



# ZASTOSOWANIE WYBRANYCH NARZĘDZI LEAN MANUFACTURING I JAKOŚCI W ZAKRESIE POPRAWY ORGANIZACJI PRODUKCJI

Agnieszka Jękal, Tomasz Małyśa

Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Materiałowej, Katedra Inżynierii Produkcji, Polska

*Corresponding author:*

Tomasz Małyśa

Politechnika Śląska

Wydział Inżynierii Materiałowej

Katedra Inżynierii Produkcji

Krasińskiego 8, 40-019 Katowice, Polska

phone: (+48) 32 6064341

e-mail: tomasz.malysa@polsl.pl

---

## USE OF SELECTED LEAN MANUFACTURING AND QUALITY TOOLS FOR IMPROVING PRODUCTION ORGANIZATION

### ABSTRACT

The study the possibility of using selected tools/methods of the Lean Manufacturing concept and tools supporting quality management in reducing production problems, was presented. The own research was divided into three stages in which production problems were identified, methods of reducing them were identified, and their effectiveness in terms of problem elimination/reduction was assessed. It was possible to identify the causes of the problems thanks to the 5Why method and the cause and effect diagram (Ishikawa diagram). In terms of the methods/tools of the Lean Manufacturing concept, the following were used: 5S method, visual management, One Point Lesson (OPL), Kaizen, Total Productive Maintenance (TPM). Own research was carried out in the automotive industry. The identified production problems include: stoppage of the production line, incorrect bending process, waste. Each of the methods/tools used had a different effect on limiting the identified production problems. For the purposes of the study, a three-point scale was also adopted, allowing to determine the impact of tools/methods on reducing the identified problems. Therefore, it turned out to be important to implement several methods/tools simultaneously. The implemented methods allowed for the effective limitation of the occurrence of the identified problems.

### KEYWORDS

Lean Manufacturing, production organization, LM tools and methods, quality tools.

---

## 1. Wprowadzenie

Współczesne przedsiębiorstwa poszukują metod, narzędzi mających wpływ na poprawę organizacji produkcji, a także jakość wytwarzanego wyrobu. Jedną z takich koncepcji jest Lean Manufacturing (LM), pozwalająca na zarządzanie obszarami produkcyjnymi. Celem koncepcji LM jest wyeliminowanie wszelkich niezgodności, które wpływają na zaburzenie prawidłowego przebiegu procesu produkcyjnego. Lean Manufacturing ma również na celu usprawnienie działań we wszystkich obszarach działalności przedsiębiorstwa, co ma istotny wpływ na wytwarzanie produktu końcowego [8].

Stosowane w praktyce przemysłowej narzędzia, metody koncepcji Lean, pozwalają na odchudzenie procesu, co finalnie staje się sukcesem dla organizacji. Ich stosowanie wpływa na opracowywanie nowych, kreatywnych rozwiązań w celu usprawnienia procesów produkcyjnych i uzyskania korzyści w postaci wyższej konkurencyjności i lepszej jakości pracy. Skuteczne wdrożenie narzędzi/metod LM przekłada się na eliminację lub ograniczenie problemów produkcyjnych, a także na uzyskanie pożądaných wyników finansowych [1].

Celem pracy była ocena możliwości zastosowania wybranych narzędzi: koncepcji Lean Manufacturing i wspomagających zarządzanie jakością w zakresie ograniczania lub eliminacji problemów produkcyjnych.

## 2. Lean Manufacturing – metody i narzędzia

Lean Manufacturing (LM) definiuje się jako system zarządzania szczupłą produkcją, tzn. jest mowa o [2]:

- produkcji wysokiej jakości;
- dążeniu do perfekcji;
- wydajnym parku maszynowym;
- obniżonych kosztach produkcji;
- produkcji dostosowanej do potrzeb klienta.

Jest to koncepcja oparta na głównych zasadach, do których zalicza się między innymi: definiowanie wartości, określenie strumienia wartości oraz przepływu produktów, zasada „ssania”, a także dążenie do doskonałości (podobnie jak w systemach zarządzania – cykl Deminga). Zastosowanie zasad koncepcji LM pozwala na całkowitą lub częściową eliminację zbędnych czynno-

ści, a także na redukcję kosztów, co w efekcie doprowadzi do prawidłowego funkcjonowania przedsiębiorstwa, wydajnej produkcji oraz rozwoju organizacyjnego [1, 2, 8].

*Muda* to japońskie słowo oznaczające marnotrawstwo w koncepcji Lean. Odnosi się ono do działań, które wykorzystują zasoby, ale nie dodają wartości do końcowego rezultatu. Według Taiichi Ohno kluczowymi *muda* w LM są: nadprodukcja, marnotrawstwo w przemieszczaniu i transporcie, nadmierne zapasy, oczekiwanie, błędy i braki oraz nadmierne przetwarzanie [1, 2, 8].

Koncepcja LM oferuje wiele praktycznych narzędzi, technik oraz metod pozwalających usprawnić procesy produkcyjne, a także inne obszary funkcjonowania przedsiębiorstwa. Narzędzi LM pozwalają wyeliminować wszelkie straty, zredukować koszty, a także skupiają się na ciągłym doskonaleniu procesów realizowanych w organizacji. Zestawienie wybranych narzędzi stosowanych w ramach koncepcji LM i ich charakterystykę przedstawiono w tabeli 1. Wśród stosowanych narzędzi znajdują się również te, które wspomagają koncepcję LM, a zaliczane są do narzędzi/metod wspomagających zarządzanie jakością (diagram przyczynowo-skutkowy Ishikawy, metoda 5Why). Wdrożenie w przedsiębiorstwie narzędzi: Lean Manufacturing i wspomagających zarządzanie jakością pozwala na lepsze rozwiązanie zidentyfikowanych problemów, co wpływa na ogranicze-

nie, bądź całkowite ich wyeliminowanie. Tworząc tym samym wyrób spełniający wymagania klienta [9].

### 3. Metodyka pracy własnej

W celu realizacji założonego celu pracy opracowana została trzyetapowa metodyka pracy własnej. W ramach **etapu pierwszego** dokonano identyfikacji problemów badawczych występujących w przedsiębiorstwie. Wśród zidentyfikowanych problemów wyróżniono: zatrzymania linii produkcyjnej, siedem kategorii marnotrawstwa, a także niewłaściwy proces gięcia rurki. Na potrzeby opracowania przyjęto również trójstopniową skalę, pozwalającą na określenie ważności zidentyfikowanych problemów dla procesu produkcyjnego (tabela 2). W ramach skali trójstopniowej wyróżniono wpływ: mały, średni i duży.

**Etap drugi** polegał na zestawieniu i doborze narzędzi/metod koncepcji Lean Manufacturing pozwalających na ograniczenie występowania zidentyfikowanych problemów. W celu poznania ważności przyczyn problemów wykorzystano także narzędzia, metody wspomagające zarządzanie jakością takie jak: diagram przyczynowo-skutkowy oraz 5Why.

W ramach **etapu trzeciego** dokonano oceny skuteczności wdrożenia zaproponowanych rozwiązań w zakresie ograniczenia problemów produkcyjnych, również na podstawie przyjętej skali trójstopniowej.

Tabela 1  
Wybrane narzędzia/metody koncepcji Lean Manufacturing [3–7, 10].

Narzędzia/Metody	Charakterystyka metod/narzędzi LM
Kaizen	Polega na wprowadzaniu niewielkich zmian lub poprawek w działaniach firmy w celu ich ciągłego doskonalenia.
SMED	Metoda skracania czasu przezbrojenia poniżej 10 min.
5S	Metoda, umożliwiająca prawidłowo zorganizować i uporządkować miejsce pracy. Metodę 5S określa pięć czynników: selekcja, systematyka, sprzątanie, standaryzacja, samodoskonalenie.
Zarządzanie wizualne	Strategia/metoda zarządzania, która umożliwia przekazywanie informacji i problemów w sposób widoczny. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu odpowiednich znaków lub symboli, takich jak alerty, tablice adresowe, diagramy, tabele, kolorowe światła i drogowskazy.
TPM	Nazywane całościowym utrzymaniem ruchu. Stosowane aby osiągnąć poziom trzech zer, tj.: zero zdarzeń podczas eksploatacji, zero awarii i zero braków.
Standaryzacja	Dokumentowanie przyjętej, idealnej techniki wykonywania określonych zadań.
5 Why	Metoda, która umożliwia w prosty sposób zidentyfikować przyczynę źródłową problemu po zadaniu pięciokrotnego pytania „dlaczego”.
OPL (One Point Lesson)	5–10 minutowe jednotematyczne lekcje służące do przekazywania ważnych informacji pracownikom.

Tabela 2  
Kryteria istotności zidentyfikowanych problemów dla całości procesu produkcyjnego.

Skala	Charakterystyka
1 (mały)	Proces produkcyjny przebiega płynnie, bez zakłóceń, brak przestoju.
2 (średni)	Przedsiębiorstwo wprowadza środki zaradcze w celu usunięcia przyczyn występowania problemu. Proces produkcyjny przebiega bez zakłóceń.
3 (duży)	Skutkiem występowania problemu są m.in.: zatrzymanie linii produkcyjnej, wysokie koszty związane z usunięciem awarii oraz z brakiem płynności produkcyjnej.

## 4. Badania własne

### 4.1. Problemy badawcze i ich charakterystyka

Badania własne przeprowadzone zostały w przedsiębiorstwie branży motoryzacyjnej. Podczas prowadzonych analiz, obserwacji i rozmów z pracownikami produkcyjnymi zidentyfikowano występujące problemy produkcyjne, do których zaliczono między innymi:

- zatrzymanie linii produkcyjnej, tj. każde nieplano- wane zatrzymanie linii produkcyjnej powoduje straty związane z ponoszeniem kosztów, a także z brakiem ciągłości produkcji;
- niewłaściwy proces gięcia rurki skutkujący niedopa- sowaniem.

Zidentyfikowano również problemy związane z sied- mioma kategoriami marnotrawstwa. Marnotrawstwa związane były z:

- nadprodukcją – firma nie dostosowuje się do popy- tu na wyrób, produkcja przewyższa zapotrzebowanie na wyrób;
- nadmiernymi zapasami – gromadzenie półwyrobów w magazynie, brak kontroli stanów magazynowych z systemu zamówień;
- oczekiwaniem – maszyny podczas produkcji nie pra- cowały w jednakowym czasie, powodowało to po- wstawanie wąskich gardeł;
- brakami i błędami – nieprawidłowo wykonywane produkty, które nie nadają się do sprzedaży, czego przyczyną były m.in. błędnie odczytywane rysunki techniczne przez operatorów produkcyjnych;
- zbędnym transportem – na hali produkcyjnej nie by- ła określona dokładna trasa transportowania wyro- bów;
- zbędnym ruchem – pracownicy wykonywali zbyt wiele niepotrzebnych ruchów, było to spowodowane m.in. brakiem standaryzacji, jak również stanowiska pracowników oraz operatorów nie były odpowiednio

przystosowane do zasad ergonomii, narzędzia oraz przedmioty nie były w zasięgu ręki;

- zbędnym przetwarzaniem – wywoływane było głów- nie przez brak standaryzacji, tj. przez niewłaściwą organizację pracy, a także błędnie dobrane narzę- dzia.

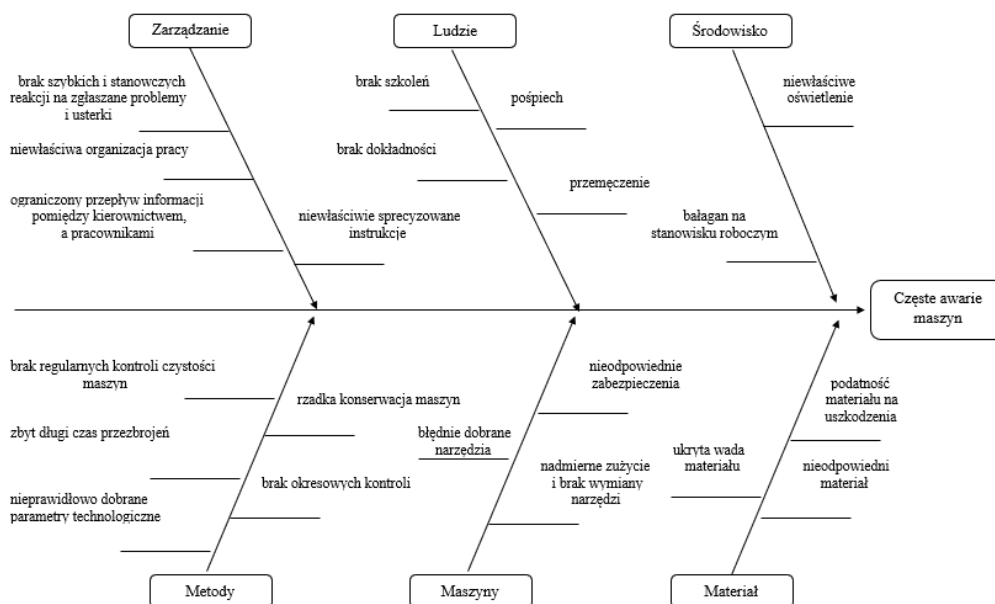
Każdy ze zidentyfikowanych problemów w inny spo- sób wpływał na realizację zadań produkcyjnych czy ciąg- łość produkcji. Zgodnie z przyjętą skalą trójstopniową (tabela 2), do kluczowych (duży wpływ – 3) problemów zaliczono, np.: zatrzymanie linii produkcyjnej oraz awa- rie maszyn, błędy i braki. Wpływ średni – 2: zbędny transport, zbędny ruch, zbędne przetwarzanie. Nato- miast mały – 1: niewłaściwy proces gięcia, nadproduk- cja, nadmierne zapasy.

### 4.2. Eliminacja lub ograniczanie zidentyfikowanych problemów

W celu eliminacji, ograniczenia zidentyfikowanych problemów zaproponowano zastosowanie wybranych metod, narzędzi wspomagających zarządzanie jakością oraz koncepcji Lean Manufacturnig.

Jednym z problemów produkcyjnych mających du- ży wpływ (tabela 2) na ciągłość procesu produkcyjnego był problem związany z zatrzymaniem linii produkcyj- nej, którego źródłem były częste awarie maszyn. Aby zi- dentyfikować potencjalne przyczyny zidentyfikowanego problemu zastosowano **diagram przyczynowy** oraz **metodę 5Why**. Etap wstępny polegał na określeniu głównych grup przyczyn, które mogły mieć wpływ na wystąpienie awarii. Zbadano grupy: zarządzanie, ma- teriały, ludzie, procedury, środowisko i maszyny. Na- stępnie określono przyczyny i podprzyczyny dla każdej grupy. Diagram przyczynowo-skutkowy przedstawiono na rys. 1.

Po przeprowadzeniu analizy stwierdzono, że najwię- cej czynników powodujących zakłócenia podczas prawi-



Rys. 1. Diagram przyczynowo-skutkowy dla problemu związanego z awariami maszyn.

dłowej pracy maszyn znajduje się w grupach: „metoda” oraz „zarządzanie”. Biorąc pod uwagę pierwszą grupę, nieprawidłowe działanie maszyny mogły powodować: brak regularnych kontroli, jak również rzadkie konserwacje maszyn. Natomiast w przypadku drugiej grupy, w firmie zawodzi zarządzanie, tzn. brak właściwej organizacji pracy, komunikacji pomiędzy pracownikami, jak również wiedza pracowników na temat używania oraz działania urządzeń znajdujących się na hali produkcyjnej była ograniczona. Są to ważne czynniki, których zaniechanie może doprowadzić do niewłaściwej pracy maszyn.

W celu uszczegółowienia źródła problemu, opierając się na diagramie przyczynowo-skutkowym poddano analizie również przyczynę jaką jest nadmierne zużycie i brak wymiany narzędzi. W tym celu zastosowano metodę 5Why, szczegółowa analiza została przedstawiona w tabeli 3.

Tabela 3  
Analiza 5 Why – awarie maszyn.

Problem: awaria maszyn	
Dlaczego?	Eksplatacja narzędzi, co powoduje przestoje maszyn.
Dlaczego?	Brak odpowiedniej konserwacji maszyn.
Dlaczego?	Brak regularnych przeglądów maszyn.
Dlaczego?	Niewłaściwa organizacja zarządzania harmonogramem przeglądów.
Dlaczego?	Firma nie stosuje standardów oraz procedur z zakresu TPM.

Zastosowanie diagramu przyczynowo-skutkowego Ishikawy oraz metody 5Why, pozwoliło na ustalenie propozycji rozwiązań mających na celu jej ograniczenie. Aby rozwiązać problem, należało opracować szczegółowy oraz staranny harmonogram przeglądów maszyn, a także co najważniejsze wprowadzić **system TPM**.

System TPM umożliwia poprawę wydajności oraz efektywności maszyn i urządzeń. Wdrażając TPM podstawowym celem jest zero awarii maszyn, zero wypadków oraz zero defektów będących następstwem niewłaściwej pracy maszyn. We wszystkie działania wprowadzające system TPM, przedsiębiorstwo powinno zaangażować operatorów oraz pracowników działu utrzymania ruchu. Prawidłowo wdrożony system TPM, gwarantuje zwiększenie wydajności maszyn oraz redukcję kosztów związanych ich utrzymaniem. W ograniczaniu występowania zidentyfikowanego problemu zalecono stosowanie **OPL** (One Point Lesson), polegających na przekazywaniu, krótkich a zarazem ważnych informacji pracownikom. Ważnym elementem jest również angażowanie pracowników w działania ukierunkowane na ciągłe doskonalenie produkcji, dlatego też zaproponowano wdrożenie filozofii **Kaizen**, której cel ukierunkowany były na angażowanie pracowników w zakresie rozwiązywania problemów produkcyjnych, w tym zapobiegających występowaniu awarii oraz wstrzymaniu pracy linii technologicznej.

W ramach siedmiu kategorii marnotrawstw wyróżniono zbędny transport. Zgodnie z przyjętą skalą (ta-

bela 2) jego wpływ na całość procesu produkcyjnego był średni – 2. Organizacja powinna zaplanować trasy transportowe, aby ograniczyć marnotrawstwo transportu i zapewnić terminowe dostarczanie wyrobów gotowych do magazynu. Droga wózka przewożącego gotowe wyroby z hali produkcyjnej nie powinna kolidować z drogą wózka dostarczającego wyroby do klienta z magazynu. W związku z powyższym zaleca się wyznaczenie dróg, zwracając szczególną uwagę na bezpieczeństwo pojazdów i pracowników. Do oznaczania dróg można używać świateł i farb, np. białych lub żółtych, co stanowi formę wizualizacji (**zarządzanie wizualne**). Wyznaczone trasy nie mogą utrudniać pracy na magazynie, a poruszanie się po nich nie może przeszkadzać w pracy w hali produkcyjnej. Wdrożenie metody **5S** będzie właściwą strategią ograniczania niepotrzebnego ruchu. Jest to najbardziej znane narzędzie do utrzymania porządku i organizacji w miejscu pracy.

Problem związany z niewłaściwym procesem gięcia rurki skutkowało występowaniem reklamacji gotowego wyrobu. W celu rozwiązania problemu zastosowano metodę **5Why** (tabela 4). Na podstawie przeprowadzonej analizy 5Why stwierdzono, że przyczyną podanego problemu był brak sprzętu, który jest niezbędny, aby dokonać prawidłowych pomiarów potrzebnych do wykonania wyrobu. Aby rozwiązać powyższy problem przedsiębiorstwo powinno zainwestować w zakup sprzętu pomiarowego, np.: elektroniczne suwmiarki, pirometry laserowe oraz cyfrowe mierniki odległości. Narzędzia te umożliwią kontrolę pomiaru, wielkości, a także ich porównywanie z umowną jednostką. Ważne także staje się ich okresowe wzorcowanie, zgodnie z przyjętym harmonogramem.

Tabela 4  
Analiza 5 Why – niewłaściwy proces gięcia rurki.

Problem: niewłaściwy proces gięcia rurki	
Dlaczego?	Pracownik otrzymał niewłaściwy rysunek techniczny.
Dlaczego?	Technolog naniósł błędne wymiary gięcia rurki na rysunek techniczny.
Dlaczego?	Technolog niewłaściwie dokonał pomiaru podwozia samochodowego klienta.
Dlaczego?	Do pomiaru użyto nieskalibrowanych narzędzi pomiarowych.
Dlaczego?	Sprzęt jest „przestarzały”, niedokładny.
Dlaczego?	Brak inwestycji firmy w odpowiednie narzędzia pomiarowe.

W ramach narzędzi koncepcji LM zaproponowano wdrożenie rozwiązań w postaci: **OPL**, **standaryzacji** oraz **zarządzania wizualnego**. Jednotematyczne lekcje mają na celu podnoszenie świadomości w zakresie konieczności stosowania właściwego oprzyrządowania, kontroli i nadzoru nad wyposażeniem kontrolno-pomiarowym. Zastosowanie standaryzacji pozwoli na zapobieganie występowania błędów związanych z niewłaściwym rysunkiem technicznym, błędami nanoszonych wymiarów oraz pomiarem wykonywanym przez technologa. Informacje wizualne określać mają termin kolejnych wzorcowań przyrządów pomiarowych.

### 4.3. Ocena skuteczności zaproponowanych rozwiązań

Wpływ poszczególnych narzędzi oraz metod wspomagających zarządzanie jakością, koncepcji Lean Manufacturing na rozwiązanie problemów oceniono przyjmując oznaczenia opisane w tabeli 5. W ten sposób określono wpływ danego narzędzia metody (skala trójstopniowa) na rozwiązanie problemów produkcyjnych. W związku z powyższym: duży wpływ wdrożonych narzędzi na rozwiązanie zidentyfikowanego problemu oznaczono jako (+++), średni wpływ (++) oraz mały wpływ (+).

Tabela 5  
Ocena wpływu metod/narzędzi LM i jakości na poprawę organizacji produkcji.

Wyszczególnienie	Charakterystyka
Wpływ mały (+)	Rozwiązuje zidentyfikowany problem w stopniu minimalnym.
Wpływ średni (++)	Rozwiązuje zidentyfikowany problem jednak wymaga zastosowania dodatkowych metod/narzędzi.
Wpływ duży (+++)	Pozwala w pełni rozwiązać problemy produkcyjne.

Wdrożenie poszczególnych narzędzi w różnym stopniu wpływało na ograniczanie problemów. W związku z powyższym zalecono stosowanie kilku narzędzi jednocześnie w celu eliminacji lub ograniczenia problemów badawczych.

W celu ograniczenia problemu związanego z awariami maszyn i zatrzymaniem linii technologicznej zalecono zastosowanie: Kaizen (+), TPM (++), OPL (+), których całościowy wpływ na rozwiązanie problemu określono jako duży (+++). Dzięki zastosowaniu wskazanych rozwiązań będzie możliwe ograniczenie występowania problemu związanego z awariami, które doprowadzały do zatrzymywania linii technologicznej.

W zakresie eliminacji problemu związanego ze zbędnym transportem zalecono zastosowanie zarządzania wizualnego (++) i metody 5S (++) . Właściwe znakowanie dróg, wyznaczanie tras do przemieszczania, ograniczanie zbędnego ruchu w znaczącym stopniu pozwoli wyeliminować problem produkcyjny. W związku z powyższym jednocześnie zastosowanie zarządzania wizualnego i metody 5S pozwoli w pełni rozwiązać występowanie przedmiotowego problemu (+++).

Problem z niewłaściwym gięciem rurki stanowi problem, którego eliminacja będzie możliwa dzięki zastosowaniu narzędzi/metod koncepcji LM, które odnoszą się będą do doszkalania personelu – OPL (wpływ średni), standaryzacji (wpływ średni) oraz zarządzania wizualnego (wpływ mały +). Natomiast jednocześnie ich zastosowania powinno wyeliminować występowanie problemu (+++).

## 5. Podsumowanie

Badania własne prowadzono w przedsiębiorstwie branży motoryzacyjnej, w związku z powyższym stwierdza się, że skuteczne może być zastosowanie wybranych

metod i narzędzi jakości, LM w zakresie usprawniania procesów produkcyjnych w przedmiotowej branży. Zastosowanie wybranych metod, narzędzi wspomagających zarządzanie jakością oraz koncepcji Lean Manufacturing w znaczący sposób wpłynęło na ograniczenie występowania problemów produkcyjnych, takich jak: awarie maszyn i zatrzymanie linii produkcyjnej, zbędny transport czy niewłaściwym procesem gięcia rurki.

Dla zidentyfikowanych problemów określono przyczyny ich powstawania dzięki zastosowaniu wybranych narzędzi wspomagających zarządzanie jakością (diagram przyczynowo-skutkowy, metoda 5Why), które pozwoliły na określenie głównych przyczyn problemów. W kolejnym etapie realizowanych prac zaproponowano wdrożenie wybranych metod, narzędzi koncepcji LM pozwalających na ograniczanie problemów badawczych. Na podstawie prowadzonych analiz stwierdzono, że niewystarczające staje się zastosowanie jednego narzędzia, lecz skuteczne jest jednocześnie ich zastosowanie.

Zatem skuteczne w rozwiązywaniu problemów produkcyjnych staje się jednocześnie wykorzystanie metod i narzędzi wspomagających zarządzanie jakością, jak i przewidzianych w ramach koncepcji Lean Manufacturing.

## Literatura

- [1] Antosz K., Pacana A., Stadnicka D., Zielecki W., *Lean Manufacturing Doskonalenie Produkcji*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, s. 191–194, Rzeszów 2016.
- [2] Bril J., Łukasik Z., *Lean Manufacturing jako nowoczesna metoda organizacji produkcji*, Wydawnictwo Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytut Logistyki i Magazynowania, tom 3, s. 178, 2012.
- [3] Furman J., *Wdrażanie wybranych narzędzi koncepcji Lean Manufacturing w przedsiębiorstwie produkcyjnym*, Knosala R. (red.): Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji, tom 1, Oficyna Wydawnicza PTZP, Opole 2014.
- [4] Hamrol A., *Zarządzanie jakością z przykładami*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2013.
- [5] Minh N.D., Kien D.T., *A four-phase framework for Lean implementation in small and medium enterprises*, Management, 25, 1, 259–277, 2021.
- [6] Omogbai O., Salonitis K., *The implementation of 5S tools using system dynamics approach*, Procedia CIRP, 60, 380–385, 2017.
- [7] Pawłowski E., Pawłowski K., Trzcieliński S., *Metody i narzędzia Lean Manufacturing*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, s. 14–15, 29–31, Poznań 2010.
- [8] Pomietlorz M., *Istota koncepcji Lean Manufacturing*, Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, s. 612–614, 2015.
- [9] Salerno-Kochana M., *Wybrane aspekty zarządzania jakością*, Polskie Towarzystwo Towaroznawcze, s. 268, Kraków 2016.
- [10] Wolniak R., Skotnicka B., *Metody i narzędzia zarządzania jakością. Teoria i Praktyka*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011.