • Badanie wpływu wybranych metod zarządzania na osiąganie doskonałości operacyjnej. • Badanie wpływu wybranych metod zarządzania na obszary operacyjne przedsiębiorstwa produkcyjnego powiązane z celami Zrównoważonego Rozwoju. 	<ul style="list-style-type: none"> • Badanie z wykorzystaniem internetowego formularza ankietowego. • Statystyczna analiza wyników. 	Z5 Z6 Z7 H HP1 HP2 HP3	2,4,5
III	<ul style="list-style-type: none"> • Badanie siły wpływu wybranych metod zarządzania na poprawę w obszarach operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego.. • Opracowanie struktury ilościowej metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego. • Zbudowanie modelu oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego. • Opracowanie ilościowej metody oceny doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego wspierającego realizację Celów Zrównoważonego Rozwoju. • Weryfikacja metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej. 	<ul style="list-style-type: none"> • Badanie opinii ekspertów wykorzystujące metodę delficką z wykorzystaniem internetowego formularza ankietowego. • Model referencyjny poziomów doskonałości operacyjnej. 	Z8 Z9 C	6,7

Źródło: Opracowanie własne

1.4. Rozważania semantyczne

Rozprawiając na temat pojęć doskonałości operacyjnej oraz Zrównoważonego Rozwoju autor często korzysta z następujących pojęć: koncepcja, metodologia i metodyka. Sięga również po określenia takie jak metoda, technika oraz narzędzia zarządzania. W związku z niejednoznacznym znaczeniem powyższych pojęć dającym szerokie możliwości interpretacyjne, autor podjął próbę zdefiniowania tych pojęć. Celem jest wyjaśnienie toku rozumowania oraz usystematyzowanie wywodów zawartych w niniejszej rozprawie. Pierwszym z pojęć wymagającym wyjaśnienia i zdefiniowania jest koncepcja zarządzania. Słowo koncepcja według słownika języka polskiego PWN oznacza *ogólne ujęcie czegoś, obmyślony plan działania lub rozwiązania czegoś* oraz po prostu *pomysł* (<https://sjp.pwn.pl/koncepcja>, dostęp online 08.08.2022). Z kolei Wielki słownik języka polskiego Państwowej Akademii Nauk, definiuje koncepcję jako *świadomie przyjęty sposób rozumienia czegoś, rozwiązania problemu lub osiągnięcia celu* (Źródło: <https://wsjp.pl/koncepcja>, dostęp online 08.08.2022). W związku z tym autor dysertacji rozumie pojęcie koncepcji zarządzania jako *Ogólny, obmyślony i świadomie przyjęty plan działania oraz rozumienia zagadnień zawierający różne idee, pomysły i sposoby zarządzania, rozwiązywania problemów oraz osiągania celów*. Koncepcja stanowi o ramach pojęciowych, zasadach oraz metodykach, według których organizacja ma być zarządzana. Wdrażanie koncepcji w przedsiębiorstwie jest procesem, a nie projektem o określonym punkcie końcowym. Wprowadzanie elementów projektu wymaga wiedzy oraz doświadczenia na wielu szczeblach organizacyjnych. Koncepcja ma strategiczne znaczenie w kontekście realizowania misji, wizji oraz celów przedsiębiorstwa. W ramach niniejszej dysertacji autor do koncepcji zarządzania zalicza:

- Lean Manufacturing,
- Agile Manufacturing,
- Total Quality Management,
- Lean Six Sigma,
- Industry 4.0,
- Outsourcing,
- Benchmarking,
- Organizacje wirtualne.

Rozważając temat wykorzystywanych pojęć, autor zwraca uwagę, że na szczególne wyjaśnienia zasługują znaczenia metodologii, metodyki i metody. Przytoczone definicje są

bardzo istotne, ponieważ pozostają kluczowymi elementami niniejszej rozprawy, tym samym stanowiąc o jej celu głównym. Najszerszym z pojęć jest metodologia, która jest terminem określającym naukę o badaniach naukowych, czynnościach poznawczych badań naukowych oraz efektów poznawczych tych czynności. Szczególnym zainteresowaniem metodologii są metody badawcze, ich skuteczność oraz wytwory w postaci faktów, czyli uzyskanych informacji (Apanowicz J., 2002, s.9). Kolejnym z pojęć jest metodyka oznaczająca *zbiór zasad, sposobów i metod wykonania jakiejś pracy* (Źródło: <https://sjp.pwn.pl/metodyka>, dostęp 08.08.2022). Analizując anglojęzyczną literaturę przedmiotu, można spotkać się z terminem *methodology* wykorzystywanym w kontekście metodyki np. rozwiązywania problemów, czy zarządzania projektami, gdyż w języku angielskim słowo to oznacza zarówno metodologię, jak i metodykę, w zależności od kontekstu. Metodyka w swoim zakresie systematyzuje pojęcia, procesy i ogólne zasady działania. Przykładem może być metodyka zarządzania projektami różnych standardów np. Prince2, PMBOK czy zwinne zarządzanie projektami – Agile PM. Metodyki te zawierają metody ułatwiające zarządzanie poszczególnymi elementami oraz etapami projektu zwiększając szanse na sukces. W przypadku koncepcji zarządzania produkcją, metodyki obejmują kompleksowe sposoby zarządzania procesami czy rozwiązywania problemów w procesach produkcyjnych. Ostatnim pojęciem z omawianej trójki jest metoda, czyli *systematyczny sposób postępowania stosowany do osiągnięcia określonego celu* (Źródło: <https://sjp.pwn.pl/metoda>, dostęp 08.08.2022), która stanowi o kluczowym elemencie metodyki. Metoda wskazuje, co należy zrobić, jakie kroki wykonać, aby zrealizować cel (Fonseca, A. V. M. D., Miyake D., 2008, s. 3). W ramach niniejszej dysertacji autor wykorzystuje również pojęcia techniki i narzędzia zarządzania. Technika definiowana jest jako *uznana metoda analizy lub rozwiązywania rozpoznanego problemu zarządzania w szczególowy oraz usystematyzowany sposób* (Argenti J., 2018, s. 4), za pomocą *zestawu narzędzi związanych z rozwiązaniem danego problemu*. Narzędzie może być postrzegane jako *schemat, który ma ściśle określoną rolę w rozwiązaniu danego problemu* i jest to np. histogram, diagram macierzowy, karty kontrolne. Technika ma szerszy zakres niż narzędzie (Fonseca, A. V. M. D., Miyake D., 2008, s. 2). Reasumując metoda, może być postrzegana jako *sposób robienia czegoś w systematyczny sposób, gdzie słowo systematyczny oznacza uporządkowaną logiczną sekwencję zadań*. Technika to *specyficzne podejście do skutecznego wykonania zadania w sposób, który może nie być od razu oczywisty, a narzędzie zapewnia mechaniczną lub psychiczną przewagę w wykonywaniu zadania* (Źródło: <https://discover6sigma.org/methods-tools-techniques/>, dostęp 21.02.2022).

W związku z niejednoznacznością egzemplifikacją pojęć wykorzystywanych w ramach postawionych celów oraz hipotez dających szerokie możliwości interpretacyjne, podjęto próbę zdefiniowania pojęć. W niniejszej rozprawie wyjaśniono tok rozumowania oraz usystematyzowano wywody. Dlatego na podstawie analizy literatury w zakresie doskonałości operacyjnej autor przygotował definicję, która odzwierciedla zakres tematyczny oraz rozumowanie autora niniejszej rozprawy doktorskiej.

Doskonałość operacyjna przedsiębiorstwa produkcyjnego to stan, w którym efektywność procesów zachodzących w przedsiębiorstwie jest optymalna i pozytywnie wpływa na efektywność kosztową, bezpieczeństwo pracowników oraz budowanie przewagi konkurencyjnej. Osiąganie optymalnych wyników przedsiębiorstwa jest rezultatem wdrażania systemowych rozwiązań wynikających z koncepcji zarządzania i zawartych w nich metod oraz przywództwa wpływających na wzrost zdolności produkcyjnych. Wskutek metodycznego wdrażania ulepszeń oraz rozwoju wiedzy w organizacji, przesuwane są przyjęte granice operacyjne aktywów, a nowe granice tworzone są za sprawą standaryzacji. Kolejne wdrożone usprawnienia podlegają prawu malejących zwrotów, tak więc niezbędna jest zmiana zakresu wdrażanych koncepcji oraz innowacje technologiczne w celu zdefiniowania nowej szerszej przestrzeni operacyjnej.

Ponadto zdefiniowano pojęcia absorpcji, metodycznego zarządzania oraz obszarów operacyjnych.

Pojęcie absorpcji, autor rozumie jako *behawioralny proces zachodzący w organizacji składający się z 5 etapów tj. identyfikowania, przyjmowania, adaptowania, akceptowania, inkorporowania określonych zasad, metod i rozwiązań wykorzystywanych w zarządzaniu* (Bi, X., Yu, C., 2008, s. 338).

Metodyczne zarządzanie autor dysertacji definiuje jako zarządzanie postępujące konsekwentnie według określonych koncepcji oraz metod zarządzania np. Lean Management, Industry 4.0, Agile Management.

Obszary operacyjne autor definiuje jako obszary bezpośredniej działalności przedsiębiorstwa produkcyjnego w zakresie procesów produkcyjnych podlegających ocenie audytowej i kontroli wskaźnikowej obejmujące: bezpieczeństwo i ergonomię pracy, wydajność procesów produkcyjnych, efektywność; materiałową, energetyczną i wodną oraz gospodarowanie odpadami.

2. Doskonałość operacyjna w przedsiębiorstwach produkcyjnych

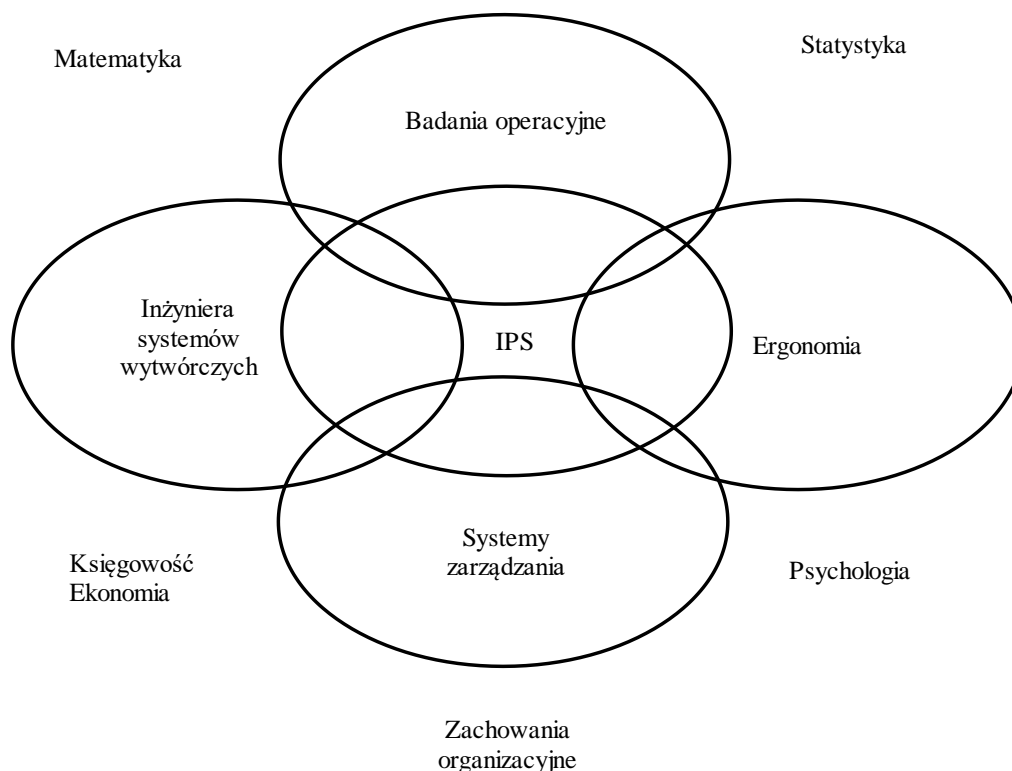
2.1. Charakterystyka pojęcia

Od dekad doskonalenie procesów jest obiektem zainteresowania przedsiębiorstw, które dążą do funkcjonowania w możliwie najbardziej efektywny sposób. A efektywność sama w sobie oceniana jest zwykle jako suma miar wydajności produkcji, zużycia energii, materiałów oraz wykorzystania zasobów ludzkich w stosunku do ich teoretycznego minimalnego zapotrzebowania. Ze względu na naturę zagadnień pojęcie doskonałości operacyjnej, pomimo że nie używane wprost, funkcjonuje w środowisku naukowo-biznesowym od wielu lat (Martin P.G., 2015, s.1). Założeń oraz źródeł pojęcia doskonałości operacyjnej można doszukiwać się już w XVIII wiecznych publikacjach i pracach szkockiego myśliciela, filozofa oraz ojca ekonomii klasycznej Adama Smitha. *Badania nad naturą i przyczynami bogactwa narodów* (ang. *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations* (Smith A., 1887) uznawana jest za fundament ekonomii klasycznej oraz pierwszą próbę naukowej analizy zjawisk ekonomicznych obejmujących tematy wolnego rynku, produktywności oraz podziału pracy. Analiza produktywności przedsiębiorstw oraz ich usprawnianie były przedmiotem badań, na który niebagatelny wpływ mieli amerykańscy przemysłowcy tacy jak Henry Ford, twórca pierwszej linii montażowej samochodów czy Frederick Winslow Taylor autor *Principle of Scientific Management* (Taylor F. W., 1911) nazywany również ojcem inżynierii przemysłowej i twórcą *naukowego zarządzania* (Mitcham C., 2005, s. 1152). Obaj mieli znaczący wpływ na utworzenie, a dalej rozwój inżynierii przemysłowej, interdyscyplinarnej. To dziedzina skupiająca się na optymalizacji systemów produkcyjnych, będących zintegrowanymi systemami ludzi, maszyn i urządzeń, energii, materiałów oraz kapitału. Omawiana dyscyplina wykorzystuje wiedzę z obszarów matematyki i fizyki. Czerpie także z nauk społecznych wraz z zasadami i metodami analizy inżynierskiej do projektowania i przewidywania efektów wynikających z funkcjonowania systemów produkcyjnych (Wojtkowiak D., Cyplik P., 2020 s. 2, Sink D.S., Poirier D.F., Smith G.L., 2001, s. 5, IISE², źródło: <https://www.iise.org/>, dostęp online: 01.05.2022). Ponadto wspiera procesowe podejście w zarządzaniu przedsiębiorstwem, łącząc instrumenty i metody zarządcze w celu poprawy pozycji rynkowej przedsiębiorstwa. Odnajduje to potwierdzenie w badaniach

² IISE – Institute of Industrial and Systems Engineers - Instytut Inżynierów Przemysłu i Systemów, największe na świecie stowarzyszenie zawodowe poświęcone wyłącznie wspieraniu zawodu, jest międzynarodowym stowarzyszeniem non-profit, które zapewnia przywództwo w zakresie zastosowań, edukacji, szkoleń, badań i rozwoju inżynierii przemysłowej (źródło: <https://www.iise.org/details.aspx?id=282> dostęp online: 01.05.2022).

wskazujących element zarządzania procesowego jako kluczowy w osiągnięciu rynkowego sukcesu w XXI wieku (Kalinowski T. B., 2011, s. 184).

Inżynieria przemysłowa odgrywa pierwszorzędą rolę w dostosowywaniu systemów przemysłowych przedsiębiorstw funkcjonujących w zmiennym i turbulentnym otoczeniu. Dziedzina ta pełni rolę integratora o silnym podłożu technicznym, zarządczym, ale również statystyczno-matematycznym. Nowoczesna inżynieria przemysłowa to szeroka dyscyplina obejmująca projektowanie, analizę oraz doskonalenie wszelkich elementów systemu produkcyjnego przedsiębiorstwa (Telsang M.T., 1998, s. 20). Akademicki model inżynierii przemysłowej i systemowej przedstawiony został na Rysunku 3. Dziedzina ta oparta jest na czterech głównych obszarach tematycznych, w której skład wchodzi inżynieria systemów wytwarzania, badania operacyjne, ergonomia oraz systemy zarządzania. Obszary te wspierane są wiedzą z dziedzin takich jak psychologia, matematyka, statystyka czy ekonomia (Sink D.S., Poirier D.F., Smith G.L., 2001, s. 5-6).



Rysunek 3 Model Inżynierii Przemysłowej i Systemów – IPS
Źródło: Sink D.S., Poirier D.F., Smith G.L., 2001, s. 5

Doskonałość operacyjna opisuje idealny stan funkcjonującego przedsiębiorstwa, gdzie *operacyjność* nawiązuje do procesów przedsiębiorstwa przetwarzającego środki fizyczne do wykonania określonych zadań np. produkcji lub dostaw, a *doskonałość* w działaniu oznacza szeroki cel, który musi zostać osiągnięty i utrzymany, aby odnieść sukces (Mitchell J.S., 2015, s. 6-8). Popularność zagadnień koncepcji i programów nawiązujących do doskonałości operacyjnej, w tym zarządzania jakością, obserwowana jest od lat 80 XX wieku, głównie za sprawą zainteresowania australijskich, nowozelandzkich oraz amerykańskich firm. Ciekawość przedsiębiorstw wynikała z jednoczesnej inspiracji oraz przegranego wyścigu ekonomicznego z bardziej efektywnymi przedsiębiorstwami japońskimi z branży samochodowej (Vastag G., 2000, s. 357). Zaobserwowano wówczas, że Japończycy producenci samochodów nie mieszczą się w zachodnim modelu kompromisu (Trade off model). Przewyższali oni amerykańskich konkurentów we wszystkich wymiarach działalności tj. jakości, dostawach, elastyczności oraz kosztach. W tamtym momencie było to raczej zjawisko niespotykane ze względu na tradycyjne myślenie sugerujące, że wysokie wyniki w jednym obszarze funkcjonowania firmy np. elastyczności, realizowane są kosztem niższych wyników w innym obszarze. (Rosenzweig E.D., Easton, G.S., 2010, s. 130, Flynn B.B., Flynn, E.J., 2004, s.439) Jest to zgodne z teorią kompromisu Wickhama Skinnera, że *kompromisy są nieuniknione; jeden system nie może być wystarczająco znakomity w spełnianiu wszystkich kryteriów tworzenia przewagi konkurencyjnej* (Skinner W., 1996, s. 6). Dziś sukces Japończyków tłumaczy się faktem, iż w tamtym czasie firmy takie jak Toyota, Mitsubishi czy Mazda realizowały swoje operacje, bazując na utworzonych i promowanych przez Deminga, wytycznych zarządzania jakościowego, odzyskując pozycję lidera rynku głównie za sprawą doskonalenia swoich procesów, skutkujących poprawą jakości produktów i optymalizacją kosztów (Samson D., 1997, s. 215). Zainteresowanie problematyką jakości determinowane jest przede wszystkim wymaganiami rynkowymi, głównie w obszarach produkcji oraz handlu. Wynika ono przede wszystkim z dążenia przedsiębiorstw do osiągnięcia doskonałości w wykonywaniu operacji oraz w optymalnym wykorzystywaniu i gospodarowaniu zasobami (Mantura W., 2012, s. 26).

Przez ostatnie 30 lat producenci skupiali się na poprawie jakości swoich procesów, tak aby osiągnąć doskonałość operacyjną (Augustin R., 2008, s.146). Doskonałość operacyjna często powiązana jest z zarządzaniem jakością (Carvalho, A. M, i.in., 2019, s. 1496), a koncepcje zarządzania takie jak np. TQM czy Lean Management mają pozytywny wpływ na elastyczność, efektywność i konkurencyjność przedsiębiorstwa na rynku (Kumar V., i.in.,

2009, s. 34, GAO, 1991, s. 36, Singh V., Kumar A., Singh T., 2018, s. 210, Santos-Vijande M.L., Alvarez-Gonzalez L.I., 2009, s. 181, Sohal A.S., Augustin R., 2008, s.146, Terziovski, M., 2000, s. 158). Poprawnie wdrożone i egzekwowane koncepcje zarządzania, pośrednio pozytywnie wpływają również na strukturę kosztów oraz na końcową efektywność finansową przedsiębiorstwa (Wayhan V. B., i in., 2013, s. 184-185, Wayhan V. B., Khumawala B.M., Balderson E.L., 2010, s.772, Demirbag M., i in., 2006, s. 841, Dieste M., Panizzolo R., Garza-Reyes J.A., 2021, s. 117). Obrazują to korzystniejsze wyniki finansowe firm, które skutecznie wdrożyły TQM, w porównaniu do konkurencji na rynku, a sam TQM, będący elementem doskonałości operacyjnej, może stanowić o fundamencie kultury organizacji zapewniającym satysfakcję klientów poprzez ciągłe doskonalenie (Hansson J., Eriksson H., 2002, s. 54, Irani Z., Beskese A., Love P.E, 2004, s. 644). W Japonii nagroda w zakresie doskonałości operacyjnej obejmuje nagrodę Deminga, podczas gdy w Stanach Zjednoczonych jest to Malcom Baldrige National Quality Award (MBNQA). W Europie przyznawana jest nagroda pod auspicjami European Foundation for Quality Management (EFQM) (Boulter L., Bendell T., Dahlgard J., 2013, s. 198, Carvalho, A. M, i in., 2019, s. 1497).

W latach 90 XX wieku Michael Treacy oraz Fred Wieresma definiowali pojęcie Doskonałości Operacyjnej, w ujęciu procesów rynkowych rozumiejąc ją jako *dostarczanie klientom niezawodnych produktów lub usług po konkurencyjnych cenach i dostarczanych z minimalnymi trudnościami lub niedogodnościami* (Treacy M., Wieresma F., 1993, <https://hbr.org/>, dostęp: 13.04.2022). Uniwersalność tej definicji powoduje, że znajduje ona zastosowanie w każdej organizacji. Z kolei John Oakland uważa, że doskonałość biznesowa *uznaje, że wyniki w obsłudze klienta, cele biznesowe, aspekty bezpieczeństwa oraz względy środowiskowe są od siebie zależne, a doskonałość biznesowa ma zastosowanie w każdej organizacji* (Oakland, J. S. 2007, s.97). Doskonałość Operacyjna to strategia dla organizacji usiłującej dostarczyć połączenie wysokiej jakości produktów, ceny, łatwości zakupu i serwisu, jakim żadna inna organizacja funkcjonująca na rynku czy branży nie jest w stanie dorównać (Treacy M., Wieresma F., 1995). W dziedzinie doskonałości operacyjnej literatura zdominowana jest pojęciami na temat eliminacji wszelkiego rodzaju strat i czynności niedodających wartości w celu uzyskania efektywnych i niezakłóconych w żaden sposób procesów (Jaeger A., Matyas K., Sihn W., 2014, s. 489), co znalazło odzwierciedlenie w dziedzinie nauk o zarządzaniu, która przez ostatnie trzy dekady charakteryzowała się wysoką aktywnością badaczy i praktyków w obszarze Lean Management. Poparte jest to wysoką liczbą publikacji zarówno teoretycznych, jak i praktycznych, które koncentrują się na weryfikacji skuteczności założeń,

analizując efekty wdrożeń lub różnego rodzaju studia przypadku (Found P., i.in. 2018, s. 1016, Bhamu J., Sangwan K.S., 2014, s. 877). Pojęcie Lean Management oparte na systemie produkcji Toyoty i wprowadzone w powszechne użycie przez Jamesa Womacka w latach 90 XX wieku, uznawane jest za strategiczne podejście. Wspiera ono konkurencyjność poprzez poprawę efektywności procesów produkcyjnych, poprawę jakości oraz eliminację zbędnych kosztów. Ma to miejsce poprzez stosowanie szeregu narzędzi wchodzących w skład koncepcji takich jak: TPM, SMED, 5S, Kanban czy VSM (Cottyn J., i.in., 2011, s. 4397). W dzisiejszych czasach szczupłe myślenie kojarzy się przede wszystkim z usprawnianiem przepływu poprzez eliminację marnotrawstwa, co w efekcie pozwala oszczędnie produkować lub dostarczać usługi (Hamrol A., 2015, s. 99). Lean Management nie jest narzędziem, lecz bardziej filozofią (Cottyn J., i.in., 2011, s. 4397) i oznacza więcej niż *odchudzanie* procesów. Przedsiębiorstwo *wyszczuplające* procesy równolegle powinno dążyć do maksymalnej elastyczności, dzięki której jego zdolność do reakcji i adaptacji w turbulentnym otoczeniu będzie możliwe bez zbytniego obciążenia (Czerska, 2009, s. 15). Zwinność przedsiębiorstwa jest kolejną cechą wynikającą dalej z jego szczupłości. Według S. Trzcielińskiego przedsiębiorstwo bowiem nie może być zwinne wtedy, gdy ma duże zapasy, wolno reaguje na potrzeby klientów i produkuje wyroby w dużych seriach (Trzcieliński S., 2011, s. 39). Metody Lean management są uznawane za elementy składowe koncepcji przedsiębiorstwa zwinnego (Goldman S., Nagel R., Preiss K., 1995, s. 343), którego celem jest odnoszenie sukcesów na konkurencyjnym rynku, charakteryzującym się zmiennością i nieprzewidywalnością. Zwinne przedsiębiorstwo posiada tak dostosowaną strukturę oraz proces zarządzania, że potrafi wykorzystywać dostępne zasoby ludzkie do generowania zysków, gdy na rynku pojawia się taka możliwość (Trzcieliński S., 2011, s. 41, Goldman S., Nagel R., Preiss K., 1995, s. 42-43). Podobnego zdania jest Richard Schonberger, który uważa, że koncepcja Lean nazywana pierwotnie *Just in Time production* zakładała i omawiała takie zagadnienia, jak: czas cykli produkcyjnych, czas realizacji zamówień czy szybkość reakcji produkcji³. Wzmocniona krótkim czasem przebrojeń (SMED) jest również techniką, wspierającą konkurencyjność, opartą na czasie (ang. Time Based Competition), podobnie jak nowoczesne zwinne modele. Popularność, liczba artykułów, opracowań oraz wieloletnie skupianie się autorów i praktyków głównie na eliminacji strat i ograniczaniu koncepcji wyłącznie do struktur fabrycznych zmieniły i zredukowały jej pierwotny zakres. Można odnieść wrażenie, że wypierana jest przez inne *bardziej dostosowane* modele zarządzania (Schonberger R., 2015, s. 41-43). Ze względu

³ QRM – Quick response manufacturing

na popularność i uniwersalność koncepcji Lean, większość modeli i definicji związanych z doskonałością operacyjną przedsiębiorstw produkcyjnych cały czas polega na paradygmacie szczupłego zarządzania, powiązany z produkcją wielkoseryjną o niskiej wariantowości. Zauważalna zmiana oczekiwań konsumentów na wyroby bardziej dostosowane do ich indywidualnych potrzeb (customizacja), spowodowała również zmiany w postrzeganiu i definiowaniu doskonałości operacyjnej. Aktualnie modele doskonałości operacyjnej zmierzają w kierunku wspomnianych wcześniej modeli zwinnych i produkcji niskoseryjnej (Powell D.J., Strandhagen J.O., 2012, s. 452). Za zwrot zainteresowania badaczy i praktyków odpowiedzialny jest w znaczącej mierze Instytut Shigeo Shingo z Uniwersytetu stanowego w Utah, który opracował swój własny model DO⁴ (Found P., i.in., 2018, s. 1016). Zmiany w podejściu do usprawnień obserwowane są również w nowoczesnych przedsiębiorstwach. Przekształcają one dotychczasowe komórki i działy Lean na rzecz działów specjalizujących się w poprawie procesów. Budują doskonałość operacyjną poprzez wykorzystywanie wszystkich dostępnych technik i metod, maksymalizując korzyści dla organizacji, klientów oraz pozostałych interesariuszy, wzmacniając przy tym przewagę konkurencyjną (Sony M., 2019, s. 67). Pojęcie doskonałość operacyjna stało się w ostatnich latach bardzo modne w środowisku biznesowym. Przez co aktualnie jest jednym z najbardziej nadużywanych terminów w zakresie optymalizacji procesów produkcyjnych (Sony M., 2019, s. 67, Jaeger A., Matyas K., Sihm W., 2014, s. 488). Według przedsiębiorstwa DuPont doskonałość operacyjna to zintegrowany system zarządzania, który napędza produktywność przedsiębiorstwa poprzez wdrażanie sprawdzonych praktyk w trzech obszarach: produktywność środków trwałych, efektywność kapitału oraz zarządzanie ryzykiem operacyjnym. System ten ma zapewnić firmie korzyści w postaci obniżenia kosztów operacyjnych, wzrostu efektywności, maksymalnego zwrotu z inwestycji, mniejszej liczby wypadków, a ostatecznie wzrost konkurencyjności (DuPont 2005, źródło: <https://studylib.net>, dostęp: 19.04.2022). Doskonałość operacyjna nazywana jest również systemem zarządzania, zaprojektowanym do dostarczania konsumentom wartości poprzez innowacje i rozwój technologii, oraz którego celem jest ciągła poprawa operacji i efektywności systemu przemysłowego w przedsiębiorstwie (Cui i.in., 2020, s. 567). Efektywność operacji wykonywanych w ramach łańcucha dostaw jest bezpośrednio powiązana ze zdolnością organizacji do optymalizacji i rozwiązywania problemów związanych z zarządzaniem i wykorzystywaniem zasobów oraz planowaniem operacji, dlatego doskonałość operacyjna procesów zachodzących w przedsiębiorstwie jest fundamentalnym czynnikiem

⁴ DO – Doskonałość Operacyjna

wpływającym na sukces organizacji (Bag S., i.in., 2020, s. 2). DO jest czymś więcej niż koncepcją, może być postrzegana jako filozofia obecna na najniższym poziomie w strukturze organizacyjnej przedsiębiorstwa, blisko zasobów ludzkich bezpośrednio zaangażowanych w wykonywanie codziennych operacji biznesowych. Poparta jest zachowaniami stanowiącymi o fundamentalnej działalności organizacji oraz mającej bezpośredni wpływ na konkurencyjność i aspekty strategiczne przedsiębiorstwa (Năftănăilă I., Radu C., Cioană G., 2013, s. 134). W modelu SOEM™⁵ *idealne* rezultaty wymagają *idealnych* zachowań na poziomie operacyjnym. *Idealne* rezultaty nie wynikają z wdrożonych narzędzi czy systemów, lecz z odpowiedniej kultury napędzanej przywództwem skupiającym się na pielęgnowaniu i praktykowaniu *idealnych postaw* w zakresie wykonywania operacji fundamentalnych dla biznesu. Jest to możliwe dzięki rozumieniu relację przyczyna-skutek w kontekście codziennego postępowania i rezultatów. *Idealne* wyniki rozumiane są w tym modelu jako doskonałe i trwałe (Edgeman R., 2018, s. 1332-1333). Wiedza i umiejętności wśród zarządzających w organizacji są kluczowymi elementami wpływającymi na sukces wdrożenia koncepcji projakościowych z zakresu doskonałości operacyjnej. Przy czym koncepcje projakościowe wymagają swoistej zmiany kulturowej, która powinna odbyć się zarówno na poziomie zarządu, jak i pracowników operacyjnych. Warto dodać, że stanowi to o kluczowym kryterium sukcesu we wdrażaniu modeli doskonałości operacyjnej (Sohal A.S., Terziovski M., 2000, s. 166, Terziovski M., Sohal A., Samson D., 1996, s. 459, Evans J.R., 2010, s. 242). W związku z tym standardy doskonałości operacyjnej mogą różnić się w zależności od strategii przedsiębiorstwa, jakości zasobów ludzkich, wiedzy, etapu zaawansowania technologicznego oraz dojrzałości organizacji (Lu D., Betts A., Croom, S., 2011, s. 1272). Dojrzałość organizacji odnosi się do jej wzrostu, a proces jej zwiększania to doprowadzenie do stanu dążącego do usprawnień, doskonałości i osiągnięcia sukcesu rynkowego (Oleśków-Szłapka, J., Stachowiak A., 2019, s. 5, Stachowiak, A., i.in., 2019, s.4). Badania potwierdzają, że wyższa dojrzałość procesowa organizacji prowadzi do wyższej efektywności przedsiębiorstwa w zakresie procesów produkcyjnych, jakości czy wpływu na środowisko naturalne (Kalinowski B. T., 2017, s. 179).

Doskonałość operacyjną osiąga się, gdy organizacja działa i jest w stanie zmieniać zdolności produkcyjne dzięki ulepszeniom lub prawu kumulacji zdolności⁶, które przesuwiają granicę

⁵ SOEM™ – Shingo Operational Excellence Model

⁶ Prawo zdolności kumulatywnej - Obserwacje japońskich producentów wykazały, że różne cechy przedsiębiorstwa a w szczególności te postrzegane dotychczas jako konkurencyjne, niekoniecznie są w konflikcie ze sobą. Takie zdolności mogą raczej wzmacniać się nawzajem w sposób kumulacyjny. Modele charakteryzujące się zjawiskiem synergii między zdolnościami są powszechnie znane jako zdolność kumulatywna (Rosenzweig

możliwości aktywów i zmieniają kształt, aby uzyskać nową granicę operacyjną przedsiębiorstwa. W pewnym momencie poprawa podlega prawu malejących zwrotów⁷, więc potrzebne są innowacje technologiczne, aby zdefiniować nową przestrzeń operacyjną (Found P., i.in., 2018, s. 1020). DO łączona jest również z aktywnością przemysłową polegającą na stosowaniu różnego rodzaju technik oraz technologii wspierających zarządzanie procesami. Wspomniane już wcześniej Lean Managamenet, TQM, ale również Six-Sigma czy elementy rozwijanej w ostatnich latach koncepcji Przemysłu 4.0, na którą składają się: Internet Rzeczy, przetwarzanie w chmurze obliczeniowe (ang. Cloud Computing), analityka Big Data czy technologia Blockchain, pomagają przesunąć nieosiągalne wcześniej granice usprawnień (Mangła, S.K. i.in., 2019, s. 277–278). XXI wiek oraz zmiana paradygmatu w przemyśle produkcyjnym nastąpiła wraz z rozwojem cyfryzacji, technologii Internetowej oraz rozwojem inteligentnych urządzeń. Rozwój tych technologii stał się kluczowym elementem fabryk przyszłości. Należy dodać, że ich sposób działania miałby polegać na decentralizacji, prostych strukturach, modułowych i wydajnych systemach produkcyjnych, umożliwiających produkcję partii pojedynczych produktów przy zachowaniu ekonomicznych warunków produkcji masowej (Lasi H., i.in., 2014, s. 239, Luz Torella G., i.in., 2021, s. 1). Rozwiązania stosowane w Przemysle 4.0 wspierające doskonałość operacyjną uznawane są za te, które poprawiać mają efektywność i wyniki przedsiębiorstwa. Przy czym poprawa ma następować poprzez integrację, automatyzację i cyfryzację procesów. Wzajemna łączność, a dalej wymiana i przetwarzanie informacji pomiędzy ludźmi, procesami oraz sprzętem jest kluczowym aspektem w usprawnieniu procesów oraz wspieraniu integracji poziomej jak i pionowej w ramach łańcucha wartości (ang. horizontal/vertical integration) (Fatorachian H., Kazemi H., 2018, s. 634, Luz Torella G., i.in., 2021, s. 1). Wymiana informacji pomiędzy elementami systemu, jakim jest organizacja, stanowi katalizujący składnik osiągnięcia doskonałości operacyjnej, dlatego przedsiębiorstwa produkcyjne pragnące podnosić efektywność swoich procesów biznesowych powinny wdrażać technologię z zakresu I4.0⁸, wspierającą aspekt komunikacji pomiędzy elementami systemu umożliwiającego osiągnięcie wyższej efektywności oraz redukcji kosztów (Luz Torella G., i.in., 2021, s. 11, Schroeder A.,

E.D., Easton, G.S., 2010, s. 130). Ulepszenia niektórych zdolności produkcyjnych organizacji takich jak jakość są podstawowe i umożliwiają łatwiejsze wprowadzanie ulepszeń w innych cechach organizacji (np. elastyczność). Sekwencja, w której prawo kumulacji zdolności jest najbardziej wygodne to: jakość, dostawy, koszty a następnie elastyczność (Schmenner R.W., Swink M.L., 1998, s. 107).

⁷ Prawo malejących zwrotów – Z każdym kolejnym udoskonaleniem przybliżającym zakład produkcyjny do swojej granicy operacyjnej lub granicy aktywów, coraz więcej zasobów musi zostać poświęconych w celu osiągnięcia dodatkowych przyrostów korzyści (Schmenner R.W., Swink M.L., 1998, s. 110)

⁸ I4.0 – Industry 4.0, Przemysł 4.0

i.in., 2019, s. 1312). Na przestrzeni lat zaobserwowano, że istnieje pewnego rodzaju wymóg wdrożenia Lean Manufacturing w celu osiągnięcia doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa (Jasti N.V.K., Kodali R., 2019, s. 297). Podobną opinię wysnuł R. Basu, który twierdzi, że osiągnięcie doskonałości operacyjnej spoczywa na wykorzystywaniu zestawu narzędzi i technologii IT, elementów logistyki zwrotnej oraz technik Lean i Six Sigma (Basu R., 2004. Zintegrowany system Six Sigma i Lean, wzmocniony rozwiązaniami I4.0, celujący w poprawę jakości produktu, procesu oraz organizacji miałby dostarczać całościowy program doskonałości operacyjnej (Nonthaleerak P., Hendry L.C., 2006, s. 116). Zdaniem A. Jaeger są to jedynie narzędzia do eliminowania strat, które mogą co najwyżej przybliżyć organizację do doskonałości operacyjnej. Zatem nie należy utożsamiać wdrażania narzędzi jako głównego celu doskonałości operacyjnej, wystarczającego do osiągania doskonałych wyników. (Jaeger A., Matyas K., Sihn W., 2014, s. 489) Doskonałość operacyjna to przede wszystkim odpowiednia kultura organizacyjna, uczestnictwo pracowników, silne przywództwo oraz zaangażowanie zespołu zarządzającego (Carvalho, A. M, i.in., 2019, s. 1498).

Podobnie jak w przypadku takich pojęć, jak koncepcja lub techniki zarządzania, pojęcie doskonałości operacyjnej może również dawać szerokie możliwości jego rozumienia i interpretowania. Na potrzeby tej rozprawy przyjęto definicję doskonałości operacyjnej, która odzwierciedla zakres tematyczny oraz rozumowanie autora niniejszej rozprawy doktorskiej.

Doskonałość operacyjna przedsiębiorstwa produkcyjnego to stan, w którym efektywność procesów zachodzących w przedsiębiorstwie jest optymalna i pozytywnie wpływa na efektywność kosztową, bezpieczeństwo pracowników oraz budowanie przewagi konkurencyjnej. Osiągnięcie optymalnych wyników przedsiębiorstwa jest rezultatem wdrażania systemowych rozwiązań wynikających z koncepcji zarządzania i zawartych w nich metod wpływających na wzrost zdolności produkcyjnych. Wskutek metodycznego wdrażania ulepszeń oraz rozwoju wiedzy w organizacji, przesuwane są przyjęte granice operacyjne aktywów, a nowe granice tworzone są za sprawą standaryzacji. Kolejne wdrożone usprawnienia podlegają prawu malejących zwrotów, tak więc niezbędna jest zmiana zakresu wdrażanych koncepcji oraz innowacje technologiczne, w celu zdefiniowania nowej szerszej przestrzeni operacyjnej.

2.2. Doskonalenie procesów organizacji - wybrane koncepcje i metodyki zarządzania.

Lean manufacturing

Początków i pierwowzoru koncepcji szczupłego wytwarzania należałoby szukać w latach 70 XX wieku. System produkcyjny Toyoty nazywany również produkcją *Just in time* był bowiem tym, co John Krafcik nazwał koncepcją szczupłego wytwarzania. Wykorzystał on pojęcie *Lean manufacturing*, aby opisać system produkcyjny, którego podstawowym założeniem są: konsumpcja mniejszej ilości zasobów niż w przypadku produkcji masowej, krótsze operacje produkcyjne, wyższa efektywność wykorzystania dostępnego czasu produkcyjnego oraz krótszy czas przebrojeń (Katayama H., Bennett D., 1996, s.9). System Toyoty ewoluował od roku 1948, zatem ciężko jest zdefiniować konkretną datę, kiedy został formalnie udokumentowany. Takahiro Fujijama sugeruje, że był to rok 1978 wraz z opóźnioną publikacją książki Taiichiego Ohno pt. *Toyota Seisan Hoshiki* (System Produkcyjny Toyoty). Kazuyo Wada sugeruje, że do wczesnych lat 70 nie dokumentowano informacji na temat systemu, wiadomo jednak, że pierwsze wzmianki na temat TPS publikowane przez Toyotę były około roku 1965, w celu przygotowania dostawców Toyoty do pracy wg określonych zasad (Holweg M., 2007, s. 429). Zdaniem wielu badaczy nazwa Lean Management jest po prostu synonimem i zamerykanizowaną wersją TPS⁹ oraz produkcji JIT¹⁰ (Nawanir G., Teong L.K., Othman S.N., 2013, s. 1019-1020). Ogromny udział w wypracowaniu systemu produkcyjnego Toyoty miał sam Henry Ford, którego fabryki były inspiracją dla Kichiiro Toyody oraz Taiichiego Ohno. Zainspirowany rozwiązaniami fordowskimi Ohno uaktualnił je oraz przełożył na grunt japońskiego przemysłu motoryzacyjnego (Ohno T., 1988, s. X). Tworzony przez japońskich inżynierów Sakichiego i Kichiiro Toyode, a w późniejszych latach również Taiichiego Ohno system produkcyjny na samym początku koncentrował się na dwóch praktykach: autonomizacji (jap. Jidōka), która zapobiega wytwarzaniu wadliwych produktów, eliminuje nadprodukcję i automatycznie zatrzymuje nieprawidłowości na linii produkcyjnej, umożliwiając zbadanie sytuacji (Ohno T., 1988, s. 121-122) oraz idei *pull*, czyli zaciągania, która zakłada produkowanie tylko tego, co w danym momencie jest potrzebne (Lisiński M., Ostrowski B., 2006 s. 47-50). Kluczowym czynnikiem odróżniającym TPS/Lean od klasycznych metod zarządzania jest zmiana koncentracji działań z firmy na klienta (Womack J., Jones D., 1996, s. 17-18) oraz definicja wartości z jego punktu widzenia.

⁹ TPS – Toyota Production System, System Produkcyjny Toyoty

¹⁰ JIT – Just in Time production – Japoński system produkcyjny oparty na dostawach odpowiednich części, w odpowiedniej liczbie, jakości do odpowiedniego miejsca w odpowiednim czasie. Jeden z głównych filarów TPS (Cheng T.C., Podolsky S., 1996, s.2)

Dlatego najważniejszym celem systemu Toyoty jest poprawa efektywności poprzez ciągle eliminowane strat (Ohno T., 1988, s. xiii). W rozumieniu J. Womacka i D. Jones nawet najlepiej produkowane i dostarczane, lecz niewłaściwe dobro czy usługa to marnotrawstwo (Womack J., Jones D., 1996, s. 19).

Lean jako dominująca w ostatnich dekadach koncepcja zarządzania produkcją (Sinha N., Matharu M., 2019, s. 303), wywodząca się z Japonii, zaczęła wychodzić poza jej obszar. Była ona obecna w Stanach Zjednoczonych już na początku lat 80 XX wieku. Przez długi czas TPS i jego rozwiązania wykorzystywano wyłącznie w Japonii, a jeden z pierwszych artykułów pojawił się w roku 1977 na łamach *International Journal of Production Research*. Przedstawiono wówczas zestawienie i przewagę wyników produktywności oraz efektywności fabryk japońskich, w stosunku do amerykańskich, szwedzkich oraz niemieckich (Sugimori Y., Kusunoki K., Cho F., Uchikawa S., 1977 s. 563-564). W opinii wielu osób, związanych z przemysłem, popularność i rozkwit rozpoczął się dekadę później wraz z publikacją książki pt. *The machine that changed the world*, która rozślawiła pojęcie *Lean manufacturingu* (Schonberger R.J., 2007, s. 406). Opublikowany tytuł był efektem pięcioletnich badań prowadzonych przez J. Womacka, D. Jonesa i D. Roosa finansowanych przez Massachusetts Institute of Technology na temat przyszłości branży motoryzacyjnej. Publikacja ukazała ogromne różnice w efektywności japońskich i amerykańskich przedsiębiorstw produkujących samochody (Samuel D., Found P., Williams S.J., 2015, s. 1387). *Lean manufacturing łączy zalety produkcji rzemieślniczej oraz masowej, unikając wysokich kosztów pierwszej i sztywności tej drugiej. W tym celu szczupła produkcja zatrudnia zespoły wszechstronnie wykwalifikowanych pracowników na wszystkich poziomach organizacji oraz wykorzystuje wysoce elastyczne i zautomatyzowane maszyny do wytwarzania produktów o ogromnej różnorodności* (Womack J., Jones D., Roos D., 1990, s. 13). Do podstawowych różnic modelu operacyjnego Toyoty i Forda, na którym polegała zachodnia produkcja pojazdów, można zaliczyć małe wielkości zamówień i wysoki poziom wariantowości na linii montażowej Toyoty w porównaniu do masowej produkcji i niskiego poziomu wariantowości u Forda (Shingo S., Dillon, A.P., 1989, s. 92–94). Organizacja produkcji Toyoty w szczególności w okresie przedwojennym w sposób selektywny przejmowała różne elementy systemu produkcji Forda oraz hybrydyzowała je. Jest zatem mitem stwierdzenie, że TPS jest wynalazkiem wyłącznie genialnych Japończyków z Toyoty. Koniecznym jest jednak docenienie wyobraźni kierownictwa Toyoty np. Kiichiro Toyody, Taiichiego Ohno czy Eiji Toyody, którzy zintegrowali elementy systemu Forda

z systemem Toyoty na zupełnie innym gruncie kulturowym i biznesowym niż Stany Zjednoczone. Zatem system Toyoty jest zasadniczo hybrydą systemu amerykańskiego i japońskiego (Fujimoto T., 1999, s. 50). Warto nadmienić, iż system produkcyjny Toyoty nie jest przeciwieństwem systemu produkcyjnego Forda, *a raczej jego udoskonaleniem, czyli masową produkcją o małych partiach z minimalnym zapasem*. Czynnikiem katalizującym transformację w stronę systemu produkcyjnego Toyoty jest implementacja techniki szybkiego przebrajania linii i maszyn (SMED). Dotyczy to tego, aby maksymalnie skrócić czas przygotowawczy i zredukować negatywny wpływ niskich partii produkcyjnych na efektywność wykorzystania dostępnego czasu (Shingo S., Dillon, A.P., 1989, s. 95). *Podstawowym celem systemu produkcji Toyoty jest identyfikacja oraz eliminacja strat i redukcja kosztów. Zapasy są wyeliminowane poprzez adresowanie i pokonywanie ukrytych czynników, które je powodują. Produkcja oparta na zamówieniach lub popycie zamiast spekulacyjnej prognozie pozwala kontrolować te czynniki. Kolejnym bardzo ważnym czynnikiem jest oddzielenie człowieka od maszyny, automatyzacja w celu osiągnięcia wielomaszynowych operacji* (Shingo S., Dillon, A.P., 1989, s. 95). Womack i Jones definiują strategię jako każdą aktywność człowieka, konsumującą zasoby i niedodającą wartości produktowi (Bevilacqua, M., i.in. 2015, s.23). Taichi Ohno zidentyfikował 7 typów strat (jap. muda) i należą do nich: muda nadprodukcji, muda zapasów, muda defektów jakościowych, muda zbędnych czynności, muda przetwarzania, muda oczekiwania, muda transportu (Imai M., 2012, s. 79). Strategiczne założenie Lean Manufacturing w kontekście redukcji kosztów operacyjnych, w swoich badaniach potwierdził m.in. John Krafcik sugerując, że przedsiębiorstwa stosujące narzędzia i techniki Lean są w stanie równocześnie osiągać wyższą produktywność, efektywność procesów biznesowych, wyższą jakość produktów oraz produkować w mniejszych partiach, zwiększając portfolio wytwarzanych wariantów produktów (Krafcik J., 1988, s. 51, Chan, F.T.S., i.in. 2005, s. 92). Ponadto wielu autorów uważa, że koncepcja Lean zwiększa przewagę rynkową przedsiębiorstwa m.in. poprzez redukcję zapasów, kosztów defektów jakościowych oraz poprawę produktywności załogi. Trzeba jednak zaznaczyć, że występują różnego rodzaju bariery utrudniające wdrożenie, na które składają się: brak edukacji kadry, nieodpowiednie podejście pracowników czy brak poczucia odpowiedzialności pracowników (Gupta, S., Jain S.K., 2013, s. 246-247). W związku ze wzrostem popularności i liczby wdrożeń koncepcji, w ostatnich kilkudziesięciu latach stosowanie praktyk szczupłego wytwarzania miało ogromny wpływ na funkcjonowanie przedsiębiorstw w wielu branżach, m.in.: lotniczej, komputerowej, elektronicznej, stalowej, maszynowej, a przede wszystkim branży motoryzacyjnej. Nawet producenci zlokalizowani w krajach o bardzo niskich kosztach pracy takich jak Chiny czy Indie,

zaczęli wzorować się na japońskich fabrykach. Można zaobserwować przekształcanie bazy produkcyjnej w kierunku zwiększania wartości i jakości produktów oraz elastyczności i produktywności. (Panizzolo R., i.in., 2012, s. 769, van Blokland, i.in., 2012, s. 20). Koncepcja Lean nie jest utożsamiana jedynie jako poprawiająca elastyczność i redukująca koszty, ale również jako ta, która sprzyja innowacyjności przedsiębiorstwa (Smith D.J., Tranfield D., 2005, s. 41). Pozwala to poprawiać pozycję rynkową w długim horyzoncie. Pierwotnie koncepcja przedstawiana była jako alternatywa dla dotychczasowych sposobów zarządzania produkcją, lecz aktualnie przedstawiana jest w dużo szerszym ujęciu, jako paradygmat zarządzania operacyjnego niezależny od branży, obecny również poza sektorem produkcyjnym np. w działach finansowych (Leyer M., Moormann J., 2014, s. 1379). Massachusetts Institute of Technology definiuje Lean Manufacturing jako zunifikowany, wyczerpujący zestaw filozofii, zasad, wytycznych, narzędzi i technik do optymalizacji procesów (van Blokland, i.in., 2012, s.5). Wielu autorów podkreśla jednak niejednoznaczność definicji (Sinha N., Matharu M., 2019, s. 311). Pomimo tego, że zasady Lean Management zostały przyjęte przez wielu menadżerów w różnych branżach na całym świecie, to ze względu na ciągłą ewolucję pojęcia, trudno ustalić konsensus uniwersalnej definicji. Zdaniem wielu badaczy Lean może być określany mianem: procesu, zasad, zestawu technik i narzędzi, podejścia, filozofii, koncepcji, systemu, praktyk czy paradygmatu wytwarzania obejmujący m.in zarządzanie operacyjne, rozwój produktu, zarządzanie łańcuchem dostaw, planowanie produkcji i zarządzanie popytem oraz osiaganie celów z zakresu: poprawy jakości produktu, redukcji kosztów, zarządzania operacyjnego w całym łańcuchu dostaw, skrócenia czasu dostaw, poprawy jakości oraz efektywności, zwiększania mocy produkcyjnych oraz redukcji zapasów (Bhamu J., Sangwan K.S., 2014, s. 878). Definicja koncepcji Lean jest bardzo niejasna, przez co wielu autorów podejmuje kolejne próby jej utworzenia, co z kolei napędza spiralę niejednoznaczności i problemów w komunikacji, ale również problemy w zdeterminowaniu efektywności samej koncepcji na wyniki przedsiębiorstwa (Shah R., Ward P.T., 2007, s. 786, Pettersen J., 2009, s. 128). Ponadto Lean jako koncepcja cały czas ewoluuje. Powoduje to zamieszanie i niezrozumienie koncepcji Lean zarówno na poziomie akademickim, jak i biznesowym (Hines P., Holweg M., Rich, N., 2004, s. 995). Według M. Lewisa z tego powodu każda firma wdrażająca Lean robi to we własny unikalny sposób, co wynika przede wszystkim z oczekiwań, priorytetów biznesowych, warunków początkowych i specyfiki wdrożenia tj. na przykład kolejności wdrażania poszczególnych narzędzi Lean. Wszystko to definiuje formę i rezultaty *odchudzonej* produkcji (Lewis M., 2000, s. 964). Podobnego zdania jest J. Womack, który sądzi, że transformacja Lean ma indywidualny charakter ze względu na uwarunkowania

przedsiębiorstwa i wynika w większości przypadków z natury produktów, procesu technologicznego czy samego biznesu (Womack J., 2013, s. 97). Badania pokazują również zróżnicowane rezultaty implementacji koncepcji Lean w zależności od branży oraz czynników takich jak typ wytwarzanych produktów, wielkość organizacji, relacje z dostawcami, kultura organizacyjna, wsparcie zarządu, polityka ustalania procedur czy poziom automatyzacji (Dora, M., i in. 2013, s. 157). W Tabeli 2 przedstawiono wybrane definicje koncepcji Lean.

Tabela 2 Wybrane definicje Lean Manufacturing

Autor	Definicja
Ohno T., 1988	<i>Podstawą systemu produkcyjnego Toyoty (przyp. Lean Manufacturing) jest absolutna eliminacja strat (Ohno, T., Bodek N., 2019, s. 4).</i>
Krafcik J, 1988	<i>W porównaniu do masowej produkcji zużywa mniej wszystkiego – o połowę ludzkiego wysiłku w fabryce, połowę przestrzeni produkcyjnej, połowę inwestycji w narzędzia, połowę godzin inżynierskich na opracowanie nowych produktów w połowę krótszym czasie. Również wymaga trzymania znacznie mniej potrzebnych zapasów na miejscu, skutkuje o wiele mniejszą liczbą defektów i wytwarza coraz większą i stale rosnącą różnorodność produktów (Womack J., Jones D., Roos D., 1990, s. 13).</i>
Womack J., Jones D., Roos D., 1990	<i>Lean manufacturing łączy zalety produkcji rzemieślniczej oraz masowej, unikając wysokich kosztów pierwszej i sztywności tej drugiej. W tym celu szczupła produkcja zatrudnia zespoły wszechstronnie wykwalifikowanych pracowników na wszystkich poziomach organizacji oraz wykorzystuje wysoce elastyczne i zautomatyzowane maszyny do wytwarzania produktów o ogromnej różnorodności (Womack J., Jones D., Roos D., 1990, s. 13).</i>
Hayes R.H., Pisano G.P., 1994	<i>Produkcja odchudzona najwyraźniej wyeliminowała kompromisy między wydajnością, inwestycjami i różnorodnością (https://hbr.org/, dostęp online 12.05.2022).</i>
Feld W.M., 2000	<i>Szczupła produkcja skupia się przede wszystkim na projektowaniu solidnej operacji produkcyjnej, która jest responsywna, elastyczna, przewidywalna, zdolna i spójna. Tworzy to operację produkcyjną, która jest skoncentrowana na ciągłym doskonaleniu poprzez samodzielną i zmotywowaną siłę roboczą za pomocą środków opartych na wynikach dostosowanych do kryteriów klienta (Feld W.M., 2000, s. 6).</i>
Shah R., Ward P.T., 2003	<i>Lean Manufacturing to wielowymiarowe podejście, które obejmuje szeroką gamę praktyk zarządzania, w tym; just in time, systemy jakości, zespoły robocze, produkcję komórkową, zarządzanie dostawcami itp. w zintegrowanym systemie. Najważniejszym przesłaniem szczupłej produkcji jest to, że te praktyki mogą działać synergicznie, aby stworzyć sprawny, wysokiej jakości system, który wytwarza gotowe produkty w tempie zapotrzebowania klienta z niewielką ilością odpadów lub bez odpadów (Shah R., Ward P.T., 2003, s. 129).</i>
Shah R., Ward P.T., 2007	<i>Produkcja odchudzona to zintegrowany system społeczno-techniczny, którego głównym celem jest eliminacja marnotrawstwa poprzez jednoczesne zmniejszanie lub minimalizowanie zmienności dostawców, klientów oraz wewnętrznych (Shah R., Ward P.T., 2007, s. 786).</i>

Autor	Definicja
Czerska J., 2009	<i>Wyszczuplone przedsiębiorstwo buduje swoją organizację i zarządza procesami w taki sposób, by klienci zamawiający określony produkt płacili za jego wytworzenie, a nie funkcjonowanie złożonej struktury organizacyjnej, magazynów, hal, środków transportu, obsługi awarii czy biurokracji (Czerska J., 2009, s.15).</i>
Pawłowski E., Pawłowski K., Trzecieliński S., 2010	<i>Lean management jest metodyką zarządzania kreującą taką kulturę pracy w organizacji, która sprawia, że wszyscy uczestnicy organizacji są zainteresowani ustawiczną obniżką kosztów, podnoszeniem poziomu jakości i skracaniem cyklu dostawy. Wszystko po to, by maksymalnie spełniać oczekiwania klientów oraz prosperować, dostosowując się płynnie do warunków otoczenia (Pawłowski E., Pawłowski K., Trzecieliński S., 2010, s. 13).</i>
Yang M.G.M., Hong P., Modi S.B, 2011	<i>Zestaw praktyk skoncentrowanych na redukcji strat i czynności bez wartości dodanej z operacji produkcyjnych produkcji firmy (Yang M.G.M., Hong P., Modi S.B, 2011, s. 252).</i>

Źródło: Opracowanie własne

Możliwości definiowania koncepcji Lean jest wiele, jednak kluczową i powtarzającą się cechą jest eliminacja strat w procesach biznesowych przedsiębiorstwa. Ze strategicznego punktu widzenia, koncepcja Lean może być integrowana również z innymi koncepcjami bez negatywnego wpływu na kluczowy cel Lean, czyli eliminacja strat i dodawanie wartości klientowi. Zatem każde narzędzie i koncepcja zarządzania, skupiająca się na dodawaniu wartości jest spójna z Lean (Hines P., Holweg M., Rich, N., 2004, s. 1006). Ostatnie dekady charakteryzują się ogromnym wzrostem publikacji w obszarze szczupłej produkcji, co ma ogromny wpływ na praktyków, badaczy oraz naukowców z całego świata (Jasti N.V.K., Kodali R., 2015, s. 882), którzy od lat opracowują różnego rodzaju ramy szczupłego zarządzania produkcją. Ramy te klasyfikowane są jako projektowo-koncepcyjne, uwzględniające elementy stanowiące o Lean Manufacturing w przedsiębiorstwie. Większość z opracowań nie zawiera klarownego opisu sposobu wdrażania koncepcji w sposób sekwencyjny (Chay T., i.in., 2015, s 1032). Implementacja założeń i narzędzi koncepcji Lean Management jest procesem czasochłonnym i wymagającym. O sukcesie wdrożonych założeń koncepcji Lean można powiedzieć wtedy, gdy pożądana realizacja zadań wynika przede wszystkim z zaangażowania pracowników liniowych i kierownictwa. Warto jednak zaznaczyć, że Lean nie powinien być traktowany jako projekt, lecz jako proces, sposób myślenia i funkcjonowania przedsiębiorstwa (Chay T., i.in., 2015, s. 1048). Na podstawie badań, Om Yadav (Yadav O.P, i.in., 2010, s.405) ze Stanowego Uniwersytetu Technicznego Północnej Karoliny¹¹ identyfikuje dziesięć fundamentalnych zasad Lean Manufacturing, do których należą: standaryzacja, prosty i określony przepływ, szkolenie i uczenie, socjalizacja, ciągle doskonalenie, relacje z klientami, koordynacja przez bogatą komunikację, funkcjonalna

¹¹ North Carolina A&T State University

ekspertyza i stabilizacja, dążenie do doskonałości oraz kultywowanie wiedzy organizacyjnej (Yadav O.P, i.in., 2010, s.405). Składowymi aktywatorami oczekiwanych rezultatów i poprawy efektywności przedsiębiorstwa są techniki i narzędzia Lean. Stanowią one o fundamentalnym aspekcie kontroli procesów biznesowych, a następnie stabilizacji standardowych metod pracy. A metody pracy wzbogacane są ideą ciągłego doskonalenia umiejętności, które ustalają nowe standardy. Stosowanie tych technik pozwala przedsiębiorstwom produkcyjnym osiągać wydajność wyników klasy światowej (Feld W.M., 2000, s. 79-80). Zestawienie zasad opracowanych przez O.P. Yadava (Yadav O.P, i.in., 2010, s. 405) przedstawiono w Tabeli 3.

Tabela 3 Zasady Lean Manufacturing i ich aktywatory

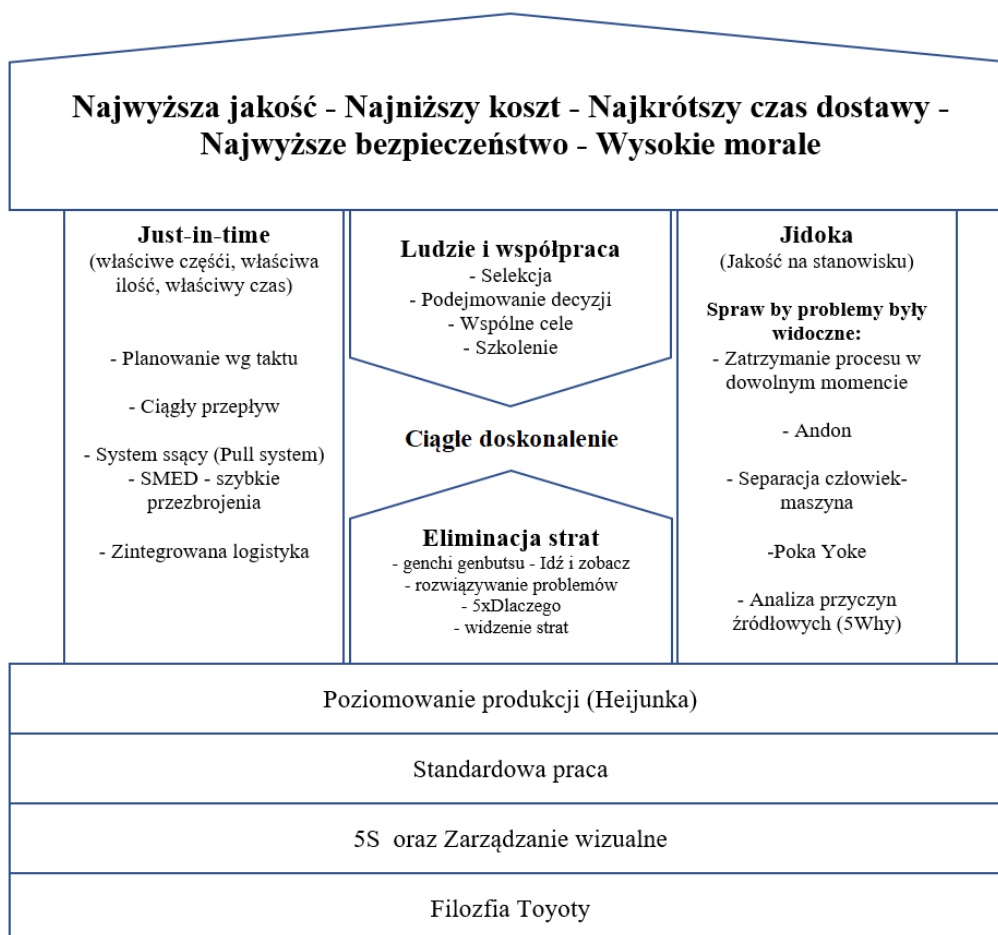
Zasady Lean Management	Znaczenie	Aktywator
Standaryzacja	Znormalizowana procedura pracy poprawiająca wydajność i jakość dla rutynowych i powtarzalnych czynności.	Procedury standardowej pracy, projekty
Prosty i określony przepływ	Przepływ pracy do właściwej maszyny lub osoby, we właściwej formie i czasie przy najniższym koszcie oraz najwyższej jakości redukuje czas dostaw.	Kanban, JIT, zintegrowana logistyka
Szkolenie i uczenie	Dzięki nieustannemu wysiłkowi menedżerów i przełożonych działających jako pomocnicy lub mentorzy w rozwiązywaniu problemów.	Naukowe metody rozwiązywania problemów
Socjalizacja	Atmosfera zaufania, szacunku i wspólnego celu, w jakiej wykonywana jest praca w celu poprawy wydajności.	Spójność, konsensus i komunikacja
Ciągłe doskonalenie	Eksperymenty prowadzone przez pracowników na każdym poziomie w kierunku doskonalenia własnej pracy.	Kaizen, TQM, Six Sigma, JIT, TPM etc.
Relacje z klientami	Relacja dostawca-klient określa formę oraz ilość towarów i usług do dostarczenia, sposób składania zamówień oraz oczekiwany czas realizacji zamówień.	Długoterminowa relacja oparta na współpracy
Koordinacja przez bogatą komunikację	Koordinacja poprzez treściwą i rzeczową komunikację jest wymagana, aby rozwinąć innowacyjność.	„Idź i zobacz”, włączanie dostawców do pracy nad produktem przed wdrożeniem
Funkcjonalna ekspertyza i stabilizacja	Wykwalifikowani inżynierowie pracują nad wprowadzeniem produktu na rynek; rozwój standardowego zestawu umiejętności.	Polityka rotacji pracowników
Dążenie do doskonałości	Zdrowy rozsądek definiuje, jaki byłby idealny system oraz jakie cele odnośnie do usprawnień pozwolą przekroczyć to, co konieczne, aby spełnić potrzeby klientów.	Dzielenie wspólnego celu
Kultywowanie wiedzy organizacyjnej	Pokazuje wiarę organizacji, że umiejętności i generowana wiedza zwróci się później.	Dzielenie się wiedzą

Źródło: Chaple A.P., Narkhede B.E., Akarte M.M., 2014, s. 567, Yadav O.P, i in., 2010, s.405

Wybrane metody i narzędzia stosowane w ramach Lean Manufacturing

Just in Time – Istnieje wiele definicji, lecz wszystkie skupiają się wokół wysokiej jakości, obsłudze klienta i zerowych zapasach. JiT definiowany może być jako koncepcja zarządzania operacyjnego, nastawiona na spełnianie oczekiwań klienta przy perfekcyjnej jakości i zerowych stratach. (Pinto i.in., 2018, s. 25). T. Ohno definiuje JiT *jako posiadanie we właściwej sekcji właściwych materiałów we właściwym czasie i właściwej ilości* (Ohno T., 2010, s. 136). Just in Time jest również nazywany metodyką zarządzania produkcją (*Just in Time Manufacturing*) lub jako jeden z dwóch obok Jidoki, podstawowych filarów Systemu Produkcyjnego Toyoty (Ohno T., 1988, s. 123). W tym ujęciu jest nie tyle narzędziem Lean Management, ile jego zbiorem, na który składają się: Kaizen, 5S, czas taktu, przepływ ciągły, Kanban czy SMED. Podejście Taichiego Ohno nigdy nie zakładało wdrażania stricte narzędzi, a raczej budowanie odpowiednich zdolności społeczno-technicznych. Umożliwiałyby one elastyczne korzystanie z narzędzi w zależności od sytuacji i zapotrzebowania, zachowując rolę człowieka jako kluczową w rozwiązywaniu problemów i poprawie procesów (Lander E., Liker J.K., 2007, s. 3684). Podstawą funkcjonowania JIT jest system produkcyjny polegający na wyciąganiu (ang. *pull system*). To klient inicjuje popyt, co wyzwala potrzebę zaciągania zarówno surowców, jak i pozostałych niezbędnych do produkcji zasobów wtedy, kiedy jest taka potrzeba. W systemie pull po zużyciu lub zakupie materiałów wysyłany jest sygnał do kroku poprzedzającego, upoważniając do uzupełnienia lub produkcji tego, co jest dalej potrzebne. (Abdulmalek F.A., Rajgopal, J., 2007, s. 224, Liker J.K., 2021, s. 386). W pierwotnym założeniu Kiichiro Toyoda wymyślił to rozwiązanie w celu poprawy efektywności i zastąpienia skomplikowanych systemów scentralizowanego harmonogramowania na rzecz prostego rozwiązania, które jednocześnie pozwala redukować zapasy, lecz po latach rozwinięto go do rozmiarów całej koncepcji (Ohno T., 1988, s. 123, Womack J., 2013 s. 171). Celem JIT jest *uzyskanie stabilizacji i maksymalizacji tempa przepływu strumienia materiałów dla uzyskania wysokiej niezawodności dostaw. Stabilizacja ta osiągnana jest przede wszystkim przez unifikację i normalizację konstrukcji, liniową organizację systemu produkcyjnego i rozbudowanie mechanizmów samoregulacyjnych* (Fertsch M., Cyplik P., Hadaś Ł., 2010, s. 39).

Jidoka – Drugi obok JIT filar szczupłego systemu zarządzania produkcją przedstawiony na rysunku 4, którego celem jest autonomizacja maszyn, linii, a nawet całych gniazd produkcyjnych. W literaturze często pojawia się stwierdzenie *automatyzacja z ludzkim dotykiem*, co ma podkreślać kluczową rolę człowieka skupiającego się na bardziej zaawansowanych czynnościach takich jak kontrola jakości, gdyż Jidoka rozumiana jest również jako *inteligentna kontrola jakości* na stanowisku pracy (Ohno T., 1988, s. 121, Chen Z., 2015, s. 1016). W Toyocie Jidoka oznacza możliwość zatrzymania linii produkcyjnej przez operatora, w momencie pojawienia się niezgodności jakościowych zaobserwowanych oraz ich usunięcie w trakcie produkcji. W rezultacie Jidoka pomaga poprawić poziom jakości (Jasti N.V.K., Kodali R., 2019, s. 297, Jasti N.V.K., Kodali R., 2015, s. 868, Koenigsaecker, G., 2012, s. 54.), oraz umożliwia bardziej efektywny przebieg realizacji całej produkcji poprzez eliminację defektów w możliwie najwcześniejszym etapie produkcji. Do podstawowych narzędzi Jidoki należą poka yoke, andon, analiza 5x dlaczego.



Rysunek 4 Diagram domu TPS J. Likera z JIT oraz Jidoka jako głównymi filarami.
Źródło: Rüttimann B.G, Stöckli M.T., 2016, s. 144

Jidoka/Autonomizacja z kolei może być także swobodnie interpretowana jako autonomiczna kontrola defektów (Monden Y., 2011, s. 7), co powoduje, że system ten opiera się na filarach poprawiających efektywność (JIT) oraz jakość (Jidoka). Jak już wspomniano w niniejszej dysertacji, system szybkiego przezbrajania stanowi kluczowy czynnik¹² we wzroście konkurencyjności przedsiębiorstwa poprzez poprawę efektywności procesu produkcyjnego oraz realizowanie produkcji wielowariantowej, oraz nisko seryjnej w sposób ekonomicznie uzasadniony. System krótkiego przezbrajania, czyli SMED (ang. Single Minute Exchange of Dies) to zbiór technik prowadzących do skrócenia czasu przezbrojeń maszyn wprowadzonych i rozwijanych przez Shigeo Shingo. Założeniem techniki jest uzyskanie maksymalnego czasu przezbrojenia (zatrzymania procesu produkcyjnego) w mniej niż 10 minut, co pozwala zredukować negatywny wpływ zmienności popytu, skraca czas dostaw oraz pozwala zmniejszyć wielkość partii produkcyjnej (Carrizo-Moreira A., 2014, s. 484). Twórca techniki, Shigeo Shingo podzielił czynności na zewnętrzne, czyli takie, które mogą być wykonywane poza stanowiskiem roboczym, nie wpływają na ciągłość produkcji i mogą trwać dłużej oraz wewnętrzne, które zatrzymują proces produkcyjny (Fertsch M., Cyplik P., Hadaś Ł., 2010, s. 43, Sundar R., Balaji A.N., Kumar R.S., 2014, s. 1878). Zastosowanie SMED w obszarze wymaga odpowiedniej strategii w przedsiębiorstwie, ale przede wszystkim przygotowania merytorycznego oraz zaangażowania załogi w przeprowadzenie zmian, a czasem również technicznego dostosowania maszyn (Carrizo-Moreira A., 2014, s. 491, McIntosh R.I., i.in., 2001, s. 153).

Kanban – to narzędzie do zarządzania i wspierania produkcją Just in Time, jednego z 2 głównych filarów systemu produkcyjnego Toyoty. Kanban to *prosta i bezpośrednia forma komunikacji służąca potwierdzeniu potrzeby dostawy materiału/półproduktu*. Kanban może mieć formę kartki z zapisaną informacją lub binarnego sygnału w postaci wizualnej lub dźwiękowej (Ohno T. 1988, 123-124, Liker J.K., 2021, s. 385). System Kanban umożliwia faktycznie funkcjonowanie „wyciągania” (ang. pull system) za pomocą stosowania pojemników, sygnałów elektronicznych czy standardowych kart Kanban, na których zawarte są informacje o zapotrzebowaniu w danej chwili. Dzięki Kanban możliwe jest produkowanie na podstawie realnego zapotrzebowania klientów, a nie na prognozach (Kubis N. 2005, s. 298).

Poka Yoke – jest to metoda prewencyjna zabezpieczająca przed popełnieniem błędu, a dalej wytworzenia niepełnowartościowych produktów z defektami (Bevilacqua, M., i.in., 2015,

¹² Więcej na ten temat na stronie nr 12, 18

s. 24). Poka Yoke rozwinął i sklasyfikował Shigeo Shingo w 1961 roku jako pracownik Toyota Motor Corporation. Są to często kreatywne i niedrogie rozwiązania lub urządzenia, które eliminują możliwość popełnienia błędu przez operatora na stanowisku pracy. Cechą Poka-Yoke jest objęcie w 100% automatycznej kontroli, która nie bazuje na ludzkiej pamięci lub czynności. Poka Yoke stanowi jedno z kluczowych narzędzi Jidoki w Systemie Produkcyjnym Toyoty (Dudek-Burlikowska M., Szewieczek D., 2009, s. 97, Krajewski P., Górniak J., 2012, s. 68, Bicheno J., Holweg M., 2009, s. 179). Uważa się również, że implementacja Poka-Yoke uniemożliwia pojawienie się wyrobów z defektem (Bevilacqua, M., i.in., 2015, s. 24).

Andon – jest narzędziem w formie systemu informującego w sposób natychmiastowy o występujących problemach jakościowych. Andon nie musi być zaawansowanym technologicznie urządzeniem, a jego sedno tkwi w postawie pracowników. Pracownicy są świadomi tego, jak ważne jest informowanie i pokazywanie problemów w celu ich szybkiego rozwiązania (Liker J.K., 2021, s. 141). Andon często przedstawiany jest jako system wykorzystujący sygnał świetlny o 3 barwach: zielony – oznaczający, że proces zachodzi standardowo bez problemów, żółty – informujący o konieczności regulacji pewnych aspektów procesu oraz czerwony – sygnalizujący potrzebę zatrzymania maszyny lub linii produkcyjnej w celu usunięcia problemu.

5xDlaczego – jako podstawowe narzędzie polegające na pięciokrotnym zadaniu pytania, dlaczego, pozwala odkryć problem źródłowy i go wyeliminować. Technika ta umożliwia zapobieganie powracaniu problemów, które mogą się pojawiać, ponieważ wcześniej usuwane były tylko skutki lub przyczyny wtórne (Ohno T., 1988, s. 17). 5xDlaczego charakteryzuje się prostotą i nie wymaga specjalistycznej wiedzy. Kilkukrotne zadanie pytania, dlaczego problem wystąpił, jest w stanie doprowadzić do przyczyny źródłowej, co z kolei wspiera wdrażanie działań zaradczych. Warto jednak zaznaczyć, że metoda może być nieco podchwytliwa, ponieważ ta na pierwszy rzut oka, wymaga ona od użytkownika gruntownej wiedzy na temat zjawiska/maszyny, która poddawana jest analizie 5xDlaczego. Osoba bez wiedzy specjalistycznej mogłaby udzielić sobie odpowiedzi, które doprowadziłyby ją do wniosków odległych od prawdziwej przyczyny pierwotnej (Źródło: <https://lean.org.pl/5-razy-dlaczego>).

Standaryzacja pracy – Standaryzacja jest jednym z podstawowych narzędzi Lean Manufacturing wdrażanych zwykle w pierwszej kolejności przez przedsiębiorstwa w okresie pierwszych 5 lat transformacji Lean. Wynika to przede wszystkim ze stopnia złożoności przedsiębiorstwa, wymaganych nakładów (Wong Y.C., Wong K.Y., Ali A., 2009, s. 528)

oraz stanowi o jednym z warunków wstępnych wdrażania innych narzędzi czy systemów takich jak np. Kanban (Monden Y., 2011, s. 48). Ponadto jest bardzo ważnym elementem szczupłego myślenia w systemie produkcji Toyoty (Yadav O.P, i.in., 2010, s.407), który wdrażany jest jako pierwszy. W ten sposób większość problemów może zostać wyeliminowanych, a procesy udoskonalone. *Jeżeli usprawnienia wdrażane są przed standaryzacją, procesy produkcyjne nigdy nie zostaną usprawnione* (Ohno T., 1988, s. 130). W TPS celem ujednolicenia pracy jest utworzenie procesów powtarzalnych, niezawodnych i umożliwiających wykonanie zadań produkcyjnych. Standaryzacja pracy dokumentowana i zarządzana jest w formie procedur składowanych w jednym miejscu, które są bazą startową pod usprawnienia (Bicheno J., Holweg M., 2009, s. 84). Należy podkreślić, że jest ona najbardziej efektywnym narzędziem Lean w obszarze doskonalenia procesów (Bevilacqua, M., i.in., 2015, s. 24). Omawiane narzędzie w Lean Manufacturing cechuje się tym, że udokumentowane standardy pracy są widoczne dla liderów zespołów i obejmują swoim zakresem procesy związane z przepływem produkcji i takich aspektów jak: czas cykli produkcyjnych, czas taktu. Ponadto opisują czynności operacyjne, poziomy zapasów surowców, zasady BHP oraz ogólne zasady pracy na stanowiskach. Standardy aktualizuje się na bieżąco. Są też audytowane w celu sprawdzenia zgodności ze standardami pracy. (Saurin T.A., Marodin G.A., Ribeiro J.L.D., 2011, s. 3215, Kubis N. 2005, s. 294).

TPM ang. Total Productive Maintenance – kompleksowe utrzymanie ruchu to Japońska forma utrzymania ruchu maszyn i urządzeń angażująca wszystkich pracowników (Suzuki T., 1994, s. 2), będąca niezbędnym elementem w Lean Manufacturing (Feld W.M., 2000, s. 82). Zadaniem TPM jest poprawa stabilności procesów produkcyjnych, wydłużanie okresu eksploatacji oraz obniżenie kosztów utrzymania maszyn poprzez zmniejszenie awaryjności. Ponadto narzędzie angażuje nie tylko pracowników służb utrzymania ruchu, ale również operatorów maszyn po to, aby eliminować usterki, wad produktów oraz wypadki w pracy (Duplaga M., Stadnicka D., 2009, s. 25). TPM jest rezultatem obserwacji i usprawnień amerykańskich oraz europejskich systemów prewencyjnego utrzymania ruchu wdrożonym przez Seiichiego Nakajimę w 1971 roku (Chan, F. T. S., i.in., 2005, s.72). *Total Productive Maintenance jest utrzymaniem produktywności realizowanym przez wszystkich pracowników poprzez małe grupy zadaniowe. Podobnie jak TQC, które obejmuje całe przedsiębiorstwo, TPM skupia się na utrzymaniu sprzętu i maszyn oraz dotyczy także całego przedsiębiorstwa* (Nakajima S., 1988, s. 1). Według twórcy słowo *całkowite* ang. *Total* w TPM posiada potrójne znaczenie, które opisuje podstawowe cechy koncepcji.

- *Total effectiveness, całkowita wydajność / efektywność / skuteczność* – obejmujące ciągłe dążenie do efektywności ekonomicznej i opłacalności działalności przedsiębiorstwa.
- *Total maintenance system, całkowity system utrzymania ruchu* – obejmujący konserwację prewencyjną, zapobieganie prewencji oraz poprawę łatwości utrzymania, co odnosi się m.in. do tzw. projektowania „bezobsługowego” poprzez włączenie cech niezawodności, łatwości konserwacji i możliwości wsparcia na etapie projektowania sprzętu.
- *Total participation of all employees, całkowite zaangażowanie wszystkich pracowników* poprzez autonomiczne utrzymanie ruchu realizowane w małych grupach zadaniowych (Nakajima S., 1988., s.11, Chan, F. T. S., i.in., 2005, s.72)

W zakresie utrzymania ruchu TPM koncentruje się wokół trzech głównych założeń programowych: konserwacji zapobiegawczej (prewencyjnej), konserwacji korekcyjno-naprawczej oraz zapobiegania konserwacji / remontów.

- Pierwszy element konserwacja prewencyjna dotyczy zwiększenia dostępności czasowej maszyn poprzez odpowiednią gospodarkę remontową parku maszynowego pozytywnie wpływającą na obniżanie awaryjności.
- Konserwacja korekcyjno – naprawcza polega na udoskonalaniu naprawianego wskutek awarii elementu. Idea polega na zastępowaniu awaryjnych elementów innymi lepszymi rozwiązaniami, co w efekcie ma zredukować częstotliwość występowania awarii.
- Ostatni z zakresów funkcjonalnych TPM to zapobieganie prewencji (ang. Maintenance Prevention), który można sprowadzić do 2 elementów: idei autonomicznego utrzymania ruchu (Autonomous Maintenance), projektu maszyn i urządzeń oraz zastosowanych w nich rozwiązań. Autonomous Maintenance zakłada, że operatorzy maszyn są bezpośrednio zaangażowani w czynności związane z utrzymywaniem maszyn w odpowiedniej kondycji. Na prawidłowy stan maszyn wpływa pozytywnie codzienna konserwacja. Dodatkowo zgłaszanie nieprawidłowości przez pracowników, pozwala maszynie funkcjonować efektywnie i stabilnie, aby realizować cele produkcyjne (Suzuki T., 1994, s.87).

Istotnym aspektem jest w tym procesie typ stosowanych rozwiązań oraz sam projekt maszyn, który powinien maksymalnie ułatwiać czynności związane z konserwacją (Feld

W.M., 2000, s. 82). Na pięć podstawowych strategii TPM opracowanych przez Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), składają się:

- Maksymalizacja całkowitej efektywności wyposażenia (OEE).
- Ustalenie wszechstronnego systemu prewencyjnego utrzymania ruchu obejmującego wiek wyposażenia.
- Zaangażowanie wszystkich, którzy planują, wykorzystują oraz konserwują sprzęt.
- Zaangażowanie wszystkich pracowników od zarządu po pracowników liniowych.
- Promowanie prewencyjnego utrzymania maszyn poprzez zarządzanie motywacyjne np. poprzez aktywności małych autonomicznych grup (Nakajima S., 1988, s. 10–11, Suzuki T., 1994, s. 6–7).

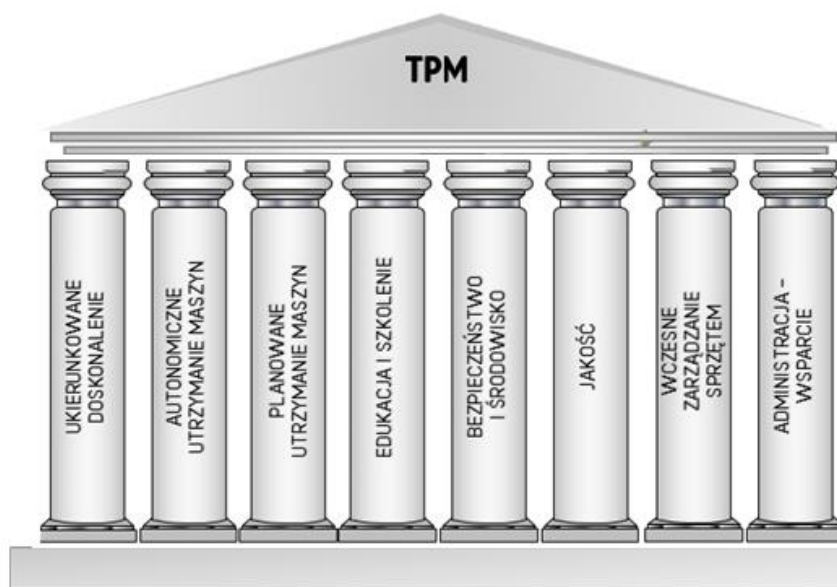
TPM jest na tyle szeroką metodyką, że w założeniu obejmuje całe przedsiębiorstwo, z działami okołoprodukcyjnymi, wspierające produkcję. Pod koniec lat osiemdziesiątych JIPM na nowo zdefiniował strategiczne punkty TPM, na które składają się:

- Zbudowanie systemu, który zmaksymalizuje efektywność systemów produkcyjnych.
- Używanie podejścia wykorzystywanego w działach produkcyjnych tzw. (ang. Shop-Floor approach) do zbudowania organizacji, która poprzez prewencje eliminuje różnego typu straty.
- Angażowanie wszystkich działów w implementację TPM, włącznie z działami rozwoju, sprzedaży czy administracji.
- Angażowanie każdego pracownika, od zarządu po pracownika liniowego.
- Zaprowadzenie czynności zapobiegających stratom (tzw. zero-loss activity) poprzez małe grupy projektowe. (Suzuki T., 1994, s. 6–7).

Wartości TPM można by sprowadzić do kilku prostych zasad związanych z zarządzaniem parkiem maszynowym i sprzętem:

- Jakość procesu i produktu są kluczowym elementem wyników każdej osoby.
- Awarii maszyn i defektów jakościowych można uniknąć.
- *Jeżeli maszyna nie jest zepsuta, napraw ją mimo to!*
- Można zarządzić efektywnością sprzętu i maszyn (McKone K.E., Weiss E.N., 1998, s. 339).

Cele i funkcje TPM dotyczą różnych czynników wpływających na efektywność przedsiębiorstwa, zatem implementacja wymaga opracowania planu. Do głównych filarów działalności TPM zalicza się: ukierunkowane doskonalenie, autonomiczne utrzymanie maszyn, planowane utrzymanie ruchu, trening i edukacja, wczesne zarządzanie sprzętem, utrzymanie jakości, aktywności administracyjno-wspierające, bezpieczeństwo i zarządzanie środowiskiem (Suzuki T., 1994, s. 12). Kluczowe aktywności TPM przedstawiono na Rysunku 5.



Rysunek 5 Filarowa struktura TPM

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Suzuki T., 1994, s.12-20, Borris S., 2006, s. 8

Filar ukierunkowanego doskonalenia procesów (FI¹³) występuje często w formie interdyscyplinarnej grupy składającej się z pracowników różnych działów, od inżynierów procesowych, finansistów, kierowników produkcji, lean menadżerów po operatorów maszyn. Celem głównym filaru FI jest analiza bieżącej efektywności procesów oraz poprawa stanu poprzez aktywności czy projekty usprawniające (Borris S., 2006., s. 11). Wszystkie aktywności zaprojektowane są w taki sposób, aby minimalizować straty do celów, które wcześniej zostały ustalone. Poza 7 głównymi muda (jap. strata), filar FI zajmuje się również stratami związanymi z pracą ludzką, stratami materiałowymi oraz stratami wydajności czy energii (Suzuki T., 1994, s. 13). Każda z podjętych inicjatyw musi charakteryzować się pozytywną relacją korzyści do nakładów.

Filar autonomicznego utrzymania maszyn i urządzeń – jest to jeden z podstawowych filarów w metodyce TPM. Zakłada on, że operatorzy maszyn są bezpośrednio zaangażowani

¹³ FI – Focused Improvement

w czynności związane z utrzymywaniem maszyn w odpowiedniej kondycji, co w efekcie pozytywnie wpływa na wydajność produkcji (Suzuki T., 1994, s. 14, Guariente, P., i.in., 2017, s.1129). Autonomous Maintenance angażuje pracowników do poprawy warunków pracy na swoich stanowiskach. Osiągnięcie wysokiej jakości pracy oraz poprawy wydajności jest możliwe głównie poprzez zastosowanie procedur czyszczeń i inspekcji. Działania te pozwalają zaobserwować odchylenia i nieprawidłowości na wczesnym etapie, zanim problem spowoduje dłuższą awarię (Borris S., 2006, s. 9). Poza tym zapobiega nieplanowanym postojom np. z powodu wcześniejszego zużycia się części w maszynach, awarii oraz pozytywnie wpływa na stabilność procesu produkcyjnego. Program Autonomous Maintenance zwykle implementowany jest w kilku etapach, a dokładniej krokach obejmujących poznanie i przegląd sprzętu, opracowanie standardów czyszczenia i smarowania, wdrażanie usprawnień (Kaizen, Poka-Yoke) oraz kontrolowanie (Suzuki T., 1994, s. 102–143, Molenda M., 2016, s. 275).

Filar planowanego utrzymania ruchu – odpowiedzialny jest za aktywności związane z utrzymaniem ruchu i obejmuje trzy formy utrzymania ruchu: awarie, zapobieganie oraz przewidywanie. Podobnie jak w przypadku Autonomous Maintenance, implementacja Preventive Maintenance podzielona jest na etapy obejmujące ocenę sprzętu i analizę awaryjności, identyfikację źródeł awarii, zbudowanie systemu zarządzania informacjami wraz z historią awaryjności, zarządzaniem częściami zamiennymi, zbudowanie systemu utrzymania ruchu, stosowanie sprzętu diagnostycznego predykcyjnego, kończąc na analizie wskaźników efektywności PM (Suzuki T., 1994, s. 160).

Filar treningowo – edukacyjny – kompetentne i zaangażowane zasoby ludzkie są kluczowym elementem przedsiębiorstwa (Suzuki T., 1994, s. 261). Filar edukacyjny dba o rozwój każdego pracownika poprzez regularne szkolenia i rozwój kompetencji funkcjonalnych.

Filar wczesnego zarządzania sprzętem – odpowiedzialny jest za zarządzanie elementami związanymi z planowaniem wydatków kapitałowych oraz projektowaniem całego procesu projektowego wraz z implementacją rozwiązań włącznie. Proces ten obejmuje planowanie inwestycji, projektowanie przepływu procesu, projekt sprzętu i maszyn wraz z zastosowanymi rozwiązaniami (jako element zapobiegania prewencji), testowanie oraz zarządzanie rozruchem po instalacji (Suzuki T., 1994, s. 17).

Filar utrzymania jakości – zajmuje się wspieraniem działań w budowie procesu, tak by zapewnić odpowiednią jakość produktu oraz zapobiegać pojawianiu się defektów. W filarze

utrzymania jakości analizuje się odchylenia parametrów procesu oraz produktów poprzez inspekcję urządzeń, które mają bezpośredni kontakt z produktem i mogą na niego wpływać. Interdyscyplinarne zespoły analizują obszary linii produkcyjnej, w których dochodzi do odchyień, często korzystając z narzędzi takich jak diagram Ishikawy czy 5xDlaczego (Borris S., 2006, s. 10–11)

Filar administracyjno-wspierający - do zadań tego filaru należą zadania związane ze wspieraniem działów w przepływie informacji, usprawnieniami w pracach biurowych np. poprzez redukcje zbędnych czynności czy zastępowanie przestarzałych rozwiązań nowymi oraz tworzeniem efektywnego miejsca pracy (Suzuki T., 1994, s. 18).

Filar bezpieczeństwa i zarządzania środowiskiem – obejmuje swoje działania wokół zapewnienia bezpieczeństwa. Główny priorytet to zero wypadków. Znaczenie i cel filaru podkreślają konieczność ochrony pracowników, którzy będą szkoleni do wykonywania prac technicznych.

Narzędzie 5S – często prezentowane jako fundament TPM i podstawowe narzędzie Lean. Jego głównym celem jest standaryzacja i utrzymanie miejsca pracy (Trojanowska J., Kolińska K., Koliński A., 2011, s. 43). Ponadto 5S przekazuje pracownikom informacje związane z bezpieczeństwem na stanowisku pracy, redukując ryzyko poślizgnięcia się lub potknięcia mogącego skutkować wypadkiem w pracy. 5S to również narzędzie jakościowe niwelujące ryzyko zanieczyszczenia produktu lub narzędzi. Zapobiega produkcji wadliwych produktów, które w konsekwencji mogłyby zostać zareklamowane. Przeciwdziała także utracie reputacji marki (Borris S., 2006, s. 154). Skrót 5S wywodzi się z pięciu japońskich słów opisujących zadania, które należy wykonać, aby uporządkować miejsce pracy oraz wyeliminować straty.

- **Seiri** – selekcja rzeczy znajdujących się na stanowisku pracy, usunięcie zbędnych przedmiotów.
- **Seiton** – oznacza systematykę polegającą na wprowadzeniu porządku we wcześniej wytypowanych przedmiotach istotnych oraz zapewnienie do nich łatwego dostępu np. poprzez przetrzymywanie ich w widocznych miejscach na stanowisku pracy.
- **Seiso** – to utrzymywanie maszyn i stanowiska pracy w czystości poprzez systematyczne sprzątanie oraz eliminowanie źródeł zanieczyszczeń.
- **Seiketsu** – to standaryzacja czynności wymienionych wcześniej. Dzięki czwartemu S możliwe jest utworzenie formalnego standardu, który pozwala na wypracowanie rutyny w procesie sprzątania.

- **Shitsuke** – samodyscyplina w realizacji 4 poprzednich kroków, czyniąc 5S niekończącym się procesem.

Zastosowanie 5S ułatwia identyfikację marnotrawstwa. Dzięki organizacji i dostępnym narzędziom możliwe jest utrzymywanie stanowiska i maszyny w odpowiedniej kondycji. Dlatego wszelkie nieprawidłowości, które w konsekwencji mogą przerodzić się w awarię, są w porę zauważone. Już na wczesnym etapie pracownicy raportują ewentualne nieprawidłowości. Działania prewencyjne nie narażają przedsiębiorstwa na straty z tytułu awarii, incydentów jakościowych, reklamacji czy wypadków na stanowisku pracy. Co więcej, pozytywnie wpływają na poprawę ogólnej efektywności wykorzystania maszyn i urządzeń (Trojanowska J., Kolińska K., Koliński A., 2011, s. 43, Pawłowski E., Pawłowski K., Trzecieliński S., 2010, s. 30).

Heijunka – jest narzędziem Lean Manufacturing służącym do poziomowania i wygładzania pików oraz dołków w planie produkcyjnym, co w efekcie pozwala w lepszym stopniu kontrolować poziom zapasów zarówno komponentów, jak i wyrobów gotowych również w przemyśle przetwórczo-procesowym (Korytkowski P., Grimaud F., Dolgui, A., 2014, s. 20, Rewers P., Trojanowska J., 2016, s. 303). Heijunka realizuje zadania związane z trzema czynnikami wpływającymi na ciągłość produkcji: poziomowaniem zapotrzebowania, poziomowaniem obciążenia oraz bilansowaniem obciążenia linii produkcyjnej (Pawłowski E., Pawłowski K., Trzecieliński S., 2010, s. 38-39, Rewers P., Trojanowska J., 2016, s. 303). W przypadku gdy poziom zapotrzebowania jest niepewny, założenia Heijunka powinny być realizowane zarówno na poziomie fabryki w dziale planowania produkcji, ale również na poziomie rynkowym w działach sprzedaży (Liker J., Meier D., 2006, s. 167). Według Taichiego Ohno osiągnięcie Heijunka jest fundamentalnym elementem wyeliminowania *mura*, czyli nierówności i braku stabilizacji, które generują *muri* oraz *muda* czyli przeciążenie ludzi i sprzętu, oraz straty.

Wolniejszy, ale konsekwentny żółw powoduje mniej marnotrawstwa i jest o wiele bardziej pożądany niż szybki zając, który pędzi do przodu, a potem od czasu do czasu zatrzymuje się by drzemać. System produkcyjny Toyoty może zostać zrealizowany tylko wtedy, gdy wszyscy pracownicy staną się żółwiami (Ohno T., 1988, s. 62-63)

Muda – Marnotrawstwo/brak wartości dodanej. Muda obejmuje siedem strat. Te marnotrawne czynności wydłużają czas realizacji, powodują dodatkowy ruch w celu zdobycia części

lub narzędzi. Tworzą nadmiar zapasów, wymagają czasu na przeróbki z powodu błędów lub powodują wszelkiego rodzaju oczekiwanie (Liker J.K., 2021, s. 93).

Muri – przeciążania ludzi lub sprzętu. Pod pewnymi względami muri jest przeciwieństwem mudy. Muda to działanie poniżej oczekiwań, podczas gdy muri wykorzystuje maszynę lub człowieka ponad jego naturalne granice. Przeciążanie ludzi powoduje problemy ze zdrowiem, bezpieczeństwem pracowników i jakością produktów. Przeciążenie sprzętu powoduje awarie i wady. Innymi słowy, muri mogą powodować mudę (Liker J.K., 2021, s. 93).

Mura – nierówności. W normalnych systemach produkcyjnych czasami pracy jest więcej niż mogą obsłużyć ludzie lub maszyny, a innym razem pracy brakuje. Nierówności wynikają z nieregularnego planu produkcji lub wahań wielkości produkcji spowodowanych problemami wewnętrznymi, takimi jak przestoje, brakujące części lub wady. Mura powoduje również mudę. Nierówność poziomów produkcji sprawia, że konieczne jest posiadanie pod ręką sprzętu, materiałów i ludzi, aby osiągnąć najwyższy poziom produkcji – nawet jeśli średnie wymagania są znacznie mniejsze. A nierówności czasami prowadzą do zbyt małej ilości pracy, a innym razem do przeciążania – co prowadzi bezpośrednio do Muri (Liker J.K., 2021, s. 93).

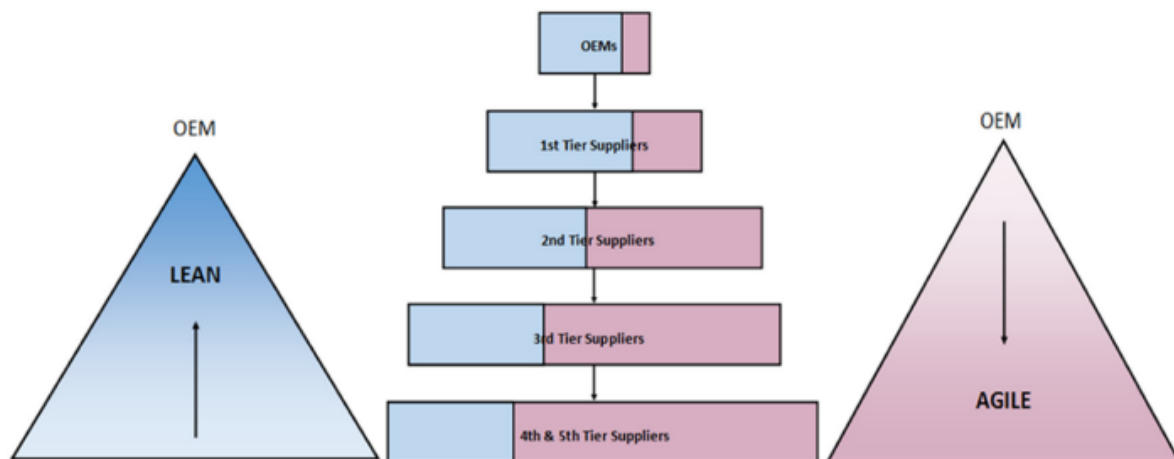
Agile manufacturing

Lata osiemdziesiąte XX wieku charakteryzowały się wysoką aktywnością przedsiębiorstw w implementacji rozwiązań szczupłego zarządzania, które miały zaadresować problemy z ograniczonymi zasobami. Dekadę później w 1991 roku, w związku ze zmianami na rynku globalnym oraz w krajobrazie przemysłowym gospodarek zachodnich i pojawieniem się innych wyzwań (Maskell B., 2001, s. 5, Hormozi A.M., 2001, s. 132), zaczęto formułować nowe paradygmaty dla *przedsiębiorstw sukcesu XXI wieku*. Grupa ponad 150 firm wzięła udział w badaniu, którego efektem był raport zatytułowany *21st Century Manufacturing Enterprise Strategy* na temat tego, jak może wyglądać konkurencyjność amerykańskich przedsiębiorstw w kolejnych 15 latach. Celem badania było przedstawienie obrazu nowego paradygmatu w zarządzaniu produkcją w krajach przemysłowo rozwiniętych oraz wsparcie w zdefiniowaniu strategii i planu działania przeprowadzenia transformacji, aby *odzyskać przywództwo przemysłowe utracone w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych* (Nagel R.N., 1992, s. 2). Powołane na podstawie badań Agile Manufacturing Enterprise Forum (AMEF) w 1991 roku w połączeniu z Iacocca Institute Uniwersytetu Lehigh wypracowało po raz pierwszy założenia koncepcji Agile Manufacturing (Sanchez L.M., Nagi R., 2001, s. 3561). Według S. Goldmana, R. Nagela oraz K. Preissa *Zwinność jest dynamiczną, kontekstową, agresywnie obejmującą*

zmianą zorientowaną na wzrost. Nie polega na poprawie efektywności, cięciu kosztów czy ograniczaniu wejść biznesowych, aby przezwyciężyć napór konkurencji. W zwinności chodzi o sukces, zdobywanie zysków, udziałów w rynku oraz pozyskiwaniu klientów w burzy konkurencji, której obawia się wiele firm (Goldman S., Nagel R., Preiss K., 1995, s. 42). Nelson i Harvey wskazali, że zwinność to zdolność skutecznego i szybkiego reagowania na nieoczekiwane okazje i tworzenie rozwiązań dla potencjalnych potrzeb organizacji w przyszłości. Zdefiniowali ją jako *umiejętność oraz zdolność do szybkiej i efektywnej odpowiedzi na nieprzewidzianą okazję i proaktywne działanie na rzecz rozwiązań dla potencjalnych potrzeb w przyszłości. Jest to efekt organizacji oraz ludzi, którzy współpracują w taki sposób, że korzystają na tym pracownicy, organizacja oraz klient* (Nelson A., Harvey F.A., 1995, Kidd P.T., 1995, s. 2). Główne cechy opisujące i charakteryzujące przedsiębiorstwo zwinne to wysoka jakość i personalizacja wyrobu, produkty i usługi o wysokiej wartości dodanej, posiadanie kluczowych kompetencji, reakcja na kwestie społeczne i środowiskowe, synteza różnorodnych technologii, zdolność do odpowiedzi na zmiany i niepewność oraz integracja wewnętrzna i zewnętrzna przedsiębiorstwa (Yusuf Y.Y., Sarhadi M., Gunasekaran A., 1999, s. 36). Za zwinność przedsiębiorstwa rozumie się zdolność przedsiębiorstwa do reagowania na okazje oraz zagrożenia znajdujące się w otoczeniu, w którym funkcjonuje. H. Sharifi i Z. Zhang dzieli zdolności na 4 kategorie: reakcyjność, kompetencje, elastyczność, szybkość. Reakcyjność odpowiada za wyczuwanie, postrzeganie i przewidywanie zmian oraz natychmiastową reakcję na nie poprzez wprowadzenie odpowiednich środków do systemu. Kompetencje to przede wszystkim umiejętności, dzięki którym przedsiębiorstwo jest w stanie realizować zadania w sposób efektywny i produktywny osiągając postawione cele. W skład kompetencji wchodzi m.in.: wizja, odpowiednia technologia i możliwości technologiczne, efektywność kosztowa, wykształcona kadra pracownicza, efektywność procesów biznesowych, kooperacje biznesowe oraz integracja zewnętrzna i wewnętrzna. Elastyczność to zdolność do realizowania różnych zadań i produkowania różnych produktów z wykorzystaniem tych samych zasobów zarówno materialnych jak i ludzkich. Na elastyczność składają się m.in. szerokie portfolio wariantów i produktów, elastyczność organizacyjna oraz elastyczność pracowników. Ostatnia z kategorii to szybkość, która jest zdolnością polegającą na jak najszybszym zrealizowaniu zadań i operacji w celu dostarczenia wyrobu do klienta (Sharifi H., Zhang Z., 1999, s. 17–18). Podobnie jak Sharifi i Zhang, S. Trzecieliński również definiuje 4 zdolności przedsiębiorstwa wymagane, by osiągnąć zwinność. Są to: bystrość, elastyczność, inteligencja oraz spryt. Pierwsza z umiejętności, czyli bystrość definiowana jest jako zdolność dostrzegania zdarzeń

zachodzących w otoczeniu oraz definiowania ich, jako sprzyjające lub niesprzyjające. Umiejętność oceny adekwatności posiadanych zasobów do wykorzystania zdarzeń sprzyjających nazwana jest elastycznością. Potencjał wartościowania zdarzeń sprzyjających, dokonywanie wyboru oraz oddziaływanie na zdarzenia i pozyskiwanie niezbędnych zasobów z otoczenia w celu wykorzystania zdarzenia sprzyjającego to inteligencja przedsiębiorstwa. Ostatnia umiejętność, czyli rozwiązywanie problemów dotyczących wykorzystywania okazji w fazie realizacji – na poziomie operacyjnym np. poprzez dostosowanie struktury zasobów do realizacji okazji to **spryt** przedsiębiorstwa (Trzeciński S, Włodarkiewicz-Klimek H., Pawłowski K., 2013, s 23 –24). Badacze uważają, że zwinność przedsiębiorstwa wynika w pewnym sensie z jego szczupłości. Jak podkreślają Goldman, Nagel i Preiss koncepcja Lean ustanowiła podstawy pod przedsiębiorstwo zwinne. Uznaje się, że koncepcja Lean Manufacturing jest w pewnych sferach komplementarna z Agile Manufacturing i koncepcje wzajemnie się nie wykluczają (Goldman S., Nagel R., Preiss K., 1995, s. 343). Lean kładzie nacisk na wydajność produkcji i oszczędności, a zwinność w zakresie elastyczności i szybkiej reakcji staje się krytyczna dla przedsiębiorstwa, gdy usługa i dostęp do określonego przez klienta produktu jest podstawowym wymogiem uzyskania i utrzymania udziału w rynku (Mistry J.J., 2005, s. 195–196). Wielu natomiast uważa nawet, że obie koncepcje są do siebie podobne, lecz w rzeczywistości są różne, ponieważ ich cel adresuje nieco inne wyzwania. Lean w dużym skrócie można by zdefiniować jako zestaw technik operacyjnych, służących efektywnemu wykorzystaniu zasobów. Natomiast Agile to odpowiedź na złożoność oraz ciągłe zmiany wynikające z otoczenia. Jest to również ogólna strategia funkcjonowania i rozwoju w nieprzewidywalnym otoczeniu przedsiębiorstwa. W przeciwieństwie do Lean Manufacturing celem Agile Manufacturing jest nie tylko redukcja kosztów i poprawa efektywności procesów, ale przede wszystkim odnoszenie sukcesów na konkurencyjnym rynku, który charakteryzuje się zmiennością i nieprzewidywalnością poprzez dostrzeganie i wykorzystywanie okazji rynkowych oraz zagrożeń płynących ze strony otoczenia. Jest to nowy system produkcji i dystrybucji wyrobów w erze *post produkcji masowej* (Pawłowski E., Trzeciński S., 2011, s. 81, Sanchez L.M., Nagi R., 2001, s. 3562). Przedsiębiorstwa funkcjonują w określonym otoczeniu i warunkach, dlatego w celu określenia wpływu poszczególnych czynników na organizację, analizuje i klasyfikuje się owe czynniki. Czynniki te mogą być negatywne, zidentyfikowane w postaci ryzyka oraz pozytywnie rozumiane jako szanse lub okazje. W zależności od miejsca, w jakim znajduje się przedsiębiorstwo w omawianym otoczeniu oraz potencjału, jaki posiada, ma ono większy lub mniejszy wpływ na wybrane segmenty oraz większą lub mniejszą odporność czy możliwość obrony przed zagrożeniami, które się tam

znajdują (Trzecieliński S, Włodarkiewicz-Klimek H., Pawłowski K., 2013, s. 23–24). W związku z tym zauważalna jest relacja pomiędzy strategią produkcyjną przedsiębiorstwa, a jego umiejscowieniem i rolą w całym łańcuchu dostaw. Na podstawie badań A. Qamara i M. Halla, zwinne przedsiębiorstwa częściej pozycjonowane są w dolnej części łańcucha dostaw stanowiąc fundament w puli dostawców dla największych producentów (OEM¹⁴), operujących z kolei częściej w ramach koncepcji Lean umożliwiającej optymalizację kosztów oraz wydajności oraz będących znacznie częściej na wyższych szczeblach w hierarchii łańcucha dostaw, co zostało przedstawione na Rysunku 6 z modelem *Lean agile automotive supply chain*. Model ten przedstawia relację i pozycję przedsiębiorstw w hierarchii łańcucha dostaw z rozróżnieniem na stosowane modele zarządzania tj. szczupłe oraz zwinne (Qamar A., Hall M, 2018, s. 246–249).



Rysunek 6 Model relacji i pozycjonowania producentów sprzętu oryginalnego (OEM) z rozróżnieniem na koncepcje zarządzania

Źródło: (Qamar A., Hall M, 2018, s. 248).

W tym modelu podobnie jak w przypadku złożonych łańcuchów dostaw np. w branży motoryzacyjnej to przedsiębiorstwa funkcjonujące w systemach szczupłych są ostatnim ogniwem w procesie produkcji, a dalej dystrybucji gotowych produktów (ang. downstream operations¹⁵). Przedsiębiorstwa zwinne działają w ramach łańcucha dostaw, dostarczając niezbędnych komponentów (ang. upstream operations) tym na szczycie. Jednak w literaturze występują również zgoła odmienne teorie „szczupło-zwinnego” łańcucha dostaw, w którym

¹⁴ OEM – Original Equipment Manufacturer – Producent oryginalnego sprzętu wytwarzający systemy lub komponenty, które są wykorzystywane w produkcie końcowym innej firmy, źródło: <https://www.ibm.com>, dostęp: 09.06.2022.

¹⁵ Up/Downstream Operations – Operacje w górę strumienia wartości obejmują wszystkie aktywności związane z dostawcami tj. dostawy surowców i komponentów do wytwórcy właściciela marki produkowanych wyrobów. Operację “w dół” łańcucha dostaw obejmują aktywności po produkcyjne takie jak dystrybucja i sprzedaż wyrobów do klienta końcowego, źródło: <https://corporatefinanceinstitute.com>, <https://www.thomasnet.com>, dostęp: 12.06.2022

to na szycie hierarchii funkcjonują przedsiębiorstwa zwinne, zdolne dostarczać produkty na nieprzewidywalnym rynku, zasilane komponentami z przedsiębiorstw szczupłych ulokowanych w dolnych szczeblach hierarchii łańcucha dostaw (Qamar A., Hall M, 2018, s. 248).

Total Quality Management

TQM, czyli całościowe zarządzanie jakością definiowane jest jako filozofia zarządzania dążąca do ciągłego doskonalenia wszystkich procesów i funkcji w organizacji od pozyskania surowców po obsługę posprzedażową (Kaynak H., 2003, s. 406). Jej początki notowane są na rok 1949, podczas gdy Związek Japońskich Naukowców i Inżynierów (JUSE) uformowały organy odpowiedzialne za poprawę jakości życia obywateli w powojennej Japonii. Aktywności skupiały się przede wszystkim na poprawie produktywności oraz jakości poprzez jej statystyczną kontrolę zgodnie z filozofią i nauczaniem Williama Deminga. TQM to zintegrowana filozofia zarządzania, zawierająca zestaw praktyk m.in. ciągłego doskonalenia, redukcji odpadu, zaangażowania pracowników w procesy produkcyjne, porównywanie się z konkurencją (Benchmarking), ciągły pomiar wyników czy zespołowe rozwiązywanie problemów, a w efekcie zaspokojenie potrzeb konsumenta. TQM jest uniwersalną koncepcją, która może zostać wdrożona i praktykowana w organizacjach o różnorodnym charakterze. Odpowiednio wdrożona, poprawia jakość produktów i usług, redukuje koszty oraz pozytywnie wpływa na efektywność finansową przedsiębiorstwa (Powell T.C, 1995, s.16). Literatura podaje, iż koncepcja pozytywnie wpływa na efektywność przedsiębiorstw, które wdrożyły TQM (Kaynak H., 2003, s. 425). Według Artura D. Little w latach 90 XX wieku, 93 procent spośród 500 największych amerykańskich firm wdrożyło koncepcję TQM przynajmniej w jakiejś formie (Powell T.C, 1995, s. 15). TQM jako koncepcja stanowi fundament do zarządzania oraz może nakreślać ramy modeli doskonałości operacyjnej (np. EFQM Excellence Model) przedsiębiorstw, gdyż co do zasady wewnętrzna motywacja organizacji do poprawy jakości w TQM jest komplementarna z dążeniem do doskonałości w pozostałych obszarach funkcyjnych przedsiębiorstwa (Carvalho, A. M, i.in., 2019, s. 1496, Bou-Llusar, J. C., i.in., 2009, s. 17). W Stanach Zjednoczonych TQM swoją popularność zawdzięcza między innymi wyróżnieniu przez Departament Handlu Stanów Zjednoczonych poprzez powołanie nagrody jakości im. Malcomla Baldrige'a dzięki czemu doceniono składowe i aktywności rozśławione przez takich naukowców jak Joseph Juran, Phillip Crosby czy William Deming (Powell T.C, 1995, s. 15–16). W przypadku TQM Deming i Crosby proponują 14 zasad i kroków wdrażania koncepcji, natomiast Juran skupia się na tzw. trylogii: planowania, kontrolowania i usprawniania jakości (Powell T.C, 1995, s. 15–18). Zasady te

stanowią ramy TQM, a dalej kluczowy element modeli doskonałości operacyjnej przedsiębiorstw. Zasady te przedstawiono w Tabeli 4. TQM wymaga długoterminowej orientacji, zaangażowania zarządu i integracji jakości w strategię przedsiębiorstwa, w celu udoskonalania i docelowo osiągnięcia doskonałości procesów (Hietschold N., Reinhardt R., Gurtner S., 2014, s. 6263).

Tabela 4 Zasady TQM, Jurana, Deminga i Crosbyego

Trylogia Jurana	14 punktów Deminga	14 punktów Crosbyego
1. Planowanie jakości	1. Ustal stały Cel	1. Zaangażuj zarząd
Ustal cele	2. Wdróż filozofię	2. Powołaj zespoły usprawniające jakość
Zidentyfikuj potrzeby klientów	3. Zaprzestań inspekcji	3. Mierz jakość
Rozwijaj produkty i procesy	4. Nie oceniaj dostawcy wyłącznie po koszcie	4. Wycień koszt jakości
2. Kontrolowanie jakości	5. Nieustannie usprawniaj	5. Świadomość jakości
Oceń efektywność	6. Instytucjonalizacja szkolenia	6. Wdróż działania korekcyjne
Zestawiaj wyniki z celami	7. Przywództwo	7. Powołaj komitetu ds. braku defektów
3. Poprawianie jakości	8. Wypędź strach	8. Wyszkol menadżerów nadzorujących
Ustal infrastrukturę	9. Przełam bariery	9. Powołaj dzień pt. „zero defektów”
Powołaj zespoły i projekty	10. Wyeliminuj slogany	10. Ustal cele
Zapewnij zasoby i szkolenia	11. Wyeliminuj cele	11. Usuń przyczyny błędów
Ustal miary	12. Docień wykonanie	12. Doceniaj
	13. Edukuj	13. Rada ds. jakości
	14. Zaangażowanie zarządu	14. Powtórz wszystkie punkty jeszcze raz

Źródło: Powell T.C., 1995, s. 18, Neave H.R., 1987, s. 564-569, Crosby P.B., 2005, s.62-64

TQM jako filozofia i fundament podejścia związanego z ciągłym doskonaleniem procesów wg rozslawionego schematu PDCA oraz przedstawionym w Tabeli 4 zasadom nadaje ramy, lecz nie stanowi praktycznej aplikowanej metodyki gotowej do użycia w środowisku

przemysłowym. W związku z tym na podstawie pracy Deminga, Jurana i Crosby'ego oraz wyczerpującej analizy literaturowej T. Powell (Powell T.C, 1995, s. 19) opracował program TQM składający się z 12 punktów przedstawiony w Tabeli 5 na podstawie, którego zdaniem autora możliwe jest budowanie strategii przedsiębiorstwa, operacjonalizacja i przełożenie na cele biznesowe.

Tabela 5 Czynniki składowe koncepcji TQM

Lp.	Składowe koncepcji TQM
1.	Przywództwo: długoterminowe zaangażowanie ze strony kadry zarządzającej do filozofii TQM poprzez ciągłe doskonalenie procesów oraz jakości.
2.	Szeroka komunikacja uwzględnienia TQM w misji przedsiębiorstwa
3.	Bliskie relacje z klientami – definiowanie wymagań klientów zewnętrznych i wewnętrznych a następnie spełnienie tych wymagań.
4.	Bliższe relacje z dostawcami - ścisła współpraca z dostawcami zapewnienie, że dostarczane komponenty spełnią wymagania klienta końcowego.
5.	Benchmarking - badanie i obserwowanie najlepszych praktyk konkurencyjnych
6.	Szkolenia obejmujące zasady TQM, umiejętności zespołowe i rozwiązywanie problemów.
7.	Otwarta organizacja szczupła kadra, wzmocnione zespoły robocze, otwarta komunikacja pozioma, luźniejsza hierarchia
8.	Wzmocnienie pozycji pracowników: angażowanie pracowników w projektowanie i planowanie, zwiększenie autonomii w podejmowaniu decyzji
9.	Mentalność braku defektów: system służący do wykrywania defektów, kiedy się pojawiają, a nie poprzez inspekcję.
10.	Elastyczna produkcja - może obejmować: produkcję komórkową, projektowanie maszyn produkcyjnych pod kątem produktywności, statystyczną kontrolę procesu.
11.	Doskonalenie procesów: zmniejszenie ilości odpadów, zmniejszanie czasu cykli produkcyjnych we wszystkich obszarach dzięki analizie procesów.
12.	Pomiar wyników: zorientowanie na cel, opieranie się na danych, analiza z wykorzystaniem metod statystycznych.

Źródło: Powell T.C, 1995, s. 19

TQM jest głęboką i kompleksową filozofią z ogromnym potencjałem w zmianie sposobu zarządzania przedsiębiorstwem, lecz z punktu widzenia praktycznego jej najsłabszym punktem jest fakt, że jest filozofią. TQM nie dostarcza odpowiednich środków integrujących aspektu ludzkiego z naukowym podejściem, co w praktyce uniemożliwia długoterminowe utrzymanie tego systemu (Pepper M. P., Spedding T. A., 2010 s. 144–145). Jednak zasady TQM podobnie jak TPS są niewątpliwie fundamentem w temacie osiągnięcia doskonałości operacyjnej, zapewniając konstrukcję, na której zbudowane są nowoczesne koncepcje i standardy jak Lean Manufacturing, Six Sigma czy Lean Six Sigma.

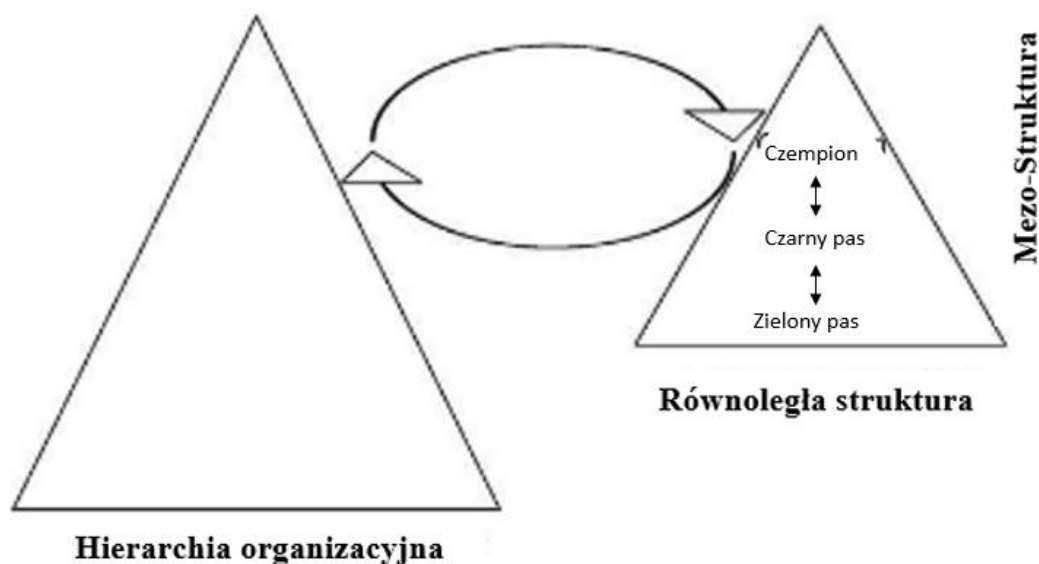
Six Sigma

Six Sigma podobnie jak TQM czy statystyczna kontrola procesu jest inicjatywą pro jakościową, która zyskała popularność na całym świecie dzięki pozytywnemu wpływowi koncepcji na jakość wytwarzanych produktów oraz wyniki finansowe przedsiębiorstwa (Nonthaleerak P., Hendry L.C., 2006, s. 106). Według jednej z definicji Six Sigma to *Strategia biznesowa, której celem jest zidentyfikowanie i wyeliminowanie przyczyn błędów lub defektów procesach biznesowych poprzez skupienie się na wynikach, które są krytyczne dla klientów* (Snee R. D., 1999, s. 100). Koncepcja została opracowana w amerykańskim przedsiębiorstwie Motorola Inc. przez inżyniera Billa Smitha w połowie lat 80 XX wieku. Six Sigma zakłada usprawnianie procesów biznesowych poprzez eliminację przyczyn pojawiania się defektów lub błędów krytycznych z punktu widzenia klienta końcowego (Antony J. 2011, s.185). Strategia powstała w czasach intensywnego rozwoju i stosowania praktyk pro jakościowych w przemyśle, a szczególnie wzrostu stosowania metod statystycznych do poprawy jakości i procesów biznesowych. W tym czasie bardzo popularne były przede wszystkim metody i narzędzia opierające się na wytycznych W. Deminga czy J. Jurana (Montgomery D.C., Woodall W.H., 2008, s. 329-330). W Motoroli nazwano tę metodę Six Sigma, powołując się na dążenie do redukcji odchyłeń od specyfikacji tj. powstawania defektów na poziomie 6 odchyłeń standardowych od celu, co w praktyce wynosiło 3,4 defektu¹⁶ na milion wyprodukowanych wyrobów (Antony J., Snee R., Hoerl R., 2017, s. 1075, Nonthaleerak P., Hendry L.C., 2006, s. 107). Motorola inc. przedstawia Six Sigma jako kombinację makro-organizacyjnej strategii z mezo i mikro-taktyką, która skupia się na połączeniu poziomów makro i mikro przedsiębiorstwa, ponieważ uważa, że aby rozwijać się w organizacjach, menedżerowie i pracownicy muszą rozumieć wiele poziomów jednocześnie (Barney M., 2002, s.104, Daft R. L., 2009, s. 36). W związku z tym według tego założenia Six Sigma w praktyce funkcjonuje jako odrębna, równoległa do głównej struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa tzw. mezo¹⁷.

¹⁶ Z tablic statystycznych wynika, że sześć sigm odpowiada 2 defektom na miliard możliwości, podczas gdy 3,4 defektu potocznie nazywanych 6 sigmami odpowiada wartości 4,5 sigm. Zmiana o 1,5 sigma została dodana do obliczeń w wyniku wieloletniego zbierania danych przez Motorolę, które wykazały, że procesy zmieniają się w czasie. Motorola nazywa ten proces *długoterminową dynamiczną zmiennością średniej*. Zmiana ta wynosi zwykle od 1,4 do 1,6 sigma. Aby określić długoterminową sigmą, od krótkoterminowej kalkulacji sigma odejmuje się 1,5 sigma (Tabak S., 2009, s. 14, <https://www.dataforth.com/six-sigma>, dostęp online: 20.09.2022, Pyzdek T., Keller P., 2009, s.3)

¹⁷ Mezo struktura – struktura funkcjonująca „pomiędzy” poziomami w organizacji. Edward Lawler III definiuje takie struktury jako zespoły tworzone do pracy nad konkretnym problemem np. zbyt wysoką liczbą defektów i odnosi się do nich *jako do równoległych struktur partycypacyjnych, ponieważ są dodatkową kreacją, która działa poza normalnym sposobem działania organizacji i nie zmienia go bezpośrednio* (Lawler III E. E., (2008, s.132)

struktura z liderem w roli championa inicjującego projekt i nadzorującego postępy oraz z zespołem specjalistów tak zwanych czarnych pasów (ang. black belts) – liderów projektu i zielonych pasów (ang. green belts) – członków zespołu projektowego, co zostało przedstawione na Rysunku 7 (Schroeder, R. G., i.in., 2008, s. 540).



Rysunek 7 Umiejscowienie struktury Six Sigma w kontekście struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa
 Źródło: Schroeder, R. G., i in. 2008, s. 540).

W tym ujęciu według Schroedera *Six Sigma* to zorganizowana, równoległa mezo-struktura powołana w celu redukcji zmienności w procesach organizacyjnych poprzez zaangażowanie specjalistów ds. doskonalenia, używanie ustrukturyzowanych metod oraz wskaźników wydajności w celu osiągnięcia celów strategicznych (Schroeder, R. G., i.in., 2008, s. 540).

Six Sigma bywa postrzegana na kilka sposobów tj. jako: metoda rozwiązywania problemów wykorzystująca narzędzia statystyczne, jako koncepcja do operacyjnego zarządzania procesami oraz jako kultura organizacyjna. Ten ostatni sposób jej postrzegania argumentuje się tak, że Six Sigma to nie tylko narzędzia statystyczne, ale również aktywność najwyższego kierownictwa gwarantującego zaangażowanie. Ponadto zakłada włączenie wszystkich pracowników w procesy i rozwiązywanie problemów przedsiębiorstwa, co obecne jest również w TQM oraz koncepcjach japońskich (Tjahjono B., i.in., 2010, s. 219–220). Czynny udział najwyższej kadry zarządzającej w procesy związane z Six Sigma, szkolenie pracowników oraz ich uczestnictwo w projektach są zdaniem badaczy głównym aktywatorem i kryterium sukcesu wdrożenia koncepcji (Tjahjono B., i.in., 2010, s. 228). Six Sigma postrzegana jest również jako dobrze ustrukturyzowana metodyka ciągłego doskonalenia i redukcji odchyień w procesie (Banuelas R., Antony J., 2004, s. 250). Warto zaznaczyć, że wszystkie

te ujęcia nie wykluczają się, lecz przenikają tworząc pełny obraz. Rozprawiając na temat Six Sigma, ze względu na jej projakościową naturę, nie sposób nie porównać jej z innymi koncepcjami, a przede wszystkim do TQM, co swoje potwierdzenie odnajduje w badaniu ankietowym przeprowadzonym przez Frank Voehl'a (Voehl F., i.in., 2013, s. 12). Wynika z niego, że 80% narzędzi i podejście stosowane w Six Sigma, jest przeniesieniem z koncepcji TQM, a sama metodyka stanowi nowy standard wykorzystania narzędzi obecnych w TQM (Voehl F., i.in., 2013, s. 8). Podobnego zdania jest Dag Naslund, który twierdzi, że gdyby TQM zawierał statystyczną kontrolę procesu, *to trudno byłoby znaleźć różnicę pomiędzy TQM a Six Sigma* (Näslund, D. (2008, s. 273). Six Sigma na przełomie lat zyskiwała na znaczeniu dzięki wyższej praktyczności sprowadzającej się m.in. do ściśle zalgorytmizowanego sposobu prowadzenia inicjatyw z wykorzystaniem logicznie zintegrowanych narzędzi i metod. Pomimo bardzo dużej popularności TQM, za słabe punkty koncepcji uznano zbytnie skupianie się na satysfakcji klienta i zmianach kulturowych organizacji, co w przypadku przedsiębiorstw „zachodnich” nie było wystarczające. Kluczową rolę odgrywał wpływ koncepcji na końcowy wynik finansowy przedsiębiorstwa (Antony J., Snee R., Hoerl R., 2017, s. 1074). W związku z tym, istotnym ograniczeniem TQM pomimo wielu narzędzi był brak formalnej metodyki integrującej sposób postępowania i radzenia sobie z problemami. Six Sigma w porównaniu do TQM oferuje bardziej praktyczne wskazówki niż TQM, będący bardziej filozoficznym zestawieniem zasad. Na poziomie operacyjnym jest mniej jasną i mniej praktyczną koncepcją nieskupiającą się tak bardzo na wyniku finansowym, jak Six Sigma. Six Sigma nie jest zależne od TQM, lecz może wzmocnić organizację wdrażając koncepcję TQM, stanowiąc jej znaczące uzupełnienie (Antony J., 2009, s. 275–277). W Six Sigma istotny jest element zarządzania odpowiednio dobranymi, spójnymi ze strategią i wewnętrznymi procesami przedsiębiorstwa, projektami rozwiązującymi najważniejsze problemy i poprawiającymi efektywność. Celem jest kontynuowanie tego, co przedsiębiorstwo już robi, lecz w bardziej efektywny sposób (Banuelas R., Antony J., 2004, s. 251). Projekty wynikają z aktualnych potrzeb przedsiębiorstwa. Six Sigma zakłada, że produkowany wyrób jest odpowiednio zaprojektowany oraz spełnia potrzeby klienta, a kadra zarządzająca w pełni popiera proponowane zmiany. Nie ingeruje zatem w procesy związane z projektowaniem wyrobów (Nave D., 2002, s. 76). Odpowiednio wyszkoleni ludzie odpowiadają za prowadzenie projektów według określonej metodologii oraz raportowanie wyników według zdefiniowanego wcześniej systemu miar i śledzenia postępów (Snee R.D., Hoerl R.W., 2003, s. 6). Six Sigma w odróżnieniu od TQM, który bazuje w większości na kulturze organizacji jest bardziej inicjatywą skupiającą się na usprawnieniu procesów biznesowych, której bardzo ważnym elementem jest metodyka rozwiązywania

problemów, oparta na 5 elementach: definicji, problemu, pomiarze procesu, analizie danych, usprawnieniu procesu oraz kontroli procesu – DMAIC (ang. Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Poza Motorla Inc. istotny udział w rozwoju koncepcji miała firma General Electric, która przeprowadziła wiele projektów, zgodnie z metodologią Six Sigma w istotny sposób rozwijając metodykę (Antony J., Snee R., Hoerl R., 2017, s. 1075). DMAIC oraz DMADV (dla nowych produktów lub usług) wraz z zestawem narzędzi zapewnia ramy do procesu zarządzania i kontrolowania projektu. Każda faza procesu określa zadania do zrealizowania, których opisy zostały przedstawione w Tabelach 6 oraz 7.

Tabela 6 Six Sigma - Opis DMAIC

D	Zdefiniuj cele działań doskonalących i włącz je karty projektu. Pozyskaj zespół sponsorski i operacyjny.
M	Zmierz istniejący system. Ustal wiarygodne wskaźniki, które pomogą monitorować postępy w kierunku celu zdefiniowanego w poprzednim kroku.
A	Przeanalizuj system, aby zidentyfikować sposoby wyeliminowania luki między bieżącymi wynikami a celem. Użyj narzędzi statystycznych do prowadzenia analizy.
I	Popraw proces. Bądź kreatywny w znajdowaniu nowych sposobów, aby robić rzeczy lepiej, taniej lub szybciej. Posłuż się narzędziami zarządzania projektami w celu wdrożenia nowego podejścia. Użyj metod statystycznych, aby sprawdzić poprawność.
C	Kontroluj nowy system. Zinstytucjonalizować ulepszony proces poprzez systemy motywacyjne, procedury, instrukcje operacyjne. Użyj narzędzi statystycznych do monitorowania stabilności nowych systemów.

Źródło: Pyzdek T., Keller P., 2009, s.148

DMADV jest skrótem od: Zdefiniuj, Zmierz, Przeanalizuj, Zaprojektuj, Zweryfikuj (ang. Define, Measure, Analyze, Design, Verify)

Tabela 7 Six Sigma - Opis DMADV

D	Zdefiniuj cele działalności projektowej.
M	Zmierz wytyczne klientów, aby określić, co jest krytyczne dla jakości z perspektywy klientów. <i>Przetłumacz</i> wymagania klienta na cele projektu.
A	Analizuj dostępne opcje oraz innowacyjne koncepcje produktów i usług, aby tworzyć wartość dla klienta.
D	Zaprojektuj nowe procesy, produkty i usługi, aby dostarczać klientom wartość. Użyj modeli predykcyjnych, symulacji, prototypów, przebiegów pilotażowych itp. do walidacji skuteczności koncepcji projektowej w realizacji celów.
V	Sprawdź, czy nowe systemy działają zgodnie z oczekiwaniami w rzeczywistości

Źródło: Pyzdek T., Keller P., 2009, s.151

Poza opisem zadań DMAIC i DMADV, w Six Sigma korzysta się z szeregu narzędzi przypisanych do kolejnych etapów w procesach, które przedstawiono w Tabeli 8.

Tabela 8 Przykładowe narzędzia stosowane w procesie DMAIC

Faza Projektu	Przykładowe narzędzia
Define	Karta projektu. Mapy procesów. Metoda QFD, SIPOC. Benchmarking, Analiza Pareto.
Measure	Statystyczna kontrola procesu. Statystyka opisowa. Data mining. Analiza systemów pomiarowych, wykresy przebiegu procesu.
Analyze	Diagram przyczynowo skutkowy (Ishikawy), Diagram drzewa. Burza mózgów. Wykresu przebiegu procesu, Mapy procesów. Projektowanie eksperymentów, Symulacje, Testy hipotez.
Improve	Diagram czynników przeciwstawnych. FMEA. Narzędzia 7M ¹⁸ , Narzędzia zarządzania projektem. Prototypowanie, Symulacje.
Control	Audyt ISO 900x. Statystyczna kontrola procesu. FMEA. Dokumentacja operacyjna. System raportowania.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Pyzdek T., Keller P., 2009, s.150

Zalgorytmizowany sposób postępowania w zarządzaniu projektami w połączeniu z zestawem metod i narzędzi stanowi o sile i popularności Six Sigma w wymiarze praktycznym. Ponadto analiza literaturowa potwierdza, że Six Sigma pozytywnie wpływa na redukcję odchyleń w procesach oraz pośrednio i bezpośrednio redukuje czynniki generujące koszty, takie jak wielkość odpadu, poziom jakości, liczba reklamacji czy poziom satysfakcji klienta (Tjahjono B., i.in., 2010, s. 228). W ujęciu tematyki niniejszej rozprawy zdaniem autora Six Sigma jest komplementarne z celami i przyjętą w niniejszej dysertacji definicją doskonałości operacyjnej, a sama metoda stanowi istotny wkład w omawianej dziedzinie. Pomimo faktu, iż autor postrzega Six Sigma raczej jako praktyczną metodykę, z uwagi na jej wpływ oraz popularność, autor zdecydował się zestawić ją obok koncepcji Lean Management czy TQM.

¹⁸ 7M – Diagram powinowactwa (ang. Affinity Diagram), Wykres programu decyzyjnego procesu (ang. Process decision program chart), Schemat macierzy (ang. Matrix diagram), Schemat drzewa (ang. Tree diagram), Diagramy zależności (ang. Interrelationship diagrams), Macierz priorytetów (ang. Prioritization matrix), Diagramy sieci aktywności (ang. Activity network diagrams)

Lean Six Sigma

Koncepcja Lean Management oraz Six Sigma przez wielu są uznawane za najbardziej popularne, oraz najczęściej używane rozwiązania stosowane w doskonaleniu procesów przemysłowych i dążeniu do doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa (Vijaya Sunder M., Ganesh L. S., Marathe R. R. A., 2018, s. 150, Walter O. M. F. C., Paladini E. P., 2019, s. 435, Assarlind M., Gremyr I., Bäckman K., 2013, s. 387, Sreedharan V. R., Raju R., 2016, s. 430). Lean Six Sigma to koncepcja usprawniająca procesy biznesowe łącząca narzędzia i zasady z Lean Manufacturing oraz Six Sigma (Laureani A., Antony J. 2012, s. 275). Oba koncepty są uzupełniającymi się wzajemnie inicjatywami pro jakościowymi skupionymi na wyniku finansowym, których głównym celem jest poprawa wyników biznesowych poprzez wzrost satysfakcji klienta, poprawę jakości i produktywności przedsiębiorstwa, za pomocą zdefiniowanych metod, technik oraz narzędzi wykorzystywanych w ustrukturyzowany oraz zalgorytmizowany sposób (Alnadi M., McLaughlin P., 2021, s. 1073, Raval S. J., Kant R. 2017, s. 275). *Lean Six sigma jest zatem strategią i metodyką, która poprawia wydajność procesów, skutkując wzrostem satysfakcji klienta i poprawą wyników finansowych przedsiębiorstwa* (Snee R. D., 2010, s.10). W myśl tej definicji powszechnie uznaje się, że ostatecznym celem Lean Six Sigma jest doskonałość procesowa (Snee R. D., 2010, s.10). Pojęcia Lean Six Sigma po raz pierwszy użyto w 1998 roku w przedsiębiorstwie Johnson & Johnson, które dążyło do uzyskania nagrody Malcoma Baldrige'a¹⁹, nadawanej za osiągnięcia w obszarze zarządzania jakością i doskonałości operacyjnej przedsiębiorstw. Sama integracja rozwiązań szczupłego zarządzania z Six Sigma nie miała miejsca przynajmniej do roku 2000 (Laureani A., Antony J. 2012, s. 275, Snee R. D., 2010, s.10). Powodem połączenia metod była próba wyeliminowania wad obecnych w Lean i Six Sigma oraz chęć stworzenia jeszcze skuteczniejszego podejścia, głównie dzięki zastosowaniu DMAIC i DMADV w środowisku i kulturowym aspekcie Lean Manufacturing (Zhang Q., i.in., 2012, s. 599). Doskonałość oraz usprawnienia miałyby być osiągnane zgodnie z teorią Josepha Juran (2003, s. 35) projekt po projekcie, gdzie projekt rozumiany jest jako zaplanowany do rozwiązania problem (Juran J. M., 2003, s.35). W Lean Six Sigma, podobnie jak w Six Sigma projekty wdrażane są poprzez zespoły składające się z championów, często menadżerów wyższego szczebla oraz specjalistów w stopniach czarnego i zielonego pasa w dziedzinie LSS²⁰ przy wsparciu zaangażowanego oddolnie zespołu pracowników (Zhang Q., i.in., 2012, s. 599).

¹⁹ Więcej w rozdziale 2.1 oraz 2.2.3

²⁰ LSS – Lean Six Sigma

Podstawową różnicą Six Sigma w stosunku do Lean Manufacturing jest fakt, że wg założeń tej pierwszej usprawnienia wdrażane są przez wyspecjalizowane zespoły projektowe, podczas gdy Lean stawia na partnerstwo i zaangażowanie, wiedzę oraz edukację wszystkich pracowników, którzy biorą udział w procesach produkcyjnych oraz mogą eliminować straty poprzez drobne inicjatywy realizowane w ramach programów Kaizen (Pepper M. P., Spedding T. A., 2010 s. 147). Tak jak w przypadku Six Sigma, LSS, oferuje zestaw technik i narzędzi stosowanych w zarządzaniu, które zestawiono w Tabeli 9.

Tabela 9 Wybrane narzędzia stosowane w Lean Six Sigma

Faza Projektu	Wybrane narzędzia, metody i metodyki Lean Six Sigma
Define	Value Stream Mapping. Karta projektu. Metoda QFD z VoC ²¹ . SIPOC. Benchmarking. Analiza Pareto.
Measure	Mapy procesów. Diagramy: spaghetti, hand-off. Miary efektywności procesów. Dane ze statystycznej kontroli procesu. Statystyka opisowa i data mining,
Analyze	Analiza Pareto, Diagram przyczynowo skutkowy (Ishikawy), 5xDlaczego. Drzewo stochastyczne (Diagram drzewa). Burza mózgów. Value Stream Mapping, Mapy procesów. FMEA. Statystyczna kontrola procesu. Eksperymenty, Symulacje.
Improve	Kaizen, 5S. TPM. Standaryzacja pracy. SMED. Kanban. Metodyka i narzędzia zarządzania projektem np. wg. PMBOK.
Control	Wdrożenie wizualnych miar. Statystyczna kontrola procesu. FMEA. Dokumentacja operacyjna. Kontrola poprzez system raportowania.

Źródło: Voehl F., i in. 2013, s. 190

²¹ VoC – Głos klienta, ang. Voice of Customer - hierarchiczny zestaw potrzeb klientów będący elementem metody QFD czyli metody identyfikowania wartości dla klientów i przekładania ich na cechy produktów lub usługi. QFD poprawia komunikację między funkcjami, włączając głos klienta do decyzji badawczo-rozwojowych, inżynierskich i produkcyjnych (Griffin A., Hauser, J. R. 1993, s. 2-3). Na VoC składa się szereg narzędzi m.in. wywiady, kwestionariusze, analiza danych w social mediach.

Industry 4.0

Postęp technologiczny odnotowywany od XVIII wieku odnotowuje szereg rozwiązań umożliwiających uzyskiwanie nieosiągalnych na dany czas rezultatów związanych z wydajnością czy ergonomią pracy. Zjawisko stanowi o przełomach, nazywanych potocznie w historii rewolucją przemysłową. Pierwsza z nich notowana jest na rok 1760 i charakteryzuje się mechanizacją procesów produkcyjnych poprzez zastosowanie maszyny parowej, a następnie mechanizacją całych systemów produkcyjnych. W rezultacie poskutkowało to znaczącym wzrostem wydajności produkcji, poprawą statusu materialnego, pozytywnymi zmianami społecznymi oraz szybszym wzrostem populacji²² (Komlos J., 1990, s. 84). Tak jak w przypadku pierwszej rewolucji przemysłowej, kolejna rewolucja cechowała się innym przełomowym zjawiskiem, którym było powszechne wykorzystywanie energii elektrycznej (Lasi H., i.in., 2014, s. 239) oraz takich wynalazków, jak telegraf czy telefon. Za datę końcową uznaje się wybuch I wojny światowej, czyli rok 1914. Na kolejny przełom czekano ponad 30 lat, bo do 1947 roku, kiedy to rozpoczął się proces cyfryzacji. Rewolucja cyfrowa cechuje się transformacją z mechanicznych oraz analogowych technologii w stronę rozwiązań technologii cyfrowej. Do przełomowych wynalazków zalicza się komputery, cyfrowe nośniki danych, mikroprocesory, telefony komórkowe oraz Internet. Te wynalazki miały historyczny wpływ na zmianę w sposobie zarządzania produkcją i biznesem (Roy D., 2014, s.107, Bojanova I., 2014, s. 8).

Na fundamencie zaawansowanej cyfryzacji, Internetu oraz inteligentnych rozwiązań badacze twierdzą, że aktualnie znajdujemy się przed przełomową zmianą nazywaną potocznie czwartą rewolucją przemysłową (Lasi H., i.in., 2014, s. 239). Koncepcja przemysłu 4.0 definiowana jest jako przełomowa zmiana w organizacji i zarządzaniu przemysłem XXI wieku, wykorzystująca szereg narzędzi i nowoczesnych technologii, do których zalicza się m.in. automatyzację procesów z wykorzystaniem robotów i robotów kolaborujących, druk 3D, systemy cyber-fizyczne, Big Data, Cloud Computing, sztuczną inteligencję, technologię rozszerzonej rzeczywistości (AR ang. augmented reality) oraz Internet jako fundament koncepcji Internetu Rzeczy (Odważny F., i.in., , 2018, s. 467–468, Brodeur J., Pellerin R., Deschamps I. 2022, s. 1). Przedsiębiorstwa produkcyjne wykorzystujące zaawansowaną technologię, budują przewagę poprzez osiągnięcie elastyczności, która pozwala odpowiadać na dynamicznie

²² Jak zauważa Komlos J., na wzrost populacji złożyły się również wysokie plony na terenie Wielkiej Brytanii odnotowywane od lat 30 XVIII wieku (Komlos J., 1990, s.84), ponadto Berg M. i Hudson P., zauważają, że w XVIII wieku wzrost populacji wynika również z poprawy oczekiwanej długości życia w miastach oraz wzrostu płodności w stosunku do śmiertelności populacji (Berg M., Hudson P., 1992, s. 41)

zmieniające się zapotrzebowanie rynku. W Industry 4.0 systemy produkcyjne monitorują procesy poprzez czujniki znajdujące się na maszynach i urządzeniach, tworząc tzw. cyfrowego bliźniaka (ang. Digital Twin) i umożliwiając podejmowanie decyzji na podstawie bieżących informacji poprzez kooperację człowieka z maszynami (Zhong, R. Y., i.in., 2017, s. 616).

Internet Rzeczy (ang. Internet of Things, skr. IoT) jako element Przemysłu 4.0, a zarazem narzędzie dążące do połączenia ze sobą w interaktywną sieć wielu urządzeń z otoczenia, umożliwia komunikację między urządzeniami wewnątrz tej sieci. Po raz pierwszy pojęcie wykorzystane zostało w roku 1999 przez Kevina Ashtona do opisu systemu, w którym obiekty w świecie fizycznym mogłyby być połączone z Internetem za pomocą czujników. W ujęciu przemysłowym IoT ma integrować oraz wspierać procesy powtarzalne, zwiększać efektywność oraz optymalizować wykorzystanie zasobów (Rose K., Eldridge S., Chapin, L., 2015, s. 7–9). Przykładami praktycznego wykorzystania Internetu Rzeczy w przemyśle może być system sterowania oświetlenia, ogrzewania oraz monitoringu czy wykorzystanie RFID do identyfikacji obiektów na terenie hali produkcyjnej lub w magazynach. W znacznikach RFID zapisywane mogą być informacje niezbędne do kolejnego etapu procesu, jakemu poddawany ma być obiekt. Ponadto umożliwia on łączenie się z innymi urządzeniami odpowiedzialnymi za wykonanie pracy w danym procesie. Ponadto RFID nie tylko wspiera użytkownika końcowego w realizacji operacji, ale zapisuje również całą historię operacji, co pomaga przy bieżącym zarządzaniu oraz poprawia identyfikowalność (Zhong, R. Y., i.in., 2017, s. 620). Technologie i pojęcia wchodzące w skład przemysłu 4.0 to również system cyber-fizyczny (ang. Cyber physical systems, skr. CPS), który dzieli tę samą architekturę co IoT, lecz przedstawia wyższą kombinację i koordynację między elementami fizycznymi i obliczeniowymi. Według badaczy (Misic V. B., Misic J. 2014), CPS będzie ważną techniczną formą IoT w przyszłości. CPS są produktem transdyscyplinarnego procesu projektowania inżynierskiego, które łączy cyberświat i jego elementy, takie jak informacja oraz komunikacja ze światem fizycznym. CPS jako produkt integruje sterowanie elektroniczne oraz motoryczne poprzez zastosowywanie czujników i elementów ruchomych, takich jak siłowniki czy silniki w jeden system (Misic V. B., Misic, J., 2014, s. 8–20, Suh. S.C., i.in., 2014, s. 6). Ze względu na złożoność tych systemów, w praktyce projektowanie i wdrażanie niezawodnych, bezpiecznych i certyfikowanych rozwiązań wiąże się z wieloma wyzwaniami, jest czasochłonne i kosztowne (Zhong, R. Y., i.in., 2017, s. 621). Przykładami systemów cyber-fizycznych są rozrusznik serca, system hamowania ABS w pojazdach, komputerowo sterowane zawory w rurociągach czy skomputeryzowane sterowanie procesów produkcyjnych (Suh. S.C., i.in., 2014, s. 7).

W związku z wykorzystaniem Internetu do komunikacji i sterowania urządzeniami w koncepcji Industry 4.0 pojęciami nieodłącznymi z tymi procesami są przetwarzanie danych w chmurze obliczeniowej (ang. Cloud Computing) oraz analityka Big Data. Technologie te mogą być postrzegane jako aktywatory przełomowych zmian w dzisiejszych czasach (Velásquez N., Estévez E. C., Pesado P. M., 2018, s. 260). Technologia Cloud Computing umożliwia przechowywanie i przetwarzanie dużych ilości danych generowanych w środowisku produkcyjnym bez konieczności posiadania wymaganej infrastruktury w miejscu generowania danych. Jest to model przetwarzania danych oparty na użytkowaniu usług dostarczonych przez usługodawcę zewnętrznego (Źródło: <https://www.gov.pl/chmura-obliczeniowa>, dostęp online 20.05.2023). Ta forma przetwarzania danych wygenerowanych w środowisku produkcyjnym pozwala wykorzystywać zasoby serwera według potrzeb oraz nie wymusza zakupu infrastruktury, oprogramowania oraz zatrudniania wykwalifikowanej kadry obsługującej te procesy. Jest to rozwiązanie efektywne pod kątem wydajnościowym, jak i kosztowym. Ze względu na ilość generowanych w dzisiejszych czasach danych, konwencjonalne techniki ich przetwarzania i przechowywania są niewystarczające. Obok Cloud Computing, w Industry 4.0, niebagatelne znaczenie ma pojęcie BigData. W dzisiejszych czasach dane odgrywają kluczową i centralną rolę we współczesnej nauce oraz biznesie (Sagiroglu S., Sinanc D., 2013, s. 42), więc ich prawidłowa interpretacja odgrywa znaczącą rolę w przedsiębiorstwach produkcyjnych. W związku z ciągłym rozwojem technologii zarządzania danymi istnieje wiele definicji pojęcia Big Data, przez co nie jest ono do końca sprecyzowane. Według definicji Big Data oznacza sytuację, w której zbiór danych trzeba przetwarzać z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi analitycznych z uwagi na jego wielkość oraz nieustrukturyzowaną formę lub jest to zbiór danych, którego nie da się przetworzyć za pomocą powszechnie dostępnych, trywialnych metod (Fathi, M., i.in., 2021, s. 1249). Na potrzeby niniejszej rozprawy, autor definiuje pojęcie Big Data jako fuzję technologii składających się z narzędzi wykorzystywanych

do przechowywania, przesyłania, przetwarzania oraz analizy danych (Buhl H. U., i.in., 2013, s. 68, Shadroo S., Rahmani A. M., Rezaee A., 2021, s. 20–21). Analityka Big Data obok CPS, Cloud Computing oraz technologii symulacyjnej stanowi ważną pozycję w zadaniach związanych ze skutecznym inteligentnym podejmowaniem decyzji (ang. smart decision making) (Zheng P., i.in., 2018, s. 139). Więcej przetworzonych danych pozwala lepiej zrozumieć otaczającą nas rzeczywistość oraz podejmować skuteczniejsze decyzje, co w konsekwencji doprowadza do wyższej wydajności oraz obniżenia kosztów (Tabakow M., Korczak J., Franczyk B., 2014, s. 139). Big Data, CPS oraz IoT w środowisku przemysłowym

generują ogromną ilość danych, dlatego odpowiednia analityka jest krytyczna do funkcjonowania systemów produkcji opartych na danych online oraz w optymalizacji procesów (Zheng P., i.in., 2018, s. 139). Przykładem mogą być techniki związane z historyczną oraz predykcyjną analizą danych służącą planowaniu i wdrażaniu odpowiednich strategii utrzymania ruchu dla maszyn i urządzeń. W rezultacie uniknąć można awarii lub niepożądanych sytuacji, które mogą być powiązane np. z czynnikami zewnętrznymi, takimi jak warunki atmosferyczne, negatywnie wpływające na kondycję urządzeń czy przebieg procesów technologicznych (Tabakow M., Korczak J., Franczyk B., 2014, s. 139). Ponadto skuteczna analiza danych pozwala również usprawniać procesy wytwórcze i zwiększać wydajność produkcji poprzez skuteczną identyfikację i eliminowanie problemów (Velásquez N., Estévez E. C., Pesado P. M., 2018, s. 260). Przykładem zastosowania analityki Big Data może być produkcja procesowa charakterystyczna dla branży farmaceutycznej, chemicznej, kosmetycznej czy spożywczej. Charakteryzuje się ona wykorzystaniem receptur, formuł i składników, gdzie setki zmiennych procesowych muszą być monitorowane, aby zapewnić odpowiednią jakość oraz wydajność. Analiza tych zmiennych przez cały czas trwania procesów pozwala odkryć kluczowe parametry i momenty wpływające na jakość wyprodukowanej partii (Zhong, R. Y., i.in., 2017, s. 622). Badacze twierdzą, że czwarta rewolucja przemysłowa stanie się faktem niezależnie od tego, czy jest aktualnie chciana, czy nie, a przedsiębiorstwa produkcyjne, które będą chciały przetrwać w turbulentnym, konkurencyjnym i coraz bardziej wymagającym ekonomicznie, społecznie i środowiskowo otoczeniu, będą musiały wykorzystać potencjał drzemący w rozwiązaniach Przemysłu 4.0. (Ghobakhloo M., 2018, s. 911) Warto dodać, że celem nadrzędnym Przemysłu 4.0. są poprawa jakości, wzrost wydajności, elastyczności, customizacja na wielką skalę oraz skrócenie czasu dostaw do klienta (Zheng P., i.in., 2018, s. 147). Stosowanie rozwiązań cyfrowych tożsamyh z przemysłem 4.0 implikuje zmiany w sposobie zarządzania, które będą stanowić o konkurencyjności w ciągu następnych kilku lat (Barczak A., Dembińska I., Marzantowicz Ł., 2019, s. 12). W odniesieniu do tematyki niniejszej dysertacji autor twierdzi, iż koncepcja Industry 4.0 wraz z jej celami i założeniami obok innych koncepcji zarządzania produkcją już dziś stanowi istotny element w procesie budowania doskonałości operacyjnej przedsiębiorstw produkcyjnych poprzez optymalizację procesów z wykorzystaniem nowoczesnej technologii.

Outsourcing

Od kilku dekad obserwowana jest zmiana w rozumieniu konkurencji przedsiębiorstw na rynkach, polegająca na tym, iż nie konkurują one między sobą jako indywidualne firmy, a raczej jako całe łańcuchy dostaw. Partnerstwo w łańcuchu dostaw przekłada się na szybsze wprowadzanie produktów i reakcję na zapotrzebowanie rynkowe, co realnie wpływa na poziom konkurencyjności. Szczególnie widoczne jest to w branży tzw. wysokiej technologii, cechującej się wysoką zmiennością zapotrzebowania oraz krótkim cyklem życia produktu. Przedsiębiorstwa w tej branży skupiają się na rozwoju swoich kluczowych kompetencji, optymalizacji zwrotów z poczynionych inwestycji oraz outsourcingu procesów niekluczowych z punktu widzenia strategii przedsiębiorstwa (Wu, J. Z., Chien C. F., 2008, s. 401–402, Gunasekaran A., Patel C., Tirtiroglu E., 2001, s. 75). W ostatnich kilku dekadach outsourcing stał się istotnym elementem uzyskiwania przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw produkcyjnych osiąganą przez tzw. przywództwo kosztowe oraz redukcję i rozproszenie ryzyka biznesowego (Espino-Rodríguez T. F., Lai P. C., 2014, s.16, Dinu A. M., 2015, s. 103). Outsourcing oznacza dosłownie pozyskiwanie zasobów, towarów i usług od zewnętrznego dostawcy i jest połączeniem angielskiego przedrostka *out* oznaczającego *zewnętrzny* z czasownikiem *source* oznaczającym *pozyskiwanie z określonego źródła* (Troacă V. A., Bodislav D. A., 2012, s. 52, <https://www.etymonline.com/word/outsourc>, dostęp online: 02.10.2022). W ujęciu ekonomicznym oznacza koncepcję organizacji pracy polegającą na zleceniu zewnętrznemu wykonawcy wykonania części prac, które mogłyby być zrealizowane przez personel firmy zlecającej usługę/pracę (<https://www.britannica.com/topic/outsourcing>, dostęp online 02.10.2022). Outsourcing jest odpowiedzią na zapotrzebowanie przedsiębiorstw, szukających wyspecjalizowanych jednostek w magazynowaniu czy transportowaniu innowacyjnych produktów. Firmy włączają outsourcing w swoją strategię, która spełnia wyzwania związane z oczekiwaniami klienta, zmiennością i logistyką (Gunasekaran A., Patel C., Tirtiroglu E., 2001, s. 71). Aktualnie outsourcing, praktykowany jest w różnych organizacjach od biznesowych przez organy państwowe, aż po organizacje o charakterze religijnym czy charytatywnym. Outsourcing jest umową między klientem, a dostawcą usług lub procesów realizowanych na życzenie klienta (Wankel C., 2008, s. 355). Jedną z definicji tej koncepcji mówi o tym, że *outsourcing to decyzja strategiczna, która pociąga za sobą zlecenie na zewnątrz określonych niestrategicznych działań, lub procesów biznesowych niezbędnych do produkcji towarów lub świadczenia usług na podstawie umów, lub kontraktów z firmami o wyższych zdolnościach w celu podjęcia tych*

działań, oraz której celem jest uzyskanie przewagi konkurencyjnej (Espino-Rodríguez, T.F., Padrón-Robaina, V., 2006, s. 52).

Przyczyn i zakresu zlecenia usług poza struktury należałoby szukać w strategii obranej przez przedsiębiorstwo, a mogą to być m.in. rachunek ekonomiczny, rozłożenie ryzyka, czy chęć rozwijania swoich podstawowych kompetencji, wykorzystując własne zasoby w kwestiach krytycznych dla przetrwania i przyszłego rozwoju biznesu. Dzieje się tak poprzez *przeniesienie planowania, administrowania i rozwoju części działalności biznesowej do samodzielnej strony trzeciej* (Sink H. L., Langley Jr C. J., 1997, 164, Espino-Rodríguez, T.F., Padrón-Robaina, V., 2006, s. 51). W przypadku przedsiębiorstw produkcyjnych, do takich funkcji zaliczyć można m.in. utrzymanie ruchu, audytowanie, zarządzanie nieruchomością i infrastrukturą czy obszary związane z IT. Wymienione obszary wymagają zwykle specjalistycznej wiedzy, dzięki której wdrażanie rozwiązań jest sprawniejsze i skuteczniejsze (Quinn, J. B., 2000, s. 16). Proces masowego zlecenia zadań obejmujących projektowanie, produkcję, logistykę czy usługi IT, poza struktury przedsiębiorstw, obserwowany jest od lat osiemdziesiątych dwudziestego wieku (Tang C. S. 2006, s. 454). Rachunek ekonomiczny stanowi zwykle główny argument w podejmowaniu decyzji o wyniesieniu części procesów poza przedsiębiorstwo jednak, jak zauważa M. E. Porter, outsourcing nie zawsze jest rozwiązaniem dla problemu kosztów. Bywa, że korzystniejszym ekonomicznie dla przedsiębiorstwa jest scenariusz integracji procesów zewnętrznych w strukturę przedsiębiorstwa. To zadaniem przedsiębiorstwa jest analiza potencjalnych korzyści związanych z integracją bądź wyniesieniem aktywności i procesów generujących wartość oraz wybór odpowiedniej strategii (Porter M.E, 1998, s. 79). Na tzw. rynkach *utowarowionych*²³ (ang. commoditized), czyli takich, na których produkty oraz usługi tracą swoją unikalność, a różnice są na tyle subtelne, że klienci rozróżniają je jedynie poprzez wysokość cen, większość firm poprawia swoją efektywność i tzw. doskonałość operacyjną głównie poprzez redukcję kosztów pracy i redukcję zatrudnienia (ang. downsizing), reinżynierę procesów biznesowych oraz omawiany w tym podrozdziale outsourcing (Reimann M., Schilke O., Thomas J. S., 2010, s. 190). W praktycznym ujęciu doskonalenia procesów i poprawiania wyników ekonomicznych przedsiębiorstw outsourcing bardzo często wykorzystywany jest jako spójny element koncepcji szczupłego oraz zwinnego zarządzania. Szacuje się, że około 70% komponentów używanych w fabrykach Toyoty pochodzi z outsourcingu (Bhasin, S. (2015, s. 59). Z kolei w zwinnym systemie wytwarzania, outsourcing

²³ Przykładami rynków utowarowionych są np. rynki technologiczne, żywności, odzieżowe czy rynek usług internetowych oraz telefonii komórkowej (źródło: <https://www.investopedia.com>, dostęp online: 05.10.2022)

wraz z odpowiednią strukturą organizacyjną oraz zintegrowanymi systemami IT jest najważniejszym czynnikiem budującym zwinny system wytwarzania (Sindhwani, R., Malhotra, V., 2017, s. 255–256, s. 261). W ujęciu tematu niniejszej rozprawy doktorskiej autor sądzi, iż koncepcja outsourcingu stanowi istotny element strategiczny w nowoczesnych przedsiębiorstwach produkcyjnych dążących do doskonałości operacyjnej. Pozwala on redukować straty, koszty oraz ogranicza aktywność przedsiębiorstw do niezbędnego minimum poprzez włączenie w łańcuch dostaw wysoce wyspecjalizowanych jednostek o wyższej efektywności procesów. Outsourcing w przedsiębiorstwach produkcyjnych pozwala rozłożyć ryzyko oraz presję związaną z aspektem osiągnięcia założeń i celów związanych ze Zrównoważonym Rozwojem. W związku z tym szczupły łańcuch dostaw oparty o outsourcing, zwiększający elastyczność i efektywność przedsiębiorstwa, staje się bezdyskusyjną podstawą sukcesu oraz wymogiem XXI wieku (Sindhwani, R., Malhotra, V., 2017, s. 281).

Benchmarking

Pojęcie Benchmarkingu interpretowane jest m.in. jako jedno z kluczowych narzędzi TQM stosowanym w uzyskiwaniu przewagi konkurencyjnej. Polega na poznawaniu i uczeniu się najlepszych praktyk przemysłowych wspierających osiągnięcie najlepszych wyników w branży (Jain R., Yadav O. P., Rathore A.P.S., 2008, s.103). Praktycy biznesu, funkcjonujący w ramach korporacji IBM oraz Xerox Corporation, już od lat 60 XX wieku pracowali nad poprawą efektywności poszczególnych jednostek biznesowych, stosując metody benchmarkingowe i porównując wyniki działów w ramach badań i rozwoju, produkcji czy departamentów związanych z jakością. W drugiej połowie lat 70 Xerox Corporation rozpoczęło porównywanie procesów oraz możliwości produkcyjnych z japońskimi konkurentami na rynku sprzętu drukującego, a w 1980 przeprowadziło pierwsze formalne badanie benchmarkingowe, które diametralnie zmieniło przedsiębiorstwo (Prašnikar J., Debeljak Ž., Ahčan A., 2005, s. 257–258, R.C. Camp, 1995, s. 248). Definicje koncepcji benchmarkingu skupiają się wokół ciągłego doskonalenia, poszukiwania najlepszych praktyk i regularnego procesu porównywania się z innymi. Amerykański inżynier, Robert C. Camp, który miał znaczący wpływ w promowanie koncepcji, jest nazywany potocznie ojcem oraz guru procesu benchmarkingu. Definiuje go jako *poszukiwanie najlepszych praktyk przemysłowych, które doprowadzą znakomitych wyników biznesowych* (Dragolea L., Cotîrlea, D., 2009, s. 813). Z kolei Amerykańskie Centrum

Wydajności oraz Jakości²⁴, definiuje benchmarking jako *proces doskonalenia wydajności poprzez ciągłą identyfikację, zrozumienie (studiowanie i analizowanie) oraz dostosowywanie wybitnych praktyk i procesów znalezionych wewnątrz i na zewnątrz organizacji, a następnie ich wdrażanie* (Panwar A., i.in., 2013, s. 780, Jain R., Yadav O. P., Rathore A.P.S., 2008, s.104). Ogólna definicja przytacza, że jest to *podstawa ustalenia celów wydajności poprzez poszukiwanie najlepszych praktyk branżowych, które będą prowadzić do doskonałej wydajności* (R.C. Camp, 1995, s. 18). Pomimo wielu dostępnych w literaturze definicji, wszystkie dotyczą ilościowego oraz jakościowego porównywania procesów, a sam benchmarking wykorzystywany jest przez przedsiębiorstwa w celu poprawy aktualnego poziomu efektywności biznesowej (Panwar A., i.in., 2013, s. 780). Robert Camp uważa, że benchmarking powinien być praktykowany m.in. w ujęciu produktów i usług oferowanych przez przedsiębiorstwo, realizowanych procesów biznesowych oraz miar efektywności. Dzięki temu przedsiębiorstwo jest w stanie właściwie ustalić cechy i oczekiwaną przez konsumentów funkcjonalność, traktując benchmarking jako element prac związanych z projektowaniem produktów. Benchmarking procesów biznesowych może stanowić podstawę dla przedsiębiorstwa do zbudowania planu ciągłego doskonaleniu lub całkowitego przeprojektowania procesów tzw. reinżynieringu mającego na celu poprawę wyników. Ostatnim etapem jest benchmarking miar efektywności przedsiębiorstwa, który jest rezultatem wcześniej wprowadzonych zmian w produkcji oraz procesach (R.C. Camp, 1995, s. 15–16). R. Camp dzieli benchmarking w kontekście partnerów benchmarkingowych na:

- wewnętrzny – porównuje podobne operacje w organizacji,
- konkurencyjny – zestawia działania z najlepszymi w branży,
- funkcjonalny – analizuje wykorzystane metody do firm wykonujących podobne procesy, spełniające podobne funkcje, lecz w innej branży,
- ogólny – porównuje procesy pracy z innymi, którzy mają innowacyjne, wzorowe procesy pracy (R.C. Camp, 1995, s. 16).

Z kolei Christopher Bogan oraz Michael English dzielą go na trzy podstawowe typy tj.:

- procesowy – dotyczy procesów pracy i systemów operacyjnych. Procesy są ulepszone poprzez porównanie ich z procesami partnerów benchmarkingowych,

²⁴ APQC (American Productivity & Quality Center) jest czołowym światowym autorytetem w dziedzinie benchmarkingu, najlepszych praktyk, doskonalenia procesów i wydajności oraz zarządzania wiedzą. Założona w 1977 roku przez lidera biznesowego i innowatora Jacka Graysona. (źródło: <https://www.apqc.org/about>, dostęp online 13.10.2022)

- wydajnościowy – porównuje miary wydajności, aby określić, jak dobre jest przedsiębiorstwo w porównaniu z innymi,
- strategiczny – dotyczy badania przeprowadzanego w celu zmiany strategicznego kierunku firmy. Nie odnosi się do kwestii operacyjnych (Asrofah T., Zailani S., Fernando Y., 2010, s. 120, Panwar A., i.in., 2013, s. 781).

Zakres stosowania koncepcji wynika przede wszystkim z ustalonych celów, które przeważnie obejmują zmianę perspektywy wśród kadry zarządzającej, porównanie efektywności biznesu z najlepszymi na świecie, podważanie *status quo* dla bieżących metod i sposobów pracy oraz tworzenie celów dla przedsiębiorstwa (Oakland J. S., 2007, s. 116).

W praktyce włączenie benchmarkingu w proces doskonalenia przedsiębiorstwa wymaga systematyzacji działania, czego przykładem może być 10 krokowy proces opracowany przez Xerox przedstawiony w Tabeli 10 i składający się z:

- Planowania, obejmującego określenie *co* oraz *z kim* przedsiębiorstwo chce się porównywać.
- Analizy, określającej luk pomiędzy aktualnymi wynikami, a punktem docelowym oraz zaprojektowanie przyszłych wyników.
- Integracji, dotyczącej procesów komunikacyjnych w przedsiębiorstwie na temat wyników badania benchmarkingowego oraz wypracowanie nowych celów biznesowych.
- Działania, nawiązujących do podjęcia aktywności projektowych, reinżynierię procesów biznesowych, modyfikację celów i wskaźników operacyjnych (R.C. Camp, 1995, s. 21).

Tabela 10 Proces benchmarkingowy

Etap	Krok
1. Planowanie	1. Identyfikacja obszaru do porównywania.
	2. Identyfikacja partnera benchmarkingowego.
	3. Definicja metody zbierania danych oraz zbieranie danych.
	4. Definicja luki konkurencyjnej.
2. Analiza	5. Projekcja przyszłych wyników.
	6. Komunikacja wyników badania benchmarkingowego.
3. Integracja	7. Ustalenie celów i zadań.
	8. Zbudowanie i rozwinięcie planu działania.
4. Akcja	9. Wdrożenie planu i monitorowanie rezultatów.
	10. Ponowna kalibracja obszarów do porównywania tj. wskaźników, praktyk biznesowych.

Autor przychyliła się do stwierdzenia, iż benchmarking nie jest bezpośrednim środkiem do redukcji kosztów, nie jest również uniwersalną odpowiedzią na wszelkie niedoskonałości procesowe przedsiębiorstwa produkcyjnego (Oakland (2007, s. 114). Koncepcja ta powinna być postrzegana jedynie jako stymulujący impuls do wprowadzania zmian usprawniających. W ujęciu tematu niniejszej dysertacji autor uważa, iż z uwagi na specyfikę oraz cele, posiada ona cechy komplementarne z ideą doskonałości operacyjnej, ponieważ fundamentalnym założeniem stosowania benchmarkingu jest przecież porównywanie się z najlepszymi w celu poprawy procesów i wyników biznesowych przedsiębiorstwa. Ponadto, praktyka biznesowa i literatura określa, że benchmarking jest niezbędnym elementem oraz narzędziem wykorzystywanym w koncepcji TQM (Powell, 1995, s. 19) na bazie, której buduje się aktualne modele oraz nagrody w dziedzinie doskonałości operacyjnej, tj. Malcolma Baldrige'a – MBNQA²⁵ czy EFQM, a w których jednym z wymogów aplikacyjnych przedsiębiorstw, starających się o jej uzyskanie jest konieczność stosowania benchmarkingu oraz jego elementów takich jak samoocena procesów przedsiębiorstwa (R.C. Camp, 1995, s. 4, Oakland J. S., 2007, s.96).

Organizacje wirtualne

Na dynamicznie zmieniającym się rynku stanowiącym odbicie nastrojów i potrzeb konsumenckich XXI wieku, w celu utrzymania przewagi konkurencyjnej, od przedsiębiorstw wymagana jest elastyczność i gotowość do zmian w takich obszarach jak: badania i rozwój, produkcja, dystrybucja oraz marketing (Mowshowitz A., 1997, s. 34). Aby skutecznie konkurować, zmiany muszą zachodzić w sposób efektywny, czyli w odpowiednio krótkim czasie oraz przy minimalnych nakładach finansowych. Spełnienie zapotrzebowania konsumentów, realizowane dzięki dynamicznym sieciom organizacji może stanowić rozwiązanie dla problemów ograniczeń przedsiębiorstw, zmienności popytu, masowej customizacji²⁶ oraz podążającej za nią presją rynku (Mowshowitz A., 1997, s. 34, Sarkis J., Talluri S., Gunasekaran A., 2007, s. 1213–1214, Camarinha-Matos L. M., 2002, s. 1). Ostatnie lata i realia wynikające z globalnej pandemii wirusa SARS-CoV-2 oraz wieloletni intensywny rozwój technologii teleinformatycznej wykorzystującej Internet do komunikacji, spowodowały, iż koncepcja tzw. organizacji wirtualnej zdaniem autora niniejszej dysertacji zyskała na

²⁵ Więcej w rozdziale 2.1 oraz 2.2.3

²⁶ Więcej w rozdziałach 2.1 na stronie 16 oraz 2.2.6 na stronie 56.

znaczeniu. Potrzeba izolacji poprzez zamknięcie (ang. lockdown), w wielu miejscach na świecie przyspieszyły i zwiększyły potrzebę realizowania procesów biznesowych oraz edukacyjnych z wykorzystaniem Internetu i tzw. pracy zdalnej w globalnej rozproszonej sieci powiązań (Wahid F. O., i.in., 2022, s. 134, Crossman, A., Lee-Kelley L., 2004, s. 376, Favale, T i.in., 2020, s. 3, s. 22), będącej elementem rozwijanej od lat 80 XX wieku teorii organizacji wirtualnej (Mowshowitz A., 1997, s. 373). Zdaniem Mowshowitza (Mowshowitz A., 1997, s. 373–374) wirtualna organizacja to sposób na strukturyzację i zarządzanie aktywnościami zorientowanymi na cel, polegający na kategoriycznym rozróżnieniu pomiędzy zapotrzebowaniem, a elementami zdolnymi do spełnienia tego zapotrzebowania. Rozróżnienie to umożliwia zarządzanie aktywnościami w sposób zapewniający systemowe przypisanie popytu do elementów sieci np. firm mogących zrealizować ten popyt, gdzie przypisanie realizatorów zadań następuje wskutek wyraźnie określonych i zalgorytmizowanych kryteriów. Według T. J. Normana i innych (Norman, T. J., i.in., 2004, s. 103), *organizacje wirtualne składają się z szeregu na wół niezależnych autonomicznych jednostek reprezentujących różne osoby, działy i organizacje, z których każda ma do dyspozycji szereg możliwości rozwiązywania problemów i zasobów*. Organizacja wirtualna w literaturze przedstawiana jest również jako organizacja zwinna, korzystająca z outsourcingu. Jest to organizacja prawnie i formalnie niepowiązana, lecz operacyjnie współzależna i działająca w celu wykorzystania rynkowych okazji (Weber M. M., 2002, Greis N. P., Kasarda J. D., 1997, s. 57). W dzisiejszych czasach organizacje wirtualne tworzą dynamiczne oraz tymczasowe sieci niezależnych dostawców oraz producentów kooperujące, aby skuteczniej reagować na okazje biznesowe i osiągać postawione cele. Współpraca realizowana jest za pomocą technologii Internetu i komputerów. Sieć przedsiębiorstw w organizacji wirtualnej wymienia się kompetencjami, zasobami oraz informacjami koordynując przebieg realizowanych procesów biznesowych, po których zrealizowaniu może się rozpaść (Fitzpatrick W. M., Burke, D. R., 2000, s. 13, Rabelo, R. J., Pereira-Klen, A. A., Klen, E. R., 2004, s. 3, Loss L., Pereira-Klen A. A., Rabelo R. J., 2006, s. 285, Camarinha-Matos L. M., Afsarmanesh H., 2005, s. 440).

W przypadku przedsiębiorstw produkcyjnych termin ten odnosi się do nowej formy organizacyjnej *charakteryzującej się tymczasowym lub stałym zbiorem rozproszonych geograficznie osób oraz grup nienależących do tej samej organizacji – lub całych organizacji, które są zależne od komunikacji elektronicznej w celu przeprowadzenia procesu produkcyjnego* (Hughes J., i in. 2001, s. 49). Przykładami organizacji wirtualnych globalnie rozpoznawalnych przedsiębiorstw są np. alianse amerykańskiego Apple inc. oraz japońskiego Sony wspólnie

pracującego nad osobistym komputerem Powerbook czy współpraca Apple Inc., IBM oraz Motorola Inc. jako AIM/PowerPC Alliance nad platformą obliczeniową oraz mikroprocesorem w celu przeciwstawienia się duopolowi Wintel (Intel Corporation z Microsoft Corporation); (Kumar P., Sharma D., Pandey P., 2022, s. 188). W przypadku przedsiębiorstw produkcyjnych bardzo istotnym elementem jest środowisko i otoczenie, w którym te przedsiębiorstwa funkcjonują. Camarinha-Matos i inni (Camarinha-Matos L. M., i.in., 2009, s. 50–5) nazywają to „środowiskiem lęgowym wirtualnych organizacji” w skrócie VBE (ang. Virtual Organization Breeding Environment), będące miejscem zrzeszania organizacji i powiązanych z nimi instytucji wspierających przestrzeganie zasad współpracy, oraz zwiększanie gotowości do reakcji na okazje. Klasycznymi przykładami VBE są różnego rodzaju klastry oraz okręgi przemysłowe połączone geograficznie. Ponadto stanowią one o środowisku wspierającym rozwój przemysłu. VBE „XXI wieku” funkcjonują również w zakresie globalnym nieograniczone w żaden sposób względami geograficznymi dzięki nowoczesnej technologii teleinformatycznej wraz z Internetem (Camarinha-Matos L. M., i.in., 2009, s. 50–51). Skuteczne tworzenie się dynamicznych sieci kolaboracyjnych budujących organizację wirtualną wymaga uregulowania wielu kwestii dotyczących współpracy pomiędzy członkami tej sieci, gdzie kwestia zaufania stanowi jeden z najważniejszych aspektów. Kwestie te poprzez wymagania wejściowe reguluje w znacznym stopniu środowisko VBE, co sprawia, że przedsiębiorstwa chcące współtworzyć sieć czują pewnego rodzaju bezpieczeństwo, dzięki czemu mogą skupić się na możliwościach i korzyściach płynących z uczestnictwa. Poza korzyściami model wirtualnej organizacji jest obarczony również ryzykiem oraz koniecznością podejmowania kompromisów. Do korzyści płynących z uczestnictwa w VBE zalicza się między innymi: wsparcie przy tworzeniu wspólnej infrastruktury teleinformatycznej ułatwiającej realizację procesów, zwiększenie szans na aktywność na rynku, wsparcie podczas rynkowych zawirowań, lobbing, łatwiejszy dostęp do źródeł finansowania, niższe koszty ubezpieczeń w grupie, prestiż, zwiększenie potencjału innowacyjności i lepszą pozycję strategiczną oraz negocjacyjną. Z kolei do zagrożeń zaliczyć można m.in.; strach i niepewność związane z ryzykiem inwestycji wstępnych, utrata części decyzyjności, zaufanie do kooperantów oraz kwestie związane z własnością intelektualną, a ponadto wymagany bardzo wysoki poziom zaangażowania uczestników VBE (Camarinha-Matos L. M., i.in., 2009, s. 51–53). Technologia informatyczna uznawana jest za aktywator wirtualizacji przedsiębiorstw (Kumar P., Sharma D., Pandey P., 2022, s. 188). Rozwój tej dziedziny idzie w parze z rozwojem technologii teleinformatycznej oraz Internetu. Aktualnie w literaturze znaleźć można próby stworzenia modeli organizacji wirtualnych opartych o rozwiązania stosowane

w Industry 4.0. Internet Rzeczy czy systemy cyberfizyczne CPS, które wspierają rozwiązywanie problemów w łańcuchach dostaw, pomagają redukować koszty operacyjne działalności oraz skracają czas dostaw równocześnie (Kumar P., Sharma D., Pandey P., 2022, s. 188). Zdaniem autora dysertacji koncepcja wirtualnej organizacji nieco wykracza poza ramy klasycznych koncepcji zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym. Natomiast jej cele polegające na zbudowaniu przewagi konkurencyjnej są komplementarne z celami przyjętej w ramach niniejszej dysertacji definicji pojęcia doskonałości operacyjnej. Należy dodać, że przewagę konkurencyjną zdobywa się za pomocą wykorzystania efektu synergii członków sieci, nieklasycznego sposobu organizowania i koordynowania pracy z wykorzystaniem nowoczesnych rozwiązań technologicznych, skutkującej wykorzystaniem okazji rynkowych oraz realizacją celów biznesowych. To inna forma organizowania pracy, która lepiej odpowiada zmieniającemu się zapotrzebowaniu rynkowemu, dzięki decentralizacji i poprawie sprawności w koordynowaniu procesów oraz odpowiednim rozwiązaniom prawnym, technologicznym zastosowanych w ramach sieci.

3. Koncepcja Zrównoważonego Rozwoju

3.1. Charakterystyka pojęcia

Pojęcie *Zrównoważony Rozwój* ma swoje źródło w naukach ekologicznych. Zostało ono wypracowane w celu opisanego warunków niezbędnych dla ekosystemów, aby mogły utrzymać się w dłuższej perspektywie (Holden E., i.in., 2014, s. 131). Pierwotnie stosowano termin Eko-Rozwój, który wg założeń koncentrował się na ochronie środowiska przy zachowaniu wymaganego tempa rozwoju gospodarczego. Eko-Rozwój został zastąpiony pojęciem Rozwoju Zrównoważonego. Koncepcja Zrównoważonego Rozwoju ze względu na szerokość spektrum, jakie opisuje, jest cały czas niejednoznacznie zdefiniowana. Nie stanowi to jednak przeszkody we wdrażaniu jej w praktyki gospodarcze (Górka K., 2007, s. 9–10). Rozważania na temat terminologii i tłumaczeń definicji anglojęzycznych i powiązanych z tym nieporozumień, w swojej rozprawie doktorskiej podjęła również Dorota Jaźwińska, cytując wielu autorów m.in. K. Górkę czy B. Poskrobkę, uznając je za interesującą kwestię podczas analizowania tego pojęcia (Jaźwińska D., 2021, s.31). Angielskie Sustainable Development w polskiej literaturze naukowej przyjęło się pod tłumaczeniem Zrównoważonego Rozwoju, podczas gdy słowo *sustain* oznacza dosłownie *podtrzymywać*. W związku z tym można stwierdzić, iż lepszym i dokładniejszym tłumaczeniem mogłoby być *rozwój podtrzymujący się* lub *samo-podtrzymywany*, czyli taki, który napędzany jest czynnikami wewnętrznymi-endogennymi (Górka K., Łuszczuk M., Thier A, 2016, s.54–57). Endogeniczna charakterystyka Zrównoważonego Rozwoju wynika przede wszystkim z czynników generowanych przez system społeczny, w którym zachodzą procesy gospodarcze (Matysiak A., Raftowicz-Filipkiewicz M., 2017, s. 37).

Pojęcie Sustainable Development może być definiowane jako: *rozwój zapewniający zaspokojenie potrzeb społecznych, respektujący jednocześnie wymagania ochrony środowiska – bez narażania na niebezpieczeństwo bytu przyszłych generacji* (Górka K., 2007, s. 10). Zdaniem K. Górki polskie tłumaczenie Sustainable Development początkowo definiowane jako rozwój samopodtrzymujący (napędzany odnawialnymi źródłami energii i odpadami jako surowcami) w polskiej nomenklaturze mogło powodować wrażenie mowy o swoistym *perpetuum mobile*, dlatego lepszym według niego określeniem jest *Rozwój trwały i zrównoważony* (Górka K., 2007, s. 10). Tego samego zdania jest B. Poskrobko, który sądzi, że analizując koncepcję z szerokiego punktu widzenia w kontekście Zrównoważonego Rozwoju rozumianego jako *zrównoważone gospodarowanie w makrosystemie społeczeństwo-gospodarka-środowisko* powoduje, że najpełniej istotę problemu oddaje pojęcie *trwały*

i zrównoważony rozwój. W praktyce ma to oznaczać postrzeganie i rozumienie procesów gospodarczych jako elementów składowych procesów przyrodniczych i społecznych (Poskrobko B., 2013, s. 21).

Według autora dysertacji warto wspomnieć również o rozważaniach natury semantycznej. Mianowicie zdaniem K. Górki istotnym jest tłumaczenie pojęcia Sustainable Development jako *Rozwój Zrównoważony*, a nie *Zrównoważony Rozwój*. Różnica polega na postrzeganiu stopnia *twardości* i *zrównoważenia*. Zdaniem K. Górki *Rozwój Zrównoważony* to nazwa *twarda*, *definiująca* coś konkretnego, podobnie jak *niedźwiedź brunatny* w odróżnieniu od *miękkiego brunatny niedźwiedź* mający jakoby odzwierciedlać *Zrównoważony Rozwój* (Poskrobko B., 2013, s. 21–22). W rzeczywistości ze względu na złożoność i trudność w precyzyjnym zrozumieniu zjawisk, jakimi są cykle rozwoju społecznego, gospodarczego i środowiskowego oraz fakt jedynie fragmentarycznej korelacji pomiędzy nimi, w przypadku *Zrównoważonego Rozwoju*, możemy mówić tylko o *miękkiej* interpretacji pojęcia *Zrównoważony*. W związku z tym *Zrównoważony Rozwój* należałoby rozumieć jako proces, a nie ostateczny stan rzeczy (Poskrobko B., 2013, s. 22). O *Zrównoważonym Rozwoju* jako pojęciu i koncepcji znanym z dzisiejszych czasów zaczęto rozmawiać w latach 80 XX wieku. Nastąpiła wówczas zmiana dotychczasowego rozumienia tego pojęcia jako koncepcji skupiającej się na ochronie środowiska naturalnego, a zaczęto postrzegać go w sposób trójwymiarowy tj. obejmujący aspekt: środowiskowy, społeczny oraz gospodarczy (Soisontes S., 2015, s 44). *Przedmiotem ekonomii głównego nurtu jest gospodarowanie kapitałem, zaś ekonomii zrównoważonego rozwoju jest gospodarowanie w makrosystemie społeczeństwo-gospodarka-środowisko*. Tak interpretowany *Zrównoważony Rozwój* uzasadnia zmiany ukierunkowania procesów w gospodarkach, które zdaniem B. Poskrobki nie powinny naruszać podstawowych procesów przyrodniczych. Powinny być przyjazne organizmowi ludzkiemu i społeczeństwu, a jednocześnie zapewniać opłacalność (Poskrobko B., 2013, s.21). Z punktu widzenia definicji wykorzystywanej w dzisiejszych czasach, kulminacyjnym momentem było opublikowanie raportu *Nasza wspólna przyszłość* w 1987 roku, nad którym prace rozpoczęto już w 1983 roku. Gro Harlem Brundtland, ówczesna przewodnicząca Światowej Komisji ds. Środowiska i Rozwoju (WCED), zdefiniowała wtedy *Zrównoważony Rozwój*, jako: *Rozwój, który odpowiada potrzebom teraźniejszości, bez uszczerbku dla zdolności przyszłych pokoleń do zaspokojenia ich własnych potrzeb* (Brundtland G. H., 1987, s. 37). Definicja ta jest najczęściej cytowaną i zdaje się być najbardziej wyczerpującą spośród wszystkich istniejących (Ciegis R., 2009, s. 30).

W ostatnich latach pojęcie Zrównoważony Rozwój stało się zwrotem bardzo popularnym, wykorzystywanym w wielu dyskusjach, również o charakterze nienaukowym. Doprowadziło to do mnogości definicji tego pojęcia, a nawet jego nadużywania. Pojęcie może posiadać różne znaczenie w zależności od kontekstu, w jakim jest używane oraz tego co w danym momencie definiuje. W efekcie może to prowadzić do trudności w jego zrozumieniu (Mensah, J.; Casadevall, S.R., 2019, Pierantoni, I. A., 2004). Podobne zdanie w tym temacie miał Walter Radermacher, który uważa, że znaczący wzrost liczby publikacji i książek odnoszących się do terminów Zrównoważony Rozwój od lat siedemdziesiątych XX wieku, wynika również z niejednoznaczności w rozumieniu i interpretacji tego pojęcia (Radermacher W., 1996, s. 339). Zrównoważony Rozwój doczekał się wielu definicji, ponieważ w intuicyjnym rozumieniu samej koncepcji i założeń jest on wystarczająco klarowny, ale dokładna jego interpretacja wywołuje sporo dyskusji (Ciegis, R. i in. 2009, s. 29). Literatura ekonomiczna oferuje ponad 100 różnych definicji, a M. Jacobs wspomina w swoich publikacjach nawet o 386 (Ciegis, R. i.in., 2009, s. 29, Jacobs, M., 1995). Tym samym koncepcja Zrównoważonego Rozwoju stała się na tyle kompleksowa, że zdaniem niektórych może być przez to zagrożona oraz postrzegana jako nieprzydatna w kształtowaniu polityki (Holden E., i.in., 2014, s. 130). Koncepcja Zrównoważonego Rozwoju wydaje się politycznie dobrze dopasowaną koncepcją podobną do takich pojęć jak demokracja, sprawiedliwość i wolność (Meadowcroft, 2007, s. 300). Podobnego zdania był William Lafferty, który sądzi, że *Zrównoważony Rozwój jest teraz jak demokracja: jest powszechnie pożądaną, różnie rozumianą, niezwykle trudną do osiągnięcia oraz nie odejdzie* (Lafferty W. M., 2006, s. 26).

Koncepcję Zrównoważonego Rozwoju można by zdefiniować jako system zaprojektowany, aby zaspokoić rosnące potrzeby światowej populacji przy jednoczesnym zachowaniu i ochronie środowiska naturalnego (Cash, D.W i.in., 2003, s. 8086–8091, Zaman, G., Goschin, Z., 2010, s. 5–20, Zhai, T.; Chang, Y.–C., 2018, s. 369–397). Zrównoważony Rozwój może być opisywany również jako rezultat rosnącej świadomości problemów środowiskowych z kwestiami społeczno-ekonomicznymi. W związku z tym, w tym przypadku Zrównoważony Rozwój rozumiany jest jako wynik pomyślnego rozwiązania problemów środowiskowych, ekonomicznych oraz społecznych (Štreimikienė, D., i.in., 2019, s. 3). Według raportu Głównego Urzędu Statystycznego RP z 2016 roku *kluczową ideą zrównoważonego rozwoju jest sprawiedliwość międzypokoleniowa, która polega na zapewnieniu wszystkim pokoleniom równego dostępu do zasobów środowiska przyrodniczego, społecznego i ekonomicznego* (GUS, 2016, s. 11). Z kolei w polskim prawodawstwie w Ustawie Prawo Ochrony Środowiska (Dział

II, Art. 3, pkt. 50) Zrównoważony Rozwój to *taki rozwój społeczno–gospodarczy, w którym następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych, z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych, w celu zagwarantowania możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno współczesnego pokolenia, jak i przyszłych pokoleń*. Zdaniem autora niniejszej dysertacji warto odwołać się również do prostej definicji Paula Hawkena (1993), który Zrównoważony Rozwój przedstawia, jako swoisty manifest brzmiący: *Zostaw świat lepszym niż go zastałeś/aś, nie bierz więcej niż potrzebujesz, staraj się nie szkodzić życiu i środowisku oraz staraj się naprawiać, jeśli to robisz*. Biorąc pod uwagę całe spektrum zjawisk i dziedzin, jakie można wykorzystać w definiowaniu Zrównoważonego Rozwoju, przedstawienie wszystkich definicji lub jedynej właściwej prawdopodobnie nie jest możliwe ani nawet pożądane. Tak dynamiczna koncepcja musi ewoluować i być udoskonalana w miarę wzrostu poziomu wiedzy i doświadczenia oraz rozwoju rozumienia i postrzegania świata (Moldan B., Dahl A. L., 2007, s. 3). Na potrzeby pracy dysertacyjnej, w Tabeli 11 zestawiono wybrane definicje wraz z datą publikacji oraz ich autorami.

Tabela 11 Zrównoważony Rozwój - Przegląd wybranych definicji

Autor	Rok	Definicja
IUCN, UNEP, WWF, FAO, UNESCO	1980	Jednym z warunków zrównoważonego rozwoju jest ochrona życia. Rozwój jest tu definiowany jako modyfikacja biosfery wykorzystująca zasoby ludzkie, finansowe, żyjące oraz nieożywione w taki sposób, aby sprostać wymaganiom ludzkości oraz poprawić jakość ich życia. Aby rozwój był zrównoważony swoim działaniem obejmuje zarówno czynniki społeczne, ekologiczne, jak i ekonomiczne żywych i nieożywionych zasobów.
Brundtland G.H	1987	Rozwój, który odpowiada potrzebom teraźniejszości, bez uszczerbku dla zdolności przyszłych pokoleń do zaspokojenia ich własnych potrzeb (WCED, 1987).
Pearce D., Makandia A., Barbier E.	1989	Zrównoważony rozwój polega na wypracowaniu systemu społeczno-gospodarczego, który zapewnia utrzymanie tych celów, tj. wzrost realnych dochodów, podniesienie standardów edukacyjnych, poprawę stanu zdrowia narodu, poprawę ogólnej jakości życia (Pearce D., i.in., 1989).
Harwood R.R.	1990	Zrównoważona gospodarka jest systemem, który może się rozwijać w nieskończoność w kierunku większych korzyści dla ludzi, większej efektywności wykorzystania zasobów i równowagi ze środowiskiem przyjaznym ludziom i innym gatunkom (Harwood, R. R., 1990 s. 3–19).
Conway G.R., Barbier E.	1990	Zrównoważony rozwój rolnictwa definiujemy jako zdolność do utrzymania produktywności, czy to na polu, czy w gospodarstwie, czy też, jako naród. Produktywność jest wynikiem wytworzenia wartościowego produktu na jednostkę wkładu zasobów (Conway, G. R., Barbier, E. B., 1990).

Autor	Rok	Definicja
IUCN, UNEP, WWF	1991	Zrównoważony rozwój jest używany w tej strategii w znaczeniu: poprawa jakości życia ludzkiego przy jednoczesnym zachowaniu zdolności ekosystemów.
UNCED	1992	Długofalowy ciągły rozwój społeczeństwa, który ma na celu zaspokojenie potrzeb ludzkości obecnie i w przyszłości poprzez racjonalne wykorzystanie i uzupełnianie zasobów naturalnych, zachowanie Ziemi dla przyszłych pokoleń.
Holdgate, M. W.	1993	Rozwój polega na wykorzystaniu potencjału zasobów. Zrównoważony rozwój odnawialnych zasobów naturalnych oznacza poszanowanie ograniczeń procesu rozwoju, nawet jeśli ograniczenia te są regulowane przez technologię. Zrównoważony charakter technologii można ocenić na podstawie tego, czy zwiększa ona produkcję, ale zachowuje inne ograniczenia środowiskowe (Holdgate, M. W., 1993 s. 481–482).
Pearce D.	1993	Rozwój zrównoważony dotyczy rozwoju społeczeństwa, w którym koszty rozwoju nie są przenoszone na przyszłe pokolenia lub przynajmniej próbuje się je zrekompensować (Pearce D., 1993) .
Hawken P.	1993	Zrównoważony rozwój jest rozumiany jako stan ekonomiczny, w którym wymagania stawiane środowisku przez ludzi i handel można zaspokoić bez zmniejszania zdolności środowiska do zapewnienia przyszłym pokoleniom. Zostaw świat lepszy niż go zastałeś, nie bierz więcej niż potrzebujesz, staraj się nie szkodzić życiu lub środowisku, naprawiaj, jeśli to zrobisz (Hawken P., 1993).
Munasinghe, M.	1994	Zrównoważony rozwój jest procesem zwiększania spektrum alternatyw umożliwiających jednostkom i społecznościom realizację ich aspiracji i potencjału w dłuższej perspektywie, przy jednoczesnym zachowaniu zdolności regeneracyjnych w systemach gospodarczych, społecznych i ekologicznych (Munasinghe, M., 1994, s. 14).
Moldan B., Dahl A. L.	2007	Zrównoważony Rozwój jest rozumiany jako zdolność każdego systemu lub procesu do utrzymywania się w nieskończoność. Zrównoważony rozwój jest zatem rozwojem systemu ludzkiego, społecznego i ekonomicznego, zdolnego do utrzymywania się w nieskończonej harmonii z systemami biofizycznymi planety (Moldan B., Dahl A. L., 2007, s. 2).
Ashby, M. F.	2022	Zrównoważony rozwój to wzrost, który w pozytywny sposób przyczynia się do: dobrobytu ludzi i planety, postrzeganych jako kapitały: produkcyjny i finansowy, ludzki i społeczny oraz naturalny. Każdy z nich można oszczędzać, gromadzić lub wykorzystać. Trzy kapitały nie są niezależnymi podmiotami. Działania mające na celu wspieranie jednego kapitału mogą osłabiać inny. Zrównoważony rozwój to problem systemowy, który wymaga znalezienia ścieżki wspierającej wszystkie trzy (Ashby, M. F., 2022, s. 64).

Źródło: Opracowanie własne

Z uwagi na mnogość definicji Zrównoważonego Rozwoju, na potrzeby niniejszej dysertacji, przyjęto definicję, która przedstawia rozumienie tego pojęcia przez autora.

Zrównoważony Rozwój to długofalowy rozwój społeczeństwa wykorzystujący dostępną wiedzę, zasoby oraz cały ich potencjał, aby zaspokajać potrzeby i aspiracje społeczeństwa w taki sposób, by nie osłabiać sfery środowiskowej, społecznej i ekonomicznej oraz aby nie przenosić kosztów rozwoju na przyszłe pokolenia. Sfery środowiskowa, społeczna i ekonomiczna nie są

niezależnymi podmiotami, a Zrównoważony Rozwój polega na działaniu systemowym i odnajdywaniu rozwiązań pozwalających na ciągłą poprawę jakości życia społeczeństwa oraz utrzymanie harmonii z biofizycznymi systemami planety.

3.2. Znaczenie Zrównoważonego Rozwoju

Myśląc o XXI wieku jako okresie o najbardziej dynamicznym tempie rozwoju cywilizacyjnego w dziejach ludzkości, nie sposób nie wspomnieć o wyzwaniach z tym związanych. Szybki rozwój społeczno-ekonomiczny, obserwowany od końcówki XVIII wieku, poza osiągnięciami naukowo technicznymi powoduje również zauważalne wyczerpywanie zasobów naturalnych, ubożenie biosfery czy miejscowe zachwiania równowagi ekologicznej. Dalsza eksploatacja zasobów naturalnych i rozwój oparty na paradygmacie naukowo-technicznym popartym konsumpcjonizmem może w długim horyzoncie czasowym doprowadzić do kryzysu o charakterze globalnym (Skowroński A., 2006, s. 47). Za jedną z przyczyn mogących wpływać na potencjalny kryzys wskazano nieracjonalną eksploatację zasobów naturalnych, ukierunkowaną na krótkoterminową optymalizację zysków (Bartosik K., 1996, s. 226–227). Odpowiedzią na te wyzwania może być dalszy rozwój cywilizacyjny oparty na koncepcji Zrównoważonego Rozwoju. W czasach globalnego wzrostu ekonomicznego przy jednocześnie zauważalnej obfitości siły roboczej i wyzwaniach związanych z wykorzystywaniem energii oraz materiałów do produkcji, zmiana w sposobie zarządzania wydaje się wskazana (Rashid, S.H.A. i.in., 2008, s. 214–229).

Pojęcie Zrównoważonego Rozwoju jako pomysłu i koncepcji skupiającej się przede wszystkim na redukcji emisji zanieczyszczeń jest tematem badań naukowców od końcówki lat 60 XX wieku (Rashid, S.H.A. i.in., 2008, s. 214–229). Należy jednak dodać, iż sama koncepcja lub jej elementy oraz korzenie towarzyszyły ludzkości wiele dekad wcześniej. Już w XVII wieku francuscy naukowcy Philibert Cammerson i Bernardin de Saint Pierre poruszali problem dewastacji drzewostanów na Mauritiusie. W tym samym czasie odnotowano również wyginiecie endemicznego gatunku ptaka – Dodo, właśnie w tamtym miejscu. W tekstach i relacjach naukowców padały słowa o tym, że *na Mauritiusie została zakłócona harmonia pomiędzy człowiekiem, a przyrodą*, co wymaga interwencji w postaci działań ochronnych (Pawłowski, A., Pawłowski L., 2016, s. 21). Na początku XVIII wieku niemiecki księgowy i administrator górnictwa, Hans Carl von Carlowitz w swoim dziele *Sylvicultura oeconomica* po raz pierwszy wykorzystał termin *Zrównoważony*²⁷ w odniesieniu do długoterminowej

²⁷ von Carlowitz użył słowa długotrwałość niem. *Nachhaltigkeit*

produktywności niemieckiego przemysłu górniczego i nadmiernego wylesiania w celu dostarczania materiału pod konstrukcje górnicze (Becker B., 1997, s 3–4). Od tamtego czasu pojęcie Zrównoważony Rozwój ewoluowało i nie obejmuje jedynie aspektów środowiskowych, ale również te powiązane z ekonomią i społeczeństwem. Prawie sto lat później, pod koniec XVIII wieku rozprawiał na ten temat angielski ekonomista i duchowny Thomas Robert Malthus w swoim dziele *An Essay on the Principle of Population*. Łączył on wzrost populacji ze spadkiem zamożności społeczeństwa oraz problemem dostępności żywności oraz głodu, za argument podając, że wszelkie wypracowane nadwyżki byłyby konsumowane przez zbyt liczną populację (Soisontes S., 2015, s 41, Dresner S., 2012, s. 3). Po ponad 200 latach od publikacji T. Malthusa, problem wysokiego tempa wzrostu populacji jest nadal obecny. Połączenie rosnącej, globalnej populacji i rozwoju dużych gospodarek, takich jak na przykład Chińskiej oraz Indyjskiej powodują wzrost zapotrzebowania na żywność przy równoległym zjawisku chronicznego głodu u blisko 1 miliarda ludzi zamieszkałych głównie na terenach Afryki i Azji. Zatem pomimo całego postępu cywilizacyjnego, w XXI wieku 15% całej populacji ciągle cierpi głód, a bieżący popyt na żywność wymusza zwiększanie produktywności w tym obszarze, często wykorzystując metody niezrównoważone, kosztem niszczenia środowiska naturalnego (Sachs JD., 2012, s. 2207).

Raport sekretarza generalnego ONZ Sithu U Thanta zatytułowany *Człowiek i jego środowisko* ogłoszony na forum ONZ 26 maja 1969 r. był przez kolejną dekadę najczęściej cytowanym dokumentem w ówczesnej historii ONZ (Pawłowski, A., Pawłowski L., 2016, s. 20). W Raporcie stwierdzono, że *po raz pierwszy w historii ludzkości pojawił się kryzys o zasięgu ogólnosiwiatowym, obejmującym kraje rozwinięte, jak i rozwijające się – kryzys dotyczący stosunku człowieka do środowiska*. Zdaniem S. Thant’a i zespołu opracowującego raport, kryzys miał dotyczyć widocznych od dawna czynników powiązanych z gwałtownym wzrostem populacji, niedostateczną integracją nadmiernie rozwiniętej techniki z wymogami środowiska, wyniszczeniem ziem uprawnych, bezplanowym rozwojem miast, zmniejszaniem się wolnych terenów i *coraz większym niebezpieczeństwem wyginięcia wielu form życia zwierzęcego i roślinnego* (UN, 1969, s.4).

Świadomość wpływu działalności człowieka na środowisko naturalne oraz aspekty społeczno-ekonomiczne obecna jest od początku XVIII wieku. Natomiast droga do osiągnięcia zrównoważenia poprzez ustrukturyzowane działania państw i rządów obserwowana jest dopiero od początku lat 70 XX wieku. Przykładem takich aktywności może być powołana w 1971 roku Konwencja Ramsarska, która postrzegana jest jako swoisty kamień milowy

w drodze do osiągnięcia zrównoważonego rozwoju (Soisontes S., 2015, s. 41). Porozumienie to zostało podpisane 2 lutego 1971 roku, podczas międzynarodowej konferencji w irańskim kurorcie Ramsar nad brzegiem Morza Kaspijskiego. Konwencja obejmuje podstawowe ekologiczne funkcje terenów podmokłych jako regulatorów reżimów wodnych i siedlisk podtrzymujących charakterystyczną florę i faunę, zwłaszcza ptactwa wodnego (Konwencja Ramsarska, 1971). Jest to jedno z pierwszych tego typu oficjalnych wydarzeń politycznych wspierających założenia Zrównoważonego Rozwoju skutkujących oficjalnym traktatem adresującym ochronę zasobów naturalnych (<https://www.awe.gov.au/water/wetlands/ramsar>, dostęp 12.11.2021).

Niespełna rok później, w 1972 roku Klub Rzymski²⁸ opublikował raport pt. *Granice wzrostu*, informujący o tym, że jeżeli ludzkość będzie kontynuowała swój obecny kurs rozwoju, niedobory żywności, wyczerpywanie się zasobów naturalnych i degradacja środowiska, nieuchronnie doprowadzi do katastrofalnego scenariusza, obejmującego radykalne wyniszczenie populacji (Meadows i.in., 1972, s. 178). W tym samym roku Organizacja Narodów Zjednoczonych włączyła się w ustrukturyzowany program Zrównoważonego Rozwoju, a pierwsza konferencja ONZ na ten temat odbyła się w stolicy Szwecji, Sztokholmie (UNCHE²⁹). Podczas konferencji, państwa uczestniczące zaadoptowały zdefiniowane zasady należytego zarządzania środowiskiem, w tym Deklarację Sztokholmską i Plan Działań na rzecz Środowiska Człowieka. Deklaracja Sztokholmska to dokument, który zawiera 26 zasad i stawia kwestie środowiskowe, jako te o najwyższym priorytecie międzynarodowym. Deklaracja rozpoczęła dialog między krajami uprzemysłowionymi, a rozwijającymi się na temat związku pomiędzy wzrostem gospodarczym, a zanieczyszczeniem powietrza, wód oraz szeroko rozumianego dobrostanu ludzi. Najważniejszym rezultatem konferencji w Sztokholmie było utworzenie Programu Narodów Zjednoczonych ds. Ochrony Środowiska – UNEP³⁰ (Źródło: <https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972>, dostęp:26.11.2021).

²⁸ Klub Rzymski - nieformalna, apolityczna organizacja międzynarodowa; powstała 1968 z inicjatywy A. Peccei, grupująca 100 naukowców i działaczy gospodarczych z ponad 50 krajów; pełni rolę inicjatora i mecenasa badań nad problematyką globalną; kolejne raporty dla Klubu Rzymskiego były poświęcone najważniejszym problemom współczesnego świata: granicom wzrostu gospodarczego, nowemu międzynarodowemu łaadowi ekonomicznemu, energii, zasobom, celom dla ludzkości, teorii wartości, oceanom, krajom rozwijającym się, mikroelektronice; raporty te przyczyniły się do stworzenia świadomości globalnej (Źródło: Encyklopedia PWN, https://encyklopedia.pwn.pl/Klub_Rzymski, dostęp online: 26.11.2021)

²⁹ UNCHE - Konferencja Sztokholmska ONZ ang. United Nations Conference on the Human Environment

³⁰ UNEP - Program Narodów Zjednoczonych do spraw Ochrony Środowiska, ang. United Nations Environmental Programme, organ pomocniczy ONZ; utworzony 1972 w celu rozwijania współpracy międzynarodowej w zakresie ochrony środowiska oraz wytyczania kierunków polityki ONZ w tej sferze globalnej (Źródło: Encyklopedia PWN, <https://encyklopedia.pwn.pl/UNEP>, dostęp online: 26.11.2021)

W roku 1980 roku IUCN³¹ we współpracy z WWF³², FAO³³, UNESCO³⁴ oraz UNEP opublikowała *World Conservation Strategy: living resource conservation for sustainable development*, publikację uznawaną za kamień milowy w dziedzinie promowania i wyartykułowania pojęcia koncepcji Zrównoważonego Rozwoju. Zdaniem autorów WCS³⁵ relacja pomiędzy ludzkością, a biosferą Ziemi będzie mieć charakter destruktywny, dopóki dopóty *nowy międzynarodowy porządek ekonomiczny nie zostanie osiągnięty, etyka środowiskowa zaadoptowana oraz populacja ludzi nie ustabilizuje się, a zrównoważone środki rozwoju staną się zasadą, a nie wyjątkiem* (IUCN, UNEP, WWF, FAO, UNESCO, 1980, s. 8). Publikacja jest podsumowaniem konferencji sztokholmskiej oraz zbiorem rekomendacji UNEP ukierunkowanym na działanie w dziedzinie ochrony środowiska w wielu krajach na całym świecie (Yamamoto S., Kuwahara V.S., 2010, s. 129).

Pomimo znacznego postępu w kontekście postrzegania i rozumienia wyzwań środowiskowych i społecznych wynikających z ówczesnego modelu funkcjonowania świata, kryzysu ekologicznego nie udało się wówczas zażegnać. Uznano, w tamtym czasie, iż potrzebne jest działanie przeprowadzone w znacznie szerszym wymiarze. W raporcie ONZ pt. „Nasza wspólna przyszłość” z 1987 stwierdzono, że *integracja czynników ekonomicznych i ekologicznych z prawem i systemami podejmowania decyzji w obrębie krajów musi być spójna na poziomie międzynarodowym* (Brundtland G.H., 1987, rozdz.2, pkt. 80). Raport *Nasza wspólna przyszłość* uznawany jest za dokument fundamentalny z punktu widzenia rozumienia aktualnie znanej Koncepcji Zrównoważonego Rozwoju. Opracowanie komisji Brundtland adresuje i rozpoczyna dyskusje w kontekście zaspokajania praw i obowiązków obecnych i przyszłych pokoleń (Pawłowski A., Pawłowski L., 2016, s. 21, Larson B., 2007, s. 11). W raporcie starano się połączyć Zrównoważenie z Rozwojem poprzez dodanie do aspektów środowiskowo–społecznych aspektu ekonomicznego definiując Zrównoważony Rozwój jako ten, który *odpowiada potrzebom teraźniejszości, bez uszczerbku dla zdolności przyszłych*

³¹ IUCN - Światowa Unia Ochrony Przyrody, ang. The World Conservation Union, międzynarodowa organizacja zajmująca się ochroną przyrody i zasobów naturalnych w zgodzie z zasadami rozwoju zrównoważonego, zał. 1948; (Źródło: Encyklopedia PWN, <https://encyklopedia.pwn.pl/IUCN>, dostęp online: 26.11.2021)

³² WWF - Światowy Fundusz na rzecz Przyrody, ang. World Wide Fund for Nature, dawniej World Wildlife Fund) – organizacja pozarządowa i ekologiczna o charakterze międzynarodowym zał. 1961 (Źródło: <https://www.britannica.com/topic/WWF>, dostęp online: 04.12.2021)

³³ FAO - Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa, ang. Food and Agriculture Organization of the United Nations, organizacja wyspecjalizowana ONZ, (Źródło: Encyklopedia PWN, <https://encyklopedia.pwn.pl/FAO>, dostęp online: 26.11.2021)

³⁴ UNESCO - Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Oświaty, Nauki i Kultury, ang. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, organizacja wyspecjalizowana ONZ, zał. 1946 (Źródło: Encyklopedia PWN, <https://encyklopedia.pwn.pl/UNESCO>, dostęp online: 04.12.2021)

³⁵ WCS – World Conservation Strategy: living resource conservation for sustainable development, 1980.

pokoleń do zaspokojenia ich własnych potrzeb (WCED³⁶, Brundtland G.H. 1987, s.37, Soisontes S., 2015, s. 42).

Raport Komisji Brundtland stał się katalizatorem podczas Konferencji Narodów Zjednoczonych ds. Środowiska i Rozwoju (UNCED³⁷) zorganizowanej w Rio de Janeiro w 20 rocznicę konferencji sztokholmskiej. Konferencja w Rio nazywana również „Szczytem Ziemi” podkreśliła jak zróżnicowane czynniki społeczne, ekonomiczne oraz środowiskowe wpływają wzajemnie na siebie. Odnotowano, jakie działania są pożądane, by oczekiwane rezultaty utrzymać również w przyszłych pokoleniach. Szczyt w Rio za podstawowy cel obrał opracowanie szerokiej agendy i nowego planu działań międzynarodowych w kwestiach środowiska i rozwoju, które pomogłyby ukierunkować współpracę międzynarodową i politykę rozwoju w XXI wieku. Spotkanie liderów politycznych, dyplomatów, naukowców, przedstawicieli mediów oraz organizacji pozarządowych zaowocowało przyjęciem tzw. Agendy 21. To globalny strategiczny plan inwestowania w przyszłość dla Zrównoważonego Rozwoju w celu poprawy życia ludzi i ochrony środowiska. Zalecenia obejmowały również nowe metody edukacji, sposoby ochrony zasobów naturalnych oraz budowanie ich zrównoważonej gospodarki. Poza Agendą 21, Szczyt w Rio dostarczył wielu znaczących ustaleń i dokumentów takich jak: Deklaracja z Rio, UNFCCC³⁸, Konwencja o różnorodności biologicznej CBD³⁹, Deklaracja dotycząca kierunku rozwoju, ochrony i użytkowania lasów⁴⁰ zwana też Zasadami leśnymi. Zgodnie z zaleceniami Agendy 21, Zgromadzenie Ogólne ONZ powołało CSD, czyli Komisję ds. Zrównoważonego Rozwoju. (Soisontes S., 2015, s 42–43, <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992>, dostęp online 07.12.2021). Biorąc pod uwagę powyższe fakty, uznaje się, że Szczyt w Rio był sukcesem z politycznego oraz wizerunkowego punktu widzenia. Pomimo uznania i przywiązania do zasad

³⁶ WCED - Światowa Komisja ds. Środowiska i Rozwoju, ang. the World Commission on Environment and Development), zwana też „Komisją Brundtland. Została powołana w 1983 roku przez Gro Harlem Brundtland na zaproszenie ówczesnego Sekretarza Generalnego ONZ. (Źródło: <https://www.britannica.com/biography/Gro-Harlem-Brundtland#ref1075150>, dostęp online 05.12.2021)

³⁷ UNCED - Konferencja Narodów Zjednoczonych na temat Środowiska i Rozwoju, ang. United Nations Conference on Environment and Development. Konferencja odbyła się w dniach 3-14.06.1992 w Rio de Janeiro. Nazywana jest również *Szczytem Ziemi 1992*.

³⁸ UNFCCC - Ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu.

³⁹ CBD – Konwencja o różnorodności biologicznej - umowa międzynarodowa sporządzona 5 czerwca 1992 roku na Szczycie Ziemi w Rio de Janeiro określająca zasady ochrony, pomnażania oraz korzystania z zasobów różnorodności biologicznej. (Źródło: <https://www.britannica.com/event/Convention-on-Biological-Diversity>, dostęp online 07.12.2021)

⁴⁰ Non-Legally Binding Authoritative Statement of Principles for a Global Consensus on the Management, Conservation and Sustainable Development of All Types of Forests - Jest to dokument niewiążący prawnie, który zawiera kilka zaleceń dotyczących ochrony i zrównoważonego rozwoju leśnictwa.

i paradygmatów Zrównoważonego Rozwoju przez światowych liderów, działania miały raczej charakter marginalny i nie doprowadziły do gruntownych zmian jak wcześniej planowano. (ONZ, 2010, s. 1).

Trzy lata po konferencji w Rio de Janeiro, w 1995 w Berlinie miała miejsce pierwsza Konferencja Stron Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian Klimatu skr. COP (ang. Conference of the Parties). COP jest najwyższym organem decyzyjnym Konwentu. Wszystkie państwa będące Stronami Konwencji³⁸ są reprezentowane na COP, na którym dokonują przeglądu wdrażania Konwencji i wszelkich innych instrumentów prawnych przyjętych przez COP. Co więcej, podejmują decyzje niezbędne do promowania skutecznego wdrażania Konwencji, w tym ustaleń instytucjonalnych i administracyjnych (źródło: <https://unfccc.int/COP>; dostęp online: 16.12.2021). Podczas pierwszego spotkania COP zatwierdzono m.in., że *Strony powinny chronić klimat na rzecz obecnych i przyszłych pokoleń ludzkości, na zasadzie słuszności i zgodnie z ich wspólnymi, ale zróżnicowanymi obowiązkami i odpowiednimi możliwościami. W związku z tym kraje rozwinięte tj. strony powinny przejść inicjatywę w zwalczaniu zmiany klimatu i ich negatywne skutki* (FCCC/CP/1995/7/Add.1, s 4.) Przyjęto również, że priorytetowe będzie wzmocnienie zobowiązań Artykułu 4 pkt. 2(a)⁴¹ i 2(b)⁴² Konwencji dla krajów rozwiniętych⁴³ poprzez ustalenie polityk oraz środków, a także ustalenie ilościowych celów ograniczenia i redukcji emisji gazów cieplarnianych pochodzenia antropogenicznego w określonych ramach czasowych takich jak lata 2005, 2010, 2020 (FCCC/CP/1995/7/Add.1, s.5).

Po dwóch latach od przyjęcia Mandatu Berlińskiego, w grudniu 1997 roku Konferencja Stron COP3 odbyła się w stolicy Japonii, Tokio. Rezultatem posiedzenia było przyjęcie Protokołu z Kioto zobowiązującego 40 krajów uprzemysłowionych do zredukowania emisji gazów cieplarnianych tj. dwutlenku węgla, podtlenku azotu, metanu, fluorowęglowodorów

⁴¹ UNFCCC Art. 4 pkt 2 (a) - kraje rozwinięte ujęte w Aneksie I: przyjmą politykę krajową i podejmą odpowiednie środki w celu złagodzenia zmian klimatycznych, ograniczając antropogeniczne emisje gazów cieplarnianych oraz wzmocnią oraz obejmą ochroną naturalne pochłaniacze i zbiorniki gazów cieplarnianych (UNFCCC, 1992, s.12)

⁴² UNFCCC Art. 4 pkt 2(b) - Strony zobowiązane są do promowania i komunikowania postępów wraz ze szczegółowymi informacjami nt. zastosowanych polityk celem powrotu emisji dwutlenku węgla oraz innych gazów cieplarnianych pochodzenia antropogenicznego do poziomu z roku 1990 (UNFCCC, 1992, s. 12)

⁴³ Należących do tzw. Aneksu I. Aneks I obejmuje kraje uprzemysłowione, które były członkami OECD (Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju) w 1992 r. oraz kraje o gospodarkach w okresie przejściowym (Strony EIT), w tym Federacja Rosyjska, państwa bałtyckie oraz państwa Europy Wschodniej (Źródło: <https://unfccc.int/parties-observers>, dostęp: 16.12.2021).

i sześćofluorku siarki w latach, 2008–2012 o co najmniej 5 procent w porównaniu z emisjami z roku 1990 (UNFCCC, 1997, s. 3⁴⁴, Sawa T., 2011, s. 317).

W nowym trzecim milenium w roku 2000 zorganizowano symboliczne wydarzenie nazwane „Szczytem Milenijnym ONZ” (ang. Millenium Summit), odbywające się w siedzibie ONZ – Nowym Jorku. Zgromadzeni na nim przywódcy państw mieli na celu ponowne określenie roli ONZ we współczesnym świecie. Efektem obrad było stworzenie dokumentu pt. Deklaracja Milenijna Narodów Zjednoczonych. W Deklaracji zdefiniowane zostały Milenijne Cele Rozwoju (ang. Millenium Development Goals - MDGs⁴⁵) oraz zobowiązania do wykonania tak, by ludzkość mogła w skuteczny sposób poradzić sobie z wyzwaniami XXI wieku (Źródło: <https://www.unic.un.org.pl/milenium2000/>, dostęp: 16.12.2021). Szczyt w 2000 roku poprzedziła dwuletnia kampania, której celem było umocnienie zaangażowania społeczności międzynarodowej oraz wzmocnienie partnerstwa z rządami i społeczeństwem (źródło: <https://www.un.org/en/NY2000>, dostęp: 16.12.2021).

Kolejnym kamieniem milowym w budowaniu koncepcji Zrównoważonego Rozwoju był Światowy Szczyt Zrównoważonego Rozwoju zorganizowany w trzydziestą rocznicę Konferencji Sztokholmskiej, szczyt ten odbył się w Johannesburgu – WSSD⁴⁶. Przyjęto na nim Polityczną Deklarację w sprawie Zrównoważonego Rozwoju wraz z planem jego wdrożenia. Deklaracja oparta jest na Agendzie 21 z 1992 roku oraz Deklaracji Milenijnej z 2000 roku (UN, 2002, s. 3-4). Kofi Annan, ówczesny Sekretarz Generalny Narodów Zjednoczonych oznajmił, że *Szczyt 2002 w Johannesburgu jest okazją, by nabrać nowej dynamiki w dążeniu do zbudowania bezpiecznej przyszłości. Szczyt musi zjednoczyć świat i doprowadzić do zawiązania globalnych sojuszy w celu realizacji Agendy 21. Jego uczestnicy powinni przekazać przesłanie, że zrównoważony rozwój jest nie tylko koniecznością, ale również wyjątkową okazją do stworzenia trwalszej podstawy funkcjonowania naszych gospodarek i społeczeństw* (Annan K. 2001, Źródło: http://unic.un.org.pl/johannesburg/przemowienie_SG.php, dostęp online: 21.12.2021).

⁴⁴ Art. 3 pkt. 1 Protokołu z Kioto: Strony wymienione w załączniku I, indywidualnie lub wspólnie, zapewniają, że ich zagregowane antropogeniczne emisje ekwiwalentu dwutlenku węgla wymienionych gazów cieplarnianych w załączniku A nie przekraczają przypisanych im kwot, obliczonych zgodnie z ich skwantyfikowanymi zobowiązaniami do ograniczenia i redukcji emisji, wpisane w załączniku B i zgodnie z przepisami niniejszego artykułu, w celu zmniejszenia ich całkowitych emisji takich gazów, o co najmniej 5 procent poniżej poziomów z 1990 r. w okresie rozliczeniowym 2008–2012. (UNFCCC, 1997, s.3)

⁴⁵ MDGs – Milenijne Cele Rozwoju, ang. Millennium Development Goals. Więcej na ten temat w podrozdziale 3.3.

⁴⁶ WSSD – Światowy Szczyt zrównoważonego rozwoju w Johannesburgu (ang. World Summit on Sustainable Development)

Podobnie jak w przypadku poprzednich Konferencji, Szczyt w Johannesburgu poruszał aspekty związane z wyzwaniami nt. wody, energii, produkcji, konsumpcji, rolnictwa, różnorodności biologicznej oraz zdrowia. W raporcie Szczytu z Johannesburga przedstawiono między innymi zarys 10-letniego ramowego planu zmiany wzorców produkcyjnych oraz konsumpcyjnych, podkreślając konieczność odcięcia relacji *wzrost gospodarczy - degradacja środowiska* (UN, 2002, s.13). Charakterystycznym dla konferencji w Johannesburgu były zobowiązania podjęte w obszarze zdrowia i w walce z HIV/AIDS. Położono nacisk na prawo państw do interpretacji *Porozumienia w sprawie handlowych aspektów praw własności intelektualnej* (ang. TRIPS⁴⁷) w celu promowania powszechnego dostępu do leków (UN, 2002, s. 57). Porozumienie TRIPS, zawarte w 1994 r., przewiduje stosowanie zasady równego traktowania podmiotów wszystkich krajów członkowskich TRIPS, w zakresie ochrony własności intelektualnej. Podstawowymi zasadami są te dotyczące traktowania narodowego oraz najwyższego uprzywilejowania. To oznacza, że członkowie WTO są zatem zobowiązani do traktowania podmiotów innych krajów członkowskich w sposób nie mniej korzystny niż w przypadku własnych podmiotów. Ponadto korzyść przyznana podmiotom jakiegokolwiek innego kraju członkowskiego będzie przyznana niezwłocznie i bezwarunkowo podmiotom wszystkich innych krajów członkowskich, nawet jeśli będzie to oznaczało traktowanie w sposób bardziej uprzywilejowany niż traktowane są własne podmioty tego członka (Źródło: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL>, dostęp online: 21.12.2021).

W roku 2005 po pięciu latach od ustalenia Celów Milenijnych kolejny Światowy Szczyt Ziemi odbył się Nowym Jorku w siedzibie ONZ. Spotkanie zebrało ponad 170 przedstawicieli państw, a agenda konferencji bazowała na raporcie *Larger Freedom* utworzonego przez ówczesnego Sekretarza Generalnego Kofiego Annana. Podczas Szczytu Ziemi, rządy zobowiązały się do osiągnięcia Milenijnych Celów Rozwojowych oraz do przeznaczenia dodatkowych 50 miliardów dolarów rocznie na cel walki z ubóstwem. Ponadto zdaniem autora znaczącym rezultatem na Szczycie było poruszenie kwestii związanych z ochroną ludności na całym świecie, w rezultacie czego zawarto globalne porozumienie polityczne zgodnie z doktryną.

⁴⁷ TRIPS - ang. Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights, załącznik do porozumienia w sprawie utworzenia Światowej Organizacji Handlu (WTO)

*Odpowiedzialność za Ochronę*⁴⁸ (ang. Responsibility to Protect) utworzonej w 2001 roku przez ICISS⁴⁹ (UN, 2005, s. 30).

W roku 2010 w siedzibie ONZ w Nowym Jorku zorganizowany został Szczyt Milenijnych Celów Rozwoju. Koncentrował się on na potwierdzeniu zaangażowania i podtrzymaniu realizacji celów ustalonych dekadę wcześniej. Dokument podsumowujący Zgromadzenie Ogólne ONZ zatytułowany: *Keeping the promise: united to achieve the Millennium Development Goals* potwierdza podtrzymanie zobowiązań do przyspieszenia progresu w realizacji wszystkich ośmiu Milenijnych Celów Rozwoju poprzez szczegółowy opis podjętych aktywności. Ponadto przedstawiciele państw zwrócili się do Zgromadzenia Ogólnego o kontynuowanie corocznego przeglądu postępów do roku 2015. Co więcej, zawnioskowali o organizację specjalnego wydarzenia podsumowującego, które miałyby odbyć się w roku 2013, na którym ustalono, dalszy plan działania na rzecz Zrównoważonego Rozwoju (UN, 2010, s. 29). W dwudziestą rocznicę Szczytu Ziemi z 1992 roku, w Rio de Janeiro ponownie zorganizowano Konferencję Narodów Zjednoczonych w sprawie Zrównoważonego rozwoju - UNCSD⁵⁰, znaną także pod nazwą Rio+20. Istotnym punktem konferencji była dziesiąta rocznica zaprezentowania koncepcji 10cioletniego ramowego planu zmiany wzorców produkcyjnych i konsumpcyjnych przedstawiona w 2002 w Johannesburgu. W Rio de Janeiro, szefowie państw i rządów należących do ONZ potwierdzili zobowiązanie do jego zaadoptowania. Jednocześnie podkreślono, że program jest dobrowolny (UN, 2012, s. 43). Zgromadzenie Ogólne z zadowoleniem przyjęło adaptację 10cioletnich ramowych programów zmiany wzorców produkcyjnych i konsumpcyjnych, wyznaczając przy tym 10cioletni zarząd, składający się z 2 członków każdej grupy ONZ, w skład której wchodzi: Zjednoczona Republika Tanzanii, Republika Południowej Afryki, Japonia/Republika Korei, Bangladesz/Indonezja, Rumunia, Federacja Rosyjska, Chile, Meksyk, Finlandia/Niemcy, Szwajcaria (UN, 2013, s.2). Powołano również gospodarczą radę społeczną jako organ państwa członkowskiego, który miałby otrzymywać sprawozdania z zarządu zgodnie z ustaleniami 10-letniego ramowego programu w celu kontroli realizacji jego założeń (UN, 2013, s.4).

⁴⁸ *Odpowiedzialność za Ochronę* to raport przygotowany przez ICISS w celu podkreślenia i zmiany podejścia do rozumienia ochrony ludności i praw człowieka. Dokument został przedstawiony Sekretarzowi Generalnemu Narodów Zjednoczonych i państwom członkowskim ONZ w roku 2001. W raporcie R2P (Responsibility to Protect) „prawo do humanitarnej interwencji” zastąpiono „obowiązkiem ochrony”. Dokument zobowiązuje społeczność międzynarodową do interwencji w przypadku ludobójstwa czy innych masowych zbrodni i redefiniuje pojęcie suwerenności (Wasiuta, O., Wasiuta, S., 2019, s. 122-123).

⁴⁹ ICISS - Komisja ds. Interwencji i Suwerenności Państwa przy Organizacji Narodów Zjednoczonych (ang. International Commission on Intervention and State Sovereignty)..

⁵⁰ UNCSD – Konferencja Narodów Zjednoczonych w sprawie Zrównoważonego rozwoju, ang. United Nations Conference on Sustainable Development

Konferencja Rio+20 zaowocowała dokumentem zawierającym jasne i praktyczne kroki wdrażania Zrównoważonego Rozwoju. Dokument zatytułowany *The future we want* zawiera 283 punktów adresujących wizję Zrównoważonego Rozwoju. Podjęto decyzję o rozpoczęciu prac nad agendą Zrównoważonego Rozwoju po roku 2015 oraz nad zestawem celów opartych na ośmiu Milenijnych Celach Rozwoju ustalonych w roku 2000 (<https://www.un.org/en/conferences/environment/rio2012>, dostęp online: 22.12.2021). Po 3 latach od Rio+20 w sierpniu 2015 roku, 193 państwa członkowskie ONZ osiągnęły porozumienie w sprawie dokumentu końcowego nowej agendy zatytułowanego *Przekształcanie naszego świata: Agenda na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju – 2030*. Zdecydowano, że kolejna konferencja w formie szczytu, poświęcona będzie przyjęciu nowej agendy dla koncepcji Zrównoważonego Rozwoju. Na szczycie zaprezentowanych zostało 17 Nowych Celów Zrównoważonego Rozwoju, wypracowanych przez Otwartą Grupę Roboczą po ponad roku intensywnych negocjacji z zaangażowanymi stronami. Szczyt w Nowym Jorku odbył się w dniach 25-27 września 2015 roku podczas sesji plenarnej Zgromadzenia Ogólnego ONZ na wysokim szczeblu. Na trzydniowym szczycie, przywódcy stu pięćdziesięciu państw formalnie zaakceptowały ambitną agendę działania na rzecz Zrównoważonego Rozwoju (Źródło: <http://www.unic.un.org.pl/strony-2011-2015/zrownowazono-rozwoj-i-cele>, <https://www.un.org/newyork2015>, dostęp online 30.12.2021).

W tym samym roku, po niespełna 2 miesiącach od Szczytu w Nowym Jorku i 20 lat po pierwszej konferencji w sprawie zmian klimatu (COP) tzw. Mandacie Berlińskim w podparyskim Le Bourget odbyła się 21 Konferencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (skr. COP21). Spotkanie zaowocowało ratyfikacją⁵¹ tzw. Porozumienia paryskiego, którego celem jest adresowanie wyzwań związanych ze zmianami klimatu oraz wspieranie nowych Celów Zrównoważonego Rozwoju przyjętych na Szczycie w Nowym Jorku głównie poprzez:

- Ograniczenie procesu globalnego ocieplenia znacznie poniżej 2°C, a docelowo do 1,5°C względem epoki przedprzemysłowej. Miałoby to w znaczącym stopniu zredukować ryzyko negatywnego wpływu zmian klimatu na życie na Ziemi.

⁵¹ Porozumienie zostało przyjęte, a następnie ratyfikowane przez 187 członków UNFCCC (Źródło: <https://www.un.org/en/conferences/environment/newyork2015>, dostęp online: 30.12.2021)
Stan na dzień 31.12.2021: Porozumienie zostało podpisane i ratyfikowane przez 193 z 197 członków UNFCCC. Erytrea, Iran, Libia i Jemen podpisały, lecz nie ratyfikowały porozumienia.

- Zwiększenie zdolności przystosowania się do negatywnych skutków zmiany klimatu, wzmocnienie odporności na zmiany klimatu oraz rozwój niskiej emisji gazów cieplarnianych, w sposób niezagrażający produkcji żywności.
- Zapewnienie spójności przepływów finansowych ze ścieżką w kierunku niskiej emisji gazów cieplarnianych i odporny rozwój (FCCC/CP/2015/10/Add.1, 2016, s. 22).

Aktualnie Zrównoważony Rozwój postrzegany jest za jedno z największych wyzwań ludzkości XXI wieku (Ramísio i.in., 2019, s.2). Prześlędziwszy całą aktywność ludzkości w tej dziedzinie od XVII wieku zaobserwować można znaczące różnice w postrzeganiu koncepcji i wpływaniu na jej realizację. Tabela 12 przedstawia najistotniejsze zdaniem autora kamienie milowe budowania koncepcji zrównoważonego rozwoju ustawione chronologicznie.

Tabela 12 Kamienie milowe rozwoju koncepcji Zrównoważonego Rozwoju

Lp.	Rok	Wydarzenie – Kamień milowy
1.	1713	Publikacja <i>Sylvicultura oeconomica</i> – H. C. von Carlowitz
2.	1798	Publikacja <i>An Essay on the Principle of Population</i> – T. R. Malthus
3.	1969	<i>Człowiek i jego środowisko</i> – Sithu U Thant
4.	1971	Konwencja Ramsarska
5.	1972	<i>Granice wzrostu</i> – Raport Klubu Rzymskiego
6.	1972	Konferencja sztokholmska ONZ – UNCHE, powstanie UNEP
7.	1980	Publikacja <i>World Conservation Strategy</i>
8.	1987	Raport <i>Nasza wspólna przyszłość</i> – Gro Harlem Brundtland
9.	1992	„Szczyt Ziemi” w Rio de Janeiro
10.	1995	Mandat Berliński
11.	1997	Protokół z Kioto
12.	2000	Milenijne Cele Rozwoju (8 MDGs)
13.	2002	„Szczyt Ziemi” w Johannesburgu
14.	2012	„Szczyt Ziemi” w Rio de Janeiro Rio+20
15.	2015	Szczyt ONZ w Nowym Jorku - Agenda na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju – 2030, (17 SDGs)
16.	2015	Porozumienie Paryskie
17.	2022	Sztokholm +50

Źródło: Opracowanie własne

Zauważyć można, że rozwój i przerodzenie się debaty we wspólną międzynarodową koncentrację na aspektach społeczno-gospodarczych widoczne jest już od osiemnastowiecznego *Sylvicultura oeconomica* von Carlowitza, opisującego wyzwania środowiskowe wynikające z nadmiernego wylesiania. Temat podniesiono także w dziełach T. Malthusa, który zauważył wyzwania społeczno-ekonomiczne związane z liczebnością populacji na świecie. Raport Thant'a z 1969 roku i konferencja sztokholmska z roku 1972 ustawiły początkowo priorytet międzynarodowego dyskursu politycznego na obszar środowiska naturalnego⁵². Pierwszym efektem było utworzenie Agendy 21 powstałej po Szczycie Ziemi w Rio de Janeiro w roku 1992. Kolejne lata i konferencje takie jak Szczyt Milenijny w roku 2000 czy w Johannesburgu 2002 kładły nacisk na wyzwania społeczne i łagodzenie zjawisk ubóstwa, przeradzając pierwotne wezwanie do ochrony środowiska, jako środka poprawy życia ludzkości, w wezwanie do poprawy dobrostanu u najuboższych (Paul, B. D., 2008, s. 579).

Nowe milenium, wzrost gospodarczy i postęp technologiczny uwypukliły wyzwania z tym związane i wymusiły wypracowanie wzorców produkcji, konsumpcji i ich wpływu na środowisko. W 2012 roku Konferencja Narodów Zjednoczonych w sprawie Zrównoważonego Rozwoju (Rio+20) ogłosiła po raz pierwszy w historii dobrowolne zobowiązanie się wybranych rządów do zaadoptowania tzw. 10cioletniego ramowego planu zmiany wzorców produkcyjnych i konsumpcyjnych, podkreślając tym samym istotność tego aspektu. Przyjęcie Agendy 2030 na Szczycie ONZ w Nowym Jorku w 2015 roku wraz z ratyfikacją Porozumienia Paryskiego potwierdziło zobowiązanie do przeprowadzenia fundamentalnych zmian w sposobie produkcji i konsumpcji towarów oraz do ograniczenia postępującego procesu globalnego ocieplenia włączając w to: *rzędy, organizacje międzynarodowe, sektor biznesowy i inne podmioty niepaństwowe oraz osoby fizyczne*, które według Rezolucji z 25 września 2015 *muszą przyczynić się do zmiany niezrównoważonych wzorców konsumpcji i produkcji* (UN 2015, s.8). W kontekście tematu niniejszej rozprawy, dotyczącej przedsiębiorstw produkcyjnych, jest to szczególnie istotny aspekt. Działalność operacyjną przedsiębiorstw produkcyjnych autor definiuje jako obszary działalności przedsiębiorstwa produkcyjnego podlegające ocenie audytowej i kontroli wskaźnikowej obejmujące: bezpieczeństwo i ergonomię pracy, wydajność procesów produkcyjnych, efektywność; materiałową, energetyczną i wodną oraz gospodarowanie odpadami, które w istotnym stopniu wpływają na środowisko naturalne. Szacuje się, że przemysłowa

⁵² Powołanie UNEP

działalność przedsiębiorstw produkcyjnych odpowiada za prawie 40% emisji dwutlenku węgla globalnie (Munoz-Villamizar A., i.in., 2021, s. 1219–1220). Nie bez wpływu pozostaje również aspekt jakości produkowanych wyrobów oraz ich cykl życia, możliwość recyklingu i bezpieczna utylizacja. Nieustanne dążenie do optymalizacji i wzrostu efektywności procesów zachodzących w przedsiębiorstwach produkcyjnych, tak aby minimalizować ich negatywny wpływ na środowisko naturalne, powinno być egzekwowane równolegle z elementami gospodarki o obiegu zamkniętym. A także z korzystaniem ze źródeł energii odnawialnej oraz implementowaniem nowoczesnych rozwiązań przemysłowych wspierających Zrównoważony Rozwój. Zrównoważona gospodarka wymaga realizacji szeregu zadań z zakresu środowiska naturalnego oraz obszarów społeczno-ekonomicznych, w czym może pomóc zestaw 17 Celów Zrównoważonego Rozwoju składający się z 172 zadań i 241 wskaźników obrazujących stan rzeczy. Zdaniem autora, z punktu widzenia udziału przemysłu w realizacji agendy ONZ, pierwszym krokiem na drodze do Zrównoważonego Rozwoju jest zbudowanie odpowiedniej świadomości oraz skupienie się na efektywnym zarządzaniu wykorzystywanych zasobów. Koncepcja doskonałości operacyjnej obejmująca koncepcje i metody zarządzania procesami w przedsiębiorstwach produkcyjnych zdaniem autora zdecydowanie wspiera ten aspekt.

3.3. Cele Zrównoważonego Rozwoju

Realizacja założeń koncepcji Zrównoważonego Rozwoju odbywa się od kilkudziesięciu lat pod przywództwem ONZ, której strategia zakłada realizację i kaskadowanie celów na poziom zarówno międzynarodowy, jak i krajowy oraz lokalny. Ogólnoświatowe zaangażowanie w realizację celów Zrównoważonego Rozwoju usprawnia Wydział ds. Celów Zrównoważonego Rozwoju – DSDG⁵³ w Departamencie Spraw Gospodarczych i Społecznych ONZ - UNDESA⁵⁴. Celem wydziału jest zapewnienie merytorycznego wsparcia i budowanie potencjału dla realizacji celów zrównoważonego rozwoju. DSDG odgrywa kluczową rolę w ocenie ogólnoświatowego wdrażania programu działań propagowanych przez ONZ (Jaźwińska D., 2021, s.18-19). W realizacji celów pomagają wskaźniki, czyli symboliczne reprezentacje przedstawione w postaci liczb przeznaczone do komunikowania i ułatwienia zrozumienia właściwości lub trendów w złożonych systemach takich jak gospodarki (Moldan B., Dahl A. L., 2007, s. 1). Wskaźniki zrównoważonego rozwoju stosowane są głównie na szczeblu lokalnym, krajowym oraz globalnym (Rickard L., i in., 2007, s. 65). Pojęcie

⁵³ DSDG - Division for Sustainable Development Goals

⁵⁴ UNDESA - United Nations Department of Economic and Social Affairs

wskaźnika nie ma jednej ustalonej definicji, lecz można przyjąć, że rozumie się go jako *nazwany zbiór uporządkowanych według rankingu danych, które mają reprezentować przeszłe lub przewidywane wyniki różnych jednostek. Dane są generowane w procesie, który upraszcza surowe informacje o złożonym zjawisku społecznym. W tej uproszczonej i przetworzonej formie mogą być wykorzystywane do porównywania poszczególnych jednostek analizy (takich jak kraje, instytucje lub korporacje), synchronicznie lub w czasie, oraz do oceny ich wydajności w odniesieniu do jednego lub więcej standardów* (Davis, K. E., Kingsbury, B., Merry, S. E., 2012 s. 73-74). Wskaźniki ze swojej istoty opisują tylko to, co mierzalne, a ich celem podobnie jak różnego rodzaju modeli jest odzwierciedlenie rzeczywistości, lecz ze względu na złożoność zjawisk oraz procesów interakcji i sprzężeń zwrotnych w systemach człowiek – środowisko, zawsze odzwierciedlają w sposób niedoskonały. Zrównoważony rozwój jest na tyle złożonym pojęciem, że wskaźniki obrazujące jego stan, muszą być użyteczne dla wielu grup odbiorców. Wskaźniki są przede wszystkim narzędziami do komunikacji. Nieodpowiednia komunikacja lub jej brak sprawia, że wskaźnik jest bezwartościowy. Zdolność wskaźnika do dotarcia do grupy docelowej decyduje o jego sukcesie jako wskaźnika zrównoważonego rozwoju (Moldan B., Dahl A. L., 2007, s. 6). Przydatność dowolnego wskaźnika przeznaczonego do pomiaru poziomu Zrównoważonego Rozwoju świata, czy postępu jaki społeczeństwo czyni w kierunku Zrównoważonego Rozwoju, w naturalny sposób zależy od tego, jak pojęcie Zrównoważonego Rozwoju jest zdefiniowane (Karlsson S., i in., 2007, s. 27). Na podstawie podrozdziału 3.2, można stwierdzić, że złożoność tego pojęcia znacząco utrudnia to zadanie, tak więc wyzwaniem w tworzeniu wskaźników Zrównoważonego Rozwoju jest konstruowanie takich miar, które są wiernymi reprezentacjami środowiska naturalnego lub społeczeństwa, odzwierciedlającymi ich stany lub trendy, a zarazem są łatwo zrozumiałe dla ich docelowych odbiorców (Bauler T., i.in., 2007, s. 49).

Dzięki rozwojowi nauki, wiele zjawisk i procesów jest wystarczająco dobrze poznanych, by móc konstruować odpowiednie wskaźniki obrazujące stany rzeczywiste. Jakość wyników oraz wskaźników zależy przede wszystkim od posiadanych danych oraz możliwości opomiarowania rzeczywistości. (Moldan B., Dahl A. L., 2007, s. 9–10). Uwzględniając znaczące luki danych w monitorowaniu interakcji człowiek – środowisko oraz niską jakość wielu baz danych o charakterze globalnym, można stwierdzić, że jakość i wiarygodność związanych z nimi wskaźników i celów jest zagrożona lub może zostać poddana pod wątpliwość. (Moldan B., Dahl A. L., 2007, s. 9–10). Problem *Wypełniania luki w danych* został uwypuklony w rozdziale 40 Agendy 21 z 1992 zatytułowanym *Information for decision-*

making. Stwierdzono wówczas, że brak lub zbyt mała ilość danych na poziomie lokalnym, krajowym i międzynarodowym uniemożliwia poprawne wskazania stanów i trendu ekosystemu planety, zasobów naturalnych, zanieczyszczeń i zmiennych społeczno-ekonomicznych. Luka w dostępności, jakości, spójności i standaryzacji danych między krajami rozwiniętymi, a rozwijającymi się powoduje osłabienie zdolności krajów do podejmowania świadomych decyzji dotyczących środowiska i rozwoju (UNCED, 1992, 40.2). Agenda 21 podkreśliła również, że powszechnie stosowane wskaźniki, takie jak produkt krajowy brutto, przepływy zasobów lub zanieczyszczeń nie zapewniają i nie stanowią odpowiednich wskaźników dla Zrównoważonego Rozwoju. W tamtym czasie metody oceny interakcji między sektorami środowiskowymi, ekonomicznymi i społecznymi nie były dostatecznie opracowane lub zastosowane, a wskaźniki Zrównoważonego Rozwoju są wymagane do zapewnienia solidnych podstaw podczas podejmowania decyzji na wszystkich poziomach decyzyjnych. (UNCED, 1992, 40.4).

Od opublikowania Agendy 21 minęło już 31 lat i w tym czasie odnotowano znaczący progres w dziedzinie wypełnienia luki w danych. Potwierdzeniem tego jest przyjęcie Agendy Zrównoważonego Rozwoju 2030 za pomocą rezolucji 70/1 z dnia 25 września 2015 roku. Wówczas Walne Zgromadzenie postanowiło, że cele i zadania Zrównoważonego Rozwoju będą monitorowane i weryfikowane za pomocą zestawu globalnych wskaźników opracowanych przez Ekspertkę Grupę ds. Wskaźników i Celów Zrównoważonego Rozwoju (UN 2017, s. 1). Agenda na rzecz Zrównoważonego Rozwoju obliuguje również do wspierania krajów rozwijających się, szczególnie krajów afrykańskich oraz wyspiarskich poprzez wzmocnienie zdolności krajowych urzędów statystycznych. Urzędy te miałyby zapewnić dostęp do wysokiej jakości, aktualnych, wiarygodnych danych (UN 2015, s. 32, UN 2017, s. 1). W dniach 15–18 stycznia 2017 roku na pierwszym Światowym Forum Organizacji Narodów Zjednoczonych ds. Danych, które odbyło się w Kapsztadzie w RPA, został uruchomiony i zatwierdzony przez Komisję Statystyczną Globalny Plan Działań na rzecz Danych Zrównoważonego Rozwoju. Plan zapewnia ramy do dyskusji, planowania, wdrażania i oceny statystycznej oraz budowania potencjału statystycznego w ramach realizacji Agendy na rzecz Zrównoważonego Rozwoju 2030. Zgodnie z tą Agendą cele zostały uzgodnione przez Komisję Statystyczną, a następnie przyjęte przez Radę Gospodarczą i Społeczną oraz Zgromadzenie Ogólne.

Według Agendy 2030 cele i zadania miały być monitorowane i weryfikowane za pomocą zestawu globalnych wskaźników uzupełnionych miernikami na poziomie regionalnym

oraz krajowym, opracowanym przez państwa członkowskie. Ta struktura ma adresować wszystkie cele i zadania zrównoważonego rozwoju, w tym sposoby realizacji i zachowanie równowagi politycznej, integrację oraz ambicję. Zgodnie z rezolucją, przegląd realizacji zadań Agendy na rzecz Zrównoważonego Rozwoju 2030 jest prezentowany na forum politycznym wysokiego szczebla ds. Zrównoważonego Rozwoju w cyklu 1 – rocznym wraz ze sprawozdaniem z postępów w realizacji Celów Zrównoważonego Rozwoju. Sprawozdanie przygotowywane jest przez Sekretarza Generalnego we współpracy z ONZ, na podstawie globalnych ram wskaźników, uzgodnionych przez Komisję Statystyczną, o której wcześniej wspomniano (UN 2017, s. 1). Istotnym do zaznaczenia jest jednak fakt, iż Zgromadzenie Ogólne na podstawie rezolucji z 6 lipca 2017 roku przyjęło globalne ramy wskaźników zrównoważonego rozwoju. Wskaźniki opracowane zostały przez Ekspertką Grupę ds. Wskaźników Celów Zrównoważonego Rozwoju jako dobrowolne instrumenty kierowane na poziomie krajowym. Zawierają one wstępny zestaw wskaźników do corocznego udoskonalania i poddawania kompleksowemu przeglądowi przez Komisję na kolejnych sesjach w latach 2020 oraz 2025, gdzie zostaną rozbudowane przez Państwa członkowskie (UN 2017, s.2).

Milenijne Cele Rozwoju - MDG (2000-2015)

Pierwsza próba sparametryzowania poprzez nadanie celów i zadań Zrównoważonego Rozwoju miała miejsce w roku 2001 wraz z ustanowieniem Milenijnych Celów Rozwoju zaprezentowana jako lista celów, które społeczność światowa miałaby osiągnąć do roku 2015 (Fehling, M., Nelson, B. D., & Venkatapuram, S. 2013, s. 1109). Milenijne Cele Rozwoju zostały ogłoszone jako otwarcie nowego rozdziału w rozwoju międzynarodowym. Wykorzystanie globalnych priorytetów w wyznaczeniu celów posłużyło zdefiniowaniu narzędzia odzwierciedlającego międzynarodową agendę rozwoju (Fukuda-Parr, S., Yamin, A. E., Greenstein, J., 2013, s. 3). W oparciu o dekadę głównych konferencji i szczytów ONZ, w siedzibie ONZ w Nowym Jorku światowi przywódcy przyjęli Deklarację Milenijną Organizacji Narodów Zjednoczonych. Zobowiązali tym samym swoje narody do nowego globalnego programu partnerskiego na rzecz zmniejszenia skrajnego ubóstwa i podjęcia szeregu działań – z ostatecznym terminem przypadającym na rok 2015. Działania te stały się znane jako Milenijne Cele Rozwoju - MDG⁴⁵, których priorytetem była walka z ubóstwem, głodem, epidemiami, brakiem szkolnictwa, nierównościami płciowymi i degradacją środowiska. Wszystkie kraje świata i wszystkie wiodące światowe instytucje rozwojowe podjęły bezprecedensowe wysiłki, w celu zaspokojenia potrzeb najbiedniejszych na świecie (Źródło: <https://www.un.org/millenniumgoals/bkgd.shtml>, dostęp online: 28.01.2022).

Priorytety te zostały zaimplementowane w ośmiu klarownych celach przedstawionych w Tabeli 13.

Tabela 13 Milenijne Cele Rozwoju

Lp.	Cel	Zadania
1	Wyeliminować skrajne ubóstwo i głód	1A: Zmniejszyć o połowę liczbę ludzi, których dochód nie przekracza 1 dolara dziennie. 1B: Osiągnąć pełne i produktywne zatrudnienie oraz godną pracę dla wszystkich, w tym kobiet i młodych ludzi 1C: Zmniejszyć o połowę liczbę ludzi, którzy cierpią głód.
2	Zapewnić powszechne nauczanie na poziomie podstawowym	2A: Zapewnić wszystkim chłopcom i dziewczętom możliwość ukończenia pełnego cyklu nauki na poziomie podstawowym.
3	Promować równość płci i awans społeczny kobiet	3A: Wyeliminować nierówny dostęp płci do pierwszego i drugiego szczebla edukacyjnego do 2005 roku, a na wszystkich szczeblach do 2015 roku.
4	Ograniczyć umieralność dzieci	4A: Zmniejszyć o 2/3 wskaźnik umieralności dzieci w wieku do lat 5.
5	Poprawić opiekę zdrowotną nad matkami	5A: Zmniejszyć o 3/4 wskaźnik umieralności matek 5B: Osiągnąć do 2015 roku powszechny dostęp do zdrowia reprodukcyjnego
6	Ograniczyć rozprzestrzenianie się HIV/AIDS, malarii i innych chorób	6A: Powstrzymać rozprzestrzenianie się HIV/AIDS i ograniczyć ilość nowych zakażeń. 6B: Osiągnąć do 2010 roku powszechny dostęp do leczenia HIV/AIDS dla wszystkich, którzy tego potrzebują. 6C: Powstrzymać rozprzestrzenianie się malarii i innych groźnych chorób i ograniczyć ilość zachorowań.
7	Stosować zrównoważone metody gospodarowania zasobami naturalnymi	7A: Uwzględnić zasady zrównoważonego rozwoju w krajowych strategiach i programach; 7B: Zmniejszyć utratę różnorodności biologicznej, osiągając do 2010 r. znaczne zmniejszenie tempa utraty. 7C: Zmniejszyć o połowę liczbę ludzi pozbawionych stałego dostępu do czystej pitnej wody. 7D: Do 2020 roku osiągnąć znaczącą poprawę warunków życia przynajmniej 100 milionów mieszkańców slumsów.
8	Stworzyć globalne partnerskie porozumienie na rzecz rozwoju	8A: Dopracować dostępny dla wszystkich, oparty na jasnych przepisach, przewidywalny i nikogo niedyskryminujący system handlowo-finansowy. Obejmuje zobowiązanie do dobrego zarządzania, rozwoju i ograniczania ubóstwa – zarówno na poziomie krajowym, jak i międzynarodowym. 8B: Wyjść naprzeciw szczególnym potrzebom najsłabiej rozwiniętych państw poprzez zniesienie ceł i kontyngentów na towary eksportowane przez te kraje, zwiększenie skali redukcji długów poważnie zadłużonych ubogich krajów, umorzenie długów zaciągniętych w ramach oficjalnej pomocy bilateralnej oraz zwiększenie pomocy na rzecz rozwoju dla krajów podejmujących działania mające na celu ograniczenie ubóstwa. 8C: Wyjść naprzeciw szczególnym potrzebom krajów śródlądowych i krajów rozwijających się położonych na małych wyspach.

Lp.	Cel	Zadania
8	Stworzyć globalne partnerskie porozumienie na rzecz rozwoju	<p>8D: Rozstrzygnąć kwestię zadłużenia krajów rozwijających się poprzez podjęcie narodowych i międzynarodowych kroków służących utrzymaniu długookresowej zdolności do spłaty zadłużenia.</p> <p>8E: We współpracy z firmami farmaceutycznymi zapewnić dostęp do niedrogich podstawowych leków w krajach rozwijających się.</p> <p>8F: We współpracy z sektorem upowszechnić dostęp do nowych technologii, zwłaszcza technologii informacyjnych i komunikacyjnych.</p>

Źródło: <https://www.unic.un.org/pl/cele.php>, dostęp online: 03.02.2022,

<https://unstats.un.org/unsd/mdg/Host.aspx?Content=Indicators/OfficialList.htm>, dostęp: online 03.02.2022

Każdy cel podzielony jest na cele cząstkowe/zadania (ang. targets), które w bardziej szczegółowy sposób opisują zadanie do zrealizowania. Cele cząstkowe są również bardziej mierzalne i posiadają własne wskaźniki przeznaczone do monitorowania postępów w ich realizacji. Milenijne Cele Rozwoju składają się łącznie z 8 celów – ambicji, 21 celów cząstkowych – zadań oraz 60 wskaźników do monitorowania postępów.⁵⁵

Cele milenijne pobudziły globalną świadomość oraz polityczną odpowiedzialność za wymienione w celach aspekty środowiskowe i gospodarcze. Milenijne Cele Rozwoju ukazały, że ten sposób pracy i mobilizacji państw w celu osiągnięcia określonych priorytetów jest metodą skuteczną (Sachs JD., 2012, s. 2206). Od momentu ustanowienia MDGs⁴⁵ w 2001 roku, raport ONZ z 2015 potwierdził znaczący progres w osiąganiu celów i redukcji adresowanych wyzwań. Dla przykładu rezultat Celu 1 wskazujący na problem ludności żyjącej za mniej niż 1,25 dolara dziennie ukazuje spadek z 47% ludności w roku 1990 do 14% w roku 2015. Trzeba jednak zaznaczyć, że postęp we wszystkich MDGs był ograniczony i nierównomierny szczególnie w Afryce (Fehling, M., Nelson, B. D., & Venkatapuram, S. 2013, s.1109–1110, Ki-Moon, B, 2015, s. 4–8). Z kolei kwestie związane z pracą i zatrudnieniem w okresie 1990–2015 w skali uległy nieznacznemu pogorszeniu. Współczynnik zatrudnienia do populacji zmalał z 62% w roku 1990 do 60% w roku 2015. Poprawie z kolei uległ cel związany z obniżeniem liczby osób cierpiących głód oraz kwestie związane z edukacją i równym dostępem do niej zarówno dla chłopców jak i dziewczynek (Ki-Moon, B., 2015, s.17–29). Spadek umieralności dzieci poniżej piątego roku życia jest jednym z najważniejszych osiągnięć MDG. Umieralność na 1000 dzieci spadła z poziomu 90 w roku 1990 do 43 w roku 2015, co stanowi około 52% procent redukcji. Pomimo znaczącej poprawy aktualne trendy nie

⁵⁵ Oficjalna zbiorcza tabela z wszystkimi celami, zadaniami i wskaźnikami Milenijnych Celów Rozwoju ONZ dostępna jest w sekcji Załączniki jako Załącznik 1. Źródło: <https://unstats.un.org/unsd/mdg/Host.aspx?Content=Indicators/OfficialList.htm>, dostęp: 03.02.2022.

są wystarczające, aby osiągnąć ambicje postawione w Milenijnych Celach Rozwoju. Przy aktualnym tempie poprawy, osiągnięcie celu zajmie co najmniej 10 dodatkowych lat (Ki-Moon, B., 2015, s.33). Wraz z poprawą sytuacji u najmłodszych tego świata, MDG skupiły dużo uwagi poprawie sytuacji i zdrowia matek na całym świecie, szczególnie w regionach rozwijających się. Pomimo poprawy sytuacji w redukcji umieralności kobiet w ciąży o prawie 45%, w ciągu 25 lat wzrost w zapewnieniu kobietom dostępu do przedporodowej opieki i wsparcia wyniósł jedynie 17%. Niestety nie udało się zrealizować celu stanowiącego o 75% redukcji umieralności oraz powszechnego dostępu do medycznej opieki reprodukcyjnej (Ki-Moon, B., 2015, s. 41). Priorytet związany z powszechnym dostępem do leków oraz walką z chorobami zakaźnymi takimi jak AIDS czy Malaria były tematem przewodnim Szczytu Ziemi w Johannesburgu w 2002 roku. Walka z tymi chorobami stanowiła również o szóstym Milenijnym Celu Rozwoju. W przypadku HIV stwierdzono, że ma on znaczący wpływ na pogarszanie rokowań i tendencji w wielu innych chorobach zarówno u dorosłych, jak i u dzieci (Jamison D.T., (Ed.), 2006, s. 3). W związku z tym walka z tą chorobą staje się być podwójnie istotna. W MDGs zakładano osiągnięcie powszechnego dostępu do opieki medycznej dla wszystkich chorych na AIDS do roku 2010 oraz redukcję rozprzestrzeniania się HIV i AIDS na poziomie 50% do 2015 roku. W latach 2000–2013 zredukowano zapadalność na AIDS o 40% z 3,5 do 2,1 miliona przypadków rocznie. Poziom dostępności ART⁵⁶ w 2013 wyniósł 36% dla krajów o zwiększonym ryzyku zachorowalności (Ki-Moon, B., 2015, s. 44–47). Kolejną chorobą zakaźną, która stanowi nieustanny problem w skali globalnej jest malaria, zwana również zimnicą. W roku 2020, liczba przypadków zachorowania wyniosła 241 milionów (WHO, 2021, s. 22). Malaria i HIV/AIDS wzajemnie na siebie wpływają. Niedokrwistość wywołana malarią zwiększa ryzyko zakażenia HIV. Z kolei zakażenie wirusem HIV zwiększa ryzyko zachorowania na malarię, co wiąże się z cięższymi objawami malarii u dorosłych (Jamison D.T., (Ed.), 2006, s. 3). W latach 2000–2015 globalna zachorowalność na malarię spadła o około 37% procent, a śmiertelność obniżyła się o 58%. W rezultacie globalny cel MDG dotyczący malarii został osiągnięty. W związku z zakłóceniami w świadczeniu i dostarczaniu opieki medycznej spowodowanymi globalną pandemią COVID-19, liczba przypadków zakażeń malarią ponownie wzrosła względem lat ubiegłych (WHO, 2021). Pomimo wysokiej popularności oraz szerokiej legitymacji politycznej, jaką posiadały

⁵⁶ ART – ang. antiretroviral therapy, terapia antyretrowirusowa stosowana w walce z wirusami np. HIV (Rossignol J. F., 2014, s. 95)

Milenijne Cele Rozwoju, trzeba zaznaczyć, iż zawierały one istotne luki w aspekcie środowiskowym.

Po pierwsze, zawierały jedynie 1 cel i tylko 8 wskaźników środowiskowych w porównaniu z 20 zawartymi w zestawie opracowanym przez CSD⁵⁷. Nie był to wystraszający opis problemów środowiskowych jakie w tamtym czasie były obecne i zauważane przez społeczność. Nawiązując do aspektu środowiskowego i raportu ONZ, podsumowującego realizację Milenijnych Celów Rozwoju z 2015 roku potwierdzono, że globalna emisja dwutlenku węgla i innych gazów cieplarnianych wzrosła o ponad 50% względem roku 1990 (Ki-Moon, B., 2015, s. 53). W raporcie oszacowano, że problem niedoborów wody dotyczy nawet 40% populacji i przewiduje się, że ta wartość będzie rosła. Ponadto potwierdzono problem zbyt intensywnego wylesiania, nadmiernej eksploatacji zasobów morskich (tylko 0,25% obszarów morskich poza granicami kraju⁵⁸ było chronionych) oraz degradacji środowisk. Wywiera to negatywny wpływ na bioróżnorodność planety oraz najbiedniejszą ludność zamieszkałą w regionach bezpośrednio powiązanych z zasobami naturalnymi, co również wpływa na jakość ich życia (Ki-Moon, B., 2015, s. 8). Warto dodać, że zrealizowano także siódmy Milenijny Cel Rozwoju, który zakłada także akcje, mające na celu zwiększać dostęp do bezpiecznej wody i sanitariatu. To także poprawa warunków życia i redukcja osób zamieszkujących dzielnice biedy tzw. Slumsy. Wysiłki na rzecz zapewnienia Zrównoważonego Rozwoju w aspekcie środowiskowym dostarczyły niejednoznacznych wyników w ciągu 15 lat. Temat zmian klimatycznych, ekosystemów i ekstremalnych zjawisk atmosferycznych został uznany, jako *krytyczne wyzwanie dla globalnej społeczności* (Ki-Moon, B., 2015, s. 8, s. 61).

Po drugie w MDGs zaobserwowano techniczny brak czwartego filaru Zrównoważonego Rozwoju w zarządzaniu celami, a mianowicie „Instytucji” takich jak np. Bank Światowy oferujący mnóstwo wskaźników wspierających zarządzanie. W rezultacie zabrakło bardziej wszechstronnego zestawu wskaźników, pozwalających dostarczyć pełniejszy obraz do oceny poziomu Zrównoważonego Rozwoju wśród Państw członkowskich ONZ (Jesinghaus J., 2007,

⁵⁷ CSD – Komisja ds. Zrównoważonego Rozwoju, ang. Commission on Sustainable Development. Komisja została powołana przez Zgromadzenie Ogólne ONZ w grudniu 1992 r. w celu zapewnienia skutecznej kontynuacji Konferencji Narodów Zjednoczonych ds. Środowiska i Rozwoju (UNCED), znanej również jako Szczyt Ziemi. Komisja jest odpowiedzialna za przegląd postępów we wdrażaniu Agendy 21 i Deklaracji z Rio w sprawie środowiska i rozwoju; a także dostarczanie wskazówek dotyczących polityki w celu kontynuacji planu wdrażania z Johannesburga (JPOI) na poziomie lokalnym, krajowym, regionalnym i międzynarodowym. JPOI potwierdziło, że CSD jest forum wysokiego szczebla na rzecz zrównoważonego rozwoju w ramach systemu Narodów Zjednoczonych (Źródło: https://www.un.org/esa/dsd/csd/csd_aboutcsd.shtml, dostęp: 31.01.2022)

⁵⁸ Powyżej 200 mil morskich od brzegu (Ki-Moon, B., 2015, s. 56)

s. 93–94). W rezultacie ostatni, ósmy z Milenijnych Celów Rozwoju stanowiący o zbudowaniu globalnego partnerstwa na rzecz Zrównoważonego Rozwoju, doczekał się powołania przez Sekretarza Generalnego w roku 2007 niezależnej grupy roboczej – *MDG Gap Task Force*, który był między-agencyjną inicjatywą obejmującą ponad 30 organizacji, o wyspecjalizowanych kompetencjach, w pięciu podstawowych dziedzinach globalnego partnerstwa na rzecz rozwoju:

- oficjalna pomoc rozwojowa (ODA⁵⁹),
- dostęp do rynku (handel),
- zdolność obsługi zadłużenia,
- dostęp do przystępnych cenowo podstawowych leków,
- dostęp do nowych technologii (Force, M. G. T., 2015).

Podsumowanie realizacji zadań 8 Milenijnego Celu Rozwoju zostało przedstawione w raporcie zatytułowanym *Taking Stock of the Global Partnership for Development*, opracowanym w 2015 roku przez *MDG Gap Task Force*.

Ósmy Milenijny Cel Rozwojowy podobnie, jak pozostałe siedem, został ustalony bezpośrednio po Milenijnym Szczycie ONZ. Niestety nie był on od początku precyzyjnie zdefiniowany oraz ograniczony czasowo. Wskaźniki wspierające zadania, a dalej sam Cel nie zawsze bazowały na dokładnych i rzeczywistych danych. W przypadku niektórych wskaźników najzwyczajniej brakowało danych. W związku z tym założenia ze Szczytu Milenijnego nie były w żaden sposób śledzone, aż do momentu powołania MDG GAP Task Force (Force, M. G. T., 2015, s. 3). W trakcie sprawozdawczego doświadczenia Grupa Zadaniowa⁶⁰ zauważyła istotne luki, nie tylko w zakresie realizacji zadań w ramach MDG 8, ale także w zakresie jego monitorowania. Ponadto niektóre miary wykazały rozbieżność między wyznaczonymi zadaniami, a wskaźnikami wybranymi do określania postępu w realizacji tych zadań (Force, M. G. T., 2015, s. xiii). Pomimo niezrealizowania celu związanego z oficjalną pomocą rozwojową ODA, znacząca ilość środków finansowych zasiliła najbardziej potrzebujących tego świata. Dostęp do handlu został określony jako środek walki z nierównościami i biedą. Szczególnie zachęcający jest fakt, że kraje rozwijające się, odgrywają większą rolę w światowych

⁵⁹ ODA – Oficjalna pomoc rozwojowa ang. Official Development assistance jest określana przez Komitet Pomocy Rozwojowej OECD (DAC) jako pomoc rządowa, która promuje i jest ukierunkowana w szczególności na rozwój gospodarczy i dobrobyt państwa. Ma kluczowe znaczenie dla globalnego partnerstwa. Wspiera kraje rozwijające się w ich wysiłkach na rzecz likwidacji ubóstwa i osiągnięcia Milenijnych Celów Rozwoju Źródło: <https://www.oecd.org/dac/financing-sustainable-development/development-finance-standards/What-is-ODA.pdf>, dostęp: 06.02.2022, Force, M. G. T., 2015, s. 9.

⁶⁰ Grupa Zadaniowa – MDG Gap Task Force

przepływach handlowych. Współczynnik zagranicznego zadłużenia do PKB w krajach rozwijających się zmalał na przestrzeni dekady. Jednak cały czas pozostaje pilna potrzeba podjęcia dalszych działań politycznych ze strony społeczności międzynarodowej w celu wzmocnienia ich polityk w zakresie zapobiegania kryzysom zadłużenia. Problem dostępności leków w krajach rozwijających się jest ciągle obecny oraz pozostaje kluczowym wyzwaniem MDG. Pomimo znaczącej poprawy w dostępie do technologii informatycznych i komunikacyjnych w ostatniej dekadzie, dalsze działania muszą zostać podjęte szczególnie w krajach rozwijających się. Przepaść cyfrowa jest szczególnie wyraźna w kontekście Internetu i jakości dostępu. Przykładowo w 2015 roku tylko nieco ponad jedna trzecia populacji w krajach rozwijających się korzystała z Internetu, w porównaniu do 82 procent w krajach rozwiniętych. Kontrast jest jeszcze bardziej dramatyczny w Afryce Subsaharyjskiej, gdzie mniej niż 21 procent ludności korzystało z Internetu. W krajach najslabiej rozwiniętych liczba ta jest mniejsza niż 10 procent (Force, M. G. T., 2015, s. XIII-XVI). Szczegółowe dane odnośnie do realizacji zadań zostały przedstawione w Tabeli 14.

Tabela 14 Podsumowanie realizacji Milenijnych Celów Rozwoju

Zadania	Wybrane rezultaty
<p>1A: Zmniejszyć o połowę liczbę ludzi, których dochód nie przekracza 1 dolara dziennie.</p> <p>1B: Osiągnąć pełne i produktywne zatrudnienie oraz godną pracę dla wszystkich, w tym kobiet i młodych ludzi</p> <p>1C: Zmniejszyć o połowę liczbę ludzi, którzy cierpią głód.</p>	<p>1A: Procent osób żyjących za mniej niż 1,25 dolara dziennie: 1990: 47% 2015: 14%</p> <p>1B: Współczynnik zatrudnienia do populacji 1990: 62% 2015: 60%</p> <p>1C: Liczba osób żyjąca w skrajnym ubóstwie: 1990: 1,9 mld 2015: 0,84 mld</p>
<p>2A: Zapewnić wszystkim chłopcom i dziewczętom możliwość ukończenia pełnego cyklu nauki na poziomie podstawowym.</p>	<p>2A: Liczba dzieci w wieku szkolnym na poziomie podstawowym „poza szkołą”: 2000: 100 mln 2015: 57 mln</p>
<p>3A: Wyeliminować nierówny dostęp płci do pierwszego i drugiego szczebla edukacyjnego do 2005 roku, a na wszystkich szczeblach do 2015 roku.</p>	<p>3: Regiony rozwijające się jako całość osiągnęły cel polegający na wyeliminowaniu nierówności płci w wykształceniu na wszystkich poziomach Region o najwyższej dysproporcji w dostępie do edukacji – Południowa Azja: 1990: 74 dziewczynki vs 100 chłopców 2015: 103 dziewczynki vs 100 chłopców</p>

Zadania	Wybrane rezultaty
4A: Zmniejszyć o 2/3 wskaźnik umieralności dzieci w wieku do lat 5.	4A: Współczynnik śmiertelności dzieci poniżej 5 roku życia: 1990: 90 zgonów / 1000 urodzeń (12,7 mln) 2015: 43 zgony / 1000 urodzeń (6 mln)
5A: Zmniejszyć o 3/4 wskaźnik umieralności matek. 5B: Osiągnąć do 2015 roku powszechny dostęp do medycznej opieki reprodukcyjnej.	5A: Współczynnik śmiertelności matek: 1990: 380 zgonów na 100 000 urodzeń 2013: 210 zgonów na 100 000 urodzeń 5B: Dostęp do powszechnej⁶⁶ opieki przedporodowej w 2015: 52% vs 100%
6A: Powstrzymać rozprzestrzenianie się HIV/AIDS i ograniczyć ilość nowych zakażeń. 6B: Osiągnąć do 2010 roku powszechny dostęp do leczenia HIV/AIDS dla wszystkich, którzy tego potrzebują. 6C: Powstrzymać rozprzestrzenianie się malarii i innych groźnych chorób i ograniczyć ilość zachorowań.	6A: Liczba nowych zakażeń HIV rocznie: 2000: 3,4 mln 2014: 2,1 mln 6B: Powszechny⁶¹ dostęp do leczenia (ART) w regionach rozwijających się 2013: 36% vs 100% 6C: Redukcja zachorowalności na malarię pomiędzy rokiem 2000 a 2015: 37% Redukcja śmiertelności z powodu malarii pomiędzy rokiem 2000 a 2015: 58%
7A: Uwzględnić zasady zrównoważonego rozwoju w krajowych strategiach i programach. 7B: Zmniejszyć utratę różnorodności biologicznej, osiągając do 2010 r. znaczne zmniejszenie tempa utraty. 7C: Zmniejszyć o połowę liczbę ludzi pozbawionych stałego dostępu do czystej pitnej wody oraz sanitariatu. 7D: Do 2020 roku osiągnąć znaczącą poprawę warunków życia przynajmniej 100 milionów mieszkańców slumsów.	7A: Redukcja substancji zubażających warstwę ozonową między rokiem 1990 a 2015: 98% Emisja CO₂ względem roku 1990: +50% 7B: Procent chronionych obszarów lądowych i wód śródlądowych: 1990: 8,7% 2015: 15,2% 7C: Procent populacji posiadający dostęp do ulepszonej wody/ulepszonych źródeł wody⁶²: 1990: 76% 2015: 91% Procent populacji posiadający dostęp do ulepszonych obiektów sanitarnych⁶³: 1990: 54% 2015: 68% 7D: Redukcja odsetka ludności żyjącej w tzw. slumasach w krajach rozwijających się: 2000: 39% 2014: 30%

⁶¹ Dostęp powszechny – 100%

⁶² Ulepszona woda – ang. Improved water - Ulepszone źródła wody pitnej to takie, które ze względu na swój projekt i konstrukcję mają potencjał dostarczania bezpiecznej wody. Według JMP aby spełnić kryteria bezpiecznego zarządzania wodą pitną, gospodarstwa domowe muszą korzystać z ulepszonego źródła, które jest: dostępne na miejscu, dostępne w razie potrzeby oraz wolne od zanieczyszczeń. Źródło: <https://washdata.org/monitoring/drinking-water>, dostęp: 01.02.2022.

JMP - Wspólny Program Monitorowania zaopatrzenia w wodę i warunków sanitarnych ang. Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation opracowany przez WHO i UNICEF. Jest to oficjalny mechanizm ONZ, którego zadaniem jest monitorowanie postępów w realizacji 7 celu MDG oraz 6 celu SDG. Źródło: <https://washdata.org/how-we-work/about-jmp>, dostęp: 01.02.2022.

⁶³ Ulepszony sanitarium – ang. Improved sanitation, definiuje się jako taki, który w higieniczny sposób oddziela ludzkie odchody od kontaktu z ludźmi. Źródło: <https://washdata.org/monitoring/sanitation>, dostęp: 05.02.2022

Zadania	Wybrane rezultaty
<p>8A: Dopracować dostępny dla wszystkich, oparty na jasnych przepisach i niedyskryminujący nikogo system handlowo-finansowy. Obejmuje zobowiązanie do dobrego zarządzania, rozwoju i ograniczania ubóstwa – zarówno na poziomie krajowym, jak i międzynarodowym.</p> <p>8B: Wyjść naprzeciw szczególnym potrzebom najsłabiej rozwiniętych państw poprzez zniesienie ceł i kontyngentów na towary eksportowane przez te kraje, zwiększenie skali redukcji długów poważnie zadłużonych ubogich krajów, umorzenie długów zaciągniętych w ramach oficjalnej pomocy bilateralnej oraz zwiększenie pomocy na rzecz rozwoju dla krajów podejmujących działania mające na celu ograniczenie ubóstwa.</p> <p>8C: Wyjść naprzeciw szczególnym potrzebom krajów śródlądowych i krajów rozwijających się położonych na małych wyspach.</p>	<p>8A/8B/8C: Średnie opłaty nakładane⁶⁴ przez kraje rozwinięte na kluczowe produkty⁶⁵ importowane z krajów rozwijających się na:</p> <p>1996: 9,9% 2014: 6,6%</p> <p>z LDC's⁶⁶: 1996: 5,4% 2014: 3,4%</p> <p>Import bezcłowy z krajów rozwijających się do krajów rozwiniętych: 2000: 62% 2014: 83%</p> <p>Import bezcłowy z LDC do krajów rozwiniętych: 2000: 76% 2014: 90%</p> <p>ODA: 2014: 0,29% vs Cel 0,7% 135,2 mld \$ vs 326,3 mld \$</p> <p>ODA dla LDC's 2013: 0,1% vs Cel 0,15%-0,20% 44,5 mld \$ vs 66,8 – 89,0 mld \$</p>
<p>8D: Rozstrzygnąć kwestię zadłużenia krajów rozwijających się poprzez podjęcie narodowych i międzynarodowych kroków służących utrzymaniu długookresowej zdolności do spłaty zadłużenia.</p> <p>8E: We współpracy z firmami farmaceutycznymi zapewnić dostęp do niedrogich podstawowych leków w krajach rozwijających się.</p> <p>8F: We współpracy z sektorem upowszechnić dostęp do nowych technologii, zwłaszcza technologii informacyjnych i komunikacyjnych.</p>	<p>8D: HIPCs⁶⁷: 2015: 36/39 krajów zakwalifikowanych do otrzymania pomocy</p> <p>Koszty obsługi długów do eksportu krajów rozwijających się: 2000: 12% 2013: 3,1%</p> <p>8E: Dane dotyczące stałego dostępu do podstawowych leków są ograniczone i różnią się w zależności od miejsca. Badania i dowody z 2014 roku sugerują poprawę w tym obszarze.</p> <p>8F: Odsetek ludności objętych siecią komórkową 2G: 2001: 58% 2015: 95%</p> <p>Odsetek ludności z dostępem do Internetu: 2000: 6% 2015: 43%</p>

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Ki-Moon, B., 2015, s. 4-7, s. 11-68, Force, M.G.T., 2015, s. 11-75

⁶⁴ Średnia arytmetyczna wyliczona na podstawie opublikowanych danych oraz wykresów w raporcie podsumowującym realizację MDG (Ki-Moon, B., 2015, 64, Force, M. G. T., 2015, s.31). Wartości procentowe poszczególnych grup towarów tj. tekstylia, produkty rolne i ubrania różnią się między sobą.

⁶⁵ produkty rolne, tekstylia i ubrania.

⁶⁶ LDC – Najmniej rozwinięte kraje ang. Least developed countries

⁶⁷ HIPCs - Program Redukcji Zobowiązań Najbiedniejszych i Najbardziej Zadłużonych Państw Świata, ang. Heavily Indebted Poor Countries. S

Milenijne Cele Rozwoju stanowią zobowiązanie niesienia pomocy najbardziej potrzebującym oraz wsparcia ich przez strony, które przystąpiły do realizacji zadań. Nawet jeśli znaczna część Milenijnych Celów Rozwoju została przynajmniej częściowo osiągnięta, a zadania zrealizowane, wiele osób uważa i postrzega MDG jako „niedokończone sprawy” (Lomazzi M., Borisch B., Laaser U., 2014, s. 7). Dziedzictwo związane z pracą nad MDGs dostarczyło Organizacji Narodów Zjednoczonych cennych lekcji i doświadczeń podczas ustalania nowych tym razem *Celów Zrównoważonego Rozwoju* na kolejne 15 lat. Z upływem czasu i zmian na świecie, zarówno gospodarczych, klimatycznych jak i społecznych zaczęto zastanawiać się w jaki sposób poradzić sobie z nowymi, nieznanyymi dotąd wyzwaniami, z którymi musi mierzyć się świat oraz pojedyncze społeczności.

Cele Zrównoważonego Rozwoju - SDG (2015-2030)

Cele Zrównoważonego Rozwoju (SDGs⁶⁸) ustanowione w 2015 roku, są zobowiązaniem i kontynuacją rozpoczętej przed ponad dwudziestoma laty pracy nad największymi globalnymi priorytetami: środowiskowymi, ekonomicznymi oraz społecznymi. Idea ich utworzenia zrodziła się w roku 2012 w Rio de Janeiro podczas UNCS⁵⁰. Pomysł ustanowienia SDGs został dość szybko przyjęty i zaakceptowany przez państwa członkowskie ze względu na rosnące wyzwania związane ze zrównoważonym rozwojem dla całego świata. Ramy Celów Zrównoważonego rozwoju wykraczają daleko poza realizowane do tej pory, Milenijne Cele Rozwoju przyjęte w 2000 roku (źródło: <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/agenda-2030>, dostęp: 28.01.2022).

Na podstawie wniosków z realizacji Milenijnych Celów Rozwoju oraz opinii wielu badaczy, m.in. Jochena Jesinghousa można wnioskować, że pomimo postępu w realizacji wielu priorytetów, pogorszeniu uległ obszar związany ze środowiskiem naturalnym. W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat istotność funkcji potrójnej linii przewodniej (TBL¹) i znaczenie zrównoważonego rozwoju wzrosły dzięki rozwiniętej świadomości globalnej w dziedzinach nauk i wiedzy o ziemi oraz dzięki dynamicznym zmianom środowiskowym i klimatycznym, które dokonują się w ostatnich latach. Badacze i naukowcy tacy jak Paul Crutzen upatrują w tych zmianach na tyle istotny, zagrażający fundamentalnym procesom ziemi wpływ działalności człowieka, że w literaturze można spotkać stwierdzenia o nowej epoce geologicznej zwanej Antropocenem (Crutzen P., 2002, s. 23). Choć nie jest to oficjalnie uznana przez środowisko naukowe epoka geologiczna, pojęcie funkcjonuje w literaturze naukowej

⁶⁸ SDGs – Cele Zrównoważonego Rozwoju, ang. Sustainable Development Goals

od ponad 20 lat. Termin ten powstał na skutek uświadomienia sobie faktu, iż działalność człowieka w realnym stopniu wpływa na Ziemię w skali porównywalnej z niektórymi wydarzeniami starożytnej przeszłości. Niektóre z tych zmian postrzegane są jako trwałe nawet w geologicznej skali czasu (Syvitski, J. P. M., i.in., 2005, s. 308). Z tego powodu, pojęcie Antropocen zaczęto używać w celu oznaczenia aktualnego przedziału czasu, zdominowanego przez działalność człowieka. W roku 2008 roku Komisja Stratygraficzna Towarzystwa Geologicznego w Londynie uznała za zdecydowaną większość głosów zasadność rozważenia ewentualnej formalizacji tego terminu poprzez analizę efektów, o których mowa w pracach P. Crutzena. (Zalasiewicz J., i.in., 2008, s. 4). Trzeba zaznaczyć, iż Londyńska komisja nie jest jednostką dysponującą odpowiednimi uprawnieniami do formalizowania tego pojęcia. Pomimo tego, grupa niezależnych naukowców–geologów uznała, że ten przypadek powinien zostać dogłębniej przebadany (Zalasiewicz J., i.in., 2010, s. 2228).

Podobnie jak Milenijne Cele Rozwoju, Cele Zrównoważonego Rozwoju adresują priorytety zorganizowane wokół trzech filarów tj. rozwój ekonomiczny, zrównoważenie środowiskowe oraz integracja społeczna. Poza wyzwaniem stricte środowiskowym, znaczącą część planu Zrównoważonego Rozwoju stanowi kontynuacja realizacji zagadnień społeczno-ekonomicznych. W skład tych wyzwań trzeba zaliczyć zjawiska obserwowane, analizowane oraz komentowane od lat, takie jak: prowadząca do niepokojów społecznych niestabilność pozyskania pracy zarobkowej dla dużej części światowej siły roboczej zarówno w krajach bogatych jak i biednych, wzrost luki w zarobkach pomiędzy wysoko wyspecjalizowanymi pracownikami, a pracownikami fizycznymi z niskimi kwalifikacjami, czy nierówności związane z płcią oraz przynależnością etniczną (Sachs JD., 2012, s. 2207). Pomimo tego, że jedna część celów ma charakter społeczno–gospodarczy, a druga koncentruje się na aspektach biofizyczno–środowiskowych, należy postrzegać je wszystkie jako spójną całość wzajemnie od siebie zależną i odzwierciedlającą ludzką egzystencję (Keesstra S. D. i.in., 2016, s. 113). W związku z tym w rozważaniach na temat istotności ustanowienia „nowych” Celów Zrównoważonego Rozwoju, trzeba wspomnieć o najwyższym w dziejach ludzkości przyroście naturalnym ludności na poziomie nawet 80 milionów osób rocznie (Sachs JD., 2012, s. 2207). Dodatkowo znaczący i dynamiczny wzrost ekonomiczny w gospodarkach wschodzących państw Azji oraz Afryki, które zwiększając swoje zapotrzebowanie na towary oraz konsumpcję, eksploatują grunty rolne, prowadząc do dalszego niszczenia siedlisk przyrodniczych oraz zwiększonego zanieczyszczenia nawozami. Niezrównoważona produkcja rolna negatywnie wpływa na grunty oraz gleby. Z kolei ich jakość ma kluczowy udział

w zapewnieniu podstawowych dla człowieka środków, takich jak żywność, czysta woda, czyste powietrze oraz bioróżnorodność. Wszystko to ma niebagatelne znaczenie w wywieraniu bezprecedensowego na skalę światową nacisku na aktualne ekosystemy (Sachs JD., 2012, s.2207). Pomimo zaobserwowanych na przestrzeni ostatnich kilku lat postępów w związku z ochroną gruntów i gleb, zmniejszenie potencjału produkcji żywności jest ciągle obserwowane z powodu rozległej ich degradacji na całym świecie (Keesstra S. D. i.in., 2016, s. 112). Efektem zmniejszenia możliwości produkcyjnych przy jednoczesnym wzroście popytu na żywność jest znaczący wzrost cen pożywienia co destabilizująco wpływa na społeczności i może prowadzić do zepchnięcia setek milionów ludzi w stan tzw. chronicznego głodu. (Sachs JD., 2012, s. 2206–2207).

Organizacja Narodów Zjednoczonych wyznaczyła 17 Celów Zrównoważonego Rozwoju, których termin realizacji wynosi, tak jak w przypadku Milenijnych Celów Rozwoju, 15 lat. Cele zostały ustalone na szczycie ONZ w Nowym Jorku 25–27 września 2015 roku, zatem termin ich realizacji przypada na rok 2030. Przywódcy krajów członkowskich ONZ podpisując dokument *Przekształcamy nasz świat: Agenda na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju – 2030* podjęli ambitne zobowiązanie do podjęcia działań na rzecz: redukcji ubóstwa w jego wszystkich postaciach, zapewnienia dostępu do edukacji, żywności i czystej wody, podjęcia działań na rzecz równości szans, wspieranie praw człowieka, pokoju i stabilności na świecie, ochrony środowiska naturalnego, łagodzenia zmian klimatycznych oraz dostępu do zrównoważonych źródeł energii (<https://www.gov.pl/web/polskapomoc/cele-zrownowazonego-rozwoju>, dostęp: 16.09.2021). *Agenda na rzecz Zrównoważonego Rozwoju 2030* to program działań o bezprecedensowym do tej pory zakresie. Podobnie jak w przypadku Milenijnych Celów Rozwoju, agenda definiuje model Zrównoważonego Rozwoju na poziomie globalnym. Program zawiera 17 Celów Zrównoważonego Rozwoju złożonych ze 169 działań, a także 232 wskaźników (Gossling-Goidsmiths J., 2018, s. 6, Engberg-Pedersen, P., 2018, s. 13). Cele skupiają się wokół 5 obszarów: Ludzi, Planety, Dobrobytu, Pokoju oraz Partnerstwa ang. 5 x P: People, Planet, Prosperity, Peace, Partnership. Zgodnie z Rezolucją Zgromadzenia Ogólnego ONZ z 25 września 2015 w dokumencie *Przekształcamy nasz świat: Agenda 2030 na rzecz zrównoważonego rozwoju* zadania i cele mają być realizowane i osiągnane przez wszystkie zaangażowane strony tj. rządy państw, organizacje międzynarodowe, organizacje pozarządowe, sektor nauki i biznesu, a także obywatele. Preambuła informuje o tym, że Cele Zrównoważonego Rozwoju są kontynuacją *tego, czego nie udało się osiągnąć poprzez Milenijne Cele Rozwoju*, a nowe Cele i zadania będą stymulować do działania w sferze

społecznej, ekonomicznej oraz środowiskowej przez okres kolejnych 15 lat, aż do roku 2030 (UN 2015, s. 1). Przedstawiciele rządów reprezentujących Państwa podpisały rezolucję potwierdzającą zobowiązanie do realizacji zadań wokół obszarów z 5 x P, o następującym brzmieniu:

Ludzie (ang. People): *Jesteśmy zdeterminowani, aby skończyć z ubóstwem i głodem we wszystkich ich formach i wymiarach i zapewnić, aby wszyscy ludzie mogli wykorzystać swój potencjał z godnością i równością oraz w zdrowym środowisku naturalnym.*

Planeta (ang. Planet): *Jesteśmy zdeterminowani, aby chronić planetę przed degradacją, w tym poprzez zrównoważoną konsumpcję i produkcję, zrównoważone zarządzanie zasobami naturalnymi oraz podejmowanie pilnych działań w zakresie zmian klimatu, tak aby wspierały potrzeby obecne i przyszłych pokoleń.*

Dobrobyt (ang. Prosperity): *Jesteśmy zdeterminowani, aby wszyscy ludzie mogli cieszyć się dostatkiem i satysfakcjonującym życiem oraz postępem gospodarczym, społecznym i technologicznym w harmonii z naturą.*

Pokój (ang. Peace): *Jesteśmy zdeterminowani, aby wspierać pokojowe, sprawiedliwe i integracyjne społeczeństwa, wolne od strachu i przemocy. Nie ma zrównoważonego rozwoju bez pokoju i nie ma pokoju bez zrównoważonego rozwoju.*

Partnerstwo (ang. Partnership): *Jesteśmy zdeterminowani, aby zmobilizować środki wymagane do realizacji tej Agendy poprzez ożywione Globalne Partnerstwo na rzecz Zrównoważonego Rozwoju, oparte na duchu wzmocnionej globalnej solidarności, skoncentrowanej w szczególności na potrzebach najbiedniejszych i najsłabszych, przy udziale wszystkich krajów, wszystkich interesariuszy i wszystkich ludzi (UN 2015, s. 2).*

Agenda uznawana jest za uniwersalny dekret. Obejmuje wszystkie wymiary Zrównoważonego Rozwoju, w tym kwestie środowiskowe, ekonomiczne oraz równość społeczną i zarządzanie. SDG mają na celu rzeczywistą zmianę życia ludzi oraz całych społeczeństw i środowiska naturalnego. Uznając, że wszelkie formy nędzy oraz skrajnego ubóstwa są największym globalnym wyzwaniem, a ich eliminacja niezbędnym wymogiem zrównoważonego rozwoju, preambuła Agendy zawiera również deklarację członków do pracy nad tym wyzwaniem brzmiącą: *Wszystkie kraje i wszystkie zainteresowane strony, działające we współpracy partnerskiej, będą wdrażać ten plan. Jesteśmy zdecydowani uwolnić ludzkość od tyranii ubóstwa oraz chcemy uzdrowienia i zabezpieczenia naszej planety (UN 2015, s. 1).*

Realizacja wszystkich założeń koncepcji Zrównoważonego Rozwoju w obszarze społecznym, ekonomicznym oraz środowiskowym ze względu na zakres wymaga odpowiedniego planu, punktów kontrolnych oraz ustrukturyzowania poszczególnych działań. Zbiór wszystkich 17 Celów Zrównoważonego Rozwoju z opisem przedstawiono w Tabeli 15.

Ze względu na objętość opisu wszystkich celów, celów cząstkowych oraz wskaźników, pełny wykaz znajduje się w sekcji Załączniki jako Załącznik 2 na końcu rozprawy ⁶⁹.

Tabela 15 Cele Zrównoważonego Rozwoju 2015+

Cel	Nazwa celu	Opis
1	Koniec z ubóstwem	Wyeliminować ubóstwo we wszystkich jego formach na całym świecie
2	Zero głodu	Wyeliminować głód, osiągnąć bezpieczeństwo żywnościowe i lepsze odżywianie oraz promować zrównoważone rolnictwo
3	Dobre zdrowie i jakość życia	Zapewnić wszystkim ludziom w każdym wieku zdrowe życie oraz promować dobrobyt
4	Dobra jakość edukacji	Zapewnić wszystkim edukację wysokiej jakości oraz promować uczenie się przez całe życie
5	Równość płci	Osiągnąć równość płci oraz wzmocnić pozycję kobiet i dziewcząt
6	Czysta woda i warunki sanitarne	Zapewnić wszystkim ludziom dostęp do wody i warunków sanitarnych poprzez zrównoważoną gospodarkę zasobami wodnymi
7	Czysta i dostępna energia	Zapewnić wszystkim dostęp do źródeł stabilnej, zrównoważonej i nowoczesnej energii po przystępnej cenie
8	Wzrost gospodarczy i godna praca	Promować stabilny, zrównoważony i inkluzywny wzrost gospodarczy, pełne i produktywne zatrudnienie oraz godną pracę dla wszystkich ludzi
9	Innowacyjność, Przemysł, Infrastruktura	Budować stabilną infrastrukturę, promować zrównoważone uprzemysłowienie oraz wspierać innowacyjność
10	Mniej nierówności	Zmniejszyć nierówności w krajach i między krajami
11	Zrównoważone miasta i społeczności	Uczynić miasta i osiedla ludzkie bezpiecznymi, stabilnymi, zrównoważonymi oraz sprzyjającymi włączeniu społecznemu.
12	Odpowiedzialna konsumpcja i produkcja	Zapewnić wzorce zrównoważonej konsumpcji i produkcji
13	Działania w dziedzinie klimatu	Podjąć pilne działania w celu przeciwdziałania zmianom klimatu i ich skutkom

⁶⁹ Zestawienie wszystkich Celów, działań i wskaźników SDG ONZ dostępna jest w sekcji Załączniki jako Załącznik 2. Źródło: <https://undocs.org/A/RES/71/313>, dostęp: 28.02.2022.

Cel	Nazwa celu	Opis
14	Życie pod wodą	Chronić oceany, morza i zasoby morskie oraz wykorzystywać je w sposób zrównoważony
15	Życie na lądzie	Chronić, przywrócić oraz promować zrównoważone użytkowanie ekosystemów lądowych, zrównoważone gospodarowanie lasami, zwalczać pustynnienie, powstrzymać i odwracać proces degradacji gleby oraz powstrzymać utratę różnorodności biologicznej
16	Pokój sprawiedliwość i silne instytucje	Promować pokojowe i inkluzywne społeczeństwa, zapewnić wszystkim ludziom dostęp do wymiaru sprawiedliwości oraz budować na wszystkich szczeblach skuteczne i odpowiedzialne instytucje, sprzyjające włączeniu społecznemu.
17	Partnerstwa na rzecz celów	Wzmocnić środki wdrażania i ożywić globalne partnerstwo na rzecz zrównoważonego rozwoju.

Źródło: <https://www.un.org.pl/> [dostęp 21.11.2021], UN 2015, s.14

Szerokość zakresu Agendy z 17 celami, na którą składa się wysoka liczba zadań i wskaźników, często niemierzalnych oraz nieokreślonych ilościowo, wywołuje sporo dyskusji, również o zabarwieniu sceptycznym w odniesieniu do pomyślnej realizacji wszystkich założeń. Badacze podkreślają, że skupienie się na wszystkich celach przy jednoczesnym braku ustalania priorytetów może wywoływać ryzyko osłabienia wysiłków i uzyskanie ograniczonych rezultatów (Engberg-Pedersen, P., 2016, s. 2, Elder M., Bengtsson M., Akenji L., 2016, s.1). Ponadto ramy Celów Zrównoważonego Rozwoju mogą być postrzegane jako problematyczne ze względu na swoją istotę. Szczególnie zauważalne jest to w obszarze realizacji celów i wyzwań związanych warunkami godnego życia przy jednoczesnym zaangażowaniu w środowiskowy aspekt zrównoważonego rozwoju. Może to w konsekwencji implikować negatywne skutki społeczno-polityczne (Weber H., 2017, s. 401).

SDG's składają się z 17 celów, 169 celów cząstkowych (działań) oraz ponad 200 wskaźników. SDG różnią się nieco od MDG ze względu na formę celów cząstkowych. SDG zawierają cele przynoszące bezpośredni rezultat tzw. *Outcome Targets* oraz z cele pośrednie-wspierające, nazywane Środkami Realizacji Celów ang. *Means of Implementation Targets (MoI)* lub *Process Targets*. Zadanie MOI polega na zbudowaniu procesów oraz możliwości realizacji SDG np. poprzez ustanawianie właściwych polityk czy zasad partnerstwa (Engberg-Pedersen, P., 2018, s. 16). Mają więc funkcję wspierającą. MOI włączone zostały do zbioru wszystkich celów cząstkowych w procesie negocjacji SDG's zainicjowanych przez kraje rozwijające się wskutek ich obaw o realność wykonania zadań składających się na SDG (Elder M., Bengtsson M., Akenji L., 2016, s.1, Bartram J., i.in., 2018, s. 1). W nawiązaniu do doświadczeń przy realizacji

MDG w latach 2000–2015, MOI postrzegane również są jako narzędzie wspierające proces zarządzania realizacją celów (Olsen S. H., 2014, i.in., s. 1). Organizacja Narodów Zjednoczonych definiuje MOI jako współzależny zbiór zasobów finansowych, rozwój i transfer technologii, budowanie potencjału, integracyjną i sprawiedliwą globalizację i handel. Zakłada integrację regionalną, a także utworzenie krajowego środowiska wymaganego do wdrożenia nowego programu Zrównoważonego Rozwoju (Bartram J., i.in, 2018, s.1, UN, 2014, s. 1). W ramach 169 celów cząstkowych, MOI stanowią łącznie 81 (62+19) celów. Każdy z 16 SDG ma swoją własną listę MOI. Ponadto 17 Cel Zrównoważonego Rozwoju złożony wyłącznie z 19 celów MOI został szczegółowo opisany w punktach 60–71 *Agendy 2030* (Elder M., Bengtsson M., Akenji L., 2016, s.5). Podział tych celów został przedstawiony na Rysunku 8.



Rysunek 8 Podział Celów Zrównoważonego Rozwoju

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Engberg-Pedersen, P., 2016, UN 2015, Elder M., Bengtsson M., Akenji L., 2016.

W tabeli 16 przedstawiono udział oraz liczbę MOI w poszczególnych głównych Celach Zrównoważonego Rozwoju SDG. Pełne zestawienie wraz z opisem poszczególnych MOI dostępne jest jako Załącznik 2 w sekcji Załączniki.

Tabela 16 Podział Środków Realizacji Celów w celach Zrównoważonego Rozwoju

Cel	Nazwa celu	Środki Realizacji Celów (MOI)
1	Koniec z ubóstwem	2
2	Zero głodu	3
3	Dobre zdrowie i jakość życia	4
4	Dobra jakość edukacji	3
5	Równość płci	3
6	Czysta woda i warunki sanitarne	2
7	Czysta i dostępna energia	2
8	Wzrost gospodarczy i godna praca	5

Cel	Nazwa celu	Środki Realizacji Celów (MOI)
9	Innowacyjność, Przemysł, Infrastruktura	5
10	Mniej nierówności	5
11	Zrównoważone miasta i społeczności	5
12	Odpowiedzialna konsumpcja i produkcja	7
13	Działania w dziedzinie klimatu	3
14	Życie pod wodą	5
15	Życie na lądzie	6
16	Pokój sprawiedliwość i silne instytucje	2
17	Partnerstwo na rzecz celów	19
		81

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Engberg-Pedersen, P., 2016, UN 2015.

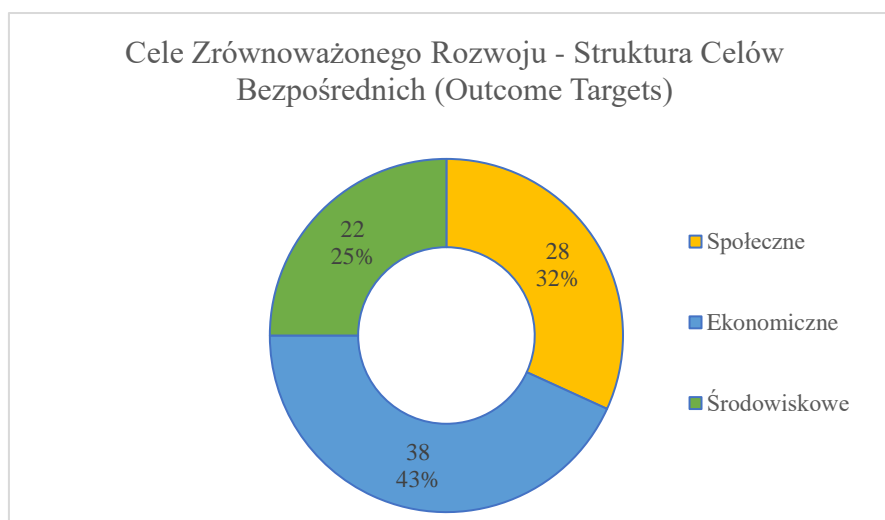
Pozostałe 88 celów bezpośrednich nazywanych *Outcome Targets* to cele, które cechują się realnym wpływem na gospodarkę, społeczeństwo oraz planetę (Engberg-Pedersen, P., 2016, s. 2). Cele bezpośrednie zostały przedstawione w Tabeli 17, sklasyfikowane zostały ze względu na obszar ich wpływu.

Tabela 17 Podział celów bezpośrednich w Celach Zrównoważonego Rozwoju

Cel	Nazwa celu	Cele bezpośrednie			Łącznie
		Społeczne	Ekonomiczne	Środowiskowe	
1	Koniec z ubóstwem	5	0	0	5
2	Zero głodu	3	0	2	5
3	Dobre zdrowie i jakość życia	8	1	0	9
4	Dobra jakość edukacji	5	2	0	7
5	Równość płci	0	6	0	6
6	Czysta woda i warunki sanitarne	2	0	4	6
7	Czysta i dostępna energia	0	2	1	3
8	Wzrost gospodarczy i godna praca	2	5	0	7

Spośród 88 Celów bezpośrednich;

- 28 celów zorientowanych jest na bezpośrednią poprawę życia ludzkiego i zostały w niniejszej dysertacji sklasyfikowane jako **Społeczne**,
- 38 celów nawiązuje do aspektów politycznych oraz społeczno-ekonomicznych i zostały w niniejszej dysertacji sklasyfikowane jako **Ekonomiczne**,
- 22 cele ukierunkowanych jest na aspektach stricte **Środowiskowych** (Engberg-Pedersen, P., 2016, s. 6).



Rysunek 9 Struktura Celów bezpośrednich (Outcome targets) w SDG.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Engberg-Pedersen, P., 2016, s. 6

Jak przedstawiono na Rysunku 9, zdecydowana większość bezpośrednich celów Zrównoważonego Rozwoju zorientowana jest na aspekty społeczne tj. poprawa życia ludzi oraz tematów społeczno-ekonomicznych. Istnieje również odczucie, że dawne cele MDG z lat 2000–2015 dominują zarówno w zestawieniu SDG, jak i w wysiłkach międzynarodowych (Engberg–Pedersen, P., 2018, s. 13). Podobnie jak w przypadku Milenijnych Celów Rozwoju aspekty środowiskowe stanowią najmniej znaczącą część w całym planie realizacji założeń koncepcji Zrównoważonego Rozwoju, pomimo istotnych wyzwań w tym obszarze podkreślanych również w podsumowaniu Realizacji MDG z roku 2015. Cele postawione przed 2000 rokiem udało się zrealizować jedynie częściowo, a w niektórych regionach Azji oraz Afryki nie zrealizowano ich ogóle. W związku z tym pewne wyzwania, obserwowane na świecie od dekad, dalej pozostają nierozwiązane oraz nieodpowiednio zaadresowane. Powodów takiego stanu rzeczy było wiele. A jednym z nich był niedostatecznie opracowany zakres celów, ich wewnętrzne relacje i powiązania, a dalej wpływ na wymiar środowiskowy, społeczny oraz ekonomiczny. Większość celów koncentrowała się na aspektach społecznych związanych z biedą, pomijając przy tym wyzwania środowiskowe (Lomazzi M., Borisch B., Laaser U., 2014, s. 5). Cele Zrównoważonego Rozwoju są kontynuacją działań podjętych w ramach MDG. Różnią się nie tylko w liczbie ustanowionych celów, ale także w ich przeznaczeniu, koncepcji oraz procesach politycznych, które je napędzają (Fukuda–Parr S., 2016, s. 44). Szeroka agenda i zakres SDG uwzględniające punkt startowy, złożoność oraz specyfikę krajów w odróżnieniu od MDG, mogą zostać osiągnięte globalnie dzięki procesom adaptacyjnym i celom pośrednim (Fukuda-Parr S., 2016, s. 50).

Szczegółowy opis SDG

1 SDG *Koniec z ubóstwem – Wyeliminować ubóstwo we wszystkich jego formach na całym świecie*, pierwszy Cel Zrównoważonego Rozwoju podobnie jak pierwszy cel MDG zakłada bezpośrednie wyeliminowanie skrajnego ubóstwa dla osób żyjących poniżej 1,25\$. Ponadto wspomina o obniżeniu o połowę osób żyjących w biedzie, ale w odróżnieniu od Celów Milenijnych, SDG zakładają implementację państwowych systemów socjalnych, mających chronić najsłabszych. Dodatkowo planuje się zapewnienie równego dostępu do podstawowych praw własności np. ziemi czy dostępu do usług finansowych. Zapewnienie odporności najsłabszym przed ekstremalnymi zjawiskami klimatycznymi czy innymi katastrofami ekonomicznymi, społecznymi lub środowiskowymi. Celami pośrednimi w ramach SDG1 są: zapewnienie środków do walki z ubóstwem z różnych źródeł, również międzynarodowych oraz stworzenie odpowiedniej krajowej polityki wspierającej najuboższych (UN 2015, s.15).

2 SDG *Zero Głodu – Wyeliminować głód, osiągnąć bezpieczeństwo żywnościowe i lepsze odżywianie oraz promować zrównoważone rolnictwo*, ten cel skupia się na walce z głodem, zapewnieniu dostępu do jedzenia oraz promowaniu zrównoważonego rolnictwa. Składa się z 5 celów cząstkowych, z czego 3 adresują wyzwania stricte społeczne, a 2 skupiają się na problemach środowiskowych. Zadania społeczne związane są z walką z głodem, niedożywieniem oraz zwiększeniem produktywności rolnej. Akcje środowiskowe mają na celu zapewnienie zrównoważonych systemów produkcji żywności poprzez wdrażanie odpornych na zmiany klimatyczne praktyk rolniczych oraz utrzymanie bioróżnorodności zarówno zwierząt hodowlanych jak i roślin. W celach pośrednich wspierających realizację zadań znajdują się między innymi cele związane ze zwiększaniem inwestycji poprzez współpracę międzynarodową (UN 2015, s.15–16).

3 SDG *Dobre Zdrowie i jakość życia – Zapewnić wszystkim ludziom w każdym wieku zdrowie życie oraz promować dobrobyt*, cel ten obejmuje zapewnienie zdrowia oraz dobrostanu dla wszystkich ludzi, w każdym wieku. Składa się na niego między innymi obniżenie wskaźnika śmiertelności okołoporodowej do poziomu 70 na każde 100 000 urodzonych dzieci czy redukcja śmiertelności 5 latków do poziomu nie większego niż 25 na każde 1000 urodzonych dzieci. Zapewnienie powszechnego dostępu do zdrowia reprodukcyjnego wraz z włączeniem tego zagadnienia do krajowych programów do roku 2030. Ponadto cel zakłada, że do roku 2030 uda się zakończyć epidemię AIDS, gruźlicy, malarii oraz innych chorób tropikalnych. Dodatkowo trzeci cel SDG zawiera szereg celów cząstkowych skupiających się na walce z chorobami psychicznymi oraz uzależnieniami. Dodatkowo

pojawiły się wskaźniki do celów na temat zapewnienia służby zdrowia. Cele pośrednie opisują wymagane środki do zapewnienia realizacji wyżej wymienionych zadań, między innymi w postaci zwiększenia finansowania służby zdrowia, wzmocnienia implementacji konwencji WHO nt. tytoniu czy wspieranie ośrodków badawczych do pracy nad lekami oraz ich dostępnością (UN 2015, s.16-17, UN 2017, s. 6-7).

4 SDG *Dobra jakość edukacji – Zapewnić wszystkim edukację wysokiej jakości oraz promować uczenie się przez całe życie*, ten Cel Zrównoważonego Rozwoju stawia na zapewnienie dostępu do opieki przedszkolnej przygotowującej do edukacji, następnie darmowej edukacji na poziomie podstawowym oraz ponadpodstawowym. 4 SDG to również równy dostęp do edukacji zawodowej, technicznej oraz wyższej na poziomie akademickim ponadto eliminacja nierówności płciowych oraz z tytułu niepełnosprawności w systemie edukacji. Istotnym celem cząstkowym jest zapewnienie do roku 2030 nabycia umiejętności czytania, pisania oraz liczenia u *znacznego odsetka ludzi dorosłych* oraz budowanie wiedzy nt. Zrównoważonego Rozwoju, zrównoważonego stylu życia, praw człowieka, równości płci, promowania kultury pokoju, akceptacji różnorodności oraz wpływu kultury na Zrównoważony rozwój u wszystkich uczących się w systemach edukacji (UN 2015, s.17).

5 SDG *Równość płci – Osiągnąć równość płci oraz wzmocnić pozycję kobiet i dziewcząt*, to cel, który zawiera 6 składowych skupiających się na aspektach ekonomiczno-społecznych i równym traktowaniu między innymi poprzez zakończenie jakiegokolwiek formy dyskryminacji i przemocy wobec kobiet i dziewcząt, eliminację przymusowych małżeństw czy okaleczanie żeńskich narządów płciowych. Zapewnienie możliwości pełnego udziału kobiet w życiu publicznym, ekonomicznym i politycznym w procesach decyzyjnych. Ponadto w celach pośrednich tzw. MOI znajdują się cele adresujące reformy nadające kobietom równe prawa np. własności czy wdrażanie polityk promujących równość płciową (UN 2015, s.18).

6 SDG *Czysta woda i warunki sanitarne – Zapewnić wszystkim ludziom dostęp do wody i warunków sanitarnych poprzez zrównoważoną gospodarkę zasobami wodnymi* składa się z 6 celów cząstkowych: 2 społecznych oraz 4 środowiskowych. Cele społeczne obejmują zapewnienie dostępu do czystej pitnej wody oraz do sanitariatu dla wszystkich ludzi na świecie do roku 2030. Pozostałe cele cząstkowe adresują wyzwania związane z zanieczyszczeniem wody oraz jej ulepszeniem, zwiększeniem efektywności wykorzystywania wody wraz z zapewnieniem do czystej bieżącej wody, redukując liczbę przypadków cierpienia z powodu braku wody. Ponadto cel zakłada implementację zintegrowanych systemów zarządzania wodą do roku 2030. Z kolei do roku 2020 planowano zapewnienie ochrony

i odbudowanie ekosystemów bazujących na dostępie do wody takich jak góry, lasy, mokradła, rzeki oraz jeziora (UN 2015, s.18-19).

7 *SDG Czysta i dostępna energia – Zapewnić wszystkim dostęp do źródeł stabilnej, zrównoważonej i nowoczesnej energii po przystępnej cenie*, cel ten składa się z 3 celów bezpośrednich i 2 pośrednich. Cele bezpośrednie obejmują kwestie ekonomiczne oraz środowiskowe, między innymi poprzez zapewnienie dostępu do taniej, stałej i nowoczesnej energii elektrycznej do roku 2030. Ponadto zakłada się zwiększenie udziału energii odnawialnej w globalnym miksie energetycznym do roku 2030. Ostatni z celów cząstkowych zakłada dwukrotną poprawę w efektywności wykorzystania energii elektrycznej w stosunku do punktu referencyjnego w danym kraju. Cele pośrednie wspierające i budujące potencjał koncentrują się na zwiększaniu międzynarodowej współpracy, aby ułatwić procesy dostępu do czystej odnawialnej energii oraz rozwój infrastruktury w celu dostarczenia energii elektrycznej, szczególnie w krajach rozwijających się i najbiedniejszych (UN 2015, s.19).

8 *SDG Wzrost gospodarczy i godna praca – Budować stabilną infrastrukturę, promować zrównoważone uprzemysłowienie oraz wspierać innowacyjność* to cel, który składa się z 7 cząstkowych celów bezpośrednich i 5 pośrednich. Obejmuje takie wyzwania jak: utrzymanie odpowiedniego poziomu wzrostu gospodarczego, zwiększenie wydajności gospodarczej poprzez inwestycje w innowacje oraz wspieranie działalności produkcyjnej. Ponadto cel obejmuje zwiększanie efektywności wykorzystywania zasobów naturalnych z docelowym zerwaniem z zależnością pomiędzy wzrostem gospodarczym, a degradacją środowiska. Zapewnia godną pracę dla wszystkich kobiet i mężczyzn oraz zmniejsza odsetek młodych osób pozostających bez pracy i edukacji (NEET⁷⁰). Założono, że do 2025 działania mają wyeliminować pracę dzieci, zapewnić ochronę praw pracowniczych i promować bezpieczne miejsca pracy. Ponadto w ramach celu ósmego zakłada się realizowanie inicjatyw wspierających takich jak Aid for Trade – wspieranie handlu szczególnie w krajach rozwijających się oraz praca nad globalną strategią zatrudnienia młodych ludzi (UN 2015, s.19-20).

9 *SDG Innowacyjność, Przemysł, Infrastruktura – Budować stabilną infrastrukturę, promować zrównoważone uprzemysłowienie oraz wspierać innowacyjność*, to cel skupiający się

⁷⁰ NEET - ang. not in employment, education or training – nazwa zjawiska socjologicznego i określana nią grupa społeczna, obejmująca młodzież pozostającą poza sferą zatrudnienia i edukacji, czyli tych, którzy jednocześnie nie uczą się, nie pracują ani nie przygotowują się do zawodu (Źródło: <https://stat.gov.pl/NEET>, dostęp 05.03.2022)

na realizacji zadań polegających na: rozwijaniu infrastruktury umożliwiającej i wspierającej rozwój gospodarczy, promowaniu zrównoważonej industrializacji, zwiększaniu zatrudnienia w przemyśle, ułatwieniu dostępu do usług finansowych i kredytów inwestycyjnych, szczególnie w krajach rozwijających się. Ponadto cel obejmuje podwyższanie jakości infrastruktury, zwiększanie efektywności wykorzystywania zasobów w przedsiębiorstwach produkcyjnych, stosowanie *czystych* technologii, wzmacnianie badań naukowych i wykorzystywanie ich w sektorze przemysłowym. Koncentruje się na zwiększeniu zatrudnienia pracowników w działach i sektorach badawczo-rozwojowych. Cele MOI wspierające realizację powyższych zadań obejmują ułatwianie rozwoju zrównoważonej technologii poprzez wsparcie finansowe oraz technologiczne w krajach najmniej rozwiniętych, wspieranie krajowych ośrodków badawczych w krajach rozwijających się oraz do 2020 roku zwiększenie dostępu do technologii IT oraz zapewnienie powszechnego dostępu do Internetu w krajach najmniej rozwiniętych (UN 2015, s.20-21).

10 SDG *Mniej nierówności - Zmniejszenie nierówności w krajach i między krajami*, cel ten skupia się na redukcji nierówności poprzez osiągnięcie i utrzymywanie wzrostu dochodu uzyskiwanego przez najbiedniejszą część populacji na poziomie wyższym niż średnia krajowa, promocji i wzmacnianiu włączenia do życia społecznego, gospodarczego i politycznego bez względu na wiek, płeć, rasę czy wyznanie. Cel koncentruje się na zapewnieniu równych szans poprzez implementację odpowiednich polityk krajowych, przyjęcie polityki fiskalnej oraz socjalnej. Co więcej, cel obejmuje poprawienie regulacji globalnych instytucji finansowych, włączenie krajów rozwijających się w procesy decyzyjne w międzynarodowych instytucjach gospodarczych i finansowych oraz ułatwienie przemyślanej i zaplanowanej migracji ludności. Ponadto cele pośrednie wspierające realizację 10 SDG to wprowadzenie zróżnicowanego traktowania krajów najmniej rozwiniętych zgodnie z WTO (polityka cel i opłat), zapewnienie pomocy rozwojowej ODA, kontynuując proces rozpoczęty w ramach realizacji MDG (UN 2015, s.21).

11 SDG *Zrównoważone miasta i społeczności – Uczynić miasta i osiedla ludzkie bezpiecznymi, stabilnymi, zrównoważonymi oraz sprzyjającymi włączeniu społecznemu*, zadania składające się na ten cel obejmują: zapewnienie wszystkim ludziom dostępu do bezpiecznych i przystępnych cenowo mieszkań, a także poprawienie warunków życia w tzw. slumsach i zapewnienie łatwego dostępu do systemów transportu publicznego. Zmniejszenie negatywnego wpływu miast na środowisko naturalne, szczególnie poprzez jakość powietrza oraz gospodarkę odpadami komunalnymi, wzmocnić wysiłki na rzecz ochrony i zabezpieczenia

dziedzictwa kulturowego oraz do 2030 zapewnienie łatwego dostępu do terenów zielonych (UN 2015, s.21-22).

12 SDG *Odpowiedzialna konsumpcja i produkcja – Zapewnić wzorce zrównoważonej konsumpcji i produkcji*, cel, o którym na konferencjach ONZ mówi się od szczytu Ziemi w Johannesburgu w 2002 roku, a swoim zakresem obejmuje: wdrożenie dziesięcioletnich programów zrównoważonej konsumpcji i produkcji, przede wszystkim w krajach rozwiniętych efektywne wykorzystywanie zasobów naturalnych oraz surowców, zmniejszenie ilości marnowanej żywności o połowę oraz redukcja odpadów poprzez recykling do roku 2030. Włączenie dużych międzynarodowych przedsiębiorstw w proces realizacji założeń Zrównoważonego Rozwoju oraz uwzględnianie informacji na ten temat np. w formie kluczowych wskaźników wydajności biznesu. Istotnym zadaniem w realizacji 12 celu jest również budowanie świadomości u ludzi w zakresie Zrównoważonego Rozwoju i zrównoważonego stylu życia oraz wzmocnienie zdolności naukowo-badawczych i technologicznych krajów rozwijających się (UN 2015, s.22-23).

13 SDG *Działania w dziedzinie klimatu – Podjąć pilne działania w celu przeciwdziałania zmianom klimatu i ich skutkom*, w ramach tego celu zadania obejmują: wzmocnienie odporności krajów na zagrożenia klimatyczne i katastrofy naturalne, włączenie do krajowych polityk działań na rzecz powstrzymania zmian klimatycznych zgodnie z UNFCCC, kontrolę emisji gazów cieplarnianych w roku oraz zwiększenie poziomu edukacji w zakresie skutków zmian klimatycznych. Znaczącą część celu nr 13 obejmują zobowiązania zawarte w Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w Sprawie Zmian Klimatu – UNFCCC, dlatego wywiązanie się z niej stanowi jeden z najważniejszych punktów realizacji celu 13 (UN 2015, s. 23).

14 SDG *Życie pod wodą – Chronić oceany, morza i zasoby morskie oraz wykorzystywać je w sposób zrównoważony*, wyzwania związane z życiem morskim stały się na przestrzeni lat na tyle istotnym problemem, że w celu poprawy sytuacji opracowano osobny cel składający się z dziesięciu składowych wspierających zarówno aspekty środowiskowe, jak i ekonomiczne. Zadania wspierające realizację celu 14 obejmują: zapobieganie i zmniejszenie poziomu zanieczyszczeń mórz i oceanów w wyniku działalności na lądzie, ochronę przybrzeżnych ekosystemów, minimalizację skutków zakwaszenia oceanów wskutek obecności nadmiaru dwutlenku węgla. Znaczącym aspektem jest regulacja kwestii połowów i pozyskiwania owoców morza oraz eliminacja nadmiernej eksploatacji siedlisk wodnych. Zwiększenie korzyści ekonomicznych dla małych państw wyspiarskich i krajów najmniej rozwiniętych,

które swoje gospodarki budują na eksploatacji zasobów morskich. Cele pośrednie wspierające 14 SDG obejmują zwiększenie ochrony i zrównoważenie wykorzystywania oceanów poprzez wdrażanie prawa międzynarodowego zgodnego z Konwencją Narodów Zjednoczonych o Prawie Morza, poszerzanie wiedzy naukowej w celu poszerzania bioróżnorodności wód oraz zapewnienie małym lokalnym rybakom dostępu do wód i rynków zbytu (UN 2015, s.23-24).

15 SDG *Życie na lądzie – Chronić, przywrócić oraz promować zrównoważone użytkowanie ekosystemów lądowych, zrównoważone gospodarowanie lasami, zwalczać pustynnienie, powstrzymać i odwracać proces degradacji gleby oraz powstrzymać utratę różnorodności biologicznej.* Cel obejmuje problem wylesiania i pustynnienia obszarów w wyniku działalności człowieka oraz zmian klimatycznych. Definiowane jako jedno z najważniejszych wyzwań Zrównoważonego Rozwoju (<https://www.un.org.pl/cel15>, dostęp: 06.03.2022). Zadania wspierające realizację celu *Życie na lądzie* obejmują: zapewnienie ochrony i odtworzenie lądowych i śródlądowych ekosystemów do roku 2020, zgodnie z międzynarodowymi zobowiązaniami, zwalczanie pustynnienia i odtworzenie zdegradowanych obszarów, ochronę ekosystemów górskich do roku 2030. Ponadto pilne działania kończące z procederami kłusownictwa muszą zostać przedsięwzięte wraz z działaniami zmniejszającymi degradację naturalnych siedlisk, ochronę gatunków zagrożonych i powstrzymanie utraty bioróżnorodności do roku 2020 również poprzez włączenie tych kwestii do krajowych planów i sprawozdań (UN 2015, s.24–25).

16 SDG *Pokój, sprawiedliwość i silne instytucje – Promować pokojowe i inkluzywne społeczeństwa, zapewnić wszystkim ludziom dostęp do wymiaru sprawiedliwości oraz budować na wszystkich szczeblach skuteczne i odpowiedzialne instytucje, sprzyjające włączeniu społecznemu* to przedostatni Cel Zrównoważonego Rozwoju, który obejmuje zagadnienia i wyzwania związane z prawami człowieka, pokojem i wymiarem sprawiedliwości. Zadania wchodzące w skład 16 celu dotyczą m.in.: zmniejszenia poziomu aktów przemocy i związanej z nią śmiertelnością na całym świecie, eliminacji procederu handlu ludźmi, przemocy oraz tortur, promowania rządów prawa oraz zapewnienia wszystkim ludziom równego dostępu do wymiaru sprawiedliwości. Zagadnienia koncentrują się także wokół zmniejszenia nielegalnych przepływów finansowych, handlu bronią oraz zmniejszenia poziomu korupcji i łapówkarstwa. Wzmocnienie pozycji krajów rozwijających się w światowych instytucjach porządku prawnego. Priorytetowym tematem jest również zapewnienie wszystkim ludziom tożsamości prawnej oraz rejestracji urodzeń do roku 2030. Cele wspierające skupiają się przede

wszystkim na wzmacnianiu instytucji krajowych poprzez kooperację międzynarodową oraz na promowaniu i egzekwowaniu prawa niedyskryminującego nikogo (UN 2015, s.25-26).

SDG 17 *Partnerstwa na rzecz celów – Wzmocnić środki wdrażania i ożywić globalne partnerstwo na rzecz zrównoważonego rozwoju* to ostatni z celów zrównoważonego rozwoju, różniący się od pozostałych 16 tym, że składa się wyłącznie z pośrednich celów, które są konieczne do wykonania zadań, a następnie osiągnięcia celów 1–16. Cel ten składa się z 19 zadań wspierających, które obejmują grupy tematyczne z dziedziny finansów, technologii, handlu, budowania potencjału oraz kwestii systemowych. W skład zadań obejmujących finanse wchodzi: wdrożenie zobowiązań dotyczący oficjalnej pomocy rozwojowej (ODA) jako kontynuacja zadań z Milenijnych Celów Rozwojowych, różnego rodzaju wsparcie finansowe dla krajów rozwijających się i najsłabiej rozwiniętych oraz budowa systemów wspierających zarządzanie i spłatę długów. W dziedzinie technologii zadania obejmują; wzmocnienie współpracy w zakresie utworzenia dostępu do nauki, technologii i innowacji również poprzez dzielenie się wiedzą, promowanie rozwoju, rozprzestrzenianie technologii przyjaznych środowisku w krajach rozwijających się oraz zwiększone wykorzystanie technologii kluczowych do rozwoju (IT) w krajach najsłabiej rozwiniętych. W dziedzinie handlu postawione przez ONZ cele pośrednie obejmują; promowanie otwartego i niedyskryminującego systemu handlu na zasadach WTO, zwiększenie eksportu z krajów najsłabiej rozwiniętych, wzmacnianie ich pozycję w światowym eksporcie oraz realizacja terminowego wdrożenia bezcłowego dostępu do rynku dla krajów najmniej rozwiniętych, zgodnie z decyzjami WTO. Cele systemowe obejmują *spójność polityczno-instytucjonalną* obejmującą zainteresowanie wokół zwiększania globalnej stabilności ekonomicznej, spójności polityki na rzecz zrównoważonego rozwoju oraz poszanowania przestrzeni politycznej każdego państwa. *Partnerstwa wielostronne* koncentrują się na wzmocnieniu globalnego partnerstwa na rzecz zrównoważonego rozwoju, również poprzez transfer wiedzy, technologii oraz środków finansowych między państwami. Ostatnia grupa, czyli *Dane, monitorowanie i odpowiedzialność* skupia się na wyzwaniach obecnych zarówno w przeszłości jak i dziś, czyli dostępie do aktualnych oraz rzetelnych danych głównie w krajach najmniej rozwiniętych. Ponadto zadania obejmują rozwój istniejących inicjatyw zwiększania potencjału statystycznego krajów rozwijających się oraz opracowanie wskaźnika pomiaru postępu w dziedzinie zrównoważonego rozwoju. Realizacja celów zrównoważonego rozwoju możliwa jest dzięki realizacji zadań *Globalnego Partnerstwa* wspieranego przez polityki i akcje uwypuklone

w *Planie działań z Addis Abeby*⁷¹, będącymi integralną częścią Agendy 2030, i które pomagają w zrozumieniu sposobów realizacji celów SDG (UN 2015, s. 26–28).

Wczytując się w opis celów, zadań oraz wskaźników nie ma wątpliwości, że Agenda 2030 oraz zawarte w niej cele są kontynuacją Deklaracji Milenijnej oraz Milenijnych Celów Rozwoju, które jako pierwsze ustrukturyzowały działania na rzecz osiągnięcia Zrównoważonego Rozwoju. Ponadto podejście zarówno w przypadku MDG jak SDG potwierdza fakt wzrostu znaczenia strategii osiągania Zrównoważonego Rozwoju opartej na ustalaniu i zarządzaniu celami z ang. *governing through goals* (de Jong, E., Vijge, M. J., 2021, s. 1-2). W przypadku obu zestawów celów znaczącym wyzwaniem był oraz jest, dostęp do danych, co przekłada się na możliwość dokładnego śledzenia postępów w realizacji założeń. Pomimo znacznego postępu w przypadku SDG w porównaniu do MDG w zakresie dostępu do danych, problem jest dalej obecny oraz znaczący (Sachs i in., 2021, s.58, UN, 2021, s.5). Ponadto istotną różnicą pomiędzy celami MDG, a SDG był sposób ich ustalania. Mianowicie Milenijne Cele Rozwoju pozbawione były szerszych konsultacji społecznych czy międzynarodowych. Pracowała nad nimi jedynie wąska grupa ekspertów ONZ. W przypadku SDG cele były opracowywane przez organizacje zewnętrzne, grupy ekspertów oraz szeroko konsultowane z 193 państwami członkowskimi oraz przeprowadzano konsultacje społeczne (Źródło: <https://psa.gov.ph/content/how-are-sustainable-development-goals-different-mdgs>, dostęp online: 05.03.2022, Battersby J., 2017, s. 120-124). Milenijne Cele Rozwoju nastawione były przede wszystkim na kraje rozwijające się. Nazywano je również agendą „Północ-Południe” z celami odpowiednimi dla krajów rozwijających się, takimi jak zapewnienie podstawowej edukacji. Z kolei Cele z 2015 roku, to globalna agenda transformacji mająca zastosowanie we wszystkich krajach, zarówno bogatych, jak i biednych (Fukuda-Parr S., 2016, s.44-45). Milenijnym Celom Rozwoju zarzucano, że są płytkie, a ich wskaźniki miały raczej za zadanie napędzanie agendy aniżeli realne wspieranie

⁷¹ Plan działań z Addis Abeby – ang. The Addis Ababa Action Agenda to program działań przyjęty na Trzeciej Międzynarodowej Konferencji w Sprawie Finansowania Rozwoju (Addis Abeba, Etiopia, 13-16 lipca 2015 r.), a następnie zatwierdzony przez Zgromadzenie Ogólne ONZ w rezolucji 69/313 z dnia 27 lipca 2015 r. Program działań tworzy mocne podstawy do wspierania realizacji Agendy na rzecz Zrównoważonego Rozwoju 2030. Zapewnia nowe globalne ramy finansowania zrównoważonego rozwoju poprzez dostosowanie wszystkich przepływów finansowania i polityk do priorytetów gospodarczych, społecznych i środowiskowych. Obejmuje kompleksowy zestaw działań politycznych, obejmujący ponad 100 konkretnych środków, które czerpią ze wszystkich źródeł finansowania, technologii, innowacji, handlu, zadłużenia i danych, aby wspierać osiągnięcie celów zrównoważonego rozwoju (Źródło: <https://www.un.org/esa/ffd/publications/aaaa-outcome.html>, dostęp 07.03.2022)

zarządzania rezultatami i analizę postępów. Ponadto sformułowanie celów napędzało ich realizację w ramach zadań krótkoterminowych, aniżeli rozwiązywało problemy źródłowe i strukturalne, powodujące dany problem (Battersby J., 2017, s. 120, Fukuda-Parr S., Orr A., 2014, s. 154). Potwierdzeniem tej tezy może być brak postępów, a nawet nawracające problemy i pogorszenie się sytuacji związanej z realizacją SDG1, adresującego problem ubóstwa i głodu, które były również obiektem działania w ramach MDG. W roku 2020 po raz pierwszy od lat 90 ubiegłego wieku odnotowano wzrost skrajnego ubóstwa na świecie. Nawet przed pandemią COVID-19 wskaźniki potwierdzały, że realizacja celu do roku 2030 jest poza zasięgiem, bez natychmiastowej i znaczącej reakcji ONZ (UN, 2021, s. 26). Z kolei SDG zawierają 81 celów pośrednich, których zadaniem jest zbudowanie potencjału poprzez wdrażanie odpowiednich zasad i polityki oraz umożliwienie realizacji celów Zrównoważonego Rozwoju, również poprzez wewnętrzną transformację, a nie tylko tzw. pomoc z zewnątrz. Proces negocjacji i ustalania celów trwał około 3 lat i różnił się znacząco od *technokratycznego* sposobu ustalania MDG, w którym twierdzono, że zasoby i technologia są odpowiedzią na problemy m.in. związane z ubóstwem (Fukuda-Parr S., 2016, s.45).

W ujęciu tematu niniejszej rozprawy, struktura Celów Zrównoważonego Rozwoju oraz ich zakres stanowią dla autora element analizy relacji oraz wpływu na działalność przemysłową. Szczególnie interesujące z badawczego punktu widzenia jest zrozumienie wpływu poszczególnych metod, technik i narzędzi zarządzania na poszczególne cele Zrównoważonego Rozwoju, które z powodzeniem mogą być wspierane przez operacyjną działalność i poprawę efektywności procesów produkcyjnych.

3.4. Zrównoważony Rozwój w ujęciu społeczno-ekonomicznym

Zrównoważony Rozwój w gospodarce rynkowej

Zdaniem Simona Dresnera (Dresner S., 2012), pojęcie Zrównoważonego Rozwoju w ostatnich trzech dziesięcioleciach stało się niezwykle ważne, między innymi z powodu swojej potężnej siły retorycznej, w porównaniu do innych koncepcji i pojęć skupiających się na środowisku naturalnym. Zrównoważony Rozwój może oznaczać rozwój poprzez wzrost gospodarczy, ale również poprzez ochronę środowiska. Ma zatem szeroki zakres odbiorców, którym przyświecają poszczególne priorytety. W związku z tym Zrównoważony Rozwój cały czas budzi emocje oraz wprowadza niejednoznaczność. Jak zaznaczono w rozdziale 3.2, Zrównoważony Rozwój może być zestawiany na równi z takimi pojęciami, jak sprawiedliwość czy wolność w kontekście jego znaczenia sensu stricto. Dla jednych założenia Zrównoważonego Rozwoju mogą być zbyt konserwatywne i mogą bezpowrotnie blokować

materializowanie potencjału ekonomicznego, dla innych zaś są zbyt łagodne, tworząc jedynie iluzoryczną ochronę aspektów środowiskowych oraz społecznych (Dresner S., 2012, s. 1–2, Meadowcroft, 2007, s. 300). Pomimo nieścisłości, na ten moment koncepcja ZR jest dominującym paradygmatem rozwoju społeczno–ekonomicznego na poziomie globalnym, jak i lokalnym, która posiada poparcie środowisk akademickich, ekonomicznych, ekologicznych, a co najważniejsze rządów państw na całym świecie (Castro C., 2004, s. 195). Zrównoważony Rozwój wraz z kapitalizmem uważanym powszechnie za najlepszy ustrój wymyślony do produkcji i dystrybucji bogactwa (Kim R.C., 2022, s. 347) tworzą funkcjonującą parę, lecz istnieją pomiędzy nimi różnice (Milne, M. J., Byrch, C., 2011, s. 5). Według Johna Elkingtona, twórcy koncepcji potrójnej linii przewodniej (TBL), *Kapitalizm i Zrównoważony Rozwój, bez względu na to jak bardzo byśmy sobie tego życzyli, bynajmniej nie stanowią łatwej pary*⁷²(Elkington J., 2010, s. 525).

Kapitalizm jako jeden z antropocentrycznych ustrojów społeczno-gospodarczych obok socjalizmu czy nawet komunizmu na przestrzeni ostatnich 300 lat rozwinął się znacząco. Podczas, gdy socjalizm pomimo podobieństw na przykład w tym, *aby ludzkość świadomie przejęła kontrolę nad swoim historycznym przeznaczeniem*, ostatecznie zawiódł w próbie świadomego przekształcania świata i tworzenia nowego społeczeństwa (Dresner S., 2012, s. 5). Podobieństw między tymi ustrojami doszukiwać można by się również w techno–centrycznym poglądzie na świat zarówno w kulturach kapitalistycznych, jak i socjalistycznych, uznających, że Ziemia jest zbiorem materiałów i surowców na użytek ludzki, a technologia kluczem w zapewnieniu ludzkiego dostatku (Milne, M. J., Byrch, C., 2011, s. 3–4, Simmons, 1997, s. 240). Pomimo pewnych podobieństw w relacji człowiek–środowisko, ustroje różnią się drastycznie w obszarze postrzegania jednostki i społeczeństwa. Kapitalizm w przeciwieństwie do socjalizmu jako *system społeczny oparty na uznaniu praw jednostki, w tym praw własności, w których cała własność jest własnością prywatną*, w różnych jego formach i odmianach, dzięki wymienionym wyżej czynnikom, otwartości rynków oraz globalizacji, okazał się ustrojem umożliwiającym w wielu miejscach świata zniwelować problemy ekonomiczne oraz biedę (Rand A., 1967, s. 19, Floyd D., Rahman M., 2020, s. 611). Kluczowymi czynnikami w zwycięstwie kapitalizmu nad socjalizmem, a dalej globalnym wzroście gospodarczym i poprawą standardu życia społeczeństw okazały się: ochrona jednostki i jej wolności osobistej, ochrona własności materialnej oraz intelektualnej oraz ochrona zysków. Zyski indywidualnych jednostek inwestowane w nowe technologie inkorporowane

⁷² *Capitalism and sustainability, however much we may wish it otherwise, do not make easy bedfellows.*

w przemyśle produkcyjnym były jednym z głównych czynników wybuchu rewolucji przemysłowej w XVIII wieku (North D.C., Thomas R.P., 1973, s. 157). Ayn Rand w swojej książce pod tytułem *Capitalism: The Unknown Ideal*, stwierdziła, że *Kapitalizm stworzył najwyższy standard życia poznany kiedykolwiek na świecie. Dowody są niezaprzeczalne. Kontrast pomiędzy zachodnim, a wschodnim Berlinem jest najnowszym tego przykładem, niczym doświadczenie laboratoryjne, które może zobaczyć każdy* (Rand A., 1967, s. 28). Istnieje wystarczająca ilość danych i liczba dowodów, by potwierdzić, że większość ludzi na świecie poprawiła standard swojego życia, a postęp ludzkości był tym silniejszy im silniejsze były instytucje kapitalistyczne (Van den Berg H., 2004, 251).

Jednak kapitalizm nie jest bez wad, a niewłaściwe zachowania biznesowe, bankructwa i skandale obecne są w gospodarkach kapitalistycznych cały czas (Steele M.W., 2020, s. 44). Ponadto istotne problemy korupcji, degradacja środowiska oraz nierówności i wykluczenia społeczne wymagają zaadresowania i kontroli poprzez instytucje (Kim R.C., 2022, s. 347, Lin N., 2011, s. 82). Problemy te obecne były w ustroju kapitalistycznym od zawsze i historycznie państwo zawsze odgrywało kluczową rolę regulacyjną. Zdaniem niektórych badaczy i naukowców sprawnie funkcjonujący kapitalizm wymaga instytucji państwa, które chce i jest w stanie chronić, regulować oraz promować koordynację kapitału, rynków i pracy najemnej (Lin N., 2011, s. 66). Powszechnie uznaje się, że form kapitalizmu jest wiele i w zależności od sytuacji i miejsca jego sukces w gospodarkach krajowych zależy od wielu czynników: politycznych, społeczno-ekonomicznych czy instytucjonalnych (Obote Ochieng C. M., 2008, s. 64–65). Generalizując w znaczącym stopniu, debata i rozważania na temat odmian kapitalizmu obejmuje głównie kraje rozwinięte i dzieli go na 2 odmiany: liberalną (LME⁷³) oraz koordynowaną (CME)⁷⁴ gospodarkę rynkową. Ta pierwsza charakterystyczna jest dla krajów anglosaskich, takich jak Wielka Brytania, USA, Kanada. Z kolei przykładem państw funkcjonujących wg. CME są np. Niemcy, kraje skandynawskie oraz Japonia. W LME przedsiębiorstwa polegają przede wszystkim na siłach i zjawiskach rynkowych również w koordynowaniu relacji między instytucjami krajowymi. Ponadto, ta odmiana cechuje się zliberalizowanym rynkiem pracy, wysokim stopniem konkurencji między firmami oraz krótkoterminową formą finansowania⁷⁵ podobną w swojej

⁷³ LME – ang. Liberal market economy

⁷⁴ CME – ang. Coordinated market economy

⁷⁵ Finansowanie krótkoterminowe ang. Short term financing - oznacza finansowanie działalności ze źródeł krótkoterminowych, które trwają krócej niż jeden rok i tym samym pomagają firmie w pozyskiwaniu środków pieniężnych na prowadzenie działalności oraz na wydatki operacyjne, które zwykle są na mniejszą kwotę i wiążą

charakterystyce do rynku akcji, na którym inwestorzy oczekują szybkiej stopy zwrotu, przez co skłonni są agresywnie inwestować w innowacyjne rozwiązania. W tej odmianie występuje mała koordynacja oraz ograniczona interwencja państwowa w gospodarkę. W przypadku CME firmy są podrzędne i podlegają różnego rodzaju regulacjom mechanizmów nierynkowych – państwowych, instytucjonalnych. Różni się również sposób finansowania. Ma on charakter długoterminowy⁷⁶, co dzięki stabilizacji umożliwia długoterminową współpracę między firmami, edukację i szkolenie pracowników oraz nastawienie na długoterminowe innowacje. (Hall P. A., Soskice D., s. 891, Szabó, Z, 2014, s. 1–3). Podsumowując, koordynowane gospodarki rynkowe są bardziej zorientowane na swoich interesariuszy tj. społeczeństwo, podczas gdy gospodarki liberalne skłaniają się ku udziałowcom rynkowym (Pucheta-Martínez, M. C., Gallego-Álvarez, I., Bel-Oms, I., 2020, s. 732). Według metodyki Halla i Gingericha istnieje jeszcze trzecia odmiana gospodarki rynkowej nazywana śródziemnomorską lub mieszaną - MME⁷⁷. Przykładami państw funkcjonujących w tym ustroju są: Włochy, Francja, Hiszpania, Portugalia, Grecja i Turcja (Hall P. A., Gingerich D. W., 2004, s. 33). Ponadto badacze definiują jeszcze model hybrydowy, który funkcjonuje w takich krajach jak Polska, Włochy, Norwegia, Czechy czy Węgry, a nawet Japonia i Korea Południowa (Carnevale C., Mazzuca M., 2014, s. 364).

Biorąc pod uwagę charakterystykę Zrównoważonego Rozwoju oraz kapitalizmu narzucającego pewne reguły funkcjonowania przedsiębiorstw na rynkach poszczególnych krajów, można stwierdzić, że są miejsca, które bardziej lub mniej sprzyjają zrównoważonemu rozwojowi. Zdaniem badaczy modele CME, bardziej skupione na interesariuszach są lepszym środowiskiem dla zrównoważonego rozwoju ze względu na większą komplementarność zasad funkcjonowania gospodarki z celami zrównoważonego rozwoju, gdzie alokowanie zasobów odbywa się w procesach uwzględniających interesariuszy (Obote Ochieng C. M., 2008, s. 74). Ponadto potwierdzono, że na aspekty związane ze zrównoważonym rozwojem większy nacisk kładzie się w gospodarkach koordynowanych ze względu na warunki jakie ten model wymusza na przedsiębiorstwach np. poprzez regulacje państwowe czy związki zawodowe. Istotnym

się z generowaniem gotówki poprzez pożyczki, linie kredytowe, finansowanie faktur, papiery komercyjne (weksle), Źródło: <https://www.wallstreetmojo.com/short-term-financing/>, dostęp online: 21.03.2022, <https://www.britannica.com/topic/business-finance/Short-term-financing>, dostęp online: 21.03.2022

⁷⁶ Finansowanie długoterminowe oznacza finansowanie kredytem lub pożyczką na okres dłuższy niż jeden rok poprzez emisję akcji, formę finansowania dłużnego, pożyczki długoterminowe, leasing lub obligacje. Zwykle odbywa się to w przypadku finansowania dużych projektów i rozbudowy firmy; takie długoterminowe finansowanie jest na ogół o dużej wartości, Źródło: <https://www.wallstreetmojo.com/long-term-financing/>, dostęp online 21.03.2022, Źródło: <https://www.britannica.com/topic/business-finance/Long-term-financial-operations>, dostęp online 21.03.2022.

⁷⁷ MME – ang. Mixed Market economy/Mediterranean market economy

faktem jest również presja udziałowców zainteresowanych długoterminowym rozwojem przedsiębiorstw w modelach CME (Carnevale C., Mazzuca M., 2014, s. 371). W nawiązaniu do tematu niniejszej rozprawy ma to niebagatelne znaczenie, ponieważ regulacje prawne, wyższe oczekiwania konsumentów, interesariuszy oraz organów państwowych w obszarze środowiskowym, społecznym oraz ekonomicznym skutkują zwykle wyższymi nakładami finansowymi na działalność operacyjną. Wyższe koszty operacyjne mogą być równoważone poprzez ciągły rozwój wiedzy oraz implementowanie standardów, metod zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym oraz technologii. Skupienie się na poprawie zarządzania, wzroście efektywności procesów oraz wykorzystywania zasobów, nie wymaga aż tak istotnych inwestycji jak w przypadku nowych technologii, wspierających Zrównoważony Rozwój. W związku z tym może to stanowić o pierwszym etapie, a zarazem kluczowym elemencie i fundamencie zrównoważonej gospodarki realizującej Cele Zrównoważonego Rozwoju.

Tematyka związana z ustrojami gospodarczymi i rolą państwa w kapitalizmie jest na tyle obszernym tematem, że mogłaby stanowić podstawę do osobnej dysertacji. Autor ma świadomość, że ograniczył się jedynie do zwięzłego zebrania kluczowych faktów oraz nakreślenia złożoności tematu w celu wprowadzenia czytelnika w zagadnienie funkcjonowania Zrównoważonego Rozwoju w gospodarce rynkowej. Szczegółowa analiza ustroju jakim jest kapitalizm oraz mechanizmów i relacji w nim występujących wykraczają poza zakres tematyczny niniejszej dysertacji.

Zrównoważony Rozwój w przemyśle

Dynamiczny rozwój gospodarczy, którego dzisiaj jesteśmy obserwatorami oraz uczestnikami zapoczątkowany został w XVIII wieku na terenie Anglii oraz Szkocji. Proces transformacji, która obejmowała zmiany technologiczne, gospodarcze, społeczne oraz kulturalne nazwany został rewolucją przemysłową (Chwalba A., 2008, s. 68). Transformacja ta polegała na zmianie charakteru gospodarki, z tej opartej na rolnictwie i produkcji rzemieślniczej w gospodarkę o charakterze przemysłowej produkcji fabrycznej, z wykorzystaniem maszyn (<https://www.britannica.com/event/Industrial-Revolution> dostęp: 21.03.2022). Ponad wiek rozwoju przemysłu na świecie mierzył się z różnymi wyzwaniem, m.in środowiskowymi w postaci zmian klimatycznych, zanieczyszczeń czy zubożenia warstwy ozonowej wskutek negatywnego wpływu działalności produkcyjnej, podczas gdy zagadnienia związane z ochroną środowiska w naukach i praktykach zarządzania zaczęły nabierać znaczenia dopiero w ostatnich 50 latach (Olugu E.U., Wong K.Y., Shaharoun A.M., 2011, s. 567, Banerjee, S. B., 2001, s. 489). Jeszcze w latach 60 i 70 XX wieku największe koncerny i przedsiębiorstwa

produkcyjne zaprzeczały jakoby ich działalność i stosowane praktyki mogły mieć negatywny wpływ na środowisko naturalne. Dopiero działania ONZ oraz szereg katastrof ekologicznych związanych z zanieczyszczeniami środowiska, na które zaczęto zwracać uwagę oraz szeroko komentować, dały podstawy do społecznego poparcia surowych rządowych regulacji w tematach środowiskowych i międzynarodowej współpracy na rzecz ochrony środowiska. Przykładami takich katastrof ekologicznych może być dramatycznie wysoki poziom zanieczyszczenia jeziora Erie na granicy Stanów Zjednoczonych z Kanadą oraz zanieczyszczenia rzeki Ren w latach 70 XX wieku (Hart S. L., 1997, s. 66, Liodakis G., 2010, s. 2602, Bernauer, T., Moser, P., 1996, s. 389).

Lata 60 i 70 były czasem narodzin nowoczesnych jak na tamten okres ruchów proekologicznych, które zaprzeczały paradygmatowi społeczeństwa przemysłowego opartego na wolnym handlu, nieskończonym wzroście oraz konsumpcjonizmie. Pod koniec lat 70 XX wieku, zmiany w rozumieniu i postrzeganiu środowiska spowodowały, że zaczęto przykładąć uwagę do lokalizacji nowych fabryk, a procesy produkcyjne oraz produkty zaczęto poddawać analizie pod kątem ich wpływu na środowisko (Jaźwińska D., 2021, s.16). Ze względu na naturalną niekomplementarność ówczesnego biznesu i środowiska naturalnego, instytucje naukowo-biznesowe podejmowały próby połączenia tych sfer. Efektem prac były różnego rodzaju rozwiązania integrujące biznes ze zrównoważonym rozwojem (Milne, M. J., Byrch, C., 2011, s. 3–6). Wpływ implementacji strategii prośrodowiskowych na wynik finansowy i wartość przedsiębiorstwa stały się przedmiotem badań naukowców (Wagner M., 2006, s.183). W wielu firmach, szczególnie międzynarodowych działania na rzecz środowiska i Zrównoważonego Rozwoju wspierane systemami zarządzania środowiskowego, stały się nieodłącznym elementem strategii długoterminowej. Ochrona środowiska w postrzeganiu przedsiębiorstw przeszła transformację z bycia problemem techniczno-finansowym w stronę ekonomicznej szansy (Schaltegger, S., Figge, F., 2000, s. 29). W wielu przypadkach aktywność proekologiczna przedsiębiorstwa utożsamiana jest przez menadżerów z twardymi korzyściami ekonomicznymi w sferze redukcji zużycia energii, odpadów czy poprawy jakości produktu i procesu (Melchiorson, A. S., Mogensen, B., 2005, s. 5). Zatem paradygmat działalności gospodarczej w tym wypadku pozostawał niezmienny i skupiał się przede wszystkim na wyniku finansowym, czyli tylko jednym z trzech w Elkingtonowskiej potrójnej linii przewodniej (Catasús, B., Lundgren, M., Raynnel, H., 1997, s. 200, Banerjee, S. B., 2001, s. 507–508). Podejście to było wielokrotnie krytykowane, ponieważ zarządzanie środowiskiem oparte na logice rynkowej, zdaniem niektórych badaczy *zaledwie atakuje*

symptomy choroby i maskuje standardowe funkcjonowanie firm (Meriläinen, S., Moisander, J., Pesonen, S., 2000, s. 157, Levy D., 1997, s. 126), przez co nigdy nie zatrzyma degradacji środowiska, a jedynie je spowolni. Ponadto prośrodowiskowość przedsiębiorstw poddawana była krytycznej analizie i może sugerować o jej ekonomicznym i politycznym podłożu. W połączeniu z wymaganymi zasobami finansowymi i pełną decyzyjnością korporacji w sferze zarządzania środowiskowego może umożliwiać manipulację pojęciami i zakresem aktywności w celu uzyskania własnych korzyści biznesowych (Levy D., 1997, s.139). Z drugiej jednak strony, wyłącznie konkurencyjne firmy nastawione na zysk mają jakąkolwiek realną szansę długoterminowo, pozytywnie wpłynąć na ochronę środowiska. Przedsiębiorstwo, które nie odnosi sukcesu na rynku, pomimo polityki prośrodowiskowej z biegiem czasu będzie musiało zniknąć z rynku wraz z jego pozytywnym wpływem (Schaltegger, S., Figge, F., 2000, s. 30). Sytuacja wydaje się być zatem patowa i prowadzi do wniosku o konieczności znalezienia kompromisu pomiędzy wzrostem gospodarczym, a zachowaniem środowiska naturalnego w stanie nienaruszonym (Porter, M. E., Van der Linde, C. 1995b, s. 97). Biznes i cele społeczno-środowiskowe były stawiane przeciwko sobie, ponieważ politycy i ekonomiści legitymizowali się z ideą, że aby zapewnić społeczeństwu korzyści, firmy muszą złagodzić swoją ekspansję i sukcesy rynkowe. Jednak zdaniem M. Portera i C. van der Lindego relacja *biznes-środowisko naturalne* pierwotnie postrzegana jako walka pomiędzy przeciwnie działającymi siłami jest błędnie zdefiniowana, gdyż opiera się na statycznym modelu regulacji, w którym wszystkie czynniki i elementy składające się na biznes tj. potrzeby klienta, produkty, procesy i technologia są stałe, podczas gdy firmy funkcjonują w zmiennym środowisku konkurując z innymi uczestnikami rynku (Kramer, M. R., Porter, M. E., 2011, s. 4, Porter, M. E., Van der Linde, C., 1995a, s. 120). Wymagania i oczekiwania klientów są zmiennie w czasie, więc jako kluczowe czynniki determinujące popyt, mogą być źródłem komplementarnych ze środowiskiem i zrównoważonym rozwojem form prowadzenia działalności. Odpowiednio zaprojektowane normy środowiskowe mogą docelowo pozytywnie wpływać na innowacje, a te z kolei mogą przełożyć się na wzrost konkurencyjności, efektywności i zysków rekompensując koszty wynikające z tychże regulacji (Porter, M. E., Van der Linde, C. 1995b, s. 97-98). Konkurencyjność nie polega jedynie na obniżaniu kosztów wytwarzania, lecz również na zdolności do innowacji, która wspierana przez tzw. *zielony konsumeryzm* postrzegany jako rynkowa zdolność i siła do napędzania innowacji oraz prowadzenia przedsiębiorstw w kierunku zrównoważonego rozwoju może doprowadzić do sytuacji win-win, w której obie strony zyskują (Porter, M. E., Van der Linde, C. 1995, s. 98, Meriläinen, S., Moisander, J., Pesonen, S., 2000, s. 151). Warto dodać, że relacja CSR ang. *Corporate social*

responsibility z konkurencyjnością i wynikami firmy nie jest do końca klarowna (Vilanova, M., Lozano, J. M., Arenas, D., 2009, s. 58, Van de Ven B., Jeurissen R., 2005, s. 299-300). Stosowanie przez przedsiębiorstwa praktyk społeczno-środowiskowych jako elementu strategii może poprawiać ich konkurencyjność oraz pozycję na rynku głównie poprzez wyższą odporność na zmiany rynkowe. Odporność ta objawia się w mniejszej zmienności finansowej i wyższym wzroście długoterminowym (15 lat) w porównaniu do firm niestosujących zrównoważonych praktyk. Ponadto firmy praktykujące zrównoważone metody społeczno-środowiskowe są bardziej odporne na ryzyko niepowodzenia rynkowego o około 30% w stosunku do swoich niezrównoważonych konkurentów (Ortiz-de-Mandojana, N., Bansal, P. 2016, s. 1623-1625). Odnotowano wyższe wzrosty cen akcji, większe wzrosty w długim okresie w firmach przejmowanych w ramach fuzji przez nabywców o wysokim poziomie wskaźników koncepcji społecznej odpowiedzialności CSR w porównaniu z fuzjami z nabywcami o niskim CSR. Potwierdzono istnienie pozytywnej relacji pomiędzy wynikami CSR przejmującego, a zyskami z ogłoszenia fuzji. Przedsiębiorstwa, które uwzględniają różnych interesariuszy np. społeczeństwo w swojej działalności biznesowej oraz inwestują długoterminowo, ostatecznie zwiększają bogactwo akcjonariuszy i wartość firmy, wspierając pogląd, że wysoki wynik CSR wspiera zwiększanie wartości biznesu (Deng, X., Kang, J. K., Low, B. S., 2013, s.108–109). Jednak ze względu na fakt, iż relacja pomiędzy CSR, a wynikami finansowymi przedsiębiorstw w różnych branżach może się różnić i jest obiektem wielu badań, istnieją również sektory, takie jak bankowość, w których inwestowanie w CSR, może nie stwarzać dodatkowej przewagi finansowej czy konkurencyjnej (Soana M. G., 2011, s. 145–146), a jedynie generować dodatkowe koszty przedsiębiorstwa (Van de Ven B., Jeurissen R., 2005, s. 302). Z drugiej jednak strony badania pokazują, że większa aktywność organizacji w CSR nie powinna negatywnie wpływać na efektywność finansową przedsiębiorstwa (Aşçıgil, S. F., Soytaş, U., Özcanlı, M. Ö., 2016, s. 93). Nieklarowość relacji CSR – wynik finansowy firmy zdaniem autora wynika z niepełnej wiedzy na temat reakcji rynku i klientów. Może się okazać, że wzrost kosztów poniesionych z tytułu CSR będzie dużo niższy, niż ten wynikający ze spadku reputacji firmy na rynku. Poza wartościami etycznymi krytyka konsumentów odnośnie do braku aktywności firmy w zakresie CSR może być skrajnie szkodliwa dla rentowności i rynku, na którym funkcjonuje przedsiębiorstwo (Maloni M.J., Brown M.E., 2006, s. 35). W związku ze zmieniającymi się oczekiwaniami rynkowymi zdaniem M. Portera cele przedsiębiorstw powinny zostać zdefiniowane na tak zwane tworzenie wspólnej wartości w ramach budowania relacji z otoczeniem, a nie jak dotychczas: wyłącznie generowanie zysku. Zdaniem M. Portera, dzięki włączeniu się biznesu w życie społeczne i aspekty środowiskowe

istnieje dużo większa szansa pojawienia się innowacji i wzrostu gospodarczego (Kramer, M. R., Porter, M. E., 2011, s. 4-5). Richard Holme oraz Phil Watts zdefiniowali 6 czynników motywujących globalne korporacje do inwestycji w rozbudowane programy CSR. Wymieniając: *inwestycje społeczne* obejmujące system edukacji i zdrowotny zapewniający lepiej wyedukowanych i zdrowych pracowników i obywateli, *światły interes własny* obejmujący systemowe rozwiązanie tego, czym w przeszłości były działania filantropijne będące wewnętrzną motywacją właścicieli biznesów, *szybkość rozprzestrzeniania się informacji*, *transparentność i zaufanie* wynikające z niskiego zaufania publicznego względem przedsiębiorców, *presja odpowiedzialności* oraz *wzrost oczekiwań społecznych* (Holme R., Watts P., 2001, s. 17–18). Skuteczna budowa i transformacja przedsiębiorstwa bazującego na zasadach Zrównoważonego Rozwoju wymaga wiedzy oraz stosowania szeregu narzędzi wspierających. Przykładami takich narzędzi i koncepcji wspierających Zrównoważony Rozwój w przedsiębiorstwach może być omówiony już CSR, standardy ISO czy wspierający aspekty środowiskowe system EMAS⁷⁸ (ang. Eco-Management and Audit Scheme). Ponadto zrównoważenie środowiskowe, społeczne i ekonomiczne wspierać mogą również działania operacyjne przedsiębiorstw produkcyjnych. Wzrost efektywności procesów produkcyjnych oparty na stosowaniu poszczególnych koncepcji zarządzania produkcją, wchodzących w skład doskonałości operacyjnej, jest zdaniem autora niniejszej dysertacji pierwszym oraz kluczowym krokiem wspierającym biznesowe cele przedsiębiorstwa, którego umocniona rynkowa pozycja pozwoli w większym stopniu angażować się i realizować cele i zadania Zrównoważonego Rozwoju.

Zrównoważony Rozwój w biznesie

Ponieważ organizacje odgrywają istotną rolę w życiu ludzi, ich dynamika jest bezpośrednio powiązana z tempem i kierunkiem zmian społecznych (Hannan M.T., Freeman J. 1989, s. 3). Rosnący wpływ przedsiębiorstw i ich działalności w procesach kulturotwórczych poprzez kreowanie odpowiedniego stylu życia skutkuje wzrostem potrzeb i zmianą modelu społecznego (Jastrzębska E. 2016, s. 85). W połączeniu z ogólnym wzrostem wiedzy, świadomości oraz dostępem do informacji powoduje to wzrost wymagań społeczeństwa do firm oraz potrzebą ich bezpośredniej obecności w rozwiązywaniu wyzwań zarówno społecznych, jak i środowiskowych, które często utożsamiane są jako skutek działalności gospodarczej

⁷⁸ EMAS to wspólnotowy system ekozarządzania i audytu, który jest instrumentem Unii Europejskiej przeznaczonym dla przedsiębiorstw i innych organizacji, które dobrowolnie zobowiązują się do oceny swojego wpływu na środowisko i doskonalenia swojej działalności przyjaznej środowisku (Źródło: <https://www.gov.pl/web/klimat/emas>. Dostęp 15.02.2021)

tychże firm (Jenkins, H., Yakovleva, N., 2006, s. 272, Holme R., Watts P., 2001, s. 18, Dembińska I. (2013, s. 145-146). Na temat odpowiedzialności firm działających na rynku istnieją dwie *szkoły myśli*. Pierwsza z nich definiuje i ogranicza rolę przedsiębiorstwa jedynie do maksymalizacji zysków i działania w ramach ustalonego prawa, druga zaś twierdzi, że ponadto firmy posiadają również zobowiązania w stosunku do społeczności, wokół której funkcjonują (Schwartz M.S., Carroll A.B., 2003, s. 503). Koncepcja społecznej odpowiedzialności posiada długą historię, a ślady działalności środowisk biznesowych na rzecz społeczeństw, są obecne od wieków (Carroll A.B., 1999, s. 268). Pierwsze wzmianki na temat CSR obserwowane były w latach 50 XX wieku, lecz sama koncepcja nie posiadała twardej definicji czy zakresu. Nawiązywano jedynie do tego, *jaką odpowiedzialność wobec społeczeństw można oczekiwać od biznesmenów?* (Carroll A.B., 2021, s. 1259). Wzrost zainteresowania koncepcją, obrazujący się wzrostem publikacji w tej dziedzinie obserwowany był od lat 60 XX wieku głównie za sprawą ruchów społecznych obecnych w tamtym czasie, które tworzyły klimat i środowisko sprzyjające krytyce działań biznesowych nazywane przez Carrola *rewolucją wzrostu oczekiwań społecznych* (Carroll A.B., 2021, s. 1259). CSR w formie podobnej do dzisiejszej, obejmujący między innymi tworzenie i przestrzeganie etyki korporacyjnej czy raportowanie wyników społecznych, ukształtował się pod koniec lat 70 XX wieku (Carroll, A.B., 2008, s. 25). Ostatnie 20 lat, cechujące się wieloma wyzwaniem społecznymi, ale również Celami milenijnymi - MDG jak i SDG, przyniosło wysoką popularność tematyce obecności CSR w strategiach firm oraz jej relacji z wynikami finansowymi. Archie Carroll uważa, że *Spółeczna odpowiedzialność biznesu obejmuje ekonomiczne, prawne, etyczne i uznaniowe oczekiwania społeczeństwa wobec organizacji w danym momencie* (Carroll, A.B., 1979, s. 500). CSR stanowi zatem ramy koncepcyjne i porządkuje relacje między biznesem, a społeczeństwem oraz spełnia funkcję wspierającą w realizacji założeń i osiągania celów zrównoważonego rozwoju na poziomie przedsiębiorstwa (Wheeler, D., Fabig, H., Boele, R., 2002, s. 298, Rudnicka A., 2012, s. 11). Ponadto koncepcja koncentruje się na idei, w której przedsiębiorstwo może być oceniane i rozliczane etycznie przez szereg interesariuszy, takich jak rządy, społeczności, klienci, pracownicy firmy, organizacje pozarządowe, inwestorzy oraz media (Maloni M.J., Brown M.E., 2006, s. 36). W uproszczeniu CSR oznacza etyczne zachowanie firmy względem społeczności, szczególnie w obszarze odpowiedzialnego zarządzania i relacji z interesariuszami, a nie tylko właścicielami

czy udziałowcami firmy (Bhagwat, P., 2011, s.3). Według - WBCSD⁷⁹ *Spoleczna odpowiedzialność biznesu to ciągle zobowiązanie biznesu do etycznego zachowania i przyczyniania się do rozwoju gospodarczego, jednocześnie poprawiając jakość życia pracowników i ich rodzin, społeczności lokalnej oraz ogół społeczeństwa* (WBCSD 1998, Dahlsrud A., 2006, s. 7). W roku 2001 Wspólnoty Europejskie definiowały CSR jako koncepcję, zgodnie z którą: *firmy integrują kwestie społeczne i środowiskowe w swoich działaniach biznesowych oraz w kontaktach z interesariuszami na zasadzie dobrowolności* (Commission of the European Communities, 2001, s. 6). Z kolei Agata Rudnicka definiuje CSR jako koncepcję społecznie odpowiedzialnego biznesu, który jest elementem zarządzania organizacją, uwzględniającą wpływ na otoczenie społeczne i może być elementem strategicznym, wspierającym strategię rozwoju przedsiębiorstwa (Rudnicka, 2012, s. 43-44). W związku z rosnącym znaczeniem CSR w zarządzaniu zarówno na poziomie teoretycznym, jak i praktycznym, firmy poza raportowaniem swoich wyników finansowych mają również potrzebę dzielenia się wpływem na społeczność (Gangi F., D'Angelo E., 2016, s. 1397) lecz pomimo tego, że koncepcja społecznej odpowiedzialności biznesu staje się coraz ważniejszym aspektem działalności firm często nie jest centralnym jej punktem w strategiach, przez co nie odgrywa kluczowej roli (Smith N. C., 2003, s. 34). WBCSD informuje, że adaptacja CSR umożliwia biznesom monitorowanie zmian w oczekiwaniach społecznych, pomaga w kontroli ryzyka i identyfikacji rynkowych możliwości, więc postrzegana może być jako narzędzie wspierające konkurencyjność (Calabrese A., i in., 2013, s. 52). CSR pomaga również dostosować korporacyjne wartości społeczne, poprawiając reputację firmy oraz wspierając utrzymanie sukcesu w biznesie poprzez zapewnienie strategii nadającej kierunek codziennej pracy (Watts, P., Holme, R., 1999, s. 2, Panthong N., 2010, s. 20).

Na początku lat 90 tylko 2% największych firm raportowało swoje osiągnięcia w obszarze CSR. Z kolei niespełna 20 lat później, 95% z 250 największych światowych korporacji publikowało wyniki swojej aktywności w ramach CSR, co potwierdza, że koncepcja stała się niemal niezbędnym elementem w strategiach wielu firm (Shabana K.M., Buchholtz A.K., Carroll A.B., 2017, s.19-20). Zgodnie z definicją Komisji Europejskiej (wcześniej Komisji ds. Wspólnot

⁷⁹ WBCSD – Światowa Rada Biznesu na rzecz Zrównoważonego Rozwoju ang. World Business Council for Sustainable Development - jest wiodącą globalną społecznością kierowaną przez dyrektorów generalnych złożoną z ponad 200 wiodących światowych zrównoważonych firm, które reprezentują wszystkie sektory biznesu, wszystkie kontynenty i wspólnie pracują nad przyspieszeniem transformacji systemowych potrzebnych do osiągnięcia zrównoważonego rozwoju. Źródło: <https://www.wbcsd.org/Overview/About-us>, dostęp online: 28.03.2022, <https://www.geneve-int.ch/world-business-council-sustainable-development-wbcsd-0>, dostęp online: 28.03.2022.

Europejskich) w temacie CSR firmy integrują swoje działania biznesowe z działaniami na rzecz społeczności oraz środowiska naturalnego (Battaglia M., i in., 2010, s. 133). Monitorowanie i poziom realizacji CSR oraz aspektów tożsamyh ze zrównoważonym rozwojem przedsiębiorstwa możliwe jest dzięki systemom zarządzania, zebranych na przykład w ramach standardów ISO czy systemu EMAS (Robèrt K.H., 2000, s. 243).

Aspekt społeczny - Norma ISO 26000

Aspekty społeczne standaryzowane są przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną poprzez standard ISO 26000 zawierającą wytyczne dotyczące CSR, zdefiniowane jako: *odpowiedzialność organizacji za wpływ jej decyzji oraz działań na społeczeństwo i środowisko poprzez przejrzyste i etyczne zachowanie, które:*

- *przyczynia się do rozwoju zrównoważonego, włączając zdrowie i dobrobyt społeczeństwa;*
- *uwzględnia oczekiwania interesariuszy (osób lub grup, które są zainteresowane decyzjami lub działaniami organizacji);*
- *jest zgodne z mającym zastosowanie - prawem i spójne z międzynarodowymi normami zachowania;*
- *jest wprowadzone w całej organizacji i praktykowane w jej działaniach, w obrębie jej strefy wpływów (Źródło: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:26000:ed-1:v1:en>, dostęp online: 04.04.2022).*

Norma ISO 26000 wspiera przedsiębiorstwa chcące czerpać korzyści z funkcjonowania w sposób zrównoważony i odpowiedzialny, dlatego ISO 26000 pomaga w *tworzeniu wartości dla organizacji i innych, przetwarza kapitał, kładzie nacisk na wyniki biznesowe i usprawnienia, oraz zwiększa wiarygodność i zachęca inwestorów* (Herciu M., 2016, s. 76). Ponadczasowy standard potwierdza fakt, że skierowany jest dla wszystkich typów przedsiębiorstw niezależnie od ich wielkości, lokalizacji i branży. Może być uznawany jako narzędzie CSR'owe oparte o ramy zarządzania jakością (Camilleri M.A., 2018, s. 2, s.6). Koncepcja zrównoważonego rozwoju jest makro koncepcją z celami ustanowionymi na poziomie globalnym. Jej realizacja możliwa jest pod warunkiem, że elementy i organizacje funkcjonujące w poszczególnych państwach będą realizować zadania oraz funkcjonować w określony sposób. Standard ISO 26000 jest komplementarny z celami zrównoważonego rozwoju dostosowanymi do poziomu organizacji czy przedsiębiorstwa, zatem umożliwia im, a dalej państwom, osiągać cele zrównoważonego rozwoju (Perez-Batres, L. A i in., 2012,

s. 158-159). ISO 26000 nie jest normą systemu zarządzania, przez co nie może być certyfikowana w odróżnieniu do norm regulujących aspekty związane z zarządzaniem jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem (Camilleri M.A., 2018, s.5). Implementacja i certyfikacja standardów

ISO z zakresu jakości, środowiska i bezpieczeństwa pozytywnie wpływa na funkcjonowanie przedsiębiorstw zwiększając ich innowacyjność, produktywność pracowników, budowanie zaangażowania pracowników oraz wyniki finansowe przedsiębiorstwa (Morgado L., Silva F.J.G., Fonseca L. M., 2019, s. 756, Noryani Y. B. G., i in., 2020, s. 6942). Poza normą ISO 26000, zestaw wytycznych zawierających zasady odpowiedzialnej społecznie działalności gospodarczej zawiera również norma SA8000. W odróżnieniu do ISO 26000 standard SA8000 podlega certyfikacji i składa się z zestawu 8 elementów oraz systemu zarządzania. Standard pomaga zaangażować przedsiębiorstwo i zrealizować wytyczne w obszarze odpowiedzialności społecznej. Na elementy SA8000 składają się zagadnienia obejmujące:

- Pracę dzieci,
- Pracę przymusową lub obowiązkową,
- Zdrowie i bezpieczeństwo,
- Wolność zrzeszania się i prawo do rokowań zbiorowych,
- Dyskryminację,
- Praktyki dyscyplinarne,
- Godziny pracy,
- Wynagrodzenie (Źródło: <https://sa-intl.org> dostęp online 04.04.2022).

Standard SA8000 może być połączony ze standardami ISO 14001 czy ISO 9000, stanowiąc istotny aspekt i ramy systemu zarządzania środowiskiem (EMS ang. Environment Management System), który według norm ISO jest zintegrowanym elementem zarządzania przedsiębiorstwem.

Aspekt środowiskowy - Norma ISO 14000 i system EMAS

Środowisko naturalne od lat odgrywa istotną rolę w procesach prowadzenia działalności gospodarczej firm szczególnie w krajach rozwiniętych, a źródłem tego jest między innymi rosnąca świadomość interesariuszy zewnętrznych, wywierających wpływ i podnoszących oczekiwania wobec firm (Burritt R. L., Hahn T., Schaltegger S., 2002, s. 93, Latan H., i.in., 2018, s.297, Seetharaman A., Ismail M., Saravanan A.S., 2007, s. 137). Poza presją zewnętrzną, czynnikiem determinującym wdrożenie aspektów środowiskowych w procesy

decyzyjne firm są również benefity w postaci poprawy wyników osiąganych przez przedsiębiorstwa. Widząc korzyści ekonomiczne menadżerowie są bardziej skłonni do uwzględniania aspektów środowiskowych w strategiach przedsiębiorstw (Seetharaman A., Ismail M., Saravanan A.S., 2007, s. 138, Hillary R., 2004, s. 563, Ljungberg L.Y., 2007, s. 468). Przedsiębiorstwa preferujące być „o krok dalej”, wdrażając zasady zrównoważonego rozwoju i CSR budują swoją przewagę konkurencyjną na rynku (Camilleri M. A. 2015, s. 225). Z drugiej strony ta tendencja nie zawsze występuje w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw, w których zasoby ludzkie dedykowane są przede wszystkim do realizowania bazowych aktywności biznesowych, a dodatkowe czynności wynikające z EMS mogłyby je zakłócić (Hillary R., 2004, s.568). Pomimo tego, coraz więcej firm dostrzega fakt, iż wdrożenie systemu zarządzania środowiskiem EMS jest integralną częścią strategii biznesowej. EMS koncentruje się na systemowym podejściu w aspekcie ochrony środowiska i zarządzania zasobami przedsiębiorstwa, wspierającymi realizację jego celów środowiskowych oraz zapewnia wytyczne, do tworzenia, rozwijania i śledzenia wyników (Hui I.K., Chan A.H., Pun K.F., 2001, s. 269). Do jego głównych zadań należą: optymalne wykorzystanie zasobów i redukcja kosztów, zapewnienie zgodności prawnej w zakresie ochrony środowiska, promowanie świadomości na temat zapobiegania zanieczyszczeniom, formułowanie planów awaryjnych, szkolenie i edukacja ludzi oraz poprawa wizerunku firmy (Pun K., i in., 2002, s. 690). Przedsiębiorstwa produkcyjne na całym świecie, wdrażając system zarządzania środowiskiem certyfikują swoje działania za pomocą globalnie rozpoznawalnych norm. Dlatego, podobnie jak w przypadku aspektów społecznych, jakościowych oraz BHP, kwestie środowiskowe regulowane są systemami i standardami. Przykładem są standardy z serii ISO 14000 oraz EMAS. Od kilku dekad te 2 standardy stały się dominujące w dziedzinie zarządzania środowiskowego. Popularność certyfikacji ISO 14001 wynika z harmonizacji standardu zarządzania wpływem na środowisko bez względu na branżę, wielkość i lokalizację firmy. Efektem jest ponad 300 000 certyfikacji w 171 krajach na całym świecie (Rondinelli D., Vastag G., 2000 s. 499, Morrow D., Rondinelli D., 2002, s. 159-161, <https://www.iso.org>). Zrównoważony rozwój w obszarze środowiskowym jako koncepcja potrzebował narzędzia ułatwiającego jej realizację. Dlatego w 1993 roku poprzez rozporządzenie 1836/93 Komisja Europejska ustaliła podstawowe zasady leżące u podstaw systemu EMAS, który jest integralną częścią przepisów dotyczących ochrony środowiska na terenie Unii Europejskiej. Celem była poprawa zarządzania środowiskowego, a program początkowo skierowany był do firm produkcyjnych (Ljungberg, L.Y., 2007, s. 468). System eko-zarządzania i audytu powstał w roku 1993 i uznawany jest za najlepszy systemem wspierający zarządzanie środowiskowe

ze wszystkich dostępnych (Komisja Europejska, 2008a, s.39). System EMAS jest systemem wolontarnym, zawierającym ramy i kryteria oraz rozumiane jako narzędzia do zarządzania, które wymagają zaangażowania po stronie wszystkich uczestników organizacji, a poprzez poprawę wyników środowiskowych może zwiększać szanse przedsiębiorstwa na wzrost konkurencyjności (Iraldo F., Testa F., Frey M. 2009, s. 1446-1447). W odróżnieniu do innych systemów zarządzania środowiskowego wymaga on włączenia i zaangażowania pracowników w procesy związane z ochroną środowiska oraz wymaga zarządzania i poprawy nie tylko w bezpośrednich aspektach środowiskowych związanych z organizacją, ale również w pośrednich, które wynikają z interakcji przedsiębiorstwa z podwykonawcami lub uczestnikami łańcucha dostaw, a które rozporządzenie EMAS definiuje jako *element działalności organizacji, produktów lub usług, które mają lub mogą mieć wpływ na środowisko, i które może wynikać z interakcji organizacji ze stronami trzecimi, na które w rozsądnym stopniu może wpływać organizacja* (Perez E.A., Ruiz C.C., Fenech F.C., 2007, s.404, Komisja Europejska, 2008b, s. 15). Wymagania EMAS oparte są na 4 głównych katalizatorach zmian w organizacji, prowadzących do wzrostu efektywności zarządzania środowiskowego organizacji. Należą do nich (1) szkolenia i budowanie świadomości pracowników, których zaangażowanie jest kluczowe w procesach zarządzania środowiskowego oraz (2) ciągłego doskonalenia środowiskowego (Rothenberg S. 2003, s. 1783), następnie poprzez (3) integrację celów i interesów interesariuszy w celu zebrania oczekiwań kluczowych interesariuszy i włączenie ich w procesy decyzyjne organizacji zgodnie z założeniami CSR. Ostatnim elementem jest (4) uczenie się organizacji (organisational learning) przez niektórych postrzegane nie tylko jako element niezbędny, ale również jako fundamentalny dla organizacji z punktu widzenia długoterminowego prosperowania (O’Keeffe T., 2002, s. 130). Uczenie się organizacji to zespół takich umiejętności organizacji, do których należą między innymi: zdolność do innowacji, wiedza, wnioski z przeszłości oraz plan i strategia na przyszłość (Fiol C.M., Lyles M. A., 1985, s.19, Perez E.A., Ruiz C.C., Fenech F.C., 2007, s. 405).

Prace nad normami ISO serii 14000 w obszarze zarządzania środowiskiem zostały powołane wskutek decyzji podjętych podczas konferencji ONZ „Szczyt Ziemi” w 1992 w Rio de Janeiro. Komitet techniczny ISO/TC 207 powołany został w 1993 roku, a zakres jego prac obejmował i dalej obejmuje systemy i narzędzia zarządzania środowiskowego wspierające zrównoważony rozwój. Komitety techniczne oraz grupy robocze przy ONZ złożone z przedstawicieli przemysłu oraz rządów zaakceptowały propozycję przedstawioną przez ISO w 1996 roku i zobowiązały się do ich wspierania oraz rozwijania (Rondinelli D., Vastag G., 2000 s. 501,

<https://wiedza.pkn.pl>, dostęp online: 07.04.2022). Seria ISO 14000 jest standardem specyfikacji i zapewnia wymagania środowiskowe, według których działania przedsiębiorstwa mogą być ocenione oraz według których powinny budować system zarządzania środowiskowego EMS (Reynolds M., Yuthas K. 2008, s. 51). ISO 14000 prezentuje strategiczny punkt widzenia i obejmuje wszystkie zagadnienia związane z zarządzaniem środowiskowym. Celem standardu jest minimalizacja negatywnego wpływu działalności organizacji na środowisko i wzmocnienie przywództwa w tym obszarze. Seria norm ISO 14000 składa się z narzędzi umożliwiających zwiększenie efektywności wykorzystania zasobów, zmniejszenie zużycia energii, poprawę efektywności procesów, redukcję wytwarzania odpadów, wykorzystanie zasobów odnawialnych oraz poprawę wizerunku firmy (<https://wiedza.pkn.pl>, dostęp online: 07.04.2022). Standard ISO 14001 jest jedynym dokumentem specyfikacji w TC 207, którego wdrożenie w organizacji może być certyfikowane. Pozostałe wchodzące w skład ISO 14000 są jego elementami wspierającymi. Kluczowe dokumenty opracowane ramach osobnych podkomisji należą:

- ISO 14004 - Ogólne wytyczne dotyczące wdrażania,
- ISO 14010 – ISO 14015 - Audyt środowiskowy i powiązane działania,
- ISO 14020 – ISO 14024 - Oznakowanie środowiskowe,
- ISO 14031 i ISO 14032 - Wytyczne do oceny efektywności środowiskowej,
- ISO 14040 – ISO 14043 - Ocena cyklu życia,
- ISO 14050 – Definicje i pojęcia (Jasch C., 2000, s. 81).

Zarówno ISO jak i EMAS są dobrowolne i zawierają wymagania niezbędne do zaprojektowania systemu zarządzania środowiskowego (Ljungberg L.Y., 2007, s. 468, Fresner J., 1998, 173). ISO 14001 zawiera wytyczne uniwersalne, które mogą zostać wdrożone w niemal każdej organizacji. Koncentruje się ono bardzo mocno na przywództwie oraz wymaganiach dla najwyższego kierownictwa w obszarze systemu zarządzania środowiskowego. Z kolei celem EMAS jest poprawa wyników efektywności środowiskowej (Morrow D., Rondinelli D., 2002, s. 162, <https://wiedza.pkn.pl>, dostęp: 08.04.2022). Standard ISO regulowany jest poprzez prywatną pozarządową organizację ISO, która jest organizacją federalną z organami członkowskimi w 167 krajach, do których należą; ANSI (American National Standards Institute) w USA, BSI (British Standards Institute) w Wielkiej Brytanii, JSA (Japanese Standards Association) w Japonii (Corbett C.J., Kirsch D.A., 2001, s.340, <https://www.iso.org/members.html>, dostęp: 09.04.2022). Z kolei EMAS regulowany jest

poprzez rozporządzenia UE. W zrewidowanym standardzie ISO 14001:2015 nowością jest wymóg dotyczący zrozumienia potrzeb i oczekiwań zainteresowanych stron. W edycji ISO 14001:2015 konieczne jest identyfikowanie interesariuszy (klientów, pracowników, dostawców, społeczność lokalną, władze) oraz ich potrzeb i oczekiwań wraz z określeniem, które z nich staną się obowiązkami organizacji, lecz otwarty dialog nie jest wymogiem (Martins F., Fonseca L., 2018, s. 451-453). W systemie EMAS identyfikacja interesariuszy oraz otwarty dialog z interesariuszami zgodny z koncepcją CSR był obecny od momentu jego powstania (Perez E.A., Ruiz C.C., Fenech F.C., 2007, s.404). Audytowanie w systemie EMAS obejmuje weryfikację skuteczności i efektywności wyników systemu zarządzania środowiskowego EMS oraz zgodność prawną, a w przypadku ISO koncentruje się jedynie na zgodności samego systemu EMS z wymaganiami standardu ISO 14001. System EMAS zawiera wszystkie wymagania ISO 14001 posiadając dodatkowo proces angażowania pracowników/członków organizacji. Od roku 1996 implementacja i certyfikacja standardu ISO 14001 jest zbiorem wymagań i wytycznych do systemu zarządzania środowiskiem. Stanowi konieczny wymóg dla przedsiębiorstw i organizacji, które poza certyfikacją ISO chcą uczestniczyć również w programie EMAS (Reynolds M., Yuthas K. 2008, s. 50–51, Matusza–Flejszman A., 2011, s. 23). Ponadto w ujęciu innowacyjności technicznej system EMAS zdaje się stwarzać lepsze warunki do jej rozwoju, aniżeli osamotniony standard ISO 14001. Ponadto potwierdzono pozytywny wpływ procesu certyfikacji na innowacyjność środowiskową (Erauskin–Tolosa A., i.in., 2020, 1152). W przeciwieństwie do standardu ISO 14001, uczestnictwo w EMAS wymusza na organizacji zewnętrzną komunikację poprzez raport środowiskowy wspierający szereg procesów biznesowych między innymi innowacyjność przedsiębiorstwa (Rennings K., i.in., 2006, s. 56, Martins F., Fonseca L., 2018, s. 453). Od 1993 roku system EMAS doczekał się podwójnej rewizji, ostatniej w roku 2010 poprzez rozporządzenie Komisji Europejskiej 1221/2009. Rewizja miała na celu poprawę stosowalności i wiarygodności programu oraz wzmocnienie jego widoczności i zasięgu (Skouloudis A., i.in., 2013, s. 1044). Podobnie jest w przypadku ISO 14001, pierwsza wersja powstała 1996 roku, aktualizacja nastąpiła w 2004, a najnowsza wersja standardu została ogłoszona w roku 2015 (Testa F., i.in., 2014, s.166, <https://www.iso.org>, dostęp online 10.04.2022). Standardy ISO mają zasięg globalny, podczas gdy EMAS aplikowany jest głównie w Europie na terenie Unii Europejskiej, co powoduje, że ISO 14001 jest aplikowany zdecydowanie częściej w międzynarodowych firmach produkcyjnych (Testa, F., i.in., 2014, s.166). Głównymi czynnikami motywującymi do implementacji standardów ISO jest presja zewnętrzna związana ze zgodnością prawną oraz poprawą wizerunku firmy, podczas gdy czynnikami motywacyjnymi dla EMAS są w większym

stopniu aspiracje wewnętrzne i chęć wzrostu innowacyjności i konkurencyjności na rynku (Ociepa-Kubicka A., Deska I., Ociepa E., 2021, s. 8). Wpływ certyfikacji ISO oraz EMAS na wyniki środowiskowe przedsiębiorstwa jest pozytywny. Warto jednak zaznaczyć, iż implementacja systemów EMS opartych na meta standardach nie gwarantuje automatycznych pozytywnych skutków. Sukces i poprawa wyników środowiskowych przedsiębiorstwa wynika z różnych czynników wewnątrzorganizacyjnych takich jak codzienna praktyka czy procedury operacyjne (Erauskin–Tolosa A., i.in., 2020, 1152, Testa F., Iraldo F., Daddi T., 2018, s. 64). Mamy również do czynienia z antagonistycznymi opiniami, które wskazują, że certyfikacje są pewnego rodzaju dyplomem organizacji, wykorzystywanymi jedynie do wzmocnienia społecznej akceptacji (Heras-Saizarbitoria I., Boiral O., Díaz de Junguitu A., 2020, s.14–15) oraz, że nie generują one *znaczącej poprawy w wynikach środowiskowych, a są raczej instrumentem postrzeganym jako Symboliczna Ekologia*. Rozwój systemu EMS oparty o certyfikację nie przyniesie realnych środowiskowych wartości i poprawy wyników, wtedy, gdy organizacja nie zinternalizuje procesów związanych z zarządzaniem środowiskowym w ogólny system zarządzania przedsiębiorstwem (Testa F., Iraldo F., Daddi T., 2018, s. 64). W praktyce pomiędzy standardami EMAS oraz ISO nie stwierdzono znaczących różnic w kontekście ich wpływu na wyniki środowiskowe przedsiębiorstwa (Erauskin-Tolosa A., i.in., 2020, 1152) Oba systemy zawierają wytyczne jak system zarządzania środowiskowego powinien być wdrożony i jak powinien wyglądać, aby skutecznie identyfikować reakcję pomiędzy organizacją, a środowiskiem naturalnym (Testa F., Iraldo F., Daddi T., 2018, s. 49). Podsumowanie cech systemów opartych na ISO i EMAS przedstawiono w Tabeli 18.

Tabela 18 Porównanie EMAS z ISO 14001

Cecha	EMAS	ISO 14001
Implementacja	Dobrowolna	Dobrowolna
Cel wdrożenia	Poprawa wyników środowiskowych.	Poprawa EMS w celu wzmocnienia i poprawienia wyników środowiskowych.
Możliwość aplikacji	Globalna.	Globalna.
Organy regulacyjne	Organy UE.	Prywatna międzynarodowa organizacja.
Relacja z otoczeniem	Identyfikacja interesariuszy oraz ich potrzeb.	Identyfikacja interesariuszy oraz ich potrzeb.
Przywództwo	Liderem może być dowolny członek organizacji.	Zarząd organizacji.

Cecha	EMAS	ISO 14001
Polityka Środowiskowa	Kluczowy element audytu wewnętrznego. Działalność powinna być doskonalona w zgodności z wymaganiami prawnymi. Minimalizacja negatywnego wpływu na środowisko. Musi być publicznie dostępna.	Działalność powinna być doskonalona w zgodności z wymaganiami prawnymi. Minimalizowaniem negatywnego wpływu firmy na środowisko. Musi być publicznie dostępna.
Deklaracja Środowiskowa	Wymagana. Musi zawierać politykę środowiskową.	Niewymagana.
Audyt wewnętrzny	Audyt obejmuje analizę skuteczności i efektywności systemu zarządzania środowiskowego przedsiębiorstwa.	Audyt obejmuje zgodność systemu zarządzania środowiskowego z wymogami standardu ISO.
Komunikacja zewn.	Otwarty dialog z interesariuszami. Wymaga publikacji raportu środowiskowego.	Dialog nie jest wymogiem. Raport środowiskowy nie jest wymogiem. Tylko polityka środowiskowa musi być udostępniona.
Zaangażowanie pracowników	Szkolenia, aktywne zaangażowanie pracowników w aktywności prośrodowiskowe.	Szkolenia.
Administracja państwowa	Bezpośrednie powiązanie.	Brak bezpośredniego powiązania.
Liczba certyfikacji	4039.	348 000+.
System zarządzania	Sfomalizowany.	Znormalizowany.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Martins F., Fonseca L., 2018, s. 453, Matuszak-Flejszman A., 2011, s. 24, Testa, F., i in., 2014, s.166-167, ISO 2021 źródło: <https://isotc.iso.org/>, dostęp online: 09.04.2022).

Poza wdrażaniem systemów zarządzania środowiskowego EMS oraz ich certyfikacją, przedsiębiorstwa coraz częściej w celu poprawy wyników w tym zakresie decydują się na stosowanie tzw. rachunkowości zarządzania środowiskowego - EMA. Koncepcja została opracowana pierwotnie na podstawie konwencjonalnych nakładów przeznaczonych na zarządzanie odpadami, opłat za ich unieszkodliwienie oraz kosztów ochrony i zarządzania środowiskiem, a aktualnie służy do wewnętrznego podejmowania decyzji i śledzenia rzeczywistej efektywności materiałowej i środowiskowej (Jasch C., 2003, s. 671). Głównym założeniem EMA jest namierzanie i śledzenie kosztów środowiskowych, a dalej wzmocnienie wyników środowiskowych przedsiębiorstwa poprzez podejmowanie lepszych decyzji na podstawie danych i wskaźników (Burritt R. L., Saka C., 2006, s. 1262, Latan H., i.in., 2018, s. 304). Wskaźniki pomagają zrozumieć złożone kwestie poprzez agregowanie i kondensację danych wspierając przy tym proces zarządczy i podejmowania decyzji (Olsthoorn X., i.in, 2001,

s. 453). Ponadto EMA postrzegane jest jako innowacyjne podejście w rachunkowości zarządczej, które obejmuje szereg dostępnych narzędzi wspierających zrównoważony rozwój (Schaltegger S., 2018, s. 19), w tym procesy zarządcze (Burritt R.L., 2005, s. 20). EMA charakteryzuje się kilkoma różnicami w stosunku do konwencjonalnej rachunkowości, wymieniając: kładzie szczególny nacisk na koszty środowiskowe, ale obejmuje również te związane z przepływem materiałów i zasobów. Jest szczególnie przydatna podczas podejmowania decyzji, które mogą mieć wpływ i konsekwencje na środowisko naturalne. (Savage D.E., Lignon P.J., Lomsek, J., 2002, s. 8). W kategoriach rachunkowości zarządczej *Rachunkowość zarządzania środowiskowego to sposób, w jaki firmy rozliczają zużycia materiałów i kosztów środowiskowych w ich działaniach operacyjnych. Rachunkowość materiałowa jest sposobem śledzenia przepływów materiałowych przez obiekt w celu scharakteryzowania wejść i wyjść dla celów oceny zarówno efektywnego gospodarowania zasobami, jak i ochrony środowiska* (Graff i.in., 1998, s. 4). Rachunkowość środowiskowa może być również rozumiana jako zarządzanie finansowymi, fizycznymi i jakościowymi informacjami na temat wpływu i konsekwencji wynikających z działalności operacyjnej przedsiębiorstwa na środowisko naturalne, oraz które wspierają wewnętrzne i zewnętrzne podejmowanie decyzji, raportowanie i rozliczanie (Latan H., i.in., 2018, s. 297). EMA jest również definiowana jako *identyfikacja, zbieranie, estymacja, analiza, raportowanie i użycie (1) informacji na temat przyływów: fizycznych materiałów, wody, energii, (2) informacji na temat kosztów i innych informacji finansowych zarówno dla konwencjonalnego, jak i środowiskowego podejmowania decyzji w organizacji* (Savage D.E., Lignon P.J., Lomsek, J., 2002, s.8, Jasch C., Ayres D., Bernaudat L., 2010, s. 96). Rachunkowość zarządzania środowiskowego lub jej wybrane narzędzia są wdrażane w różnych formach jako rozproszone i ułożone elementy. Wzbogacają one konwencjonalne praktyki rachunkowości zarządczej. (Rikhardsson P.M., 2005, s. 14) Badania potwierdziły, że przedsiębiorstwa, które zaimplementowały rozwiązania związane z EMA były w stanie osiągnąć pozytywne rezultaty ekonomiczne i środowiskowe (Mohd Khalid F., Lord B. R., Dixon K., 2012, s. 5). Jednak realizacja celów postawionych przez EMA wymaga regularnego i ciągłego zaangażowania wszystkich interesariuszy w wielu obszarach z zakresu środowiska oraz dobrze zdefiniowanych celów i wizji (Gunarathne N., Lee K.H., 2015, s. 370). Omawiane w niniejszym podrozdziale elementy wspierające Zrównoważony Rozwój w postaci CSR, standardów ISO lub EMAS, stanowią pewnego rodzaju ramy i zasady w obszarze zarządzania aspektami środowiskowymi, społecznymi oraz ekonomicznymi w przedsiębiorstwie. Certyfikaty zgodności ze standardami otrzymuje organizacja spełniająca minimalne wymogi instytucji certyfikującej, a wdrażanie

kolejnych elementów standardów wymaga od tej organizacji osiągnięcia określonych wyników. W nawiązaniu do tematu rozprawy zdaniem autora metody i narzędzia zarządzania wchodzące w skład takich koncepcji jak Lean Management czy TQM budujące doskonałość operacyjną przedsiębiorstw produkcyjnych mogą stanowić uzupełnienie w osiągnięciu pożądaných wyników w certyfikowanym obszarze związanym ze środowiskiem na przykład poprzez pozytywny wpływ wymienionych powyżej koncepcji ze standardem ISO 14001 w zakresie zarządzania środowiskowego (Hajmohammad, S., i.in., 2013, s. 92).

4. Synteza pojęć doskonałości operacyjnej i Zrównoważonego Rozwoju

4.1. Analiza czynników endogennych i egzogennych w ocenie zależności pojęć

Rozprawiając na temat koncepcji Zrównoważonego Rozwoju i doskonałości operacyjnej w aspekcie tematu dysertacji, kluczowym wydaje się być zbadanie występujących pomiędzy nimi relacji. Bazując na analizie literatury przedmiotu autor pracy stwierdził, że swoista interakcja i komplementarność celów obu koncepcji jest zauważalna. Wpływ przemysłu na Zrównoważony Rozwój w zakresie emisji dwutlenku węgla zdaniem Międzynarodowej Agencji Energetycznej stanowi 36% emisji globalnej (Munoz-Villamizar A., i in. 2021, s. 1219-1220). W związku z tym autor dysertacji uznaje, że rola tego sektora w procesach transformacji w stronę Zrównoważonego Rozwoju jest znacząca i wymaga analizy oraz działań zarówno po stronie praktyków jak i naukowców. Poza aspektem środowiskowym, przedsiębiorstwa produkcyjne wpływają również na aspekty społeczne oraz ekonomiczne. Wyzwania związane z tym obszarem adresowane są m.in. poprzez koncepcję społecznej odpowiedzialności biznesu (CSR). Ten punkt widzenia jest również spójny ze standardem ISO 26000, który definiuje CSR jako odpowiedzialność przedsiębiorstw w realizacji założeń koncepcji Zrównoważonego Rozwoju⁸⁰ (Perez-Batres, L. A i in., 2012, s. 158). Powyższe czynniki oraz wzrost wiedzy i świadomości społecznej w temacie negatywnych skutków działalności przemysłowej powodują, że przedsiębiorstwa znajdują się pod dużą presją w zakresie ich wpływu na aspekty środowiskowe, społeczne oraz ekonomiczne.

Działalność przedsiębiorstwa nie jest oceniana jedynie względem pozycji finansowej, ale również względem Zrównoważonego Rozwoju i ochrony środowiska (Thakur V., Mangla S. K., 2019, s. 847). Świadomość i wysokie oczekiwania konsumentów, rządów, organizacji pozarządowych, inwestorów oraz mediów powodują konieczność adaptacji, osiągnięcia zgodności z surowymi regulacjami oraz demonstrowania wpływu przedsiębiorstwa w zakresie Zrównoważonego Rozwoju (Sánchez-Flores R. B., i in. 2020, s. 2, Mani V., i in. 2016, s. 42). Odpowiedzią na rosnącą presję i wymagania związane ze Zrównoważonym Rozwojem w łańcuchach dostaw może być zmiana strategii i wdrożenie praktyk doskonałości operacyjnej oraz CSR. Obejmują one swoim zakresem trzy filary Zrównoważonego Rozwoju tj.: środowiskowy, ekonomiczny oraz społeczny (Mangla, S. K., i in. 2020, s.1, Henríquez-Machado R., Muñoz-Villamizar A., Santos J., 2021, s. 1, Perez-Batres, L. A i in., 2012, s. 158). Jak wspomniano w rozdziale trzecim niniejszej rozprawy, koncepcja Zrównoważonego Rozwoju stanowi strategiczny plan działania dla świata i rządów państw należących do ONZ.

⁸⁰ Więcej na ten temat w podrozdziale 3.4

Koncepcja definiuje ramy funkcjonowania i oczekiwania wobec rządów w dziedzinach ekonomii, środowiska naturalnego oraz społeczeństwa. Cele Zrównoważonego Rozwoju oparte są o zadania oraz wskaźniki, co zdaniem autora powoduje, że są one bardziej zrozumiałe. Ten fakt umożliwia włączenie ich na poziom operacyjno-wykonawczy przez rządy państw członkowskich. Kontrola stopnia realizacji zadań i wskaźników może pozwolić na szybszą reakcję w celu korygowania niepożądanych rezultatów.

Doskonałość operacyjna przedsiębiorstwa, może być z kolei rozumiana jako stan będący skutkiem zarządzania opartego na koncepcjach, metodach, technikach i narzędziach wspierających osiągnięcie strategicznych celów organizacji.

Uczni identyfikują Zrównoważony Rozwój jako makro koncepcję agregującą poziom krajowy oraz globalny (Perez-Batres, L. A i in., 2012, s. 158). Doskonałość operacyjna przedsiębiorstwa koncentruje się przede wszystkim na poprawie efektywności procesów zachodzących w przedsiębiorstwie, a więc w skali mikro. Celem nadrzędnym jest optymalne wykorzystanie dostępnych zasobów, a co za tym idzie osiągnięcie optymalnego poziomu kosztów (Treacy M. Wieresma, F., 1993, Rai, A.; Patnayakuni R., Seth N., 2006 s. 225–246). Takie postrzeganie doskonałości operacyjnej jest spójne z raportem ONZ po konferencji w Johannesburgu z 2002 roku w obszarze relacji Zrównoważonego Rozwoju i przemysłu. Stwierdzono tam, że na przestrzeni 10 lat od konferencji w Rio de Janeiro w 1992, zaobserwowano zmianę w światowych trendach z zakresu wpływu biznesu na Zrównoważony Rozwój. Wzrost zainteresowania kwestiami Zrównoważonego Rozwoju przez przedsiębiorstwa według raportu wynikał z dostrzeżenia jego pozytywnego wpływu na wyższą opłacalność biznesu w przypadku bardziej zrównoważonej produkcji. Wówczas wzorce zrównoważonej produkcji opierały się przede wszystkim na efektywnym zarządzaniu zasobami i redukcją generacji odpadów. Procesy te na początku XXI wieku wspierane były również przez ówczesne rządy stosujące ulgi podatkowe lub inne zachęty (ONZ, 2002, s. 103). Pomimo tego, iż koncepcja Zrównoważonego Rozwoju wdrażana pod przywództwem ONZ jest zjawiskiem oraz pojęciem znacznie szerszym od koncepcji doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego, autor obserwuje podobieństwa oraz czynniki wzajemnie wpływające na siebie. Operacjonalizacja założeń Zrównoważonego Rozwoju i jego 17 celów stanowi dla autora dysertacji podstawę do rozważań na temat komplementarności, relacji i podobieństw pomiędzy koncepcjami zarządzania przedsiębiorstwem, wspierającymi doskonałość operacyjną a koncepcją Zrównoważonego Rozwoju.

Syntetyzacja pojęć doskonałości operacyjnej i Zrównoważonego Rozwoju obejmuje:

- analizę spójności celów obu koncepcji na bazie dostępnej wiedzy i literatury,
- przeprowadzenie analizy relacji i endo/egzogeniczności dla obu pojęć.

4.2. Doskonałość operacyjna przedsiębiorstwa produkcyjnego a Zrównoważony Rozwój

Rosnące zainteresowanie i chęć integracji efektywności operacyjnej przedsiębiorstwa z wynikami środowiskowymi obserwowane jest w literaturze od wielu lat (Choudhary S., i in., 2019, s.363). Integracja osiągnięta ma być poprzez wdrażanie koncepcji zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym takich jak np. Lean Management, Przemysł 4.0 i wykorzystywanie zawartych w nich metod, technik i narzędzi do poprawy wyników operacyjnych. Literatura przedmiotu sugeruje, że wdrażanie takich koncepcji oraz technologii poprawia wyniki ekonomiczne przedsiębiorstwa przy jednoczesnej poprawie w zakresie aspektów środowiskowych, społecznych oraz ekonomicznych. (Munoz-Villamizar A., i in. 2021, s. 1220).

Badania pokazują, że temat zarządzania operacyjnego w ostatnich latach zaczął obejmować Zrównoważony Rozwój poprzez doskonałość operacyjną oraz gospodarkę o obiegu zamkniętym (ang. circular economy) (Sehnm S., i in. 2019, s. 236). Gospodarka o obiegu zamkniętym to system, który w ostatnich latach stał się bardzo istotnym elementem przemysłu i zyskał na znaczeniu również wśród decydentów politycznych oraz badaczy (Schroeder, P., i in. 2018, s. 77). Adaptacja perspektywy środowiskowej w działania operacyjne przedsiębiorstwa jako czynnika poprawiającego wyniki jest obecna w literaturze już od lat 90, o czym pisali m.in M. Porter oraz C. van der Linde. Opisywali oni nowy paradygmat dynamicznej konkurencyjności oparty na innowacyjności. Według Portera i van der Linde stwarzał on *intrygujące możliwości* poprzez częściowe lub całkowite zrekomensowanie kosztów związanych z przepisami środowiskowymi. W rezultacie wpływało to na uzyskanie przewagi konkurencyjnej wspierającej sukces przedsiębiorstwa (Porter M. E., Van der Linde C., 1995, s. 97-98). Ponadto literatura dostarcza również wiedzy na temat tego jak skupienie na wynikach środowiskowych może być *zasobem* stanowiącym o pozycji rynkowej przedsiębiorstwa (Corbett C. J., Klassen R.D., 2006, s. 6). Uwzględniając powyższe oraz wymagania ustawodawcze, włączanie aspektów Zrównoważonego Rozwoju w strategiczne działania przedsiębiorstw produkcyjnych stanowi w XXI wieku nieodłączny element synchronizacji, planowania i realizowania działań podstawowych przedsiębiorstwa produkcyjnego (Mangla, S. K., i in. 2020, s.1).

Uwzględniając tematykę rozprawy obejmującą wpływ doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego na Zrównoważony Rozwój, autor rozważa przede wszystkim wpływ działań operacyjnych przedsiębiorstw produkcyjnych oraz metod, technik i narzędzi zarządzania na realizację celów Zrównoważonego Rozwoju. Omawiając szczegółowo koncepcje zarządzania przedsiębiorstwami w rozdziale drugim niniejszej rozprawy, autor poszukiwał ich powiązań z doskonałością operacyjną i wpływem na Zrównoważony Rozwój. Analizując wpływ operacyjnej działalności przedsiębiorstw produkcyjnych, autor odnalazł potwierdzenie, że metody i praktyki m.in. Lean Manufacturing, Six Sigma czy TQM stanowiące istotne elementy programów doskonałości operacyjnej w przemyśle produkcyjnym (Hansson J., Eriksson H., 2002, s. 54, Irani Z., Beskese A., Love P.E, 2004, s. 644) wpływają pozytywnie na Zrównoważony Rozwój. Ma to również potwierdzenie w badaniach dostarczających statystycznie istotnych wyników (Kamble S., Gunasekaran A., Dhone N. C., 2020, s.1331, Jakhar S. K., Rathore H., Mangla S. K, 2018, s.20). Warto jednak zauważyć, że Lean Manufacturing ze względu na pryncypia związane ze strategią zarządzania logistyką zewnętrzną tj. dostawy na czas czy założenie *zero zapasów* może wpływać negatywnie na aspekty środowiskowe (Jakhar S. K., Rathore H., Mangla S. K. 2018, s. 20). Wpływ wzmoczonych procesów transportowych i związana z tym emisyjność gazów cieplarnianych może skutecznie niweczyć wysiłki i pozytywny wpływ osiągnięty w obszarze operacji produkcyjnych. Szczególnie, że operacje logistyczne obejmujące transport są kluczowym czynnikiem degradacji środowiska stanowiąc 25% światowej emisji CO₂ (Höhne N., Levin K., & Roy J., 2022, s. 46).

To sprawia, że zdaniem autora wpływ przedsiębiorstwa produkcyjnego należałoby analizować oraz oceniać w kontekście całego łańcucha dostaw. Literatura dostarcza wiedzy na temat dostosowania klasycznych metod Lean Management do wymagań środowiskowych. Przykładem może być Green Integrated Value Stream Mapping, czyli zmodyfikowana wersja klasycznego mapowania strumienia wartości VSM, która pozwala zrozumieć proces, zidentyfikować nieefektywności lub miejsca generowania negatywnego wpływu na środowisko naturalne. Narzędzie wspiera Zrównoważony Rozwój poprzez poprawę efektywności procesów, redukcję czasu dostaw i zmniejszenie śladu węglowego, w niektórych przypadkach nawet o kilkadziesiąt procent (Choudhary S., i in., 2019, s. 365). Optymalizacja struktury łańcucha dostaw oraz procesów w tym łańcuchu poprzez włączenie programów szeroko pojętej doskonałości operacyjnej wpływają pozytywnie zarówno na wyniki ekonomiczne jak i środowiskowe oraz społeczne (Cui, L., i in. 2020, s 567). W celu uzyskania synergicznego

rezultatu i wzmocnienia pozytywnego wpływu na Zrównoważony Rozwój, coraz popularniejsze jest hybrydowe implementowanie praktyk szczupłego zarządzania z elementami technologii Przemysłu 4.0 (Kamble S., Gunasekaran A., Dhone N. C., 2020, s. 1326). Badania w obszarze przemysłu motoryzacyjnego sugerują, że technologia Przemysłu 4.0 ma bezpośredni pozytywny wpływ na narzędzia i metody Lean Manufacturing, który z kolei poprzez 5S, standaryzację, VSM oraz TPM bezpośrednio pozytywnie wpływają na Zrównoważony Rozwój (Teixeira P., i in. 2021, s. 11, Kamble S., Gunasekaran A., Dhone N. C., 2020, s. 1330). Łączenie szczupłego zarządzania, nowoczesnych technologii z paradygmatami tzw. *zielonych* trendów obejmujących m.in. selekcję dostawców czy implementację elementów gospodarki o obiegu zamkniętym (ang. circular economy), staje się coraz powszechniejszym zjawiskiem w biznesie (Choudhary S., i in., 2019, s.365, Sehnem S., i in. 2019, s. 236). Technologia cyfrowa powiązana z koncepcją Przemysłu 4.0 w cyfrowym łańcuchu dostaw pozwala również w lepszy sposób monitorować aspekty związane ze Zrównoważonym Rozwojem (Grzybowska K., Cyplik P., 2022, s. 212). Uwzględnianie celów środowiskowych i społecznych w strategiach przedsiębiorstw produkcyjnych ma zdaniem autora egzogeniczne podłoże. Wynika przede wszystkim z ustawodawstwa napędzanego przez instytucje państwowe oraz ponadnarodowe jak ONZ lub UE. Organizacje te przez swoją działalność angażują pośrednio firmy produkcyjne do działań na rzecz Zrównoważonego Rozwoju (Sehnem S., i in. 2019, s. 237, Porter M. E., Van der Linde C., 1995, s. 97-98, Kaźmierczak M., Kamińska A., 2017, s. 211). Tak zwany Europejski Zielony Ład zakłada i proponuje przekształcenie sektora przemysłowego w stronę Zrównoważonego Rozwoju do roku 2050 między innymi poprzez wzmocnienie prawodawstwa i aparatu legislacyjnego na terenie UE (Komisja Europejska, 2020, s. 3, Romero-Luis J., i in. 2021, s.1). Aktualnie funkcjonujący, liniowy model produkcji polegający na wydobyciu surowców, przetworzeniu ich, a następnie zużyciu i wyrzuceniu produktu przez konsumenta *nie daje producentom wystarczających zachęt do produkcji bardziej zgodnej z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym*. Z tego powodu prawodawstwo UE angażuje producentów do transformacji w kierunku Zrównoważonego Rozwoju również poprzez rozwiązania obowiązkowe wdrażane przez dyrektywy. Przykładami mogą być kwestie energetyczne, oznakowanie ekologiczne czy tzw. zielone zamówienia (Komisja Europejska, 2020, s. 4). Istotnym aspektem uwzględnianym przez biznes przy ustalaniu celów jest również nacisk interesariuszy oraz wzrost świadomości konsumentów bacznie obserwujących poczynania przedsiębiorstw i ich wpływ na środowisko naturalne (Carroll A. B., 1999, s. 292). Rozwój odpowiedzialności środowiskowej w społeczeństwie oraz wśród konsumentów na przestrzeni lat spowodował, że popyt na

produkty przyjazne środowisku znacząco wzrósł. Według badań przeprowadzonych przez Nielsen Media Research wśród konsumentów globalnych, aż 66% jest w stanie więcej zapłacić za produkty przyjazne środowisku (de Freitas Netto, S. V., i in. 2020, s. 1). Zatem czynniki egzogenne obejmujące oczekiwania i nacisk ze strony konsumentów jak i instytucji prawnych skutkujące wprowadzaniem szeregu norm i ograniczeń wspierających transformację świata w kierunku Zrównoważonego Rozwoju stanowią o nieodzownym i nieuniknionym warunku brzegowym funkcjonowania biznesu na danym obszarze. W odpowiedzi na tą presję w celu wywiązywania się z obowiązków prawnych, ale również w celu wzmocnienia pozycji rynkowej rośnie potrzeba *chwalenia się* oraz raportowania wyników środowiskowych oraz społecznych (Gangi F., D'Angelo E., 2016, s. 1397). System rachunkowości środowiskowej obejmujący sposoby rozliczania zużycia zasobów, materiałów i kosztów środowiskowych w działaniach operacyjnych⁸¹ jest mocno powiązany z podstawową działalnością operacyjną przedsiębiorstwa produkcyjnego a dalej ze sposobem oceny efektywności procesów w nim zachodzących. Pozwala to sądzić, iż część działań związanych ze wspieraniem Zrównoważonego Rozwoju może być realizowana operacyjnie a negatywne skutki środowiskowe wynikają z jakości i poziomu efektywności procesów zachodzących w firmach produkcyjnych. Zdaniem autora doskonałość operacyjna skupiająca się na poprawie efektywności procesów w przedsiębiorstwie, może w *naturalny* sposób wspierać jednocześnie cele przedsiębiorstwa jak i część środowiskowych, społecznych oraz ekonomicznych celów Zrównoważonego Rozwoju.

Po przeprowadzeniu badań literaturowych oraz szczegółowej analizie opisu celów, zadań i wskaźników Zrównoważonego Rozwoju pod kątem ich spójności z operacyjną działalnością przedsiębiorstwa produkcyjnego^{82,83}, autor uważa, że poziom doskonałości operacyjnej jest endogennym czynnikiem mogącym wpływać na realizację części celów Zrównoważonego Rozwoju. Ponadto potrzeba doskonalenia procesów nie tylko w imię korzyści ekonomicznych, ale również środowiskowo-społecznych napędzana ustawodawstwem i oczekiwaniem konsumentów jest egzogennym czynnikiem napędzającym realizację Celów Zrównoważonego Rozwoju. Na podstawie wspomnianej analizy autor wywnioskował, że działalność przedsiębiorstw produkcyjnych i poprawa efektywności procesów skutkująca osiągnięciem

⁸¹ Więcej na ten temat w podrozdziale 3.4.3

⁸² Działalność operacyjna: bezpieczeństwo i ergonomia pracy, wydajność procesów produkcyjnych, efektywność; materiałowa, energetyczna i wodna oraz gospodarowanie odpadami. Więcej w podrozdziale 3.2, str.87-88.

⁸³ Tabela z opisem celów, zadań, wskaźników oraz wynikami analizy spójności znajduje się w sekcji Załączniki jako **Error! Reference source not found.**

wyższego poziomu doskonałości operacyjnej może w różnym stopniu wpływać na dziesięć z siedemnastu Celów Zrównoważonego Rozwoju realizowanych w poszczególnych obszarach operacyjnych. Cele mogą być realizowane poprzez dziewiętnaście ze stu siedemdziesięciu dwóch zadań oraz dwudziestu trzech z dwustu czterdziestu jeden oficjalnych wskaźników Zrównoważonego Rozwoju, co zostało przedstawione Tabeli 19 oraz zwizualizowane na Rysunku 10

Tabela 19 Zestawienie wskaźników możliwych do realizacji w ramach działań operacyjnych przedsiębiorstw produkcyjnych

Obszar operacyjny	Wskaźniki Zrównoważonego Rozwoju					
Bezpieczeństwo i ergonomia	3.9.3	5.1.1	8.5.1	8.5.2	8.8.1	10.2.1
Wydajność produkcji	7.3.1	9.2.1	9.4.1	9.3.1	14.3.1	
Efektywność energetyczna	7.3.1	14.3.1	9.4.1			
Efektywność wodna	6.4.1	6.4.2				
Efektywność materiałowa	8.4.1	8.4.2	12.1.1	12.2.1	12.3.1	
Gospodarka odpadami	11.6.1	12.4.1	12.4.2	12.5.1	14.1.1	

Źródło: Opracowanie własne

Rozdział czwarty kończy **I ETAP** pracy badawczej wynikający z metodyki przedstawionej na Rysunku 2. Etap ten skupiał się na badaniach literatury oraz realizacji postawionych zadań badawczych, w których skład wchodziły:

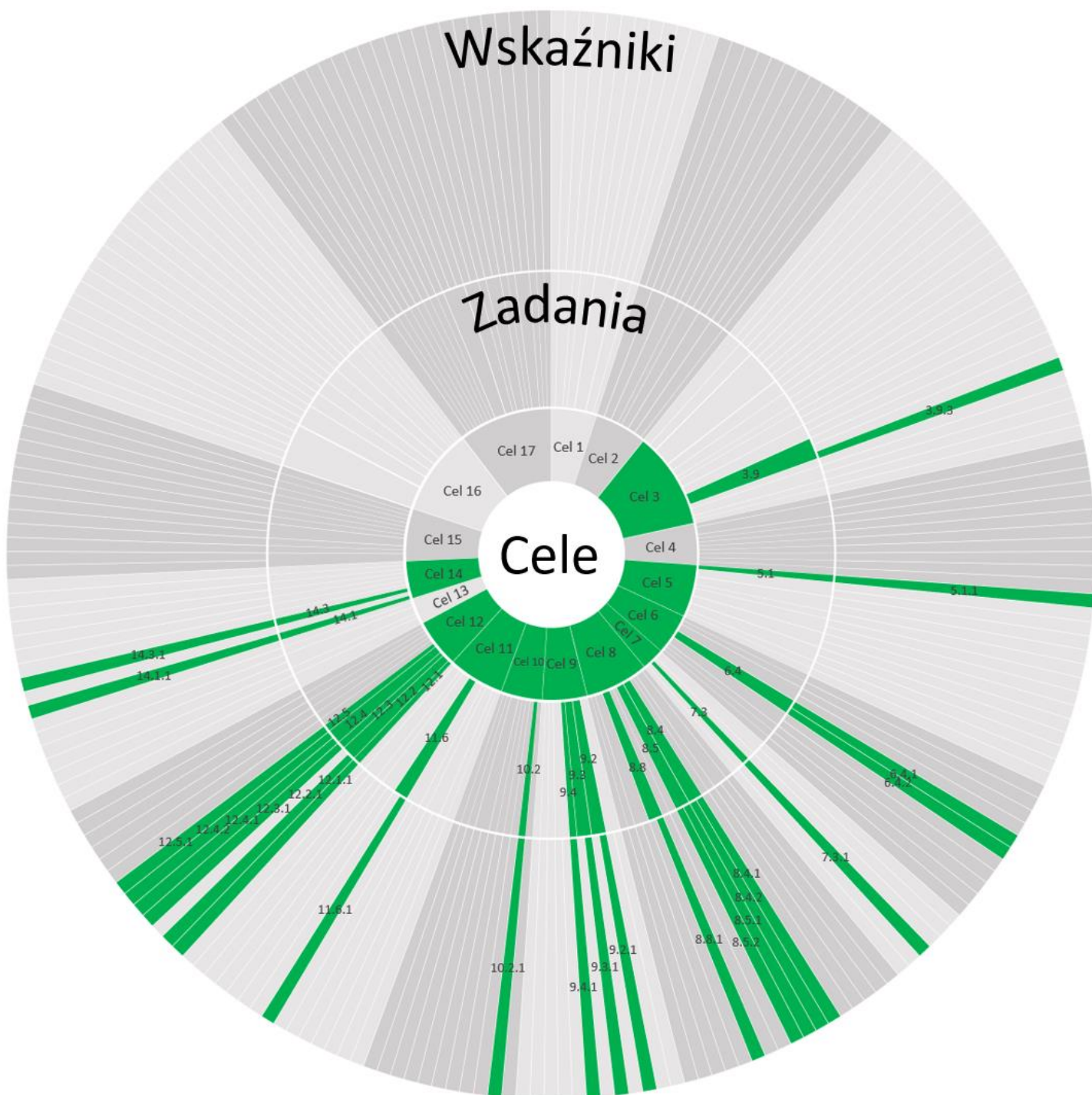
Z1: Identyfikacja i systematyzacja pojęcia doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego

Z2: Identyfikacja współczesnych metod zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym

Z3: Identyfikacja pojęcia Zrównoważonego Rozwoju na podstawie badań literaturowych.

Z4: Identyfikacja zależności i analiza relacji pojęć doskonałości operacyjnej i Zrównoważonego Rozwoju

Przeprowadzona w ramach tego rozdziału analiza relacji pojęć doskonałości operacyjnej oraz koncepcji Zrównoważonego Rozwoju i płynące z niej wnioski stanowią dla autora przesłanki do przeprowadzenia badań ankietowych obejmujących wpływ doskonałości operacyjnej i metod, technik oraz narzędzi zarządzania przedsiębiorstwem na absorpcję celów koncepcji Zrównoważonego Rozwoju, co rozpoczyna **II ETAP** pracy badawczej niniejszej rozprawy.

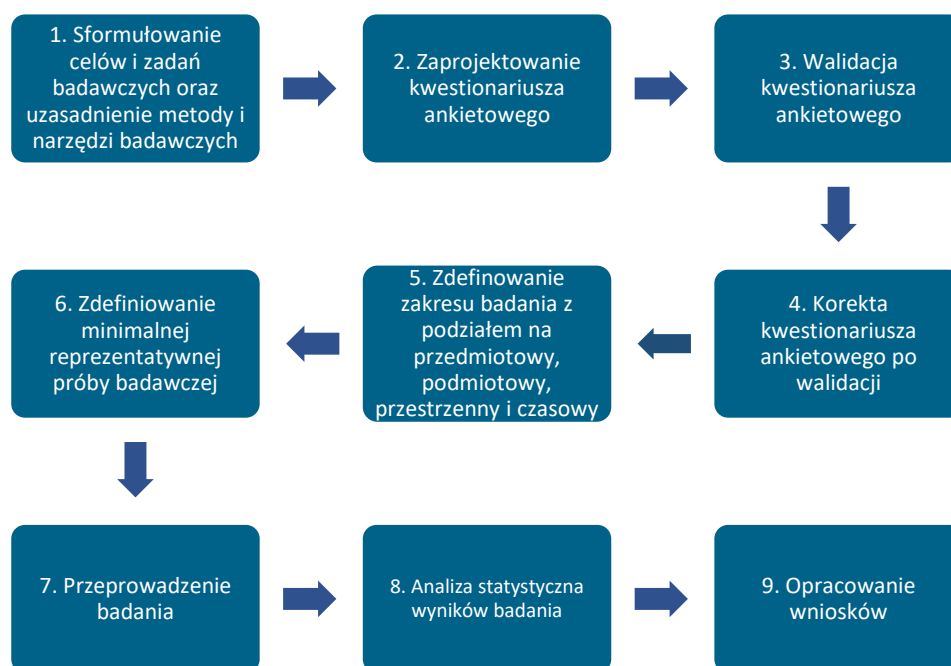


Rysunek 10 Diagram celów, zadań i wskaźników Zrównoważonego Rozwoju możliwych do realizacji w ramach działań operacyjnych przedsiębiorstw produkcyjnych na tle wszystkich celów, zadań i wskaźników Zrównoważonego Rozwoju
Źródło: Opracowanie własne

5. Badanie wpływu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstw produkcyjnych na koncepcję Zrównoważonego Rozwoju

5.1. Schemat postępowania badawczego

W celu zrealizowania zadań drugiego etapu metodyki pracy badawczej niniejszej rozprawy przedstawionej na Rysunku 2 w rozdziale 1.3 autor przeprowadził badanie empiryczne, postępując zgodnie ze schematem przedstawionym na Rysunku 11.



Rysunek 11 Schemat postępowania badawczego dla badania wpływu doskonałości operacyjnej na koncepcję Zrównoważonego Rozwoju
Źródło: Opracowanie własne

W pierwszym kroku schematu postępowania badawczego, autor zdefiniował cele oraz zadania badawcze obejmujące:

CB 1: Ocenę wpływu doskonałości operacyjnej na realizację celów Zrównoważonego Rozwoju.

CB 2: Ocenę wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na doskonałość operacyjną

CB 3: Ocenę wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym na Cele Zrównoważonego Rozwoju.

Na podstawie postawionych celów badawczych autor zdefiniował zadania, które obejmują:

Z5: Badanie wpływu doskonałości operacyjnej na absorpcję Celów koncepcji Zrównoważonego Rozwoju.

Z6: Badanie identyfikacji wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na osiągnięcie doskonałości operacyjnej.

Z7: Badanie i identyfikacja wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na obszary operacyjne przedsiębiorstwa produkcyjnego powiązane z celami Zrównoważonego Rozwoju.

Realizacja tych zadań pozwoliła autorowi na weryfikację postawionych hipotez badawczych i uzupełnienie zidentyfikowanych luk poznawczych.

W drugim kroku postępowania badawczego opracowano formularz ankietowy do przeprowadzania badania ankietowego. Kwestionariusz został podzielony na 3 sekcje:

Sekcja 1 – składała się z 3 zamkniętych pytań, koncentrujących się na pojęciach wokół doskonałości operacyjnej, m.in.: wpływu poszczególnych metod zarządzania na osiągnięcie doskonałości operacyjnej czy wpływu wybranych barier na proces osiągnięcia doskonałości operacyjnej. Wszystkie pytania w tej sekcji zdefiniowano w układzie siatki jednokrotnego wyboru. Zastosowano stopniowanie wpływu z wykorzystaniem skali Likert'a bez punktu neutralnego tj. od 0 do 5, gdzie 0 oznacza brak wpływu, a 5 oznacza bardzo silny wpływ.

Sekcja 2 – najbardziej rozbudowana spośród wszystkich w kwestionariuszu. Jest to obszar zawierający 7 pytań zamkniętych w układzie siatki jednokrotnego wyboru z wykorzystaniem sześciopunktowej skali Likert'a bez punktu neutralnego od 0 do 5. Sekcja rozpoczyna się pytaniem dotyczącym wpływu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego na poziom realizacji Celów Zrównoważonego Rozwoju. Następnie badano wpływ wybranych metod i narzędzi zarządzania na wybrane obszary działalności operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego np. wydajność procesów produkcyjnych, efektywność: materiałowa, energetyczna oraz wodna, gospodarowanie odpadami oraz bezpieczeństwo i ergonomia pracy.

Sekcja 3 – swoim zakresem obejmuje zebranie m.in. informacji na temat wielkości organizacji oraz poziomu doświadczenia i wiedzy w badanym obszarze. Dzięki sekcji trzeciej możliwa była analiza zależności w postrzeganiu wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój z punktu widzenia specyfiki pracy, poziomu wiedzy i doświadczenia oraz poziomu i charakterystyki stanowisk respondentów.

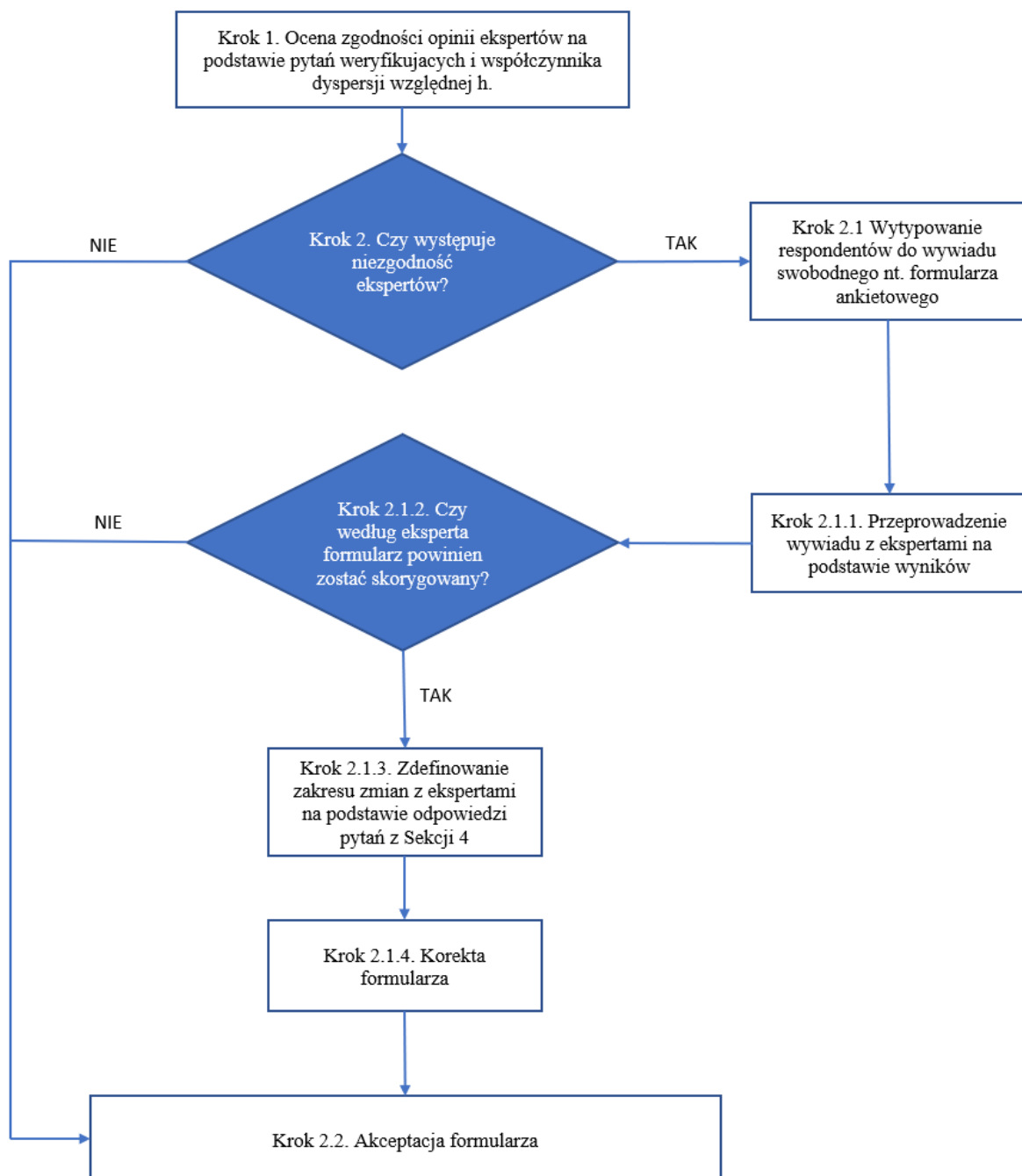
Formularz ankietowy i zawarte w nim pytania został opracowany w taki sposób, aby umożliwić realizację postawionych zadań oraz celów badawczych. W Tabeli 20 przedstawiono relację pytań i zadań badawczych postawionych w ramach rozprawy.

Tabela 20 Zestawienie relacji pytań w formularzu ankietowym z postawionymi zadaniami badawczymi

Numer pytania	Sekcja	Pytanie	Zadanie badawcze
1	1	Według Pani/Pana jaki jest wpływ wymienionych poniżej narzędzi stosowanych w zarządzaniu procesami produkcyjnymi na osiągnięcie Doskonałości Operacyjnej?	Z6: Badanie wpływu wybranych metod zarządzania na osiągnięcie doskonałości operacyjnej.
2	2	Według Pani/Pana wiedzy i doświadczenia jaki jest wpływ poziomu Doskonałości Operacyjnej przedsiębiorstwa na realizację celów koncepcji Zrównoważonego Rozwoju?	Z5: Badanie wpływu doskonałości operacyjnej na absorpcję celów koncepcji Zrównoważonego Rozwoju.
3	2	Jaki według Pani/Pana jest wpływ wymienionych poniżej narzędzi stosowanych w zarządzaniu procesami produkcyjnymi na poprawę efektywności wykorzystania normatywnego czasu produkcyjnego? (tj. np. wzrost wskaźnika OEE).	Z7: Badanie i identyfikacja wpływu wybranych metod zarządzania na obszary operacyjne przedsiębiorstwa produkcyjnego powiązane z celami Zrównoważonego Rozwoju
4	2	Jaki według Pani/Pana jest wpływ wymienionych poniżej narzędzi stosowanych w zarządzaniu procesami produkcyjnymi na redukcję zużycia i strat energii elektrycznej w procesach produkcyjnych?	
5	2	Jaki według Pani/Pana jest wpływ wymienionych poniżej narzędzi stosowanych w zarządzaniu procesami produkcyjnymi na redukcję zużycia wody w procesach produkcyjnych?	
6	2	Jaki według Pani/Pana jest wpływ wymienionych poniżej narzędzi stosowanych w zarządzaniu procesami produkcyjnymi na redukcję generacji odpadów i strat materiałowych?	
7	2	Jaki według Pani/Pana jest wpływ wymienionych poniżej narzędzi stosowanych w zarządzaniu procesami produkcyjnymi na prawidłową gospodarkę odpadami?	
8	2	Jaki według Pani/Pana jest wpływ wymienionych poniżej narzędzi stosowanych w zarządzaniu procesami produkcyjnymi na poprawę bezpieczeństwa ergonomii pracy?	

Źródło: Opracowanie własne

Przed przeprowadzeniem badań właściwych, w trzecim kroku schematu postępowania badawczego, kwestionariusz ankietowy został poddany procesowi walidacji, czyli ocenie poprawności odpowiedniości, trafności i dokładności (Świniarski P., 2016). Według A. Balceraka walidacja to: stwierdzenie, że działanie modelu, w założonej dziedzinie zastosowań, jest zasadne i zgodne z celami modelowania (Balcerak A., 2003, s. 28 za: Balci 1997). Na potrzeby niniejszej rozprawy autor przyjmuje, że walidacja to stwierdzenie, że kwestionariusz ankietowy jest zasadny oraz zgodny z celami badania. Proces walidacji arkusza został zrealizowany według schematu postępowania przedstawionego na Rysunku 12.



Rysunek 12 Walidacja kwestionariusza ankietowego - schemat postępowania
 Źródło: Opracowanie własne

Badanie walidacyjne przejawiało znamiona pilotażu konwencjonalnego z uwagi na nielosową próbę badawczą wynoszącą 20 respondentów z wiedzą na poziomie eksperckim oraz zebranie ustnej informacji zwrotnej na temat kwestionariusza (Grzeszkiewicz–Radulska, K., s. 115, 2012). Walidacji dokonano na podstawie analizy czterech pytań weryfikujących znajdujących się w czwartej sekcji formularza ankietowego. Każdy z uczestników badania został poproszony o opinię dotyczącą pytań. W procesie walidacji brali udział respondenci, którzy zdefiniowali swój poziom wiedzy jako ekspercki. Szczegółowe zestawienie znajduje się w sekcji Załączniki pod nazwą Załącznik 4 – Tabela doboru respondentów w procesie walidacji kwestionariusza ankietowego. Zgodność opinii respondentów w procesie walidacji oceniono na podstawie obliczenia współczynnika dyspersji względnej odpowiedzi udzielonych w ramach Sekcji 4.

Współczynnik dyspersji względnej został wyliczony ze wzoru 5.1:

(5.1)

$$h = \frac{k}{k-1} \left(1 - \sum_j f_j^2 \right), h_r \in [0,1]$$

gdzie:

k – liczba wariantów dla r-tego pytania, $r \in N$ i $r \in \{1,2,3,4,5\}$;

f_j^2 – częstość występowania j-tego wariantu wśród odpowiedzi (możliwe jest pięć wariantów *Tak, Raczej Tak, Nie wiem, Raczej nie, Nie*).

Współczynnik h jest unormowany w przedziale [0;1]. Im wartość współczynnika h bliższa zeru, tym większa zgodność ekspertów (Wójciak M., 2015, s. 63). W przypadku pięciu możliwości odpowiedzi, przyjmuje się, że odpowiedzi respondentów są zgodne, jeśli wartość współczynnika dyspersji względnej h jest równa lub niższa od 0,658 (Wójciak M., 2015, s. 66).

W procesie walidacji wykorzystano następujące pytania:

1. Czy według Pani/Pana pytania sformułowane w ramach niniejszego badania były zrozumiałe?
2. Czy według Pani/Pana zestaw zaproponowanych pytań jest wystarczająco szczegółowy, by ocenić wpływ doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego na realizację Celów Zrównoważonego Rozwoju?
3. Czy według Pani/Pana zestaw zaproponowanych pytań jest wystarczający, by ocenić wpływ doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego na realizację celów Zrównoważonego Rozwoju?
4. Czy według Pani/Pana wszystkie pytania w formularzu ankietowym były spójne i odpowiednie względem celu badania?

Odpowiedzi na pytania wykorzystane w procesie walidacji formularza ankietowego wraz ze współczynnikami dyspersji względnej zostały przedstawione w Tabeli 21.

Tabela 21 Podsumowanie pytań walidujących formularz ankietowy

Nr pytania w sekcji walidacyjnej	Liczba odpowiedzi	Liczba odpowiedzi					Wartość współczynnika dyspersji względnej h
		Tak	Raczej tak	Nie wiem	Raczej nie	Nie	
Pytanie 1	20	11	7	0	2	0	0,706
Pytanie 2	20	5	13	0	2	0	0,631
Pytanie 3	20	14	2	1	3	0	0,594
Pytanie 4	20	7	6	0	4	3	0,906

Źródło: Opracowanie własne

Dla pytań walidacyjnych, których odpowiedzi cechowały się wartością współczynnika dyspersji względnej powyżej 0,658 (pytanie 1 oraz pytanie 4 z sekcji czwartej), przeprowadzono krok 2.1.3. zgodnie ze schematem przedstawionym na Rysunku 12.

Na podstawie tego kroku:

- wyeliminowano z arkusza dwa pytania z uwagi na niską przydatność względem tematu badań (Pytanie 2 – Sekcja 1, Pytanie 4 – Sekcja 2),
- dodano wstęp teoretyczny z definicjami pojęć doskonałości operacyjnej oraz Zrównoważonego Rozwoju w Sekcji 2, aby wyrównać sposób ich rozumienia i zwiększyć świadomość podczas udzielania odpowiedzi.

W kroku piątym schematu badawczego zdefiniowano zakresy badania z podziałem na:

- Przedmiotowy:
 - Identyfikacja i ocena wpływu doskonałości operacyjnej na koncepcję Zrównoważonego Rozwoju,
 - Identyfikacja wpływu metod zarządzania na doskonałość operacyjną,
 - Identyfikacja korelacji pomiędzy metodami zarządzania oddziałującymi na poziom doskonałości operacyjnej organizacji, a obszarami operacyjnymi powiązаныmi z Celami Zrównoważonego Rozwoju.
- Podmiotowy – pracownicy dużych przedsiębiorstw produkcyjnych oraz pracownicy naukowcy z dziedziny nauk o zarządzaniu specjalizujący się w zakresie zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym.
- Przestrzenny – pracownicy z polskich przedsiębiorstw i spółek produkcyjnych.
- Czasowy – badania prowadzono na przestrzeni 1,5 roku w okresie sierpień 2021 – styczeń 2023.

Ankietowanie to jedna z metod badań społecznych polegająca na zbieraniu informacji od respondentów z wykorzystaniem wystandaryzowanego kwestionariusza będącego narzędziem pomiarowym. Dzięki dostępnym możliwościom budowania elektronicznych narzędzi oraz formularzy ankietowych, jest to przystępny sposób zbierania określonych informacji w całej sieci Internetu. Badany przez autora obszar (nauki społeczne) wchodzi w skład nauk empirycznych, korzystających przede wszystkim z rozumowania indukcyjnego. Takie rozumowanie charakteryzuje się wnioskowaniem od szczegółu do ogółu, to znaczy, że o prawdziwości racji wnioskuje się na podstawie prawdziwości następstw. W naukach o zarządzaniu, rozumowanie indukcyjne stosuje się w badaniach i jest sposobem postępowania badawczego, które obejmuje; obserwację i opis faktów, wyprowadzanie ogólnych reguł/stwierżeń, a następnie ich testowanie (Burdukiewicz J.M., 2012, s. 535). W przeciwieństwie do rozumowania dedukcyjnego, wnioski z rozumowania indukcyjnego nie muszą być logicznie i poprawne. Istnieje ryzyko, że takie wnioskowanie może być nieprawdziwe i zawodne (Burdukiewicz J.M., 2012, s. 535). W związku z tym w badaniach o takim charakterze bardzo ważny jest rygor metodyczny. Przykładem wnioskowania indukcyjnego jest sytuacja, w której badacz na podstawie obserwacji łabędzi w określonym miejscu i czasie, wysnuł wniosek, że *wszystkie łabędzie są białe*. W rzeczywistości w przyrodzie występują przypadki, czarnych łabędzi, co obala postawiony wcześniej wniosek i potwierdza, że rozumowanie indukcyjne może być zawodne (Warburton N., 1999, s. 3–6).

Szósty krok schematu badawczego to określenie wielkości wymaganej próby badawczej, która została wyliczona na podstawie wzoru 5.2 (Matuszak A., Matuszak Z. 2011, s. 38):

(5.2)

$$N_{min} = \frac{N\rho}{1 + \frac{e^2(N\rho - 1)}{\alpha^2 \times f(1 - f)}}$$

gdzie:

N_{min} - minimalna liczebność próby,

$N\rho$ - wielkość populacji, z której brana jest próba,

α - poziom ufności dla wyników,

f - wielkość frakcji,

e - założony błąd maksymalny, wyrażony w liczbie ułamkowej

Na podstawie dostępnych danych z Głównego Urzędu Statystycznego przyjęto liczebność dużych (>250 osób) przedsiębiorstw produkcyjnych (przetwórstwa przemysłowego) w Polsce na poziomie 1708, co stanowi 0,81% liczby wszystkich przedsiębiorstw przetwórstwa przemysłowego w Polsce (211,12 tys.)⁸⁴. Przyjmuję się zatem wartość standardową danego poziomu ufności na poziomie 95%⁸⁵. Z uwagi na trudność w pozyskaniu danych od dużych przedsiębiorstw przetwórstwa przemysłowego podjęto decyzję o ustaleniu poziomu błędu maksymalnego na poziomie 7% oraz wielkości frakcji 0,5. W związku z tym minimalna reprezentatywna próba w badaniu wynosi 176 ankiet.

Siódmy krok postępowania badawczego obejmowało badanie przeprowadzone za pomocą elektronicznego kwestionariusza rozsyłanego pocztą internetową oraz poprzez sieć biznesową LinkedIn. Wykorzystany w badaniu kwestionariusz ankietowy znajduje się w sekcji Załączniki jako Załącznik 5 pod nazwą Formularz ankietowy 2.

5.2. Wyniki badań siły wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój

W ramach badania wpływu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstw produkcyjnych na koncepcję Zrównoważonego Rozwoju zebrano 207 wypełnionych kwestionariuszy ankietowych. Założone przez autora kryteria spowodowały, że około 15% (31) ankiet zostało odrzuconych w pierwszym etapie analizy. W rezultacie analizowano odpowiedzi 176 formularzy ankietowych a kryteria przyjęte do selekcji i eliminacji formularzy zakładały, że:

- poziom wiedzy i doświadczenia respondentów w tematyce badania powinien stanowić co najmniej 3 lub więcej w sześciostopniowej stopniowej skali Likerta 0 – 5,
- liczba pracowników zatrudnionych w organizacji powinna przekraczać 250,

W pierwszej sekcji kwestionariusza ankietowego, respondenci oceniali siłę wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania wpływających na doskonałość operacyjną przedsiębiorstwa produkcyjnego według 6 – stopniowej skali Likerta, gdzie 0 oznacza *brak wpływu* a 5 oznacza *bardzo silny wpływ*. Wartości siły wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania przedstawione na wykresach słupkowych zostały wyliczone ze wzoru (5.3):

⁸⁴ Dane GUS 2021

⁸⁵ Z tablicy standardowego rozkładu normalnego (Z) wartość dla $\alpha=0,05$ wynosi 1,96

$$Wmzk = \sum_{i=1}^{176} x_i, x_i \in N \text{ i } x_i \in \{0,1,2,3,4,5\}$$

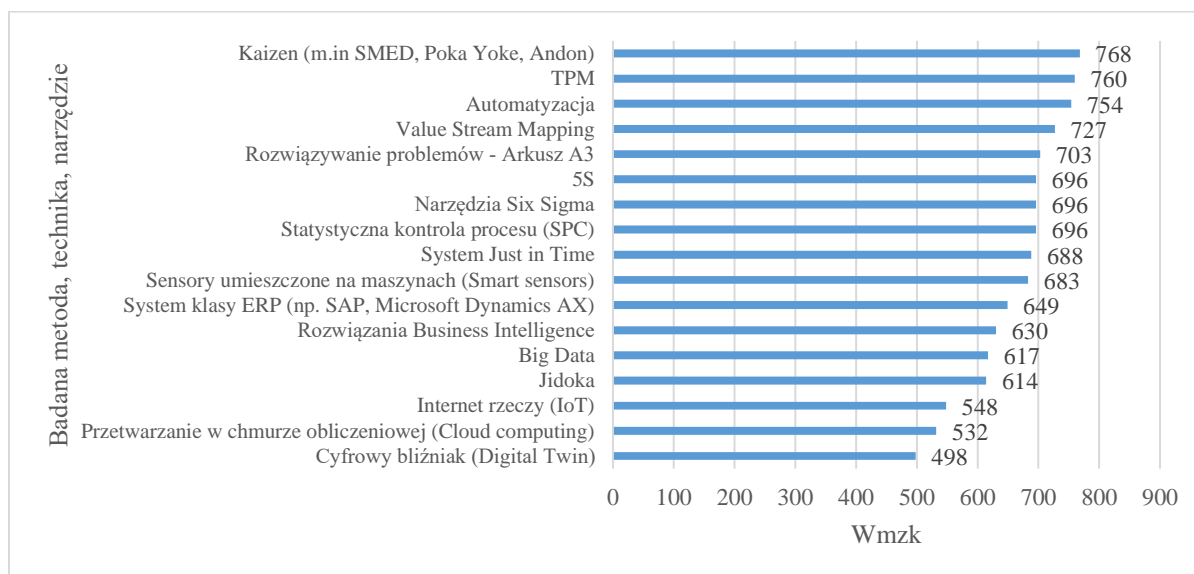
gdzie:

$Wmzk$ – siła wpływu k-tej metody, techniki lub narzędzia zarządzania;

x_i – ocena w skali Likerta z zakresu 0-5 dla i-tego numeru ankiety, $x_i \in N \text{ i } x_i \in \{0,1,2,3,4,5\}$;

Badane metody, techniki i narzędzia stosowane w zarządzaniu procesami przedsiębiorstwa produkcyjnego obejmowały; TPM, 5S, Value Stream Mapping, Jidoka, System Just in Time, Kaizen (m.in SMED, Poka Yoke, Andon), Rozwiązywanie problemów - Arkusz A3, Narzędzia Six Sigma, Statystyczna kontrola procesu (SPC), System klasy ERP (np. SAP, Microsoft Dynamics AX), Internet rzeczy (IoT), Przetwarzanie w chmurze obliczeniowej (Cloud computing), Sensory umieszczone na maszynach (Smart sensors), Big Data, Rozwiązania Business Intelligence, Cyfrowy bliźniak (Digital Twin), Automatyzacja.

Zdaniem respondentów największą siłę wpływu na osiągnięcie doskonałości operacyjnej mają metody zawarte w Kaizen, TPM oraz automatyzacja procesów. Z kolei na doskonałość operacyjną najslabiej oddziałują elementy Przemysłu 4.0 takie jak Internet Rzeczy, przetwarzanie w chmurze obliczeniowej czy Cyfrowy bliźniak. Wyniki wraz z wartościami $Wmzk$ przedstawiono na Rysunku 13.



Rysunek 13 Wpływ badanych metod i narzędzi zarządzania produkcją na doskonałość operacyjną przedsiębiorstw produkcyjnych

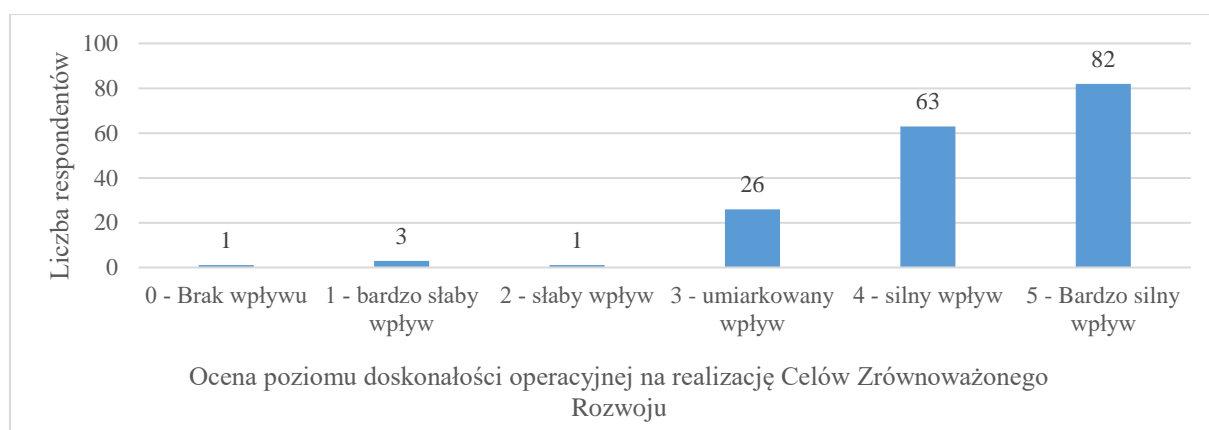
Źródło: Opracowanie własne

W drugiej sekcji kwestionariusza ankietowego respondenci oceniali wpływ poziomu doskonałości operacyjnej na koncepcję Zrównoważonego Rozwoju. Ponadto badano oddziaływanie wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników obszarów operacyjnych powiązanych z Celami Zrównoważonego Rozwoju⁸⁶.

W skład obszarów operacyjnych wchodzi:

- bezpieczeństwo i ergonomia pracy,
- wydajność procesów produkcyjnych,
- efektywność materiałowa,
- efektywność energetyczna,
- efektywność wodna,
- gospodarowanie odpadami.

W pierwszym pytaniu sekcji drugiej kwestionariusza, respondenci oceniali siłę wpływu poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego na realizację celów koncepcji Zrównoważonego Rozwoju. Na rysunku 14 przedstawiono podsumowanie odpowiedzi, z którego wynika, że 82% (145) respondentów uważa, że wpływ doskonałości operacyjnej na realizację celów Zrównoważonego Rozwoju jest silny lub bardzo silny. Na podstawie odpowiedzi na pytania można wstępnie wnioskować, że doskonałość operacyjna jest czynnikiem wspierającym realizację Celów Zrównoważonego Rozwoju.



Rysunek 14 Wpływ poziomu doskonałości operacyjnej na realizację celów koncepcji Zrównoważonego rozwoju

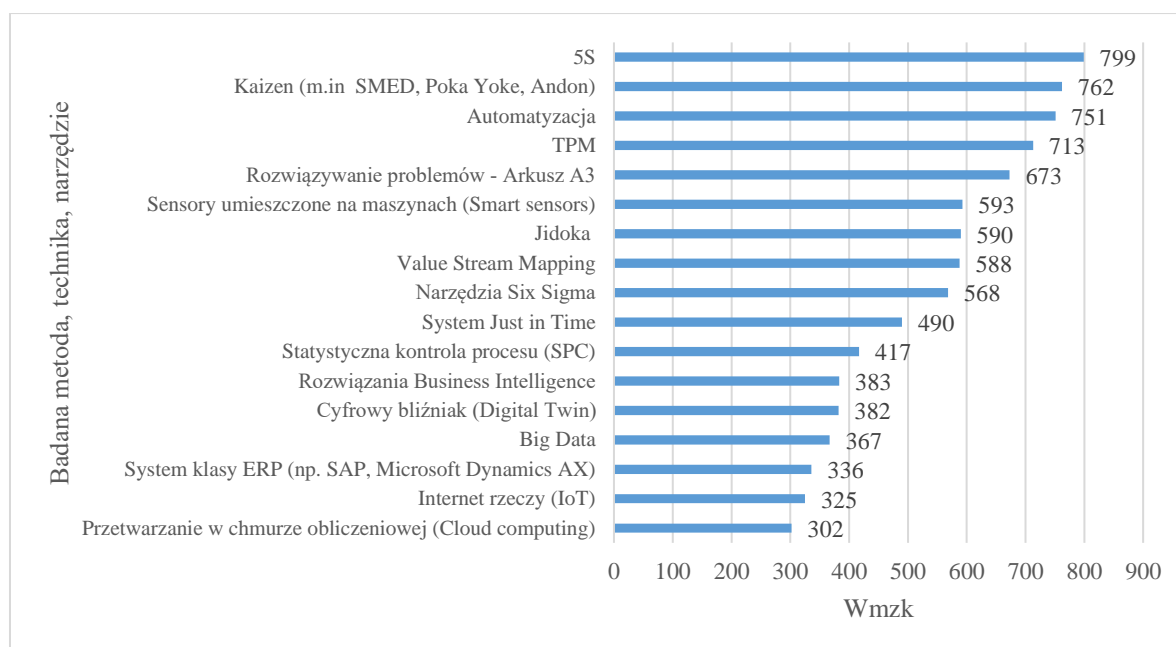
Źródło: Opracowanie własne

W kolejnych pytaniach drugiej sekcji kwestionariusza respondenci oceniali siłę wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w obszarach

⁸⁶ Więcej na ten temat w podrozdziale 4.2

operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego, które są powiązane z celami i wskaźnikami Zrównoważonego Rozwoju⁸⁷.

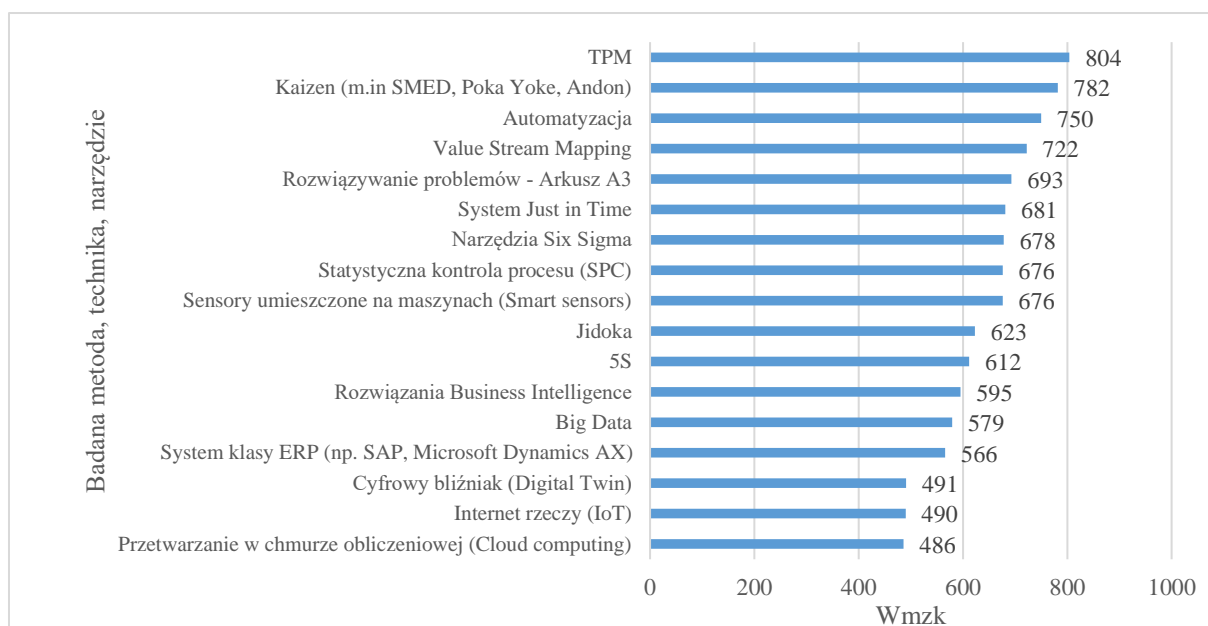
Ta część drugiej sekcji rozpoczyna badanie wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na obszar bezpieczeństwa i ergonomii pracy. Według respondentów na poprawę wyników w tym obszarze największe oddziaływanie mają metody 5S, techniki Kaizen oraz automatyzacja procesów produkcyjnych. Z kolei najniższą siłę wpływu na ten obszar, zdaniem respondentów mają elementy Przemysłu 4.0 oraz rozwiązania informatyczne wspierające procesy przedsiębiorstw produkcyjnych. A w ich skład wchodzi między innymi Internet rzeczy, przetwarzanie w chmurze obliczeniowej, systemy klasy ERP oraz cyfrowy bliźniak. Całe zestawienie siły wpływu badanych metod, technik i narzędzi przedstawiono na Rysunku 15.



Rysunek 15 Siła wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii pracy.
Źródło: Opracowanie własne

Kolejny z analizowanych obszarów obejmuje zakres wydajności produkcji. A największy wpływ spośród dostępnych metod mają TPM, Kaizen oraz automatyzacja procesów produkcyjnych. Z kolei zdaniem respondentów najniższe działanie na poprawę wydajności mają elementy przemysłu 4.0 takie jak cyfrowy bliźniak, Internet rzeczy czy cloud computing, co zostało przedstawione na Rysunku 16.

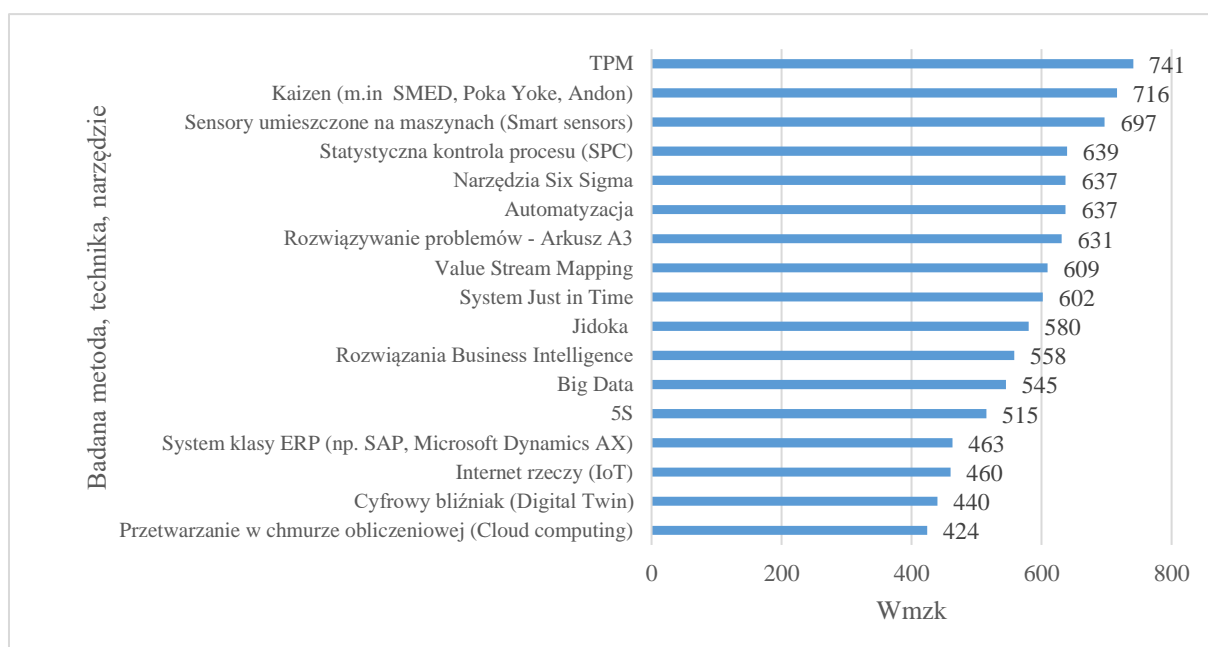
⁸⁷ Więcej na temat powiązania obszarów działalności operacyjnej z celami i wskaźnikami Zrównoważonego Rozwoju znajduje się w podrozdziale 4.2



Rysunek 16 Siła wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wydajności produkcji poprzez wzrost efektywności wykorzystania normatywnego czasu produkcyjnego.

Źródło: Opracowanie własne

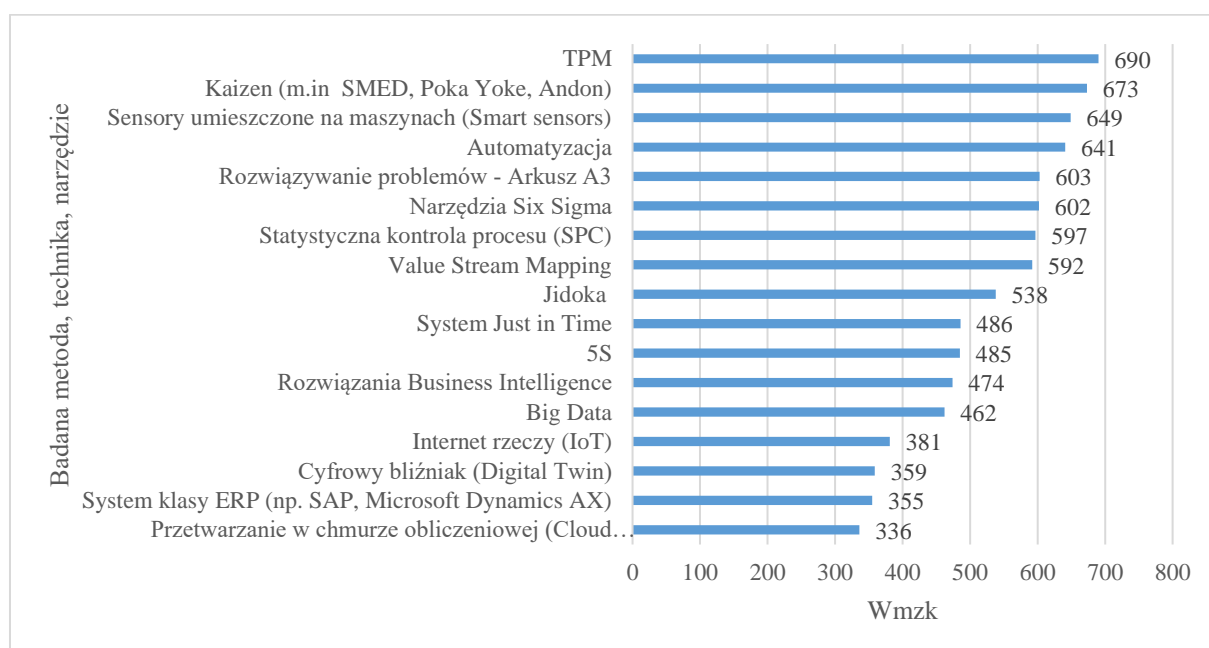
Na efektywność energetyczną przedsiębiorstwa najsilniejsze oddziaływanie mają takie metody i narzędzia wspierające jak TPM, Kaizen oraz element zaliczany do przemysłu 4.0, czyli tzw. inteligentne czujniki. Z kolei przetwarzanie w chmurze, cyfrowy bliźniak oraz Internet Rzeczy to zdaniem respondentów narzędzia najsłabiej wpływające na poprawę efektywności energetycznej. Wpływ wszystkich metod i narzędzi został przedstawiony na Rysunku 17.



Rysunek 17 Siła wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę efektywności energetycznej przedsiębiorstwa produkcyjnego.

Źródło: Opracowanie własne

Podobnie jak w przypadku efektywności energetycznej, lecz z nieco niższymi wynikami, co przedstawiono na Rysunku 18, największą siłą wpływu na poprawę efektywności wodnej mają metody i narzędzia wchodzące w skład TPM, Kaizen oraz opomiarowanie procesu produkcyjnego z wykorzystaniem inteligentnych czujników. W przypadku metod o najniższym wpływie na ten aspekt, respondenci wytypowali technologie obecne w Przemysle 4.0, takie jak: przetwarzanie w chmurze obliczeniowej, cyfrowy bliźniak czy Internet rzeczy. Ponadto w zestawieniu metod, technik i narzędzi zarządzania o najniższym wpływie na ten aspekt znalazł się również system klasy ERP. Według autora wynika to bezpośrednio z przeznaczenia tego typu narzędzi, które swoim zakresem obejmują przede wszystkim zarządzanie informacją oraz danymi aniżeli bezpośrednią ingerencją w procesy produkcyjne i działalność operacyjną przedsiębiorstw.

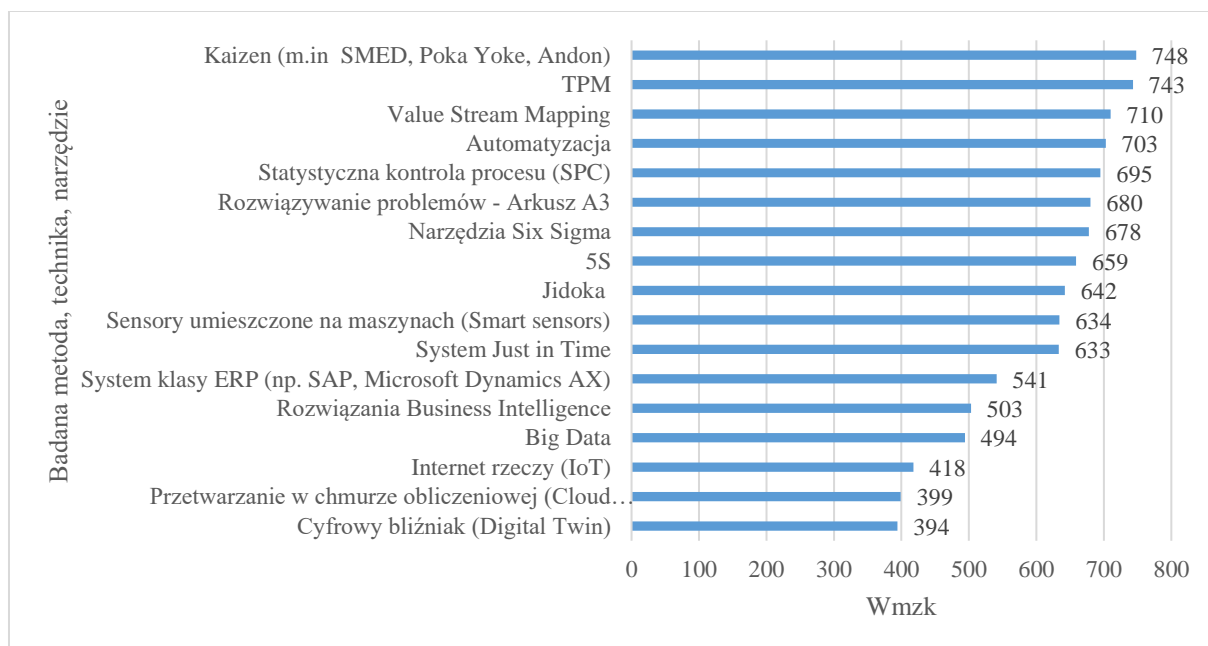


Rysunek 18 Siła wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę efektywności wodnej przedsiębiorstwa produkcyjnego.

Źródło: Opracowanie własne

W dzisiejszych czasach głównym wyzwaniem związanym z wykorzystywaniem i efektywnością przetwarzania materiałów jest ich wpływ na środowisko naturalne i efekty, jakie niesie za sobą generacja odpadów (Allwood J. M., 2011, s. 362). Na Rysunku 19 przedstawiono rezultat badania wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na aspekt zwiększania efektywności materiałowej i redukcji generowania odpadów w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Spośród dostępnych w formularzu metod i narzędzi, największy wpływ na poprawę w tym aspekcie mają rozwiązania tożsame z koncepcją Lean Management tj. Kaizen, TPM, mapowanie strumienia wartości (VSM) oraz automatyzacja procesów umożliwiająca

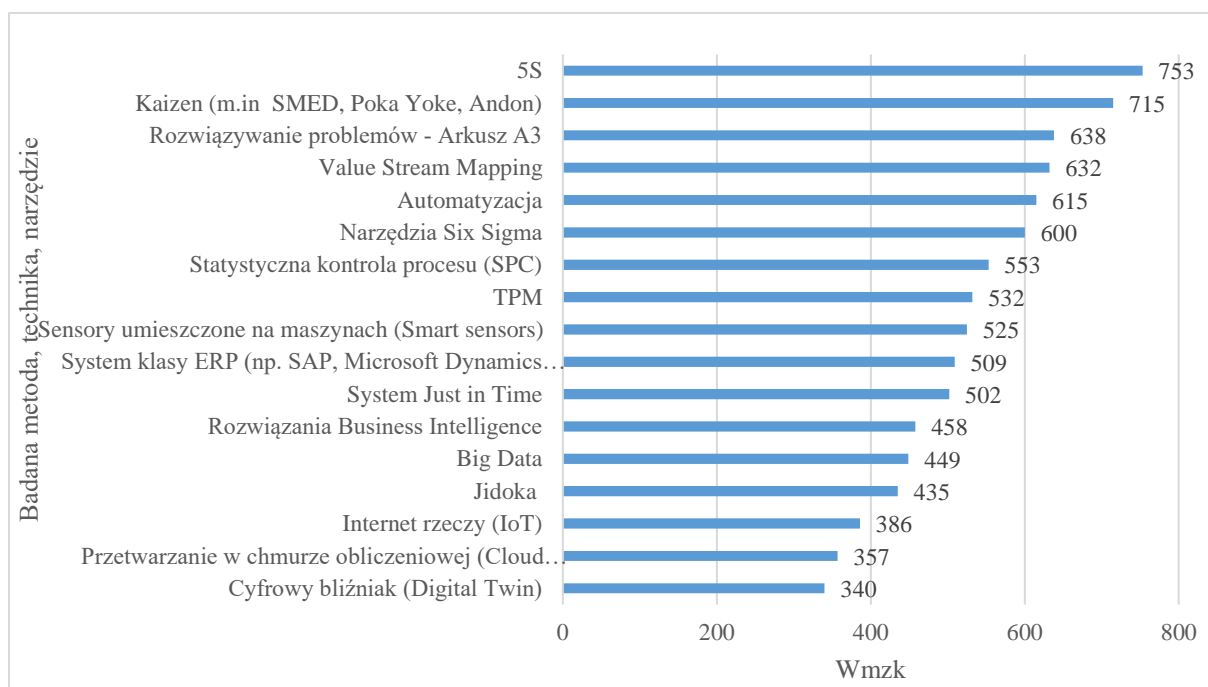
i poprawiająca powtarzalność procesu oraz produkowanych wyrobów. Najniższy wpływ na poprawę efektywności materiałowej mają narzędzia powiązane z koncepcją Przemysłu 4.0 takie jak Internet Rzeczy, przetwarzanie w chmurze obliczeniowej czy cyfrowy bliźniak.



Rysunek 19 Siła wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę efektywności materiałowej przedsiębiorstwa produkcyjnego.

Źródło: Opracowanie własne

Efektywność materiałowa determinuje procesy związane z gospodarką odpadami, które są szczególnie istotne dla przedsiębiorstw produkcyjnych z uwagi na ich odpowiedzialność prawną w tym zakresie. Dodatkowo oddziałuje na nią rosnąca presja związana z wpływem producentów na środowisko naturalne (Alvarez-de-los-Mozos, E., Renteria A., 2017, s. 55). Rysunek 20 przedstawia wynik badania siły wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na procesy związane z gospodarką odpadami w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Zdecydowanie największą siłą wpływu na poprawę wyników w tym obszarze ma metoda 5S oraz rozwiązania wchodzące w skład Kaizen, takie jak Poka Yoke czy Andon, wspierające proces kolekcjonowania i segregacji odpadów zgodnie z wymogami prawnymi. Ponownie według respondentów zdecydowanie najniższy wpływ na ten proces mają rozwiązania tożsame z koncepcją Przemysłu 4.0 takie jak: Internet Rzeczy, przetwarzanie danych w chmurze obliczeniowej czy cyfrowy bliźniak.



Rysunek 20 Wpływ wybranych metod zarządzania na efektywność gospodarki odpadami w przedsiębiorstwie produkcyjnym.
Źródło: Opracowanie własne

W ramach przeprowadzonego badania, autor rozprawy analizował siłę wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania stosowanych w celu poprawy wyników w sześciu obszarach operacyjnych obejmujących; bezpieczeństwo i ergonomię, wydajność procesów produkcyjnych, efektywność materiałową, efektywność energetyczną, efektywność wodną oraz gospodarowanie odpadami. Z uwagi na specyfikę obszarów operacyjnych wyniki badania przedstawiają różnorodne wartości siły wpływu poszczególnych metod, technik i narzędzi na poprawę wyników. Siła wpływu została wyrażona wskaźnikiem Wmzk wyliczonym ze wzoru 5.3. W Tabeli 22 przedstawiono macierz w formie mapy cieplnej (ang. heatmap), która przedstawia wartość wskaźnika Wmzk dla poszczególnych metod, technik i narzędzi zarządzania w każdym z sześciu obszarów operacyjnych. Zróżnicowanie siły wpływu przedstawiono za pomocą kolorów, gdzie zielony oznacza najsilniejszy a czerwony najslabszy wpływ spośród badanych metod, technik i narzędzi zarządzania.

W tabeli 22 przedstawiono również zagregowany wskaźnik Wmzk dla poszczególnych metod, technik i narzędzi zarządzania. Jest on sumą wartości poszczególnych wskaźników Wmzk wyliczonych dla sześciu obszarów operacyjnych. Spośród badanych metod najwyższą wartość zagregowanego wskaźnika Wmzk reprezentują metody i techniki wchodzące w skład Kaizen, TPM oraz Automatyzacja. Najniższe wartości wskaźnika reprezentują narzędzia, będące elementami koncepcji Industry 4.0 takie jak Internet Rzeczy, Cyfrowy Bliźniak czy przetwarzanie w chmurze obliczeniowej ang. Cloud computing.

Tabela 22 Zestawienie wpływu wybranych metod zarządzania na 6 obszarów działalności operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego

Badana metoda, technika, narzędzie zarządzania	Bezpieczeństwo i ergonomia	Wydajność procesów produkcyjnych	Efektywność energetyczna	Efektywność wodna	Efektywność materiałowa	Gospodarka odpadami	ΣWmzk
Kaizen (m.in SMED, Poka Yoke, Andon)	762	782	716	673	748	715	4396
TPM	713	804	741	690	743	532	4223
Automatyzacja	751	750	637	641	703	615	4097
Rozwiązywanie problemów - Arkusz A3	673	693	631	603	680	638	3918
Value Stream Mapping	588	722	609	592	710	632	3853
5S	799	612	515	485	659	753	3823
Sensory umieszczone na maszynach (Smart sensors)	593	676	697	649	634	525	3774
Narzędzia Six Sigma	568	678	637	602	678	600	3763
Statystyczna kontrola procesu (SPC)	417	676	639	597	695	553	3577
Jidoka	590	623	580	538	642	435	3408
System Just in Time	490	681	602	486	633	502	3394
Rozwiązania Business Intelligence	383	595	558	474	503	458	2971
Big Data	367	579	545	462	494	449	2896
System klasy ERP (np. SAP, Microsoft Dynamics AX)	336	566	463	355	541	509	2770
Internet rzeczy (IoT)	325	490	460	381	418	386	2460
Cyfrowy bliźniak (Digital Twin)	382	491	440	359	394	340	2406
Przetwarzanie w chmurze obliczeniowej (Cloud computing)	302	486	424	336	399	357	2304

Źródło: Opracowanie własne

Dla każdego obszaru operacyjnego możliwe jest zdefiniowanie metody, techniki lub narzędzia o najsilniejszej i najłagodniejszej sile wpływu, co przedstawiono w Tabeli 23.

Tabela 23 Zestawienie metod o najłagodniejszym i najsilniejszym wpływie na 6 obszarów operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego.

Najłagodniejszy wpływ	Obszar operacyjny	Najsilniejszy wpływ
Przetwarzanie w chmurze obliczeniowej – Wmzk = 302	bezpieczeństwo i ergonomia pracy	5S – Wmzk = 799
Przetwarzanie w chmurze obliczeniowej - Wmzk = 486	wydajność procesów produkcyjnych	TPM – Wmzk = 804
Cyfrowy bliźniak - Wmzk = 394	efektywność materiałowa	Kaizen – Wmzk = 748
Przetwarzanie w chmurze obliczeniowej - Wmzk = 424	efektywność energetyczna	TPM – Wmzk = 741
Przetwarzanie w chmurze obliczeniowej – Wmzk = 336	efektywność wodna	TPM – Wmzk = 690
Cyfrowy bliźniak – Wmzk = 340	gospodarowanie odpadami	5S – Wmzk = 753

Źródło: Opracowanie własne

5.3. Analiza statystyczna wyników badań siły wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój

Celem analizy statystycznej była weryfikacja wstępnych wniosków wyników badania oraz sprawdzenie postawionych hipotez badawczych. Przyjęto, iż pozytywna weryfikacja hipotezy głównej będzie mieć miejsce pod warunkiem pozytywnego potwierdzenia hipotez pomocniczych HP1, HP2 oraz HP3.

Analizę statystyczną dla każdej z hipotez pomocniczych wykonano według schematu polegającego na wykorzystaniu narzędzi statystycznych służących między innymi do przedstawienia statystyk podstawowych, szukania zależności między zmiennymi oraz do testowania postawionych hipotez stawianych w ramach eksperymentu statystycznego:

Analiza statystyczna danych polegała na wykonaniu:

1. Podsumowania w postaci podstawowych statystyk opisowych,
2. Testów normalności rozkładu danych z wykorzystaniem testu W, Shapiro-Wilka,
3. Analizy korelacji rangowej W Spearmana w celu potwierdzenia korelacji pomiędzy badanymi zmiennymi,
4. Testów analizy wariancji w celu potwierdzenia występowania istotnych statystycznie różnic pomiędzy odpowiedziami udzielanymi przez poszczególne grupy respondentów oraz potwierdzenia istotności statystycznej badania.

Czterokrokowy schemat analizy statystycznej przeprowadzono dla każdego z sześciu badanych obszarów operacyjnych tj.:

1. bezpieczeństwo i ergonomia pracy,
2. wydajność i efektywność procesów produkcyjnych,
3. efektywność materiałowa,
4. efektywność energetyczna,
5. efektywność wodna,
6. gospodarowanie odpadami.

Weryfikacja hipotezy pomocniczej HP1

W pierwszym kroku schematu analizy statystycznej do potwierdzenia hipotezy pomocniczej HP1 wygenerowano podstawowe statystyki opisowe dla odpowiedzi dotyczących siły wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na doskonałość operacyjną. Wyniki badań przedstawiono w Tabeli 24.

Tabela 24 Statystyki podstawowe dla oceny wpływu metod zarządzania na doskonałość operacyjną

Zmienna	Statystyki opisowe (Odpowiedzi do QUERY sta)						
	Nwaznych	Średnia	Mediana	Suma	Minimum	Maksimum	Odch.std
Wpływ na doskonałość operacyjną[Kaizen (m.in SMED, Poka Yoke, Andon)]	176	4,363636	5,000000	768,0000	0,00	5,000000	0,870886
Wpływ na doskonałość operacyjną [TPM]	176	4,318182	5,000000	760,0000	0,00	5,000000	0,986138
Wpływ na doskonałość operacyjną [Automatyzacja]	176	4,284091	5,000000	754,0000	0,00	5,000000	1,105300
Wpływ na doskonałość operacyjną [Value Stream Mapping]	176	4,130682	4,000000	727,0000	0,00	5,000000	0,956166
Wpływ na doskonałość operacyjną? [Rozwiązywanie problemów - Arkusz A3]	176	3,994318	4,000000	703,0000	0,00	5,000000	1,113538
Wpływ na doskonałość operacyjną [5S]	176	3,954545	4,000000	696,0000	0,00	5,000000	1,035475
Wpływ na doskonałość operacyjną [Narzędzia Six Sigma]	176	3,954545	4,000000	696,0000	0,00	5,000000	1,218046
Wpływ na doskonałość operacyjną [Statystyczna kontrola procesu (SPC)]	176	3,954545	4,000000	696,0000	0,00	5,000000	1,062709
Wpływ na doskonałość operacyjną [System Just in Time]	176	3,909091	4,000000	688,0000	0,00	5,000000	1,059772
Wpływ na doskonałość operacyjną? [Sensory umieszczone na maszynach (Smart sensors)]	176	3,880682	4,000000	683,0000	0,00	5,000000	1,091511
Wpływ na doskonałość operacyjną [System klasy ERP (np. SAP, Microsoft Dynamics AX)]	176	3,687500	4,000000	649,0000	0,00	5,000000	1,223140
Wpływ na doskonałość operacyjną [Rozwiązania Business Intelligence]	176	3,579545	4,000000	630,0000	0,00	5,000000	1,211578
Wpływ na doskonałość operacyjną [Big Data]	176	3,505682	4,000000	617,0000	0,00	5,000000	1,237496
Wpływ na doskonałość operacyjną [Jidoka]	176	3,488636	4,000000	614,0000	0,00	5,000000	1,214148
Wpływ na doskonałość operacyjną [Internet rzeczy (IoT)]	176	3,113636	3,000000	548,0000	0,00	5,000000	1,360099
Wpływ na doskonałość operacyjną [Przetwarzanie w chmurze obliczeniowej (Cloud computing)]	176	3,022727	3,000000	532,0000	0,00	5,000000	1,300350
Wpływ na doskonałość operacyjną [Cyfrowy bliźniak (Digital Twin)]	176	2,829545	3,000000	498,0000	0,00	5,000000	1,337132

Źródło: Opracowanie własne

Analizując wyniki w zakresie oceny wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na doskonałość operacyjną, można zauważyć, iż 14 z 17 metod cechuje się medianą oceny na poziomie 4 lub 5 co oznacza, że wpływ tych metod jest silny (4) lub bardzo silny (5).

Podobnie jak w przypadku pytania o wpływ metod, technik i narzędzi zarządzania na doskonałość operacyjną, tabele od 25 do 30 przedstawiają oceny siły wpływu tych samych metod, technik i narzędzi na sześć obszarów operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego

- poprawę bezpieczeństwa i ergonomii pracy,

Tabela 25 Statystyki podstawowe dla oceny wpływu metod zarządzania na BHP i ergonomię

Zmienna	Statystyki opisowe (Odpowiedzi do QUERY sta)						
	Nwaznych	Średnia	Mediana	Suma	Minimum	Maksimum	Odch.std
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [5S]	176	4,539773	5,000000	799,0000	0,00	5,000000	0,867580
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Kaizen (m.in SMED, Poka Yoke, Andon)]	176	4,329545	5,000000	762,0000	0,00	5,000000	0,976543
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Automatyzacja]	176	4,267045	5,000000	751,0000	0,00	5,000000	1,127447
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [TPM]	176	4,051136	4,000000	713,0000	0,00	5,000000	1,075811
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Rozwiązywanie problemów - Arkusz A3]	176	3,823864	4,000000	673,0000	0,00	5,000000	1,321341
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Sensory umieszczone na maszynach (Smart Sensors)]	176	3,369318	4,000000	593,0000	0,00	5,000000	1,748459
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Value Stream Mapping]	176	3,340909	4,000000	588,0000	0,00	5,000000	1,461008
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Jidoka]	176	3,352273	3,500000	590,0000	0,00	5,000000	1,305284
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Narzędzia Six Sigma]	176	3,227273	3,500000	568,0000	0,00	5,000000	1,451913
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [System Just in Time]	176	2,784091	3,000000	490,0000	0,00	5,000000	1,500087
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Statystyczna kontrola procesu (SPC)]	176	2,369318	3,000000	417,0000	0,00	5,000000	1,671602
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Rozwiązania Business Intelligence]	176	2,176136	2,000000	383,0000	0,00	5,000000	1,742805
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Cyfrowy Bliźniak (Digital Twin)]	176	2,170455	2,000000	382,0000	0,00	5,000000	1,654235
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Big Data]	176	2,085227	2,000000	367,0000	0,00	5,000000	1,729941
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [System klasy ERP (np. SAP, Microsoft Dynamics AX)]	176	1,909091	2,000000	336,0000	0,00	5,000000	1,670835
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Internet rzeczy (IoT)]	176	1,846591	2,000000	325,0000	0,00	5,000000	1,650728
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Przetwarzanie w chmurze obliczeniowej (Cloud Cor	176	1,715909	1,500000	302,0000	0,00	5,000000	1,645419

Źródło: Opracowanie własne

- wzrost efektywności wodnej,

Tabela 29 Statystyki podstawowe dla oceny wpływu metod zarządzania na wzrost efektywności wodnej

Zmienna	Statystyki opisowe (Odpowiedzi do QUERY sta)						
	Nważnych	Średnia	Mediana	Suma	Minimum	Maksimum	Odch.std
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [TPM]	176	3,920455	4,000000	690,0000	0,00	5,000000	1,391580
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Kaizen (m.in. SMED, Poka Yoke, Andon)]	176	3,823864	4,000000	673,0000	0,00	5,000000	1,308303
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Sensory umieszczone na maszynach (Smart Sensors)]	176	3,687500	4,000000	649,0000	0,00	5,000000	1,496305
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Automatyzacja]	176	3,642045	4,000000	641,0000	0,00	5,000000	1,590056
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Rozwiązywanie problemów - Arkusz A3]	176	3,426136	4,000000	603,0000	0,00	5,000000	1,528846
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Narzędzia Six Sigma]	176	3,420455	4,000000	602,0000	0,00	5,000000	1,517303
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Statystyczna kontrola procesu (SPC)]	176	3,392045	4,000000	597,0000	0,00	5,000000	1,607036
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Value Stream Mapping]	176	3,363636	4,000000	592,0000	0,00	5,000000	1,486563
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Jidoka]	176	3,056818	3,000000	538,0000	0,00	5,000000	1,559179
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [System Just in Time]	176	2,761364	3,000000	486,0000	0,00	5,000000	1,599959
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [System]	176	2,755682	3,000000	485,0000	0,00	5,000000	1,643158
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Rozwiązania Business Intelligence]	176	2,693182	3,000000	474,0000	0,00	5,000000	1,588228
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Big Data]	176	2,625000	3,000000	462,0000	0,00	5,000000	1,573440
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Internet rzeczy (IoT)]	176	2,164773	2,000000	381,0000	0,00	5,000000	1,621677
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Cyfrowy Bliźniak (Digital Twin)]	176	2,039773	2,000000	359,0000	0,00	5,000000	1,501850
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [System klasy ERP (np. SAP, Microsoft Dynamics AX)]	176	2,017045	2,000000	355,0000	0,00	5,000000	1,622958
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Przetwarzanie w chmurze obliczeniowej (Cloud Computing)]	176	1,909091	2,000000	336,0000	0,00	5,000000	1,586632

Źródło: Opracowanie własne

- poprawę w zakresie gospodarki odpadami.

Tabela 30 Statystyki podstawowe dla oceny wpływu metod zarządzania na poprawę gospodarki odpadami

Zmienna	Statystyki opisowe (Odpowiedzi do QUERY sta)						
	Nważnych	Średnia	Mediana	Suma	Minimum	Maksimum	Odch.std
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [5S]	176	4,278409	5,000000	753,0000	0,00	5,000000	1,072668
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Kaizen (m.in. SMED, Poka Yoke, Andon)]	176	4,062500	4,000000	715,0000	0,00	5,000000	1,166956
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Rozwiązywanie problemów - Arkusz A3]	176	3,625000	4,000000	638,0000	0,00	5,000000	1,460430
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Value Stream Mapping]	176	3,590909	4,000000	632,0000	0,00	5,000000	1,486214
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Automatyzacja]	176	3,494318	4,000000	615,0000	0,00	5,000000	1,541788
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Narzędzia Six Sigma]	176	3,409091	4,000000	600,0000	0,00	5,000000	1,497704
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Statystyczna kontrola procesu (SPC)]	176	3,142045	4,000000	553,0000	0,00	5,000000	1,722869
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [TPM]	176	3,022727	3,000000	532,0000	0,00	5,000000	1,740130
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Sensory umieszczone na maszynach (Smart Sensors)]	176	2,982955	3,000000	525,0000	0,00	5,000000	1,728664
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [System klasy ERP (np. SAP, Microsoft Dynamics AX)]	176	2,892045	3,000000	509,0000	0,00	5,000000	1,587359
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [System Just in Time]	176	2,852273	3,000000	502,0000	0,00	5,000000	1,673592
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Rozwiązania Business Intelligence]	176	2,602273	3,000000	458,0000	0,00	5,000000	1,659878
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Big Data]	176	2,551136	3,000000	449,0000	0,00	5,000000	1,665687
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Jidoka]	176	2,471591	3,000000	435,0000	0,00	5,000000	1,676489
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Internet rzeczy (IoT)]	176	2,193182	3,000000	386,0000	0,00	5,000000	1,641309
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Przetwarzanie w chmurze obliczeniowej (Cloud Computing)]	176	2,028409	2,000000	357,0000	0,00	5,000000	1,619273
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Cyfrowy Bliźniak (Digital Twin)]	176	1,931818	2,000000	340,0000	0,00	5,000000	1,584175

Źródło: Opracowanie własne

W każdym obszarze operacyjnym występują metody, techniki lub narzędzia zarządzania, których mediana oceny oznacza silny lub bardzo silny wpływ na poprawę wyników. Można zatem wstępnie wnioskować, że silny lub bardzo silny wpływ metod zarządzania na osiągnięcie doskonałości operacyjnej, odnajduje potwierdzenie w silnym lub bardzo silnym wpływie metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w sześciu obszarach operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego.

W celu potwierdzenia istotności statystycznej wstępnych wniosków zrealizowano kolejny krok schematu analizy statystycznej wykonując testy sprawdzające normalność rozkładu danych.

Analizowano zbiory danych w celu:

- oceny wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na doskonałość operacyjną,
- oceny wpływu tych samych zmiennych na poprawę wyników sześciu obszarów operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego.

W tym celu zdefiniowano i zweryfikowano hipotezy:

- *H0: dane są zgodne z rozkładem normalnym.*
- *H1: dane nie są zgodne z rozkładem normalnym.*

Wyniki otrzymane z analizy wykonanej przez oprogramowanie statystyczne Statistica 13 pozwalają odrzucić H0 dla wszystkich analizowanych zmiennych, co zdeterminowało dalszy tok analizy poprzez wybór statystyk nieparametrycznych.

Trzeci krok analizy statystycznej obejmował badanie korelacji pomiędzy dwoma zmiennymi:

- oceną wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na doskonałość operacyjną,
- oceną wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w sześciu, obszarach operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego przedstawionych w Tabeli 19.

W związku z brakiem normalnego rozkładu danych wykorzystano analizę korelacji porządku rang Spearmana, a na potrzeby testu postawiono 2 hipotezy:

- *H0: ρ Spearmana = 0 (brak korelacji pomiędzy zmiennymi).*
- *H1: ρ Spearmana \neq 0 (istnieje korelacja pomiędzy zmiennymi).*

W rezultacie uzyskano po 6 współczynników korelacji porządku rang Spearmana dla każdej metody, techniki i narzędzia zarządzania. Łącznie uzyskano 102 współczynniki⁸⁸. Spośród nich 96 było istotnych statystycznie z wartością $p < 0,05$. Przyjęto, że siła korelacji dla wartości ρ w przedziałach (Ręklewski M., 2020, s. 95):

- $0,0 < \rho \leq 0,2$ – bardzo słaba,
- $0,2 < \rho \leq 0,4$ – słaba,
- $0,4 < \rho \leq 0,6$ – umiarkowana,
- $0,6 < \rho \leq 0,8$ – silna,
- $0,8 < \rho \leq 1,0$ – bardzo silna.

⁸⁸ Wynik 102 współczynników jest rezultatem iloczynu obszarów operacyjnych (6) oraz liczby badanych metod, technik i narzędzi zarządzania (17).

Dla badanych zmiennych nie zaobserwowano statystycznie istotnej korelacji jedynie pomiędzy;

- oceną wpływu TPM na doskonałość operacyjną, a oceną wpływu TPM na poprawę gospodarki odpadami – ze współczynnikiem ρ Spearmana na poziomie 0,003879.
- oceną wpływu VSM na doskonałość operacyjną, a oceną wpływu VSM na poprawę BHP i ergonomii ze współczynnikiem ρ Spearmana na poziomie 0,116013.
- oceną wpływu Jidoka na doskonałość operacyjną, a oceną wpływu Jidoka na poprawę gospodarki odpadami ze współczynnikiem ρ Spearmana na poziomie 0,044222.
- oceną wpływu JiT na doskonałość operacyjną, a oceną wpływu JiT na poprawę gospodarki odpadami ze współczynnikiem ρ Spearmana na poziomie 0,130261.
- oceną wpływu JiT na doskonałość operacyjną, a oceną wpływu JiT na poprawę BHP i ergonomii ze współczynnikiem ρ Spearmana na poziomie 0,105607.
- oceną wpływu SPC na doskonałość operacyjną, a oceną wpływu SPC na poprawę BHP i ergonomii ze współczynnikiem ρ Spearmana na poziomie 0,065722.

Zadaniem autora, brak korelacji pomiędzy oceną siły wpływu tych zmiennych wynika z faktu różnicy przeznaczenia tych metod względem natury ocenianego obszaru operacyjnego. Różnica w ocenach może oznaczać również, że respondenci nie utożsamiają obszarów związanych z gospodarką odpadami lub poprawą BHP i ergonomii z doskonałością operacyjną tak mocno, jak w przypadku pozostałych obszarów operacyjnych, gdzie odnaleziono dodatnie, istotne statystyczne korelacje oceny wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na badane obszary operacyjne.

W czterech z sześciu analizowanych obszarów działalności operacyjnej przedsiębiorstwa, 17 z 17 metod potwierdza występowanie dodatniej, statystycznie istotnej korelacji pomiędzy oceną ich wpływu na doskonałość operacyjną a oceną ich wpływu na poprawę wyników w obszarach operacyjnych, co przedstawiono w Tabeli 32.

W dwóch z sześciu obszarów operacyjnych (BHP i ergonomia, gospodarka odpadami), przynajmniej 14 z 17 metod potwierdza występowanie dodatniej, statystycznie istotnej korelacji pomiędzy oceną ich wpływu na doskonałość operacyjną a oceną ich wpływu na poprawę wyników w tych obszarach operacyjnych, co zdaniem autora pozwala odrzucić H_0 o braku korelacji pomiędzy zmiennymi⁸⁹.

⁸⁹ Wyniki analizy potwierdzają występowanie dodatniej, statystycznie istotnej korelacji pomiędzy analizowanymi zmiennymi w 94% przypadków (96/102).

Tabela 32 Podsumowanie liczby metod, technik i narzędzi zarządzania dodatnie skorelowanych w zakresie wpływu na doskonałość operacyjną i poprawy wyników w obszarach operacyjnych

Obszar operacyjny przedsiębiorstwa produkcyjnego	Liczba metod, technik i narzędzi zarządzania z istotną statystycznie dodatnią korelacją
Bezpieczeństwo i ergonomia	14/17
Wydajność produkcji	17/17
Efektywność materiałowa	17/17
Efektywność energetyczna	17/17
Efektywność wodna	17/17
Gospodarka odpadami	14/17
Łącznie	96/102

Źródło: Opracowanie własne

Dla obszaru:

- poprawy BHP i ergonomii – przedział wyników ρ Spearmana = 0,162708 – 0,516383, co informuje o dodatnich korelacjach od słabej do umiarkowanej,
- wzrostu wydajności produkcji – przedział wyników ρ Spearmana = 0,523791 – 0,768524, co informuje o dodatnich korelacjach od umiarkowanej do silnej,
- wzrostu efektywności materiałowej przedział wyników ρ Spearmana = 0,362343 – 0,548451, co informuje o dodatnich korelacjach od słabej do umiarkowanej,
- wzrostu efektywności energetycznej przedział wyników ρ Spearmana = 0,190923 – 0,600013, co informuje o dodatnich korelacjach od bardzo słabej do silnej,
- wzrostu efektywności wodnej przedział wyników ρ Spearmana = 0,181042 – 0,529322, co informuje o dodatnich korelacjach od bardzo słabej do umiarkowanej,
- poprawy w zakresie gospodarki odpadami przedział ρ Spearmana = 0,214341 – 0,522523, co informuje o dodatnich korelacjach od słabej do umiarkowanej.

Dla przykładu współczynnik ρ Spearmana dla oceny wpływu metody TPM na doskonałość operacyjną oraz oceny wpływu metody TPM na wzrost wydajności produkcji wynosi 0,540486. Oznacza to, że pomiędzy tymi zmiennymi występuje dodatnia umiarkowana korelacja. Podsumowując, w każdym z badanych obszarów operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego zidentyfikowano metody, techniki i narzędzia zarządzania, których ocena wpływu na poprawę tych obszarów jest przynajmniej umiarkowanie dodatnio skorelowana z oceną ich wpływu na doskonałość operacyjną.

Ostatnim, czwartym krokiem w schemacie analizy statystycznej było przeprowadzenie analizy wariancji uzyskanych ocen w zakresie siły wpływu badanych metod, technik i narzędzi

zarządzania na doskonałość operacyjną. Analiza wariancji służy do potwierdzenia obecności statystycznie istotnych różnic w ocenach pomiędzy grupami respondentów.

W praktyce, statystycznie istotna różnica w medianach lub średnich wartościach ocen pomiędzy grupami oznacza, że różnice mają znaczenie, nie są wynikiem przypadku oraz są istotne z punktu widzenia populacji, z której pochodzą grupy respondentów.

Podczas weryfikacji pierwszej hipotezy pomocniczej HP1, z uwagi na brak normalności rozkładu danych, do analizy wariancji autor wybrał test ANOVA Kruskala–Wallisa, który jest nieparametrycznym odpowiednikiem testu ANOVA (Felczak T., 2014, s. 82, Mądra, M., 2009, s. 195). Test Kruskala-Wallisa porównuje wartości ocen zmiennej zależnej między grupami respondentów wyznaczonymi przez oceny w zmiennej niezależnej, gdzie:

Zmienne zależne to: oceny wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na doskonałość operacyjną.

Zmienne niezależne to: oceny wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w obszarach operacyjnych.

W ramach analizy, wartości zmiennej zależnej były porównywane pomiędzy grupami respondentów wyznaczonymi przez wartości zmiennej niezależnej to znaczy pomiędzy ocenami w skali od 0 do 5 nadanymi w ocenie wpływu metod technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w obszarach operacyjnych. W związku z tym wyniki były porównywane maksymalnie pomiędzy sześcioma grupami respondentów w zależności od tego jakich ocen użyli respondenci oceniając daną zmienną niezależną.

Przykładowe grupy respondentów wyznaczone przez oceny zmiennej niezależnej dla *oceny siły wpływu TPM na efektywność energetyczną*, przedstawiono poniżej:

- 1 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na efektywność energetyczną na 0.
- 2 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na efektywność energetyczną na 1.
- 3 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na efektywność energetyczną na 2.
- 4 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na efektywność energetyczną na 3.
- 5 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na efektywność energetyczną na 4.
- 6 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na efektywność energetyczną na 5.

W ramach analizy wariancji z wykorzystaniem testu Kruskala-Wallisa, postawiono hipotezy do weryfikacji:⁹⁰

- *H0: Mediana wyników w grupach jest jednakowa – brak różnic.*
- *H1: Mediana wyników w przynajmniej jednej grupie jest różna od mediany wyników w pozostałych grupach.*

Z uwagi na dużą objętość/iłość badanych danych, w celu potwierdzenia I hipotezy pomocniczej HP1, autor przyjął strategię analityczną. Polegała ona na wykonaniu analizy wariancji testem Kruskala-Wallisa dla metod, technik i narzędzi zarządzania o 3 najwyższych medianach oceny siły wpływu na poprawę wyników w każdym z sześciu obszarów operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego.

W testach badano: *Czy dla poszczególnych grup respondentów wyznaczonych przez oceny siły wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w obszarach operacyjnych występują istotne statystycznie różnice w ocenie wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na doskonałość operacyjną.*

W sumie wykonano 18 testów Kruskala-Wallisa, po 3 testy na każdy z obszarów operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego, dla obszaru:

- bezpieczeństwo i ergonomia pracy, wybrano:
 - 5S - ρ Spearmana = 0,192752, Mediana =5
 - metody wchodzące w skład Kaizen - ρ Spearmana = 0,496353, Mediana =5
 - automatyzacja - ρ Spearmana = 0,320026, Mediana =5
- wydajność i efektywność procesów produkcyjnych, wybrano:
 - TPM - ρ Spearmana = 0,540486, Mediana =5
 - metody wchodzące w skład Kaizen - ρ Spearmana = 0,611286, Mediana =5
 - automatyzacja - ρ Spearmana = 0,632227, Mediana =5
- efektywność materiałowa, wybrano:
 - metody wchodzące w skład Kaizen - ρ Spearmana = 0,541103, Mediana =5
 - TPM - ρ Spearmana = 0,366804, Mediana =5
 - automatyzacja - ρ Spearmana = 0,472247, Mediana =5
- efektywność energetyczna, wybrano:

⁹⁰ Hipotezy zostały osobno zweryfikowane dla każdego z sześciu obszarów działalności operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego.

- efektywność energetyczna, wybrano:
 - TPM - ρ Spearmana = 0,414551, Mediana =5
 - metody wchodzące w skład Kaizen - ρ Spearmana = 0,506638, Mediana =4
 - Sensory umieszczone na maszynach -- ρ Spearmana = 0,404049, Mediana =4
- efektywność wodna, wybrano:
 - TPM - ρ Spearmana = 0,357176, Mediana =4
 - metody wchodzące w skład Kaizen - ρ Spearmana = 0,514949, Mediana =4
 - Sensory umieszczone na maszynach - ρ Spearmana = 0,247993, Mediana =4
- gospodarowanie odpadami, wybrano:
 - 5S - ρ Spearmana = 0,214341, Mediana =5
 - metody wchodzące w skład Kaizen - ρ Spearmana = 0,496353, Mediana =4
 - metodyczne rozwiązywanie problemów z arkuszem A3 - ρ Spearmana = 0,572523, Mediana = 4

Poniżej przedstawiono wyniki analizy dla obszaru bezpieczeństwa i ergonomii pracy:

Pierwszy test obejmował analizę różnic w medianach oceny wpływu metody 5S na doskonałość operacyjną wśród sześciu grup respondentów przedstawionych poniżej;

- 1 grupa respondentów – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę BHP i ergonomii na 0.
- 2 grupa respondentów – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę BHP i ergonomii na 1.
- 3 grupa respondentów – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę BHP i ergonomii na 2.
- 4 grupa respondentów – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę BHP i ergonomii na 3.
- 5 grupa respondentów – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę BHP i ergonomii na 4.
- 6 grupa respondentów – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę BHP i ergonomii na 5.

Jak przedstawiono w Tabeli 33, testowa wartość $H=10,95059$ oraz wartość $\rho = 0,0524$ oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennych *Wpływ 5S na doskonałość operacyjną* i *Wpływ 5S na poprawę BHP i ergonomii* nie potwierdza występowania statystycznie istotnych różnic w medianach między co najmniej dwoma grupami respondentów. Oznacza to, że nie ma wystarczających dowodów, aby stwierdzić, że istnieją istotne różnice pomiędzy grupami w kontekście wpływu 5S na obie zmienne. Wynik taki wskazuje, że w zbiorze danych nie ma wystarczających różnic w ocenach między grupami, aby uznać je za statystycznie istotne.

Tabela 33 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ 5S na poprawę BHP i ergonomii oraz zmiennej niezależnej: Wpływ 5S na doskonałość operacyjną.

		ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ na doskonałość operacyjną [5S] (Odpowiedzi_do QUERY.sta)			
		Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [5S]			
		Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =10,95059 p =,0524			
Zależna: Wpływ na doskonałość operacyjną [5S]	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga	
0	0	1	83,00	83,00000	
1	1	1	9,50	9,50000	
2	2	2	92,50	46,25000	
3	3	22	1421,00	64,59091	
4	4	22	2006,00	91,18182	
5	5	128	11964,00	93,46875	

Źródło: Opracowanie własne

Analogiczną analizę wykonano dla oceny wpływu metod Kaizen na poprawę BHP i ergonomii, co przedstawiono w Tabeli 34. Wyniki porównywano w tym przypadku pomiędzy pięcioma grupami respondentów. Testowa wartość $H = 49,07300$, a wartość $p = 0,000$ oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennych *Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną i Wpływ metod Kaizen na poprawę BHP i ergonomii* świadczy, że istnieją statystycznie istotne różnice w medianach ocen między co najmniej dwoma grupami. Różnice w ocenach siły wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną badano wśród pięciu grup respondentów, ponieważ do oceny wpływu metod Kaizen na poprawę BHP i ergonomii wykorzystano jedynie pięć z sześciu ocen tj. 0,2,3,4,5.

Tabela 34 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ metod Kaizen na poprawę BHP i ergonomii oraz zmiennej niezależnej: Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną

		ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ na doskonałość operacyjną[Kaizen]			
		Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii			
		Test Kruskala-Wallisa: H (4, N= 176) =49,07300 p =,0000			
Zależna: Wpływ na doskonałość operacyjną[Kaizen]	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga	
0	0	1	16,00	16,0000	
2	2	10	367,00	36,7000	
3	3	24	1207,50	50,3125	
4	4	35	2770,00	79,1429	
5	5	106	11215,50	105,8066	

Źródło: Opracowanie własne

Ostatni test wykonano dla oceny wpływu automatyzacji na poprawę BHP i ergonomii. Wyniki testu, przedstawiono w Tabeli 35. Wyniki porównywano w tym przypadku pomiędzy ocenami pięciu grup respondentów. Testowa wartość $H = 20,77971$, a wartość $p = 0,009$ oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ automatyzacji na poprawę BHP i ergonomii* i zmiennej niezależnej *Wpływ automatyzacji na doskonałość operacyjną* świadczy, że istnieją statystycznie istotne różnice w medianach między co najmniej dwoma grupami.

Tabela 35 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ automatyzacji na poprawę BHP i ergonomii oraz zmiennej niezależnej: Wpływ automatyzacji na doskonałość operacyjną.

		ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ na doskonałość operacyjną [Automatyzacja] Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Auton Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =20,77971 p =,0009			
Zależna: Wpływ na doskonałość operacyjną [Automatyzacja]	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga	
0	0	3	261,00	87,00000	
1	1	4	93,50	23,37500	
2	2	8	472,50	59,06250	
3	3	16	1059,50	66,21875	
4	4	42	3557,00	84,69048	
5	5	103	10132,50	98,37379	

Źródło: Opracowanie własne

Podsumowując, na podstawie wyników korelacji rang Spearmana oraz testów Kruskala–Wallisa w zakresie oceny wpływu metod zarządzania na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii pracy, oraz ich wpływu na doskonałość operacyjną potwierdzono, że w 2 z 3 najwyżej ocenianych przez respondentów metodach, technikach lub narzędziach występują statystycznie istotne różnice w medianach ocen pomiędzy przynajmniej dwoma grupami respondentów, co pozwala odrzucić hipotezę zerową mówiącą o braku różnic i potwierdzić istotność statystyczną badanych wyników.

Poniżej przedstawiono wyniki analizy dla obszaru wydajność procesów produkcyjnych.

W obszarze wydajności procesów produkcyjnych pierwszy test obejmował analizę różnic w medianach oceny wpływu metody TPM na doskonałość operacyjną wśród pięciu grup respondentów, ponieważ do oceny wpływu TPM na poprawę wydajności procesów produkcyjnych respondenci wykorzystali jedynie pięć z sześciu ocen tj. 1,2,3,4,5.

- 1 grupa – osoby, które oceniły wpływ metody TPM wzrost wydajności na 1.
- 2 grupa – osoby, które oceniły wpływ metody TPM wzrost wydajności na 2.
- 3 grupa – osoby, które oceniły wpływ metody TPM wzrost wydajności na 3.
- 4 grupa – osoby, które oceniły wpływ metody TPM wzrost wydajności na 4.
- 5 grupa – osoby, które oceniły wpływ metody TPM wzrost wydajności na 5.

Jak przedstawiono W Tabeli 36, testowa wartość $H = 53,02616$, a wartość $p = 0,0000$, co oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej niezależnej *Wpływ TPM wzrost wydajności produkcji* i zmiennej zależnej *Wpływ TPM na doskonałość operacyjną* potwierdza występowanie statystycznie istotnych różnic w medianach ocen między co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 36 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ TPM na wzrost wydajności produkcji oraz zmiennej zależnej: Wpływ TPM na doskonałość operacyjną

Zależna: Wpływ na doskonałość operacyjną [TPM]		ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ na doskonałość operacyjną [TPM] (Od Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na wzrost wydajności [TPM] Test Kruskala-Wallisa: H (4, N= 176) =53,02616 p =,0000			
		Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
1	1	1	4,50	4,5000	
2	2	3	26,00	8,6667	
3	3	14	617,50	44,1071	
4	4	35	2125,00	60,7143	
5	5	123	12803,00	104,0894	

Źródło: Opracowanie własne

Kolejny test analogicznie wykonano dla wpływu metod Kaizen na doskonałość operacyjną, co przedstawiono w Tabeli 37. Wyniki porównywano w tym przypadku pomiędzy czterema grupami respondentów ponieważ do oceny wpływu metod Kaizen na poprawę wydajności procesów produkcyjnych respondenci wykorzystali jedynie cztery z sześciu ocen tj. 2,3,4,5. Testowa wartość $H = 65,42900$ przy wartości $p = 0,000$ oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennych *Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną* i *Wpływ metod Kaizen na wzrost wydajności produkcji* świadczy, że istnieją statystycznie istotne różnice w medianach między co najmniej dwoma grupami.

Tabela 37 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ metod Kaizen na wzrost wydajności produkcji oraz zmiennej zależnej: Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną

Zależna: Wpływ na doskonałość operacyjną[Kaizen (m.in SMED, Poka Yoke, Andon)]		ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ na doskonałość operacyjną[Kaizen (m.in Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na wzrost wydajności) [Kaizen (i Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 176) =65,42900 p =,0000			
		Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
2	2	6	228,00	38,0000	
3	3	19	797,00	41,9474	
4	4	42	2590,00	61,6667	
5	5	109	11961,00	109,7339	

Źródło: Opracowanie własne

Ostatni test wykonano dla oceny wpływu automatyzacji na wzrost wydajności produkcji. Wyniki testu, przedstawiono w Tabeli 38. Wyniki porównywano w tym przypadku pomiędzy sześcioma grupami respondentów ponieważ do oceny wpływu automatyzacji na poprawę wydajności procesów produkcyjnych respondenci wykorzystali wszystkie dostępne oceny tj. 0,1,2,3,4,5. Testowa wartość $H = 73,61218$ oraz wartość $p = 0,000$ oznaczają, że w przypadku testu dla zmiennych *Wpływ automatyzacji na doskonałość operacyjną* oraz *Wpływ automatyzacji na wzrost wydajności* istnieją statystycznie istotne różnice w medianach ocen między przynajmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 38 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ automatyzacji na wzrost wydajności produkcji oraz zmiennej zależnej: Wpływ automatyzacji na doskonałość operacyjną.

		ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ na doskonałość operacyjną [Automatyzacja] (Oc Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na wzrost wydajności [Automatyzacja] Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =73,61218 p =,0000			
Zależna: Wpływ na doskonałość operacyjną [Automatyzacja]	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga	
0	0	4	20,50	5,1250	
1	1	3	22,50	7,5000	
2	2	7	273,50	39,0714	
3	3	19	992,50	52,2368	
4	4	39	2789,00	71,5128	
5	5	104	11478,00	110,3654	

Źródło: Opracowanie własne

Podsumowując, na podstawie wyników korelacji rang Spearmana oraz testów Kruskala–Wallisa w zakresie oceny wpływu metod zarządzania na wzrost wydajności produkcji, oraz ich wpływu na doskonałość operacyjną potwierdzono, że w 3 z 3 najwyżej ocenianych przez respondentów metodach występują statystycznie istotne różnice w medianach ocen. Pozwala to odrzucić hipotezę zerową mówiącą o braku różnic. Jednocześnie potwierdza to istotność statystyczną dodatniej korelacji wpływu metod zarządzania na poprawę wyników w zakresie wydajności i ich wpływu na doskonałość operacyjną.

Poniżej przedstawiono wyniki analizy dla obszaru efektywność materiałowa.

W obszarze efektywności materiałowej, pierwszy test obejmował analizę różnic w medianach oceny wpływu metod Kaizen na doskonałość operacyjną wśród sześciu grup respondentów, ponieważ do oceny wpływu metod Kaizen na poprawę efektywności materiałowej respondenci wykorzystali wszystkie dostępne oceny tj. 0,1,2,3,4,5.

- 1 grupa – osoby, które oceniły wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności mat. na 0.
- 2 grupa – osoby, które oceniły wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności mat. na 1.
- 3 grupa – osoby, które oceniły wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności mat. na 2.
- 4 grupa – osoby, które oceniły wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności mat. na 3.
- 5 grupa – osoby, które oceniły wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności mat. na 4.
- 6 grupa – osoby, które oceniły wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności mat. na 5.

Jak przedstawiono w Tabeli 39, testowa wartość $H = 57,13792$ a wartość $p = 0,0000$ oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennych *Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną* i *Wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności materiałowej* świadczy, że istnieją statystycznie istotne różnice w medianach ocen między co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 39 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ metod Kaizen na wzrost wydajności produkcji oraz zmiennej zależnej: Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną.

ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ na doskonałość operacyjną[Kaizen] (m.in SMED, Poka Y				
Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [Kaizen]				
Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =57,13792 p =,0000				
Zależna: Wpływ na doskonałość operacyjną[Kaizen]	Kod	N ważnych	Suma Rang	Srednia Ranga
0	0	2	68,50	34,2500
1	1	1	52,50	52,5000
2	2	5	451,00	90,2000
3	3	30	1486,00	49,5333
4	4	43	2953,00	68,6744
5	5	95	10565,00	111,2105

Źródło: Opracowanie własne

Drugi test wykonano analogicznie, oceniając wpływ metody TPM na doskonałość operacyjną. Przedstawiono to w Tabeli 40. Wyniki porównywano pomiędzy sześcioma grupami respondentów ponieważ do oceny wpływu TPM na poprawę efektywności materiałowej respondenci wykorzystali wszystkie dostępne oceny tj. 0,1,2,3,4,5. Testowa wartość $H = 33,08686$ przy wartości $p = 0,000$ oznacza, że test Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej *Wpływ TPM na poprawę efektywności materiałowej* i zmiennej zależnej *Wpływ TPM na doskonałość operacyjną* świadczy, o istnieniu statystycznie istotnych różnic w medianach między co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 40 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ TPM na poprawę efektywności materiałowej oraz zmiennej zależnej Wpływ TPM na doskonałość operacyjną

ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ na doskonałość operacyjną [TPM] (Odpowiedzi do QU				
Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [TPM]				
Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =33,08686 p =,0000				
Zależna: Wpływ na doskonałość operacyjną [TPM]	Kod	N ważnych	Suma Rang	Srednia Ranga
0	0	2	129,500	64,7500
1	1	2	145,000	72,5000
2	2	7	81,500	11,6429
3	3	23	1580,500	68,7174
4	4	52	4451,000	85,5962
5	5	90	9188,500	102,0944

Źródło: Opracowanie własne

Ostatni test wykonano dla oceny wpływu automatyzacji na doskonałość operacyjną. Wyniki testu, przedstawiono w Tabeli 41. Wyniki również porównywano w tym przypadku pomiędzy sześcioma grupami respondentów ponieważ do oceny wpływu automatyzacji na poprawę efektywności materiałowej respondenci wykorzystali wszystkie dostępne oceny tj. 0,1,2,3,4,5. Testowa wartość $H=40,51315$ oraz wartość $p = 0,000$ oznaczają, że dla zmiennej niezależnej *Wpływ automatyzacji na poprawę efektywności produkcji* i zmiennej zależnej *Wpływ automatyzacji na doskonałość operacyjną* istnieją statystycznie istotne różnice w medianach między przynajmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 41 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ automatyzacji na poprawę efektywności materiałowej oraz zmiennej niezależnej: Wpływ automatyzacji na doskonałość operacyjną.

ANOVA rang Kruskala-Wallisa: Wpływ na doskonałość operacyjną [Automatyzacja] (Odpowiedzi do QU)				
Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [Automatyzacja]				
Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =40,51315 p =,0000				
Zależna: Wpływ na doskonałość operacyjną [Automatyzacja]	Kod	N ważnych	Suma Rang	Srednia Ranga
0	0	4	171,000	42,7500
1	1	7	451,000	64,4286
2	2	15	864,500	57,6333
3	3	24	1403,000	58,4583
4	4	36	2988,000	83,0000
5	5	90	9698,500	107,7611

Źródło: Opracowanie własne

Podsumowując, na podstawie wyników korelacji rang Spearmana oraz testów Kruskala–Wallisa w zakresie oceny wpływu metod zarządzania na poprawę efektywności materiałowej, oraz ich wpływu na doskonałość operacyjną potwierdzono, że w 3 z 3 najwyżej ocenianych przez respondentów metodach występują statystycznie istotne różnice w medianach ocen. Pozwala to odrzucić hipotezę zerową mówiącą o braku różnic. Istotne statystycznie różnice stanowią dla autora informację, że wynik nie jest przypadkowy. Może on służyć do dalszego wnioskowania, że wraz ze wzrostem wpływu metod na efektywność materiałową rośnie ich wpływ na doskonałość operacyjną.

Poniżej przedstawiono wyniki badań w zakresie obszaru efektywność energetyczna.

W obszarze efektywności energetycznej, pierwszy test obejmował analizę różnic w medianach oceny wpływu TPM na doskonałość operacyjną wśród sześciu grup respondentów, ponieważ do oceny wpływu TPM na poprawę efektywności energetycznej respondenci wykorzystali wszystkie dostępne oceny tj. 0,1,2,3,4,5.

- 1 Grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na efektywność energetyczną na 0.
- 2 Grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na efektywność energetyczną na 1.
- 3 Grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na efektywność energetyczną na 2.
- 4 Grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na efektywność energetyczną na 3.
- 5 Grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na efektywność energetyczną na 4.
- 6 Grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na efektywność energetyczną na 5.

Jak przedstawiono w Tabeli 42, testowa wartość $H = 35,00557$ a wartość $p = 0,0000$, co oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ TPM na doskonałość operacyjną* i zmiennej niezależnej *Wpływ TPM na poprawę efektywności energetycznej*, świadczy, że istnieją statystycznie istotne różnice w medianach między co najmniej dwoma grupami.

Tabela 42 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ TPM na poprawę efektywności energetycznej oraz zmiennej zależnej: Wpływ TPM na doskonałość operacyjną

Zależna: Wpływ na doskonałość operacyjną [TPM]		ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ na doskonałość operacyjną [TPM] (Odpowiedzi_do QUE Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [TPM] Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =35,00557 p =,0000			
		Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
0	0	4	385,500	96,3750	
1	1	3	110,500	36,8333	
2	2	5	219,500	43,9000	
3	3	23	1284,000	55,8261	
4	4	46	3608,000	78,4348	
5	5	95	9968,500	104,9316	

Źródło: Opracowanie własne

Drugi test wykonano analogicznie dla oceny wpływu metod Kaizen na doskonałość operacyjną, co przedstawiono w Tabeli 43. Wyniki porównywano w tym przypadku pomiędzy sześcioma grupami respondentów ponieważ do oceny wpływu metod Kaizen na poprawę efektywności energetycznej respondenci wykorzystali wszystkie dostępne oceny tj. 0,1,2,3,4,5. Testowa wartość $H = 51,40913$ przy wartości $p = 0,000$, co oznacza, że test Kruskala-Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną* i zmiennej niezależnej *Wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności energetycznej* świadczy, o istnieniu statystycznie istotnych różnic w medianach między co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 43 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności energetycznej oraz zmiennej zależnej Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną.

Zależna: Wpływ na doskonałość operacyjną[Kaizen]		ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ na doskonałość operacyjną[Kaizen] (m.in SMED, Poka Yo Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [Kaizen] Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =51,40913 p =,0000			
		Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
0	0	3	196,000	65,3333	
1	1	6	353,500	58,9167	
2	2	7	86,000	12,2857	
3	3	29	1818,500	62,7069	
4	4	46	3795,500	82,5109	
5	5	85	9326,500	109,7235	

Źródło: Opracowanie własne

Ostatni test wykonano dla oceny wpływu inteligentnych czujników umieszczonych na maszynach na doskonałość operacyjną. Wyniki testu, przedstawiono w Tabeli 44. Wyniki porównywano w tym przypadku pomiędzy sześcioma grupami respondentów ponieważ do oceny wpływu inteligentnych czujników na poprawę efektywności energetycznej respondenci wykorzystali wszystkie dostępne oceny tj. 0,1,2,3,4,5. Testowa wartość $H = 33,33382$ oraz wartość $p = 0,000$ oznaczają, że dla zmiennej zależnej *Wpływ inteligentnych czujników umieszczonych na maszynach na doskonałość operacyjną* i zmiennej niezależnej *Wpływ inteligentnych czujników umieszczonych na maszynach na poprawę efektywności energetycznej* świadczy, że istnieją statystycznie istotne różnice w medianach między przynajmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 44 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ czujników umieszczonych na maszynach na poprawę efektywności energetycznej oraz zmiennej zależnej: Wpływ czujników umieszczonych na maszynach na doskonałość operacyjną.

ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ na doskonałość operacyjną? [Sensory umieszczone na maszynach (Smart sensors)] (O Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [Sensory umieszczone na maszynach Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =32,63233 p =,0000		Kod	N ważnych	Suma Rang	Srednia Ranga
Zależna: Wpływ na doskonałość operacyjną? [Sensory umieszczone na maszynach (Smart sensors)]	0	3	30,000	10,0000	
	1	2	184,000	92,0000	
	2	19	1184,000	62,3158	
	3	26	1661,000	63,8846	
	4	51	4397,500	86,2255	
	5	75	8119,500	108,2600	

Źródło: Opracowanie własne

Podsumowując, na podstawie wyników korelacji rang Spearmana oraz testów Kruskala–Wallisa w zakresie oceny wpływu metod zarządzania na poprawę efektywności energetycznej, oraz ich wpływu na doskonałość operacyjną potwierdzono, że w 3 z 3 najwyżej ocenianych przez respondentów metodach występują statystycznie istotne różnice w medianach ocen, co pozwala odrzucić hipotezę zerową mówiącą o braku różnic. Potwierdza się istotność statystyczną dodatniej korelacji pomiędzy wpływem metod zarządzania na efektywność energetyczną a ich wpływem na doskonałość operacyjną.

Poniżej przedstawiono wyniki badań w zakresie obszaru efektywność wodna.

Dla efektywności wodnej test obejmował analizę różnic w medianach oceny wpływu TPM na doskonałość operacyjną wśród sześciu grup respondentów, ponieważ do oceny wpływu TPM na poprawę efektywności wodnej respondenci wykorzystali wszystkie dostępne oceny tj. 0,1,2,3,4,5.

- 1 Grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na efektywność wodną na 0.
- 2 Grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na efektywność wodną na 1.
- 3 Grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na efektywność wodną na 2.
- 4 Grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na efektywność wodną na 3.
- 5 Grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na efektywność wodną na 4.
- 6 Grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na efektywność wodną na 5.

Jak przedstawiono w Tabeli 45, testowa wartość $H = 27,66309$ a wartość $p=0,0000$ co potwierdza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ TPM na doskonałość operacyjną* i niezależnej *Wpływ TPM na poprawę efektywności wodnej* świadczy, że istnieją statystycznie istotne różnice w medianach między co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 45 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ TPM na wzrost wydajności produkcji oraz zmiennej zależnej: Wpływ TPM na doskonałość operacyjną

		ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ na doskonałość operacyjną [TPM] (Odpowiedzi_d Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [TPM] Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =27,66309 p =,0000				
Zależna: Wpływ na doskonałość operacyjną [TPM]	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga		
0	0	10	856,500	85,6500		
1	1	4	166,500	41,6250		
2	2	10	573,500	57,3500		
3	3	23	1407,000	61,1739		
4	4	48	4086,000	85,1250		
5	5	81	8486,500	104,7716		

Źródło: Opracowanie własne

Drugi test wykonano analogicznie dla oceny wpływu metod Kaizen na doskonałość operacyjną, którego rezultaty przedstawiono w Tabeli 46. Wyniki porównywano w tym przypadku pomiędzy sześcioma grupami respondentów, ponieważ do oceny wpływu metod Kaizen na poprawę efektywności wodnej respondenci wykorzystali wszystkie dostępne oceny tj. 0,1,2,3,4,5. Testowa wartość $H = 49,39426$ przy wartości $p = 0,000$. Co informuje, że test Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej *Wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności wodnej* i zmiennej zależnej *Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną* świadczy, o istnieniu statystycznie istotnych różnic w medianach między co najmniej dwoma grupami.

Tabela 46 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności wodnej oraz zmiennej zależnej Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną.

		ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ na doskonałość operacyjną[Kaizen (m.in SMED, P Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Kaizen Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =49,39426 p =,0000				
Zależna: Wpływ na doskonałość operacyjną[Kaizen]	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga		
0	0	7	444,500	63,5000		
1	1	4	285,000	71,2500		
2	2	13	638,000	49,0769		
3	3	35	2310,000	66,0000		
4	4	47	3736,500	79,5000		
5	5	70	8162,000	116,6000		

Źródło: Opracowanie własne

Ostatni test wykonano dla oceny wpływu inteligentnych czujników umieszczonych na maszynach na doskonałość operacyjną. Wyniki testu, przedstawiono w Tabeli 47. Wyniki również porównywano pomiędzy sześcioma grupami respondentów, ponieważ do oceny siły wpływu inteligentnych czujników umieszczonych na maszynach na poprawę efektywności wodnej respondenci wykorzystali wszystkie dostępne oceny tj. 0,1,2,3,4,5. Testowa wartość $H = 20,42549$ oraz wartość $p = 0,0010$. Oznacza to, że dla zmiennej zależnej *Wpływ inteligentnych czujników umieszczonych na maszynach na doskonałość operacyjną* i zmiennej niezależnej *Wpływ inteligentnych czujników umieszczonych na maszynach na*

poprawę efektywności wodnej istnieją statystycznie istotne różnice w medianach między przynajmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 47 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ inteligentnych czujników umieszczonych na maszynach na poprawę efektywności wodnej oraz zmiennej zależnej: Wpływ inteligentnych czujników umieszczonych na maszynach na doskonałość operacyjną.

ANOVA rang Kruskala-Wallisa: Wpływ na doskonałość operacyjną? [Sensory umieszczone na maszynach (Smart sensors)] i Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Sensory umieszczone na maszynach (Smart sensors)]		Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =20.42549 p =.0010		
Zależna: Wpływ na doskonałość operacyjną? [Sensory umieszczone na maszynach (Smart sensors)]	Kod	N ważnych	Suma Rang	Srednia Ranga
0	0	13	1311,000	100,8462
1	1	5	330,500	66,1000
2	2	17	1096,500	64,5000
3	3	21	1244,500	59,2619
4	4	53	4635,000	87,4528
5	5	67	6958,500	103,8582

Źródło: Opracowanie własne

Podsumowując, na podstawie wyników korelacji rang Spearmana oraz testów Kruskala-Wallisa w zakresie oceny wpływu analizowanych metod na poprawę efektywności wodnej, oraz ich wpływu na doskonałość operacyjną potwierdzono, że w 3 z 3 najwyżej ocenianych przez respondentów metodach występują statystycznie istotne różnice w medianach ocen. Co pozwala odrzucić hipotezę zerową mówiącą o braku różnic oraz potwierdza istotność statystyczną dodatniej korelacji pomiędzy wpływem metod zarządzania na efektywność wodną a ich wpływem na doskonałość operacyjną.

Poniżej przedstawiono wyniki badań w zakresie obszaru gospodarka odpadami.

W obszarze gospodarki odpadami, pierwszy test obejmował analizę różnic w medianach oceny wpływu 5S na doskonałość operacyjną wśród sześciu grup respondentów, ponieważ do oceny siły wpływu 5S na poprawę gospodarki odpadami respondenci wykorzystali wszystkie dostępne oceny tj. 0,1,2,3,4,5.

- 1 Grupa – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę gospodarki odpadami na 0.
- 2 Grupa – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę gospodarki odpadami na 1.
- 3 Grupa – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę gospodarki odpadami na 2.
- 4 Grupa – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę gospodarki odpadami na 3.
- 5 Grupa – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę gospodarki odpadami na 4.
- 6 Grupa – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę gospodarki odpadami na 5.

Jak przedstawiono w Tabeli 48, testowa wartość $H = 15,31142$, wartość $p = 0,0091$, a więc jest mniejsze od 0,05 oznacza, że test Kruskala-Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ 5S na doskonałość operacyjną* i zmiennej niezależnej *Wpływ 5S na poprawę gospodarki odpadami* i świadczy, że istnieją statystycznie istotne różnice w medianach między co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 48 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ 5S na poprawę w obszarze gospodarki odpadami oraz zmiennej zależnej: Wpływ 5S na doskonałość operacyjną.

		ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ na doskonałość operacyjną [5S] (Odpowiedzi_d Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [5S] Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =15,31142 p =,0091			
Zależna: Wpływ na doskonałość operacyjną [5S]	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga	
0	0	2	179,50	89,75000	
1	1	1	83,00	83,00000	
2	2	11	673,00	61,18182	
3	3	24	1426,50	59,43750	
4	4	32	3136,00	98,00000	
5	5	106	10078,00	95,07547	

Źródło: Opracowanie własne

Drugi test wykonano analogicznie do oceny wpływu metod Kaizen na doskonałość operacyjną, którego rezultaty przedstawiono w Tabeli 49. Wyniki również porównywano pomiędzy sześcioma grupami respondentów, ponieważ do oceny siły wpływu metod Kaizen na poprawę gospodarki odpadami respondenci wykorzystali wszystkie dostępne oceny tj. 0,1,2,3,4,5. Testowa wartość $H = 56,45531$ przy wartości $p = 0,000$ oznacza, że test Kruskala-Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną* i zmiennej niezależnej *Wpływ metod Kaizen na poprawę gospodarki odpadami* świadczy, o istnieniu statystycznie istotnych różnic w medianach ocen między co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 49 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ metod Kaizen na poprawę gospodarki odpadami oraz zmiennej zależnej Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną

		ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ na doskonałość operacyjną[Kaizen] (m.in SMED, P Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami[Kaizen] Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =56,45531 p =,0000			
Zależna: Wpływ na doskonałość operacyjną[Kaizen]	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga	
0	0	5	301,000	60,2000	
1	1	1	2,000	2,0000	
2	2	9	874,000	97,1111	
3	3	31	1627,500	52,5000	
4	4	47	3361,500	71,5213	
5	5	83	9410,000	113,3735	

Źródło: Opracowanie własne

Ostatni test wykonano dla oceny wpływu inteligentnych czujników umieszczonych na maszynach na doskonałość operacyjną. Wyniki testu, przedstawiono w Tabeli 50 oraz porównywano pomiędzy sześcioma grupami respondentów, ponieważ do oceny siły wpływu metodyki rozwiązywania problemów z arkuszem A3 na poprawę gospodarki odpadami respondenci wykorzystali wszystkie dostępne oceny tj. 0,1,2,3,4,5. Testowa wartość $H = 59,75174$ oraz wartość $p = 0,0000$ oznaczają, że dla zmiennej zależnej *Wpływ metody rozwiązywania problemów poprzez arkusz A3 na doskonałość operacyjną* i zmiennej niezależnej *Wpływ metody rozwiązywania problemów poprzez arkusz A3 na poprawę*

gospodarki odpadami istnieją statystycznie istotne różnice w medianach ocen między przynajmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 50 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ metody rozwiązywania problemów poprzez arkusz A3 na poprawę gospodarki odpadami oraz zmiennej zależnej: Wpływ metody rozwiązywania problemów poprzez arkusz A3 na doskonałość operacyjną.

ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ na doskonałość operacyjną? [Rozwiązywanie problemów - Arkusz A3] (Odpowiedzi...)				
Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Rozwiązywanie problemów - Arkusz A3]				
Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =59,75174 p =.0000				
Zależna: Wpływ na doskonałość operacyjną? [Rozwiązywanie problemów - Arkusz A3]	Kod	N ważnych	Suma Rang	Srednia Ranga
0	0	8	479,000	59,8750
1	1	10	432,000	43,2000
2	2	19	1063,000	57,0000
3	3	35	2330,000	66,5714
4	4	35	2883,000	82,3714
5	5	69	8369,000	121,2899

Źródło: Opracowanie własne

Wnioskując, na podstawie wyników korelacji rang Spearmana oraz testów Kruskala–Wallisa w zakresie oceny wpływu analizowanych metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę gospodarki odpadami oraz ich wpływu na doskonałość operacyjną potwierdzono, że w 3 z 3 najwyżej ocenianych przez respondentów metodach występują statystycznie istotne różnice w medianach ocen. Pozwala to odrzucić hipotezę zerową mówiącą o braku różnic oraz potwierdza istotność statystyczną dodatniej korelacji pomiędzy wpływem metod zarządzania na poprawę gospodarki odpadami a ich wpływem na doskonałość operacyjną.

Podsumowanie weryfikacji I hipotezy pomocniczej

W ramach weryfikacji I hipotezy pomocniczej HP1 stanowiącej o tym, że *Metodyczne zarządzanie procesami pozytywnie wpływa na doskonałość operacyjną przedsiębiorstwa produkcyjnego*, dokonano analizy statystycznej polegającej na:

- Przedstawieniu podstawowych statystyk dla badanych zmiennych, która pozwoliła wyłonić metody o najwyższym wpływie na doskonałość operacyjną oraz najwyższym wpływie na poprawę wyników w analizowanych obszarach działalności operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego.
- Wykonaniu testów normalności rozkładu danych, które wykazały, że w przypadku każdej zmiennej dane nie wykazują cech rozkładu normalnego, co zdeterminowało wybór statystyk nieparametrycznych w kolejnych krokach analizy.
- Wykonaniu testów do wykrywania korelacji pomiędzy oceną wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na doskonałość operacyjną a oceną ich wpływu na poprawę wyników w obszarze operacyjnym przedsiębiorstwa. W tym celu wykorzystano analizę korelacji rang Spearmana, która wykazała, że wśród metod, technik i narzędzi zarządzania występuje dodatnia korelacja pomiędzy oceną ich wpływu na doskonałość

operacyjną a oceną ich wpływu na poprawę wyników operacyjnych przedsiębiorstwa w aż 94 procentach analizowanych przypadków.

- Wykonaniu analizy wariancji w ocenach wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na doskonałość operacyjną wśród grup respondentów wyznaczonych przez zmienną niezależną. Dla każdego z obszarów operacyjnych na podstawie mediany ocen siły wpływu wytypowano 3 najwyżej ocenione przez respondentów metody, techniki lub narzędzia zarządzania. Łącznie wykonano 18 testów ANOVA Kruskala–Wallisa.

Wyniki testów potwierdziły występowanie istotnych statystycznie różnic w ocenach siły wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na doskonałość operacyjną między grupami respondentów w siedemnastu z osiemnastu testowanych przypadków, co przedstawiono w Tabeli 51. Tylko w obszarze bezpieczeństwa i ergonomii pracy, ocena siły wpływu metody 5S na doskonałość operacyjną nie wykazała różnic istotnych statystycznie pomiędzy grupami respondentów wyznaczonymi przez zmienną niezależną tj. Wpływ metody 5S na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii.

Tabela 51 Testy Kruskala-Wallisa wykonane w ramach weryfikacji hipotezy pomocniczej HP1

Obszar operacyjny	Zmienna zależna	Zmienna niezależna	Istotne stat. różnice
Bezpieczeństwo i ergonomia pracy	Wpływ 5S na doskonałość operacyjną	Wpływ metody 5S na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii	NIE
	Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną	Wpływ metod Kaizen na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii	TAK
	Wpływ automatyzacji na doskonałość operacyjną	Wpływ automatyzacji na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii	TAK
Wydajność procesów produkcyjnych	Wpływ TPM na doskonałość operacyjną	Wpływ TPM na wzrost wydajności produkcji	TAK
	Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną	Wpływ metod Kaizen na wzrost wydajności produkcji	TAK
	Wpływ automatyzacji na doskonałość operacyjną	Wpływ automatyzacji na wzrost wydajności produkcji	TAK
Efektywność materiałowa	Wpływu metod Kaizen na doskonałość operacyjną	Wpływ metod Kaizen na wzrost efektywności materiałowej	TAK
	Wpływ TPM na doskonałość operacyjną	Wpływ TPM na wzrost efektywności materiałowej	TAK
	Wpływ automatyzacji na doskonałość operacyjną	Wpływ automatyzacji na wzrost efektywności materiałowej	TAK
Efektywność energetyczna	Wpływ TPM na doskonałość operacyjną	Wpływ TPM na wzrost efektywności energetycznej	TAK
	Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną	Wpływ metod Kaizen na wzrost efektywności energetycznej	TAK
	Wpływ sensorów umieszczonych na maszynach na doskonałość operacyjną	Wpływ sensorów umieszczonych na maszynach na wzrost efektywności energetycznej	TAK

Obszar operacyjny	Zmienna zależna	Zmienna niezależna	Istotne stat. różnice
Efektywność wodna	Wpływ TPM na doskonałość operacyjną	Wpływ TPM na wzrost efektywności wodnej	TAK
	Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną	Wpływ metod Kaizen na wzrost efektywności wodnej	TAK
	Wpływ sensorów umieszczonych na maszynach na doskonałość operacyjną	Wpływ sensorów umieszczonych na maszynach na wzrost efektywności wodnej	TAK
Gospodarka odpadami	Wpływ 5S na doskonałość operacyjną	Wpływ 5S na poprawę gospodarki odpadami	TAK
	Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną	Wpływ metod Kaizen na poprawę gospodarki odpadami	TAK
	Wpływ metod rozwiązywania problemów Arkusz A3 na doskonałość operacyjną	Wpływ metod rozwiązywania problemów Arkusz A3 na poprawę gospodarki odpadami	TAK

Źródło: Opracowanie własne

Dodatknie korelacje rang Spearmana siły wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w obszarach operacyjnych oraz na doskonałość operacyjną w połączeniu z wynikami testów analizy wariancji pozwoliły autorowi stwierdzić, że w każdym z badanych obszarów operacyjnych występują metody pozytywnie wpływające zarówno na poprawę wyników jak i na doskonałość operacyjną. W związku z tym hipoteza pomocnicza HP1 stanowiąca o tym, że *Metodyczne zarządzanie procesami pozytywnie wpływa na doskonałość operacyjną przedsiębiorstwa produkcyjnego*, została zweryfikowana pozytywnie.

Weryfikacja hipotezy pomocniczej – HP2

Druga z hipotez pomocniczych stanowi o tym, że *Metodyczne zarządzanie obszarami operacyjnymi przedsiębiorstwa produkcyjnego dodatnio wpływa na absorpcję Celów Zrównoważonego Rozwoju*.

Weryfikacja hipotezy pomocniczej HP1 potwierdziła, że metodyczne zarządzanie procesami pozytywnie wpływa na doskonałość operacyjną przedsiębiorstwa produkcyjnego. Celem weryfikacji hipotezy pomocniczej HP2 jest potwierdzenie lub odrzucenie stwierdzenia, że metodyczne zarządzanie procesami wpływa pozytywnie również na absorpcję Celów Zrównoważonego Rozwoju.

Uwzględniając fakt, że metodyczne zarządzanie procesami jest dodatnio skorelowane z doskonałością operacyjną, autor zbadał związek pomiędzy metodycznym zarządzaniem, a Zrównoważonym Rozwojem. Zastosował czterokrokową procedurę analityczną, podobnie jak w przypadku weryfikacji hipotezy pomocniczej HP1.

Weryfikacja drugiej hipotezy pomocniczej HP2 obejmowała analizę oceny wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na obszary operacyjne, które są powiązane z Celami Zrównoważonego Rozwoju⁹¹ oraz analizę oceny wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.

W pierwszym kroku schematu analizy statystycznej wygenerowano podstawowe statystyki dla wyników pytania o wpływie doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój przedstawione w Tabeli 52.

Tabela 52 Statystyki podstawowe dla Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój

Zmienna	Statystyki opisowe (Odpowiedzi_do QUERY.sta)						
	Nważnych	Średnia	Mediana	Suma	Minimum	Maksimum	Odch.std
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	176	4,232955	4,000000	745,0000	0,00	5,000000	0,911667

Źródło: Opracowanie własne

Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój cechuje się średnią oceny wpływu na poziomie 4,23 oraz medianą na poziomie 4 w sześciostopniowej skali Likerta 0–5⁹², co może sugerować, że zdaniem respondentów wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój jest silny.

Respondenci dokonywali również oceny wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w obszarach operacyjnych. Wyniki zostały przedstawione w Tabelach 25–30. W badanych obszarach operacyjnych występują metody, których mediana reprezentuje prawie całe spektrum dostępnych ocen wpływu na poprawę wyników.

Uwzględniając tę informację, można by wstępnie wnioskować, że metodyczne zarządzanie procesami jest dodatnio skorelowane z doskonałością operacyjną, co zweryfikowano w ramach HP1 oraz w silny lub bardzo silny sposób wpływa na poprawę wyników obszarach operacyjnych powiązanych ze Zrównoważonym Rozwojem.

Potwierdzeniem tego są wyniki oceny wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój przedstawione w Tabeli 52.

Można zatem stwierdzić, że metody, techniki i narzędzia zarządzania silnie wpływające na doskonałość operacyjną oddziałują również na Zrównoważony Rozwój. Jednak, aby dokonać obiektywnej oceny i potwierdzić istotność statystyczną wstępnych subiektywnych wniosków, autor kontynuował czterokrokowy schemat analizy statystycznej

⁹¹ Więcej na ten temat w rozdziale 4.2 oraz w Tabeli 19.

⁹² 0 - brak wpływu, 5 - bardzo silny wpływ

poprzez ocenę normalności rozkładu danych, wykorzystując test W Shapiro–Wilka. Testy wykonano dla wyników:

- oceny wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój
- oceny wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników obszarów operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego.

W tym celu postawiono i zweryfikowano hipotezy:

- H_0 : dane są zgodne z rozkładem normalnym.
- H_1 : dane nie są zgodne z rozkładem normalnym.

Wyniki otrzymane z analizy normalności rozkładu, której fragment przedstawiono w Tabeli 52 pozwalają odrzucić H_0 . Wyniki oceny wpływu dla wszystkich analizowanych zmiennych nie wykazały cech rozkładu normalnego, co zdeterminowało dalszy tok analizy poprzez wybór statystyk nieparametrycznych.

Tabela 53 Fragment podsumowania testu W Shapiro Wilka do oceny normalności rozkładu danych dla zmiennych

Zmienna	Testy normalności (Odpowiedzi)		
	N	W	p
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	176	0,759300	0,000000
Wpływ metody na wzrost wydajności [TPM]	176	0,620635	0,000000
Wpływ metody na wzrost wydajności [5S]	176	0,875941	0,000000
Wpływ metody na wzrost wydajności [Value Stream Mapping]	176	0,797513	0,000000
Wpływ metody na wzrost wydajności [Jidoka]	176	0,874720	0,000000
Wpływ metody na wzrost wydajności [System Just in Time]	176	0,833049	0,000000
Wpływ metody na wzrost wydajności [Kaizen (m.in SMED, Poka Yoke, Andon)]	176	0,695806	0,000000
Wpływ metody na wzrost wydajności [Rozwiązywanie problemów - Arkusz A3]	176	0,844017	0,000000

Źródło: Opracowanie własne

W kolejnym kroku schematu zbadano korelację pomiędzy oceną wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój a oceną wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w obszarach operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego. W związku z brakiem normalności rozkładu danych, wykorzystano analizę korelacji porządku rang Spearmana, a na potrzeby testu zdefiniowano 2 hipotezy:

- H_0 : ρ Spearmana = 0 (brak korelacji pomiędzy zmiennymi).
- H_1 : ρ Spearmana \neq 0 (istnieje korelacja pomiędzy zmiennymi).

Zestawienia współczynnika korelacji porządku rang Spearmana przedstawiono z podziałem na obszary operacyjne. Przyjęto, że siła korelacji dla wartości ρ w przedziałach (Ręklewski M., 2020, s. 95) jest:

- $0,0 < \rho \leq 0,2$ – bardzo słaba,

- $0,2 < \rho \leq 0,4$ – słaba,
- $0,4 < \rho \leq 0,6$ – umiarkowana,
- $0,6 < \rho \leq 0,8$ – silna,
- $0,8 < \rho \leq 1,0$ – bardzo silna.

Pierwsze zestawienie korelacji rang Spearmana przedstawia współczynniki dla zmiennych: *wpływ metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii oraz zmiennej wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój*. Jak przedstawiono w Tabeli 54, istotne statystycznie korelacje występują jedynie w 7 z 17 metod. Korelacje te są dodatnie, lecz bardzo słabe lub słabe. Można zatem wyciągnąć wniosek, że silny wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój jedynie w słabym stopniu powiązany jest z wpływem metod zarządzania na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii pracy. W zestawieniu pojawiły się również korelacje ujemne, lecz nie były one istotne statystycznie.

Tabela 54 Zestawienie korelacji rang Spearmana dla zmiennych *Wpływ metod na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii oraz Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój*.

Zmienna	Korelacja porządku rang Spearmana (Odpowiedzi_do BD usuwane parami Oznaczone wsp. korelacji są istotne z $p < ,05000$)		
	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój		
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [TPM]	0,106091		
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [5S]	0,151683		
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Value Stream Mapping]	0,154512		
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Jidoka]	0,298691		
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [System Just in Time]	0,160022		
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Kaizen (m.in. SMED, Poka Yoke, Andon)]	0,150723		
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Rozwiązywanie problemów - Arkusz A3]	0,203131		
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Narzędzia Six Sigma]	0,199584		
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Statystyczna kontrola procesu (SPC)]	-0,005222		
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [System klasy ERP (np. SAP, Microsoft Dynamics AX)]	-0,081274		
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Internet rzeczy (IoT)]	-0,082470		
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Przetwarzanie w chmurze obliczeniowej (Cloud Computing)]	-0,031619		
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Sensory umieszczone na maszynach (Smart Sensors)]	0,046873		
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Big Data]	-0,031424		
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Rozwiązania Business Intelligence]	-0,058854		
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Cyfrowy Bliźniak (Digital Twin)]	0,085645		
Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Automatyzacja]	0,129835		

Źródło: Opracowanie własne

Kolejnym z analizowanych obszarów operacyjnej działalności był wzrost wydajności produkcji, gdzie wpływ dziewięciu metod, technik lub narzędzi zarządzania skorelowany jest w sposób istotny statystycznie z wpływem doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój. Są to korelacje od bardzo słabych do słabych, lecz zauważalnie silniejsze w porównaniu do wpływu na obszar poprawy bezpieczeństwa i ergonomii pracy. Zestawienie wyników przedstawiono w Tabeli 55.

Tabela 55 Zestawienie korelacji rang Spearmana dla zmiennych Wpływ metod na wzrost wydajności produkcji oraz Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.

Zmienna	Korelacja porządku rang Spearmana (Odpowiedzi_do BD usuwane parami Oznaczone wsp. korelacji są istotne z $p < .05000$)		
	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój		
Wpływ metody na wzrost wydajności [TPM]	0,347650		
Wpływ metody na wzrost wydajności [5S]	-0,104473		
Wpływ metody na wzrost wydajności [Value Stream Mapping]	0,267681		
Wpływ metody na wzrost wydajności [Jidoka]	0,367776		
Wpływ metody na wzrost wydajności [System Just in Time]	0,173457		
Wpływ metody na wzrost wydajności [Kaizen (m.in SMED, Poka Yoke, Andon)]	0,317590		
Wpływ metody na wzrost wydajności [Rozwiązywanie problemów - Arkusz A3]	0,332665		
Wpływ metody na wzrost wydajności [Narzędzia Six Sigma]	0,307951		
Wpływ metody na wzrost wydajności [Statystyczna kontrola procesu (SPC)]	0,252083		
Wpływ metody na wzrost wydajności [System klasy ERP (np. SAP, Microsoft Dynamics AX)]	-0,054360		
Wpływ metody na wzrost wydajności [Internet rzeczy (IoT)]	0,111584		
Wpływ metody na wzrost wydajności [Przetwarzanie w chmurze obliczeniowej (Cloud computing)]	0,093758		
Wpływ metody na wzrost wydajności [Sensory umieszczone na maszynach (Smart sensors)]	0,072418		
Wpływ metody na wzrost wydajności [Big Data]	0,054739		
Wpływ metody na wzrost wydajności [Rozwiązania Business Intelligence]	0,069437		
Wpływ metody na wzrost wydajności [Cyfrowy bliźniak (Digital Twin)]	0,117280		
Wpływ metody na wzrost wydajności [Automatyzacja]	0,163651		

Źródło: Opracowanie własne

Zestawienie korelacji rang Supermana dla ocen wpływu metod na poprawę efektywności materiałowej z wpływem doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój przedstawia jedenaście dodatnich oraz istotnych statystycznie korelacji o sile od słabej do umiarkowanej, co przedstawiono w Tabeli 56.

Tabela 56 Zestawienie korelacji rang Spearmana dla zmiennych Wpływ metod na poprawę efektywności materiałowej oraz Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.

Zmienna	Korelacja porządku rang Spearmana (Odpowiedzi_do BD usuwane parami Oznaczone wsp. korelacji są istotne z $p < .05000$)		
	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój		
Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [TPM]	0,301618		
Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [5S]	0,014953		
Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [Value Stream Mapping]	0,247461		
Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [Jidoka]	0,403097		
Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [System Just in Time]	0,188023		
Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [Kaizen (m.in SMED, Poka Yoke, Andon)]	0,294451		
Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [Rozwiązywanie problemów - Arkusz A3]	0,327541		
Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [Narzędzia Six Sigma]	0,301222		
Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [Statystyczna kontrola procesu (SPC)]	0,303820		
Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [System klasy ERP (np. SAP, Microsoft Dynamics AX)]	0,110079		
Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [Internet rzeczy (IoT)]	0,086542		
Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [Przetwarzanie w chmurze obliczeniowej (Cloud Computing)]	0,078009		
Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [Sensory umieszczone na maszynach (Smart Sensors)]	0,107180		
Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [Big Data]	0,165174		
Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [Rozwiązania Business Intelligence]	0,212476		
Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [Cyfrowy Bliźniak (Digital Twin)]	0,030910		
Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [Automatyzacja]	0,158436		

Źródło: Opracowanie własne

W obszarze poprawy efektywności energetycznej zauważalny jest wzrost liczby istotnych statystycznie dodatnich korelacji o sile słabej. Przedstawiono to w Tabeli 57. Ocena wpływu 13 z 17 metod zarządzania wykazała dodatnią korelację z oceną wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój, co jest najwyższym wynikiem spośród wszystkich

analizowanych obszarów działalności operacyjnej powiązanych ze Zrównoważonym Rozwojem.

Tabela 57 Zestawienie korelacji rang Spearmana dla zmiennych Wpływ metod poprawę efektywności energetycznej oraz Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój

Zmienna	Korelacja porządku rang Spearmana (Odpowiedzi_ BD usuwane parami Oznaczone wsp. korelacji są istotne z p <.05000		
	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój		
Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [TPM]	0,337631		
Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [5S]	0,175774		
Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [Value Stream Mapping]	0,240678		
Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [Jidoka]	0,389942		
Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [System Just in Time]	0,311537		
Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [Kaizen (m.in. SMED, Poka Yoke, Andon)]	0,340902		
Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [Rozwiązywanie problemów - Arkusz A3]	0,335962		
Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [Narzędzia Six Sigma]	0,327088		
Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [Statystyczna kontrola procesu (SPC)]	0,274446		
Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [System klasy ERP (np. SAP, Microsoft Dynamics AX)]	0,031973		
Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [Internet rzeczy (IoT)]	0,142083		
Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [Przetwarzanie w chmurze obliczeniowej (Cloud Computing)]	0,123738		
Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [Sensory umieszczone na maszynach (Smart Sensors)]	0,255470		
Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [Big Data]	0,212617		
Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [Rozwiązania Business Intelligence]	0,246665		
Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [Cyfrowy Bliźniak (Digital Twin)]	0,171475		
Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [Automatyzacja]	0,080665		

Źródło: Opracowanie własne

Ocena wpływu metod zarządzania na poprawę efektywności wodnej wykazała dodatnią istotną statystycznie korelację z oceną wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój w 11 z 17 metod, a szczegóły przedstawiono w Tabeli 58.

Tabela 58 Zestawienie korelacji rang Spearmana dla zmiennych Wpływ metod poprawę efektywności wodnej oraz Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój

Zmienna	Korelacja porządku rang Spearmana (Odpowiedzi_ BD usuwane parami Oznaczone wsp. korelacji są istotne z p <.05000		
	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój		
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [TPM]	0,284104		
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [5S]	0,014288		
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Value Stream Mapping]	0,296588		
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Jidoka]	0,391207		
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [System Just in Time]	0,248255		
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Kaizen (m.in. SMED, Poka Yoke, Andon)]	0,372260		
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Rozwiązywanie problemów - Arkusz A3]	0,363871		
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Narzędzia Six Sigma]	0,320668		
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Statystyczna kontrola procesu (SPC)]	0,301740		
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [System klasy ERP (np. SAP, Microsoft Dynamics AX)]	-0,018616		
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Internet rzeczy (IoT)]	0,020360		
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Przetwarzanie w chmurze obliczeniowej (Cloud Computing)]	0,066674		
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Sensory umieszczone na maszynach (Smart Sensors)]	0,126090		
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Big Data]	0,139500		
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Rozwiązania Business Intelligence]	0,279280		
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Cyfrowy Bliźniak (Digital Twin)]	0,177245		
Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Automatyzacja]	0,174187		

Źródło: Opracowanie własne

Ostatnim z analizowanych obszarów w zakresie korelacji był obszar gospodarki odpadami. Jak przedstawiono w Tabeli 59, ocena wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę w tym zakresie, jest dodatnio, lecz słabo skorelowana z wpływem doskonałości

operacyjnej na Zrównoważony Rozwój jedynie dla 3 z 17 badanych metod, technik i narzędzi zarządzania.

Tabela 59 Zestawienie korelacji rang Spearmana dla zmiennych Wpływ metod poprawę gospodarki odpadami oraz Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.

Zmienna	Korelacja porządku rang Spearmana (Odpowiedzi_d BD usuwane parami Oznaczone wsp. korelacji są istotne z $p < .05000$)		
	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój		
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [TPM]	-0,044533		
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [5S]	0,250248		
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Value Stream Mapping]	0,075293		
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami? [Jidoka]	-0,058431		
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [System Just in Time]	0,057099		
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Kaizen (m.in SMED, Poka Yoke, Andon)]	0,332224		
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Rozwiązywanie problemów - Arkusz A3]	0,293969		
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Narzędzia Six Sigma]	0,126788		
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Statystyczna kontrola procesu (SPC)]	0,105140		
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [System klasy ERP (np. SAP, Microsoft Dynamics AX)]	0,106098		
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Internet rzeczy (IoT)]	0,021295		
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Przetwarzanie w chmurze obliczeniowej (Cloud Computing)]	0,044307		
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Sensory umieszczone na maszynach (Smart Sensors)]	-0,012068		
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Big Data]	0,069532		
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Rozwiązania Business Intelligence]	0,146149		
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Cyfrowy Bliźniak (Digital Twin)]	0,017010		
Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Automatyzacja]	0,038744		

Źródło: Opracowanie własne

Podsumowując, w ramach trzeciego kroku analizy autor niniejszej rozprawy zbadał związek metod, technik i narzędzi zarządzania oraz ich wpływ na poprawę wyników w obszarach operacyjnych powiązanych ze Zrównoważonym Rozwojem a doskonałością operacyjną i oceną jej wpływu na Zrównoważony Rozwój. Każdy z badanych obszarów operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego reprezentuje obszar skupienia części Celów Zrównoważonego Rozwoju⁹³. Badane metody zarządzania i ich wpływ na poprawę wyników w obszarach działalności operacyjnej, jak dowiedziono w ramach weryfikacji hipotezy pomocniczej HP1, są dodatnio skorelowane z doskonałością operacyjną.

W związku z tym, w ramach analizy korelacji autor badał korelacje pomiędzy:

- oceną wpływu metod zarządzania (doskonałość operacyjna) na 6 obszarów działalności operacyjnej przedsiębiorstwa (składowe Zrównoważonego Rozwoju),
- oceną wpływu doskonałości operacyjnej na całą koncepcję Zrównoważonego Rozwoju.

Analizując dane, zaobserwowano występowanie dodatnich i istotnych statystycznie korelacji w każdym z analizowanych obszarów działalności operacyjnej, co przedstawiono w Tabeli 60. Warto jednak zaznaczyć, że korelacje te są co najwyżej umiarkowanie dodatnie, a często

⁹³ Więcej na ten temat w rozdziale 4.2.

związek pomiędzy zmiennymi jest słaby. Może to wynikać z różnic z zakresach pomiędzy obszarem działalności operacyjnej a zakresem funkcyjnym całej koncepcji Zrównoważonego Rozwoju⁹⁴.

Tabela 60 Zestawienie istotnych statystycznie dodatnich korelacji pomiędzy oceną wpływu metod zarządzania a oceną wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój

Obszar operacyjny przedsiębiorstwa produkcyjnego	Liczba metod z istotną statystycznie dodatnią korelacją
Bezpieczeństwo i ergonomia	7/17
Wydajność produkcji	9/17
Efektywność materiałowa	11/17
Efektywność energetyczna	13/17
Efektywność wodna	11/17
Gospodarka odpadami	3/17
Łącznie	54/102

Źródło: Opracowanie własne

Ostatnim krokiem procedury weryfikacji drugiej hipotezy pomocniczej HP2 było przeprowadzenie analizy wariancji celem zdefiniowania obecności statystycznie istotnych różnic między grupami respondentów. Analogicznie jak w przypadku hipotezy pomocniczej HP1, autor wybrał test Kruskala–Wallisa ze względu na brak normalności rozkładu danych.

Zdefiniowano hipotezy do weryfikacji:

- *H0: Mediana wyników w grupach jest jednakowa – brak różnic.*
- *H1: Mediana wyników w przynajmniej jednej grupie jest różna od mediany wyników w pozostałych grupach.*

Analogicznie do strategii przyjętej w ramach weryfikacji pierwszej hipotezy pomocniczej HP1 z uwagi na dużą objętość badanych danych, w celu potwierdzenia drugiej hipotezy pomocniczej HP2 autor, wykonał analizy wariancji testem Kruskala–Wallisa dla metod o trzech najwyższych medianach *oceny siły wpływu metod, technik lub narzędzi zarządzania na poprawę wyników w obszarach operacyjnych przedsiębiorstwa.*

Zmienna zależna w analizie wariancji to: *ocena wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.*

Zmienne niezależne w analizie wariancji to: *oceny wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w obszarach operacyjnych.*

⁹⁴ Zgłębienie tej relacji wymagałoby dodatkowych badań w tym temacie, może stanowić o kierunku dalszych badań dla autora.

W testach badano: *Czy dla poszczególnych grup respondentów wyznaczonych przez oceny siły wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój występują istotne statystycznie różnice w ocenie wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w obszarach operacyjnych.*

W sumie wykonano 18 testów Kruskala–Wallisa. Zrealizowano po 3 testy na każdy z obszarów działalności operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego i tak kolejno dla obszarów:

- bezpieczeństwo i ergonomia pracy, wybrano:
 - 5S - ρ Spearmana = 0,151683, Mediana =5
 - metody wchodzące w skład Kaizen - ρ Spearmana = 0,150723, Mediana =5
 - metody rozw. probl – Arkusz A3 - ρ Spearmana = 0,203131, Mediana =4
- wydajność i efektywność procesów produkcyjnych, wybrano:
 - TPM - ρ Spearmana = 0,347650, Mediana =5
 - metody wchodzące w skład Kaizen - ρ Spearmana = 0,317590, Mediana =5
 - automatyzacja - ρ Spearmana = 0,163651, Mediana =5
- efektywność materiałowa, wybrano:
 - metody wchodzące w skład Kaizen - ρ Spearmana = 0,294451, Mediana =5
 - TPM - ρ Spearmana = 0,301618, Mediana =5
 - automatyzacja - ρ Spearmana = 0,158436, Mediana =5
- efektywność energetyczna, wybrano:
 - TPM - ρ Spearmana = 0,337631, Mediana =5
 - metody wchodzące w skład Kaizen - ρ Spearmana = 0,340902, Mediana =4
 - sensory umieszczone na maszynach -- ρ Spearmana = 0,255470, Mediana =4
- efektywność wodna, wybrano:
 - TPM - ρ Spearmana = 0,284104, Mediana =4
 - metody wchodzące w skład Kaizen - ρ Spearmana = 0,372260, Mediana =4
 - automatyzacja - ρ Spearmana = 0,174187, Mediana =4
- gospodarowanie odpadami, wybrano:
 - 5S - ρ Spearmana = 0,250247, Mediana =5
 - metody wchodzące w skład Kaizen - ρ Spearmana = 0,332224 Mediana =4
 - metodyczne rozwiązywanie problemów z arkuszem A3 - ρ Spearmana = 0,293969, Mediana = 4

Poniżej przedstawiono wyniki analizy dla obszaru bezpieczeństwo i ergonomia pracy.

Pierwszy test obejmował analizę różnic w medianach oceny wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój wśród sześciu grup respondentów wyznaczonych przez zmienną niezależną, ponieważ do oceny siły wpływu 5S na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii pracy respondenci wykorzystali wszystkie dostępne oceny tj. 0,1,2,3,4,5.

- 1 grupa respondentów – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę BHP i ergonomii na 0.
- 2 grupa respondentów – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę BHP i ergonomii na 1.
- 3 grupa respondentów – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę BHP i ergonomii na 2.
- 4 grupa respondentów – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę BHP i ergonomii na 3.
- 5 grupa respondentów – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę BHP i ergonomii na 4.
- 6 grupa respondentów – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę BHP i ergonomii na 5.

Jak przedstawiono w Tabeli 61, wartość $p > 0,05$ co oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennych *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój i Wpływ 5S, na poprawę BHP i ergonomii* nie potwierdza występowania statystycznie istotnych różnic w medianach między co najmniej dwoma grupami respondentów. Oznacza to, że nie ma wystarczających dowodów, aby stwierdzić, że istnieją istotne różnice pomiędzy grupami w kontekście wpływu 5S na obie zmienne. Wynik taki wskazuje, że w zbiorze danych nie ma wystarczających różnic w ocenach między grupami, aby uznać je za statystycznie istotne.

Tabela 61 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ 5S na poprawę BHP i ergonomii oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.

ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój (Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [5S]) Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =6,625579 p =,2500		Kod	N ważnych	Suma Rang	Srednia Ranga
Zależna: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	0	1	18,50	18,50000	
	1	1	63,00	63,00000	
	2	2	198,50	99,25000	
	3	22	1565,50	71,15909	
	4	22	1888,50	85,84091	
	5	128	11842,00	92,51563	

Źródło: Opracowanie własne

Oceny wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój były analogicznie testowane wśród grup respondentów oceniających wpływ metod Kaizen na poprawę BHP i ergonomii. W tym przypadku oceny porównywano pomiędzy pięcioma grupami, ponieważ do oceny siły wpływu metod Kaizen na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii pracy respondenci wykorzystali pięć z sześciu dostępnych ocen tj. 0,2,3,4,5. Test Kruskala–Wallisa nie wykazał statystycznie istotnych różnic pomiędzy grupami respondentów z uwagi na wartość $p > 0,05$, co przedstawiono w Tabeli 62.

Tabela 62 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metod Kaizen na poprawę BHP i ergonomii oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój

ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój				
Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Kaizen] (m.in. : Test Kruskala-Wallisa: H (4, N= 176) =6,583316 p =,1596				
Zależna: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
0	0	1	3,000	3,00000
2	2	10	786,500	78,65000
3	3	24	1840,500	76,68750
4	4	35	3025,500	86,44286
5	5	106	9920,500	93,58962

Źródło: Opracowanie własne

Oceny wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój były porównywane wśród grup respondentów oceniających wpływ metod rozwiązywania problemów z Arkuszem A3 na poprawę BHP i ergonomii. W tym przypadku oceny porównywano pomiędzy sześcioma grupami respondentów, ponieważ do oceny siły wpływu metod rozwiązywania problemów z Arkuszem A3 na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii pracy respondenci wykorzystali wszystkie dostępne oceny tj. 0,1,2,3,4,5. Test Kruskala–Wallisa nie wykazał statystycznie istotnych różnic pomiędzy grupami respondentów z uwagi na wartość $p > 0,05$, co przedstawiono w Tabeli 63.

Tabela 63 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ automatyzacji na poprawę BHP i ergonomii oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.

ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój				
Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Rozwiązwan Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =9,044007 p =,1073				
Zależna: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
0	0	5	283,000	56,60000
1	1	6	523,000	87,16667
2	2	18	1274,000	70,77778
3	3	31	2434,000	78,51613
4	4	42	3873,500	92,22619
5	5	74	7188,500	97,14189

Źródło: Opracowanie własne

W związku z tym, że dla metod, technik i narzędzi o najwyższej ocenionej sile wpływu na bezpieczeństwo i ergonomię nie potwierdzono istotnych statystycznie różnic między grupami respondentów w teście Kruskala–Wallisa, autor rozprawy zdecydował się przeanalizować pozostałe badane metody, techniki i narzędzia wpływające na poprawę BHP i ergonomii. Warunkiem była dodatnia istotna statystycznie korelacja ze zmienną *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój*.

W obszarze bezpieczeństwa i ergonomii pracy pierwszy test obejmował analizę różnic w medianach oceny wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój wśród sześciu grup respondentów, ponieważ do oceny siły wpływu Jidoka na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii pracy respondenci wykorzystali wszystkie dostępne oceny tj. 0,1,2,3,4,5.

- 1 Grupa – osoby, które oceniły wpływ Jidoka na poprawę BHP i ergonomii na 0.
- 2 Grupa – osoby, które oceniły wpływ Jidoka na poprawę BHP i ergonomii na 1.
- 3 Grupa – osoby, które oceniły wpływ Jidoka na poprawę BHP i ergonomii na 2.
- 4 Grupa – osoby, które oceniły wpływ Jidoka na poprawę BHP i ergonomii na 3.
- 5 Grupa – osoby, które oceniły wpływ Jidoka na poprawę BHP i ergonomii na 4.
- 6 Grupa – osoby, które oceniły wpływ Jidoka na poprawę BHP i ergonomii na 5.

Jak przedstawiono w Tabeli 64 testowa wartość $H = 18,95895$, a wartość $\rho = 0,0020$, co oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* i zmiennej niezależnej *Wpływ metody Jidoka na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii* świadczy, że istnieją statystycznie istotne różnice w medianach między co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 64 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej *Wpływ metody Jidoka na poprawę BHP i ergonomii* oraz zmiennej zależnej: *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój*

ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój				
Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Jidoka]				
Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =18,95859 p =,0020				
Zależna: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
0	0	7	320,000	45,7143
1	1	10	859,000	85,9000
2	2	21	1441,500	68,6429
3	3	50	4159,000	83,1800
4	4	52	4793,500	92,1827
5	5	36	4003,000	111,1944

Źródło: Opracowanie własne

W przypadku kolejnej zmiennej w obszarze bezpieczeństwa i ergonomii pracy drugi test obejmował analizę różnic w medianach oceny wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój wśród sześciu grup respondentów:

- 1 Grupa – osoby, które oceniły wpływ Six Sigma na poprawę BHP i ergonomii na 0.
- 2 Grupa – osoby, które oceniły wpływ Six Sigma na poprawę BHP i ergonomii na 1.
- 3 Grupa – osoby, które oceniły wpływ Six Sigma na poprawę BHP i ergonomii na 2.
- 4 Grupa – osoby, które oceniły wpływ Six Sigma na poprawę BHP i ergonomii na 3.
- 5 Grupa – osoby, które oceniły wpływ Six Sigma na poprawę BHP i ergonomii na 4.
- 6 Grupa – osoby, które oceniły wpływ Six Sigma na poprawę BHP i ergonomii na 5.

Jak przedstawiono w Tabeli 64, wyniki porównywano w tym przypadku pomiędzy sześcioma grupami respondentów, ponieważ do oceny siły wpływu Six Sigma na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii pracy respondenci wykorzystali wszystkie dostępne oceny tj. 0,1,2,3,4,5. Testowa wartość $H = 15,65577$, a wartość $\rho = 0,0079$, co oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej

zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* i zmiennej niezależnej *Wpływ narzędzi Six Sigma na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii* świadczy, że istnieją statystycznie istotne różnice w medianach między co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 65 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej *Wpływ narzędzi Six Sigma na poprawę BHP i ergonomii* oraz zmiennej zależnej: *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój*.

		ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój (Odpowie Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę BHP i ergonomii [Narzędzia Six Sigma] Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =15,65577 p =.0079			
Zależna: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Kod	N ważnych	Suma Rang	Srednia Ranga	
0	0	12	1159,000	96,5833	
1	1	11	983,000	89,3636	
2	2	27	1775,000	65,7407	
3	3	38	2834,500	74,5921	
4	4	51	5048,500	98,9902	
5	5	37	3776,000	102,0541	

Źródło: Opracowanie własne

Podsumowując, na podstawie wyników korelacji rang Spearmana oraz testów Kruskala–Wallisa w zakresie:

- wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój,
- wpływu metod zarządzania na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii,

Potwierdzono, że w dwóch z siedmiu metod zarządzania o istotnych statystycznie dodatnich korelacjach przedstawionych w Tabeli 60, występują statystycznie istotne różnice w medianach ocen wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój między co najmniej dwoma grupami respondentów wyznaczonymi przez zmienną niezależną wykorzystaną w tej analizie.

Pozwala to odrzucić hipotezę zerową mówiącą o braku różnic i pozwala potwierdzić istotność statystyczną dodatniej korelacji metod zarządzania w obszarze bezpieczeństwa i ergonomii z wpływem doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój z uwagi na występowanie takich metod, technik lub narzędzi zarządzania.

Poniżej przedstawiono wyniki badań dla obszaru wydajność procesów produkcyjnych.

W obszarze wydajności procesów produkcyjnych pierwszy test obejmował analizę różnic między grupami w medianach oceny wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój wśród pięciu grup respondentów, ponieważ do oceny siły wpływu TPM na poprawę wydajności procesów produkcyjnych respondenci wykorzystali pięć z sześciu dostępnych oceny tj. 1,2,3,4,5:

- 1 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na poprawę wydajności na 1.
- 2 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na poprawę wydajności na 2.
- 3 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na poprawę wydajności na 3.

- 4 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na poprawę wydajności na 4.
- 5 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na poprawę wydajności na 5.

Jak przedstawiono w Tabeli 66 testowa wartość $H = 24,034464$, a wartość $p = 0,0001$ co oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* i zmiennej niezależnej *Wpływ TPM na wzrost wydajności produkcji* świadczy, że istnieją statystycznie istotne różnice w medianach między co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 66 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej *Wpływ TPM na wzrost wydajności produkcji* oraz zmiennej zależnej: *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój*.

ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój				
Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na wzrost wydajności [TPM]				
Test Kruskala-Wallisa: $H(4, N=176) = 24,34464$ $p = 0,0001$				
Zależna: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
1	1	1	135,50	135,5000
2	2	3	172,50	57,5000
3	3	14	787,00	56,2143
4	4	35	2267,50	64,7857
5	5	123	12213,50	99,2967

Źródło: Opracowanie własne

Kolejny test oceny wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój analogicznie wykonano porównując oceny pomiędzy jedynie czterema grupami respondentów, z uwagi na fakt, że do oceny siły wpływu metod Kaizen poprawę wydajności procesów produkcyjnych respondenci wykorzystali jedynie cztery z sześciu dostępnych oceny tj. 2,3,4,5. Jak przedstawiono w Tabeli 67, testowa wartość $H = 18,14673$ przy wartości $p = 0,0004$ oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* i zmiennej niezależnej *Wpływ metod Kaizen na wzrost wydajności produkcji* świadczy, że istnieją statystycznie istotne różnice w medianach między co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 67 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej *Wpływ metod Kaizen na wzrost wydajności produkcji* oraz zmiennej zależnej: *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój*.

ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój				
Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na wzrost wydajności [Kaizen (m.in SMED)]				
Test Kruskala-Wallisa: $H(3, N=176) = 18,14673$ $p = 0,0004$				
Zależna: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
2	2	6	289,00	48,16667
3	3	19	1289,50	67,86842
4	4	42	3124,00	74,38095
5	5	109	10873,50	99,75688

Źródło: Opracowanie własne

W ostatnim teście, oceny wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój porównywano pomiędzy sześcioma grupami respondentów oceniającymi wpływ automatyzacji na wzrost wydajności produkcji z uwagi na wykorzystanie wszystkich ocen tj. 0,1,2,3,4,5.

Jak przedstawiono w Tabeli 68, testowa wartość $H = 6,353711$ oraz wartość $p = 0,2377$ co oznacza, że dla zmiennej zależnej *wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* i zmiennej niezależnej *Wpływ automatyzacji na wzrost wydajności* świadczy, nie istnieją statystycznie istotne różnice w medianach między przynajmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 68 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej *Wpływ automatyzacji na wzrost wydajności produkcji* oraz zmiennej zależnej: *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój*

ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój			
Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na wzrost wydajności [Automatyzacja]			
Test Kruskala-Wallisa: $H(5, N=176) = 6,353711$ $p = 0,2377$			
Zależna:			
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój			
Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
0	4	337,000	84,25000
1	3	217,000	72,33333
2	7	437,000	62,42857
3	19	1364,000	71,78947
4	39	3449,500	88,44872
5	104	9771,500	93,95673

Źródło: Opracowanie własne

Podsumowując, na podstawie wyników korelacji rang Spearmana oraz testów Kruskala–Wallisa w zakresie:

- oceny wpływu metod zarządzania na wzrost wydajności,
- wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.

potwierdzono, że w dwóch z dziewięciu metod zarządzania występują statystycznie istotne różnice w medianach ocen wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój między co najmniej dwoma grupami respondentów. Wyniki przedstawiono w Tabeli 60. Pozwala to odrzucić hipotezę zerową mówiącą o braku różnic i pozwala potwierdzić istotność statystyczną dodatniej korelacji metod zarządzania w obszarze bezpieczeństwa i ergonomii z wpływem doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.

Poniżej przedstawiono wyniki badań dla obszaru efektywność materiałowa.

W obszarze efektywności materiałowej pierwszy test obejmował analizę różnic w medianach oceny wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój wśród sześciu grup respondentów, ponieważ respondenci oceniający wpływ metod Kaizen na efektywność materiałową wykorzystali wszystkie dostępne oceny, i tak:

- 1 grupa – osoby, które oceniły wpływ Kaizen na poprawę efektywności materiałowej na 0.
- 2 grupa – osoby, które oceniły wpływ Kaizen na poprawę efektywności materiałowej na 1.
- 3 grupa – osoby, które oceniły wpływ Kaizen na poprawę efektywności materiałowej na 2.
- 4 grupa – osoby, które oceniły wpływ Kaizen na poprawę efektywności materiałowej na 3.

- 5 grupa – osoby, które oceniły wpływ Kaizen na poprawę efektywności materiałowej na 4.
- 6 grupa – osoby, które oceniły wpływ Kaizen na poprawę efektywności materiałowej na 5.

Jak przedstawiono w Tabeli 69, testowa wartość $H = 18,10071$ oraz wartość $p = 0,0028$, co oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* i zmiennej niezależnej *Wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności materiałowej* potwierdza, że istnieją statystycznie istotne różnice w medianach między co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 69 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej *Wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności materiałowej* oraz zmiennej zależnej: *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój*.

ANOVA rang Kruskala-Wallisa: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój (Od)	
Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [Kaizen]	
Test Kruskala-Wallisa: $H(5, N=176) = 18,10071$ $p = 0,0028$	
Zależna:	
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	
Kod	N ważnych
0	2
1	1
2	5
3	30
4	43
5	95

Suma Rang	Srednia Ranga
81,500	40,7500
135,500	135,5000
343,000	68,6000
2008,500	66,9500
3440,500	80,0116
9567,000	100,7053

Źródło: Opracowanie własne

Drugi test wykonano porównując oceny wpływu doskonałości operacyjnej pomiędzy sześcioma grupami respondentów, ponieważ respondenci oceniający wpływ TPM na efektywność materiałową wykorzystali wszystkie dostępne oceny tj. 0,1,2,3,4,5. Jak przedstawiono w Tabeli 70, testowa wartość $H = 19,43105$ oraz wartość $p = 0,0016$ co oznacza, że test Kruskala-Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* i zmiennej niezależnej *Wpływ TPM na poprawę efektywności materiałowej* potwierdza, występowanie statystycznie istotnych różnic w medianach między co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 70 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej *Wpływ TPM na poprawę efektywności materiałowej* oraz zmiennej zależnej: *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój*.

ANOVA rang Kruskala-Wallisa: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój (O)	
Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [TPM]	
Test Kruskala-Wallisa: $H(5, N=176) = 19,43105$ $p = 0,0016$	
Zależna:	
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	
Kod	N ważnych
0	2
1	2
2	7
3	23
4	52
5	90

Suma Rang	Srednia Ranga
21,500	10,7500
81,500	40,7500
408,000	58,2857
1660,500	72,1957
4371,000	84,0577
9033,500	100,3722

Źródło: Opracowanie własne

W ostatnim teście, oceny wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój porównywano pomiędzy sześcioma grupami, ponieważ respondenci oceniający wpływ

automatyzacji na efektywność materiałową wykorzystali wszystkie dostępne oceny tj. 0,1,2,3,4,5. Jak przedstawiono w Tabeli 71, testowa wartość $H=8,882604$ a wartość $p = 0,1138$ co oznacza, że dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* świadczy oraz zmiennej niezależnej *Wpływ automatyzacji na poprawę efektywności produkcji*, nie występują statystycznie istotne różnice w medianach między przynajmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 71 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej *Wpływ automatyzacji na poprawę efektywności materiałowej* oraz zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój*

ANOVA rang Kruskala-Wallisa: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój (Odpowiedzi)				
Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę efektywności materiałowej [Automatyzacja]				
Test Kruskala-Wallisa: $H(5, N=176) = 8,882604$ $p = 0,1138$				
Zależna:	Kod	N	Suma Rang	Srednia Ranga
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	0	4	352,500	88,12500
	1	7	614,000	87,71429
	2	15	864,500	57,63333
	3	24	1922,500	80,10417
	4	36	3350,500	93,06944
	5	90	8472,000	94,13333

Źródło: Opracowanie własne

Podsumowując, na podstawie wyników korelacji rang Spearmana oraz testów Kruskala–Wallisa w zakresie:

- wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój,
- wpływu metod zarządzania na wzrost efektywności materiałowej.

potwierdzono, że dla dwóch z jedenastu metod, technik lub narzędzi zarządzania, występują statystycznie istotne różnice w medianach ocen wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój, między co najmniej dwoma grupami respondentów oceniającymi wpływ metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wydajności procesów produkcyjnych. Pozwala to odrzucić hipotezę zerową mówiącą o braku różnic i pozwala potwierdzić istotność statystyczną dodatniej korelacji metod zarządzania w obszarze bezpieczeństwa i ergonomii z wpływem doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.

Poniżej przedstawiono wyniki badań dla obszaru efektywność energetyczna

W obszarze efektywności energetycznej pierwszy test obejmował analizę różnic w ocenach wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój wśród sześciu grup respondentów:

- 1 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na poprawę efektywności energetycznej na 0.
- 2 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na poprawę efektywności energetycznej na 1.
- 3 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na poprawę efektywności energetycznej na 2.

- 4 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na poprawę efektywności energetycznej na 3.
- 5 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na poprawę efektywności energetycznej na 4.
- 6 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na poprawę efektywności energetycznej na 5.

Jak przedstawiono w Tabeli 72, wyniki porównywano w tym przypadku pomiędzy sześcioma grupami respondentów, ponieważ w ocenie wpływu TPM na poprawę efektywności energetycznej respondenci wykorzystali wszystkie dostępne oceny tj. 0,1,2,3,4,5. Testowa wartość $H = 26,20411$ a wartość $p = 0,0001$, wskazuje na to, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* i zmiennej niezależnej *Wpływ TPM na poprawę efektywności energetycznej* potwierdza, że istnieją statystycznie istotne różnice w medianach między co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 72 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej *Wpływ TPM na poprawę efektywności energetycznej* oraz zmiennej zależnej: *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój*.

ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój (Od)				
Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [TPM]				
Test Kruskala-Wallisa: $H(5, N=176) = 26,20411$ $p = 0,0001$				
Zależna:	Kod	N	Suma	Srednia
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój		ważnych	Rang	Ranga
0	0	4	160,000	40,0000
1	1	3	334,000	111,3333
2	2	5	209,500	41,9000
3	3	23	1704,000	74,0870
4	4	46	3367,500	73,2065
5	5	95	9801,000	103,1684

Źródło: Opracowanie własne

Drugi test analogicznie wykonano do oceny wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój. Wyniki porównywano pomiędzy sześcioma grupami, ponieważ w ocenie metod Kaizen na poprawę efektywności energetycznej, respondenci wykorzystali pełną skalę ocen tj. 0,1,2,3,4,5. Wyniki zaprezentowano w Tabeli 73, gdzie testowa wartość $H = 27,27643$ a wartość $p = 0,0001$. Oznacza to, że test Kruskala–Wallisa dla obu zmiennych potwierdza wystąpienie statystycznie istotnych różnic w medianach między co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 73 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności energetycznej oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój

ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój (Odp. Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [Kaizen Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =27,27643 p =,0001		Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
Zależna: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój		0	3	24,500	8,1667
		1	6	317,000	52,8333
		2	7	626,500	89,5000
		3	29	1876,000	64,6897
		4	46	4019,000	87,3696
		5	85	8713,000	102,5059

Źródło: Opracowanie własne

W ostatnim teście oceny wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój porównywano między sześcioma grupami respondentów oceniających wpływ inteligentnych czujników umieszczonych na maszynach na poprawę efektywności energetycznej. Wyniki testu przedstawiono w Tabeli 74, testowa wartość $H = 23,85531$ a wartość $p = 0,0002$ co oznacza, że dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* oraz zmiennej niezależnej *Wpływ inteligentnych czujników umieszczonych na maszynach na poprawę efektywności energetycznej* istnieją statystycznie istotne różnice w medianach ocen między co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 74 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ czujników umieszczonych na maszynach na poprawę efektywności energetycznej oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.

ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój (Odpowiedzi „do QUERY” sta) Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę efektywności energetycznej [Sensory umieszczone na maszynach (Smart Sensors)] Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =23,85531 p =,0002		Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
Zależna: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój		0	3	22,500	7,5000
		1	2	271,000	135,5000
		2	19	1071,000	56,3684
		3	26	2139,500	82,2885
		4	51	4697,500	92,1078
		5	75	7374,500	98,3267

Źródło: Opracowanie własne

Podsumowując, na podstawie wyników korelacji rang Spearmana oraz testów Kruskala–Wallisa w zakresie:

- wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój
- wpływu metod zarządzania na wzrost efektywności energetycznej,

potwierdzono, że dla trzech z trzynastu Metod zarządzania, występują statystycznie istotne różnice w medianach ocen wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój między co najmniej dwoma grupami respondentów. Wyniki przedstawiono w Tabeli 60 Umożliwia to odrzucenie hipotezy zerowej stanowiącej o braku różnic i pozwala potwierdzić istotność statystyczną dodatniej korelacji metod zarządzania w obszarze efektywności energetycznej z wpływem doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.

Poniżej przedstawiono wyniki badań dla obszaru efektywność wodna.

Dla efektywności wodnej pierwszy test obejmował analizę różnic w medianach oceny wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój wśród sześciu grup respondentów. Liczba grup wynika z tego, że respondenci oceniając wpływ TPM na poprawę efektywności wodnej wykorzystali każdą z dostępnych ocen tj. 0,1,2,3,4,5 i tak:

- 1 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na poprawę efektywności wodnej na 0.
- 2 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na poprawę efektywności wodnej na 1.
- 3 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na poprawę efektywności wodnej na 2.
- 4 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na poprawę efektywności wodnej na 3.
- 5 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na poprawę efektywności wodnej na 4.
- 6 grupa – osoby, które oceniły wpływ TPM na poprawę efektywności wodnej na 5.

Jak przedstawiono W Tabeli 75 testowa wartość $H = 15,36607$ a wartość $p=0,0089$ co potwierdza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* i zmiennej niezależnej *Wpływ TPM na poprawę efektywności wodnej* świadczy o wystąpieniu statystycznie istotnych różnic w medianach między co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 75 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej *Wpływ TPM na wzrost efektywności wodnej* oraz zmiennej zależnej: *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój*.

ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój i Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [TPM] Test Kruskala-Wallisa: $H(5, N=176) = 15,36607$ $p = ,0089$				
Zależna: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Kod	N ważnych	Suma Rang	Srednia Ranga
0	0	10	755,500	75,5500
1	1	4	324,500	81,1250
2	2	10	669,500	66,9500
3	3	23	1571,500	68,3261
4	4	48	3945,000	82,1875
5	5	81	8310,000	102,5926

Źródło: Opracowanie własne

Drugi test wykonano analogicznie, sprawdzając oceny wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój wśród grup respondentów oceniających wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności wodnej. Wyniki porównywano w tym przypadku pomiędzy sześcioma grupami respondentów z uwagi na wykorzystanie wszystkich dostępnych ocen tj. 0,1,2,3,4,5 co przedstawiono w Tabeli 76. Testowa wartość $H = 27,36161$ przy wartości $p = 0,000$ oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej niezależnej *Wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności wodnej* i zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony*

Rozwój potwierdza, wystąpienie statystycznie istotnych różnic w medianach między co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 76 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności wodnej oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój

		ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Kaizen (Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =27,36161 p =,0000			
Zależna: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Kod	N ważnych	Suma Rang	Srednia Ranga	
0	0	7	347,000	49,5714	
1	1	4	280,000	70,0000	
2	2	13	1048,000	80,6154	
3	3	35	2250,000	64,2857	
4	4	47	4083,000	86,8723	
5	5	70	7568,000	108,1143	

Źródło: Opracowanie własne

Ostatni test podobnie, jak poprzednie wykonano do oceny wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój. W tym przypadku oceny porównywano pomiędzy sześcioma grupami respondentów oceniającymi wpływ inteligentnych czujników umieszczonych na maszynach na poprawę efektywności wodnej. Wyniki testu, przedstawiono w Tabeli 77. Testowa wartość $H = 6,097168$ oraz wartość $p = 0,2969$, co oznacza, że dla analizowanych zmiennych, nie występują różnice istotne statystycznie w medianach między co najmniej dwoma grupami.

Tabela 77 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ inteligentnych czujników umieszczonych na maszynach na poprawę efektywności wodnej oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.

		ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój (Odpowiedzi_do QUERY.sta) Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę efektywności wodnej [Sensory umieszczone na maszynach (Smart Sensors)] Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =6,097168 p =,2969			
Zależna: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Kod	N ważnych	Suma Rang	Srednia Ranga	
0	0	13	1222,000	94,00000	
1	1	5	415,500	83,10000	
2	2	17	1338,500	78,73529	
3	3	21	1461,000	69,57143	
4	4	53	4707,500	88,82075	
5	5	67	6431,500	95,99254	

Źródło: Opracowanie własne

Podsumowując, na podstawie wyników korelacji rang Spearmana oraz testów Kruskala-Wallisa w zakresie:

- wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój,
- oceny wpływu metod zarządzania na wzrost efektywności energetycznej,

potwierdzono, że w dwóch z jedenastu metod zarządzania o istotnych statystycznie dodatnich korelacjach przedstawionych w Tabeli 60, występują statystycznie istotne różnice w medianach ocen wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój między co najmniej dwoma grupami respondentów. Pozwoliło to odrzucić hipotezę zerową mówiącą o braku różnic pomiędzy grupami i potwierdza istotność statystyczną dodatniej korelacji metod zarządzania

w obszarze bezpieczeństwa i ergonomii z wpływem doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.

Poniżej przedstawiono wyniki badań dla obszaru gospodarka odpadami.

W obszarze gospodarki odpadami, pierwszy test obejmował analizę różnic w medianach oceny wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój w sześciu grupach tj.:

- 1 grupa – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę gospodarki odpadami na 0.
- 2 grupa – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę gospodarki odpadami na 1.
- 3 grupa – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę gospodarki odpadami na 2.
- 4 grupa – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę gospodarki odpadami na 3.
- 5 grupa – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę gospodarki odpadami na 4.
- 6 grupa – osoby, które oceniły wpływ 5S na poprawę gospodarki odpadami na 5.

Jak przedstawiono w Tabeli 78, testowa wartość $H = 17,18865$, wartość $p = 0,0042$, a więc jest mniejsze od 0,05 oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* oraz zmiennej niezależnej *Wpływ 5S na poprawę gospodarki odpadami* potwierdza istnienie statystycznie istotnych różnic w medianach między, co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 78 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej zależnej *Wpływ 5S na poprawę* w obszarze gospodarki odpadami oraz zmiennej zależnej: *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój*

Zależna: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój		ANOVA rang Kruskala-Wallisa: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [5S] Test Kruskala-Wallisa: $H(5, N=176) = 17,18865$ $p = ,0042$			
		Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
0	2	126,00	63,00000		
1	1	63,00	63,00000		
2	11	836,00	76,00000		
3	24	1326,00	55,25000		
4	32	2981,50	93,17188		
5	106	10243,50	96,63679		

Źródło: Opracowanie własne

Drugi test wykonano analogicznie, sprawdzając różnice w ocenach wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój wśród sześciu grup respondentów oceniających wpływ metod Kaizen na poprawę gospodarki odpadami. Wyniki porównywano pomiędzy sześcioma grupami respondentów z uwagi na wykorzystanie przez respondentów wszystkich dostępnych ocen tj. 0,1,2,3,4,5. Rezultat przedstawiono w Tabeli 79, testowa wartość $H = 20,16455$ przy wartości $p = 0,0012$, oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* oraz zmiennej niezależnej *Wpływ metod*

Kaizen na poprawę gospodarki odpadami, potwierdza występowanie statystycznie istotnych różnic w medianach ocen między, co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 79 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ metod Kaizen na poprawę gospodarki odpadami oraz zmiennej zależnej oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.

		ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Kaizen] Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =20,16455 p =,0012			
Zależna: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga	
0	0	5	270,500	54,1000	
1	1	1	63,000	63,0000	
2	2	9	667,500	74,1667	
3	3	31	2037,500	65,7258	
4	4	47	3938,000	83,7872	
5	5	83	8599,500	103,6084	

Źródło: Opracowanie własne

Ostatni test wykonano analogicznie, ale oceny wpływu doskonałości operacyjnej porównywano pomiędzy sześcioma grupami respondentów oceniającymi wpływ inteligentnych czujników umieszczonych na maszynach na poprawę gospodarki odpadami. Wyniki testu przedstawiono w Tabeli 80. Testowa wartość $H = 20,75644$ oraz wartość $p = 0,0009$ oznaczają, że dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* oraz zmiennej niezależnej *Wpływ metody rozwiązywania problemów poprzez arkusz A3 na poprawę gospodarki odpadami*, istnieją statystycznie istotne różnice w medianach między co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 80 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ metody rozwiązywania problemów poprzez arkusz A3 na poprawę gospodarki odpadami oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.

		ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój (Odpowiedzi do QUERY.sta) Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ metody na poprawę gospodarki odpadami [Rozwiązywanie problemów - Arkusz A3] Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =20,75644 p =,0009			
Zależna: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga	
0	0	8	472,000	59,0000	
1	1	10	847,500	84,7500	
2	2	19	1526,500	80,3421	
3	3	35	2273,000	64,9429	
4	4	35	3259,500	93,1286	
5	5	69	7197,500	104,3116	

Źródło: Opracowanie własne

Podsumowując, na podstawie wyników korelacji rang Spearmana oraz testów Kruskala-Wallisa w zakresie:

- wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.
- oceny wpływu metod zarządzania na poprawę gospodarki odpadami,

potwierdzono, że we wszystkich metodach zarządzania o istotnych statystycznie dodatnich korelacjach przedstawionych w Tabeli 60, występują statystycznie istotne różnice w medianach ocen wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój między co najmniej dwoma grupami respondentów. Pozwala to odrzucić hipotezę zerową mówiącą o braku różnic

i pozwala potwierdzić istotność statystyczną dodatniej korelacji metod zarządzania w obszarze bezpieczeństwa i ergonomii z wpływem doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój

Podsumowanie weryfikacji II hipotezy pomocniczej

W ramach weryfikacji hipotezy pomocniczej HP2 stanowiącej o tym, że *Metodyczne zarządzanie procesami dodatnio wpływa na absorpcję celów Zrównoważonego Rozwoju*, dokonano analizy statystycznej polegającej na:

- przedstawieniu podstawowych statystyk dla badanych zmiennych, które pozwoliły wyłonić metody o najwyższym wpływie na poprawę wyników w analizowanych obszarach operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego powiązanych z celami Zrównoważonego Rozwoju.
- wykonaniu testów normalności rozkładu danych, które wykazały, że w przypadku każdej zmiennej dane nie wykazują cech rozkładu normalnego, co zdeterminowało wybór statystyk nieparametrycznych w kolejnych krokach analizy.
- przeprowadzeniu analizy korelacji pomiędzy oceną wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w obszarach operacyjnych przedsiębiorstwa a oceną wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój. W tym celu wykorzystano korelację rang Spearmana. Wyniki testów korelacji wykazały, że wśród badanych metod zarządzania występuje dodatnia korelacja pomiędzy oceną ich wpływu na poprawę wyników obszarów operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego a oceną wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój w 53% analizowanych przypadków.
- wykonaniu analizy wariancji ocen wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój względem oceny wpływu metod zarządzania na poprawę wyników w sześciu obszarach operacyjnych. Oceny porównywano wśród grup respondentów oceniających wpływ metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w obszarach operacyjnych. Testy Kruskala–Wallisa wykonano dla sześciu obszarów operacyjnych. Dla każdego z obszarów na podstawie mediany ocen wpływu wytypowano trzy najwyżej ocenione przez respondentów metody. Łącznie wykonano 20⁹⁵ testów ANOVA Kruskala–Wallisa, co przedstawiono w Tabeli 81.

⁹⁵ Wykonano 2 dodatkowe testy ze względu na brak istotności statystycznej dla metod, które zostały ocenione przez respondentów jako te o najwyższej sile wpływu na poprawę w obszarze bezpieczeństwa i ergonomii.

Tabela 81 Testy Kruskala-Wallisa wykonane w ramach weryfikacji hipotezy pomocniczej HP2

Obszar operacyjny	Zmienna zależna	Zmienna niezależna	Istotne stat. różnice
Bezpieczeństwo i ergonomia pracy	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ metody 5S na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii	NIE
	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ metod Kaizen na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii	NIE
	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ metody rozwiązywania problemów arkuszem A3 na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii	NIE
	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ Jidoka na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii	TAK
	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ Six Sigma na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii	TAK
Wydajność procesów produkcyjnych	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ TPM na wzrost wydajności produkcji	TAK
	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ metod Kaizen na wzrost wydajności produkcji	TAK
	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ automatyzacji na wzrost wydajności produkcji	NIE
Efektywność materiałowa	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ metod Kaizen na wzrost efektywności materiałowej	TAK
	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ TPM na wzrost efektywności materiałowej	TAK
	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ automatyzacji na wzrost efektywności materiałowej	NIE
Efektywność energetyczna	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ TPM na wzrost efektywności energetycznej	TAK
	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ metod Kaizen na wzrost efektywności energetycznej	TAK
	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ sensorów umieszczonych na maszynach na wzrost efektywności energetycznej	TAK

Obszar operacyjny	Zmienna zależna	Zmienna niezależna	Istotne stat. różnice
Efektywność wodna	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ TPM na wzrost efektywności wodnej	TAK
	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ metod Kaizen na wzrost efektywności wodnej	TAK
	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ sensorów umieszczonych na maszynach na wzrost efektywności wodnej	NIE
Gospodarka odpadami	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ 5S na poprawę gospodarki odpadami	TAK
	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ metod Kaizen na poprawę gospodarki odpadami	TAK
	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ metod rozwiązywania problemów Arkusz A3 na poprawę gospodarki odpadami	TAK

Źródło: Opracowanie własne

Wyniki testów wariancji potwierdziły występowanie istotnych statystycznie różnic między grupami respondentów w czternastu z dwudziestu analizowanych przypadków. Dodatkowo korelacje rang Spearmana pomiędzy oceną wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w obszarach operacyjnych, a oceną wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój w połączeniu z wynikami testów analizy wariancji pozwoliły autorowi stwierdzić, że w każdym z sześciu obszarów działalności operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego występują metody, techniki lub narzędzia zarządzania, których wpływ na poprawę wyników jest dodatnio skorelowany z wpływem doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój. W związku z tym hipoteza pomocnicza HP2 stanowiąca o tym, że *metodyczne zarządzanie obszarami operacyjnymi przedsiębiorstwa produkcyjnego dodatnio wpływa na absorpcję Celów Zrównoważonego Rozwoju*, została zweryfikowana pozytywnie.

Weryfikacja hipotezy pomocniczej HP3

Ostatnia, trzecia hipoteza pomocnicza stanowi o tym, że: *Doskonałość operacyjna wynikająca z metodycznego zarządzania obszarami operacyjnymi przedsiębiorstwa produkcyjnego dodatnio wpływa na absorpcję celów Zrównoważonego Rozwoju*. Podobnie jak w przypadku weryfikacji dwóch pierwszych hipotez pomocniczych HP1, HP2, autor wykorzystał czterokrokowy schemat analizy statystycznej wyników w celu weryfikacji trzeciej hipotezy pomocniczej HP3.

W pierwszym kroku analizy wygenerowano podstawowe statystyki opisowe dla pytań o wpływie metod, technik i narzędzi zarządzania na doskonałość operacyjną co przedstawiono w Tabeli 82. Analizując jej wyniki, można zauważyć, iż 14 z 17 metod, technik lub narzędzi zarządzania cechuje się silnym (4) lub bardzo silnym (5) wpływem na doskonałość operacyjną.

Tabela 82 Statystyki podstawowe dla wpływu metod zarządzania na doskonałość operacyjną

Zmienna	Statystyki opisowe (Odpowiedzi do QUERY.sta)						
	Nważnych	Średnia	Mediana	Suma	Minimum	Maksimum	Odch.std
Wpływ na doskonałość operacyjną [Kaizen (m.in SMED, Poka Yoke, Andon)]	176	4,363636	5,000000	768,0000	0,00	5,000000	0,870886
Wpływ na doskonałość operacyjną [TPM]	176	4,318182	5,000000	760,0000	0,00	5,000000	0,986138
Wpływ na doskonałość operacyjną [Automatyzacja]	176	4,284091	5,000000	754,0000	0,00	5,000000	1,105300
Wpływ na doskonałość operacyjną [Value Stream Mapping]	176	4,130682	4,000000	727,0000	0,00	5,000000	0,956166
Wpływ na doskonałość operacyjną? [Rozwiązywanie problemów - Arkusz A3]	176	3,994318	4,000000	703,0000	0,00	5,000000	1,113538
Wpływ na doskonałość operacyjną [5S]	176	3,954545	4,000000	696,0000	0,00	5,000000	1,035475
Wpływ na doskonałość operacyjną [Narzędzia Six Sigma]	176	3,954545	4,000000	696,0000	0,00	5,000000	1,218046
Wpływ na doskonałość operacyjną [Statystyczna kontrola procesu (SPC)]	176	3,954545	4,000000	696,0000	0,00	5,000000	1,062709
Wpływ na doskonałość operacyjną [System Just in Time]	176	3,909091	4,000000	688,0000	0,00	5,000000	1,059772
Wpływ na doskonałość operacyjną? [Sensory umieszczone na maszynach (Smart sensors)]	176	3,880682	4,000000	683,0000	0,00	5,000000	1,091511
Wpływ na doskonałość operacyjną [System klasy ERP (np. SAP, Microsoft Dynamics AX)]	176	3,687500	4,000000	649,0000	0,00	5,000000	1,223140
Wpływ na doskonałość operacyjną [Rozwiązania Business Intelligence]	176	3,579545	4,000000	630,0000	0,00	5,000000	1,211578
Wpływ na doskonałość operacyjną [Big Data]	176	3,505682	4,000000	617,0000	0,00	5,000000	1,237496
Wpływ na doskonałość operacyjną [Jidoka]	176	3,488636	4,000000	614,0000	0,00	5,000000	1,214148
Wpływ na doskonałość operacyjną [Internet rzeczy (IoT)]	176	3,113636	3,000000	548,0000	0,00	5,000000	1,360099
Wpływ na doskonałość operacyjną [Przetwarzanie w chmurze obliczeniowej (Cloud computing)]	176	3,022727	3,000000	532,0000	0,00	5,000000	1,300350
Wpływ na doskonałość operacyjną [Cyfrowy bliźniak (Digital Twin)]	176	2,829545	3,000000	498,0000	0,00	5,000000	1,337132

Źródło: Opracowanie własne

W ramach badania respondenci ocenili również wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój, sugerując jej silny wpływ z medianą na poziomie 4 w sześciostopniowej skali Likerta 0-5, co przedstawiono w Tabeli 83.

Tabela 83 Statystyki podstawowe dla Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.

Zmienna	Statystyki opisowe (Odpowiedzi do QUERY.sta)						
	Nważnych	Średnia	Mediana	Suma	Minimum	Maksimum	Odch.std
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	176	4,232955	4,000000	745,0000	0,00	5,000000	0,911667

Źródło: Opracowanie własne

Uwzględniając te informacje, autor wnioskuje, że skoro wpływ metod, technik i narzędzi zarządzania na doskonałość operacyjną jest silny, a doskonałość operacyjna także w silny sposób wpływa na Zrównoważony Rozwój to:

Doskonałość operacyjna wynikająca ze stosowania metod, technik i narzędzi zarządzania wpływa dodatnio na Zrównoważony Rozwój.

W celu dokonania obiektywnej oceny oraz zweryfikowania hipotezy, autor wykorzystał czterokrokowy schemat analizy statystycznej. Pierwszy krok obejmował wykonanie testów W Shapiro–Wilka, służących do oceny normalności rozkładu danych, zarówno dla oceny wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój, jak i oceny wpływu metod zarządzania na doskonałość operacyjną.

W tym celu zdefiniowano i zweryfikowano hipotezy:

- *H0: dane są zgodne z rozkładem normalnym.*
- *H1: dane nie są zgodne z rozkładem normalnym.*

Wyniki otrzymane z analizy wykonanej przez oprogramowanie statystyczne pozwalają odrzucić H0 dla wszystkich analizowanych zmiennych, co zdeterminowały dalszy tok analizy poprzez wybór statystyk nieparametrycznych.

Kolejny krok analizy obejmował badanie korelacji pomiędzy oceną wpływu metod na doskonałość operacyjną, a oceną wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój. W związku z brakiem normalności rozkładu danych wykorzystano analizę korelacji porządku rang Spearmana, a na potrzeby testu powstały 2 hipotezy:

- *H0: ρ Spearmana = 0 (brak korelacji pomiędzy zmiennymi).*
- *H1: ρ Spearmana \neq 0 (istnieje korelacja pomiędzy zmiennymi).*

W ramach analizy sprawdzono korelację oceny wpływu 17 metod i narzędzi zarządzania na doskonałość operacyjną z oceną wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.

Przyjęto, że siła korelacji dla wartości ρ w przedziałach (Ręklewski M., 2020, s. 95) jest:

- $0,0 < \rho \leq 0,2$ – bardzo słaba,
- $0,2 < \rho \leq 0,4$ – słaba,
- $0,4 < \rho \leq 0,6$ – umiarkowana,
- $0,6 < \rho \leq 0,8$ – silna,
- $0,8 < \rho \leq 1,0$ – bardzo silna.

W rezultacie uzyskano 17 współczynników korelacji porządku rang Spearmana, z których 10 było istotnych statystycznie i cechowało się dodatnią korelacją z siłą od bardzo słabej do słabej, co przedstawiono w Tabeli 84. Pozwoliło to odrzucić H0 stanowiącą o braku korelacji.

Tabela 84 Analiza korelacji porządku rang Spearmana dla wpływu metod na doskonałość operacyjną oraz wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój

Zmienna	Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój			
Korelacja porządku rang Spearmana (Odpowiedzi_do QUERY.sta) BD usuwane parami Oznaczone wsp. korelacji są istotne z $p < .05000$				
Wpływ na doskonałość operacyjną [TPM]	0,245960			
Wpływ na doskonałość operacyjną [5S]	0,093276			
Wpływ na doskonałość operacyjną [Value Stream Mapping]	0,255872			
Wpływ na doskonałość operacyjną [Jidoka]	0,319687			
Wpływ na doskonałość operacyjną [System Just in Time]	0,154639			
Wpływ na doskonałość operacyjną [Kaizen (m.in SMED, Poka Yoke, Andon)]	0,250857			
Wpływ na doskonałość operacyjną? [Rozwiązywanie problemów - Arkusz A3]	0,284098			
Wpływ na doskonałość operacyjną [Narzędzia Six Sigma]	0,267345			
Wpływ na doskonałość operacyjną [Statystyczna kontrola procesu (SPC)]	0,317719			
Wpływ na doskonałość operacyjną [System klasy ERP (np. SAP, Microsoft Dynamics AX)]	-0,008874			
Wpływ na doskonałość operacyjną [Internet rzeczy (IoT)]	0,229529			
Wpływ na doskonałość operacyjną [Przetwarzanie w chmurze obliczeniowej (Cloud computing)]	0,178231			
Wpływ na doskonałość operacyjną? [Sensory umieszczone na maszynach (Smart sensors)]	0,061787			
Wpływ na doskonałość operacyjną [Big Data]	0,000393			
Wpływ na doskonałość operacyjną [Rozwiązania Business Intelligence]	0,098260			
Wpływ na doskonałość operacyjną [Cyfrowy bliźniak (Digital Twin)]	0,097578			
Wpływ na doskonałość operacyjną [Automatyzacja]	0,108874			

Źródło: Opracowanie własne.

Ostatnim etapem analizy danych było przeprowadzenie analizy wariancji celem zdefiniowania obecności statystycznie istotnych różnic między grupami respondentów w związku z nadawanymi ocenami wpływu poszczególnych metod, technik i narzędzi zarządzania na doskonałość operacyjną. Ze względu na brak normalności rozkładu autor do analizy wybrał test Kruskala-Wallisa. W związku z tym postawiono hipotezy do weryfikacji:

- H_0 : Mediana wyników w grupach jest jednakowa – brak różnic.
- H_1 : Mediana wyników w przynajmniej jednej grupie jest różna od mediany wyników w pozostałych grupach.

W celu potwierdzenia trzeciej hipotezy pomocniczej HP3 autor wykonał analizy wariancji testem Kruskala-Wallisa dla wszystkich metod, technik i narzędzi zarządzania, dla których ocena wpływu na doskonałość operacyjną była dodatnio i istotnie statystycznie skorelowana z oceną wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój, co przedstawiono w Tabeli 84.

Zmienna zależna w analizie wariancji to: *ocena wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój*.

Zmienne niezależne w analizie wariancji to: *oceny wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na doskonałość operacyjną*

W testach badano: *Czy dla poszczególnych grup respondentów wyznaczonych przez oceny siły wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na doskonałość operacyjną występują istotne statystycznie różnice w ocenie wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.*

W sumie wykonano dziesięć testów Kruskala–Wallisa, które obejmowały analizę różnic w ocenach siły wpływu doskonałości operacyjnej na zrównoważony rozwój wśród sześciu grup respondentów, oceniających siłę wpływu dziesięciu metod, technik lub narzędzi zarządzania na doskonałość operacyjną i tak kolejno:

- 1 grupę stanowiły osoby, które oceniły siłę wpływu metody, techniki lub narzędzia na doskonałość operacyjną na 0.
- 2 grupę stanowiły osoby, które oceniły siłę wpływu metody, techniki lub narzędzia na doskonałość operacyjną na 1.
- 3 grupę stanowiły osoby, które oceniły siłę wpływu metody, techniki lub narzędzia na doskonałość operacyjną na 2.
- 4 grupę stanowiły osoby, które oceniły siłę wpływu metody, techniki lub narzędzia na doskonałość operacyjną na 3.
- 5 grupę stanowiły osoby, które oceniły siłę wpływu metody, techniki lub narzędzia na doskonałość operacyjną na 4.
- 6 grupę stanowiły osoby, które oceniły siłę wpływu metody, techniki lub narzędzia na doskonałość operacyjną na 5.

Testy wykonano do sprawdzenia różnic w ocenach wpływu jidoka, statystyczna kontrola procesu, rozwiązywanie problemów arkuszem A3, six sigma, system just in time, mapowanie strumienia wartości, kaizen, TPM, Internet Rzeczy, Przetwarzanie w chmurze obliczeniowej.

Pierwszy test wykonano w celu sprawdzenia różnic w ocenach wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój wśród sześciu grup respondentów oceniających wpływ Jidoka na doskonałość operacyjną. Wyniki porównywano pomiędzy sześcioma grupami respondentów z uwagi na wykorzystanie przez respondentów wszystkich dostępnych ocen tj. 0,1,2,3,4,5. Rezultat przedstawiono w Tabeli 85, testowa wartość $H = 18,94293$ przy wartości $p = 0,0020$ co oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* oraz zmiennej niezależnej *Wpływ Jidoka na doskonałość operacyjną*, potwierdza występowanie statystycznie istotnych różnic w medianach ocen między, co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 85 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metody Jidoka na doskonałość operacyjną oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój

Zależna: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój		ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój			
		Kod	N ważnych	Suma Rang	Srednia Ranga
0	0	4	308,000	77,0000	
1	1	9	474,000	52,6667	
2	2	16	1060,000	66,2500	
3	3	55	4441,000	80,7455	
4	4	52	4949,000	95,1731	
5	5	40	4344,000	108,6000	

Źródło: opracowanie własne

Drugi test wykonano w celu sprawdzenia różnic w ocenach wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój wśród sześciu grup respondentów oceniających wpływ statystycznej kontroli procesu na doskonałość operacyjną. Wyniki porównywano pomiędzy sześcioma grupami respondentów z uwagi na wykorzystanie przez respondentów wszystkich dostępnych ocen tj. 0,1,2,3,4,5. Rezultat przedstawiono w Tabeli 86, testowa wartość $H = 18,14314$ przy wartości $p = 0,0028$ co oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* oraz zmiennej niezależnej *Wpływ statystycznej kontroli procesu na doskonałość operacyjną*, potwierdza występowanie statystycznie istotnych różnic w medianach ocen między, co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 86 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metody Statystyczna kontrola procesu na doskonałość operacyjną oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój

Zależna: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój		ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój (Odpowiedzi do Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ na doskonałość operacyjną [Statystyczna kontrola procesu (SPC)])			
		Kod	N ważnych	Suma Rang	Srednia Ranga
0	0	2	138,500	69,2500	
1	1	3	144,500	48,1667	
2	2	10	669,500	66,9500	
3	3	35	2555,500	73,0143	
4	4	62	5258,000	84,8065	
5	5	64	6810,000	106,4063	

Źródło: Opracowanie własne

Trzeci test wykonano w celu sprawdzenia różnic w ocenach wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój wśród sześciu grup respondentów oceniających wpływ metodyki rozwiązywania problemów z arkuszem A3 na doskonałość operacyjną. Wyniki porównywano pomiędzy sześcioma grupami respondentów z uwagi na wykorzystanie przez respondentów wszystkich dostępnych ocen tj. 0,1,2,3,4,5. Rezultat przedstawiono w Tabeli 87, testowa wartość $H = 19,42659$ przy wartości $p = 0,0016$ co oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* oraz zmiennej niezależnej *Wpływ metodyki rozwiązywania problemów arkuszem A3 na doskonałość*

operacyjną, potwierdza występowanie statystycznie istotnych różnic w medianach ocen między, co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 87 NOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metody rozwiązywania problemów arkuszem A3 na doskonałość operacyjną oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.

ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój (Odpowiedzi do Q1)			
Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ na doskonałość operacyjną? [Rozwiązywanie problemów - Arkusz A3]			
Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =19,42659 p =,0016			
Zależna:			
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój			
Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
0	2	138,500	69,2500
1	3	334,000	111,3333
2	11	672,500	61,1364
3	38	2499,000	65,7632
4	46	4253,000	92,4565
5	76	7679,000	101,0395

Źródło: Opracowanie własne

Czwarty test wykonano w celu sprawdzenia różnic w ocenach wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój wśród sześciu grup respondentów oceniających wpływ narzędzi Six Sigma na doskonałość operacyjną. Wyniki porównywano pomiędzy sześcioma grupami respondentów z uwagi na wykorzystanie przez respondentów wszystkich dostępnych ocen tj. 0,1,2,3,4,5. Rezultat przedstawiono w Tabeli 88, testowa wartość $H = 17,21206$ przy wartości $p = 0,0041$ co oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* oraz zmiennej niezależnej *Wpływ narzędzi Six Sigma na doskonałość operacyjną*, potwierdza występowanie statystycznie istotnych różnic w medianach ocen między, co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 88 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ narzędzi Six Sigma na doskonałość operacyjną oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój

ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój			
Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ na doskonałość operacyjną [Narzędzia Six Sigma]			
Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =17,21206 p =,0041			
Zależna:			
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój			
Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
0	5	472,500	94,5000
1	4	397,000	99,2500
2	10	579,500	57,9500
3	30	2100,500	70,0167
4	53	4388,500	82,8019
5	74	7638,000	103,2162

Źródło: Opracowanie własne

Piąty test wykonano w celu sprawdzenia różnic w ocenach wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój wśród sześciu grup respondentów oceniających wpływ systemu Just in Time na doskonałość operacyjną. Wyniki porównywano pomiędzy sześcioma grupami respondentów z uwagi na wykorzystanie przez respondentów wszystkich dostępnych ocen tj. 0,1,2,3,4,5. Rezultat przedstawiono w Tabeli 89, testowa wartość $H = 9,983014$ przy wartości $p = 0,0757$ co oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* oraz zmiennej niezależnej *Wpływ systemu Just in Time*

na doskonałość operacyjną, nie potwierdza występowania statystycznie istotnych różnic w medianach ocen między, co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 89 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metody systemu Just in Time na doskonałość operacyjną oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój

ANOVA rang Kruskala-Wallisa: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój				
Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ na doskonałość operacyjną [System Just in Time]				
Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =9,983014 p =,0757				
Zależna:	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój				
0	0	1	135,500	135,5000
1	1	4	280,000	70,0000
2	2	12	735,500	61,2917
3	3	37	2871,000	77,5946
4	4	61	5896,000	96,6557
5	5	61	5658,000	92,7541

Źródło: Opracowanie własne

Szósty test wykonano w celu sprawdzenia różnic w ocenach wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój wśród sześciu grup respondentów oceniających wpływ mapowania strumienia wartości na doskonałość operacyjną. Wyniki porównywano pomiędzy sześcioma grupami respondentów z uwagi na wykorzystanie przez respondentów wszystkich dostępnych ocen tj. 0,1,2,3,4,5. Rezultat przedstawiono w Tabeli 90, testowa wartość $H = 20,87442$ przy wartości $p = 0,0009$ co oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* oraz zmiennej niezależnej *Wpływ mapowania strumienia wartości na doskonałość operacyjną*, potwierdza występowanie statystycznie istotnych różnic w medianach ocen między, co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 90 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metody VSM na doskonałość operacyjną oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój

ANOVA rang Kruskala-Wallisa: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój (
Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ na doskonałość operacyjną [Value Stream Mapping]				
Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =20,87442 p =,0009				
Zależna:	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój				
0	0	1	135,500	135,5000
1	1	1	3,000	3,0000
2	2	8	471,000	58,8750
3	3	30	1863,500	62,1167
4	4	60	5688,000	94,8000
5	5	76	7415,000	97,5658

Źródło: Opracowanie własne

Siódmy test wykonano w celu sprawdzenia różnic w ocenach wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój wśród sześciu grup respondentów oceniających wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną. Wyniki porównywano pomiędzy sześcioma grupami respondentów z uwagi na wykorzystanie przez respondentów wszystkich dostępnych ocen tj. 0,1,2,3,4,5. Rezultat przedstawiono w Tabeli 91, testowa wartość $H = 13,36006$ przy wartości $p = 0,0202$ co oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* oraz zmiennej niezależnej *Wpływ metod Kaizen na*

doskonałość operacyjną, potwierdza występowanie statystycznie istotnych różnic w medianach ocen między, co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 91 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój

ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój		ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	
Zależna: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój		Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ na doskonałość operacyjną [Kaizen (m.in SMED, P)]	
Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =13,36006 p = ,0202		Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =13,36006 p = ,0202	
Kod	N ważnych	Suma Rang	Srednia Ranga
0	1	135,500	135,5000
1	1	63,000	63,0000
2	3	217,000	72,3333
3	21	1430,000	68,0952
4	52	4029,500	77,4904
5	98	9701,000	98,9898

Źródło: Opracowanie własne

Ósmy test wykonano w celu sprawdzenia różnic w ocenach wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój wśród sześciu grup respondentów oceniających wpływ TPM na doskonałość operacyjną. Wyniki porównywano pomiędzy sześcioma grupami respondentów z uwagi na wykorzystanie przez respondentów wszystkich dostępnych ocen tj. 0,1,2,3,4,5. Rezultat przedstawiono w Tabeli 92, testowa wartość $H = 12,68009$ przy wartości $p = 0,0266$ co oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* oraz zmiennej niezależnej *Wpływ TPM na doskonałość operacyjną*, potwierdza występowanie statystycznie istotnych różnic w medianach ocen między, co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 92 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metody TPM na doskonałość operacyjną oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój

ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój		ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	
Zależna: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój		Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ na doskonałość operacyjną [TPM]	
Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =12,68009 p = ,0266		Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =12,68009 p = ,0266	
Kod	N ważnych	Suma Rang	Srednia Ranga
0	2	138,500	69,25000
1	4	308,000	77,00000
2	1	3,000	3,00000
3	19	1351,500	71,13158
4	53	4226,000	79,73585
5	97	9549,000	98,44330

Źródło: Opracowanie własne

Dziewiąty test wykonano w celu sprawdzenia różnic w ocenach wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój wśród sześciu grup respondentów oceniających wpływ Internetu Rzeczy na doskonałość operacyjną. Wyniki porównywano pomiędzy sześcioma grupami respondentów z uwagi na wykorzystanie przez respondentów wszystkich dostępnych ocen tj. 0,1,2,3,4,5. Rezultat przedstawiono w Tabeli 93, testowa wartość $H = 10,65277$ przy wartości $p = 0,0587$ co oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* oraz zmiennej niezależnej *Wpływ Internetu Rzeczy na doskonałość operacyjną*, nie potwierdza występowania statystycznie istotnych różnic w medianach ocen między, co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 93 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ Internetu Rzeczy na doskonałość operacyjną oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój

ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój			
Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ na doskonałość operacyjną [Internet rzeczy (IoT)]			
Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =10,65277 p =,0587			
Zależna:			
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój			
Kod	N ważnych	Suma Rang	Srednia Ranga
0	12	703,500	58,6250
1	9	637,500	70,8333
2	26	2078,500	79,9423
3	57	5104,500	89,5526
4	44	4144,500	94,1932
5	28	2907,500	103,8393

Źródło: Opracowanie własne

Dziesiąty test wykonano w celu sprawdzenia różnic w ocenach wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój wśród sześciu grup respondentów oceniających wpływ Przetwarzania w chmurze obliczeniowej na doskonałość operacyjną. Wyniki porównywano pomiędzy sześcioma grupami respondentów z uwagi na wykorzystanie przez respondentów wszystkich dostępnych ocen tj. 0,1,2,3,4,5. Rezultat przedstawiono w Tabeli 94, testowa wartość $H = 9,145301$ przy wartości $p = 0,1034$ co oznacza, że test Kruskala–Wallisa dla zmiennej zależnej *Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój* oraz zmiennej niezależnej *Wpływ przetwarzania w chmurze obliczeniowej na doskonałość operacyjną*, nie potwierdza występowania statystycznie istotnych różnic w medianach ocen między, co najmniej dwoma grupami respondentów.

Tabela 94 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ przetwarzania w chmurze obliczeniowej na doskonałość operacyjną oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój

ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój			
Zmienna niezależna (grupująca): Wpływ na doskonałość operacyjną [Przetwarzanie w chmu]			
Test Kruskala-Wallisa: H (5, N= 176) =9,145301 p =,1034			
Zależna:			
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój			
Kod	N ważnych	Suma Rang	Srednia Ranga
0	9	663,500	73,7222
1	13	917,500	70,5769
2	28	2100,000	75,0000
3	66	6034,000	91,4242
4	35	3638,500	103,9571
5	25	2222,500	88,9000

Źródło: Opracowanie własne

Podsumowanie weryfikacji III hipotezy pomocniczej.

W ramach weryfikacji III hipotezy pomocniczej stanowiącej, że *Doskonałość operacyjna wynikająca z metodycznego zarządzania obszarami operacyjnymi przedsiębiorstwa produkcyjnego dodatnio wpływa na absorpcję celów Zrównoważonego Rozwoju*, dokonano analizy statystycznej polegającej na:

- Wygenerowaniu podstawowych statystyk dla badanych zmiennych.
- Wykonaniu testów normalności rozkładu danych, z wykorzystaniem testu W Shapiro–Wilka, które wykazały, że w przypadku każdej zmiennej dane nie wykazują

cech rozkładu normalnego, co zdeterminowało wybór statystyk nieparametrycznych w kolejnych krokach analizy.

- Wykonaniu analizy korelacji pomiędzy oceną wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na doskonałość operacyjną, a oceną wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój. W tym celu wykorzystano korelację rang Spearmana, która wykazała, że wśród metod zarządzania występują dodatnie korelacje pomiędzy oceną ich wpływu na doskonałość operacyjną, a oceną wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój w 10 z 17 analizowanych metod.
- W ostatnim kroku, w celu wyciągnięcia wniosków na temat istotności i praktycznego znaczenia wyników badania wykonano analizę wariancji oceny wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój z wykorzystaniem testów Kruskala–Wallisa. Łącznie wykonano 10 testów ANOVA Kruskala–Wallisa. Zestawienie testów przedstawiono w Tabeli 95.

Wyniki testów wariancji potwierdziły występowanie istotnych statystycznie różnic między co najmniej 2 grupami respondentów w siedmiu z dziesięciu analizowanych przypadków.

Tabela 95 Testy Kruskala-Wallisa wykonane w ramach weryfikacji hipotezy pomocniczej HP3

Zmienna zależna	Zmienna niezależna	Istotne statystycznie różnice pomiędzy grupami
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ Jidoka na doskonałość operacyjną	TAK
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ statystycznej kontroli procesu na doskonałość operacyjną	TAK
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ metodyki rozwiązywania problemów arkuszem A3 na doskonałość operacyjną	TAK
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ narzędzi Six Sigma na doskonałość operacyjną	TAK
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ systemu just in time na doskonałość operacyjną	NIE
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ mapowania strumienia wartości na doskonałość operacyjną	TAK
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną	TAK
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ TPM na doskonałość operacyjną	TAK
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ Internetu Rzeczy na doskonałość operacyjną	NIE
Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	Wpływ przetwarzania w chmurze obliczeniowej na doskonałość operacyjną	NIE

Źródło: Opracowanie własne

Dodatnie korelacje rang Spearmana pomiędzy oceną wpływu metod zarządzania na doskonałość operacyjną, a oceną wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój w połączeniu z wynikami testów analizy wariancji pozwoliły autorowi stwierdzić, że istnieją metody zarządzania, których wpływ na doskonałość operacyjną jest dodatnie skorelowany z wpływem doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój. W związku z tym III hipoteza pomocnicza HP3 stanowiąca o tym, że *doskonałość operacyjna wynikająca z metodycznego zarządzania obszarami operacyjnymi przedsiębiorstwa produkcyjnego dodatnio wpływa na absorpcję celów Zrównoważonego Rozwoju* została pozytywnie zweryfikowana.

5.4. Podsumowanie i wnioski z badania siły wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.

W ramach analizy wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój, pozytywnie zweryfikowano 3 hipotezy pomocnicze. W ramach analizy statystycznej autor korzystał:

- ze statystyk opisowych,
- testu W Shapiro Wilka w celu potwierdzenia normalności rozkładu danych,
- Testu t do sprawdzania istotności współczynnika korelacji rangowej Spearmana,
- Testu Kruskala-Wallisa analizy wariancji dla rang.

Zgodnie z założeniami metodycznymi pracy jest to jednoznaczne z pozytywną weryfikacją głównej hipotezy badań.

H: Wzrost poziomu doskonałości operacyjnej w przedsiębiorstwie produkcyjnym pozwala zwiększyć absorpcję Celów Zrównoważonego Rozwoju.

W celu lepszego wykorzystania potencjału narzędzia badawczego autor dodatkowo wykonał analizę statystyczną weryfikującą prawdziwość hipotezy głównej badania, wykorzystując 4-krokovą procedurę analityczną, analogicznie jak w przypadku weryfikacji hipotez pomocniczych dla zmiennych związanych z oceną wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój oraz oceną poziomu wiedzy w badanym temacie. Rozpoczynając od statystyk opisowych, mediana ocen informowała o silnym wpływie (4,0) doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój przy wysokim poziomie wiedzy (4,0) w sześciostopniowej skali Likerta 0-5. Z uwagi na brak cech normalności rozkładu zmienne zostały poddane analizie korelacji rang Spearmana, która potwierdziła dodatnią korelację pomiędzy zmiennymi. Dodatkowo wykonano również analizę regresji informującą, że wraz ze

wzrostem poziomu wiedzy i doświadczenia w badanym temacie wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój rośnie. Następnie test Kruskala–Wallisa potwierdził, że między grupami tj. poszczególnymi ocenami występują statystycznie istotne różnice, co sumarycznie pozwala wysnuć wniosek, że eksperci w badanej dziedzinie dostrzegają wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój. W związku z powyższym autor stwierdza, że przedsiębiorstwa, które chcą zwiększyć efektywność działalności operacyjnej, dążąc do osiągnięcia doskonałości operacyjnej, powinny w swojej strategii zawrzeć element metodycznego zarządzania obszarami operacyjnymi. Zaproponowane przez autora obszary działalności operacyjnej są powiązane zarówno z miejscem powstawania kosztów przedsiębiorstwa, jak i odpowiedzialnością przedsiębiorstwa w zakresie realizacji założeń koncepcji Zrównoważonego Rozwoju. Osiąganie doskonałości operacyjnej pozwala niwelować niekorzystny wpływ nieoptymalnych procesów wpływający na wynik ekonomiczny przedsiębiorstwa, jak i pozwala pozytywnie wpływać na założenia koncepcji Zrównoważonego Rozwoju. Patrząc na wyniki oceny wpływu poszczególnych metod zarządzania i siłę ich korelacji ze Zrównoważonym Rozwojem, autor ma świadomość, że działalność operacyjna i poprawa wyników w tym obszarze stanowi jedynie jeden z elementów budujących i wspierających wzrost absorpcji koncepcji Zrównoważonego Rozwoju. Dla przykładu, w zakresie bezpieczeństwa i ergonomii pracy respondenci sądzą, że badane metody, techniki lub narzędzia zarządzania mają wpływ na poprawę w tym obszarze. Jednak w celu uwiarygodnienia wyników należałoby pogłębić oraz poszerzyć badania o konkretne pomiary zgodne z diagnozą ergonomiczną. Diagnoza ta skupia się na badaniu relacji człowiek-technika. W środowisku przemysłowym można ją przeprowadzić z wykorzystaniem narzędzi diagnostycznych umożliwiających wnioskowanie do przeprojektowania i modyfikacji systemów pracy w celu redukcji obciążeń (Sławińska, M., Butlewski M. 2014, s. 35) lub zdarzeń potencjalnie niebezpiecznych. Jest to element, który może stanowić o przyszłych kierunkach badań autora. Przeprowadzone w ramach Rozdziału piątego badania oraz wnioski wynikające z pozytywnej weryfikacji postawionych hipotez badawczych, pozwalają potwierdzić realizację postawionych w dysertacji zadań badawczych skupiających się na:

Z5: Badaniu i identyfikacji wpływu doskonałości operacyjnej na absorpcję koncepcji Zrównoważonego Rozwoju.

Z6: Badanie i identyfikacja wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na osiągnięcie doskonałości operacyjnej.

Z7: Badanie i identyfikacja wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na obszary operacyjne przedsiębiorstwa produkcyjnego powiązane z celami Zrównoważonego Rozwoju.

Analiza statystyczna oraz wynikające z niej wnioski zamyka **II ETAP** pracy badawczej zdefiniowany w ramach metodyki pracy badawczej przedstawionej na Rysunku 2 w podrozdziale 1.3. W ramach analizy statystycznej autor zaobserwował zróżnicowane oceny wpływu poszczególnych metod zarządzania na doskonałość operacyjną oraz obszary operacyjne, co jest przesłanką do pogłębienia badań w zakresie wpływu poszczególnych metod na poprawę wyników w obszarach operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego.

6. Badanie siły wpływu wybranych metod zarządzania na obszary operacyjne przedsiębiorstwa produkcyjnego.

6.1. Schemat postępowania badawczego

Wnioski z badania przeprowadzonego w ramach **II ETAPU** pracy badawczej niniejszej rozprawy stanowiły dla autora podstawę do pogłębienia badań w zakresie wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na absorpcję celów koncepcji Zrównoważonego Rozwoju w przedsiębiorstwie produkcyjnym. W związku z tym kontynuowano badania otwierające **III ETAP** pracy badawczej niniejszej rozprawy. Z uwagi na złożony charakter metod, technik i narzędzi zarządzania, stosowanych w przedsiębiorstwie produkcyjnym, autor postanowił pogłębić obszar badawczy o zbadanie opinii ekspertów w zakresie siły ich wpływu na absorpcję Celów Zrównoważonego Rozwoju. Odnajduje to swoje odzwierciedlenie w ósmym zadaniu badawczym koncentrującym się na:

Z8: Badaniu siły wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na obszary operacyjne powiązane z celami Zrównoważonego Rozwoju.

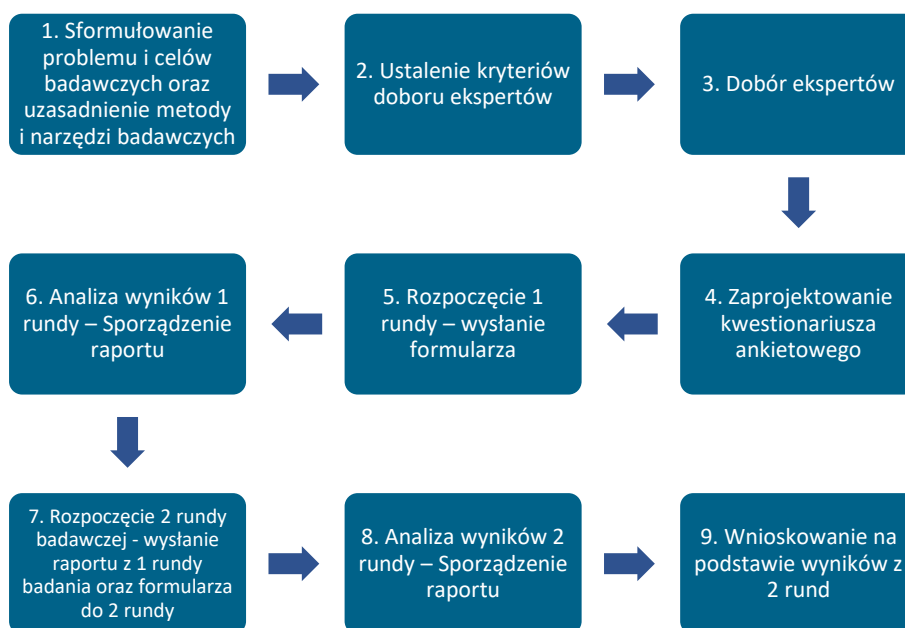
Nauki o zarządzaniu i ich rozwój cechują się swoistym eklektyzmem wynikającym m.in. z szerokiego zakresu stosowania różnorodnych metod, technik i narzędzi, niskiego poziomu uniwersalizmu oraz uwzględnianiu czynników niemierzalnych (Matejun M., 2012, s. 174). W związku z tym ich rozwój wymaga stosowania odpowiednich metod badawczych. W przypadku gdy wiedza w danym temacie jest niekompletna, a cel stanowi lepsze zrozumienie możliwości oraz przewidywanie skutków, odpowiednią metodą badawczą jest metoda delficka. Bazuje ona na wydobyciu opinii niezależnych ekspertów, na podstawie której budowane są wnioski pozwalające przewidywać lub rozwiązywać problemy (Skulmoski G. J., Hartman F. T., Krahn J., 2007, s. 1, Matejun M., 2012, s. 175). Jest to metoda opracowana przez RAND Corporation na początku lat 50. XX wieku (de Meyrick J., 2003, s. 9). Podstawy metody wypracowali amerykańscy matematycy N. Daleky i O. Halmer, a ich celem było długookresowe prognozowanie przyszłości (Matejun M., 2012, s. 175). Według nich prognozowanie lub przewidywanie skutków poszczególnych działań opiera się na trzech fundamentach tj. (Matejun M., 2012, s. 175);

1. wiedzy opartej na potwierdzonych niezaprzeczalnych dowodach,
2. spekulacjach opartych na niesprawdzalnych domysłach i braku dowodów,
3. opiniach, czyli przekonaniach, których prawdziwość można częściowo dowieść.

Metoda delficka to powtarzalny proces zbierania anonimowych ocen ekspertów wykorzystująca szereg technik zbierania danych np. poprzez formularze ankietowe oraz system informacji zwrotnej (Skulmoski G. J., Hartman F. T., Krahn J., 2007, s. 1). Koncentruje się ona na identyfikacji opinii biegłych ekspertów. Jest odpowiednia wszędzie tam, gdzie pytania są złożone i mogą wykraczać poza wiedzę lub doświadczenie laika (de Meyrick J., 2003, s. 10). Kluczowym elementem w tej metodzie są badani eksperci, których należałoby zdefiniować jako grupę ludzi posiadających wiedzę i doświadczenie w danym obszarze. Eksperti mogą wnieść istotny wkład w proces badawczy, mają możliwie najwyższy autorytet, są zaangażowani i zainteresowani tematyką (Gutierrez O., 1989, s. 33). Metoda ma pewne ograniczenia takie jak czasochłonność czy ryzyko niskiego zaangażowania ekspertów, szczególnie gdy nie zostaną oni odpowiednio wprowadzeni w szczegóły badania. Trudność może stanowić również dobór ekspertów oraz odpowiednie opracowanie kwestionariusza (Matejun M., 2012, s. 178). Wybrana przez autora metoda badawcza ma jednak szereg zalet, które zdecydowanie stanowią o sile tej metody i w której skład wchodzi m.in.:

- elastyczność, nie ma potrzeby, aby wszyscy eksperci byli w tym samym miejscu i w tym samym czasie (de Meyrick J., 2003, s. 10), co daje dużą większą swobodę w przeprowadzeniu badania.
- niezależność wyników, ponieważ wiedza zdobywana jest od niezależnych ekspertów tematycznych np. w sposób korespondencyjny, przez co nie ma ryzyka wpływu i dominacji w grupie.
- powtarzalny proces wyciągania wniosków oraz uczenia się pozwalający na wyeliminowanie błędów poznawczych dzięki zastosowaniu sprzężenia zwrotnego w formie informacji zwrotnej.
- osiągnięcie synergicznego efektu wynikającego z wiedzy i doświadczenia ekspertów (Matejun M., 2012, s. 178)

Metoda delficka zakłada, że badania przeprowadzane są według rygoru metodologicznego obejmującego m.in. procedurę badawczą, składającą się z kilku etapów przedstawionych na Rysunku 21.



Rysunek 21 Schemat przeprowadzenia badania opinii ekspertów metodą delficką.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Skulmoski G. J., Hartman F. T., Krahn J., 2007, s. 3

Na podstawie zdefiniowanego celu rozprawy oraz postawionego zadania badawczego Z8, autor dokonał wyboru metody i narzędzi badawczych. Podobnie jak w przypadku badań przeprowadzonych w **II ETAPIE** pracy badawczej, wykorzystano internetowy formularz ankietowy, który pozwolił na dotarcie do respondentów w bezpośredni sposób.

Celem badania było pogłębienie wiedzy pozyskanej w ramach badań przeprowadzonych w **II ETAPIE** pracy badawczej oraz zdobycie informacji do opracowania wytycznych do określenia poziomu Doskonałości Operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego.

Realizacja ósmego oraz dziewiątego zadania badawczego w krytyczny sposób wpływają na realizację celu rozprawy tj. Opracowaniu ilościowej metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego wspierającego realizację Celów Zrównoważonego Rozwoju (SDG).

W ramach selekcji ekspertów i ustaleniu warunków udziału w badaniu opinii ekspertów metodą delficką autor ustalił, że w niniejszym badaniu ekspertami będą:

- Aktywni zawodowo praktycy i teoretycy reprezentujący instytucje biznesowe w obszarze przemysłu produkcyjnego i/lub instytucje naukowe w dziedzinie nauk o zarządzaniu z wiedzą i doświadczeniem na poziomie eksperckim.
- Praktycy biznesu o stażu zawodowym i praktycznym doświadczeniu w badanym obszarze powyżej 10 lat.

W kontekście minimalnej liczebności grupy ekspertów dostępne źródła nie są jednoznaczne, ponieważ nie istnieją ścisłe reguły, które by to definiowały. Badania delfickie cechują się zróżnicowaniem liczby respondentów (Skulmoski G. J., Hartman F. T., Krahn, J., 2007, s. 10, Cisek S., 2009, s. 29). Istnieje za to szereg czynników, które powinny być rozważone. Na przykład w przypadku jednorodnych grup tematycznych, odpowiednia próbka może stanowić nawet 10-15 ekspertów (Skulmoski G. J., Hartman F. T., Krahn, J., 2007, s. 10). Istotnym w procesie badawczym jest również fakt, iż wraz ze wzrostem wielkości próby redukcji poddawany jest tzw. błąd grupowy, jednak może wzrastać trudność związana z zarządzaniem procesem badania delfickiego i analizą danych w zamian za marginalne korzyści (Skulmoski G. J., Hartman F. T., Krahn, J., 2007, s. 10). W związku z powyższym w ramach niniejszego badania przyjęto, iż minimalna próba badawcza stanowiła 25 ekspertów. Zestawienie z ekspertami zakwalifikowanymi do badania znajduje się w sekcji Załączniki jako Załącznik 7 – Tabela doboru uczestników badania metodą delficką.

Badanie zostało przeprowadzone z wykorzystaniem internetowego formularza ankietowego składającego się z dwóch sekcji. Pierwsza sekcja obejmowała część właściwą badania w zakresie wpływu wybranych metod, narzędzi i technik zarządzania na poprawę wyników w wybranych obszarach operacyjnych. Sekcja została poprzedzona komentarzem wprowadzającym w tematykę badania. Po wstępie teoretycznym respondent był proszony o odpowiedź na pytania. Wszystkie pytania bezpośrednio powiązane z realizacją postawionych zadań badawczych znajdowały się w Sekcji 1 formularza ankietowego. Sekcja druga formularza obejmowała tzw. metryczkę, dzięki której autor mógł dokonać procesu selekcji doboru uczestników badania delfickiego. Formularz ankietowy wykorzystany do badania znajduje się w sekcji Załączniki jako Załącznik 6 – Formularz ankietowy 3. W kwestionariuszu respondent odpowiadał na 6 pytań nawiązujących do 6 obszarów operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego i oceniał siłę wpływu wybranych metod, technik lub narzędzi zarządzania korzystając z pięciostopniowej skali Likert'a ustawiając ich kolejność pod kątem siły wpływu na poprawę wyników w badanych obszarach operacyjnych. W Tabeli 96 przedstawiono relację pytań i sekcji z postawionymi zadaniami badawczymi.

Tabela 96 Zestawienie relacji pytań w formularzu ankietowym z postawionymi zadaniami badawczymi

Numer pytania	Sekcja	Pytanie	Zadanie badawcze
1	1	Spośród wymienionych poniżej metod jak ocenia Pan/Pani ich wpływ na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii pracy?	Z8: Badanie siły wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na obszary operacyjne powiązane z celami Zrównoważonego Rozwoju.
2	1	Spośród wymienionych poniżej metod jak ocenia Pan/Pani ich wpływ na poprawę efektywności/wydajności procesów produkcyjnych (tj np. wzrost wskaźnika OEE)?	
3	1	Spośród wymienionych poniżej metod jak ocenia Pan/Pani ich wpływ na redukcję generowania odpadów i strat materiałowych?	
4	1	Spośród wymienionych poniżej metod jak ocenia Pan/Pani ich wpływ na redukcję zużycia i strat energii elektrycznej w procesach produkcyjnych?	
5	1	Spośród wymienionych poniżej metod jak ocenia Pan/Pani ich wpływ na redukcję zużycia i strat wody w procesach produkcyjnych?	
6	1	Spośród wymienionych poniżej metod jak ocenia Pan/Pani ich wpływ na prawidłową gospodarkę odpadami?	

Źródło: Opracowanie własne

Kryteria wyboru metod, technik lub narzędzi zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym wykorzystanych w badaniu opinii ekspertów obejmowały:

1. Selekcję pięciu metod, technik lub narzędzi zarządzania o najwyższym sumarycznym wyniku oraz medianie oceny wpływu na poprawę w 6 obszarach operacyjnych zgodnie z wynikami badania przeprowadzonego w ramach **II ETAPU** pracy badawczej przedstawionymi w Tabelach od 25 do 30 w podrozdziale 5.3.
2. Konieczność występowania dodatniego współczynnika korelacji rang Spearmana pomiędzy wpływem metod na poprawę w sześciu obszarach operacyjnych, a ich wpływem na doskonałość operacyjną.
3. Konieczność występowania statystycznie istotnych różnic w ocenie wpływu metod zarządzania na poprawę w sześciu obszarach operacyjnych potwierdzonych testem Kruskala-Wallisa.

W badaniu zastosowano skalę Likerta 1-5, gdzie: 1 oznaczało najslabszy wpływ, a 5 oznaczało najsilniejszy wpływ. W poszczególnych obszarach operacyjnych oceniano wpływ:

- **Bezpieczeństwo i ergonomia** (5S, Kaizen, Automatyzacja, TPM, Metodyka rozwiązywania problemów z Arkuszem A3).
- **wydajność procesów produkcyjnych** (TPM, Kaizen, Automatyzacja, Metodyka rozwiązywania problemów z Arkuszem A3, Mapowanie strumienia wartości – VSM).
- **efektywność materialowa** (Kaizen, TPM, Automatyzacja, Mapowanie strumienia wartości – VSM, Statystyczna kontrola procesu – SPC).
- **efektywność energetyczna** (TPM, Kaizen, Inteligentne czujniki – Smart Sensors, Statystyczna kontrola procesu – SPC, Narzędzia Six Sigma)
- **efektywność wodna** (TPM, Kaizen, Inteligentne czujniki – Smart Sensors, Automatyzacja, Metodyka rozwiązywania problemów z Arkuszem A3)
- **gospodarka odpadami** (Kaizen, 5S, Metodyka rozwiązywania problemów z Arkuszem A3, Mapowanie strumienia wartości – VSM, Automatyzacja)

Badanie zostało przeprowadzone z wykorzystaniem internetowego formularza ankietowego rozesłane do naukowców oraz praktyków biznesu poprzez sieć społecznościową LinkedIn oraz drogą mailową. Faza badawcza składała się z 2 rund badania, które były podsumowywane raportem z wynikami. Po pierwszej rundzie badawczej uczestnicy badania otrzymali raport z wynikami podsumowującymi rundę badawczą, następnie zostali poproszeni o ponowne wzięcie udziału w badaniu. Formularz ankietowy nie uległ zmianie przed drugą rundą badawczą.

Po przeprowadzeniu drugiej rundy badawczej, podsumowano wyniki, a następnie rozpoczęto analizę końcową efektów badania, w której poza statystykami uwzględniono również współczynnik konkordancji Kendalla oraz współczynnik zmienności nadawanych przez ekspertów ocen. Sprawdzono w ten sposób zgodność opinii ekspertów. Współczynnik konkordancji wykorzystywany jest do oceny zgodności między wieloma oceniającymi tę samą grupę obiektów. Współczynnik W Kendalla obliczany jest na podstawie macierzy konkordancji i odzwierciedla, ile razy oceniający zgadzają się w zakresie porządku obiektów, co pozwala scharakteryzować przeciętny stopień zgodności poglądów wszystkich ekspertów, szczególnie w badaniach wykorzystujących skale porządkowe jak w przypadku tego badania (Cieślak M., 2005, s. 213– 216, Kowal D., 2011, s. 462).

6.2. Wyniki badania opinii ekspertów w zakresie siły wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na obszary operacyjne przedsiębiorstw produkcyjnych

W badaniu ankietowym eksperci oceniali wpływ wybranych metod zarządzania wpływających na poprawę w obszarach operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego według 5 – stopniowej skali Likerta, gdzie 1 oznacza najsłabszy wpływ a 5 – najsilniejszy wpływ. Na podstawie odpowiedzi wyliczono wartości SWk obliczoną ze wzoru 6.1a następnie przedstawiono je na wykresach słupkowych:

(6.1)

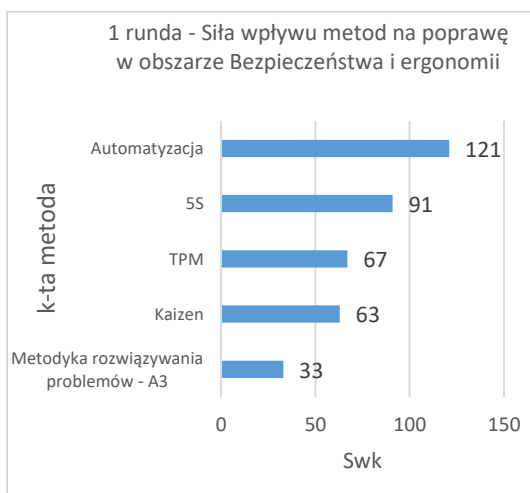
$$SWk = \sum_{i=1}^{25} x_i, x_i \in N \text{ i } x_i \in \{1,2,3,4,5\}$$

gdzie:

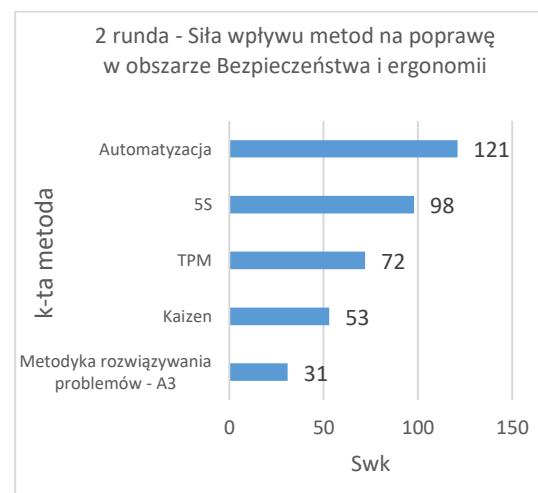
SWk – siła wpływu k-tej metody na poprawę wyników w obszarze operacyjnym

x_i – ocena w skali Likerta z zakresu 1-5 dla i-tego numeru ankiety, $x_i \in N \text{ i } x_i \in \{1,2,3,4,5\}$

Wykresy z wartościami SWk przedstawiono obok siebie w celu zobrazowania różnic obu rund badania. Wyniki zostały przedstawione na rysunkach od 86 do 97. Spośród wybranych metod zarządzania procesami w przedsiębiorstwie produkcyjnym zdaniem ekspertów największy wpływ na poprawę w obszarze bezpieczeństwa i ergonomii ma automatyzacja procesów, co zostało potwierdzone w drugiej rundzie badania, umacniając tę opinię podobnie jak w przypadku metody 5S. Najniższy wynik w tym zakresie osiągnęła metodyka rozwiązywania problemów z wykorzystaniem arkusza A3. Wyniki przedstawiono na Rysunkach 22 i 23.

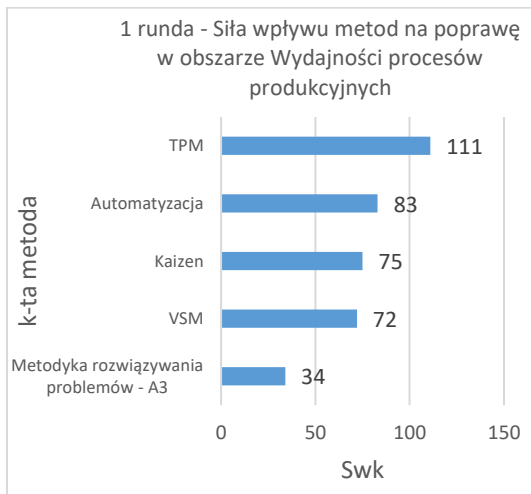


Rysunek 22 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii – 1 runda badania.
Źródło: Opracowanie własne

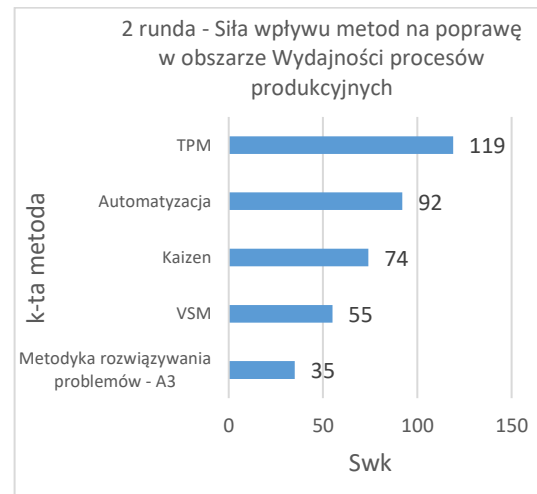


Rysunek 23 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę Bezpieczeństwa i ergonomii – 2 runda badania.
Źródło: Opracowanie własne

Kolejny obszar obejmował poprawę efektywności i wydajności procesów produkcyjnych. Największy wpływ spośród dostępnych metod na poprawę w tym obszarze operacyjnym według ekspertów ma stosowanie metody TPM oraz automatyzacja procesów produkcyjnych. Z kolei najmniej oddziałująca metodą na poprawę wydajności spośród badanych strategii zdaniem ekspertów ma metodyka rozwiązywania problemów z wykorzystaniem arkusza A3, co zostało przedstawione na Rysunkach 24 i 25.

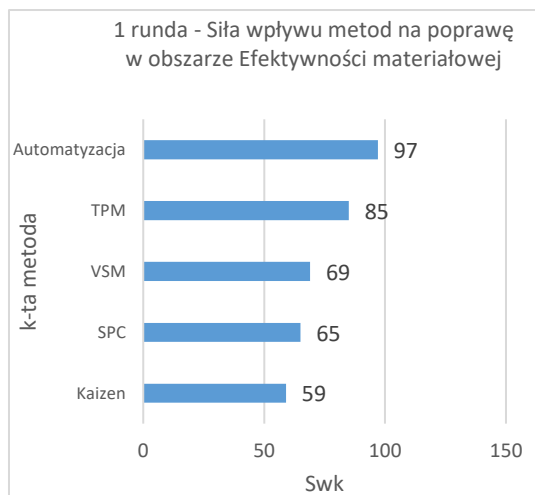


Rysunek 24 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę wydajności procesów produkcyjnych – 1 runda badania
Źródło: Opracowanie własne

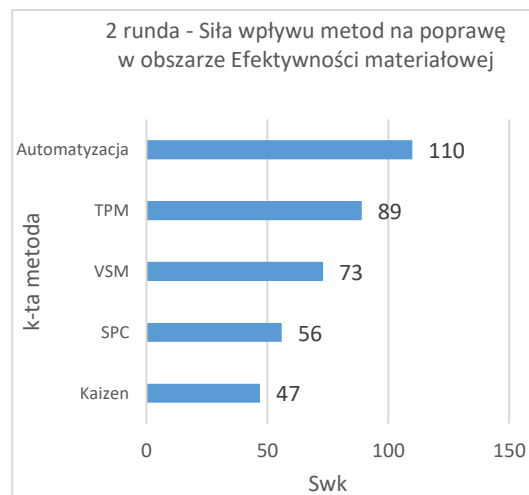


Rysunek 25 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę wydajności procesów produkcyjnych – 2 runda badania
Źródło: Opracowanie własne

Trzeci z badanych obszarów obejmował efektywność materiałową. Spośród dostępnych w formularzu ankietowym metod, technik i narzędzi zarządzania, największy wpływ według ekspertów na poprawę w tym obszarze ma automatyzacja umożliwiająca zwiększenie powtarzalności procesu oraz produkowanych wyrobów a także rozwiązania tożsame z koncepcją Lean Management tj. TPM oraz Mapowanie strumienia wartości (VSM). Z kolei najniższa siła wpływu obejmuje statystyczną kontrolę procesu – SPC oraz rozwiązania tożsame z Kaizen. Wyniki badania i wartości siły wpływu zostały przedstawione na Rysunkach 26 oraz 27.

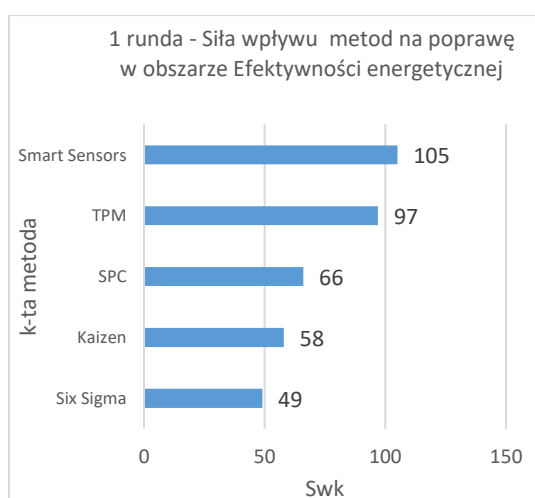


Rysunek 26 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę efektywności materiałowej – 1 runda badania
Źródło: Opracowanie własne

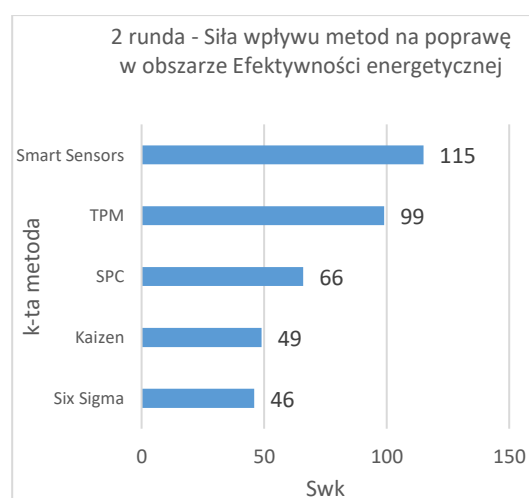


Rysunek 27 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę efektywności materiałowej – 2 runda badania
Źródło: Opracowanie własne

Czwarty z badanych obszarów obejmował efektywność energetyczną, na którą zdaniem ekspertów w kontekście poprawy wyników, najsilniejsze znaczenie ma stosowanie inteligentnych czujników tak zwanych smart sensors. Są one elementem zaliczanym do koncepcji Przemysłu 4.0. Spośród metod bardziej konwencjonalnych i operacyjnych kluczowy wpływ ma również stosowanie metodyki TPM. Istotnie przyczynia się ona do poprawy wydajności procesów produkcyjnych. Ponadto zawiera szereg metod i narzędzi usprawniających procesy produkcyjne. Metody najsłabiej oddziałujące na ten obszar, zdaniem ekspertów obejmują stosowanie rozwiązań utożsamianych z Kaizen i metodyką Six Sigma, co zostało przedstawione na Rysunkach 28 oraz 29.

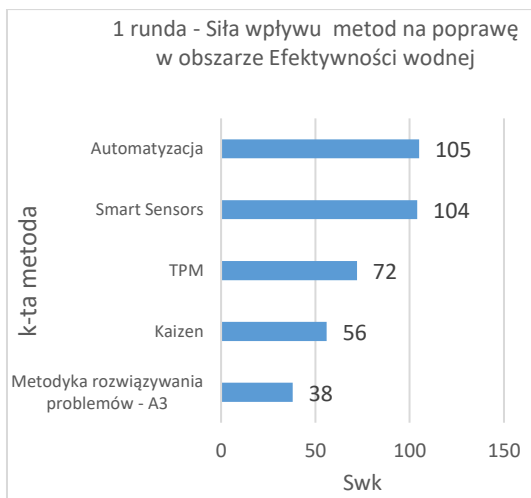


Rysunek 28 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę efektywności energetycznej – 1 runda badania
Źródło: Opracowanie własne



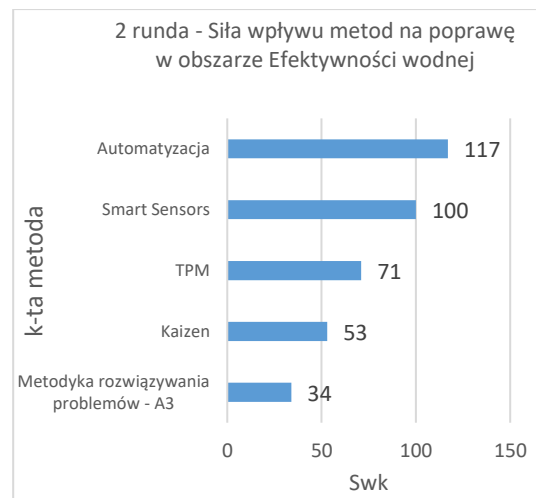
Rysunek 29 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę efektywności materiałowej – 2 runda badania
Źródło: Opracowanie własne

Przedostatni z badanych obszarów operacyjnych obejmował efektywność wodną oraz ocenę siły wpływu wybranych metod i technologii na poprawę w tym zakresie. Według ekspertów rozwiązania, które w największym stopniu przyczyniały się do poprawy w tym obszarze, obejmują metody techniczne takie jak automatyzacja oraz stosowanie inteligentnych czujników. Oba instrumenty tożsame są koncepcją Przemysłu 4.0, który niewątpliwie skupia się na aspektach środowiskowych. Metody najslabiej wpływające na ten obszar koncentrują się na stosowaniu rozwiązań tożsamyh z Kaizen i metodyką rozwiązywania problemów z wykorzystaniem arkusza A3, co zostało przedstawione na Rysunkach 30 oraz 31.



Rysunek 30 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę efektywności wodnej.

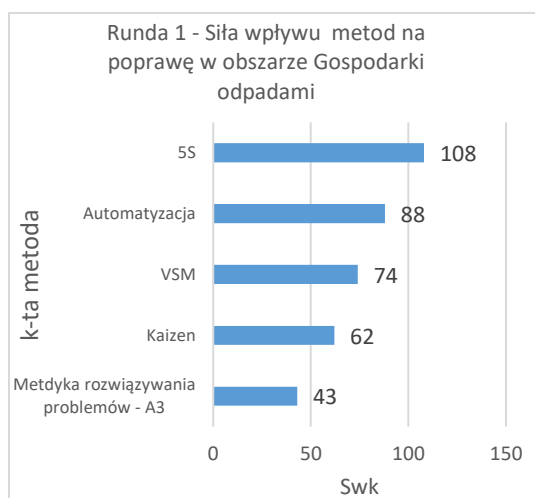
Źródło: Opracowanie własne



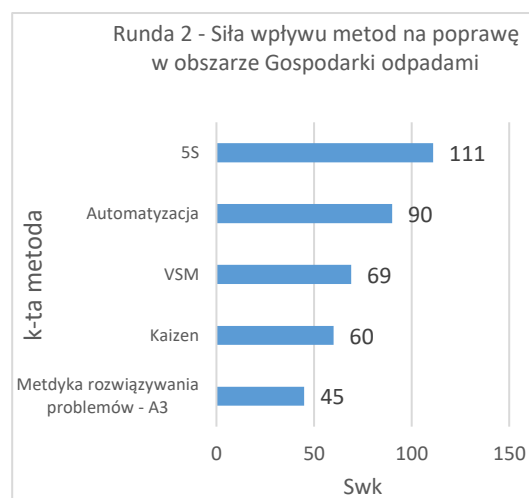
Rysunek 31 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę efektywności wodnej.

Źródło: Opracowanie własne

Ostatni z badanych obszarów operacyjnych dotyczy procesów związanych z gospodarką odpadami w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Wyniki badania opinii ekspertów jednoznacznie sugerują, że największą siłę wpływu na poprawę w tym obszarze ma połączenie metod konwencjonalnych jak 5S oraz metod tożsamyh z nowoczesnymi rozwiązaniami przemysłu 4.0. Szczególnie w zakresie automatyzacji procesów związanych gospodarką odpadami, co zostało przedstawione na Rysunkach 32 i 33.



Rysunek 32 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę gospodarki odpadami – 1 runda badania
Źródło: Opracowanie własne



Rysunek 33 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę gospodarki odpadami – 2 runda badania.
Źródło: Opracowanie własne

Automatyzacja koncentruje się również na procesach związanych z przepływem informacji i bieżącym potwierdzeniem zgodności z normami środowiskowymi w dziedzinie segregacji i zarządzania odpadami. Wysoka ocena siły wpływu automatyzacji i rozwiązań z nią tożsamych może wynikać z potrzeby wspierania powtarzalnych procesów, do których zalicza się np. zbiórka i transport odpadów, które mogą być realizowane z mniejszym udziałem człowieka. Metody o najniższej sile wpływu obejmują zdaniem ekspertów metodyczne rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem arkusza A3 oraz rozwiązania tożsame z Kaizen.

6.3. Analiza statystyczna wyników badania opinii ekspertów na temat siły wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w obszarach operacyjnych

W ramach analizy statystycznej, w celu oceny zgodności opinii ekspertów wyliczono współczynniki konkordancji W Kendalla dla każdego z pytań obejmujących obszary operacyjne oraz siłę wpływu ocenianych w nich metod na poprawę wyników w tych obszarach. Ponadto dla każdej z rund wyliczono współczynniki zmienności oceny siły wpływu badanych metod w każdym z pytań. Wartości współczynnika zmienności oraz konkordancji umożliwiają obiektywną ocenę zgodności opinii ekspertów w kontekście wpływu wybranych metod zarządzania na poprawę w obszarach operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego. Współczynnik konkordancji Kendalla obliczany został ze wzoru 6.2 przedstawionego poniżej,

(6.2)

$$W = \frac{12S}{n^2(k^3 - k)}$$

gdzie:

n - liczba ekspertów, sędziów kompetentnych,

k - liczba wariantów, a S wyraża się wzorem 6.3:

(6.3)

$$S = \sum_{j=1}^k \left(\sum_{i=1}^n x_{ij} - \bar{x} \right)^2$$

\bar{x} wyrażone jest wzorem 6.4:

(6.4)

$$\bar{x} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k x_{ij}$$

gdzie:

\bar{x} - średnia wartość sumy rang dla wszystkich wariantów.

x_{ij} - ocena i -tego eksperta dla j czynnika (Cieślak M., 2005, s. 213, Kowal D., 2011, s. 462).

Pierwsza runda badania charakteryzowała się stosunkowo dobrą zgodnością opinii ekspertów i współczynnikami zmienności od małej do umiarkowanej w zależności od pytania oraz badanego elementu. W związku z tym potrzeba przeprowadzenia drugiej rundy badań była konieczna. W literaturze przedmiotu proponuje się następującą postać zhierarchizowania stopni zgodności współczynnika konkordancji (Kowal D., 2011, s. 463):

- niedostateczny: dla przedziału 0,00-0,20,
- dostateczny: dla przedziału 0,20-0,40,
- dobry: dla przedziału 0,41-0,60,
- plus dobry: dla przedziału 0,61-0,80,
- bardzo dobry: dla przedziału 0,81-0,95,
- idealny: dla przedziału 0,96-1,0

W Tabeli 97 przedstawiono wyniki testu W Kendalla oceniającego zgodność odpowiedzi ekspertów w 2 rundach badania nt. siły wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na

poprawę wyników w obszarach operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego. Wyliczono również zagregowany współczynnik konkordancji W Kendalla oceniający zgodność ekspertów w ocenie wszystkich obszarów operacyjnych tj. całego arkusza ankietowego.

Tabela 97 Wyniki test W Kendalla dla 2 rund badania opinii ekspertów w zakresie wpływu metod zarządzania na poprawę wyników w obszarach operacyjnych

Obszar operacyjny	1 runda		2 runda	
	W Kendalla	Zgodność	W Kendalla	Zgodność
Bezpieczeństwo i ergonomia	0,69	Plus dobra	0,81	Bardzo dobra
Wydajność procesów produkcyjnych	0,49	dobra	0,68	Plus dobra
Efektywność materiałowa	0,16	niedostateczna	0,41	dobra
Efektywność energetyczna	0,39	dostateczna	0,60	dobra
Efektywność wodna	0,56	dobra	0,73	Plus dobra
Gospodarka odpadami	0,39	dostateczna	0,43	dobra
Zagregowany współczynnik	0,45	dobra	0,62	Plus dobra

Źródło: Opracowanie własne

Zgodnie z oczekiwaniami autora, wyniki drugiej rundy reprezentują wyższe współczynniki konkordancji W Kendalla w porównaniu do wyników z pierwszej rundy badania. Zgodność między obszarami cechuje się jako dobra do bardzo dobrej, co pozwala autorowi potwierdzić odnalezienie wystarczającego konsensusu w zakresie oceny siły wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w sześciu obszarach operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego powiązanych z celami koncepcji Zrównoważonego Rozwoju.

Drugą miarą wykorzystaną w ocenie zgodności opinii ekspertów był współczynnik zmienności D wyliczony ze wzoru 6.5:

(6.5)

$$D = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

gdzie:

D – współczynnik zmienności,

σ – wartość odchylenia standardowego wyliczona ze wzoru 6.6,

\bar{x} – wartość średniej dla szeregu porządkowego wyliczona ze wzoru 6.7

(6.6)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

gdzie:

σ – wartość odchylenia standardowego,

x_i – wartość oceny obserwacji wg. skali porządkowej

\bar{x} – średnia wartość oceny wg. skali porządkowej

N – łączna liczba obserwacji.

(6.7)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i * n_i}{N}$$

gdzie:

\bar{x} – średnia

x_i – wartość oceny obserwacji wg. skali porządkowej

n_i – liczba obserwacji

N – łączna liczba obserwacji.

Na podstawie źródeł literaturowych (Ręklewski M., 2020, s. 53) przyjęto, że;

- $D \leq 35\%$ – mała zmienność,
- $35\% < D \leq 60\%$ – umiarkowana zmienność,
- $60\% < D \leq 75\%$ – duża zmienność,
- $75\% < D \leq 100\%$ – bardzo duża zmienność.

W Tabeli 98 przedstawiono wartości współczynnika zmienności dla oceny siły wpływu badanych metod i instrumentów zarządzania na poprawę w sześciu obszarach operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego. Średnia wartość współczynnika zmienności po pierwszej rundzie badania wyniosła 38,61%, co informuje o umiarkowanej zmienności wartości udzielanych odpowiedzi. Średnia wartość współczynnika zmienności dla odpowiedzi udzielonych w rundzie drugiej wyniosła 33,79%, co pozwoliło autorowi ocenić zmienność odpowiedzi jako małą według przyjętych założeń.

W kolumnie z wartościami współczynnika zmienności po drugiej rundzie badania zastosowano kodowanie kolorami, w której na zielono zaznaczono wartości współczynnika zmienności

niższe od wartości współczynnika zmienności uzyskane po pierwszej rundzie badania. Na czerwono zaznaczono wyniki wyższe od wyników badania po pierwszej rundzie.

Tabela 98 Zestawienie wartości współczynnika zmienności oceny siły wpływu metod i instrumentów zarządzania na poprawę obszarów operacyjnych

	1 runda	2 runda
Badany element	Wsp. Zmienności	Wsp. Zmienności
Wpływ automatyzacji na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii	9,76%	12,90%
Wpływ 5S na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii	22,26%	14,58%
Wpływ Kaizen na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii	34,59%	36,84%
Wpływ TPM na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii	33,58%	23,12%
Wpływ metodyki rozwiązywania problemów z arkuszem A3 na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii	64,58%	35,15%
Wpływ TPM na poprawę wydajności procesów produkcyjnych	25,25%	13,94%
Wpływ Kaizen na poprawę wydajności procesów produkcyjnych	31,91%	22,83%
Wpływ automatyzacji na poprawę wydajności procesów produkcyjnych	33,36%	25,68%
Wpływ metodyki rozwiązywania problemów z arkuszem A3 na poprawę wydajności procesów produkcyjnych	55,68%	68,39%
Wpływ mapowania strumienia wartości - VSM na poprawę wydajności procesów produkcyjnych	40,49%	37,11%
Wpływ Kaizen na poprawę efektywności materiałowej	51,72%	49,33%
Wpływ TPM na poprawę efektywności materiałowej	35,01%	31,49%
Wpływ automatyzacji na poprawę efektywności materiałowej	35,15%	25,55%
Wpływ mapowania strumienia wartości - VSM na poprawę efektywności materiałowej	51,54%	40,67%
Wpływ statystycznej kontroli procesu - SPC na poprawę efektywności materiałowej	54,39%	53,57%
Wpływ TPM na poprawę efektywności energetycznej	38,89%	25,75%
Wpływ Kaizen na poprawę efektywności energetycznej	42,60%	40,28%
Wpływ inteligentnych czujników (smart sensors) na poprawę efektywności energetycznej	13,75%	10,87%
Wpływ statystycznej kontroli procesu - SPC na poprawę efektywności energetycznej	40,74%	34,37%
Wpływ Narzędzi Six Sigma na poprawę efektywności energetycznej	65,01%	64,08%
Wpływ TPM na poprawę efektywności wodnej	44,06%	33,22%
Wpływ Kaizen na poprawę efektywności wodnej	45,16%	34,23%
Wpływ Inteligentne czujniki (Smart Sensors) na poprawę efektywności wodnej	16,54%	17,68%
Wpływ automatyzacji na poprawę efektywności wodnej	21,74%	13,40%

	1 runda	2 runda
Badany element	Wsp. Zmienności	Wsp. Zmienności
Wpływ metodyki rozwiązywania problemów z arkuszem A3 na poprawę efektywności wodnej	54,12%	51,47%
Wpływ Kaizen na poprawę gospodarki odpadami	31,06%	38,04%
Wpływ 5S na poprawę gospodarki odpadami	28,13%	28,40%
Wpływ metodyki rozwiązywania problemów z arkuszem A3 na poprawę gospodarki odpadami	56,96%	62,11%
Wpływ mapowania strumienia wartości - VSM na poprawę gospodarki odpadami	46,24%	44,72%
Wpływ automatyzacji na poprawę gospodarki odpadami	33,93%	24,06%
	38,61%	33,79%

Źródło: Opracowanie własne

Liczba współczynników zmienności cechująca się niższą wartością niż w pierwszej rundzie badania wynosi 23 z 30, co w połączeniu ze spadkiem średniej wartości współczynnika zmienności świadczy o większej zgodności ekspertów po drugiej rundzie badania. Na podstawie analizy statystycznej i wyników badania autor podjął decyzję o zakończeniu badania składającego się z dwóch rund badania opinii ekspertów. Wnioski płynące z analizy statystycznej zostały przedstawione w podrozdziale 6.4.

6.4. Podsumowanie i wnioski z badania opinii ekspertów w zakresie siły wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w obszarach operacyjnych

Badanie opinii ekspertów zostało przeprowadzone w dwóch rundach, po których autor mógł wyciągnąć wnioski w zakresie oceny siły wpływu wybranych metod i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w obszarach operacyjnych. Odpowiedzi ekspertów charakteryzowały się średnim rozproszeniem, które najlepiej opisują współczynniki zmienności oraz konkordancji Kendalla z uwagi na zastosowanie porządkowej skali Likerta od 1 do 5.

W pierwszej rundzie badania zagregowany współczynnik konkordancji W Kendalla wyniósł 0,45, co wskazywało na pewną rozbieżność w ocenach ekspertów jednak pozwalało określić zgodność na poziomie dobrym. Średnia wartość współczynnika zmienności wyniosła 38,61%, co oznaczało, że zmienność odpowiedzi ekspertów była na umiarkowanym poziomie.

Po zapoznaniu się z raportem podsumowującym wyniki pierwszej rundy badania i przeprowadzeniu drugiej rundy badania, współczynnik konkordancji W Kendalla wzrósł do 0,62, co oznaczało wzrost zgodności między ekspertami i pozwoliło autorowi ocenić zgodność na poziomie plus dobrym według przyjętej skali. Taki wynik sugeruje, że eksperci doszli do większego konsensusu w ocenach siły wpływu metod zarządzania na poprawę wyników

w sześciu obszarach operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego powiązanych z celami Zrównoważonego Rozwoju. Ponadto po drugiej rundzie badania zaobserwowano zmniejszenie współczynnika zmienności oceny wpływu metod zarządzania na obszary operacyjne poziomu umiarkowanego na mały według przyjętej skali. Potwierdza to, że eksperci byli bardziej zgodni w swoich ocenach, co wskazuje również na mniejszą rozbieżność w percepcji wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na obszary operacyjne. Wzrost wartości współczynnika konkordancji W Kendalla oraz spadek współczynnika zmienności w ocenie wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym potwierdzają postęp w osiąganiu zgody między ekspertami.

Wyniki badania opinii ekspertów stanowią podstawę do dalszych analiz i rekomendacji wykorzystanych w **III ETAPIE** pracy badawczej. Metoda delficka wzbogaca proces badawczy o wiedzę oraz opinie ekspertów ustalając konsensus w zakresie oceny siły wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wyników w obszarach operacyjnych. Jest to istotne w kontekście podejmowania decyzji w dalszym etapie prac skupiającym się na opracowywaniu ilościowej metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej.

Badanie opinii ekspertów przeprowadzone w dwóch rundach pozwoliło zrealizować ósme zadanie badawcze Z8 postawione w ramach rozprawy.

Wyniki badania opinii ekspertów informujące o sile wpływu poszczególnych metod i narzędzi zarządzania stanowią o wkładzie wykorzystanym do dziewiątego zadania badawczego Z9 stanowiącego o przedostatnim kroku **III ETAPU** pracy badawczej.

Sposób wykorzystania informacji płynących z badania opinii ekspertów opisano w ramach Rozdziału 7 opisującego metodę oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego.

Według przyjętej w ramach niniejszej rozprawy doktorskiej metodyki realizacji pracy, dysertacja realizowana jest w trzech głównych etapach pracy badawczej. Końcowym zadaniem realizowanym w ramach ostatniego, **III ETAPU** pracy badawczej jest zbudowanie ilościowej metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego wspierającej realizację celów koncepcji Zrównoważonego Rozwoju. Opracowanie metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa jest tożsame z realizacją celu niniejszej rozprawy doktorskiej.

7. Metoda oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa wspierającej absorpcję Celów Zrównoważonego Rozwoju.

7.1. Kontekst, założenia i charakterystyka proponowanej metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego.

Przedsiębiorstwa produkcyjne wykorzystują i przetwarzają zasoby za pomocą pracy ludzi i maszyn tworząc produkty oraz generując odpady (Frosch R. A., Gallopoulos N. E., 1989, s. 144). Produkowanie wyrobów wiąże się z obciążeniami, które dotyczą przede wszystkim zasoby naturalne oraz ekosystemy. Przyspieszenie rozwoju przemysłu na przestrzeni ostatnich dekad doprowadziło do wielu nieznanych do tej pory wyzwań, m.in. zmian klimatycznych oraz degradacji środowiska naturalnego. Spowodowało to również wzrost świadomości społecznej w tej dziedzinie (Dong, H., i in. 2022, s. 1742, Gunasekaran A., Spalanzani A., 2012, s. 36). Zmiany klimatyczne stały się jednym z głównych tematów globalnej polityki czego przykładem są cele neutralności węglowej do roku 2050-60 m.in. w Unii Europejskiej, Stanach Zjednoczonych i Chinach (Fetting C., 2020, s. 5, <https://www.whitehouse.gov>, dostęp online: 05.02.2023, Dong, H., i in. 2022, s. 1742). Transformacja przemysłowa w kierunku Zrównoważonego Rozwoju wymaga złożonego procesu zmian technologicznych, kulturowych, społecznych, a przede wszystkim organizacyjnych (Quist J., Vergragt P. J., 2004, s. 409), dlatego bardzo istotnym aspektem w procesie transformacji jest element innowacyjności, nie tylko w zakresie implementowanej technologii, ale również w zakresie organizacji i zarządzania procesami przedsiębiorstwa, które jak dowiedziono mają pozytywny wpływ na osiągnięcie Zrównoważonego Rozwoju (Zhang, Y., i in. 2019, s. 17). Zmiany organizacyjne i sposoby zarządzania, skupiające się na poprawie bezpieczeństwa, wzroście efektywności procesów oraz wykorzystywania zasobów mogą stanowić o jednym z etapów w procesie transformacji przedsiębiorstwa w kierunku Zrównoważonego Rozwoju. W związku z powyższym autor niniejszej rozprawy rozpatruje obszar doskonalenia procesów jako jeden z elementów w strategii osiągnięcia Zrównoważonego Rozwoju przez przedsiębiorstwo produkcyjne, a obszar problemowy rozumie jako sferę, na którą przedsiębiorstwo produkcyjne ma bezpośredni wpływ poprzez działania operacyjne, które prowadzi. Ocena poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa wspierającego Zrównoważony Rozwój obejmuje analizę i ocenę działalności w sześciu wybranych przez autora obszarach operacyjnych tj.

bezpieczeństwo i ergonomia pracy, wydajność procesów produkcyjnych, efektywność; materiałowa, energetyczna i wodna oraz gospodarowanie odpadami⁹⁶.

W nawiązaniu do definicji doskonałości operacyjnej przedstawionej w rozdziale 2 niniejszej rozprawy⁹⁷, kluczowym elementem osiągnięcia doskonałości operacyjnej jest metodyczne zarządzanie procesami, wpływające na poprawę zdolności systemów produkcyjnych. Metodyczne zarządzanie wg. określonych koncepcji wiąże się z implementacją i wykorzystywaniem poszczególnych metod, technik i narzędzi zarządzania, które pozwalają uzyskiwać rezultaty założone przez wdrażającego. W ramach niniejszej rozprawy zakłada się, że implementacja metod zarządzania pozytywnie wpływa na poprawę wyników operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego i jego doskonałość operacyjną, co ma swoje potwierdzenie w analizie literatury oraz przeprowadzonych przez autora badaniach opisanych w rozdziałach 5 oraz 6. Wyniki przeprowadzonych badań potwierdzają rozważaną w ramach niniejszej rozprawy hipotezę, że wzrost poziomu doskonałości operacyjnej jest pozytywnie skorelowany ze wzrostem absorpcji Celów Zrównoważonego Rozwoju.

Przez absorpcję autor rozumie *behawioralny proces zachodzący w organizacji składający się z 5 etapów tj. identyfikowania, przyjmowania, adaptowania, akceptowania, inkorporowania określonych zasad, metod i rozwiązań wykorzystywanych w zarządzaniu* (Bi, X., Yu, C., 2008, s. 338). W ujęciu tematu niniejszej rozprawy w zakresie Zrównoważonego Rozwoju oznacza to, iż opisany pięcioetapowy proces obejmuje zasady, metody i rozwiązania zarządcze bezpośrednio lub pośrednio wspierające Cele Zrównoważonego Rozwoju.

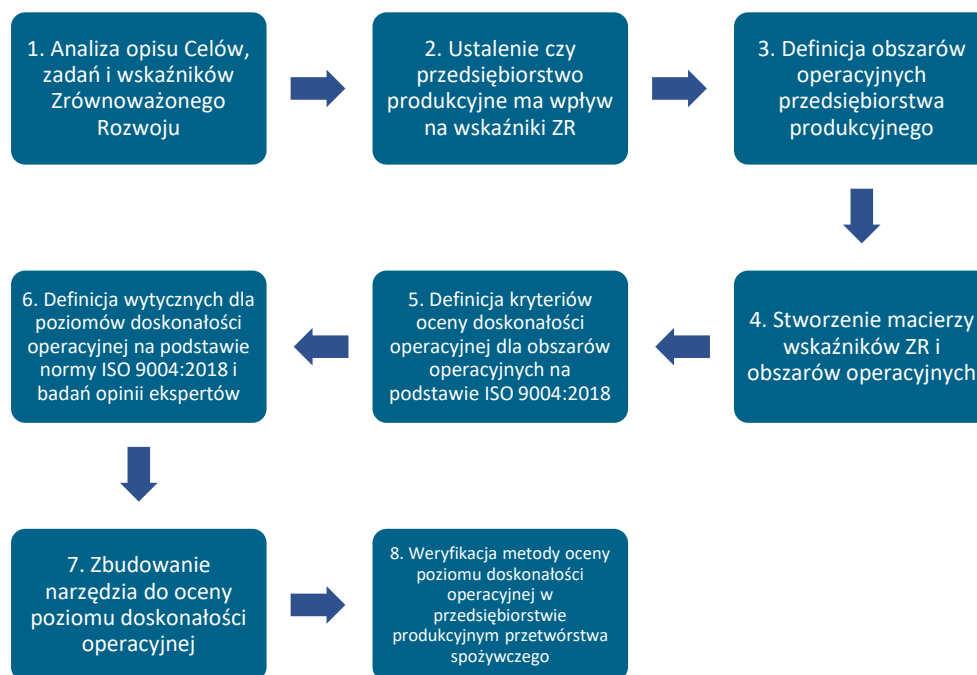
W celu skutecznego zrozumienia i zidentyfikowania poziomu doskonałości operacyjnej organizacji, opracowano metodę oceny poziomu doskonałości operacyjnej wspierającej absorpcję Celów Zrównoważonego Rozwoju opartą o:

- badania literaturowe m.in. normy ISO 9004:2018 w zakresie dojrzałości organizacyjnej,
- wnioski z badań przeprowadzonych w ramach **II ETAPU** pracy badawczej,
- wnioski z badań opinii ekspertów przeprowadzonych w ramach **III ETAPU** pracy badawczej, przedstawionych w Rozdziale 6.

⁹⁶ Szczegółowy opis relacji pomiędzy działalnością operacyjną przedsiębiorstw produkcyjnych i Zrównoważonym Rozwojem omówiono w rozdziale 4 niniejszej rozprawy.

⁹⁷ Więcej w podrozdziale 2.1

Przygotowana w ramach niniejszej rozprawy doktorskiej metoda oceny poziomu doskonałości operacyjnej została opracowana według schematu przedstawionego na Rysunku 34.



Rysunek 34 Schemat opracowania metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego.
Źródło: Opracowanie własne

W ramach opracowywania metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej w pierwszym kroku autor rozprawy dokonał szczegółowej analizy opisu celów, zadań i wskaźników Zrównoważonego Rozwoju. Zestawienie wszystkich Celów Zrównoważonego Rozwoju znajduje się w sekcji Załączniki jako Załącznik 2 – Oficjalna lista celów i wskaźników SDG. W drugim kroku przeprowadzono analizę spójności Celów Zrównoważonego Rozwoju z działalnością operacyjną przedsiębiorstwa produkcyjnego, której fragment przedstawiono w Tabeli 99. Kompletna analiza w formie tabelarycznej znajduje się w sekcji Załączniki jako Załącznik 8 – Analiza spójności Celów Zrównoważonego Rozwoju z działalnością operacyjną przedsiębiorstwa produkcyjnego.

Tabela 99 Fragment tabeli z analizą spójności Celów Zrównoważonego Rozwoju z operacyjną działalnością przedsiębiorstwa produkcyjnego

Cele Zrównoważonego Rozwoju	Czy przedsiębiorstwo produkcyjne poprzez zarządzanie procesami produkcyjnymi i osiągnięcie doskonałości operacyjnej ma bezpośredni wpływ na realizację Celu Zrównoważonego Rozwoju?		
	TAK/NIE	Wskaźnik	Wyjaśnienie
Cel 4. Zapewnienie włączającej i sprawiedliwej edukacji wysokiej jakości oraz promowanie możliwości uczenia się przez całe życie dla wszystkich.	NIE	Brak	Niezwiązane z zagadnieniami tematu pracy - dotyczy problematyki związanej z dostępem do systemu edukacji.
Cel 5. Osiągnięcie równości płci i wzmocnić pozycję wszystkich kobiet i dziewcząt.	TAK	5.1.1	5.1.1 - Dzięki poprawie bezpieczeństwa i ergonomii pracy przedsiębiorstwo może wyeliminować dyskryminację ze względu na płeć, dostosowując stanowiska pracy pod kątem obciążenia, promując przy tym równość.
Cel 6. Zapewnienie wszystkim dostępności i zrównoważonej gospodarki wodnej i sanitarnej.	TAK	6.4.1, 6.4.2	6.4.1, 6.4.2 - Poprawa efektywności wykorzystania wody do procesów technologicznych, zmniejszając zjawisko tzw. stresu wodnego.
Cel 7. Zapewnienie wszystkim dostępu do niedrogiej, niezawodnej, zrównoważonej i nowoczesnej energii.	TAK	7.3.1	7.3.1 - Energochłonność i efektywność wykorzystania energii elektrycznej do procesów technologicznych.

Źródło: Opracowanie własne

W krokach trzecim oraz czwartym, na podstawie charakterystyki celów, zadań i wskaźników Zrównoważonego Rozwoju oraz działalności operacyjnej przedsiębiorstw produkcyjnych autor zdefiniował powiązane z nimi sześć obszarów operacyjnych. Następnie, opracowano macierz przedstawioną w Tabeli 100, która przedstawia relacje wskaźników Zrównoważonego Rozwoju do obszarów operacyjnych. Numery wskaźników przedstawione w Tabeli 100 są oficjalnym oznaczeniem wskaźników Zrównoważonego Rozwoju, a wszystkie wskaźniki zostały przedstawione w Załączniku 2 w sekcji Załączniki.

Tabela 100 Macierz obszarów działalności operacyjnej wraz z powiązаныmi z nimi wskaźnikami Zrównoważonego Rozwoju

Obszar operacyjny	Wskaźniki Zrównoważonego Rozwoju					
Bezpieczeństwo i ergonomia	3.9.3	5.1.1	8.5.1	8.5.2	8.8.1	10.2.1
Wydajność procesów produkcyjnych	7.3.1	9.2.1	9.4.1	9.3.1	14.3.1	
Efektywność energetyczna	7.3.1	14.3.1	9.4.1			
Efektywność wodna	6.4.1	6.4.2				
Efektywność materiałowa	8.4.1	8.4.2	12.1.1	12.2.1	12.3.1	
Gospodarka odpadami	11.6.1	12.4.1	12.4.2	12.5.1	14.1.1	

Źródło: Opracowanie własne

Kolejny, piąty krok prac nad ilościową metodą oceny poziomu doskonałości operacyjnej obejmował definicję kryteriów, wobec których organizacja powinna być oceniana. W tym celu przeprowadzono badanie literaturowe, przybliżające aktualny stan wiedzy w zakresie dostępnych modeli doskonałości operacyjnej oraz kryteriów uwzględnianych w ocenie doskonałości operacyjnej organizacji, na którą wpływ mają różne czynniki. Wpływ czynników wewnętrznych potwierdza między innymi teoria zasobowa, która zakłada, że organizacja jest zbiorem zasobów i kompetencji. Czynniki wewnętrzne, takie jak środki trwałe, umiejętności i wiedza pracowników czy sposób organizowania mają wpływ na efektywność organizacji i stanowią o istotnym elemencie konkurencyjności przedsiębiorstwa (Hanggraeni D., i in., 2019, s. 2-4). Podobnie jest w przypadku czynników zewnętrznych, takich jak atrakcyjność, struktura branży czy pozycja rynkowa. Zdaniem M. Portera są one kluczowymi elementami wpływającymi na sukces przedsiębiorstwa funkcjonującego na danym rynku (Porter M. E., 1991, s. 99-100).

Doskonałość operacyjna jest konceptem, który ma za zadanie reprezentować wybitne na tle konkurencji wyniki biznesowe organizacji w całej branży (Breja S. K., Banwet D. K., Iyer K.C., 2016, s. 390). Przedsiębiorstwa posiadające aspiracje do przekraczania ponadprzeciętnych wyników w ramach swojej branży, starają się zdobywać nagrody w zakresie doskonałości operacyjnej, bazujące na określonych kategoriach i kryteriach oceny. Do najpopularniejszych i najbardziej respektowanych na świecie modeli doskonałości operacyjnej zalicza się; japoński Deming Prize Model, amerykański MBNQ Award Model oraz europejski EFQM Excellence Model. Modele te doprowadziły do dynamicznego rozwoju i globalnego rozprzestrzeniania się praktyki nagradzania doskonałości operacyjnej organizacji, w oparciu o amerykańsko-europejską strukturę i kryteria ocen. (Porter, L., Tanner, S., 2012, s. 7-9, Ghicajanu M., i in., 2015, s. 449, Nenadál, J., Vykydal, D., Waloszek, D. 2018, s. 51). W ramach rozprawy, modele te nazywane są modelami wzorcowymi. Każdy z modeli zakłada samoocenę organizacji według określonych kategorii, które przedstawiono w Tabeli 101. Tak jak w przypadku modeli wzorcowych, proponowana w ramach rozprawy metoda przyjęła formę samooceny organizacji.

Tabela 101 Kategorie oceny w modelach doskonałości operacyjnej

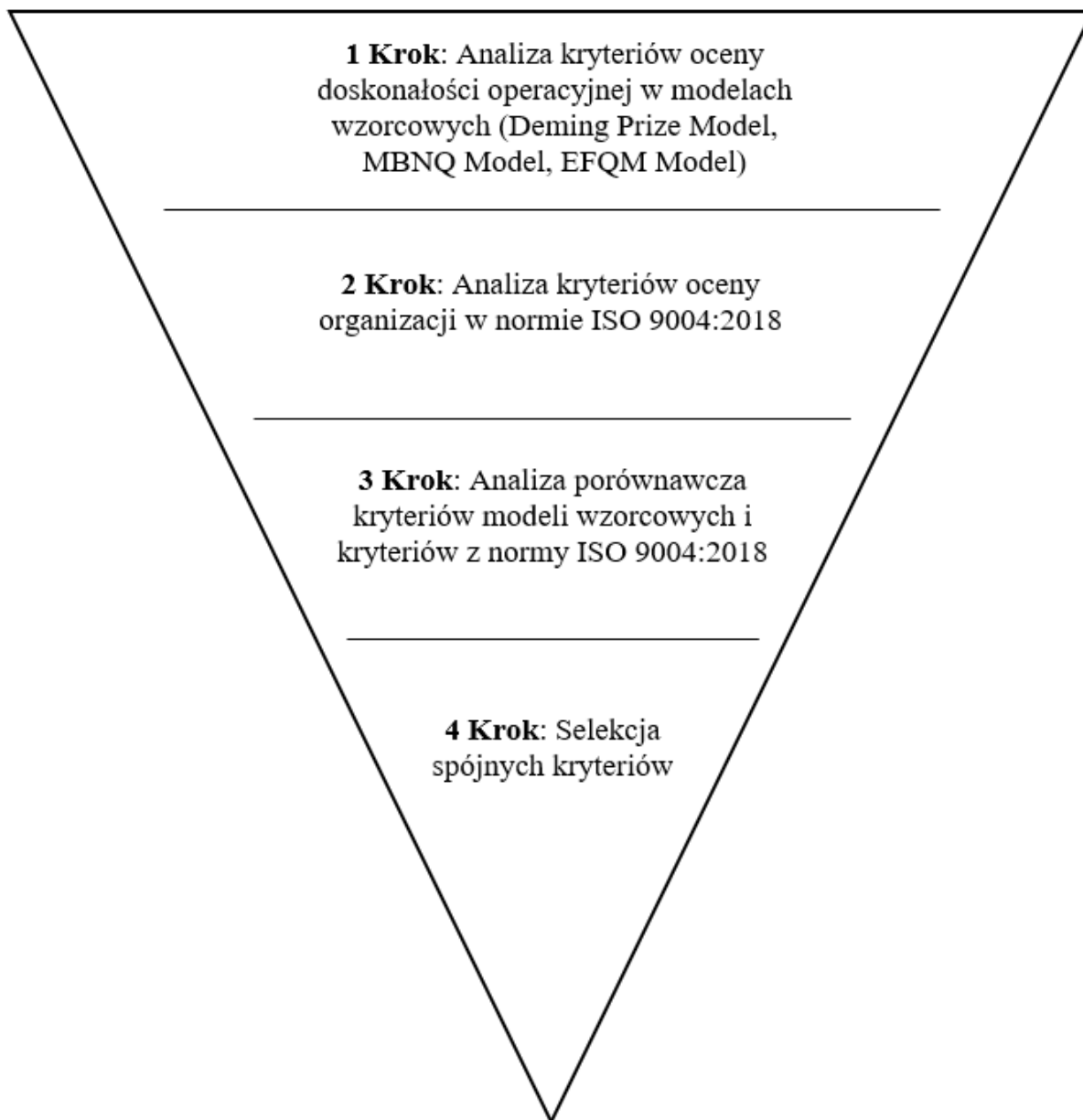
Deming Prize Model	MBNQ Award Model	EFQM Excellence Model 2020
1. Polityka i strategia	1. Przywództwo	1. Cel, wizja, strategia
2. Organizacja	2. Strategia	2. Kultura organizacyjna i przywództwo
3. Informacja	3. Skupienie na kliencie	3. Angażowanie interesariuszy
4. Standaryzacja	4.1 Pomiar	4. Tworzenie zrównoważonej wartości
5. Zasoby ludzkie	4.2 Analiza	5. Nastawienie na wyniki i transformacja
6. Aktywności w zakresie jakości	4.3 Zarządzenie wiedzą	6. Percepcja udziałowców i interesariuszy
7. Utrzymanie i aktywności kontrolne	5. Siła robocza	7. Efektywność strategiczna i operacyjna
8. Doskonalenie	6. Zarządzanie procesami	
9. Efekty	7. Rezultaty biznesowe (organizacyjne, finansowe, odpowiedzialność społ.)	
10. Przyszłe plany		

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Porter, L., Tanner, S., 2012, s. Ghicajanu M., i in., 2015, s. 449, <https://shop.efqm.org/publications/the-efqm-model--br-revised-2nd-edition/>, dostęp online 10.10.2022, <https://www.nist.gov/baldrige/baldrige-criteria-commentary>, dostęp online 10.10.2022.

Pomimo różnic w opisach i nazewnictwie, modele posiadają wiele podobieństw. Każdy z nich zakłada ocenę organizacji w zakresie m.in.:

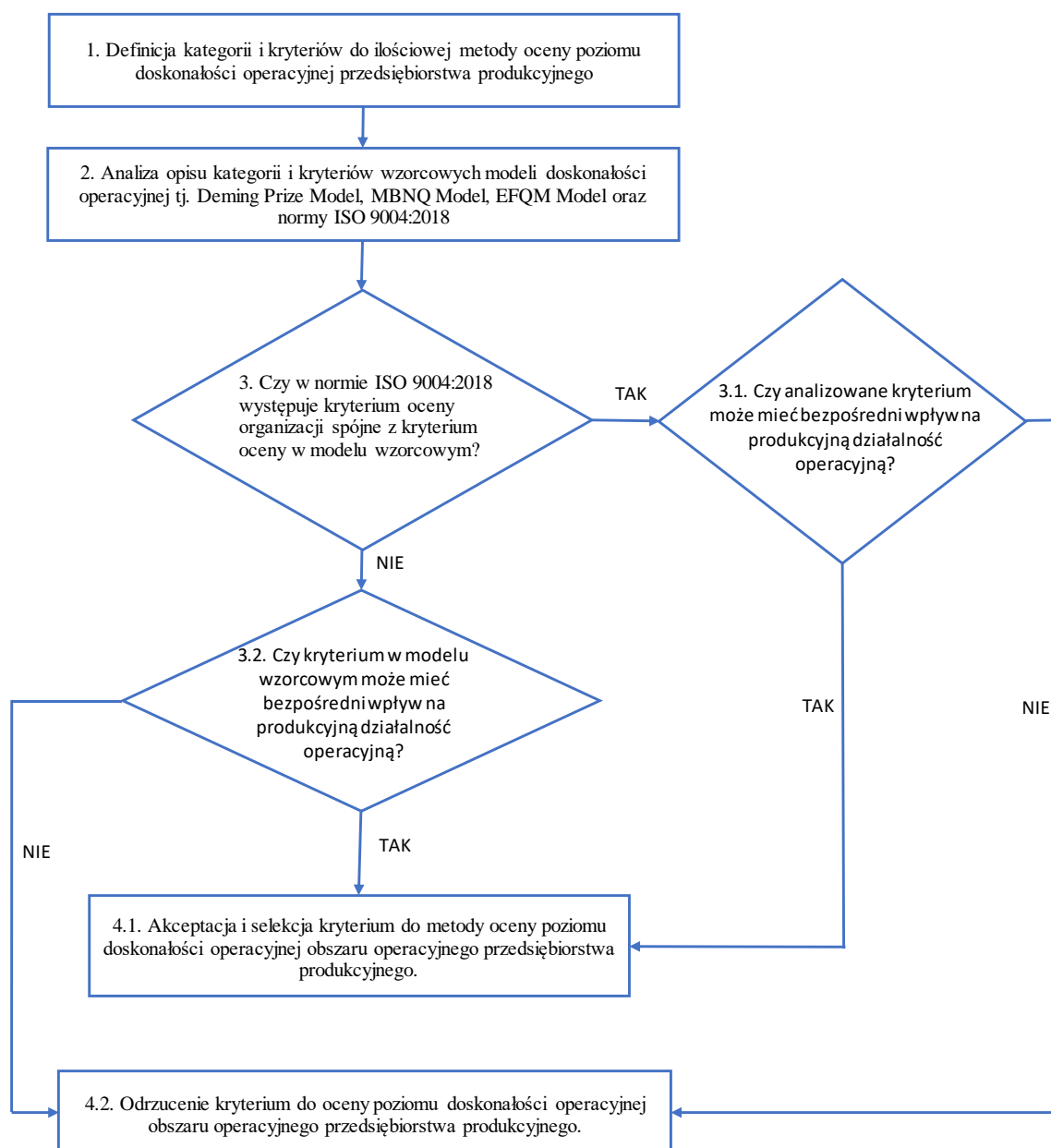
- strategii,
- przywództwa,
- zarządzania zasobami (w tym zasobami ludzkimi),
- zarządzania procesami,
- analizie wskaźnikowej wyników i efektów działalności organizacji,
- doskonalenia procesów,
- zarządzania wiedzą,
- innowacyjności.

Proces doboru kryteriów do oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego w opracowanej przez autora metodzie składał się z czterech kroków przedstawionych na Rysunku 35.



Rysunek 35 Proces selekcji kryteriów oceny w metodzie oceny poziomu doskonałości operacyjnej
Źródło: Opracowanie własne

Na podstawie analizy porównawczej kategorii oraz kryteriów oceny we wzorcowych modelach doskonałości operacyjnej oraz kryteriów obecnych w normie ISO 9004:2018, autor dokonał selekcji kryteriów doskonałości operacyjnej. Analiza porównawcza i selekcja kryteriów zostały przeprowadzone zgodnie ze schematem przedstawionym na Rysunku 36.



Rysunek 36 Schemat postępowania podczas selekcji aspektów do oceny poziomu doskonałości operacyjnej w opracowanej metodzie

Źródło: Opracowanie własne

W rezultacie analizy, wyselekcjonowano z normy ISO 9004:2018 kryteria doskonałości operacyjnej spójne z kryteriami i kategoriami obecnymi w modelach wzorcowych, co przedstawiono w Tabeli 102. Wyselekcjonowane kryteria zostały wykorzystane do zbudowania ilościowej metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej opracowanej w ramach rozprawy doktorskiej.

Tabela 102 Zestawienie kryteriów oceny organizacji modeli wzorcowych z wyselekcjonowanymi kryteriami oceny organizacji na podstawie normy ISO

Deming Prize Model	Proponowane kryteria oceny wg. normy ISO 9004:2018	MBNQ Award Model	Proponowane kryteria oceny wg. normy ISO 9004:2018	EFQM Excellence Model 2020	Proponowane kryteria oceny wg. normy ISO 9004:2018
1. Polityka i Strategia	5.3, 7.2, 7.3	1. Przywództwo	7.1, 7.4, 9.7	1. Cel, wizja, strategia	6.2, 7.2, 7.3
2. Organizacja	7.1	2. Strategia	7.2, 7.3	2. Kultura organizacyjna i przywództwo	6.2, 7.1, 7.4
3. Informacja	9.4, 10.2	3. Skupienie na kliencie	5.3	3. Angażowanie interesariuszy	5.3, 7.2, 8.1, 8.3, 8.4, 9.2
4. Standaryzacja	8.1, 8.3, 8.4	4.1 Pomiar	9.4, 10.2	4. Tworzenie zrównoważonej wartości	8.1, 8.3, 8.4, 10.5, 10.6, 11.2, 11.4
5. Zasoby ludzkie	9.2, 9.3, 9.5, 11.3	4.2 Analiza	10.1, 10.3, 10.4, 11.4	5. Nastawienie na wyniki i transformacja	5.3, 9.3, 9.4, 9.5, 9.7, 11.3
6. Aktywności w zakresie jakości	8.1, 8.3	4.3 Zarządzenie wiedzą	9.3, 11.3	6. Percepcja udziałowców i interesariuszy	8.1, 8.3, 8.4, 9.2, 10.2, 9.7
7. Utrzymanie i aktywności kontrolne	10.2, 10.5	5. Skupienie na zasobach ludzkich	9.2, 11.3, 9.5	7. Efektywność strategiczna i operacyjna	10.1, 10.2, 10.3, 10.4
8. Doskonalenie	10.5, 10.6, 11.2	6. Zarządzanie procesami	8.1, 8.3, 8.4, 9.4, 9.5, 10.2, 10.5, 10.6, 11.2		
9. Efekty	9.7, 10.1, 10.2, 10.3, 10.4	7. Rezultaty biznesowe (organizacyjne, finansowe, odp. społ.)	10.1, 9.2		
10. Przyszłe plany	7.2, 11.4				

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Porter, L., Tanner, S., 2012, s. Ghicajanu M., i in., 2015, s. 449, <https://shop.efqm.org/publications/the-efqm-model--br-revised-2nd-edition/>, dostęp online 10.10.2022, <https://www.nist.gov/baldrige/baldrige-criteria-commentary>, dostęp online 10.10.2022, ISO 9004:2018, 2018, s. 27-57

Końcowe zestawienie składa się z 7 kategorii oraz 18 kryteriów oceny poziomu doskonałości operacyjnej i zostało przedstawione w Tabeli 103. Opis kryteriów

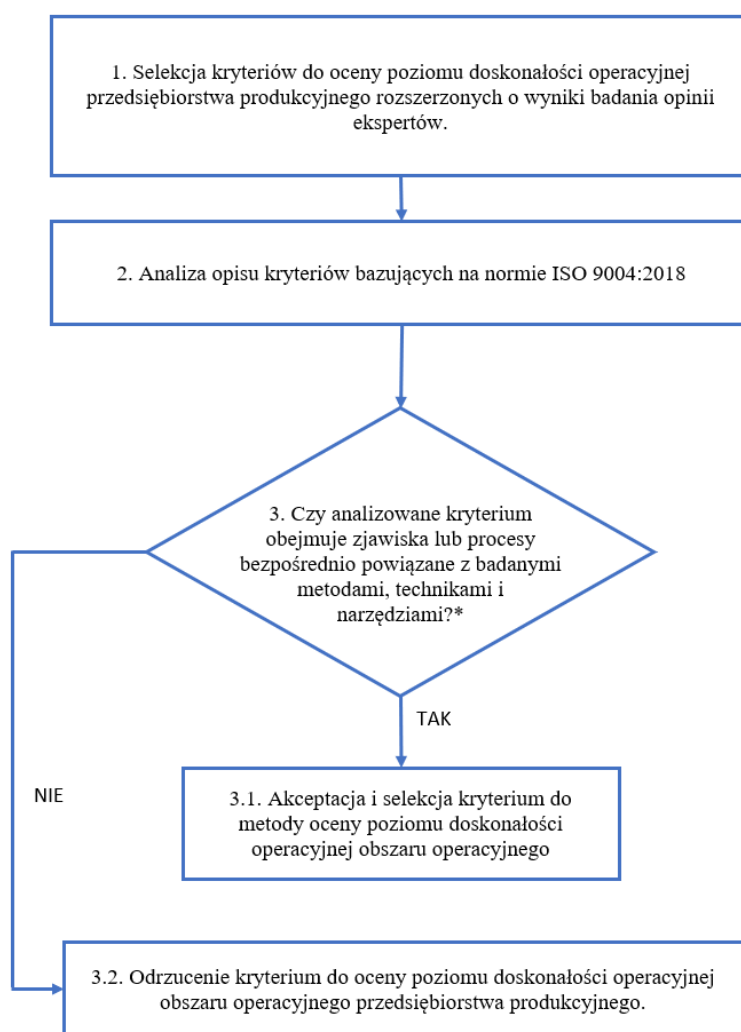
Tabela 103 Zestawienie kategorii oraz kryteriów oceny w ramach metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego

Kategoria	Kryterium oceny
Kontekst i otoczenie	5.3 - Kwestie zewnętrzne i wewnętrzne
Tożsamość organizacji	6.2 - Misja wizja i kultura organizacyjna
Przywództwo	7.1, 7.4 - Przywództwo i komunikacja
	7.2 - Strategia
	7.3 - Cele
Zarządzanie procesami	8.1, 8.3, 8.4 - Właścicielstwo i zarządzanie procesami
Zarządzanie zasobami	9.2 - Ludzie
	9.3 - Wiedza w organizacji
	9.4 - Technologia
	9.5 - Infrastruktura i środowisko pracy
	9.7 - Zasoby naturalne
Ocena efektywności organizacji	10.1 - Analiza efektywności organizacji
	10.2 - Wskaźniki efektywności
	10.3, 10.4 - Analiza i ocena efektywności procesów
	10.5, 10.6 - Audyt wewnętrzny i samoocena
Doskonalenie, nauka i innowacyjność	11.2 - Doskonalenie
	11.3 - Uczenie się
	11.4 - Innowacyjność

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ISO, I. 2018

Opracowana metoda oceny poziomu doskonałości operacyjnej zakłada samoocenę każdego z obszarów operacyjnych według siedmiu kategorii tj.; kontekstu i otoczenia, tożsamości organizacji, przywództwa, zarządzania procesami, zarządzania zasobami, oceny efektywności organizacji oraz elementu doskonalenia i innowacyjności. Kategorie oceniane są według osiemnastu wyselekcjonowanych i zmodyfikowanych na potrzeby pracy kryteriów przedstawionych w Tabeli 103. Kryteria oceny oraz ich sygnatury numeryczne pochodzą z normy ISO 9004:2018 gdzie stanowią element oceny poziomu dojrzałości organizacji. Na potrzeby niniejszej pracy zostały wykorzystane i dostosowane do zakresu tematycznego niniejszej rozprawy. Zestawienie wszystkich kryteriów oceny organizacji według normy ISO 9004:2018, analizowane w procesie selekcji, znajduje się w sekcji Załączniki jako Załącznik 10. Pełna samoocena przedsiębiorstwa obejmuje sześć obszarów operacyjnych przedstawionych w Tabeli 100 ocenianych według osiemnastu kryteriów oceny przedstawionych w Tabeli 103.

Szósty krok w procesie przedstawionym na Rysunku 35 obejmuje zdefiniowanie wytycznych oceny poziomów doskonałości operacyjnej od 1 do 5, gdzie 1 oznacza najniższy poziom, a 5 oznacza najwyższy poziom doskonałości operacyjnej. Wytyczne zdefiniowano dla sześciu obszarów operacyjnych oraz osiemnastu kryteriów oceny. Samoocena polega na wyborze opisu wariantu (poziomu doskonałości) najbardziej odpowiadającemu stanowi rzeczywistemu w przedsiębiorstwie. Opis wytycznych dla każdego obszaru operacyjnego, kryterium oraz poziomu doskonałości operacyjnej, opracowano na podstawie normy ISO 9004:2018 oraz wniosków z badań przeprowadzonych w **II** oraz **III ETAPIE** pracy badawczej. Na podstawie analizy opisu poszczególnych kryteriów dokonano ich selekcji do rozszerzenia według schematu na Rys 37.

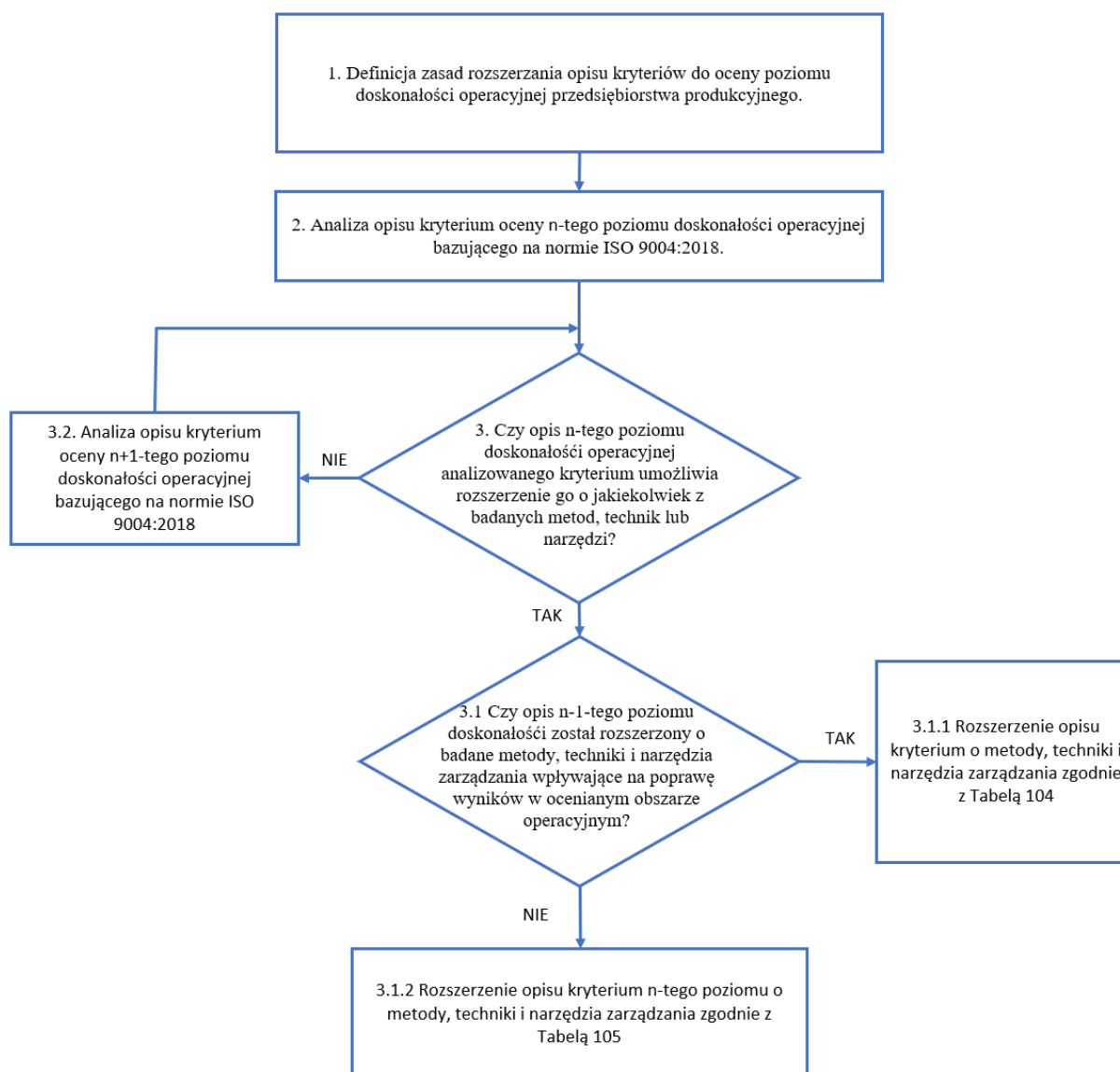


* To znaczy, że opisuje stan lub procesy, które mogą być zarządzane według lub z użyciem badanych metod, technik i narzędzi zarządzania.

Rysunek 37 Schemat selekcji kryteriów do rozszerzenia opisu o wyniki badań opinii ekspertów przeprowadzonych w ramach III ETAPU pracy badawczej.

Źródło: Opracowanie własne

Rozszerzenie opisu kryteriów o wnioski z drugiej rundy badania delfickiego, opisane w podrozdziale 6.2, wykonano według schematu przedstawionego na Rysunku 39. Przykład wytycznych przedstawiono w Tabeli 106, a całość opisu wytycznych poziomów doskonałości operacyjnej dla wszystkich osiemnastu kryteriów oraz sześciu obszarów operacyjnych znajduje się w Załączniku 11 jako Wytyczne do oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego.



Rysunek 38 Schemat postępowania podczas rozszerzania opisu kryteriów o wnioski z badań przeprowadzonych w ramach II i III ETAPU pracy badawczej
 Źródło: Opracowanie własne

Tabela 104 Zasady rozszerzania opisu poziomów doskonałości operacyjnej w kryteriach oceny przedsiębiorstwa

Opisywany poziom doskonałości operacyjnej	Zasady rozszerzenia opisu kryterium w ocenie poziomu doskonałości operacyjnej
1	Do opisu należy dodać metodę, technikę lub narzędzie zarządzania o najniższej wartości Swk w drugiej rundzie badania delfickiego.
2	Do opisu należy dodać metodę, technikę lub narzędzie zarządzania o drugiej najniższej wartości Swk w drugiej rundzie badania delfickiego
3	Do opisu należy dodać metodę, technikę lub narzędzie zarządzania o trzeciej najniższej wartości Swk w drugiej rundzie badania delfickiego
4	Do opisu należy dodać metodę, technikę lub narzędzie zarządzania o drugiej najwyższej wartości Swk w drugiej rundzie badania delfickiego
5	Do opisu należy dodać metodę, technikę lub narzędzie zarządzania o najwyższej wartości Swk w drugiej rundzie badania delfickiego

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 105 Zasady rozszerzania opisu poziomów doskonałości operacyjnej w kryteriach oceny przedsiębiorstwa

Opisywany poziom doskonałości operacyjnej	Zasady rozszerzenia opisu kryterium w ocenie poziomu doskonałości operacyjnej
1	Do opisu należy dodać metodę, technikę lub narzędzie zarządzania o najniższej wartości Swk w drugiej rundzie badania delfickiego.
2	Do opisu należy dodać metody, techniki lub narzędzia zarządzania o najniższej oraz drugiej najniższej wartości Swk w drugiej rundzie badania delfickiego
3	Do opisu należy dodać metody, techniki lub narzędzia zarządzania o trzech najniższych wartościach Swk w drugiej rundzie badania delfickiego
4	Do opisu należy dodać metody, techniki lub narzędzia zarządzania o czterech najniższych wartościach Swk w drugiej rundzie badania delfickiego
5	Do opisu należy dodać wszystkie metody, techniki lub narzędzia zarządzania o najwyższej wartości Swk w drugiej rundzie badania delfickiego

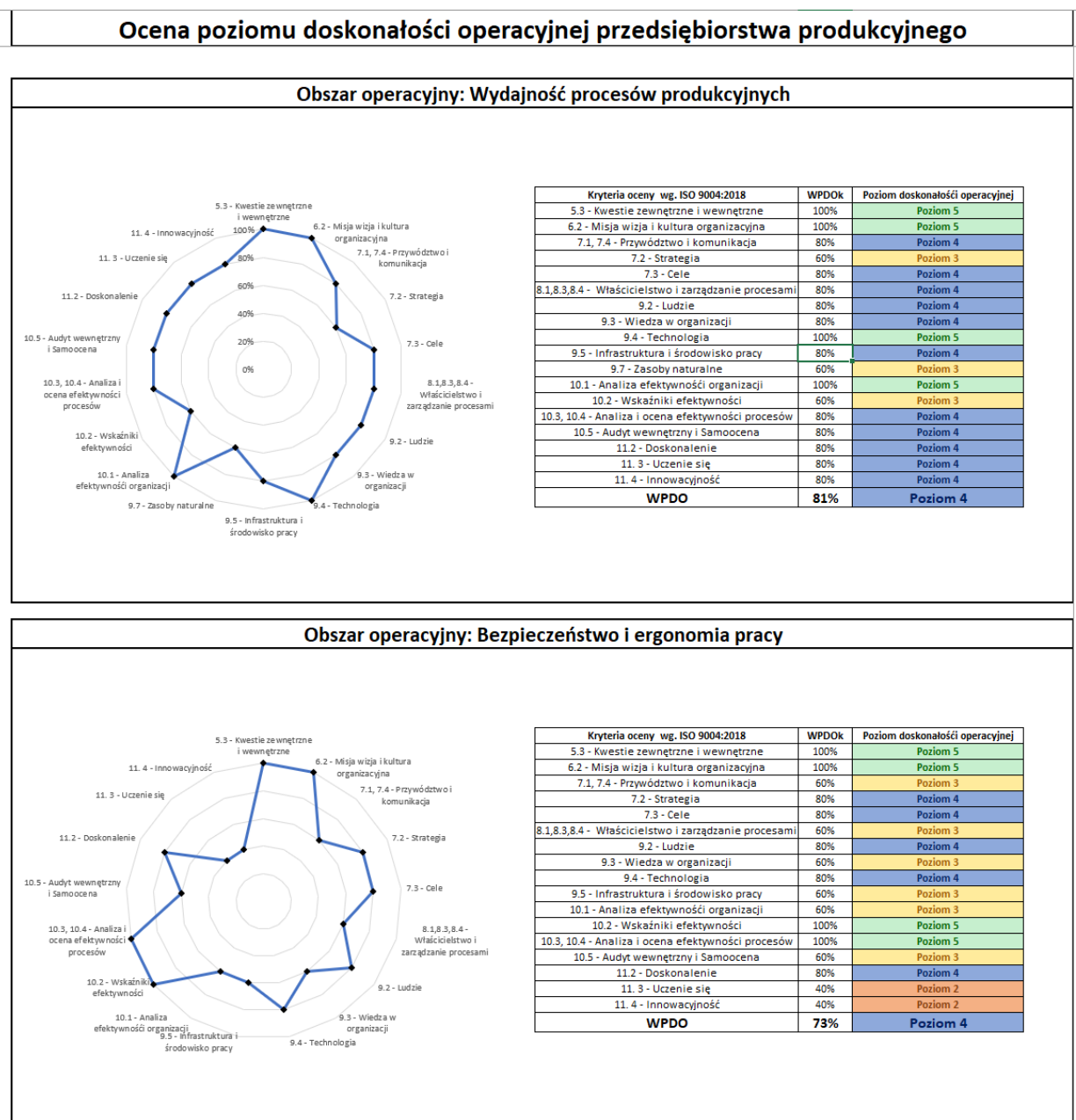
Źródło: Opracowanie własne

Tabela 106 Przykład wytycznych poszczególnych poziomów doskonałości operacyjnej dla obszaru wydajność procesów produkcyjnych i kryterium 11.2 - Doskonalenie

Kryterium	Poziom doskonałości operacyjnej w zakresie wydajności procesów produkcyjnych				
	1	2	3	4	5
9.5 - Infrastruktura i środowisko pracy	Potrzeby infrastruktury i środowiska pracy wpływające na wydajność procesów produkcyjnych są adresowane doraźnie. Brakuje zrozumienia oraz formalnego procesu zgłaszania i realizacji potrzeb.	Część potrzeb z zakresu infrastruktury i środowiska pracy wpływających na wydajność procesów produkcyjnych jest adresowane poprzez proces.	Istnieje proces identyfikujący ryzyka i szanse oraz wdrażający działania zapewniania monitoring lub doskonalenie infrastruktury i środowiska pracy wpływające na wydajność procesów produkcyjnych np. poprzez metodę rozwiązywania problemów arkuszem A3, mapowanie strumienia wartości lub inicjatywy Kaizen.	Istnieją procesy wdrażające zaawansowane techniki poprawiające wydajność obejmujące automatyzację, zapewniające maksymalną efektywność wykorzystania infrastruktury i zasobów środowiska pracy. Wpływają one na wydajność procesów produkcyjnych, co pomaga w osiągnięciu celów organizacji oraz spełnieniu wymogów prawnych.	Infrastruktura i środowisko pracy są zarządzane zgodnie z metodyką TPM, co jest kluczowym czynnikiem wpływającym na wydajność i efektywność procesów produkcyjnych i osiągnięciu oczekiwanych rezultatów.
11.2 - Doskonalenie	Aktywności doskonalące procesy w zakresie wydajności i efektywności procesów produkcyjnych przeprowadzane są w nieformalny i nieustrukturyzowany sposób.	Aktywności doskonalące procesy w zakresie wydajności i efektywności procesów produkcyjnych są prowadzone w sposób ustrukturyzowany i posiadają cele oraz wykorzystują metodykę rozwiązywania problemów A3 oraz mapowanie strumienia wartości.	1. Aktywności doskonalące procesy w zakresie wydajności i efektywności procesów produkcyjnych powiązane są ze strategią i celami, a zarząd jest widocznie zaangażowany w aktywności usprawniające. 2. Osoby znajdujące się najbliżej doskonalonych procesów są włączone w realizowanie aktywności wspierających strategię organizacji w zakresie wydajności i efektywności procesów produkcyjnych poprzez program Kaizen.	Udoskonalenia w zakresie wydajności procesów produkcyjnych obejmują automatyzację procesów i wdrażanie metod operacyjnych oraz prowadzą do wzrostu wiedzy w tej dziedzinie oraz kolejnych usprawnień.	Celem doskonalenia w zakresie wydajności i efektywności procesów produkcyjnych jest trwała zdolność uczenia się, zmiany i osiągnięciu długoterminowych sukcesów dzięki egzekwowaniu standardów spójnych z metodyką TPM.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie

Krok siódmy obejmował opracowanie narzędzia do oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego. Narzędzie zbudowano na bazie arkusza kalkulacyjnego w oprogramowaniu Microsoft Excel. Arkusz składa się z siedmiu zakładek. Pierwsza została nazwana *Pulpitem* i podsumowuje oceny poziomu doskonałości operacyjnej nadane kryteriom w sześciu obszarach operacyjnych. Zakładka zawiera tabele ze wskaźnikami wyliczonymi ze wzorów 7.1 – 7.4. Ponadto w zakładce *Pulpit* znajdują się wykresy radarowe dla ocenianych kryteriów tak jak przedstawiono na Rysunku 39.



Rysunek 39 Zrzut ekranu z narzędzia opracowanego dla metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej wspierającej absorpcje celów Zrównoważonego Rozwoju.
Źródło: Opracowanie własne

Pozostałe sześć zakładek jest dedykowane obszarom operacyjnym. Znajdują się tam tabele z opisem wszystkich pięciu poziomów doskonałości operacyjnej dla każdego z osiemnastu kryteriów oceny przedstawionych w Tabeli 103. W ramach opracowanej metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej wspierającej absorpcję celów Zrównoważonego Rozwoju, autor opisał i zdefiniował kryteria na podstawie normy ISO 9004:2018 oraz badań własnych. Zestawienie wszystkich osiemnastu kryteriów wraz z definicjami znajduje się w sekcji Załączniki jako Załącznik 12 – Definicje kryteriów w metodzie oceny poziomu doskonałości operacyjnej.

Każdy obszar operacyjny oceniany jest w osobnej zakładce. Poszczególne kryteria oceniane są w skali ocen od 1 do 5, Skala ta reprezentuje poziom doskonałości operacyjnej.

Końcowy raport znajdujący się w zakładce *Pulpit* składa się z:

- sześciu wykresów radarowych oraz 6 tabel dla każdego obszaru operacyjnego z wartościami wskaźnika WPDOk wyliczonego ze wzoru 7.3,
- jednego zagregowanego wykresu radarowego i wskaźnika ZWPDOo wyliczonego ze wzoru 7.2 oraz wskaźników WPDOo wyliczonego ze wzoru 7.1
- jednego zagregowanego wykresu radarowego i wskaźnika ZWPDOk wyliczonego ze wzoru 7.4 oraz wskaźników WPDOk wyliczonych ze wzoru 7.3

W celu uzyskania rzetelnych wyników ocena powinna być wykonana przez interdyscyplinarne zespoły odpowiedzialne za ocenę w wybranych kategoriach i tak np.:

- Kontekst i otoczenie – Zarząd przedsiębiorstwa.
- Tożsamość organizacji – Zarząd przedsiębiorstwa.
- Przywództwo – Zarząd przedsiębiorstwa, kierownictwo średniego i niższego szczebla.
- Zarządzanie procesami - kierownictwo średniego i niższego szczebla.
- Zarządzanie zasobami - kierownictwo średniego i niższego szczebla, specjaliści, inżynierowie.
- Ocena efektywności organizacji – Zarząd przedsiębiorstwa, kierownictwo średniego szczebla, audytorzy zewnętrzni, specjaliści, inżynierowie funkcyjni.
- Doskonalenie, nauka i innowacyjność - Zarząd przedsiębiorstwa, kierownictwo średniego szczebla, specjaliści, inżynierowie, audytorzy zewnętrzni.

Wskaźniki poziomu doskonałości operacyjnej zostały policzone ze wzoru 7.1 przedstawionego poniżej;

(7.1)

$$\overline{WPDOo} = \frac{\sum x_{kj}}{k * 5}, x_{kj} \in N \text{ i } x_{kj} \in \{1,2,3,4,5\}$$

gdzie:

\overline{WPDOo} – wskaźnik poziomu doskonałości operacyjnej dla obszarów operacyjnych

x_{kj} – wartość ocenianego kryterium dla j-tego obszaru operacyjnego w skali porządkowej 1-5

k – liczba ocenianych kryteriów oceny działalności operacyjnej

Zagregowany wskaźnik poziomu doskonałości operacyjnej został wyliczony ze wzoru 7.2

(7.2)

$$\overline{ZWPDOo} = \frac{\sum x_{kj}}{N * k * 5}, x_{kj} \in N \text{ i } x_{kj} \in \{1,2,3,4,5\}$$

gdzie:

\overline{ZWPDOo} – zagregowany wskaźnik poziomu doskonałości operacyjnej dla obszarów operacyjnych

x_{kj} – wartość ocenianego kryterium dla j-tego obszaru operacyjnego w skali porządkowej 1-5

k – liczba ocenianych kryteriów oceny działalności operacyjnej

N – liczba ocenianych obszarów operacyjnych

Wskaźniki poziomu doskonałości operacyjnej w ujęciu kryteriów oceny organizacji zostały wyliczone ze wzoru 7.3

(7.3)

$$\overline{WPDOk} = \frac{\sum x_{kj}}{N * 5}, x_{kj} \in N \text{ i } x_{kj} \in \{1,2,3,4,5\}$$

gdzie:

\overline{WPDOk} – wskaźnik poziomu doskonałości operacyjnej dla kryteriów oceny

x_{kj} – wartość ocenianego kryterium dla j-tego obszaru operacyjnego w skali porządkowej 1-5

N – liczba ocenianych obszarów operacyjnych

Zagregowany wskaźnik poziomu doskonałości operacyjnej w ujęciu kryteriów oceny organizacji został wyliczony ze wzoru 7.4

(7.4)

$$\overline{ZWPDOk} = \frac{\sum \sum x_{kj}}{N * k * 5}, x_{kj} \in N \text{ i } x_{kj} \in \{1,2,3,4,5\}$$

gdzie:

\overline{ZWPDOk} – zagregowany wskaźnik poziomu doskonałości operacyjnej dla kryteriów oceny

x_{kj} – wartość ocenianego kryterium dla j-tego obszaru operacyjnego w skali porządkowej 1-5

k – liczba ocenianych aspektów oceny działalności operacyjnej

N – liczba ocenianych obszarów operacyjnych

7.2. Weryfikacja metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego wspierającej absorpcję celów Zrównoważonego Rozwoju.

W ramach ostatniego, ósmego kroku przygotowana przez autora metoda oceny poziomu doskonałości operacyjnej została zweryfikowana na podstawie jednorazowego przeprowadzenia samooceny poziomu doskonałości operacyjnej w celu potwierdzenia oczekiwanego rezultatu, wynikającego z modelu konceptualnego. Na potrzeby niniejszej rozprawy doktorskiej autor rozumie pojęcie weryfikacji jako *jednorazowy proces*

przeprowadzony w celu ustalenia lub potwierdzenia oczekiwanej wydajności narzędzia oraz oznacza sprawdzenie narzędzia w warunkach przemysłowych (Kołakowska D., 2018, s. 91). Weryfikację przeprowadzono w dużym przedsiębiorstwie przetwórstwa przemysłowego z branży spożywczej. Zakład produkcyjny zatrudnia około 300 osób bezpośrednio zaangażowanych w procesy produkcyjne i działa na terenie województwa mazowieckiego. Przedsiębiorstwo oferuje swoim klientom produkty spożywcze w ponad 1500 różnych wariantach. Procesy produkcyjne realizowane są na 25 liniach produkcyjnych, a dzienny przepływ palet w standardzie EURO wynosi około 600. W zakładzie produkcyjnym procesy produkcyjne wspierane są dzięki wdrożonemu w pełni zintegrowanemu systemowi ERP, który swoimi modułami obejmuje: produkcję, logistykę, finanse (księgowość, koszty produkcji), rozliczanie czasu pracy, utrzymanie ruchu. Na przestrzeni lat przedsiębiorstwo zdobywało szereg certyfikatów m.in. od Japan Institute of Plant Maintenance związanych z zarządzaniem jakością oraz potwierdzeniem implementacji rozwiązań TPM.

Do samooceny przedsiębiorstwa w zakresie poziomu doskonałości operacyjnej zaangażowano interdyscyplinarne zespoły obejmujące:

- kadrę menadżerską,
- kadrę kierowniczą,
- kadrę specjalistów oraz inżynierów z obszarów:
 - produkcji,
 - utrzymania ruchu,
 - zapewnienia jakości,
 - bezpieczeństwa i higieny pracy,
 - ochrony środowiska.

Proces weryfikacji metody składał się z szeregu spotkań, podczas których zespoły robocze zapoznawały się z opisem ocenianych aspektów oraz definiowały ich stan faktyczny zestawiając go z opisem wybranych poziomów doskonałości operacyjnej. Potwierdzenie stanu faktycznego opierało się na wywiadach swobodnych, moderowanych przez prowadzącego oraz analizie dostępnych danych.

W rezultacie samooceny otrzymano podsumowanie wraz z zagregowanymi wskaźnikami poziomu doskonałości operacyjnej (ZWPDO) dla:

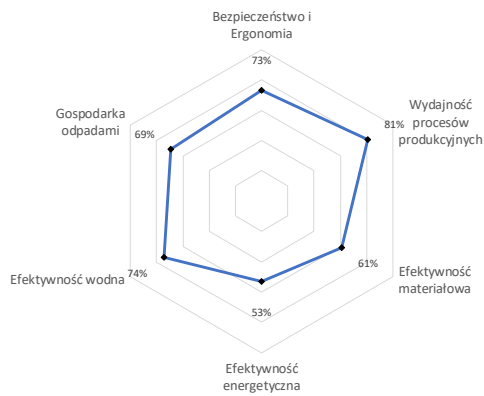
- obszarów operacyjnych powiązanych z celami Zrównoważonego Rozwoju zgodnie z Tabelą 100.
- kryteriów oceny działalności operacyjnej według normy ISO 9004:2018

Samooceny dokonano we wszystkich obszarach operacyjnych. Najwyższe wartości wskaźnika poziomu doskonałości operacyjnej objęły obszary: Wydajności procesów produkcyjnych, Efektywności wodnej oraz Bezpieczeństwa i Ergonomii, co przedstawiono na Rysunku 40. Z kolei najsilniejsze kryteria oceny objęły: Cele, Kwestie zewnętrzne i wewnętrzne, Misja wizja i kultura organizacyjna, co przedstawiono na rysunku 104. Pełne podsumowanie oceny poziomu doskonałości operacyjnej znajduje się w sekcji Załączniki jako Załącznik 13 - Zestawienie wyników oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego.

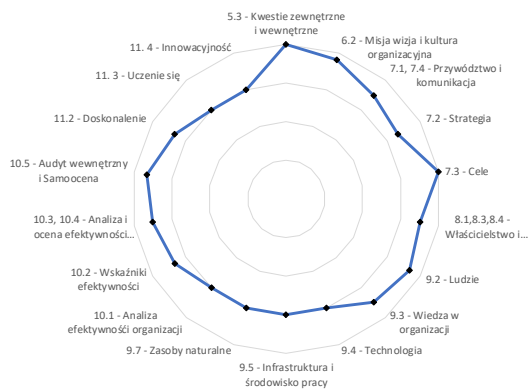
Wnioski płynące z weryfikacji metody i oceny przedsiębiorstwa sugerują, że opracowana metoda spełnia oczekiwania w zakresie oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego, dając pogląd na aktualny stan w jaki przedsiębiorstwo poprzez swoją działalność, wpływa na Cele Zrównoważonego Rozwoju. Na podstawie wyników można stwierdzić, że w największym stopniu przedsiębiorstwo wspiera Cele: 3,5,6,8,9,10,14 i przypisane do obszarów operacyjnych wskaźniki Zrównoważonego Rozwoju przedstawione w Tabeli 100.

Podsumowanie wyników przedstawione na Rysunku 40 w załącznikach stanowiło dla zarządu przedsiębiorstwa wkład w proces planowania strategicznego. Wnioski z samooceny zestawiano z wymogami centrali, ustalono propozycję spójnego zestawu celów strategicznych oraz priorytetowych obszarów skupienia. Ponadto ustalono priorytety oraz przygotowano propozycję obszarów do doskonalenia organizacji w przyszłości wspierając realizację ogólnie ustalonej misji przedsiębiorstwa.

Ocena poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego



Obszar operacyjny	WPD0o	Poziom doskonałości operacyjnej
Bezpieczeństwo i Ergonomia	73%	Poziom 4
Wydajność procesów produkcyjnych	81%	Poziom 4
Efektywność materiałowa	61%	Poziom 3
Efektywność energetyczna	53%	Poziom 3
Efektywność wodna	74%	Poziom 4
Gospodarka odpadami	69%	Poziom 3
ZWPDOo - obszary	69%	Poziom 3



Kryteria oceny wg. ISO 9004:2018	WPDOK	Poziom doskonałości operacyjnej
5.3 - Kwestie zewnętrzne i wewnętrzne	80%	Poziom 4
6.2 - Misja wizja i kultura organizacyjna	77%	Poziom 4
7.1, 7.4 - Przywództwo i komunikacja	70%	Poziom 3
7.2 - Strategia	67%	Poziom 3
7.3 - Cele	80%	Poziom 4
8.1,8.3,8.4 - Właścicielstwo i zarządzanie procesami	70%	Poziom 3
9.2 - Ludzie	73%	Poziom 4
9.3 - Wiedza w organizacji	70%	Poziom 3
9.4 - Technologia	60%	Poziom 3
9.5 - Infrastruktura i środowisko pracy	60%	Poziom 3
9.7 - Zasoby naturalne	60%	Poziom 3
10.1 - Analiza efektywności organizacji	60%	Poziom 3
10.2 - Wskaźniki efektywności	67%	Poziom 3
10.3, 10.4 - Analiza i ocena efektywności procesów	70%	Poziom 3
10.5 - Audyt wewnętrzny i Samoocena	73%	Poziom 4
11.2 - Doskonalenie	67%	Poziom 3
11.3 - Uczenie się	60%	Poziom 3
11.4 - Innowacyjność	60%	Poziom 3
ZWPDOk - aspekty	68%	Poziom 3

Rysunek 40 Podsumowanie oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa w ujęciu obszarów operacyjnych oraz kryteriów oceny

Źródło: Opracowanie własne

Zakończenie

XXI wiek cechuje się turbulentnością, dynamicznym wzrostem ekonomicznym oraz wysokim tempem rozwoju technologicznego. Równolegle, od lat zauważalny jest negatywny wpływ działalności gospodarczej człowieka na środowisko naturalne. Przy ogólnym wzroście wiedzy, świadomości i oczekiwań społecznych, szczególnie istotna dla przedsiębiorstw stała się potrzeba przeprowadzania transformacji w oparciu o założenia koncepcji Zrównoważonego Rozwoju. Procesy przechodzenia w stronę systemów zrównoważonych odbywają się równolegle z tradycyjnymi działaniami gospodarczymi przeprowadzanymi według zasad rynkowych. W odpowiedzi na wyzwania środowiskowe, społeczne oraz ekonomiczne przedsiębiorstwa produkcyjne poza inwestycjami w nowoczesną technologię mogą również wspierać realizację Celów Zrównoważonego Rozwoju poprzez swoją działalność operacyjną minimalizując negatywny wpływ na te obszary.

Niniejsza rozprawa doktorska o charakterze teoretyczno-empirycznym podejmuje tematykę doskonałości operacyjnej przedsiębiorstw produkcyjnych i koncepcji Zrównoważonego Rozwoju oraz stanowi próbę wypełnienia zdefiniowanych luk poznawczych oraz badawczych w zakresie:

- Wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na doskonałość operacyjną.
- Oceny wpływu doskonałości operacyjnej oraz metod, technik i narzędzi zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym na absorpcję Celów Zrównoważonego Rozwoju.

Ponadto autor w ramach prac nad dysertacją zdefiniował również lukę aplikacyjną obejmującą opracowanie i weryfikację ilościowej metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego wspierającej realizację Celów Zrównoważonego Rozwoju.

Rozprawa składa się z 7 rozdziałów;

1. w rozdziale pierwszym uzasadniono podjęcie tematu pracy i przedstawiono zakres pracy definiując cele, hipotezy oraz metodykę badawczą.
2. rozdział drugi dysertacji traktuje o pojęciu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego.
3. rozdział trzeci dysertacji obejmuje tematykę koncepcji Zrównoważonego Rozwoju i jego znaczenie w XXI wieku, w ujęciu społeczno-ekonomicznym.
4. rozdział czwarty stanowi o syntezie pojęć doskonałości operacyjnej i koncepcji Zrównoważonego Rozwoju wraz z analizą czynników endo i egzogennych w ocenie zależności obu pojęć.

5. rozdział piąty opisuje badania własne na temat siły wpływu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego na koncepcję Zrównoważonego Rozwoju.
6. rozdział szósty to kontynuacja badania siły wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania na obszary operacyjne przedsiębiorstwa produkcyjnego powiązane z Celami Zrównoważonego Rozwoju za pomocą badania opinii ekspertów.
7. rozdział siódmy dotyczy ilościowej metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej, wspierającej absorpcję celów Zrównoważonego Rozwoju opracowanej na podstawie badań własnych oraz analizy literaturowej.

Metodyka pracy badawczej obejmowała trzy główne etapy pracy badawczej, przedstawione na Rysunku 2. W ramach pracy zrealizowano wszystkie postawione zadania badawcze, obejmujące:

- badania literaturowe w zakresie doskonałości operacyjnej i współczesnych koncepcji zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym oraz koncepcji Zrównoważonego Rozwoju.
- badania własne w zakresie oceny siły wpływu doskonałości operacyjnej oraz metod, technik i narzędzi zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym na koncepcję Zrównoważonego Rozwoju.
- wypracowanie ilościowej metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej wspierającej realizację celów koncepcji Zrównoważonego Rozwoju na podstawie badań literaturowych oraz badań własnych.

Opracowany przez autora przegląd literatury przedmiotu poprzedzony obserwacjami pozwolił zdefiniować hipotezy pomocnicze oraz hipotezę główną rozprawy, dostrzegając potencjał we wpływie doskonałości operacyjnej i metodach zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym na wspieranie realizacji Celów koncepcji Zrównoważonego Rozwoju. Analiza statystyczna wyników badań przeprowadzonych przez autora, wykorzystująca szereg metod statystycznych, pozwoliła pozytywnie zweryfikować postawione hipotezy pomocnicze oraz hipotezę główną.

Hipoteza (H): Wzrost poziomu doskonałości operacyjnej w przedsiębiorstwie produkcyjnym pozwala zwiększyć absorpcję Celów Zrównoważonego Rozwoju.

Hipoteza pomocnicza 1 (HP1): Metodyczne zarządzanie obszarami operacyjnymi przedsiębiorstwa produkcyjnego dodatnio wpływa na doskonałość operacyjną przedsiębiorstwa produkcyjnego.

Hipoteza pomocnicza 2 (HP2): Metodyczne zarządzanie obszarami operacyjnymi przedsiębiorstwa produkcyjnego dodatkowo wpływa na absorpcję Celów Zrównoważonego Rozwoju.

Hipoteza pomocnicza 3 (HP3): Doskonałość operacyjna wynikająca z metodycznego zarządzania obszarami operacyjnymi przedsiębiorstwa produkcyjnego dodatkowo wpływa na absorpcję Celów Zrównoważonego Rozwoju.

Niewątpliwie trzeba również zaznaczyć występowanie ograniczeń przeprowadzonego badania, głównie z uwagi na analizowaną próbę badawczą, która była relatywnie mała i ograniczała się do sektora przedsiębiorstw przetwórstwa przemysłowego. W związku z tym można założyć, że w przypadku innych branż wyniki mogą się różnić. W związku z tym, kierunkiem dalszych badań może być zwiększenie próby oraz rozszerzenie zakresu badania o inne sektory czy państwa. Kolejnym ograniczeniem jest fakt, że przeważającą grupą respondentów w przeprowadzonym badaniu byli menadżerowie, bowiem jak zaznacza Kalinowski (Kalinowski T.B., 2017, s.179) jest to grupa respondentów posiadająca tendencję do odpowiadania przez pryzmat otoczenia w jakim funkcjonuje. Mimo to, przyjmuje się, że korzystanie z opinii praktyków, menadżerów jest powszechnie akceptowalne. W ramach rozprawy przeprowadzono również pogłębiające badanie opinii ekspertów w zakresie oceny siły wpływu metod, technik i narzędzi zarządzania, które na etapie badania głównego cechowały się największym oddziaływaniem oraz korelacją w zakresie oceny wpływu na doskonałość operacyjną oraz poprawę wyników w obszarach operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego, powiązanych z Celami Zrównoważonego Rozwoju.

Wnioski z badania stanowiły o istotnym wkładzie w kolejnym etapie pracy jakim było opracowanie ilościowej metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej wspierającej absorpcję celów Zrównoważonego Rozwoju oraz stanowiącej o realizacji celu niniejszej rozprawy doktorskiej. Opracowana w ramach rozprawy metoda, oparta jest na dostępnych i respektowanych na świecie modelach doskonałości operacyjnej oraz badaniach własnych.

Realizacja zdefiniowanych w ramach metodyki pracy badawczej zadań badawczych, pozytywna weryfikacja hipotez oraz realizacja celu rozprawy stanowi wkład i rozszerzenie aktualnego stanu wiedzy w obszarze zarządzania operacyjnego przedsiębiorstwem produkcyjnym i jego potencjalnego wpływu na Zrównoważony Rozwój.

W ramach rozprawy dokonano syntezy pojęć doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego, odnalezionej w literaturze, tworząc autorską definicję doskonałości

operacyjnej. Charakteryzuje się ona pełnym zakresem obejmującym zmienność otoczenia i zmieniające się rozwiązania technologiczne, rozszerzające potencjał środków trwałych i kapitału ludzkiego. Na podstawie:

- syntezy kwerendy literaturowej,
- przeprowadzonych badań na próbie reprezentatywnej w sektorze przetwórstwa przemysłowego
- badania opinii ekspertów w zakresie zarządzania operacyjnego,

autor opracował ilościową metodę oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego wspierającą realizację Celów Zrównoważonego Rozwoju.

Prezentowane w rozprawie doktorskiej rozważania zawierają kompleksową analizę problemu, pojęć oraz wyników badań zawierającą rozważania zarówno teoretyczne jak i praktyczne. Prezentowana rozprawa wypełnia zidentyfikowaną lukę poznawczą, badawczą oraz aplikacyjną. Jej zakres stanowią usprawnienia procesów produkcyjnych, w celu osiągnięcia doskonałości operacyjnej, która wspiera agendę koncepcji Zrównoważonego Rozwoju. Wyznaczony cel został osiągnięty za sprawą opracowania ilościowej metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa wspierającej realizację Celów Zrównoważonego Rozwoju.

Pomimo realizacji celów rozprawy i uzupełnienia zidentyfikowanych luk, autor widzi potencjał do dalszego rozwoju metody w zakresie jej rozbudowy o bardziej szczegółowe wskaźniki oraz pogłębienie zakresu badań;

- wpływ instrumentów tożsamy z koncepcją Przemysłu 4.0 oraz
- determinant i barier wpływających na osiągnięcie doskonałości operacyjnej przez przedsiębiorstwo produkcyjne.

Wyniki badań przeprowadzonych w niniejszej dysertacji mogą stanowić podstawę do doskonalenia obszarów operacyjnych przedsiębiorstw produkcyjnych powiązanych ze wskaźnikami i Celami Zrównoważonego Rozwoju.

Spis rysunków

Rysunek 1 Model relacji między doskonałością operacyjną a koncepcją zrównoważonego rozwoju.....	9
Rysunek 2 Metodyka pracy badawczej	14
Rysunek 3 Model Inżynierii Przemysłowej i Systemów – IPS.....	22
Rysunek 4 Diagram domu TPS J. Likera z JIT oraz Jidoka jako głównymi filarami.....	38
Rysunek 5 Filarowa struktura TPM	44
Rysunek 6 Model relacji i pozycjonowania producentów sprzętu oryginalnego (OEM) z rozróżnieniem na koncepcje zarządzania	51
Rysunek 7 Umieszczenie struktury Six Sigma w kontekście struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa.....	56
Rysunek 8 Podział Celów Zrównoważonego Rozwoju.	110
Rysunek 9 Struktura Celów bezpośrednich (Outcome targets) w SDG.....	112
Rysunek 10 Diagram celów, zadań i wskaźników Zrównoważonego Rozwoju możliwych do realizacji w ramach działań operacyjnych przedsiębiorstw produkcyjnych na tle wszystkich celów zadań i wskaźników Zrównoważonego Rozwoju.....	149
Rysunek 11 Schemat postępowania badawczego dla badania wpływu doskonałości operacyjnej na koncepcję Zrównoważonego Rozwoju.....	150
Rysunek 12 Walidacja kwestionariusza ankietowego - schemat postępowania	153
Rysunek 13 Wpływ badanych metod i narzędzi zarządzania produkcją na doskonałość operacyjną przedsiębiorstw produkcyjnych	158
Rysunek 14 Wpływ poziomu doskonałości operacyjnej na realizację celów koncepcji Zrównoważonego rozwoju.....	159
Rysunek 15 Siła wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii pracy	160
Rysunek 16 Siła wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę wydajności produkcji poprzez wzrost efektywności wykorzystania normatywnego czasu produkcyjnego.....	161
Rysunek 17 Siła wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę efektywności energetycznej przedsiębiorstwa produkcyjnego.	161
Rysunek 18 Siła wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę efektywności wodnej przedsiębiorstwa produkcyjnego.....	162

Rysunek 19 Siła wpływu wybranych metod, technik i narzędzi zarządzania na poprawę efektywności materiałowej przedsiębiorstwa produkcyjnego.....	163
Rysunek 20 Wpływ wybranych metod zarządzania na efektywność gospodarki odpadami w przedsiębiorstwie produkcyjnym.	164
Rysunek 21 Schemat przeprowadzenia badania opinii ekspertów metodą delficką.....	231
Rysunek 22 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii – 1 runda badania.	235
Rysunek 23 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę Bezpieczeństwa i ergonomii – 2 runda badania	235
Rysunek 24 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę wydajności procesów produkcyjnych – 1 runda badania	236
Rysunek 25 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę wydajności procesów produkcyjnych – 2 runda badania	236
Rysunek 26 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę efektywności materiałowej– 1 runda badania	237
Rysunek 27 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę efektywności materiałowej – 2 runda badania	237
Rysunek 28 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę efektywności energetycznej – 1 runda badania	237
Rysunek 29 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę efektywności materiałowej – 2 runda badania	237
Rysunek 30 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę efektywności wodnej.	238
Rysunek 31 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę efektywności wodnej.	238
Rysunek 32 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę gospodarki odpadami – 1 runda badania	239
Rysunek 33 Wykres przedstawiający odpowiedzi nt. siły wpływu poszczególnych metod na poprawę gospodarki odpadami – 2 runda badania.	239
Rysunek 34 Schemat opracowania metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego.....	248
Rysunek 35 Proces selekcji kryteriów oceny w metodzie oceny poziomu doskonałości operacyjnej	252

Rysunek 36 Schemat postępowania podczas selekcji aspektów do oceny poziomu doskonałości operacyjnej w opracowanej metodzie	253
Rysunek 37 Schemat selekcji kryteriów do rozszerzenia opisu o wyniki badań opinii ekspertów przeprowadzonych w ramach III ETAPU pracy badawczej	256
Rysunek 38 Schemat postępowania podczas rozszerzania opisu kryteriów o wnioski z badań przeprowadzonych w ramach II i III ETAPU pracy badawczej	257
Rysunek 39 Zrzut ekranu z narzędzia opracowanego dla metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej wspierającej absorpcje celów Zrównoważonego Rozwoju.	260
Rysunek 40 Podsumowanie oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa w ujęciu obszarów operacyjnych oraz kryteriów oceny	266

Spis tabel

Tabela 1 Metodyka pracy badawczej - Spis zadań badawczych.....	17
Tabela 2 Wybrane definicje Lean Manufacturing.....	34
Tabela 3 Zasady Lean Manufacturing i ich aktywatory	36
Tabela 4 Zasady TQM, Juran, Deminga i Crosbyego	53
Tabela 5 Czynniki składowe koncepcji TQM.....	54
Tabela 6 Six Sigma - Opis DMAIC	58
Tabela 7 Six Sigma - Opis DMADV	58
Tabela 8 Przykładowe narzędzia stosowane w procesie DMAIC.....	59
Tabela 9 Wybrane narzędzia stosowane w Lean Six Sigma.....	61
Tabela 10 Proces benchmarkingowy.....	70
Tabela 11 Zrównoważony Rozwój - Przegląd wybranych definicji	78
Tabela 12 Kamienie milowe rozwoju koncepcji Zrównoważonego Rozwoju.....	90
Tabela 13 Milenijne Cele Rozwoju.....	96
Tabela 14 Podsumowanie realizacji Milenijnych Celów Rozwoju	101
Tabela 15 Cele Zrównoważonego Rozwoju 2015+	108
Tabela 16 Podział Środków Realizacji Celów w celach Zrównoważonego Rozwoju.....	110
Tabela 17 Podział celów bezpośrednich w Celach Zrównoważonego Rozwoju	111
Tabela 18 Porównanie EMAS z ISO 14001	138
Tabela 19 Zestawienie wskaźników możliwych do realizacji w ramach działań operacyjnych przedsiębiorstw produkcyjnych.....	148

Tabela 20 Zestawienie relacji pytań w formularzu ankietowym z postawionymi zadaniami badawczymi.....	152
Tabela 21 Podsumowanie pytań walidujących formularz ankietowy	155
Tabela 22 Zestawienie wpływu wybranych metod zarządzania na 6 obszarów działalności operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego	165
Tabela 23 Zestawienie metod o najsłabszym i najsilniejszym wpływie na 6 obszarów operacyjnych przedsiębiorstwa produkcyjnego.	165
Tabela 24 Statystyki podstawowe dla oceny wpływu metod zarządzania na doskonałość operacyjną	167
Tabela 25 Statystyki podstawowe dla oceny wpływu metod zarządzania na BHP i ergonomię	167
Tabela 26 Statystyki podstawowe dla oceny wpływu metod zarządzania na wydajność produkcji.....	168
Tabela 27 Statystyki podstawowe dla oceny wpływu metod zarządzania na wzrost efektywności materiałowej	168
Tabela 28 Statystyki podstawowe dla oceny wpływu metod zarządzania na wzrost efektywności energetycznej.....	168
Tabela 29 Statystyki podstawowe dla oceny wpływu metod zarządzania na wzrost efektywności wodnej.....	169
Tabela 30 Statystyki podstawowe dla oceny wpływu metod zarządzania na poprawę gospodarki odpadami	169
Tabela 31 Fragment analizy korelacji porządku rang Spearmana dla wpływu metod na doskonałość operacyjną oraz poprawę w obszarach działalności operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego.....	171
Tabela 32 Podsumowanie liczby metod, technik i narzędzi zarządzania dodatnie skorelowanych w zakresie wpływu na doskonałość operacyjną i poprawy wyników w obszarach operacyjnych	173
Tabela 33 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ 5S na poprawę BHP i ergonomii oraz zmiennej niezależnej: Wpływ 5S na doskonałość operacyjną.....	177
Tabela 34 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ metod Kaizen na poprawę BHP i ergonomii oraz zmiennej niezależnej: Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną	177

Tabela 35 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ automatyzacji na poprawę BHP i ergonomii oraz zmiennej niezależnej: Wpływ automatyzacji na doskonałość operacyjną.	178
Tabela 36 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ TPM na wzrost wydajności produkcji oraz zmiennej zależnej: Wpływ TPM na doskonałość operacyjną.....	179
Tabela 37 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ metod Kaizen na wzrost wydajności produkcji oraz zmiennej zależnej: Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną	179
Tabela 38 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ automatyzacji na wzrost wydajności produkcji oraz zmiennej zależnej: Wpływ automatyzacji na doskonałość operacyjną.	180
Tabela 39 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ metod Kaizen na wzrost wydajności produkcji oraz zmiennej zależnej: Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną.	181
Tabela 40 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ TPM na poprawę efektywności materiałowej oraz zmiennej zależnej Wpływ TPM na doskonałość operacyjną	181
Tabela 41 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ automatyzacji na poprawę efektywności materiałowej oraz zmiennej niezależnej: Wpływ automatyzacji na doskonałość operacyjną.	182
Tabela 42 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ TPM na poprawę efektywności energetycznej oraz zmiennej zależnej: Wpływ TPM na doskonałość operacyjną	183
Tabela 43 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności energetycznej oraz zmiennej zależnej Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną.	183
Tabela 44 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ czujników umieszczonych na maszynach na poprawę efektywności energetycznej oraz zmiennej zależnej: Wpływ czujników umieszczonych na maszynach na doskonałość operacyjną.	184
Tabela 45 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ TPM na wzrost wydajności produkcji oraz zmiennej zależnej: Wpływ TPM na doskonałość operacyjną.....	185

Tabela 46 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności wodnej oraz zmiennej zależnej Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną.	185
Tabela 47 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ inteligentnych czujników umieszczonych na maszynach na poprawę efektywności wodnej oraz zmiennej zależnej: Wpływ inteligentnych czujników umieszczonych na maszynach na doskonałość operacyjną.	186
Tabela 48 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ 5S na poprawę w obszarze gospodarki odpadami oraz zmiennej zależnej: Wpływ 5S na doskonałość operacyjną.....	187
Tabela 49 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ metod Kaizen na poprawę gospodarki odpadami oraz zmiennej zależnej Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną	187
Tabela 50 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ metody rozwiązywania problemów poprzez arkusz A3 na poprawę gospodarki odpadami oraz zmiennej zależnej: Wpływ metody rozwiązywania problemów poprzez arkusz A3 na doskonałość operacyjną.	188
Tabela 51 Testy Kruskala-Wallisa wykonane w ramach weryfikacji hipotezy pomocniczej HP1	189
Tabela 52 Statystyki podstawowe dla Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	191
Tabela 53 Fragment podsumowania testu W Shapiro Wilka do oceny normalności rozkładu danych dla zmiennych.....	192
Tabela 54 Zestawienie korelacji rang Spearmana dla zmiennych Wpływ metod na poprawę bezpieczeństwa i ergonomii oraz Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.	193
Tabela 55 Zestawienie korelacji rang Spearmana dla zmiennych Wpływ metod na wzrost wydajności produkcji oraz Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój...	194
Tabela 56 Zestawienie korelacji rang Spearmana dla zmiennych Wpływ metod na poprawę efektywności materiałowej oraz Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.	194
Tabela 57 Zestawienie korelacji rang Spearmana dla zmiennych Wpływ metod poprawę efektywności energetycznej oraz Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	195

Tabela 58 Zestawienie korelacji rang Spearmana dla zmiennych Wpływ metod poprawę efektywności wodnej oraz Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój ...	195
Tabela 59 Zestawienie korelacji rang Spearmana dla zmiennych Wpływ metod poprawę gospodarki odpadami oraz Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój...	196
Tabela 60 Zestawienie istotnych statystycznie dodatnich korelacji pomiędzy oceną wpływu metod zarządzania a oceną wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój .	197
Tabela 61 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ 5S na poprawę BHP i ergonomii oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.	199
Tabela 62 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metod Kaizen na poprawę BHP i ergonomii oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	200
Tabela 63 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ automatyzacji na poprawę BHP i ergonomii oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.	200
Tabela 64 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metody Jidoka na poprawę BHP i ergonomii oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	201
Tabela 65 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ narzędzi Six Sigma na poprawę BHP i ergonomii oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.	202
Tabela 66 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ TPM na wzrost wydajności produkcji oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.	203
Tabela 67 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metod Kaizen na wzrost wydajności produkcji oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.	203
Tabela 68 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ automatyzacji na wzrost wydajności produkcji oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	204
Tabela 69 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności materiałowej oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.....	205

Tabela 70 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ TPM na poprawę efektywności materiałowej oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.	205
Tabela 71 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ automatyzacji na poprawę efektywności materiałowej oraz zmiennej zależnej Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.....	206
Tabela 72 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ TPM na poprawę efektywności energetycznej oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.	207
Tabela 73 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności energetycznej oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.....	208
Tabela 74 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ czujników umieszczonych na maszynach na poprawę efektywności energetycznej oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.	208
Tabela 75 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ TPM na wzrost efektywności wodnej oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.	209
Tabela 76 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metod Kaizen na poprawę efektywności wodnej oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	210
Tabela 77 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ inteligentnych czujników umieszczonych na maszynach na poprawę efektywności wodnej oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.	210
Tabela 78 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej zależnej Wpływ 5S na poprawę w obszarze gospodarki odpadami oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	211
Tabela 79 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ metod Kaizen na poprawę gospodarki odpadami oraz zmiennej zależnej oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.	212
Tabela 80 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennych Wpływ metody rozwiązywania problemów poprzez arkusz A3 na poprawę gospodarki odpadami oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.	212

Tabela 81 Testy Kruskala-Wallisa wykonane w ramach weryfikacji hipotezy pomocniczej HP2	214
Tabela 82 Statystyki podstawowe dla wpływu metod zarządzania na doskonałość operacyjną	216
Tabela 83 Statystyki podstawowe dla Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.	216
Tabela 84 Analiza korelacji porządku rang Spearmana dla wpływu metod na doskonałość operacyjną oraz wpływu doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.....	218
Tabela 85 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metody Jidoka na doskonałość operacyjną oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	220
Tabela 86 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metody Statystyczna kontrola procesu na doskonałość operacyjną oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	220
Tabela 87 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metody rozwiązywania problemów arkuszem A3 na doskonałość operacyjną oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój.	221
Tabela 88 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ narzędzi Six Sigma na doskonałość operacyjną oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	221
Tabela 89 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metody systemu Just in Time na doskonałość operacyjną oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	222
Tabela 90 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metody VSM na doskonałość operacyjną oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	222
Tabela 91 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metod Kaizen na doskonałość operacyjną oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	223
Tabela 92 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ metody TPM na doskonałość operacyjną oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	223

Tabela 93 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ Internetu Rzeczy na doskonałość operacyjną oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	224
Tabela 94 ANOVA rang Kruskala-Wallisa dla zmiennej niezależnej Wpływ przetwarzania w chmurze obliczeniowej na doskonałość operacyjną oraz zmiennej zależnej: Wpływ doskonałości operacyjnej na Zrównoważony Rozwój	224
Tabela 95 Testy Kruskala-Wallisa wykonane w ramach weryfikacji hipotezy pomocniczej HP3	225
Tabela 96 Zestawienie relacji pytań w formularzu ankietowym z postawionymi zadaniami badawczymi.....	233
Tabela 97 Wyniki test W Kendalla dla 2 rund badania opinii ekspertów w zakresie wpływu metod zarządzania na poprawę wyników w obszarach operacyjnych	241
Tabela 98 Zestawienie wartości współczynnika zmienności oceny siły wpływu metod i instrumentów zarządzania na poprawę obszarów operacyjnych.....	243
Tabela 99 Fragment tabeli z analizą spójności Celów Zrównoważonego Rozwoju z operacyjną działalnością przedsiębiorstwa produkcyjnego	249
Tabela 100 Macierz obszarów działalności operacyjnej wraz z powiązаныmi z nimi wskaźnikami Zrównoważonego Rozwoju	249
Tabela 101 Kategorie oceny w modelach doskonałości operacyjnej.....	251
Tabela 102 Zestawienie kryteriów oceny organizacji modeli wzorcowych z wyselekcjonowanymi kryteriami oceny organizacji na podstawie normy ISO	254
Tabela 103 Zestawienie kategorii oraz kryteriów oceny w ramach metody oceny poziomu doskonałości operacyjnej przedsiębiorstwa produkcyjnego	255
Tabela 104 Zasady rozszerzania opisu poziomów doskonałości operacyjnej w kryteriach oceny przedsiębiorstwa.....	258
Tabela 105 Zasady rozszerzania opisu poziomów doskonałości operacyjnej w kryteriach oceny przedsiębiorstwa.....	258
Tabela 106 Przykład wytycznych poszczególnych poziomów doskonałości operacyjnej dla obszaru wydajność procesów produkcyjnych i kryterium 11.2 - Doskonalenie.....	259

Bibliografia

- [1] Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of production economics*, 107(1), 223-236.
- [2] Achanga, P., Shehab, E., Roy, R., & Nelder, G. (2006). Critical success factors for lean implementation within SMEs. *Journal of manufacturing technology management*.
- [3] Adams, R.; Jeanrenaud, S.; Bessant, J.; Denyer, D.; Overy, P. Sustainability-oriented innovation: A systematic review. *Int. J. Manag. Rev.* 2015, 18, 180–205.
- [4] Allwood, J. M., Ashby, M. F., Gutowski, T. G., & Worrell, E. (2011). Material efficiency: A white paper. *Resources, Conservation and Recycling*, 55, 362-381.
- [5] Alnadi, M., & McLaughlin, P. (2021). Critical success factors of Lean Six Sigma from leaders' perspective. *International Journal of Lean Six Sigma*.
- [6] Alvarez-de-los-Mozos, E., & Renteria, A. (2017). Collaborative robots in e-waste management. *Procedia Manufacturing*, 11, 55-62.
- [7] Antony, J. (2009). Six Sigma vs TQM: some perspectives from leading practitioners and academics. *International Journal of Productivity and Performance Management*.
- [8] Antony, J. (2011). Six Sigma vs Lean: Some perspectives from leading academics and practitioners. *International Journal of Productivity and Performance Management*.
- [9] Antony, J., Snee, R., & Hoerl, R. (2017). Lean Six Sigma: yesterday, today and tomorrow. *International Journal of Quality & Reliability Management*.
- [10] Apanowicz, J. (2002). *Metodologia ogólna*. Gdynia. Wyd. Bernardinum.
- [11] Argenti, J. (2018). *Management techniques: a practical guide*. Routledge.
- [12] Aşçıgil, S. F., Soytaş, U., & Özcanlı, M. Ö. (2016). The Relationship between Corporate Social Performance and Corporate Financial Performance: Evidence from Turkey. *Social and Economic Perspectives on Sustainability*, 84.
- [13] Ashby, M. F. (2022). *Materials and sustainable development*. Butterworth-Heinemann.
- [14] Asrofah, T., Zailani, S., & Fernando, Y. (2010). Best practices for the effectiveness of benchmarking in the Indonesian manufacturing companies. *Benchmarking: An International Journal*.
- [15] Assarlind, M., Gremyr, I., & Bäckman, K. (2013). Multi-faceted views on a Lean Six Sigma application. *International Journal of Quality & Reliability Management*.
- [16] Augustin, R. (2008). Introduction Manufacturing in a global context. In *Operations Excellence* (pp. 144-146). Palgrave Macmillan, London.

- [17] Bag, S., Wood, L. C., Xu, L., Dhamija, P., & Kayikci, Y. (2020). Big data analytics as an operational excellence approach to enhance sustainable supply chain performance. *Resources, Conservation and Recycling*, 153, 104559.
- [18] Balcerak, A. (2003). Walidacja modeli symulacyjnych-źródła postaw badawczych. *Prace Naukowe Instytutu Organizacji i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej. Studia i Materiały*, 74(15), 27-44.
- [19] Banerjee, S. B. (2001). Managerial perceptions of corporate environmentalism: Interpretations from industry and strategic implications for organizations. *Journal of management studies*, 38(4), 489-513.
- [20] Banuelas, R., & Antony, J. (2004). Six sigma or design for six sigma?. *The TQM magazine*
- [21] Barczak, A., Dembińska, I., & Marzantowicz, Ł. (2019). Analysis of the risk impact of implementing digital innovations for logistics management. *Processes*, 7(11), 815.
- [22] Barney, M. (2002). Macro, meso, micro: six sigma. *The Industrial Organizational Psychologist*, 39(4), 104-107.
- [23] Bartosik, K., *Koncepcja trwałego rozwoju a poszukiwanie strategii globalnych*, *Ekonomista*, 1996, nr 1-3, s. 226-227.
- [24] Bartram, J., Brocklehurst, C., Bradley, D., Muller, M., & Evans, B. (2018). Policy review of the means of implementation targets and indicators for the sustainable development goal for water and sanitation. *NPJ Clean Water*, 1(1), 1-5.
- [25] Basu, R. (2004). Six-Sigma to operational excellence: role of tools and techniques. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 1(1), 44-64.
- [26] Battaglia, M., Bianchi, L., Frey, M., & Iraldo, F. (2010). An innovative model to promote CSR among SMEs operating in industrial clusters: Evidence from an EU project. *Corporate social responsibility and environmental management*, 17(3), 133-141.
- [27] Battersby, J. (2017). MDGs to SDGs—new goals, same gaps: the continued absence of urban food security in the post-2015 global development agenda. *African Geographical Review*, 36(1), 115-129.
- [28] Bauler, T., Douglas, I., Daniels, P., Demkine, V., Eisenmenger, N., Grosskurth, J., ... & van Woerden, J. (2007). Identifying methodological challenges. *Sustainability Indicators: a scientific assessment*. *SCOPE*, 67, 49-64.

- [29] Becker, B., Sustainability assessment: a review of values, concepts, and methodological approaches. Washington, D.C.: The Secretariat of the Consultative Group on International Agricultural Research, 1997, s. 3-4.
- [30] Berg, M., & Hudson, P. (1992). Rehabilitating the industrial revolution 1. *The Economic History Review*, 45(1), 24-50.
- [31] Bernauer, T., & Moser, P. (1996). Reducing pollution of the river Rhine: The influence of international cooperation. *The Journal of Environment & Development*, 5(4), 389-415.
- [32] Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., De Sanctis, I., Mazzuto, G., & Paciarotti, C. (2015). A Changeover Time Reduction through an integration of lean practices: a case study from pharmaceutical sector. *Assembly Automation*.
- [33] Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., De Sanctis, I., Mazzuto, G., & Paciarotti, C. (2015). A Changeover Time Reduction through an integration of lean practices: a case study from pharmaceutical sector. *Assembly Automation*.
- [34] Bhagwat, P., 2011. Corporate social responsibility and sustainable development. In *Conference on Inclusive & Sustainable Growth*.
- [35] Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*.
- [36] Bhasin, S. (2015). *Lean management beyond manufacturing (Vol. 10)*. New York, NY: Springer.
- [37] Bi, X., & Yu, C. (2008). Absorptive capacity of information technology and its conceptual model. *Tsinghua Science and Technology*, 13(3), 337-343.
- [38] Bicheno, J., & Holweg, M. (2009). *The lean toolbox—the essential guide to lean transformation*, 4. Aufl. PICSIE, Buckingham.
- [39] Bojanova, I. (2014). The digital revolution: what's on the horizon?. *IT Professional*, 16(1), 8-12.
- [40] Borris, S. (2006). *Total productive maintenance*. New York: McGraw-Hill.
- [41] Bou-Llusar, J. C., Escrig-Tena, A. B., Roca-Puig, V., & Beltrán-Martín, I. (2009). An empirical assessment of the EFQM Excellence Model: Evaluation as a TQM framework relative to the MBNQA Model. *Journal of operations management*, 27(1), 1-22.
- [42] Boulter, L., Bendell, T., & Dahlgaard, J. (2013). Total quality beyond North America: A comparative analysis of the performance of European Excellence Award winners. *International Journal of Operations & Production Management*.

- [43] Breja, S. K., Banwet, D. K., & Iyer, K. C. (2016). Towards sustainable excellence: strategic analysis of Deming Prize winning companies. *The TQM Journal*, 28(3).
- [44] Brodeur, J., Pellerin, R., & Deschamps, I. (2022). Operationalization of Critical Success Factors to Manage the Industry 4.0 Transformation of Manufacturing SMEs. *Sustainability*, 14(14), 1-35.
- [45] Buhl, H. U., Röglinger, M., Moser, F., & Heidemann, J. (2013). Big data. *Business & Information Systems Engineering*, 5(2), 65-69
- [46] Burdukiewicz J.M., 2012. Rozumowanie, in: S. Tabaczyński, A. Marciniak, D. Cyngot, A. Zalewska (eds.), *Przeszłość społeczna. Próba konceptualizacji*, Wydawnictwo Poznańskie, Poznań, p. 533–541.
- [47] Burritt, R. L. (2005). Challenges for environmental management accounting. In *Implementing environmental management accounting: Status and challenges* (pp. 19-44). Springer, Dordrecht.
- [48] Burritt, R. L., & Saka, C. (2006). Environmental management accounting applications and eco-efficiency: case studies from Japan. *Journal of Cleaner production*, 14(14), 1262-1275.
- [49] Burritt, R. L., Hahn, T., & Schaltegger, S. (2002). Towards a comprehensive framework for environmental management accounting—Links between business actors and environmental management accounting tools. *Australian Accounting Review*, 12(27), 39-50.
- [50] Calabrese, A., Costa, R., Menichini, T., Rosati, F., & Sanfelice, G. (2013). Turning corporate social responsibility-driven opportunities in competitive advantages: A two-dimensional model. *Knowledge and Process Management*, 20(1), 50-58.
- [51] Camarinha-Matos, L. M. (2002, July). Virtual organizations in manufacturing: trends and challenges. In *12th Int. Conf. On Flexible Automation and Intelligent Manufacturing*, Dresden, Germany.
- [52] Camarinha-Matos, L. M., & Afsarmanesh, H. (2005). Collaborative networks: a new scientific discipline. *Journal of intelligent manufacturing*, 16(4), 439-452.
- [53] Camarinha-Matos, L. M., Afsarmanesh, H., Galeano, N., & Molina, A. (2009). Collaborative networked organizations—Concepts and practice in manufacturing enterprises. *Computers & Industrial Engineering*, 57(1), 46-60.
- [54] Camilleri, M. A. (2015). Environmental, social and governance disclosures in Europe. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*.

- [55] Camilleri, M. A. (2018). A Cost-Benefit Analysis of ISO26000: The Standard on Social Responsibility. Camilleri, MA (2018). A Cost-Benefit Analysis of ISO26000: The Standard on Social Responsibility (eds.) In: Idowu S., Sitnikov C., Moratis L.(eds) ISO.
- [56] Carnevale, C., & Mazzuca, M. (2014). Sustainability reporting and varieties of capitalism. *Sustainable Development*, 22(6), 361-376.
- [57] Carrizo-Moreira, A. (2014). Single minute exchange of die and organizational innovation in seven small and medium-sized firms. In *Lean Manufacturing in the Developing World* (pp. 483-499). Springer, Cham.
- [58] Carroll, A. B. (1999). Corporate social responsibility: Evolution of a definitional construct. *Business & society*, 38(3), 268-295.
- [59] Carroll, A. B. (2008). "A history of corporate social responsibility: Concepts and practices." In Andrew Crane, Abigail McWilliams, Dirk Matten, Jeremy Moon & Donal Siegel (eds.), *The Oxford handbook of corporate social responsibility*, Oxford University Press, 19-46
- [60] Carroll, A. B. (2021). Corporate social responsibility: Perspectives on the CSR construct's development and future. *Business & Society*, 60(6), 1258-1278.
- [61] Carroll, A.B., 1979. A three-dimensional conceptual model of corporate performance. *Academy of management review*, 4(4), pp.497-505.
- [62] Carvalho, A. M., Sampaio, P., Rebentisch, E., Carvalho, J. Á., & Saraiva, P. (2019). Operational excellence, organisational culture and agility: the missing link?. *Total Quality Management & Business Excellence*, 30(13-14), 1495-1514.
- [63] Cash, D.W.; Clark, W.C.; Alcock, F.; Dickson, N.M.; Eckley, N.; Guston, D.H.; Jäger, J.; Mitchell, R.B. Knowledge systems for sustainable development. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2003, 100, 8086–8091.
- [64] Castro, C. J. (2004). Sustainable development: mainstream and critical perspectives. *Organization & Environment*, 17(2), 195-225.
- [65] Catasús, B., Lundgren, M., & Rynnel, H. (1997). Environmental managers' views on environmental work in a business context. *Business Strategy and the Environment*, 6(4), 197-205.
- [66] Chan, F. T. S., Lau, H. C. W., Ip, R. W. L., Chan, H. K., & Kong, S. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *International journal of production economics*, 95(1), 71-94

- [67] Chan, F.T.S., Lau, H. C. W., Ip, R. W. L., Chan, H. K., & Kong, S. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *International journal of production economics*, 95(1), 71-94.
- [68] Chaple, A. P., Narkhede, B. E., & Akarte, M. M. Status of implementation of Lean manufacturing principles in the context of Indian industry: A Literature Review.
- [69] Chay, T. F., Xu, Y. C., Tiwari, A., & Chay, F. S. (2015). Towards lean transformation: The analysis of lean implementation frameworks. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 26(7), 1031-1052.
- [70] Chen, Z. (2015). The relationships among JIT, TQM and production operations performance: An empirical study from Chinese manufacturing firms. *Business Process Management Journal*.
- [71] Cheng, T. C., & Podolsky, S. (1996). *Just-in-time manufacturing: an introduction*. Springer Science & Business Media.
- [72] Choudhary, S., Nayak, R., Dora, M., Mishra, N., & Ghadge, A. (2019). An integrated lean and green approach for improving sustainability performance: a case study of a packaging manufacturing SME in the UK. *Production planning & control*, 30(5-6), 353-368.
- [73] Chwalba, A. (2009). *Historia powszechna: wiek XIX*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- [74] Čiegis, R., Ramanauskienė, J., & Martinkus, B., “The Concept of Sustainable Development and its Use for Sustainability Scenarios.” *The Engineering Economics* 62, 2009, s. 28-37.
- [75] Cieślak M. 2005. *Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania*. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.
- [76] Cisek S. 2009. *Metoda delficka w badaniach nauki o informacji i bibliotekoznawstwa w XXI wieku*. *Zagadnienia Informacji Naukowej-Studia Informacyjne*, 47(1 (93))
- [77] Commission of the European Communities. (2001). *Green paper: Promoting a European framework for corporate social responsibility*. Commission of the European Communities
- [78] Conway, G. R., & Barbier, E. B. (1990). *After the Green Revolution: Sustainable agriculture for development*. London.
- [79] Corbett, C. J., & Kirsch, D. A. (2001). International diffusion of ISO 14000 certification. *Production and operations management*, 10(3), 327-342.

- [80] Corbett, C. J., & Klassen, R. D. (2006). Extending the horizons: environmental excellence as key to improving operations. *Manufacturing & Service Operations Management*, 8(1), 5-22.
- [81] Cottyn, J., Van Landeghem, H., Stockman, K., & Derammelaere, S. (2011). A method to align a manufacturing execution system with Lean objectives. *International Journal of Production Research*, 49(14), 4397-4413
- [82] Crosby, P. B. (2005). Crosby's 14 steps to improvement. *Quality Progress*, 38(12), 60-64.
- [83] Crossman, A., & Lee-Kelley, L. (2004). Trust, commitment and team working: the paradox of virtual organizations. *Global networks*, 4(4), 375-390.
- [84] Crutzen, P. J., 2002, Geology of mankind, *Nature* 415, 23. DOI:10.1038/415023a
- [85] Cui, L., Gao, M., Dai, J., & Mou, J. (2020). Improving supply chain collaboration through operational excellence approaches: an IoT perspective. *Industrial Management & Data Systems*.
- [86] Czerna J., *Doskonalenie Strumienia Wartości*, Diffin, Warszawa, 2009.
- [87] Daft, R. L. (2009). *Organization Theory and Design 10th*. Mason, OH: South-Western Cengage.
- [88] Dahlsrud A., 2006, How corporate social responsibility is defined: an analysis of 37 definitions. *Corporate social responsibility and environmental management*, 15(1), pp.1-13.
- [89] Davis, K. E., Kingsbury, B., & Merry, S. E. (2012). Indicators as a technology of global governance. *Law & Society Review*, 46(1), 71-104.
- [90] de Freitas Netto, S. V., Sobral, M. F. F., Ribeiro, A. R. B., & Soares, G. R. D. L. (2020). Concepts and forms of greenwashing: A systematic review. *Environmental Sciences Europe*, 32(1), 1-12
- [91] de Jong, E., & Vijge, M. J. (2021). From Millennium to Sustainable Development Goals: Evolving discourses and their reflection in policy coherence for development. *Earth System Governance*, 7, 100087.
- [92] de Meyrick, J. (2003). The Delphi method and health research. *Health education*, 103(1), 7-16.
- [93] Dembińska, I. (2013). Marketingowa orientacja działań CSR na przykładzie firm logistycznych. *Zeszyty Naukowe. Problemy Transportu i Logistyki/Uniwersytet Szczeciński*, (23), 145-165.

- [94] Dembińska, I., Barczak, A., Rostkowski, T., Kauf, S., & Marska-Dzioba, N. (2022). Hierarchical Analysis of Forms of Support for Employees in the Field of Health Protection and Quality of Work during the COVID-19 Pandemic and the Desired Post-Pandemic Forms of Support. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23), 15509.
- [95] Demirbag, M., Tatoglu, E., Tekinkus, M., & Zaim, S. (2006). An analysis of the relationship between TQM implementation and organizational performance: evidence from Turkish SMEs. *Journal of manufacturing technology management*.
- [96] Deng, X., Kang, J. K., & Low, B. S. (2013). Corporate social responsibility and stakeholder value maximization: Evidence from mergers. *Journal of financial Economics*, 110(1), 87-109.
- [97] Dieste, M., Panizzolo, R., & Garza-Reyes, J. A. (2021). A systematic literature review regarding the influence of lean manufacturing on firms' financial performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- [98] Dinu, A. M. (2015). The risks and benefits of outsourcing. *Knowledge Horizons. Economics*, 7(2), 103.
- [99] Dong, H., Liu, Y., Zhao, Z., Tan, X., & Managi, S. (2022). Carbon neutrality commitment for China: from vision to action. *Sustainability Science*, 17(5), 1741-1755.
- [100] Dora, M., Kumar, M., Van Goubergen, D., Molnar, A., & Gellynck, X. (2013). Operational performance and critical success factors of lean manufacturing in European food processing SMEs. *Trends in food science & technology*, 31(2), 156-164.
- [101] Dragolea, L., & Cotîrlea, D. (2009). Benchmarking-a valid strategy for the long term?. *Annales Universitatis Apulensis: Series Oeconomica*, 11(2), 813.
- [102] Dresner, S. (2012). *The principles of sustainability*. Routledge.
- [103] Dubey, R., Gunasekaran, A., & Ali, S. S. (2015). Exploring the relationship between leadership, operational practices, institutional pressures and environmental performance: A framework for green supply chain. *International Journal of Production Economics*, 160, 120-132
- [104] Dudek-Burlikowska, M., & Szewieczek, D. (2009). The Poka-Yoke method as an improving quality tool of operations in the process. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 36(1), 95-102.
- [105] Duplaga, M., Stadnicka D., (2009), Wdrażanie TPM w praktyce dużego przedsiębiorstwa. *Technologia i automatyzacja montażu*, (3), 25-32.

- [106] Edgeman, R. (2018). Excellence models as complex management systems: An examination of the Shingo operational excellence model. *Business Process Management Journal*
- [107] Elder, M., Bengtsson, M., & Akenji, L. (2016). An optimistic analysis of the means of implementation for sustainable development goals: Thinking about goals as means. *Sustainability*, 8(9), 962.
- [108] Elkington J., *Making Capitalism Sustainable* in Keller, D. R. (Ed.). (2010). *Environmental ethics: The big questions*. John Wiley & Sons.
- [109] Elkington, J., Partnerships from cannibals with forks: The triple bottom line of 21st-century business. *Environ. Qual. Manag.* 1998, 8, 37–51.
- [110] Engberg-Pedersen, P. (2016). An SDG-based results framework for development cooperation—Draft Note by the Results Team of the Development Co-operation Directorate Paris, January 2016.
- [111] Engberg-Pedersen, P., & Zwart, R. (2018). *The 2030 Agenda and Development Co-operation Results*.
- [112] Erauskin-Tolosa, A., Zubeltzu-Jaka, E., Heras-Saizarbitoria, I., & Boiral, O. (2020). ISO 14001, EMAS and environmental performance: A meta-analysis. *Business Strategy and the Environment*, 29(3), 1145-1159.
- [113] Espino-Rodríguez, T. F., & Lai, P. C. (2014). Activity outsourcing and competitive strategy in the hotel industry. The moderator role of asset specificity. *International Journal of Hospitality Management*, 42, 9-19.
- [114] Espino-Rodríguez, T. F., & Padrón-Robaina, V. (2006). A review of outsourcing from the resource-based view of the firm. *International journal of management reviews*, 8(1), 49-70.
- [115] Evans, J. R. (2010). Organisational learning for performance excellence: A study of Branch-Smith Printing Division. *Total Quality Management*, 21(3), 225-243.
- [116] Fathi, M., Haghi Kashani, M., Jameii, S. M., & Mahdipour, E. (2021). Big data analytics in weather forecasting: A systematic review. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 1247-1275.
- [117] Fatorachian, H., & Kazemi, H. (2018). A critical investigation of Industry 4.0 in manufacturing: theoretical operationalisation framework. *Production Planning & Control*, 29(8), 633-644.
- [118] Faulkner D., Bowman C. (1996), *Strategie konkurencji, Gebethner i S-ka, Warszawa*.

- [119] Favale, T., Soro, F., Trevisan, M., Drago, I., & Mellia, M. (2020). Campus Traffic and e-Learning during COVID-19 Pandemic. arXiv preprint arXiv:2004.13569.
- [120] FCCC/CP/1995/7/Add.1: Report of the Conference of the Parties (COP) on its first session, held at Berlin from 28 March to 7 April 1995. Addendum. Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its first session.
- [121] FCCC/CP/2015/10/Add.1, Report of the Conference of the Parties on its twenty-first session, held in Paris from 30 November to 13 December 2015, Decisions adopted by the Conference of the Parties, Decision 1/CP.21: Adoption of the Paris Agreement.
- [122] Fehling, M., Nelson, B. D., & Venkatapuram, S. (2013). Limitations of the Millennium Development Goals: a literature review. *Global public health*, 8(10), 1109-1122.
- [123] Felczak, T. (2014). Czynniki kształtujące wartość uzyskiwanego dochodu z rodzinnego gospodarstwa rolnego. *Roczniki (Annals)*, 2014(4)
- [124] Feld, W. M. (2000). *Lean manufacturing: tools, techniques, and how to use them*. CRC press.
- [125] Fertsch, M., Cyplik, P., & Hadaś, Ł. (Eds.). (2010). *Logistyka produkcji: teoria i praktyka*. Instytut Logistyki i Magazynowania.
- [126] Fetting, C. (2020). "The European Green Deal", ESDN Report, December 2020, ESDN Office, Vienna.
- [127] Fiol, C. M., & Lyles, M. A. (1985). Organizational learning. BEBR faculty working paper; no. 1110.
- [128] Fitzpatrick, W. M., & Burke, D. R. (2000). Form, functions, and financial performance realities for the virtual organization. *SAM Advanced Management Journal*, 65(3), 13.
- [129] Flaherty, WBCSD Summary of Stakeholder Dialogue Session (The Netherlands, September 6-8, 1998), Geneva, September 1998
- [130] Floyd, D., & Rahman, M. (2020). Capitalism under pressure. *Strategic Change*, 29(6), 611-612.
- [131] Flynn, B. B., & Flynn, E. J. (2004). An exploratory study of the nature of cumulative capabilities. *Journal of operations management*, 22(5), 439-457.
- [132] Fonseca, A. V. M. D., & Miyake, D. (2008). Comparing the use of methods, techniques, and tools promoted by quality management systems and programs. *Anais*.
- [133] Force, M. G. T. (2015). Taking stock of the global partnership for development. UN.

- [134] Found, P., Lahy, A., Williams, S., Hu, Q., & Mason, R. (2018). Towards a theory of operational excellence. *Total Quality Management & Business Excellence*, 29(9-10), 1012-1024.
- [135] Fresner, J. (1998). Cleaner production as a means for effective environmental management. *Journal of cleaner production*, 6(3-4), 171-179.
- [136] Frosch, R. A., & Gallopoulos, N. E. (1989). Strategies for manufacturing. *Scientific American*, 261(3), 144-153.
- [137] Fujimoto, T. (1999). *The Evolution of a Manufacturing System at Toyota*. Oxford University Press.
- [138] Fukuda-Parr, S. (2016). From the Millennium Development Goals to the Sustainable Development Goals: shifts in purpose, concept, and politics of global goal setting for development. *Gender & Development*, 24(1), 43-52.
- [139] Fukuda-Parr, S., & Orr, A. (2014). The MDG hunger target and the competing frameworks of food security. *Journal of Human Development and Capabilities*, 15(2-3), 147-160.
- [140] Fukuda-Parr, S., Yamin, A. E., & Greenstein, J. (2013). Synthesis Paper-The power of numbers: A critical review of MDG targets for human development and human rights. *Harvard School of Public Health Working Paper Series*, 1-35.
- [141] Gangi, F., & D'Angelo, E. (2016). The virtuous circle of corporate social performance and corporate social disclosure. *Modern Economy*, 7(12), 1396-1418.
- [142] Ghicajanu, M., Irimie, S., Marica, L., & Munteanu, R. (2015). Criteria for excellence in business. *Procedia economics and finance*, 23, 445-452.
- [143] Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- [144] Goldman S., Nagel R., Preiss K., *Agile competitors and virtual organization. Strategies for enriching the customer*, New York, 1995.
- [145] Gossling-Goidsmitshs, J. *Sustainable Development Goals and Uncertainty Visualization*. Masters Thesis, University of Twente, Enschede, The Netherlands, 2018, dostep online: https://cartographymaster.eu/wp-content/theses/2018_GOSLING-GOLDSMITH_Thesis.pdf dostep 16.09.2021]
- [146] Górka K., Łuszczuk M., Thier A., Powiązania rozwoju zrównoważonego i trwałego z ekonomią umiaru w:] J. Pach, K. Kowalska, P. Szyja (red.), *Ekonomia umiaru – realna*

- [159] Gutierrez, O. (1989). Experimental techniques for information requirements analysis. *Information & Management*, 16(1), 31-43.
- [160] Hajmohammad, S., Vachon, S., Klassen, R. D., & Gavronski, I. (2013). Lean management and supply management: their role in green practices and performance. *Journal of Cleaner Production*, 56, 86-93.
- [161] Hall P. A., Soskice, D. (2004). Varieties of capitalism: the institutional foundations of comparative advantage. *Sociologický časopis/Czech Sociological Review*, 40(6).
- [162] Hall, P. A., & Gingerich, D. W. (2004). Varieties of capitalism and institutional complementarities in the macroeconomy: an empirical analysis.
- [163] Hamrol A., *Strategie i praktyki sprawnego działania – Lean, six sigma i inne*, Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa, 2015.
- [164] Hanggraeni, D., Ślusarczyk, B., Sulung, L. A. K., & Subroto, A. (2019). The impact of internal, external and enterprise risk management on the performance of micro, small and medium enterprises. *Sustainability*, 11(7), 2172.
- [165] Hannan, M. T., & Freeman, J. (1989). *Organizational ecology*. Harvard university press.
- [166] Hansson, J., & Eriksson, H. (2002). The impact of TQM on financial performance. *Measuring Business Excellence*.
- [167] Hart, S. L. (1997). Beyond greening: strategies for a sustainable world. *Harvard business review*, 75(1), 66-77.
- [168] Harwood, R. R. (1990). A history of sustainable agriculture. *Sustainable agricultural systems* (pp. 3-19). CRC Press. Pearce D., Markandya A., Barbier, E. (1989). *Blueprint for a Green Economy*. London
- [169] Hawken, P. *The Ecology of Commerce*; HarperCollins: New York, NY, USA, 1993.
- [170] Hayes, R.H. and Pisano, G.P. (1994), “Beyond world-class – the new manufacturing strategy”, *Harvard Business Review*, Vol. 72 No. 1, pp. 77-86
- [171] Henríquez-Machado, R., Muñoz-Villamizar, A., & Santos, J. (2021). Sustainability through Operational Excellence: An Emerging Country Perspective. *Sustainability*, 13(6), 3165.
- [172] Henríquez-Machado, R., Muñoz-Villamizar, A., & Santos, J. (2021). Sustainability through Operational Excellence: An Emerging Country Perspective. *Sustainability*, 13(6), 3165.

- [173] Heras-Saizarbitoria, I., Boiral, O., & Díaz de Junguitu, A. (2020). Environmental management certification and environmental performance: Greening or greenwashing?. *Business Strategy and the Environment*, 29(6), 2829-2841.
- [174] Herciu, M. (2016). ISO 26000—An integrative approach of corporate social responsibility. *Studies in Business and Economics*, 11(1), 73-79.
- [175] Hietschold, N., Reinhardt, R., & Gurtner, S. (2014). Measuring critical success factors of TQM implementation successfully—a systematic literature review. *International Journal of Production Research*, 52(21), 6254-6272.
- [176] Hill, A. V. (2012). *The encyclopedia of operations management: a field manual and glossary of operations management terms and concepts*. Ft Press.
- [177] Hillary, R. (2004). Environmental management systems and the smaller enterprise. *Journal of cleaner production*, 12(6), 561-569.
- [178] Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), 994-1011.
- [179] Höhne, Niklas, Levin, Kelly, & Roy, Joyashree (2022). Chapter 5. Transformations needed to achieve the Paris Agreement in electricity supply, industry, buildings and transportation - Emissions Gap Report 2022: The Closing Window — Climate Crisis Calls for Rapid Transformation of Societies. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/40929>.
- [180] Holden, E., Linnerud, K., & Banister, D. (2014). Sustainable development: Our common future revisited. *Global environmental change*, 26, 130-139.
- [181] Holdgate, M. W. (1993). The sustainable use of tropical coastal resources – a key conservation issue. *AMBIO*(22), p. 481-482.
- [182] Holme, R., & Watts, P. (2001). Making good business sense. *Journal of Corporate Citizenship*, (2), 17-20.
- [183] Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of operations management*, 25(2), 420-437.
- [184] Hormozi, A. M. (2001). Agile manufacturing: the next logical step. *Benchmarking: An international journal*.
- [185] Hughes, J. A., O'Brien, J., Randall, D., Rouncefield, M., & Tolmie, P. (2001). Some 'real' problems of 'virtual' organisation. *New Technology, Work and Employment*, 16(1), 49-64.

- [186] Hui, I. K., Chan, A. H., & Pun, K. F. (2001). A study of the environmental management system implementation practices. *Journal of cleaner production*, 9(3), 269-276.
- [187] Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy* second edition.
- [188] International union for conservation of nature and natural resources, united nations environment programme, world wildlife fund, food and agriculture organization of the UNITED NATIONS, & UNESCO. (1980). *World conservation strategy: living resource conservation for sustainable development*. Gland, Switzerland, IUCN.
- [189] Iraldo, F., Testa, F., & Frey, M. (2009). Is an environmental management system able to influence environmental and competitive performance? The case of the eco-management and audit scheme (EMAS) in the European union. *Journal of Cleaner Production*, 17(16), 1444-1452
- [190] Irani, Z., Beskese, A., & Love, P. E. (2004). Total quality management and corporate culture: constructs of organisational excellence. *Technovation*, 24(8), 643-650.
- [191] ISO (2021). *The ISO survey of ISO 9001 and ISO 14001 certifications*. Geneva: ISO.
- [192] ISO, I. (2018). *Quality management–Quality of an organization–Guidance to achieve sustained success*. ISO Central Secretariat.r
- [193] Jacobs, M. (1995). *Sustainable Development – From Broad Rhetoric to local Reality*. Conference Proceedings from Agenda 21 in Cheshire, 1 December 1994, Chesire County Council, Document No. 49.
- [194] Jaeger, A., Matyas, K., & Sihm, W. (2014). Development of an assessment framework for Operations Excellence (OsE), based on the paradigm change in Operational Excellence (OE). *Procedia CIRP*, 17, 487-492.
- [195] Jain, R., Yadav, O. P., & Rathore, A. P. S. (2008). The propagation of benchmarking concepts in Indian manufacturing industry. *Benchmarking: An International Journal*.
- [196] Jakhar, S. K., Rathore, H., & Mangla, S. K. (2018). Is lean synergistic with sustainable supply chain? An empirical investigation from emerging economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 139, 262-269.
- [197] Jamison, D. T. (Ed.). (2006). *Disease and mortality in sub-Saharan Africa*.
- [198] Jasch, C. (2000). Environmental performance evaluation and indicators. *Journal of cleaner production*, 8(1), 79-88.
- [199] Jasch, C. (2003). The use of Environmental Management Accounting (EMA) for identifying environmental costs. *Journal of Cleaner production*, 11(6), 667-676.

- [200] Jasch, C., Ayres, D., & Bernaudat, L. (2010). Environmental management accounting (EMA) case studies in Honduras—an integrated UNIDO project. *Issues in Social and Environmental Accounting*, 4(2), 89-103.
- [201] Jasti, N. V. K., & Kodali, R. (2015). Lean production: literature review and trends. *International Journal of Production Research*, 53(3), 867-885.
- [202] Jasti, N. V. K., & Kodali, R. (2019). An empirical investigation on lean production system framework in the Indian manufacturing industry. *Benchmarking: An International Journal*, 26(1), 296-316.
- [203] Jastrzębska, E. (2016). Ewolucja społecznej odpowiedzialności biznesu w Polsce. *Kwartalnik Kolegium Ekonomiczno-Społecznego „Studia i Prace”*, 28(4), 85-101.
- [204] Jaźwińska D., *Model potencjału zasobowego zrównoważonego rozwoju przedsiębiorstwa*, Poznań, Polska, 2021.
- [205] Jenkins, H. and Yakovleva, N., 2006. Corporate social responsibility in the mining industry: Exploring trends in social and environmental disclosure. *Journal of cleaner production*, 14(3-4), pp.271-284
- [206] Jesinghaus, J. (2007). Indicators: Boring statistics or the key to sustainable development. *Sustainability Indicators: A Scientific Assessment*, 67, 83.
- [207] Juran, J. M. (2003). *Juran on leadership for quality*. Simon and Schuster.
- [208] Kalemkerian, F., Santos, J., Tanco, M., Garza-Reyes, J. A., & Viles, E. (2022). Analysing the alignment between the Green Lean and Circular strategies: towards a Circular Lean approach. *Journal of Manufacturing Technology Management*, (ahead-of-print).
- [209] Kalinowski, B. T. (2017). Dojrzałość procesowa a wyniki organizacji. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, (463), 171-182.
- [210] Kalinowski, T. B. (2011). Modele oceny dojrzałości procesów. *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Oeconomica*, (258).
- [211] Kamble, S., Gunasekaran, A., & Dhone, N. C. (2020). Industry 4.0 and lean manufacturing practices for sustainable organisational performance in Indian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1319-1337.
- [212] Karlsson, S. Meeting conceptual challenges. In *Sustainability Indicators: Scientific Assessment*; Hak, T., Moldan, B., Dahl, A., Eds.; Island Press: Washington, DC, USA, 2007; pp. 27–48.

- [213] Katayama, H., & Bennett, D. (1996). Lean production in a changing competitive world: a Japanese perspective. *International Journal of Operations & Production Management*.
- [214] Kaynak, H. (2003). The relationship between total quality management practices and their effects on firm performance. *Journal of operations management*, 21(4), 405-435.
- [215] Kaźmierczak, M., & Kamińska, A. (2017). Zastosowanie narzędzi Lean Manufacturing jako przejaw środowiskowej odpowiedzialności przedsiębiorstw produkcyjnych. *Marketing i Rynek*, (11), 210-220.
- [216] Keesstra, S. D., Bouma, J., Wallinga, J., Tittonell, P., Smith, P., Cerdà, A., Montanarella, L., Quinton, J. N., Pachepsky, Y., van der Putten, W. H., Bardgett, R. D., Moolenaar, S., Mol, G., Jansen, B., and Fresco, L. O.: The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals, *SOIL*, 2, 111–128, <https://doi-org-1000038w005f8.han3.library.put.poznan.pl/10.5194/soil-2-111-2016>, 2016.
- [217] Kidd, P. T. (1995). *Agile manufacturing: a strategy for the 21st century*.
- [218] Kim, R. C. (2022). Rethinking corporate social responsibility under contemporary capitalism: Five ways to reinvent CSR. *Business Ethics, the Environment & Responsibility*.
- [219] Ki-Moon, B. (2015). *The millennium development goals report 2015*. United Nations Pubns, 365, 366.
- [220] Koenigsaecker, G. (2012). *Leading the lean enterprise transformation*. CRC Press
- [221] Kołakowska, D. (2018). Walidacja a weryfikacja metody pomiarowej. *Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej*, (59), 91-92.
- [222] Komisja Europejska 2008a, Commission staff working document accompanying the proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council on the voluntary participation by organisations in a Community eco-management and audit scheme (EMAS) - Impact assessment {COM(2008) 402 final} {SEC(2008) 2122}
- [223] Komisja Europejska, 2008b, Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the voluntary participation by organisations in a Community eco-management and audit scheme (EMAS) {SEC(2008) 2121} {SEC(2008) 2122}
- [224] Komisja Europejska, 2020, Nowy plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym na rzecz czystszej i bardziej konkurencyjnej Europy, Bruksela, 11.3.2020 r. COM(2020) 98 final.

- [225] Komlos, J. (1990). Nutrition, population growth, and the Industrial Revolution in England. *Social Science History*, 14(1), 69-91.
- [226] Korytkowski, P., Grimaud, F., & Dolgui, A. (2014). Exponential smoothing for multi-product lot-sizing with heijunka and varying demand. *Management and Production Engineering Review*, 5.
- [227] Kowal, D. (2011). Metodyka identyfikacji kluczowych czynników kształtujących wartość przedsiębiorstwa górniczego węgla kamiennego. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*, (46), 457-471.
- [228] Krafcik, J. F. (1988). Triumph of the lean production system. *Sloan management review*, 30(1), 41-52.
- [229] Krajewski P., Górniak J., Poka Yoke jako metoda wzrostu efektywności i jakości produkcji, w:], Golińska, P. (2012). *Lean Management w produkcji i logistyce*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 81, 85.
- [230] Kramer, M. R., & Porter, M. (2011). *Creating shared value (Vol. 17)*. Boston, MA, USA: FSG.
- [231] Kubis, N. (2005). Narzędzia lean management. *Zagadnienia techniczno-ekonomiczne*, 50(2-3), 291-303.
- [232] Kumar, P., Sharma, D., & Pandey, P. (2022). Industry 4.0 (I4. 0) Based Virtual Organization Model for the Coordination of Sustainable Textile Supply Chain. *American Business Review*, 25(1), 10.
- [233] Kumar, V., Choisne, F., De Grosbois, D., & Kumar, U. (2009). Impact of TQM on company's performance. *International journal of quality & reliability management*.
- [234] Kuwahara, Victor S., and Shuichi Yamamoto. Sustainability and Buddhism: How do we measure quality of life and degree of happiness?. *Journal of Oriental Studies* 20, 2010, s. 129-143.
- [235] Lafferty, W. M. (Ed.). (2006). *Governance for sustainable development: the challenge of adapting form to function*. Edward Elgar Publishing.
- [236] Lander, E., & Liker, J. K. (2007). The Toyota Production System and art: making highly customized and creative products the Toyota way. *International journal of production research*, 45(16), 3681-3698.
- [237] Larson B.A., *Sustainable Development Research Advances*, Nova Science Publishers 2007.

- [238] Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & information systems engineering*, 6(4), 239-242.
- [239] Latan, H., Jabbour, C. J. C., de Sousa Jabbour, A. B. L., Wamba, S. F., & Shahbaz, M. (2018). Effects of environmental strategy, environmental uncertainty and top management's commitment on corporate environmental performance: The role of environmental management accounting. *Journal of cleaner production*, 180, 297-306.
- [240] Laureani, A., & Antony, J. (2012). Critical success factors for the effective implementation of Lean Sigma: Results from an empirical study and agenda for future research. *International Journal of Lean Six Sigma*.
- [241] Lawler III, E. E. (2008). *From the ground up: Six principles for building the new logic corporation*. John Wiley & Sons.
- [242] Levy, D. L. (1997). Environmental management as political sustainability. *Organization & Environment*, 10(2), 126-147.
- [243] Lewis, M. A. (2000). Lean production and sustainable competitive advantage. *International journal of operations & production management*.
- [244] Leyer, M., & Moormann, J. (2014). How lean are financial service companies really? Empirical evidence from a large-scale study in Germany. *International Journal of Operations & Production Management*.
- [245] Liker, J. K. (2021). *The Toyota Way, Second Edition 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*, New York: McGraw-Hill Education
- [246] Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *Toyota way fieldbook*. McGraw-Hill Education
- [247] Lin, N. (2011). Capitalism in China: A centrally managed capitalism (CMC) and its future. *Management and Organization Review*, 7(1), 63-96.
- [248] Lioumakis, G. (2010). Political economy, capitalism and sustainable development. *Sustainability*, 2(8), 2601-2616.
- [249] Lisinski, M., & Ostrowski, B. (2006). *Lean management w restrukturyzacji przedsiębiorstwa*, Wyd. Antykwa, Kraków.
- [250] Ljungberg, L. Y. (2007). Materials selection and design for development of sustainable products. *Materials & Design*, 28(2), 466-479.
- [251] Lomazzi, M., Borisch, B., & Laaser, U. (2014). The Millennium Development Goals: experiences, achievements and what's next. *Global health action*, 7(1), 23695.

- [252] Loss, L., Pereira-Klen, A. A., & Rabelo, R. J. (2006, September). Knowledge management based approach for virtual organization inheritance. In Working Conference on Virtual Enterprises (pp. 285-294). Springer, Boston, MA.
- [253] Lu D., Betts, A., & Croom, S. (2011). Re-investigating business excellence: Values, measures and a framework. *Total Quality Management & Business Excellence*, 22(12), 1263-1276.
- [254] Luz Tortorella, G., Cauchick-Miguel, P. A., Li, W., Staines, J., & McFarlane, D. (2021). What does operational excellence mean in the Fourth Industrial Revolution era?. *International Journal of Production Research*, 1-17.
- [255] M., Wieresma, F. Customer Intimacy and Other Value Disciplines. *Harvard Business Review*, February 1993. Źródło: <https://hbr.org/1993/01/customer-intimacy-and-other-value-disciplines>, dostęp: 13.04.2022
- [256] Maloni, M.J. and Brown, M.E., 2006. Corporate social responsibility in the supply chain: an application in the food industry. *Journal of business ethics*, 68(1), pp.35-52.
- [257] Mangla, S.K.; Kusi-Sarpong, S.; Luthra, S.; Bai, C.; Jakhar, S.K.; Khan, S.A. Operational excellence for improving Sustainable Supply Chain Performance. *Resour. Conserv. Recycl.* 2019, 142, 277–278.
- [258] Mani, V., Gunasekaran, A., Papadopoulos, T., Hazen, B., & Dubey, R. (2016). Supply chain social sustainability for developing nations: Evidence from India. *Resources, Conservation and Recycling*, 111, 42-52.
- [259] Mantura, W. (2012). Wybrane zastosowania kwalitologii. *Zarządzanie i Finanse*, 3(1), 24-37.
- [260] Martin, P. G. (2015). Introduction: Journey to Creating Sustainable Value, 1-5. John Wiley & Sons.
- [261] Martins, F., & Fonseca, L. (2018). Comparison between eco-management and audit scheme and ISO 14001: 2015. *Energy Procedia*, 153, 450-454.
- [262] Maskell, B. (2001). The age of agile manufacturing. *Supply Chain Management: An International Journal*.
- [263] Matuszak, A., & Matuszak, Z. (2011). Określenie próby i jej liczności w badaniach pedagogicznych. *General and Professional Education*, (2), 33-39.
- [264] Matuszak-Flejszman A., Wdrażanie systemu ek zarzadzania i audytu EMAS w administracji rządowej, Wyd. Moś i Łuczak, Warszawa 2011.

- [265] Matysiak A., Raftowicz-Filipkiewicz M.,: Wpływ procesów endogenicznych na rozwój zrównoważony, „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach”, nr 311/2017.
- [266] Mądra, M. (2009). Wpływ poziomu zadłużenia na siłę ekonomiczną gospodarstw rolniczych.
- [267] McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., & Owen, G. W. (2001). Changeover improvement: A maintenance perspective. *International Journal of Production Economics*, 73(2), 153-163.
- [268] McKone, K. E., & Weiss, E. N. (1998). TPM: planned and autonomous maintenance: bridging the gap between practice and research. *Production and operations management*, 7(4), 335-351.
- [269] Meadowcroft, J. (2007). Who is in charge here? Governance for sustainable development in a complex world. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 9(3-4), 299-314.
- [270] Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. and Behrens, W.W., *The limits to growth*. New York: Universe Books., 1972.
- [271] Melchiorsen, A. S., & Mogensen, B. (2005). Environmental shareholder value—understanding the value of environmental performance. Working report, (2).
- [272] Mensah, J.; Casadevall, S.R. Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review. *Cogent Soc. Sci.* 2019, 5, 165353.
- [273] Meriläinen, S., Moisander, J., & Pesonen, S. (2000). The masculine mindset of environmental management and green marketing. *Business Strategy and the Environment*, 9(3), 151-162.
- [274] Milne, M. J., & Byrch, C. (2011, December). Sustainability, environmental pragmatism and the triple bottom line: good question, wrong answer. In *The 10th Australasian Conference on Social and Environmental Accounting Research*.
- [275] Mistic, V. B., & Mistic, J. (Eds.). (2014). *Machine-to-machine communications: architectures, technology, standards, and applications*. CRC Press.
- [276] Mistry, J. J. (2005). Supply chain management: a case study of an integrated lean and agile model. *Qualitative Research in Accounting & Management*.
- [277] Mitcham, C. (2005). *Encyclopedia of science, technology, and ethics*.
- [278] Mitchell, J. S. (2015). *Operational excellence: Journey to creating sustainable value*. John Wiley & Sons.

- [279] Mohd Khalid, F., Lord, B. R., & Dixon, K. (2012). Environmental management accounting implementation in environmentally sensitive industries in Malaysia. Treacy,
- [280] Moldan, B., & Dahl, A. L. (2007). Challenges to sustainability indicators. *Sustainability Indicators: a scientific assessment*. SCOPE, 67, 1-24.
- [281] Molenda, M. (2016). The autonomous maintenance implementation directory as a step toward the intelligent quality management system. *Management Systems in Production Engineering*.
- [282] Monden, Y. (2011). *Toyota production system: an integrated approach to just-in-time*. CRC Press.
- [283] Montgomery, D. C., & Woodall, W. H. (2008). An overview of six sigma. *International Statistical Review/Revue Internationale de Statistique*, 329-346.
- [284] Morgado, L., Silva, F. J. G., & Fonseca, L. M. (2019). Mapping occupational health and safety management systems in Portugal: outlook for ISO 45001: 2018 adoption. *Procedia manufacturing*, 38, 755-764.
- [285] Morrow, D., & Rondinelli, D. (2002). Adopting corporate environmental management systems:: Motivations and results of ISO 14001 and EMAS certification. *European management journal*, 20(2), 159-171.
- [286] Mowshowitz, A. (1997). On the theory of virtual organization. *Systems Research and Behavioral Science: The Official Journal of the International Federation for Systems Research*, 14(6), 373-384.
- [287] Mowshowitz, A. (1997). Virtual organization. *Communications of the ACM*, 40(9), 30-37.
- [288] Munasinghe, M. (1994). *Sustainomics: a transdisciplinary framework for sustainable development*. Keynote Paper. Proceedings of the 50th Anniversary Sessions of the Sri Lanka Association for the Advantages of Science (SLAAS), Colombo, Sri Lanka.
- [289] Munoz-Villamizar, A., Santos, J., Grau, P., & Viles, E. (2021). Toolkit for simultaneously improving production and environmental efficiencies. *Central European Journal of Operations Research*, 29(4), 1219-1230.
- [290] Năftănăilă, I., Radu, C., & Cioană, G. (2013). Operational excellence—A key to world-class business performance. *Studies in Business and Economics*, 8(3), 133-140.
- [291] Nagel, R. N. (1992). *21st century manufacturing enterprise strategy report (AMEF N0001-92)*. Arlington, VA: Office of Naval Research.

- [292] Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: total productive maintenance. (Translation). Productivity Press, Inc., 1988, 129.
- [293] Näslund, D. (2008). Lean, six sigma and lean sigma: fads or real process improvement methods?. *Business process management journal*.
- [294] Nave, D. (2002). How to compare six sigma, lean and the theory of constraints. *Quality progress*, 35(3), 73-80.
- [295] Nawanir, G., Teong, L. K., & Othman, S. N. (2013). Impact of lean practices on operations performance and business performance: some evidence from Indonesian manufacturing companies. *Journal of manufacturing technology management*.
- [296] Neave, H. R. (1987). Deming's 14 points for management: framework for success. *Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician)*, 36(5), 561-570.
- [297] Nelson, A., & Harvey, F. A. (1995). Technologies for training and supporting your agile workforce. In *Creating the Agile Organization: Models, Metrics and Pilots*. 4th Agility Forum Annual Conference.
- [298] Nenadál, J., Vykydal, D., & Waloszek, D. (2018). Organizational excellence: approaches, models and their use at Czech organizations. *Quality innovation prosperity*, 22(2), 47-64
- [299] Nonthaleerak, P., & Hendry, L. C. (2006). Six Sigma: literature review and key future research areas. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 2(2), 105-161.
- [300] Norman, T. J., Preece, A., Chalmers, S., Jennings, N. R., Luck, M., Dang, V. D., ... & Fiddian, N. J. (2004). Agent-based formation of virtual organisations. *Knowledge-based systems*, 17(2-4), 103-111.
- [301] Norman, W.; Macdonald, C. Getting to the Bottom of “Triple Bottom Line”. *Bus. Ethic. Q.* 2004, 14, 243–262.
- [302] North, D. C., & Thomas, R. P. (1973). *The rise of the western world: A new economic history*. Cambridge University Press.
- [303] Noryani, Y. B. G., Sari, W. I., Rosini, I., Munadjat, B., Sunarsi, D., & Mahnun Mas' adi, G. (2020). Did ISO 45001, ISO 22000, ISO 14001 and ISO 9001 Influence Financial Performance? Evidence from Indonesian Industries. *PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology*, 17(7), 6930-6950.
- [304] O’Keeffe, T. (2002). Organisational learning: a new perspective. *Journal of European Industrial Training*.
- [305] Oakland, J. S. (2007). *Total organizational excellence*. Routledge.

- [306] Obote Ochieng, C. M. (2008, February). Comparative capitalism and sustainable development: Stakeholder capitalism and co-management in the Kenyan fisheries sub sector. In *Natural Resources Forum* (Vol. 32, No. 1, pp. 64-76). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
- [307] Ociepa-Kubicka, A., Deska, I., & Ociepa, E. (2021). Organizations towards the Evaluation of Environmental Management Tools ISO 14001 and EMAS. *Energies*, 14(16), 4870.
- [308] Odważny, F., Wojtkowiak, D., Cyplik, P., & Adamczak, M. (2018). Smart factory within sustainable development and green growth concepts. *LogForum*, 14(4).
- [309] Ohno, T. (2010). How the Toyota Production System was created. *The Anatomy of Japanese Business*, 133.
- [310] Ohno, T., & Bodek, N. (2019). *Toyota production system: beyond large-scale production*. Productivity press.
- [311] Oleśków-Szłapka, J., & Stachowiak, A. (2019). The framework of logistics 4.0 maturity model. In *Intelligent systems in production engineering and maintenance* (pp. 771-781). Springer International Publishing.
- [312] Olsen, S. H., Zusman, E., Miyazawa, I., Cadman, T., Yoshida, T., & Bengtsson, M. (2014). Implementing the sustainable development goals (SDGs): An assessment of the means of implementation (MOI). Institute for Global Environmental Strategies. Available at: <http://tinyurl.com/h5juhlq>, 1-10.
- [313] Olsthoorn, X., Tyteca, D., Wehrmeyer, W., & Wagner, M. (2001). Environmental indicators for business: a review of the literature and standardisation methods. *Journal of cleaner production*, 9(5), 453-463.
- [314] Olugu, E. U., Wong, K. Y., & Shaharoun, A. M. (2011). Development of key performance measures for the automobile green supply chain. *Resources, conservation and recycling*, 55(6), 567-579.
- [315] Ortiz-de-Mandojana, N., & Bansal, P. (2016). The long-term benefits of organizational resilience through sustainable business practices. *Strategic Management Journal*, 37(8), 1615-1631.
- [316] Panizzolo, R., Garengo, P., Sharma, M. K., & Gore, A. (2012). Lean manufacturing in developing countries: evidence from Indian SMEs. *Production Planning & Control*, 23(10-11), 769-788.

- [317] Panthong, N. (2010). THE COMMUNITY PERCEPTION ON CSR ACTIVITIES. *Journal of Marketing Research*, 37(2), 203-214
- [318] Panwar, A., Nepal, B., Jain, R., & Yadav, O. P. (2013). Implementation of benchmarking concepts in Indian automobile industry—an empirical study. *Benchmarking: An International Journal*.
- [319] Paul, B. D. (2008). A history of the concept of sustainable development: literature review. *The Annals of the University of Oradea, Economic Sciences Series*, 17(2), 576-580.
- [320] Pawłowski A., Pawłowski L., Wpływ sposobów pozyskiwania energii na realizację paradygmatów zrównoważonego rozwoju, *Rocznik Ochrona Środowiska*, t.18/2016, s. 19-37.
- [321] Pawłowski E., Pawłowski K., Trzcieliński s. (2010). *Metody i narzędzia lean manufacturing*. Materiały dydaktyczne. Wydawnictwo PP: Poznań
- [322] Pearce, D. W., & Turner, R. K. (1990). *Economics of Natural Resources and the Environment*. Baltimore.
- [323] Pepper, M. P., & Spedding, T. A. (2010). The evolution of lean Six Sigma. *International Journal of Quality & Reliability Management*.
- [324] Perez, E. A., Ruiz, C. C., & Fenech, F. C. (2007). Environmental management systems as an embedding mechanism: a research note. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*.
- [325] Perez-Batres, L. A., Doh, J. P., Miller, V. V., & Pisani, M. J. (2012). Stakeholder pressures as determinants of CSR strategic choice: Why do firms choose symbolic versus substantive self-regulatory codes of conduct? *Journal of business ethics*, 110(2), 157-172.
- [326] Pettersen, J. (2009). Defining lean production: some conceptual and practical issues. *The TQM Journal*, 21(2), 127-142.
- [327] Pierantoni, I. A. (2004). Few Remarks on Methodological Aspects Related to Sustainable Development. *Measuring Sustainable Development: Integrated Economic, Environmental and Social Frameworks*. OECD.
- [328] Pinto, J. L. Q., Matias, J. C. O., Pimentel, C., Azevedo, S. G., & Govindan, K. (2018). *Just in Time Factory: Implementation Through Lean Manufacturing Tools*. Springer.
- [329] Porter, L., & Tanner, S. (Eds.). (2012). *Assessing business excellence*. Routledge.
- [330] Porter, M. E. (1991). Towards a dynamic theory of strategy. *Strategic management journal*, 12(S2), 95-117.

- [331] Porter, M. E. (1998). *Competitive advantage: creating and sustaining superior performance: with a new introduction*, c1985.
- [332] Porter, M. E., & Van der Linde, C. (1995). Green and competitive: ending the stalemate. *Harvard business review*, 73(5), 120-134.
- [333] Porter, M. E., & Van der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of economic perspectives*, 9(4), 97-118.
- [334] Powell, D. J., & Strandhagen, J. O. (2012, December). 21 st Century operational excellence: Addressing the similarities and differences between Lean production, Agility and QRM. In *2012 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (pp. 449-453). IEEE.
- [335] Powell, T. C. (1995). Total quality management as competitive advantage: a review and empirical study. *Strategic management journal*, 16(1), 15-37.
- [336] Prašnikar, J., Debeljak, Ž., & Ahčan, A. (2005). Benchmarking as a tool of strategic management. *Total Quality Management and Business Excellence*, 16(2), 257-275
- [337] Pucheta-Martínez, M. C., Gallego-Álvarez, I., & Bel-Oms, I. (2020). Varieties of capitalism, corporate governance mechanisms, and stakeholder engagement: An overview of coordinated and liberal market economies. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 27(2), 731-748.
- [338] Pun, K. F., Hui, I. K., Lau, H. C., Law, H. W., & Lewis, W. G. (2002). Development of an EMS planning framework for environmental management practices. *International Journal of Quality & Reliability Management*.
- [339] Pyzdek, T., & Keller, P. (2014). *Six sigma handbook*. McGraw-Hill Education.
- [340] Qamar, A., & Hall, M. (2018). Can lean and agile organisations within the UK automotive supply chain be distinguished based upon contextual factors?. *Supply Chain Management: An International Journal*.
- [341] Quinn, J. B. (2000). Outsourcing innovation: the new engine of growth. *MIT Sloan Management Review*, 41(4), 13.
- [342] Quist, J., & Vergragt, P. J. (2004, October). Backcasting for industrial transformations and system innovations towards sustainability: relevance for governance. In *Governance for Industrial Transformation. Proceedings of the 2003 Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change*. Berlin: Environmental Policy Research Centre (pp. 409-437).

- [343] R. C. Camp, "Business Process Benchmarking: Finding and Implementing Best Practices," APQC Quality Press, Wisconsin, 1995.
- [344] Rabelo, R. J., Pereira-Klen, A. A., & Klen, E. R. (2004). Effective management of dynamic and multiple supply chains. *International Journal of Networking and Virtual Organisations*, 2(3), 1-9.
- [345] Radermacher, W. (1999). Indicators, Green Accounting and Environment Statistics- Information Requirements for Sustainable Development. *International Statistics Review*(67), 339-354. DOI: 10.1111/j.1751-5823.1999.tb00453.x
- [346] Rai, A.; Patnayakuni, R.; Seth, N. Firm performance impacts of digitally enabled supply chain integration capabilities. *MIS Q.* 2006, 30, 225–246.
- [347] Ramísio, P.J.; Pinto, L.M.C.; Gouveia, N.; Costa, H.; Arezes, D. Sustainability Strategy in Higher Education Institutions: Lessons learned from a nine-year case study., *J. Clean. Prod.* 2019, DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.02.257
- [348] Ramsar Convention, 1971. The Ramsar Convention on Wetlands. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/final_act_ramsar_conference1971.pdf dostęp 25.11.2021]
- [349] Rand, A., Branden, N., Greenspan, A., & Hessen, R. (1986). *Capitalism: The unknown ideal*. Penguin.
- [350] Rashid, S.H.A.; Evans, S.; Longhurst, P. A comparison of four sustainable manufacturing strategies. *Int. J. Sustain. Eng.* 2008, 1, 214–229.
- [351] Raval, S. J., & Kant, R. (2017). Study on Lean Six Sigma frameworks: a critical literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*.
- [352] Reimann, M., Schilke, O., & Thomas, J. S. (2010). Toward an understanding of industry commoditization: Its nature and role in evolving marketing competition. *International Journal of Research in Marketing*, 27(2), 188-197.
- [353] Rennings, K., Ziegler, A., Ankele, K., & Hoffmann, E. (2006). The influence of different characteristics of the EU environmental management and auditing scheme on technical environmental innovations and economic performance. *Ecological Economics*, 57(1), 45-59.
- [354] Rewers P., Trojanowska J., Analysis of external factors disturbing production levelling, *Proceedings of International Conference on Innovative Technologies IN-TECH 2016*,(Ed.)Car Z., KudláčekJ., Prague,06. -08.09.2016, pp.303-306

- [355] Reynolds, M., & Yuthas, K. (2008). Moral discourse and corporate social responsibility reporting. *Journal of business ethics*, 78(1), 47-64.
- [356] Ręklewski, M. (2020). *Statystyka Opisowa*. Państwowa Uczelnia Zawodowa we Włocławku: Włocławek, Poland.
- [357] Rickard, L., i in., 2007. Ensuring policy relevance. In: Hak, T., Moldan, B., Dahl, A. (Eds.), *Sustainability Indicators: A Scientific Assessment*. A SCOPE, vol. 67. Island Press, pp. 65–82.
- [358] Rikhardsson, P. M. (2005). *Implementing environmental management accounting: Status and challenges*. Springer.
- [359] Robèrt, K. H. (2000). Tools and concepts for sustainable development, how do they relate to a general framework for sustainable development, and to each other?. *Journal of cleaner production*, 8(3), 243-254.
- [360] Rodriguez, L.; Da Cunha, C. Impacts of big data analytics and absorptive capacity on sustainable supply chain innovation: A conceptual framework. *LogForum* 2018, 14, 151–161.
- [361] Rondinelli, D., & Vastag, G. (2000). Panacea, common sense, or just a label?: The value of ISO 14001 environmental management systems. *European Management Journal*, 18(5), 499-510.
- [362] Rose, K., Eldridge, S., & Chapin, L. (2015). The internet of things: An overview. *The internet society (ISOC)*, 80, 1-50
- [363] Rosenzweig, E. D., & Easton, G. S. (2010). Tradeoffs in manufacturing? A meta-analysis and critique of the literature. *Production and operations management*, 19(2), 127-141.
- [364] Rossignol J. F., 2014, Nitazoxanide: a first-in-class broad-spectrum antiviral agent. *Antiviral research*, 110, 94–103. <https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2014.07.014>
- [365] Rothenberg, S. (2003). Knowledge content and worker participation in environmental management at NUMMI. *Journal of management studies*, 40(7), 1783-1802.
- [366] Roy, D. (2014). *Cinema in the Age of Digital Revolution*.
- [367] Rudnicka, A. (2012). *CSR-doskonalenie relacji społecznych w firmie*. Wolters Kluwer.
- [368] Rüttimann, B. G., & Stöckli, M. T. (2016). Going beyond Triviality: The Toyota Production System—Lean Manufacturing beyond Muda and Kaizen. *Journal of Service Science and Management*, 9(2), 140-149.

- [369] Sachs JD, From millennium development goals to sustainable development goals, *Lancet*, 2012 Jun 9, 379(9832):2206-11. DOI:10.1016/S0140-6736(12)60685-0. PMID: 22682467.
- [370] Sachs, J., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G., & Woelm, F. (2021). *Sustainable development report 2021*. Cambridge University Press.
- [371] Sagioglu, S., & Sinanc, D. (2013, May). Big data: A review. In *2013 international conference on collaboration technologies and systems (CTS)* (pp. 42-47). IEEE.
- [372] Samson, D. (1997). *Progress in total quality management: Evidence from Australasia*. *International Journal of Quality Science*.
- [373] Samuel, D., Found, P., & Williams, S. J. (2015). How did the publication of the book *The Machine That Changed The World* change management thinking? Exploring 25 years of lean literature. *International Journal of Operations & Production Management*, 35(10), 1386-1407.
- [374] Sanchez, L. M., & Nagi, R. (2001). A review of agile manufacturing systems. *International journal of production research*, 39(16), 3561-3600.
- [375] Sánchez-Flores, R. B., Cruz-Sotelo, S. E., Ojeda-Benitez, S., & Ramírez-Barreto, M. E. (2020). Sustainable supply chain management—a literature review on emerging economies. *Sustainability*, 12(17), 6972.
- [376] Santos-Vijande, M. L., & Alvarez-Gonzalez, L. I. (2009). TQM's contribution to marketing implementation and firm's competitiveness. *Total Quality Management*, 20(2), 171-196.
- [377] Sarkis, J., Talluri, S., & Gunasekaran, A. (2007). A strategic model for agile virtual enterprise partner selection. *International Journal of Operations & Production Management*.
- [378] Saurin, T. A., Marodin, G. A., & Ribeiro, J. L. D. (2011). A framework for assessing the use of lean production practices in manufacturing cells. *International Journal of Production Research*, 49(11), 3211-3230.
- [379] Savage, D. E., Lignon, P. J., & Lomsek, J. (2002). Policy pathways for promoting environmental management accounting. *Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie*
- [380] Sawa, T., 2011. The market economy and the environment. In: H. Komiyama, K. Takeuchi, H. Shiroyama and T. Mino, eds. 2011. *Sustainability science: a multidisciplinary approach*. New York: United Nations University Press. pp.305-326.

- [381] Schaltegger, S. (2018). Linking environmental management accounting: A reflection on (missing) links to sustainability and planetary boundaries. *Social and Environmental Accountability Journal*, 38(1), 19-29.
- [382] Schaltegger, S., & Figge, F. (2000). Environmental shareholder value: economic success with corporate environmental management. *Eco-Management and Auditing: The Journal of Corporate Environmental Management*, 7(1), 29-42.
- [383] Schmenner, R. W., & Swink, M. L. (1998). On theory in operations management. *Journal of operations management*, 17(1), 97-113.
- [384] Schonberger, R. (2015). Catching Lean's Drift: The Essential Message of Time-Based Competition. *APICS Magazine*, (Jan/Feb), 40-43.
- [385] Schonberger, R. J. (2007). Japanese production management: An evolution—With mixed success. *Journal of operations management*, 25(2), 403-419.
- [386] Schroeder, A., Ziaee Bigdeli, A., Galera Zarco, C., & Baines, T. (2019). Capturing the benefits of industry 4.0: a business network perspective. *Production Planning & Control*, 30(16), 1305-1321.
- [387] Schroeder, P., Dewick, P., Kusi-Sarpong, S., & Hofstetter, J. S. (2018). Circular economy and power relations in global value chains: tensions and trade-offs for lower income countries. *Resources, Conservation and Recycling*, 136, 77-78.
- [388] Schroeder, R. G., Linderman, K., Liedtke, C., & Choo, A. S. (2008). Six Sigma: Definition and underlying theory. *Journal of operations Management*, 26(4), 536-554.
- [389] Schwartz, M. S., & Carroll, A. B. (2003). Corporate social responsibility: A three-domain approach. *Business ethics quarterly*, 13(4), 503-530.
- [390] Seetharaman, A., Ismail, M., & Saravanan, A. S. (2007). Environmental accounting as a tool for environmental management system. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 11(2)
- [391] Sehnem, S., Jabbour, C. J. C., Pereira, S. C. F., & de Sousa Jabbour, A. B. L. (2019). Improving sustainable supply chains performance through operational excellence: circular economy approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 149, 236-248
- [392] Shabana, K. M., Buchholtz, A. K., & Carroll, A. B. (2017). The institutionalization of corporate social responsibility reporting. *Business & Society*, 56(8), 1107-1135.
- [393] Shadroo, S., Rahmani, A. M., & Rezaee, A. (2021). The two-phase scheduling based on deep learning in the Internet of Things. *Computer Networks*, 185, 107684.

- [394] Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of operations management*, 21(2), 129-149.
- [395] Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of operations management*, 25(4), 785-805.
- [396] Sharifi, H., & Zhang, Z. (1999). A methodology for achieving agility in manufacturing organisations: An introduction. *International journal of production economics*, 62(1-2), 7-22.
- [397] Shingo, S., & Dillon, A. P. (1989). *A study of the Toyota production system: From an Industrial Engineering Viewpoint*. CRC Press.
- [398] Simmons, I. G. (1997). *Humanity and environment: A cultural ecology*. Prentice Hall.
- [399] Sindhvani, R., & Malhotra, V. (2017). Modelling and analysis of agile manufacturing system by ISM and MICMAC analysis. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 8(2), 253-263.
- [400] Singh, V., Kumar, A., & Singh, T. (2018). Impact of TQM on organisational performance: The case of Indian manufacturing and service industry. *Operations Research Perspectives*, 5, 199-217.
- [401] Sinha, N., & Matharu, M. (2019). A comprehensive insight into Lean management: Literature review and trends. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 12(2), 302-317.
- [402] Sink, D. S., Poirier, D. F., & Smith, G. L. (2001). Full potential utilization of industrial and systems engineering in organizations. *Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management*, 1-25.
- [403] Sink, H. L., & Langley Jr, C. J. (1997). A managerial framework for the acquisition of third-party logistics services. *Journal of business logistics*, 18(2), 163.
- [404] Skinner, W. (1996). Manufacturing strategy on the “S” curve. *Production and operations management*, 5(1), 3-14.
- [405] Skouloudis, A., Jones, K., Sfakianaki, E., Lazoudi, E., & Evangelinos, K. (2013). EMAS statement: Benign accountability or wishful thinking? Insights from the Greek EMAS registry. *Journal of environmental management*, 128, 1043-1049.
- [406] Skowroński A., Zrównoważony rozwój perspektywą dalszego postępu cywilizacyjnego, *Problemy Ekorozwoju*, 2006, vol. 1, No 2, s. 45-57.
- [407] Skulmoski, G. J., Hartman, F. T., & Krahn, J. (2007). The Delphi method for graduate research. *Journal of Information Technology Education: Research*, 6(1), 1-21.

- [408] Slaper, T., F., Hall, T., J. (2011). The Triple Bottom Line: What Is It and How Does It Work? *Indiana Business Review*, 86 (1), 4-8. Indiana University Kelley School of Business, Indiana Business Research Center.
- [409] Sławińska, M., & Butlewski, M. (2014). Podsystem ergonomiczny jako zasób informacji eksploatacyjnej maszyn. *Zarządzanie Przedsiębiorstwem*, 17(3).
- [410] Smith, A. (1887). *An Inquiry Into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. T. Nelson and Sons.
- [411] Smith, D. J., & Tranfield, D. (2005). Talented suppliers? Strategic change and innovation in the UK aerospace industry. *R&D Management*, 35(1), 37-49.
- [412] Smith, N. C. (2003). Corporate social responsibility: Not whether, but how. *Center for Marketing Working Paper*, 3(701), 1-35.
- [413] Snee, R. D. (1999). Why should statisticians pay attention to Six Sigma?. *Quality progress*, 32(9), 100.
- [414] Snee, R. D. (2010). Lean Six Sigma—getting better all the time. *International Journal of Lean Six Sigma*.
- [415] Snee, R. D., & Hoerl, R. W. (2003). *Leading Six Sigma: a step-by-step guide based on experience with GE and other Six Sigma companies*. Ft Press.
- [416] Soana, M. G. (2011). The relationship between corporate social performance and corporate financial performance in the banking sector. *Journal of business ethics*, 104(1), 133-148.
- [417] Sohal, A. S., & Terziovski, M. (2000). TQM in Australian manufacturing: factors critical to success. *International Journal of Quality & Reliability Management*.
- [418] Soisontes, S. *Sustainability in Poultry Production: A Comparative Study between Germany and Thailand*. Ph.D. Thesis, Universität Vechta, Vechta, Germany, 2015; s. 40-66.
- [419] Sony, M. (2019). Implementing sustainable operational excellence in organizations: an integrative viewpoint. *Production & Manufacturing Research*, 7(1), 67-87.
- [420] Sreedharan, V. R., & Raju, R. (2016). A systematic literature review of Lean Six Sigma in different industries. *International Journal of Lean Six Sigma*.
- [421] Stachowiak, A., Adamczak, M., Hadas, L., Domański, R., & Cyplik, P. (2019). Knowledge absorption capacity as a factor for increasing logistics 4.0 maturity. *Applied Sciences*, 9(24), 5365.

- [422] Steele, M. W. (2020). Review of Patrick Fridenson and Kikkawa Takeo, eds, *Ethical Capitalism: Shibusawa Eiichi and Business Leadership in Global Perspective*. Toronto: University of Toronto Press, 2017. *Journal of Cultural Interaction in East Asia*, 11(1), 43-50
- [423] Štreimikienė, D., Mikalauskiene, A., & Ciegis, R. (2019). *Sustainable Development, Leadership, and Innovations*. CRC Press.
- [424] Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and Kanban system: Materialization of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research*.
- [425] Suh, S. C., Tanik, U. J., Carbone, J. N., & Eroglu, A. (Eds.). (2014). *Applied cyber-physical systems*. New York, NY: Springer New York.
- [426] Sundar, R., Balaji, A. N., & Kumar, R. S. (2014). A review on lean manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875-1885.
- [427] Suzuki, T. (1994). *TPM in Process Industries*. CRC Press.
- [428] Syvitski, J. P. M.; Vörösmarty, C. J.; Kettner, A. J.; Green, P. Impact of humans on the flux of terrestrial sediment to the global coastal ocean *Science* 2005, 308, 376– 380
- [429] Szabó, Z. (2014). Varieties of Capitalism and Public Finances in Central and Eastern Europe. *Deficit and Debt in Transition: The Political Economy of Public Finances in Central and Eastern Europe*, 87.
- [430] Świniarski P. (2016). Kwestionariusze, ankiety, wywiady / Piotr Świniarski ; Kliniczny Oddział Urologii i Onkologii Urologicznej. 10. Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką w Bydgoszczy. In *Kwestionariusze, ankiety, wywiady*.
- [431] TABAK, Ş. (2009). *The six sigma and an application in a manufacturing firm* (Doctoral dissertation, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [432] Tabakow, M., Korczak, J., & Franczyk, B. (2014). Big Data-definicje, wyzwania i technologie informatyczne. *Informatyka ekonomiczna*, (1 (31)).
- [433] Tang, C. S. (2006). Perspectives in supply chain risk management. *International journal of production economics*, 103(2), 451-488.
- [434] Taylor, F. W. (1911). *The Principles of Scientific Management* Harper & Bros. New York, 5-29.
- [435] Teixeira, P., Sá, J. C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Santos, G., & Fontoura, P. (2021). Connecting lean and green with sustainability towards a conceptual model. *Journal of Cleaner Production*, 322, 129047.

- [436] Telsang, M. T. (1998). *Industrial engineering and production management*. S. Chand Publishing, 3rd Edition 2018.
- [437] Terziovski, M., Sohal, A., & Samson, D. (1996). Best practice implementation of total quality management: multiple cross-case analysis of manufacturing and service organizations. *Total Quality Management*, 7(5), 459-482.
- [438] Testa, F., Iraldo, F., & Daddi, T. (2018). The effectiveness of EMAS as a management tool: A key role for the internalization of environmental practices. *Organization & Environment*, 31(1), 48-69.
- [439] Testa, F., Rizzi, F., Daddi, T., Gusmerotti, N. M., Frey, M., & Iraldo, F. (2014). EMAS and ISO 14001: the differences in effectively improving environmental performance. *Journal of Cleaner Production*, 68, 165-173.
- [440] Thakur, V., and Mangla, S.K. (2019), "Change management for sustainability: evaluating the role of human, operational and technological factors in leading Indian firms in home appliances sector", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 213, pp. 847-862.
- [441] Tjahjono, B., Ball, P., Vitanov, V. I., Scorzafave, C., Nogueira, J., Calleja, J., ... & Yadav, A. (2010). Six Sigma: a literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*.
- [442] Treacy, M. and Wiersema, F. (1995), *The Discipline of Market Leaders: Choose Your Customers, Narrow Your Focus, Dominate Your Market*, Addison-Wesley, Reading, MA
- [443] Troacã, V. A., & Bodislav, D. A. (2012). Outsourcing. The Concept. *Theoretical and Applied Economics*, 6(6), 51.
- [444] Trojanowska, J., Kolińska, K., & Koliński, A. (2011). Stosowanie narzędzi Lean w przedsiębiorstwach produkcyjnych jako skuteczny sposób walki z kryzysem gospodarczym. *Problemy zarządzania*, (1/2011 (31)), 34-52.
- [445] Trzcielinski S., Włodarkiewicz-Klimek H., Pawłowski K., *Współczesne koncepcje zarządzania*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2013.
- [446] Trzcieliński, S. (2011). *Przedsiębiorstwo zwinne*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.
- [447] UN 2002, Report of the World Summit on Sustainable Development, Johannesburg, South Africa, 26 August-4 September 2002, A/CONF.199/20
- [448] UN 2010, Sustainable development: from Brundtland to Rio 2012. New York: UN.
- [449] UN 2012, The future we want : outcome of the Conference on Sustainable Development, Rio de Janeiro, Brazil, 20-22 June 2012, A/CONF.216/L.1 s.43

- [450] UN 2013, Board of the 10-year Framework of Programmes on Sustainable Consumption and Production Patterns : draft decision / submitted by the President of the General Assembly, A/67/L.81, <https://digitallibrary.un.org/record/756436?ln=en>, dostęp online: 22.12.2021
- [451] UN 2013, Board of the 10-year Framework of Programmes on Sustainable Consumption and Production Patterns : draft decision / submitted by the President of the General Assembly, A/DEC/67/564.
- [452] UN 2013, Implementation of Agenda 21, the Programme for the Further Implementation of Agenda 21 and the outcomes of the World Summit on Sustainable Development and of the United Nations Conference on Sustainable Development, Resolution adopted by the General Assembly on 21 December 2012, A/RES/67/203, <https://undocs.org/A/RES/67/203>, dostęp online: 22.12.2021
- [453] UN 2015, GA, U. (2015). Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development (A/RES/70/1). New York: UN General Assembly.
- [454] UN 2017 General assembly resolution 71/313, work of the statistical commission pertaining to the 2030 agenda for sustainable development. A/RES/71/313.
- [455] UN General Assembly, 2005 World Summit Outcome: resolution / adopted by the General Assembly, 24 October 2005, A/RES/60/1.
- [456] UN, 2014, Department of Economic and Social Affairs and the United Nations Development Programme. TST issues brief: means of implementation; Global partnership for achieving sustainable development.
- [457] UNFCCC (1997) Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change adopted at COP3 in Kyoto, Japan, on 11 December 1997
- [458] UNFCCC, 1992: United Nations Framework Convention On Climate Change. United Nations, FCCC/INFORMAL/84 GE.05-62220 (E) 200705, Secretariat of the United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn, Germany.
- [459] United Nations Department of Economic and Social Affairs. The Sustainable Development Goals Report 2021. The Sustainable Development Goals Report. United Nations, 2021 edition, 2021. ISBN 978-92-1-005608-3. doi: 10.18356/9789210056083.
- [460] United States. General Accounting Office. (1991). Management practices: US companies improve performance through quality efforts. The Office.

- [461] van Blokland, W. B., Fiksiński, M. A., Amoa, S. O. B., Santema, S. C., van Silfhout, G. J., & Maaskant, L. (2012). Measuring value-leverage in aerospace supply chains. *International Journal of Operations & Production Management*.
- [462] Van de Ven, B., & Jeurissen, R. (2005). Competing responsibly. *Business Ethics Quarterly*, 15(2), 299-317.
- [463] Van den Berg, H. (2004). The Magnificent Progress Achieved By Capitalism: Is the Evidence Incontrovertible? *The Journal of Ayn Rand Studies*, 251-269.
- [464] Vastag, G. (2000). The theory of performance frontiers. *Journal of Operations Management*, 18(3), 353-360.
- [465] Velásquez, N., Estévez, E. C., & Pesado, P. M. (2018). Cloud computing, big data and the industry 4.0 reference architectures. *Journal of Computer Science & Technology*, 18.
- [466] Vijaya Sunder, M., Ganesh, L. S., & Marathe, R. R. A morphological analysis of research literature on Lean Six Sigma for services Vijaya Sunder M., LS Ganesh, Rahul R. Marathe.
- [467] Vilanova, M., Lozano, J. M., & Arenas, D. (2009). Exploring the nature of the relationship between CSR and competitiveness. *Journal of business Ethics*, 87(1), 57-69.
- [468] Voehl, F., Harrington, H. J., Mignosa, C., & Charron, R. (2013). *The lean six sigma black belt handbook: tools and methods for process acceleration*. CRC Press.
- [469] Wagner, M. (2006). Achieving Environmental-Economic Sustainability through Corporate Environmental Strategies. Empirical Evidence on Environmental Shareholder Value. In *Sustainability accounting and reporting* (pp. 183-206). Springer, Dordrecht.
- [470] Wahid, F. O., Putra, A. D. P., Heryadi, H., Parahita, A. N., Zhafrani, M. H., & Shihab, M. R. (2022, July). Implementation of Virtual Organization in a Global Distributed Company: A Case Study. In *2022 1st International Conference on Information System & Information Technology (ICISIT)* (pp. 129-134). IEEE.
- [471] Walter, O. M. F. C., & Paladini, E. P. (2019). Lean Six Sigma in Brazil: a literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*
- [472] Wankel, C. (Ed.). (2008). *21st century management: a reference handbook* (Vol. 1). Sage.
- [473] Warburton, N. (1999). *Filozofia od podstaw*. Fundacja Aletheia.
- [474] Wasiuta, O., Wasiuta, S., 2019, Doktryna „Responsibility to protect” w praktyce politycznej Rosji, *Przegląd Geopolityczny*, 29, s. 122-136.
- [475] Watts, P., & Holme, R. (1999). *Meeting changing expectations. Corporate social responsibility*, Geneva: WBCSD, ISBN No. 2-94-0240-03-5.

- [476] Wayhan, V. B., Khumawala, B. M., & Balderson, E. L. (2010). An empirical test of Deming's chain reaction model. *Total Quality Management*, 21(7), 761-777.
- [477] Wayhan, V. B., McCallum, M. F., & Golyer, N. M. (2013). TQM and financial performance: are findings of direct effects methodological artefacts?. *Total Quality Management & Business Excellence*, 24(1-2), 171-187.
- [478] WCED, S. W. S. (1987). World commission on environment and development. *Our common future*, 17(1), 1-91.
- [479] Weber, H. (2017). Politics of 'leaving no one behind': contesting the 2030 Sustainable Development Goals agenda. *Globalizations*, 14(3), 399-414.
- [480] Weber, M. M. (2002). Measuring supply chain agility in the virtual organization. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*.
- [481] Wheeler, D., Fabig, H. and Boele, R., 2002. Paradoxes and dilemmas for stakeholder responsive firms in the extractive sector: Lessons from the case of Shell and the Ogoni. *Journal of Business Ethics*, 39(3), pp.297-318.
- [482] Wojtkowiak, D.; Cyplik, P. Operational Excellence within Sustainable Development Concept-Systematic Literature Review. *Sustainability* 2020, 12, 7933. <https://doi.org/10.3390/su12197933>
- [483] Womack, J. (2013). *Gemba Walks: Expanded 2nd Edition*. Lean Enterprise Institute.
- [484] Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *Machine that Changed the World*. Simon and Schuster.
- [485] Wong, Y. C., Wong, K. Y., & Ali, A. (2009). A study on lean manufacturing implementation in the Malaysian electrical and electronics industry. *European Journal of Scientific Research*, 38(4), 521-535.
- [486] World Health Organization. (2021). *World malaria report 2021*.
- [487] Wójciak, M. (2015). Metody oceny zgodności opinii ekspertów na potrzeby badania foresight. *Studia Ekonomiczne*, (220), 58-77.
- [488] Wu, J. Z., & Chien, C. F. (2008). Modeling strategic semiconductor assembly outsourcing decisions based on empirical settings. *Or Spectrum*, 30(3), 401-430.
- [489] Yadav, O. P., Nepal, B., Goel, P. S., Jain, R., & Mohanty, R. P. (2010). Insights and learnings from lean manufacturing implementation practices. *International Journal of Services and Operations Management*, 6(4), 398-422.

- [490] Yang, M. G. M., Hong, P., & Modi, S. B. (2011). Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. *International Journal of production economics*, 129(2), 251-261.
- [491] Yusuf, Y. Y., Sarhadi, M., & Gunasekaran, A. (1999). Agile manufacturing:: The drivers, concepts and attributes. *International Journal of production economics*, 62(1-2), 33-43.
- [492] Zalasiewicz J., Williams M., Steffen W., Crutzen P.J., The New World of the Anthropocene *Environmental Science & Technology* 2010 44 (7), 2228-2231 DOI: 10.1021/es903118j
- [493] Zalasiewicz, J.; Williams, M.; Smith, A.; Barry, T. L.; Bown, P. R.; Rawson, P. Brenchley, P.; Cantrill, D.; Coe, A. E.; Gale, A.; Gibbard, P. L.; Gregory, F. J.; Hounslow, M.; Kerr, A.; Pearson, P.; Knox, R.; Powell, P.; Waters, C.; Marshall, J.; Oates, M.; Rawson, P.; Stone, P. Are we now living in the Anthropocene?, *GSA Today* 2008, 18 (2), 4–8.
- [494] Zaman, G.; Goschin, Z. Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity: Theoretical approaches and implications for the strategy of post-crisis sustainable development. *Theor. Appl. Econ.* 2010, 12, 5–20.
- [495] Zhai, T.; Chang, Y.-C. Standing of environmental public-interest Litigants in China: Evolution, obstacles and solutions. *J. Environ. Law* 2018, 30, 369–397.
- [496] Zhang, Q., Irfan, M., Khattak, M. A. O., Zhu, X., & Hassan, M. (2012). Lean Six Sigma: a literature review. *Interdisciplinary Journal of Contemporary research in business*, 3(10), 599-605.
- [497] Zhang, Y., Khan, U., Lee, S., & Salik, M. (2019). The influence of management innovation and technological innovation on organization performance. A mediating role of sustainability. *Sustainability*, 11(2), 495.
- [498] Zheng, P., Sang, Z., Zhong, R. Y., Liu, Y., Liu, C., Mubarak, K., ... & Xu, X. (2018). Smart manufacturing systems for Industry 4.0: Conceptual framework, scenarios, and future perspectives. *Frontiers of Mechanical Engineering*, 13(2), 137-150.
- [499] Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: a review. *Engineering*, 3(5), 616-630.

Źródła internetowe

- [1] <https://sjp.pwn.pl/koncepcja>: <https://sjp.pwn.pl/koncepcja>
- [2] <https://wsjp.pl/koncepcja>: <https://wsjp.pl/haslo/podglad/34253/koncepcja>
- [3] <https://sjp.pwn.pl/metodyka>: <https://sjp.pwn.pl/doroszewski/metodyka;5450755.html>
- [4] <https://sjp.pwn.pl/metoda>: <https://sjp.pwn.pl/doroszewski/metoda;5450746.html>
- [5] <https://discover6sigma.org/methods-tools-techniques/>
- [6] <https://discover6sigma.org/cat/methods-tools-techniques/>
- [7] <https://www.iise.org/>: <https://www.iise.org/details.aspx?id=43631>
- [8] <https://hbr.org/>: <https://hbr.org/>
- [9] <https://studylib.net/doc/8686469/operational-excellence>
- [10] <https://www.gov.pl/web/popcwsparcie/co-to-jest-chmura-obliczeniowa>
- [11] <https://www.etymonline.com/word/outsource>:
- [12] <https://www.britannica.com/topic/outourcing>:
- [13] <https://www.awe.gov.au/water/wetlands/ramsar>:
- [14] <https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972>:
- [15] <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992>:
- [16] <https://unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop>
- [17] <https://www.unic.un.org.pl/milenium2000/>: <https://www.unic.un.org.pl/milenium2000/>
- [18] <https://www.un.org/en/NY2000>:
- [19] <https://www.un.org/en/conferences/environment/newyork2000>
- [20] http://unic.un.org.pl/johannesburg/przemowienie_SG.php:
- [21] <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio2012>:
- [22] <http://www.unic.un.org.pl/strony-2011-2015/zrownowazony-rozwoj-i-cele-zrownowazonego-rozwoju/2860>
- [23] <https://www.un.org/newyork2015>: <https://www.un.org/newyork2015>
- [24] <https://www.un.org/millenniumgoals/bkgd.shtml>:
- [25] <https://www.unic.un.org.pl/cele.php>: <https://www.unic.un.org.pl/cele.php>
- [26] <https://unstats.un.org/unsd/mdg/Host.aspx?Content=Indicators/OfficialList.htm>:
- [27] <https://unstats.un.org/unsd/mdg/Host.aspx?Content=Indicators/OfficialList.htm>
- [28] <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologia/agenda-2030>:
- [29] <https://www.gov.pl/web/polskapomoc/cele-zrownowazonego-rozwoju>:
- [30] <https://www.gov.pl/web/polskapomoc/cele-zrownowazonego-rozwoju>
- [31] <https://www.un.org.pl/>: <https://www.un.org.pl/>

- [32] <https://www.un.org.pl/cel15>: <https://www.un.org.pl/cel15>
- [33] <https://psa.gov.ph/content/how-are-sustainable-development-goals-different-mdgs>:
- [34] <https://www.britannica.com/event/Industrial-Revolution>:
- [35] <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:26000:ed-1:v1:en>:
- [36] <https://sa-intl.org/wp-content/uploads/2020/02/SA8000Standard2014.pdf>
- [37] <https://www.iso.org>: <https://www.iso.org/iso-14001-environmental-management.html>
- [38] <https://wiedza.pkn.pl/web/wiedza-normalizacyjna/zarzadzanie-srodowiskowe>
- [39] <https://wiedza.pkn.pl>: https://wiedza.pkn.pl/start/-/journal_content/56/14137/103012
- [40] <https://www.iso.org/members.html>: <https://www.iso.org/members.html>
- [41] <https://www.iso.org>: <https://www.iso.org/standard/60857.html>
- [42] https://isotc.iso.org/livelink/livelink/fetch/-8853493/8853511/8853520/18808772/0._Explanatory_note_and_overview_on_ISO_Survey_2020_results.pdf?nodeid=21899356&vernum=-2
- [43] <https://doi.org/10.3390/su12197933>: <https://doi.org/10.3390/su12197933>
- [44] <https://hbr.org/1993/01/customer-intimacy-and-other-value-disciplines>:
<https://hbr.org/1993/01/customer-intimacy-and-other-value-disciplines>
- [45] https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/final_act_ramsar_conference1971.pdf:
- [46] <https://digitallibrary.un.org/record/756436?ln=en>:
- [47] <https://undocs.org/A/RES/67/203>: <https://undocs.org/A/RES/67/203>
- [48] https://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5501/23/1/1/na_sciezce_zrownowazonego_rozwoju.pdf:
- [49] [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(12\)60685-0](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(12)60685-0)
- [50] <https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2014.07.014>:
- [51] 10.1038/415023a: <http://dx.doi.org/doi:10.1038/415023a>
- [52] 10.1021/es903118j: <https://doi.org/10.1021/es903118j>
- [53] https://cartographymaster.eu/wp-content/theses/2018_GOSLING-GOLDSMITH_Thesis.pdf:
- [54] <http://www.un.org/millennium/declaration/ares552e.htm>:
- [55] <http://www.un.org/Docs/journal/asp/ws.asp?m=A/RES/60/1>:
- [56] <https://www.iise.org/details.aspx?id=282>: <https://www.iise.org/details.aspx?id=282>
- [57] <https://www.ibm.com/dk-en/services/technology-support/multivendor-it/oem>

- [58] <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/other/downstream-operations/>
- [59] <https://www.thomasnet.com/insights/what-is-upstream-downstream-supply-chain-management/>
- [60] <https://www.dataforth.com/six-sigma-signal-conditioning.aspx>
- [61] <https://www.investopedia.com/terms/c/commoditization.asp>
- [62] <https://www.apqc.org/about>: <https://www.apqc.org/about>
- [63] <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Klub-Rzymski;3970781.html>
- [64] <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Program-Narodow-Zjednoczonych-do-spraw-Ochrony-Srodowiska;3962489.html>
- [65] <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Swiatowa-Unia-Ochrony-Przyrody;3984434.html>
- [66] <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Organizacja-Narodow-Zjednoczonych-do-spraw-Wyzywienia-i-Rolnictwa;3951688.html>
- [67] <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Organizacja-Narodow-Zjednoczonych-do-spraw-Oswiaty-Nauki-i-Kultury;3951686.html>
- [68] <https://unfccc.int/parties-observers>: <https://unfccc.int/parties-observers>
- [69] <https://www.un.org/en/conferences/environment/newyork2015/>
- [70] <https://unstats.un.org/unsd/mdg/Host.aspx?Content=Indicators/OfficialList.htm>:
- [71] https://www.un.org/esa/dsd/csd/csd_aboutcsd.shtml:
- [72] <https://www.oecd.org/dac/financing-sustainable-development/development-finance-standards/What-is-ODA.pdf>
- [73] <https://washdata.org/monitoring/drinking-water>:
- [74] <https://washdata.org/how-we-work/about-jmp>
- [75] <https://washdata.org/monitoring/sanitation>: <https://washdata.org/monitoring/sanitation>
- [76] <https://undocs.org/A/RES/71/313>: <https://undocs.org/A/RES/71/313>
- [77] <https://stat.gov.pl/metainformacje/slownik-pojec/pojecia-stosowane-w-statystyce-publicznej/4585,pojecie.html>
- [78] <https://www.un.org/esa/ffd/publications/aaaa-outcome.html>:
- [79] <https://www.wallstreetmojo.com/short-term-financing/>: /
- [80] <https://www.britannica.com/topic/business-finance/Short-term-financing>:
- [81] <https://www.wallstreetmojo.com/long-term-financing/>:
- [82] <https://www.britannica.com/topic/business-finance/Long-term-financial-operations>:
- [83] <https://www.gov.pl/web/klimat/emas>: <https://www.gov.pl/web/klimat/emas>

[84] <https://www.wbcsd.org/Overview/About-us>

[85] [https://www.geneve-int.ch/world-business-council-sustainable-development-wbcsd-0:](https://www.geneve-int.ch/world-business-council-sustainable-development-wbcsd-0)

[86] <https://undocs.org/A/RES/68/261>

Załączniki

Załączniki oraz praca w wersji elektronicznej znajdują się na dołączonym do rozprawy nośniku USB.