

Mariusz Kruczek¹
Zbigniew Żebrucki²
Politechnika Śląska

Koncepcja lean management w procesie ciągłego doskonalenia przepływów

1. WPROWADZENIE

Zmiany w wymaganiach klienta oraz wzmożona konkurencja na rynku spowodowały, że przedsiębiorstwa poszukują rozwiązań, które pozwoliłyby na: optymalizację realizowanych procesów, intensyfikację prac rozwojowych, uelastycznienie produkcji, minimalizację wielkości powstających odpadów, efektywniejsze wykorzystanie dostępnych zasobów w tym zwłaszcza siły roboczej [3, 12, 21, 22]. Realizacja tych celów staje się tym trudniejsza im bardziej złożony jest zakres współdziałania przedsiębiorstw w łańcuchach dostaw. Przedsiębiorstwo funkcjonujące jako ogniwo łańcucha dostaw staje się elementem szerszej i bardziej złożonej sieci, która działa na rynkach globalnych o dynamicznym charakterze. Naprzeciw tej złożoności wychodzi koncepcja lean, która pierwotnie odnosiła się do usprawniania procesów produkcyjnych [24, 30], a obecnie jest traktowana szerzej i wiąże się z usprawnianiem funkcjonowania całej organizacji, a nawet łańcuchów dostaw, co czyni z niej koncepcje o charakterze strategicznym, która jest realizowana na poziomie operacyjnym. Ignorowane jak dotychczas związki wdrożenia metod i narzędzi lean ze strategią organizacji doprowadzały do niepowodzeń w osiąganiu założonych celów [26]. Koniecznym jest zatem opracowanie skutecznej metodologii wdrażania strategii doskonalenia przepływów, która będzie uwzględniała kontekst organizacyjny. W artykule wykazano, że wdrożenie takiej metodologii wymaga uwzględnienia wielu koncepcji oraz opracowania odpowiadającego im systemu monitorowania efektywności zrealizowanych działań. Zaprezentowano elementy metodologiczne związane z wdrażaniem koncepcji lean w systemie doskonalenia przepływów, traktując ją jako koncepcję wpływającą na realizację celów organizacji. Autorzy przyjęli jako główny cel połączenie elementów systemu monitorowania realizacji strategii jakim jest Strategiczna Karta Wyników z działaniami podejmowanymi podczas wdrażania lean management w organizacji. Zaprezentowana koncepcja systemu doskonalenia przepływów jest syntezą rozważań autorów [13,14] i znalazła zastosowanie w przedsiębiorstwie produkcyjnym.

2. LEAN MANAGEMENT W SYSTEMIE DOSKONALENIA PRZEPIYWÓW

Termin „wyszczupłone zarządzanie” (ang. lean management) wszedł do teorii i praktyki zarządzania przepływami materiałowymi i informacyjnymi. Pierwotne znaczenie tej koncepcji wiązało się z ograniczaniem marnotrawstwa i wywodzi się z japońskiego stylu zarządzania rozpowszechnionego w Toyocie (TPS – Toyota Production System). Stopniowo założenia tej koncepcji ewoluowały do rozwiązań związanych z procesem tworzenia wartości dodanej [18]. Obok wymienianych często siedmiu strat (muda) pojawiają się również w tej koncepcji problemy niewykorzystanego potencjału intelektualnego pracowników, co znacząco wpływa na kreowanie wartości dla klienta [5]. Analizując różne definicje lean [1, 11, 23, 25] można sformułować kluczowe jej elementy, do których należą [30]:

1. Identyfikacja wartości dla klienta.
2. Optymalizacja strumienia wartości.

¹ mkruczek@polsl.pl

² zzebrucki@polsl.pl

3. Wprowadzenie niezakłóconego przepływu wartości wspomaganego kontrolą i synchronizacją.
4. Przejście do systemu ssącego i synchronizacji łańcucha popytu i podaży.
5. Doskonalenie przepływów dla wszystkich produktów.

Tworzenie wartości jest związane z odpowiednim zaspakajaniem potrzeb klienta, które powinny być zrealizowane zgodnie z logistyczną zasadą 7W. Tworzenie wartości dodanej wymaga identyfikacji przepływu produktów począwszy od źródeł zaopatrzenia, aż do finalnego klienta. Następnie dochodzi do synchronizacji i kontroli strumieni materiałowych i informacyjnych oraz ich przekształcenia tak, by funkcjonowały w oparciu o system ssący, gdzie klient inicjuje procesy. Ostatecznie doprowadza się do sytuacji, w której doskonalenie przepływów obejmuje wszystkie oferowane produkty.

Poszukując kompleksowej metody doskonalenia przepływów warto zwrócić uwagę na różne podejścia do realizacji procesu wdrażania lean. W literaturze [4] proponuje się 11 kluczowych czynników sukcesu organizacji (zarządzanie i przywództwo, kulturę organizacyjną, cele i zadania, rozwiązywanie problemów, kompetencje, ciągłe doskonalenie, możliwości finansowe, pomiar wydajności, zarządzanie zmianą, edukację i kształcenie kadr), które decydują o skutecznym wdrożeniu lean. Wielkowsymiarowość podejścia do problematyki sukcesu organizacji oraz brak wspólnego ujęcia powoduje jednak, że trudno czynniki te powiązać z lean. Innym podejściem jest proponowany podział wdrażania lean na trzy etapy (przygotowanie, projektowanie i wdrażanie), który jednak nie doczekał się opracowania systematycznej metodologii. Zgodnie z jego założeniami organizacje mogłyby identyfikować straty (muda), dokonać oceny istniejącego stanu systemu i opracować plan eliminacji strat wraz z szacowaniem efektywności przepływów po ich modyfikacji. Koniecznym przy tym jest wskazanie, które narzędzia lean wpłynęłyby najbardziej na poprawę efektywności realizowanych w organizacji procesów. Inni autorzy [31] proponują wykorzystanie metody czterech kroków do usprawniania przepływów. Metoda ta obejmuje: definiowanie problemu, określenie sposobu rozwiązania, identyfikację ograniczeń i wdrożenie rozwiązania. Zgodnie z propozycją autorów powinna ona wykazać jaki wpływ ma zarządzanie łańcuchem dostaw na koszty produktu i jego jakość. Dla realizacji tej metody wykorzystano metodę mapowania strumienia wartości (VSM), jako narzędzie zarządzania wyszczuplonym łańcuchem dostaw, umożliwiającym redukcję kosztów i czasu realizacji zlecenia, a następnie powiązano je z metodologią PDCA (Plan – Do – Check – Act), umożliwiającą doskonalenie przepływów. Podawana jest również metodologia, która wykorzystuje następujące cztery etapy wdrażania lean: analiza rynku, wizualizacja strumienia wartości, analiza wartości klienta i modelowanie finansowe [25].

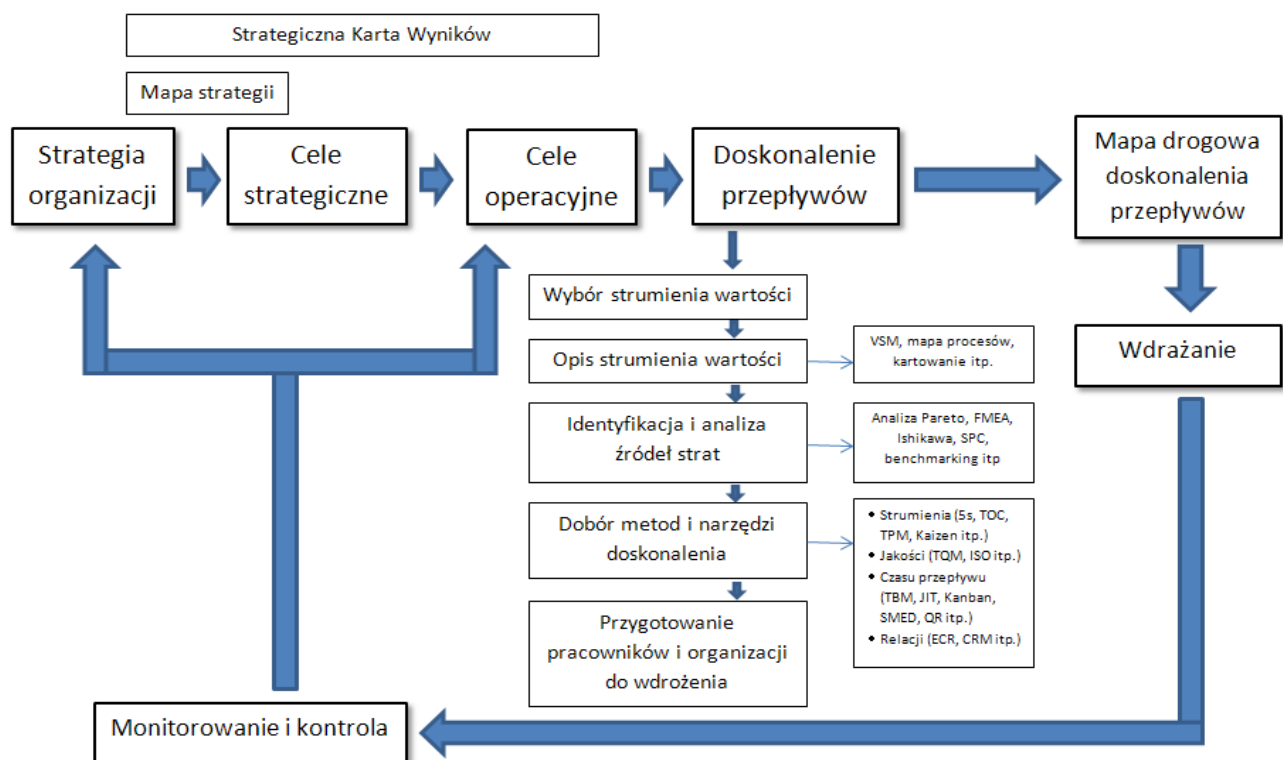
Analizując dostępne metodologie opisujące wdrożenie lean w organizacjach, zauważyć można pewne luki w badaniach, które nie uwzględniają ich związku ze strategią organizacji [25]. Podkreśla się, że pomimo potencjału jaki niesie ze sobą wdrażanie lean w organizacjach brak związku ze strategią może dużo częściej doprowadzać do efektów niepożądanych, co związane jest z niewłaściwym doбором narzędzi do budowy ścieżki doskonalenia przepływów [26]. Wprowadzanie narzędzi lean nie uwzględniające wątku strategicznego powoduje, że stanowią one zagrożenie dla efektywności organizacji. Dlatego też konieczne jest wypracowanie metodologii wdrażania i oceny systemu ciągłej poprawy przepływów.

3. KOMPONENTY SYSTEMU DOSKONALENIA PRZEPLÝWÓW

Potrzeba doskonalenia przepływów w organizacji wynikać powinna z jej dążenia do zrealizowania założonej strategii. Nieprawidłowo zdefiniowane cele wdrożenia lean, a przede wszystkim brak ich korelacji ze strategią organizacji prowadzić mogą do nieefektywnego wykorzystania zasobów, spadku zaufania pracowników i odejścia klientów [19]. Dlatego ważne jest zdekomponowanie strategii i wskazanie głównych celów, a następnie przeprowadzenie jej operacjonalizacji.

Do realizacji tego etapu wykorzystać można instrument wdrażania i monitorowania strategii jakim jest Strategiczna Karta Wyników. Strategiczna Karta Wyników poprzez mapę strategii precyzuje cele organizacji i dopasowuje je do standardowych czterech perspektywy [6]. Ze względu na to, iż koncepcja lean pozwala na eliminowanie strat zarówno w obszarze realizowanych w przedsiębiorstwie

procesów biznesowych jak i w relacjach z klientem, to zasadniczo odpowiadające tym obszarom perspektywy – klientów i procesów wewnętrznych, będą głównie wiązały się z wykorzystaniem oferowanych w ramach lean metod i narzędzi doskonalenia przepływu [6, 14]. Pośrednio widoczny będzie związek z pozostałymi perspektywami tj. finansową, gdyż dochodzić będzie do ograniczenia marnotrawstwa i strat, co ma odzwierciedlenie w ograniczeniu kosztów i wzroście zysków oraz nauczania i rozwoju, gdzie zgłaszane i wdrażane będą różne pomysły pracowników związane z kształtowaniem ciągłego przepływu oraz rozwojem organizacji. Strategiczna Karta Wyników jest zatem instrumentem, który pozwala na interpretowanie założonych celów organizacji i dostarcza informacji o metodach i środkach ich osiągnięcia oraz wskazuje jak monitorować poziom ich realizacji [6]. Karta ukierunkowuje zatem organizację na kluczowe aspekty jej funkcjonowania. Poza nią konieczne jest uwzględnienie metod i narzędzi, które będą wykorzystywane na poziomie taktycznym i operacyjnym. Strategia jest nadto ogólnym elementem i brak jej operacjonalizacji w formie różnego rodzaju planów oraz systemów nie pozwoli na osiągnięcie zamierzonych celów. Dodatkowo w organizacji zazwyczaj pojawia się obok lean kilka innych koncepcji zarządzania i brak uporządkowanej formuły ich implementacji wprowadzić może chaos organizacyjny. Dla systematyzacji obszarów i koncepcji w perspektywie celów organizacji można wykorzystać narzędzie map drogowych [14]. Mapa drogowa pozwala wprowadzać udoskonalenia w przepływach informacyjnych i materiałowych oraz w strukturze organizacji. Rysunek 1 przedstawia koncepcję systemu doskonalenia przepływów i opisanego wcześniej połączenia strategii organizacji z koncepcją lean, a następnie programem wdrażania za pośrednictwem mapy drogowej.



Rys. 1. Koncepcja systemu ciągłego doskonalenia

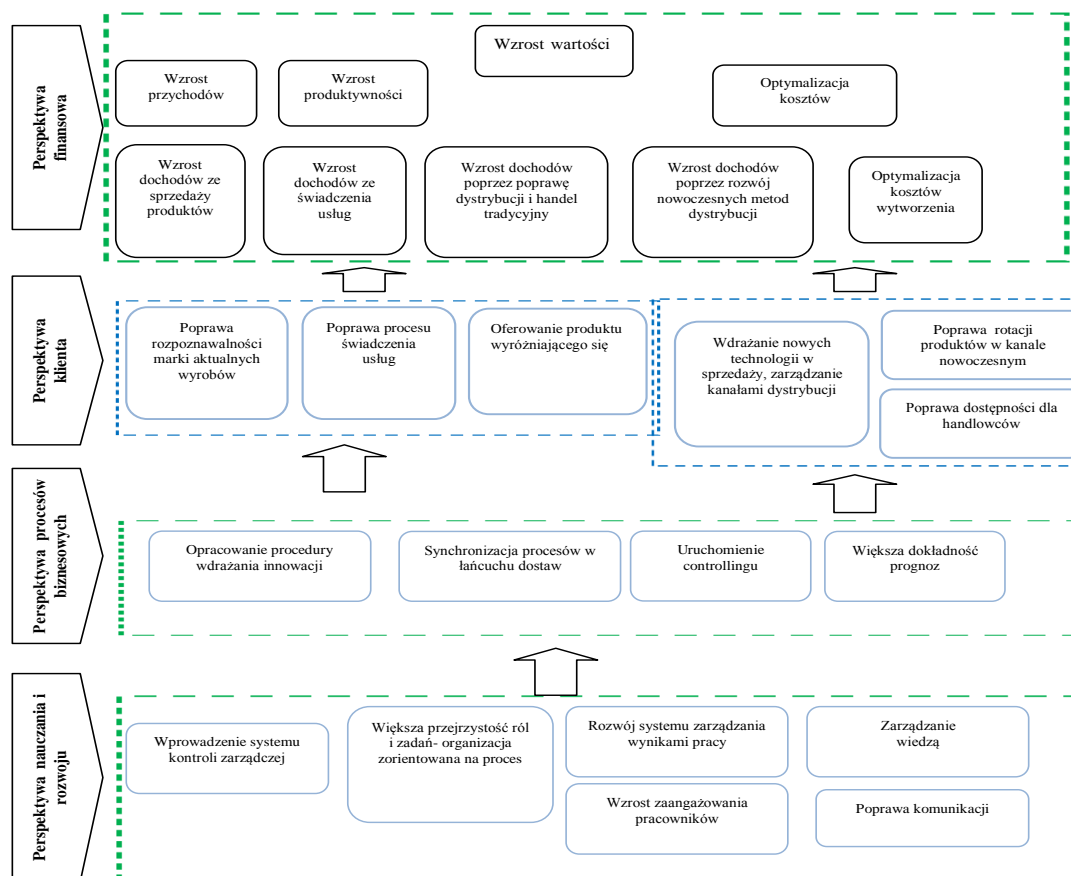
Źródło: opracowanie własne

Powiązanie strategii organizacji z przepływami materiałowymi i informacyjnymi oraz opracowanym planem wdrażania w postaci mapy drogowej otwiera etap wdrożenia, który może przebiegać różnie i zależeć będzie od specyfiki organizacji oraz jej otoczenia. Kolejno realizowane działania i projekty mogą wpływać na skokowe i znaczące lub płynne i stopniowe zmiany w efektywności. Bardzo trudnym elementem doskonalenia przepływów jest mierzenie efektów jakie przynosi zastosowanie praktyk lean. Najczęściej spotykane wskaźniki dotyczą produktywności, wydajności lub efektywności [7, 15, 16, 17, 19]. Niektórzy badacze [15, 29, 31] mierzą efektywność zastosowania lean w organizacji analizując strumień wartości i odnosząc go do kosztów i czasu. Brak

jednakże w tych badaniach odniesienia do celów organizacji. W badaniach częściej odwołuje się do określonych mierników jak na przykład wskaźnik efektywności wykorzystania sprzętu (OEE), co jednak nie odpowiada sposobom badania ogólnej efektywności [31]. Ciekawym podejściem jest wykorzystanie modelowych równań strukturalnych (SEM), aby ustalić związek między różnymi narzędziami lean, a produktywnością [2, 8] oraz podejście, w którym pomiar efektywności przepływów opiera się na trzech filarach – strumień wartości, narzędzia oceny lean i metryki lean [29]. W ocenie efektywności przepływów pojawiają się zarówno metody jakościowe, ilościowe jak i graficzne [27]. Zaproponowano również uwzględnienie czterech rodzajów mierników oceniających przepływy w organizacji: wartość rynkowa, przepływy finansowe, wskaźniki niefinansowe i koszty [10]. Wskazuje się, że dla pomiaru zmian w przepływach stosuje się również inne wskaźniki lean, listy kontrolne, itp. Prowadzone badania każdorazowo odnoszą się jednak jedynie do porównywania stanu aktualnego przepływów ze stanem wzorcowym i praktycznie nie są powiązane ze strategią organizacji. Stąd koniecznym wydaje się być wprowadzenie wielowymiarowego systemu oceny efektywności organizacji jakim jest Strategiczna Karta Wyników [6]. Taka ocena efektywności realizowanych przepływów pozwala na kompleksowe ujęcie problemu tworzenia wartości dodanej w organizacji, który jest zasadniczym celem działań skoncentrowanych wokół lean management [9, 20]. Opracowanie takiego modelu oceny jest istotnym aspektem badań nad systemem ciągłego doskonalenia organizacji, który ukierunkowany jest na wzrost wartości dla interesariuszy [13].

4. STUDIUM PRZYPADKU

Przykład prezentuje wykorzystanie zaprezentowanej koncepcji doskonalenia przepływów w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Pierwszym etapem prac nad doskonaleniem przepływów była operacjonalizacja strategii. Przeprowadzono ją zgodnie z przyjętą metodologią przy wykorzystaniu mapy strategii (rysunek 2).



Rys. 2. Mapa strategii dla wybranego przedsiębiorstwa

Źródło: [13]

Następnie dla wytyczonych celów określone zostały obszary problemowe, które powinny zostać zniwelowane lub przekształcone w mocne strony. Przykładowe zakłócenia w przepływach i propozycję doskonalenia z oczekiwanymi efektami przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Doskonalenie przepływów w działalności produkcyjnej

Źródło: opracowanie własne na podstawie [13, 14]

Zidentyfikowane w mapie strategii obiekty oraz odpowiadające im obszary operacyjne zostały powiązane z oryginalnym ujęciem systemu doskonalenia przepływów, którego ogólny schemat przedstawiono na rysunku 4. Ujęcie to obejmuje inne, obok metod i narzędzi Lean, instrumenty zarządzania, których wykorzystanie w organizacji ma pozwolić na doskonalenie przepływów w warstwie operacyjnej³.



Rys. 4. System doskonalenia przepływów

Źródło: [13]

³ Szerzej charakterystykę poszczególnych obszarów doskonalenia przedstawiono w [13]

Dla tak uporządkowanych obszarów problemowych i przypisanych im metod i narzędzi doskonalenia przepływów opracowano mapę drogową ich wdrażania. Mapa systematyzuje kolejność wdrażania narzędzi i czas oraz obszary w jakich powinny być wprowadzane. Etap opracowania mapy poprzedza wdrożenie rozwiązań oraz monitorowanie wyników⁴. Dla monitorowania wdrażania narzędzi lean sformułowano grupę mierników, które obejmowały między innymi: produktywność pracy, wzrost wartości dodanej, wzrost sprzedaży, wzrost wykorzystania zasobów, wzrost rotacji zasobów, redukcję powierzchni magazynowej, redukcję zapasu produkcji w toku itp. Ważnym jest fakt, że mierniki te znajdowały się w kartach perspektyw opracowanej Strategicznej Karcie Wyników i przyporządkowane były jednocześnie celom organizacji. Monitorowanie zmian w ich wartości odzwierciedlało wyniki realizacji strategii i ciągłego doskonalenia⁵.

5. PODSUMOWANIE

Koncepcje lean management odgrywa istotną rolę w doskonaleniu procesów w organizacji a coraz częściej również w łańcuchach dostaw. Wpływa ona na ograniczenie strat i marnotrawstwa, lepszą motywację pracowników i wzrost wartości dla interesariuszy, zwłaszcza dla klientów. Brak zależności pomiędzy działaniami operacyjnymi, jakie podejmowane są w związku z wdrożeniem tej koncepcji ze strategią organizacji powoduje, że popełniane są błędy, które nie pozwalają na doskonalenie przepływów materiałowych i organizacyjnych oraz poprawę konkurencyjności organizacji. Koniecznym jest połączenie koncepcji lean ze strategią organizacji, która jako nadrzędna nadaje sens i kierunek w jakim podąża przedsiębiorstwo. Dla monitorowania i oceny realizacji strategii warto skorzystać z instrumentu jakim jest Strategiczna Karta Wyników, która operacjonalizuje strategię i przyporządkowuje zdefiniowanym celom konkretne wskaźniki i inicjatywy, które pozwalają osiągnąć oczekiwany efekt. Ciągłe doskonalenie warunkuje istnienie każdej organizacji, jej rozwój i zyski. Istotą lean jest ciągle i stopniowe doskonalenie przepływów, stąd powiązanie tej koncepcji ze strategią organizacji wprowadza ją na drogę poprawy efektywności. Zaprezentowany model ciągłego doskonalenia wywodzący się z cyklu PDCA zakłada dekompozycję strategii organizacji na cele uporządkowane w mapie strategii. Cele te sprowadzone do poziomu operacyjnego wiążą się z wdrażaniem metod i narzędzi lean oraz innych koncepcji zarządzania. Ich uporządkowanie i przyjęcie określonej kolejności i miejsce zastosowania w organizacji warunkują prawidłowe i bezkonfliktowe wdrożenie, a monitorowanie z wykorzystaniem mierników zdefiniowanych Strategicznej Karcie Wyników dostarcza informacji o efektywności organizacji oraz prawidłowości realizowanego procesu ciągłego doskonalenia. Zaprezentowana koncepcja znalazła praktyczne zastosowanie w przedsiębiorstwie produkcyjnym, co potwierdza jej skuteczność.

Streszczenie

W artykule przedstawiono połączenie wybranych narzędzi doskonalenia przepływów w przedsiębiorstwie występujących w ramach koncepcji lean ze strategią organizacji. Połączenie to ujęto w zintegrowany model ciągłego doskonalenia. Model ten bazuje na klasycznym cyklu PDCA i zapewnia możliwość definiowania celów przyporządkowania im metod i narzędzi ich realizacji, systematyzację działań za pomocą narzędzia map drogowych oraz wdrożenie i monitorowanie uzyskiwanych efektów. Model oparto o wdrożone w przedsiębiorstwie produkcyjnym rozwiązanie.

Słowa kluczowe: ciągle doskonalenie, lean management, Strategiczna Karta Wyników

Lean management concept of the process of continuous improvement

Abstract

The article presents the combination of selected tools in the enterprise to improve flows occurring concept of lean with the organization strategy. This connection base on the integrated model of continuous improvement which use classic PDCA

⁴ Szerzej koncepcję wykorzystania map drogowych przedstawiono w [14]

⁵ Szerzej system wizualizacji wyników w systemie ciągłego doskonalenia przedstawiono w [13]

cycle and provides the ability to define the purpose of the assignment of the methods and tools for their implementation, systematization of activities by using road maps, and implementation and monitoring of the effects. The model is implemented solution in a manufacturing company.

Keywords: continuous improvement, lean management, Balanced Scorecard

LITERATURA

- [1] Abdulmaleka F.A., Rajgopal J., Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: a process sector case study, *Int. J. Prod. Economics*, 2007, Vol. 107, pp. 223-36.
- [2] Agus A., Hajinoor M.S., Lean production supply chain management as driver towards enhancing product quality and business performance, *International Journal of Quality & Reliability Management*, 2012, Vol. 29 No. 1, pp. 92-121.
- [3] Allway M., Corbett S., Shifting to lean service: stealing a page from manufacturers' playbooks, *Journal of Organizational Excellence*, 2002 Vol. 21 No. 2, pp. 45-54.
- [4] Anvari A.R., Norzima Z., Rosnay M.Y., Hojjati M.S.H., Ismail Y., A comparative study on journey of lean manufacturing implementation, *AIJSTPME*, 2010, Vol. 3 No. 2, pp. 77-85.
- [5] Brintrup A., Ranasinghe D., McFarlane D., RFID opportunity analysis for leaner manufacturing, *International Journal of Production Research*, 2010, Vol. 48 No. 9, pp. 2745-64.
- [6] Brzóska J., Karbownik A., Kruczek M., Szmál A., Żebrucki Z., *Strategiczna Karta Wyników. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2012.
- [7] Fogarty D.W., Work in process: performance measures, *Int. J. Prod. Economics*, 1992, Vol. 26, pp. 169-72.
- [8] Fullerton R.R., Wempe W.F., Lean manufacturing, non-financial performance measures, and financial performance, *International Journal of Operations & Production Management*, 2009, Vol. 29 No. 3, pp. 214-40.
- [9] Hofmann E., Locker A., Value-based performance measurement in supply chains: a case study from the packaging industry, *Production Planning & Control*, 2009, Vol. 20 No. 1, pp. 68-81.
- [10] Hon K.K.B., *Performance and Evaluation of Manufacturing Systems*, Department of Engineering, University of Liverpool, Liverpool, 2003.
- [11] Hopp W.J., Spearman M.L., To pull or not to pull: what is the question?, *Manufacturing & Service Operations Management*, 2004, Vol. 6 No. 2, pp. 133-48.
- [12] Karim M.A., Smith A.J., Halgamuge S., A comparative study of manufacturing practices and performance variables, *International Journal of Production Economics*, 2008, Vol. 112, pp. 841-59.
- [13] Kruczek M., Żebrucki Z., Założenia dla zintegrowanego systemu ciągłego doskonalenia, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej seria: Organizacja i Zarządzanie nr 63*, Gliwice 2013.
- [14] Kruczek M., Żebrucki Z., Ścieżka doskonalenia procesów produkcyjnych i logistycznych, [w:] Lichota A., Majewska K., *Wybrane zagadnienia logistyki stosowanej (Tom 1)*, Wydawnictwo AGH, Kraków 2013, s. 193-204.
- [15] Kuhlman P., Edtmayr T., Sihn W., Methodical approach to increase productivity and reduce lead time in assembly and production-logistic processes, *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2011, Vol. 4.
- [16] Leung S., Lee W.B., Strategic manufacturing capability pursuance: a conceptual framework, *Benchmarking: An Int. Journal*, 2004, Vol. 11 No. 2, pp. 156-74.
- [17] Levinson W.A., Rerick R.A., *Lean Enterprise: A Synergistic Approach to Minimizing Waste*, AsQ Quality Press, Milwaukee, WI, 2002.
- [18] MacDufile J.P., Helper S., Creating lean suppliers: diffusing lean production through the supply chain, paper presented at International Motor Vehicle Program (IMVP), FY'97 IMVP working papers, 1997.
- [19] Marvel J.H., Standridge C.R., A simulation-enhanced lean design process, *Journal of Industrial Engineering & Management*, 2009, Vol. 2 No. 1, pp. 90-113.
- [20] Meade D., Kumar S., Analysing the impact of the implementation of lean manufacturing strategies on profitability, *Journal of the Operational Research Society*, 2010, Vol. 61 No. 5, pp. 858-71.
- [21] Moore J., Gibbons S.M., Is lean manufacturing universally relevant? An integrative methodology, *International Journal of Operations & Product Management*, 1997, Vol. 17 No. 9, pp. 899-911.
- [22] Papadopoulou T.C., Ozbayrak M., Leanness: experiences from the journey to date, *Management*, 2005, Vol. 16 No. 7, pp. 784-807.
- [23] Rother M., Shook J., *Learning to See – Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda, Version 1.2*, The Lean Enterprise Institute Brookline, Brookline, MA, 1999.

- [24] Schonberger R.J., Japanese production management: an evolution with mixed success, *Journal of Operations Management*, 2007, Vol. 25, pp. 403-19.
- [25] Shah R., Ward P.T., Defining and developing measures of lean production, *Journal of Operations Management*, 2007, Vol. 25 No. 4, pp. 785-805.
- [26] Tiwari A., Turner C., Sackett P., A framework for implementing cost and quality practices within manufacturing, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 2007, Vol. 18, pp. 731-60.
- [27] Wan H.D., Measuring leanness of manufacturing systems and identifying leanness target by considering agility, *Industrial and Systems Engineering*, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, 2006, pp. 1-186.
- [28] Wan H.D., Chen F.F., A leanness measure of manufacturing systems for quantifying impacts of lean initiatives, *International Journal of Production Research*, 2008, Vol. 46 No. 23, pp. 6567-84.
- [29] Wan H.D., Chen F.F., Rivera L., Leanness score of value stream maps, *Proceedings of the 2007 Industrial Engineering Research Conference*, 2007.
- [30] Womack J.P., Jones D.T., *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, 2nd ed., Simon & Schuster, London, 2003, pp. 15-90.
- [31] Wu S., Wee H.M., How lean supply chain effects product cost and quality – a case study of the Ford Motor Company, paper presented at IEEE Conference, 2009.