

Nowoczesne Systemy Zarządzania
Zeszyt 17 (2022), nr 4 (październik-grudzień)
ISSN 1896-9380, s. 91-110
DOI: 10.37055/nsz/158800

Modern Management Systems
Volume 17 (2022), No. 4 (October-December)
ISSN 1896-9380, pp. 91-110
DOI: 10.37055/nsz/158800

Instytut Organizacji i Zarządzania
Wydział Bezpieczeństwa, Logistyki i Zarządzania
Wojskowa Akademia Techniczna
w Warszawie

Institute of Organization and Management
Faculty of Security, Logistics and Management
Military University of Technology
in Warsaw

World Class Manufacturing a Toyota Production System: porównanie systemów produkcyjnych w kontekście zrównoważonego rozwoju

World Class Manufacturing and Toyota Manufacturing System: production system comparison in sustainability context

Radosław Piątek

Politechnika Lubelska
Wydział Zarządzania

r.piatek@pollub.pl; ORCID: 0000-0003-2829-1041

Abstrakt. Systemy produkcyjne stanowią jeden z głównych filarów przedsiębiorstw. Ich wydajność i zasady funkcjonowania determinują finalną jakość produktów, których odbiorcami są instytucje oraz konsumenci końcowi. Jednak współcześnie oprócz wcześniej wymienionych zagadnień pojawiły się nowe wymagania związane z koncepcją zrównoważonego rozwoju. Metody produkcji, wpływ na środowisko naturalne czy poszanowanie ludzi stały się równie istotnymi aspektami jak trwałość lub cena produktu. Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie porównania dwóch systemów produkcyjnych, które cieszą się dużą popularnością, zwłaszcza w przemyśle motoryzacyjnym, tj. Toyota Production System (TPS – System Produkcyjny Toyoty) oraz World Class Manufacturing (WCM – Produkcja Klasy Światowej), w kontekście zrównoważonego rozwoju. W tym celu zrealizowano analizę porównawczą opartą na czterech kategoriach: skomplikowanie systemu, popularność, uniwersalność oraz powiązania ze zrównoważonym rozwojem. Zgromadzony materiał ma zróżnicowany charakter, co pozwala na głębokie spektrum badania i porównania obu rozwiązań. W wyniku przeprowadzonej analizy można zauważyć różnice w poziomie komplikacji obu rozwiązań produkcyjnych. System Produkcyjny Toyoty ma prostszą strukturę w porównaniu do Produkcji Klasy Światowej. Modelowe przedstawienie systemu TPS ukazuje wszystkie główne elementy wraz z ich najważniejszymi cechami i zastosowaniem. WCM jest systemem o bardziej skomplikowanej budowie, precyzującym większą liczbę czynników koniecznych do wdrożenia i utrzymania. W przypadku popularności obu rozwiązań przeprowadzone badanie ukazało, że częściej wyszukiwaną frazą jest Toyota Production System, ale większą liczbą publikacji i materiałów może się pochwalić World Class Manufacturing. Oba systemy są wysoce uniwersalnymi rozwiązaniami produkcyjnymi. Analizowane studia przypadków ukazują implementacje zakończone sukcesem w przedsiębiorstwach produkcyjnych i usługowych w branżach niezwiązanych z przemysłem motoryzacyjnym. Odnosząc się do zgodności z wyznacznikami zrównoważonego rozwoju, można stwierdzić, że oba systemy posiadają elementy odpowiedzialne za realizację wymienionych postanowień, ale realizują je w różny sposób. TPS nie wiąże się bezpośrednio z koncepcją zrównoważonego rozwoju, ale sam system ma w sobie zagadnienia skupione wokół

redukcji strat, oszczędności, produkcji jedynie potrzebnych w danej chwili komponentów czy szacunku do ludzi. WCM zaś ma specjalny element odpowiadający za realizację wymagań normy ISO 14000, która dotyczy zarządzania wpływem na środowisko naturalne. Finalnie można przyjąć, że oba systemy przejawiają wiele cech wspólnych, np. w przypadku założeń funkcjonowania jednak realizacja w każdym z nich ma inny charakter. TPS jest systemem prostszym, pozwalającym się łatwo dostosować do specyfiki organizacji. WCM jest systemem bardziej skomplikowanym, o dużym stopniu sformalizowania. Wykonana analiza ma charakter przeglądowy, ukazując możliwie szerokie spektrum obu systemów produkcyjnych. Istnieje możliwość dalszego realizowania badań dzięki poddawaniu bardziej szczegółowym analizom każdego z aspektów systemów lub zestawienia ich z innymi rozwiązaniami produkcyjnymi.

Słowa kluczowe: system produkcyjny, WCM, TPS, World Class Manufacturing, Toyota Production System, porównanie

Abstract. Production systems are one of the main pillars of the enterprises. Their efficiency and principles of functioning determine the final quality of products, which recipients are institutions and end consumers. However, nowadays, in addition to the previously mentioned issues, new requirements related to the concept of sustainability have appeared. Production methods, impact on the natural environment, or respect for the human being have become as important aspects as durability or product price. The aim of the following paper is to present a comparison of two production systems which are very popular, especially in the automotive industry: Toyota Production System and World Class Manufacturing in the context of sustainable development. For this purpose, a comparative analysis based on four categories: system complexity, popularity, universality and connections with suitability. The collected material is diverse in nature, which allows for a wide spectrum of research and comparison of both solutions. As a result of the analysis, differences in the level of complication of both production solutions can be noticed. The Toyota Production System structure is less complicated than World Class Manufacturing. The model representation of the TPS system shows all the main components along with their most important features and applications. WCM is a system with a more complicated structure, specifying more aspects necessary for implementation and maintenance. In the case of the popularity of both solutions, the study showed that the most frequently searched phrase is Toyota Production System, but World Class Manufacturing has more publications and materials. Both systems are highly versatile production solutions. The analyzed case studies show successful implementations in manufacturing and service companies in industries not related to the automotive industry. Referring to compliance with the determinants of suitability, it can be stated that both systems contain elements responsible for the implementation of the above-mentioned provisions, but they implement them in different ways. TPS does not refer to the concept of sustainable development, but the system itself has issues focused on the reduction of losses, savings, production of only the components needed at a given moment, or respect for people. WCM, on the other hand, has a dedicated element responsible for meeting the requirements of the ISO 14000 standard, relating to environmental impact management. Finally, it can be assumed that both systems have many common features, e.g. in the case of functional assumptions, but the implementation is of a different nature. TPS is a simpler system that allows you to easily adapt to the specifics of the organization. WCM is a more complicated system with a high degree of formalization. The analysis performed is of a review nature, showing the possibly wide spectrum of both production systems. Research can be further pursued through more detailed analyzes of each aspect of the systems or comparisons with other manufacturing solutions.

Keywords: production system, WCM, TPS, World Class Manufacturing, Toyota Production System, comparison

Wstęp

Zapewnienie wydajnych procesów produkcyjnych jest zagadnieniem, które od początków rewolucji przemysłowej trapi wszystkie organizacje zajmujące się wytwarzaniem dóbr. Wraz z rozwojem technicznym pojawiły się zarówno różne opcje, jak i problemy, które wpływały na realizację zadań produkcyjnych.

Współcześnie wymagania względem produktów i producentów są o wiele wyższe niż jeszcze kilkadziesiąt lat temu. Obecnie konsumenci oraz interesariusze przedsiębiorstw są zainteresowani nie tylko ceną czy jakością towarów, lecz również metodami ich wytwarzania i wpływem produkcji dóbr na środowisko. Tworzy to wiele wyzwań, przed jakimi muszą stanąć przedsiębiorstwa i ich systemy produkcyjne. Ostatnie lata stanowią szczególną próbę. Wraz z pandemią SARS-CoV-2 oraz wybuchem wojny między Ukrainą a Rosją producenci muszą się zmagać z przerwaniem łańcuchów dostaw, wzrostem kosztów materiałów, transportu, a także ogólną niestabilnością i wysoką zmiennością rynkową. Czy współczesne systemy produkcyjne są gotowe na takie warunki funkcjonowania i czy są w stanie sprostać wymaganiom stawianym przed nimi przez klientów i społeczeństwo? W artykule dokonano porównania między dwoma najpopularniejszymi systemami produkcyjnymi: TPS oraz WCM. Oba zostały poddane analizie pod względem stopnia skomplikowania, popularności, możliwości implementacji oraz zgodności z wyznacznikami zrównoważonego rozwoju.

Zagadnienia teoretyczne i kontekst badawczy

System produkcyjny można określić jako „celowo zaprojektowany i zorganizowany układ materialny i informacyjny eksploatowany przez człowieka i służący produkowaniu określonych produktów (wyrobów lub usług) w celu zaspokojenia różnorodnych potrzeb konsumentów” (Durlik, 1992, s. 31). Można wyszczególnić pięć elementów składowych takiego systemu (Durlik, 1992, s. 31):

- wektor wejścia X;
- wektor wyjścia Y;
- procesy przetwarzania wektora wejścia w wektor wyjścia;
- proces zarządzania systemem;
- sprzężenie materialne, energetyczne i informacyjne.

Współcześnie wyróżnia się trzy podstawowe cele tworzenia i utrzymywania systemów produkcyjnych (Durlik, 1992, s. 31):

- jakość i nowoczesność produktów;
- wzrost produktywności;
- obniżka kosztów własnych przedsiębiorstwa związanych z wytwarzaniem.

Można uznać, że w elementarnym sensie powyższe twierdzenia są nadal aktualne, jednak współczesny rynek oraz szeroko rozumiane otoczenie gospodarcze stawia o wiele wyższe wymagania względem przedsiębiorstw i ich produktów niż wcześniej wymienione cele pro jakościowe i kosztowe. Obecnie klienci oraz interesariusze oprócz wymagań względem samej jakości produktu przykładają wagę do sposobu, w jaki został on wytworzony, oraz do tego, jak działalność przedsiębiorstwa produkcyjnego przekłada się na środowisko zarówno w odniesieniu lokalnym, jak

i całego globu. Dlatego istotnym zagadnieniem dla organizacji skupionych wokół produkcji jest wdrożenie rozwiązań zapewniających zadowalające parametry związane z wytwarzaniem produktów, a jednocześnie zgodnych z doktryną zrównoważonego rozwoju, który definiuje się jako rozwój odpowiadający „obecnym potrzebom ludzi bez ograniczania przyszłym pokoleniom możliwości zaspokojenia swoich potrzeb” (*Zrównoważony rozwój i cele zrównoważonego rozwoju*, 2015).

Wśród funkcjonujących rozwiązań produkcyjnych do najpopularniejszych należą: System Produkcyjny Toyoty (Toyota Production System – TPS) oraz Produkcja Światowej Klasy (World Class Manufacturing – WCM).

System Produkcyjny Toyoty można określić jako cały system filozoficzno-praktyczny dotyczący produkcji. Początki systemu wskazuje się na początek XX wieku, kiedy to Sakichi Toyoda wdrożył usprawnienia do krosien przędniczych w celu redukcji błędów i czasu koniecznego na ponowne uruchomienie urządzenia (LeanSensei, 2020). Sformalizowany system był opracowywany od połowy XX wieku przez E. Toyodę, syna jednego z założycieli koncernu Toyota, i T. Ohno, inżyniera odpowiedzialnego za planowanie produkcji.

Podstawą TPS są tzw. Zasady Drogi Toyoty (Linker, Meier, 2011, s. 29-36). Jest to zebrany w czterech grupach zbiór reguł, jakim powinny kierować się osoby zarządzające systemem. W skład zasad wchodzi:

I. Filozofia jako podstawa wszystkiego:

- Opierać decyzje w zarządzaniu na dalekosiężnej filozofii – nawet kosztem krótkoterminowych wyników finansowych.

II. Odpowiedni proces prowadzi do odpowiednich wyników:

- Utworzyć ciągły przepływ procesu, aby uwidocznic występujące w nim problemy;
- Wykorzystanie systemu ciągnionego, aby uniknąć nadprodukcji;
- Wyrównać obciążenie pracą;
- Stworzyć kulturę przerywania procesów w celu rozwiązywania problemów, by od razu uzyskiwać właściwą jakość;
- Wystandaryzowane zadania i procesy są podstawą ciągłej poprawy i upełnomocnienia pracowników;
- Stosować kontrolę wizualną, aby żaden problem nie został w ukryciu;
- Stosować wyłącznie niezawodną, gruntownie sprawdzoną technologię, służącą pracownikom i procesom.

III. Wzbogacić organizację przez rozwój pracowników i partnerów:

- Rozwijać liderów, którzy dogłębnie rozumieją pracę, żyją filozofią firmy i przekazują ją innym;
- Rozwijać wyjątkowych ludzi i zespoły, które będą realizowały filozofię firmy;
- Szanować szeroką sieć partnerów i dostawców, rzucając im wyzwania i pomagając w doskonaleniu się.

IV. Nieustanne rozwiązywanie fundamentalnych problemów jest siłą napędową uczenia się organizacji:

- Samemu iść i zobaczyć, aby w pełni zrozumieć sytuację;
- Decyzję podejmować powoli, w drodze konsensusu i starannie rozważając wszystkie możliwości, szybko wdrażać decyzje;
- Zostać organizacją uczącą się dzięki nieustrudzonej refleksji i ciągłej poprawie.

System oprócz wymienionych zasad opiera się na tzw. Filarach (*Toyota Production System Maximising Production Efficiency through the Elimination of Waste*, 2022):

- **Produkcja na czas** (ang. *Just In Time*) – metoda zarządzania zasobami, w której skupia się uwagę na minimalizacji zapasów, na rzecz zapewnienia stałego i płynnego dostarczania odpowiednich zasobów do miejsc rzeczywistego zapotrzebowania. Celem takich działań jest redukcja strat i marnotrawstwa, uniknięcie spowolnienia lub zakłóceń produkcji spowodowanych niedoborem lub nadmiarem danego zasobu na linii produkcyjnej, a także zapewnienie stabilnego procesu produkcyjnego;
- **Jidoka**, w luźnym tłumaczeniu automatyzacja z ludzkim dotykem (*Toyota Production System*, 2022) – zbiór sposobów na automatyczne dostrzeżenie problemów w procesie produkcyjnym i wdrażanie szybkich korekt. Maszyny nieustannie kontrolują parametry produkcji i w momencie wykrycia błędu wskazują nieprawidłowości oraz zatrzymują produkcję. Dzięki takiemu algorytmowi unika się produkcji dużej liczby wadliwych produktów, szybko można znaleźć źródło problemu i wykonać konieczne poprawki czy modyfikacje. Dodatkowo pracownicy obszarów nieobjętych błędem mogą kontynuować prace.

Toyota Motor Corporation jest to japońskie przedsiębiorstwo, będące największym producentem samochodów na świecie. W 2021 roku sprzedaż koncernu wyniosła 9562 483 pojazdów (*Worldwide Car Sales by Manufactures*, 2022). Zajmuje się również produkcją urządzeń transportu bliskiego, np. wózków widłowych. Koncern Toyota sprzedaje swoje produkty pod markami, takimi jak Lexus, Daihatsu, Hino oraz tytułarna Toyota.

Produkcja Światowej Klasy jest określana jako metoda doskonalenia cyklu logistyki produkcji. Głównymi celami systemu jest szeroko pojęta redukcja kosztów produkcji oraz podwyższanie poziomu jakości (Górska, 2008). W ogólnym ujęciu jest to system poprawy parametrów produkcyjno-logistycznych przedsiębiorstwa. Początki systemu sięgają lat 80. XX wieku. Po raz pierwszy sformułowanie i koncepcje zostały przedstawione przez Haynesa i Wheelwrighta w roku 1984. Richard J. Schonberger w opracowaniu pt. *World Class Manufacturing* w 1986 roku wskazał już zintegrowaną koncepcję systemu (Piasecka-Głuszczyk, 2017, s. 52-65). Następny krok w ewolucji WCM został postawiony w roku 2005, kiedy to koncern Fiata wraz z H. Yamashina, profesorem Uniwersytetu w Kioto, opracowali zmodernizowaną wersję WCM.

System WCM został oparty, w wyniku doświadczeń przedsiębiorstw produkcyjnych, na czterech koncepcjach związanych z zarządzaniem jakością i produkcją:

- Total Quality Control (TQP) – system optymalizacji produkcji zapoczątkowany w latach 50. XX w Japonii, polegający głównie na tworzeniu kół jakości złożonych z pracowników produkcyjnych, którzy mieli być odpowiedzialni za stałą kontrolę jakości wytworzonych przez siebie produktów. Efektem było wypracowywanie przez wspomniane koła różnorodnych technik poprawy sposobu wytwarzania oraz ciągle poszukiwanie lepszych rozwiązań (*Total Quality Control*, 2022);
- Total Product Maintenance (TPM) – kompleksowe podejście do utrzymywania maszyn produkcyjnych w najwyższej możliwej sprawności. W założeniu zaangażowanie pracowników ma mieć bezpośrednie przełożenie na zniwelowanie strat czasu związanych z nieterminowymi dostawami materiału, przebrojeniem maszyn, awariami czy konserwacją. Koncepcja skupia się na wyszukiwaniu rozwiązań i poprawek w organizowaniu przestrzeni produkcyjnej, kalibracji maszyn czy ogólnie pojętej ergonomii. Głównym celem TPM jest osiągnięcie poziomu trzech zer: zero awarii, zero braków, zero wypadków przy pracy (Piasecka-Głuszczyk, 2017, s. 52-65);
- Total Industrial Engineering (TIE) – koncepcja przedstawiona przez Yamashina w ramach WCM. Łączy w sobie zagadnienia TQM, TPM z *industrial engineering*, czyli obszar inżynierii skupiony wokół projektowania, analizy i funkcjonowania systemów od pojedynczych elementów wyposażenia po całe przedsiębiorstwa. W TIE do projektowania i analizy powinni być włączeni wszyscy pracownicy, co ma na celu wzrost wydajności produkcji i redukcję strat (Rao, 2012, s. 1334-1341);
- Just In Time (JIT) – podejście identyczne jak w przypadku TPS.

Struktura systemu opiera się na dziesięciu filarach dotyczących procesów wytwórczych i ich otoczenia, takich jak (Pałucha, 2012):

- **Bezpieczeństwo** (*Safety – S*) – filar dotyczący ciągłej poprawy środowiska pracy i niwelowania czynników mogących sprzyjać wypadkom przy pracy i innym niebezpiecznym zdarzeniom;
- **Podział kosztów** (*Cost Deployment – CD*) – filar skupiony wokół identyfikacji marnotrawstwa w trakcie procesów produkcyjnych, miejsca jego występowania, możliwości eliminacji oraz przewidywanych rezultatów;
- **Poprawa ukierunkowania** (*Focused Improvement – FI*) – filar skoncentrowany na eliminacji głównych obszarów marnotrawstwa, które zostały wcześniej zidentyfikowane przez filar Podział kosztów. Celem jest najwydajniejsze spożytkowanie zasobów przedsiębiorstwa;
- **Autonomiczne utrzymanie** (*Autonomus Maintenance – AM*) – filar skupiony na poprawie funkcjonowania technicznej sfery systemu, czyli maszyn i urządzeń produkcyjnych. Celem jest usprawnienie wydajności urządzeń

przez zapewnienie ich poprawnego utrzymania, wzrost zaangażowania pracowników produkcyjnych i serwisowych oraz rozwój umiejętności technicznych załogi;

- **Utrzymanie specjalistyczne** (*Profesional Maintenance* – PM) – filar odpowiedzialny za kontrolę i analizę wszystkich niepowodzeń i błędów produkcyjnych, podniesienie kwalifikacji osób odpowiedzialnych za utrzymanie ruchu oraz współpracę z personelem przydzielonym do autonomicznego utrzymania;
- **Sterowanie jakością** (*Quality Control* – QC) – filar systemu stworzony do dostarczania klientom produktów wysokiej jakości przy minimalnych kosztach, tworzenia odpowiednich warunków dla systemu produkcyjnego oraz podwyższania umiejętności rozwiązywania problemów jakościowych wśród pracowników;
- **Logistyka i obsługa klienta** (*Logistic & Customer Service* – L&CS) – filar systemu zgodny z koncepcją JIT, mający zapewnić ustabilizowany przepływ materiałów między przedsiębiorstwem a kooperantami, zredukować zapasy magazynowe, a także niwelować trasy konieczne do transportu, integrować sieci zakupowe, produkcyjne i sprzedażowe;
- **Wczesne zarządzanie urządzeniami** (*Early Equipment & Product Management* – EEM) – filar skupiony wokół zarządzania wdrożeniem nowych produktów, w tym obszarze działania mają na celu dostosowanie urządzeń i maszyn produkcyjnych do procesów produkcyjnych nowych produktów, aby uniknąć niepotrzebnych przestoju, np. związanych z przebrojeniem;
- **Zarządzanie personelem** (*People Development* – PD) – filar systemu skoncentrowany na zapewnieniu ustrukturyzowanego systemu treningowego każdemu ze stanowisk roboczych, dodatkowo zapewniając służbom utrzymanie odpowiedniego przygotowania do szkolenia przyszłych pracowników. W tym filarze powinien znajdować się również system zarządzania wiedzą i dokumentacją;
- **Środowisko** (*Environment* – E) – filar stworzony, aby sprostać wymaganiom związanym z zarządzaniem środowiskiem. Zintegrowany z normą ISO 14000, która dotyczy systemu zarządzania środowiskowego, ma na celu zapewnienie ciągłej poprawy wpływu zakładu produkcyjnego na otaczające go środowisko.

Stellantis N.V. to koncern motoryzacyjny powstały w 2021 roku w wyniku fuzji przedsiębiorstw Fiat Chrysler Automobiles (FCA) oraz Peugeot Société Anonyme (PSA). Jest to obecnie piąty największy koncern na świecie. W 2021 roku wolumen sprzedaży koncernu wyniósł 6142 200 pojazdów (Worldwide Car Sales by Manufacturers, 2022). W skład koncernu wchodzi marki, takie jak Fiat, Alfa Romeo, Lancia, Abarth, Maserati, Chrysler, Dodge, Jeep, RAM, Opel, Vauxhall, Peugeot, Citroen oraz DS. Automobiles.

Materiały i metody

Materiał badawczy

W celu przeprowadzenia analizy porównawczej obu systemów produkcyjnych zgromadzono materiał badawczy o zróżnicowanym charakterze. Wśród wykorzystanych treści znalazły się informatory i dokumentacja koncernów Toyota oraz Stellantis; literatura tematyczna o charakterze naukowym i branżowym dotycząca systemów produkcyjnych oraz zagadnień jakościowych; relacje i dokumentacja, która dotyczy wdrożeń TPS i WCM w innych podmiotach oraz komunikatów medialnych i materiałów internetowych, w tym nagrań udostępnionych m.in. w serwisie YouTube, a także danych dostarczanych przez przeglądarki internetowe Google i Google Scholar.

Metodyka

Analiza porównawcza została oparta na czterech kategoriach porównawczych. W stosunku do każdej z nich zastosowano zbiór metod oraz materiałów w celu możliwie bliskiego porównania obu systemów produkcyjnych i uzyskania klarownych wyników. Kategoriami porównawczymi są:

- **skomplikowanie systemu** – kategoria skupia się na porównaniu obu systemów pod względem skomplikowania struktury, liczby elementów składowych i rozbudowania każdego elementu. Osią porównawczą są modelowe przedstawienia wszystkich rozwiązań, które są zawarte w dokumentacji czy opracowaniach na temat każdego z modeli. Materiałami użytymi w tej kategorii są: dokumentacja i publikacje promotorów oraz opracowania tematyczne dotyczące poszczególnych systemów produkcyjnych;
- **popularność** – kategoria koncentruje się na popularności każdego z systemów produkcyjnych. W tym celu zastosowano zbiór metod, m.in. wyliczenie udziału procentowego w publikacjach i wynikach wyszukiwania czy analiza trendów za pomocą narzędzia Google Trends. Dane zostały uzyskane z wyszukiwarek Google oraz Google Scholar. Wyniki wyszukiwania zostały poddane filtracji ze względu na język oraz stopień bezpośredniego odniesienia do haseł wyszukiwania. Dla polskich fraz badanie zostało ograniczone: dla wyszukiwarki Google wyszukiwanie dokładnej frazy, dla Google Scholar do wyszukiwania w języku polskim. Hasłami, które podlegały analizie, były: Toyota Production System, System Produkcyjny Toyoty, World Class Manufacturing, Produkcja Światowej Klasy;
- **uniwersalność** – kategoria przedstawia porównanie możliwości implementacji obu rozwiązań produkcyjnych w innych organizacjach niż reprezentowane przez promotorów przedsiębiorstwa branży motoryzacyjnej. W tym celu wykonano analizę zebranych case study dotyczących poszczególnych

wdrożeń wymienionych systemów. Szczególną uwagę poświęcono wielkości przedsiębiorstw, branży, a także sposobom wdrożenia i ewentualnym problemom, które zostały zidentyfikowane w trakcie poszczególnych wdrożeń;

- **powiązanie ze zrównoważonym rozwojem** – w tej kategorii zawarto porównanie obu systemów produkcyjnych ze względu na implementacje założeń zrównoważonego rozwoju w struktury badanych podmiotów. Do sporządzenia stosownej analizy użyto dokumentację obu systemów produkcyjnych, a także publikacje i materiały medialne. Główną oś uwagi stanowiły aspekty związane z funkcjonowaniem ludzi w systemie, oddziaływaniem na lokalne społeczności oraz wpływ na środowisko.

Wyniki

Skomplikowanie systemu

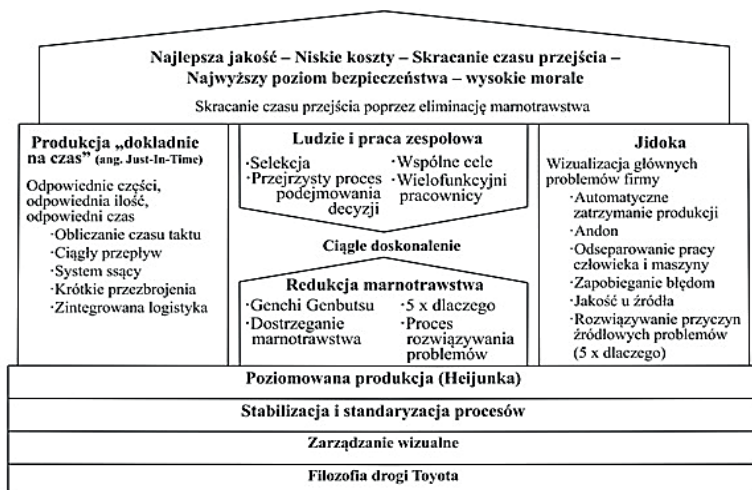
Dokonując porównania modelowych przedstawień obu systemów produkcyjnych, można zauważyć znaczące różnice w poziomie komplikacji. Twórcy obu rozwiązań produkcyjnych posłużyli się alegoriami architektonicznymi, w przypadku TPS model często jest określany jako „dom Toyoty” (Art of lean Inc., 2019, s. 5), natomiast w WCM funkcjonuje określenie „świątynia WCM” (*World Class Manufacturing*, 2022). Mimo posiadania podobnych elementów składowych, tj. fundamentu, filarów oraz dachu, oba systemy w różny sposób przedstawiają i uszczegóławiają poszczególne części. Oba przedstawienia modelowe zostały ukazane na rysunkach 1 i 2.

Model Systemu Produkcyjnego Toyoty składa się od siedmiu do dziewięciu elementów w zależności od uszczegółowienia podstawy. Podstawę modelu stanowią wcześniej już wymienione „zasady drogi Toyoty”. Filarami systemu są: koncepcja Just In Time oraz Jidoka. Wewnątrz systemu znajduje się koncepcja kaizen, czyli ciągłe dążenie do doskonałości. Wszystkie elementy stanowią oparcie dla celów istnienia TPS, czyli szeroko pojętej wysokiej jakości i redukcji kosztów. Model TPS jest kompaktowy i przejrzysty, wskazuje najistotniejsze zagadnienia, które wraz z większym zaangażowaniem podlegają dalszemu uszczegóławianiu i specjalizacji. Dzięki takiemu uformowaniu model jest łatwy w interpretacji i pozwala na płynne podążanie ku bardziej zaawansowanym zagadnieniom związanym z wdrażaniem systemu.

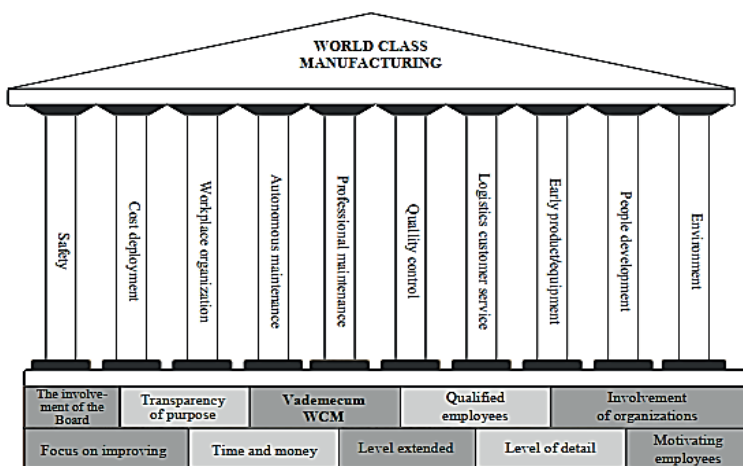
Przy okazji omawiania modeli systemów produkcyjnych należy zwrócić uwagę na jeszcze jedną różnicę. TPS jest systemem jednorodnym. Wszystkie elementy powinny się znajdować zarówno w implementacji w małym przedsiębiorstwie, jak i dużej korporacji. Nie ma rozgraniczenia, który z elementów systemu jest najważniejszy czy który powinien być wdrażany jako pierwszy. TPS powinien być wprowadzany harmonijnie i płynnie.

Sytuacja wygląda inaczej w przypadku WCM. Autorzy systemu wyróżnili cztery poziomy zaawansowania systemu w przedsiębiorstwie (Midor, 2012, s. 42-47):

- Brązowy medal;
- Srebrny medal;
- Złoty medal;
- Klasa Światowa Produkcji.



Rys. 1. Dom Toyoty
Źródło: Wikimedia.org, 2022



Rys. 2. Świątynia World Class Manufacturing
Źródło: Midor, 2012, s. 44

Popularność

Badanie popularności obu systemów produkcyjnych wykazało znaczące różnice pomiędzy obszarem dotyczącym liczby dostępnych publikacji a popularnością wyszukiwania poszczególnych fraz. W tabelach 1 i 2 przedstawiono zebrane dane z wyszukiwarek Google oraz Google Scholar, dotyczące liczby wyników dla poszczególnych haseł. Wyniki zostały wzbogacone o wykresy przedstawione na rysunkach 3, 4, 5, 6, 7 oraz 8, ukazujące procentowy udział każdego systemu produkcyjnego w wynikach wyszukiwania. Dodatkowo umieszczono również wyniki, ukazane w postaci wykresów na rysunkach 9 i 10, dla popularności wyszukiwanych haseł w wyszukiwarce Google, które uzyskano za pomocą narzędzia Google Trends. Dane zostały uzyskane w dniu 9 listopada 2022 r.

Tabela 1. Wyszukiwanie w języku polskim oraz dokładne frazy w przeglądarce Google

Filtr/Fraza	Toyota Production System	World Class Manufacturing	System Produkcyjny Toyoty	Produkcja Światowej Klasy
Język polski	123,000	102,000	-----	-----
Wyszukiwanie dokładne	26,200,000	179,000,000	10,900	283,000

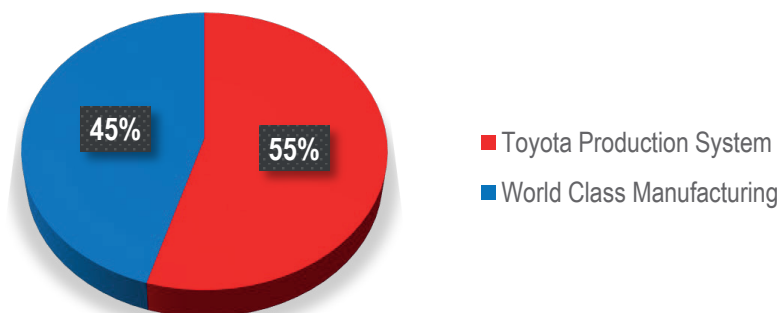
Źródło: opracowanie własne

Tabela 2. Wyniki wyszukiwania dla wyszukiwarki Google Scholar

Filtr/Fraza	Toyota Production System	World Class Manufacturing	System Produkcyjny Toyoty	Produkcja Światowej Klasy
Dowolny język wyszukiwać	299,000	3,650,000	-----	-----
Język polski	1010	1270	2050	18,900

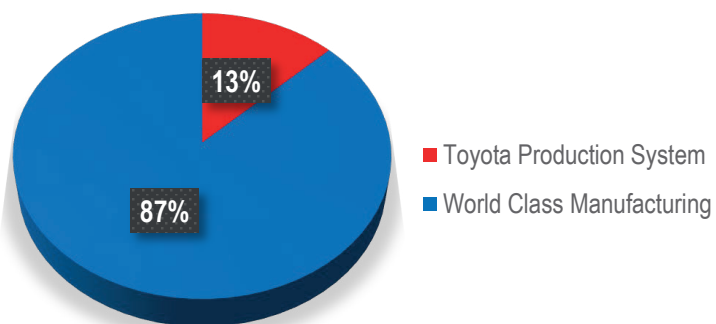
Źródło: opracowanie własne

Wyszukiwanie w języku polskim wyszukiwarka: Google



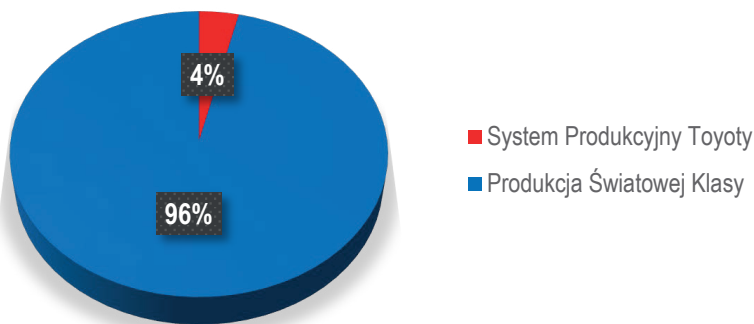
Rys. 3. Wykres procentowy wyszukiwania Toyota Production System oraz World Class Manufacturing w języku polskim
Źródło: opracowanie własne

Wyszukiwanie dokładnie sprecyzowanej frazy wyszukiwarka: Google



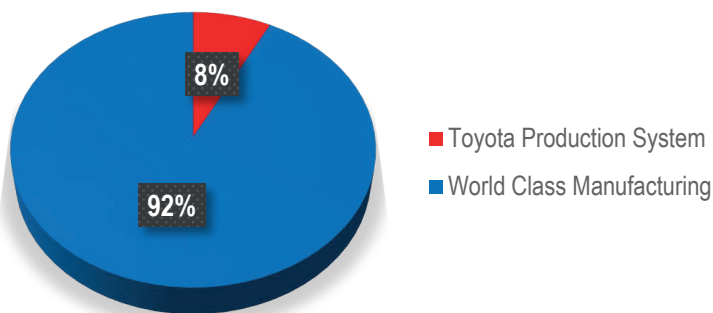
Rys. 4. Wykres procentowy wyszukiwania w wyszukiwarce Google dokładnie sprecyzowanej frazy: Toyota Production System oraz World Class Manufacturing
Źródło: opracowanie własne

Wyszukiwanie dokładnie sprecyzowanej frazy wyszukiwarka: Google



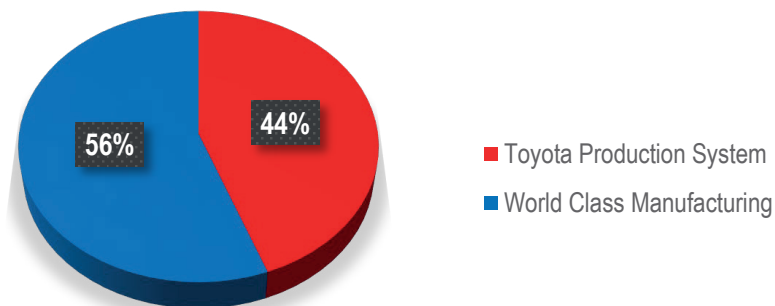
Rys. 5. Wykres procentowy wyszukiwania w wyszukiwarce Google dokładnie sprecyzowanej frazy: System Produkcyjny Toyoty, Produkcja Światowej Klasy
Źródło: opracowanie własne

Wyszukiwanie w dowolnym języku wyszukiwarka: Google Scholar



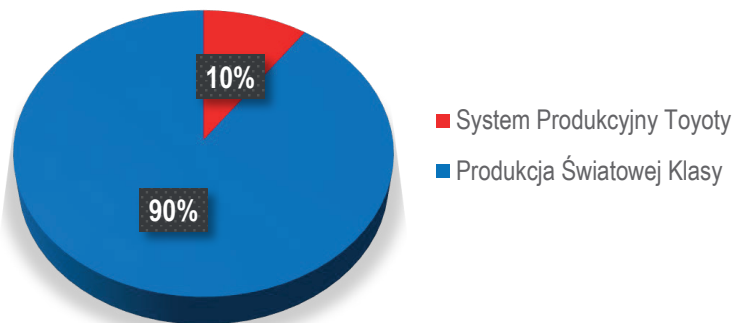
Rys. 6. Wykres procentowy wyszukiwania w Google Scholar w dowolnym języku dla fraz: Toyota Production System oraz World Class Manufacturing
Źródło: opracowanie własne

Wyszukiwanie w języku polskim wyszukiwarka: Google Scholar

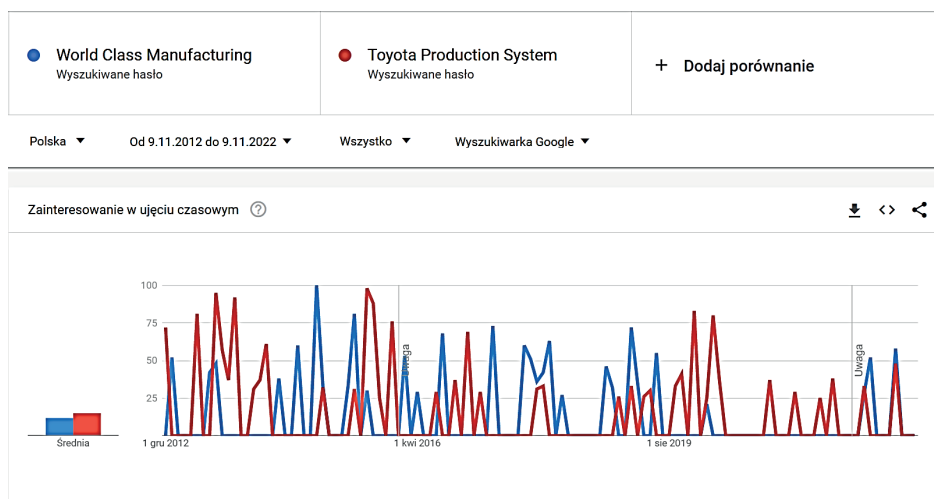


Rys. 7. Wykres procentowy wyszukiwania w Google Scholar w języku polskim dla fraz: Toyota Production System oraz World Class Manufacturing
Źródło: opracowanie własne

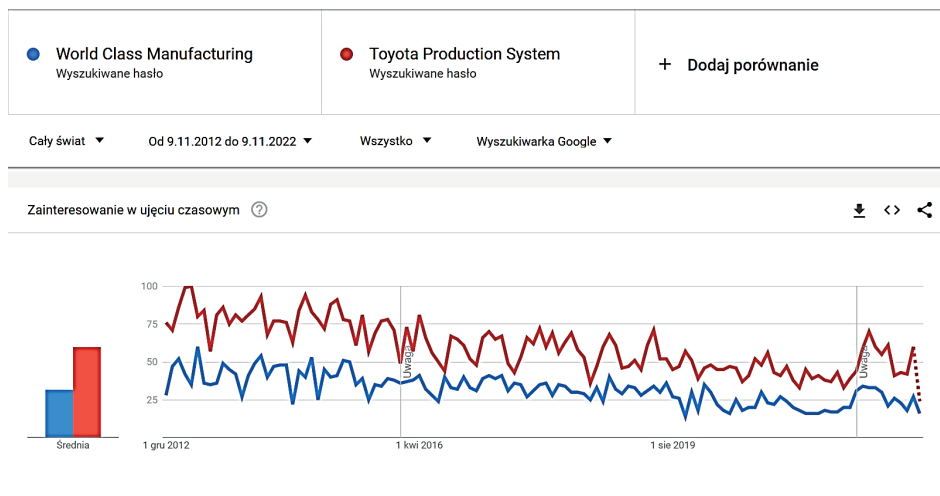
Wyszukiwanie w języku polskim wyszukiwarka: Google Scholar



Rys. 8. Wykres procentowy wyszukiwania w Google Scholar w języku polskim dla fraz: System Produkcyjny Toyoty oraz Produkcja Światowej Klasy
Źródło: opracowanie własne



Rys. 9. Wykres popularności wyszukiwania w wyszukiwarce Google hasel: World Class Manufacturing oraz Toyota Production System na obszarze Polski
Źródło: opracowanie własne



Rys. 10. Wykres popularności wyszukiwania w wyszukiwarce Google hasel: World Class Manufacturing oraz Toyota Production system na całym świecie
Źródło: opracowanie własne

Uniwersalność

Porównując możliwości wdrożeniowe obu systemów produkcyjnych, można zauważyć dużą różnorodność przedsiębiorstw, które zdecydowały się na poszczególne

systemy. Jednym z przykładów TPS jest wdrożenie tego systemu przez IBM GSDC sp. z o.o. we Wrocławiu (Josek, 2012). Przedsiębiorstwo jest filią amerykańskiego potentata branży informatycznej. Oferuje rozwiązania i usługi informatyczne dla różnego rodzaju organizacji, zarówno prywatnych, jak i państwowych. Na rynku polskim wymienione przedsiębiorstwo funkcjonuje od 2010 roku.

Wdrożenie systemu opartego na TPS w opisywanym przedsiębiorstwie wynikało z identyfikacji potrzeb klientów i chęci im sprostanania. IBM GSDC jako nowa jednostka w strukturach IBM została oparta na całkowicie innowacyjnej strategii nazwanej „systemy produkcyjne SO Delivery” (Josek, 2012). Strategia bazuje wprost na TPS dzięki dostosowaniu założeń oryginalnego rozwiązania do specyfiki działalności przedsiębiorstwa. System stosowany w IBM został skoncentrowany na koncepcji – lepiej, szybciej, taniej – co jest bezpośrednim nawiązaniem do celów, jaki ma TPS w swoim modelowym przedstawieniu. Rdzeń wdrożonego rozwiązania stanowią trzy elementy:

- eliminacja niewłaściwego wykorzystania zasobów (straty, marnotrawstwo) – koncentracja na procesie;
- rozwój pracowników i kooperantów;
- ciągłe doskonalenie dostarczanych usług przez rozwiązywanie pojawiających się problemów i zapobieganie im (filozofia kaizen).

Są to również aktywności, które zajmują swoje istotne miejsce w strukturze TPS. Cały system został oparty na powtarzalnych procesach, które podlegają czterem podstawowym założeniom:

- stosowanie ciągłego i płynnego ujawniania problemów;
- posługiwanie się systemem ciągnięcia;
- standaryzacja zadań i procesów;
- kontrola wizualna.

Powyższe założenia są również integralnymi elementami TPS.

Inne przykłady wdrożeń TPS zostały opisane w opracowaniu *An application of Toyota Production System in the non automotive industry*, autorstwa I. Paulovej oraz I. Mrovovej (2011, s. 33-39). Autorki przedstawiły sytuacje trzech przedsiębiorstw: wytwórcy elementów półprzewodnikowych, producenta drewna oraz wytwórni opakowań drewnianych, np. palet. Wszystkie opisywane przedsiębiorstwa poszukiwały możliwości zredukowania kosztów produkcji i poprawy efektywności. Dzięki wdrożeniom TPS lub dostosowanych elementów w organizacjach zauważono istotną pozytywną zmianę działania procesów produkcyjnych, np. 12% redukcji kosztów produkcji pojedynczego wafla półprzewodników.

Przykładem wdrożenia systemu WCM poza głównym promotorem może być potentat przemysłu hutniczego w skali globalnej ArcelorMittal. Przedsiębiorstwo jest drugim na świecie producentem stali. W 2021 roku koncern wyprodukował 79,26 milionów ton stali (*The world's largest 15 crude steel producers in 2021, 2022*).

AcelorMittal funkcjonuje na rynku od roku 2006 w wyniku połączenia firm Acelor oraz Mittal Steel.

W publikacji autorstwa B. Gajdzik pt. *World Class Manufacturing in metallurgical enterprise* (2013, s. 131-134) przedstawiono sposób, w jaki firma AcelorMittal zaimplementowała WCM w swojej działalności. System produkcyjny został oparty zgodnie z założeniami na dziesięciu filarach. Każdy z nich został dostosowany do specyfiki przedsiębiorstwa i wdrożony, np. wdrożenie współczynnika wypadkowości i utrzymanie go poniżej wartości 1 lub wprowadzenie zasady 3 x R (*Reduce, Reuse, Recycle*).

Innym przykładem funkcjonującego systemu WCM może być opisane w artykule autorstwa A. Piaseckiej-Głuszak pt. *Implementacja World Class Manufacturing w przedsiębiorstwie produkcyjnym na rynku polskim* (2017) przedsiębiorstwo zajmujące się produkcją sprzętu AGD. Autorka nie podaje nazwy przedsiębiorstwa, jedynie określa wielkość zatrudnienia: 100 000 pracowników oraz liczbę placówek produkcyjno-technologicznych: 70.

Wdrażanie WCM w przedsiębiorstwie miało nietypowe okoliczności, ponieważ w firmie był już wprowadzony system produkcyjny oparty na metodach lean manufacturing oraz TPS. Kierownictwo zdecydowało się na dokonanie zmian w postaci zmodyfikowania istniejących rozwiązań, aby sprostać wymaganiom stawianym w WCM. Cele, jakie przyświecały implementacji, to:

- **finansowe** – redukcja kosztów ogólnozakładowych, najniższe możliwe koszty realizacji, zwiększenie konkurencyjności przedsiębiorstwa, wzrost osiągniętych wyników finansowych;
- **społeczne** – poprawa warunków środowiskowych, zwiększenie produktywności i motywacji pracowników, usprawnienie komunikacji i przepływu informacji;
- **jakościowe** – eliminacja wad produktów i usług, eliminacja prac trudnych i niebezpiecznych, zwiększenie bezpieczeństwa pracy;
- **organizacyjno-procesowe** – poprawa stosowanych procesów, dotrzymywanie i skracanie terminów produkcji i dostaw, najszybszy możliwy czas realizacji, najbardziej wydajne i produktywne zorganizowanie systemu, dostosowanie procesów produkcji do potrzeb klientów, usprawnienie przepływu informacji i komunikacji.

Powiązanie ze zrównoważonym rozwojem

W celu porównania TPS i WCM w obszarze powiązania z koncepcją zrównoważonego rozwoju należy powrócić do modelowych przedstawień obu systemów.

W przypadku TPS model bezpośrednio nie ma elementu, który można by było uznać za odpowiadający za realizację założeń zrównoważonego rozwoju. Jednak koncern Toyota określa swój cel jako: „zero muda – co oznacza zero strat

na każdym etapie naszej działalności. Opiera się to na czterech kluczowych elementach: szacunku i bezpieczeństwie dla ludzi; eliminowaniu błędów; skróceniu i usprawnieniu procesów oraz maksymalizacji produktywności i wartości dodanej” (*System produkcyjny Toyoty*, 2022). Pośrednio wskazuje to na możliwie niskie zużycie zasobów naturalnych i racjonalne ich wykorzystanie, co stanowi podstawę koncepcji zrównoważonego rozwoju. Oprócz tego w podstawie modelu TPS w postaci „Droga Toyoty” znajdują się zasady dotyczące szacunku do pracowników i partnerów oraz rozwijania ich razem z firmą.

W WCM za realizację postulatów związanych z koncepcją zrównoważonego rozwoju oraz szeroko pojętej ochrony środowiska odpowiada filar „środowisko-environment”. Każdy system oparty na WCM musi spełniać wymogi normy ISO 14000 oraz wszystkie wymagania stawiane przez prawodawstwo kraju, w którym funkcjonuje przedsiębiorstwo. Ponadto organizacje są zobowiązane do ciągłego poszukiwania rozwiązań zmniejszających wpływ na środowisko, podobnie jak to wygląda w przypadku procesów produkcyjnych (Pałucha, 2012).

Wnioski

Toyota Production System oraz World Class Manufacturing przejawiają wiele wspólnych cech i rozbieżności. Można wskazać, że elementarne założenia w postaci wzrostu wydajności, redukcji strat i ogólnej poprawy jakości są identyczne dla obu rozwiązań. Ponadto oba systemy opierają się na tych samych koncepcjach, np. Just In Time.

Różnicą jest z pewnością poziom komplikacji. TPS w swoim modelowym przedstawieniu jest prostszym rozwiązaniem, koncentruje się na określonych celach oraz przedstawia główne zasady systemu w „Drodze Toyoty”. WCM jest systemem skomplikowanym, który dotyczy różnych, ale ściśle określonych przez filary obszarów przedsiębiorstwa. Cechuje się dużym stopniem sformalizowania, choćby przez system poziomowania wdrożenia od brązowego medalu do klasy światowej.

Warto również zwrócić uwagę na popularność i uniwersalność obu systemów produkcyjnych. Opisywane rozwiązania znajdują swoje miejsce w bardzo różnych organizacjach produkcyjnych i usługowych. Są to najczęściej duże organizacje o szerokim spektrum działania, np. działające na rynku globalnym, realizujące zadania w dużej liczbie egzemplarzy, np. setkach tysięcy wyprodukowanych produktów. Ciekawym zagadnieniem jest popularność obu systemów. „Toyota Production System” jest znacznie częściej wyszukiwaną frazą niż wyrażenie „World Class Manufacturing”, liczba publikacji zaś dotycząca TPS jest znacznie mniejsza niż tych, które dotyczą WCM. Ma to zarówno miejsce w przypadku materiałów internetowych, które można odnaleźć za pomocą przeglądarki Google, jak i liczby publikacji zindeksowanych przez Google Scholar.

Powyższa analiza ma charakter przeglądowny, starając się uchwycić możliwie duży wachlarz zagadnień dotyczących obu systemów i wykonać porównanie rozwiązań produkcyjnych w uniwersalnej formie. Można kontynuować powyższe zadania przez dokładniejsze porównanie poszczególnych aspektów lub dołączyć do analizy inne systemy produkcyjne.

Należy również wskazać pewne ograniczenia badawcze. Mimo dużej otwartości promotorów obu systemów produkcyjnych w postaci informatorów oraz dużej dostępności literatury, która obejmuje teoretyczne zagadnienia, to każde wdrożenie systemu produkcyjnego stanowi poważne wyzwanie oraz w założeniu ma stanowić przewagę konkurencyjną. Dlatego organizacje nie udzielają szczegółowych informacji dotyczących implementacji opisywanych rozwiązań, co utrudnia pozyskanie informacji.

BIBLIOGRAFIA

- [1] ART OF LEAN INC., 2019. *Toyota Production System Basic Handbook*, <http://artoflean.com/index.php/documents/tps-handbooks/> (11.10.2022).
- [2] DURLIK, I., 1992. *Inżynieria zarządzania. Strategia i projektowanie systemów produkcyjnych*, Warszawa: Placet.
- [3] GAJDIK, B., 2013. World class manufacturing in metallurgical enterprise, *Metalurgija – Sisak then Zagreb*, nr 52.
- [4] GÓRSKA, J., 2008. World Class Manufacturing – Produkcja Klasy Światowej, *Automatyka Robotyka*, nr 1.
- [5] JOSEK, W., 2012. *Toyota Production System w usługach IT na przykładzie IBM GSDC sp. z o.o. we Wrocławiu*, <https://lean.org.pl/toyota-production-system-w-uslugach-it-na-przykladzie-ibm-gsdc-sp-z-o-o-we-wroclawiu/> (13.10.2022).
- [6] LEANSENSEI, 2020. *Toyota Production System – authentic TPS overview by Toyota*, <https://www.youtube.com/watch?v=cUFgFYQZ1TY> (10.10.2022).
- [7] LINKER, J.K., MEIER, D.P., 2011. *Droga Toyoty. Fieldbook. Praktyczny przewodnik wdrażania 4P Toyoty*, Warszawa: MT Biznes.
- [8] MIDOR, K., 2012. World Class Manufacturing – characteristics and implementation in an automotive enterprise, *Zeszyty Naukowe. Akademia Morska w Szczecinie*, nr 34(104).
- [9] PAŁUCHA, K., 2012. World Class Manufacturing model in production management, *Archives of Materials Science and Engineering*, nr 58(2).
- [10] PAULOVÁ, I., MRVOVÁ, I., 2011. An Application of Toyota Production System in the Non-Automotive Industry, *Intercathedra*, nr 27(4).
- [11] PIASECKA-GŁUSZAK, A., 2017. Implementacja World Class Manufacturing w przedsiębiorstwie produkcyjnym na rynku polskim, *Ekonomia XXI wieku*, nr 4(16).
- [12] RAO, K., 2012. *Taylor to Yamashina – Employee involvement in industrial engineering projects*, 5th Annual EuroMed Conference of the EuroMed Academy of Business, Glion-Montreux, Switzerland, 4-5 October.
- [13] *System produkcyjny Toyoty*, 2022. <https://toyota-forklifts.pl/toyota-lean-academy/system-produkcyjny-toyoty-tps/> (15.10.2022).
- [14] *The world's largest 15 crude steel producers in 2021*, 2022. <https://www.statista.com/statistics/271979/the-largest-steel-producers-worldwide-ranked-by-production-volume/> (12.10.2022).

- [15] *Total Quality Control*, 2022. <https://www.britannica.com/topic/Total-Quality-Control> (13.10.2022).
- [16] *Toyota Production System maximising production efficiency through the elimination of waste*, 2022. <https://www.toyota-europe.com/world-of-toyota/this-is-toyota/toyota-production-system> (19.10.2022).
- [17] *Toyota Production System*, 2022. <https://www.toyotauk.com/toyota-in-the-uk/how-we-manufacture/toyota-production-system> (10.10.2022).
- [18] WIKIMEDIA.ORG, 2022. https://commons.wikimedia.org/wiki/file:dom_toyoty.jpg (10.10.2022).
- [19] *World Class Manufacturing*, 2022. <https://www.kaizen-coach.com/en/lean-dictionary/world-class-manufacturing> (11.10.2022).
- [20] WORLDWIDE CAR SALES BY MANUFACTURES, 2022. *F&I Tools USA*, <https://www.factorywarrantylist.com/care-sales-by-manufacturer.html> (10.10.2022).
- [21] *Zrównoważony rozwój i cele zrównoważonego rozwoju*, 2015. <https://www.unic.un.org.pl/stroiny-2011-2015/zrownowazonoy-rozwoj-i-cele-zrownowazonego-rozwoju/2860> (19.10.2022).