

# SERU PRODUCTION JAKO JAPOŃSKA FORMA PRODUKCJI KOMÓRKOWEJ

Patryk ZWIERZYŃSKI

**Streszczenie:** Konieczność szybkiej odpowiedzi na wymagania klientów zmusza przedsiębiorstwa do poszukiwania nowych rozwiązań organizacji produkcji. Krótki cykl życia produktu oraz niezadowalające wyniki dotychczasowych form organizacji produkcji wymusiły na japońskich producentach elektroniki zastosowania niekonwencjonalnej metody organizacji procesu produkcyjnego. W latach dziewięćdziesiątych powstało seru production – japońska wersja produkcji komórkowej. Zadowalające efekty w kilku przedsiębiorstwach rozpowszechniły tę formę organizacji wśród japońskich producentów elektroniki. W pracy przedstawiono przegląd literatury z zakresu seru production z przytoczeniem przykładów dwóch dużych producentów: Sony oraz Canon.

**Słowa kluczowe:** seru production, lean management, agile management, produkcja komórkowa, cellular manufacturing, cell production system

## 1. Wstęp

Konieczność szybkiej odpowiedzi na wymagania klientów oraz coraz krótszy cykl życia produktu zmusza przedsiębiorstwa do poszukiwania nowych rozwiązań organizacji produkcji. Wiązać się to może ze zmianą pewnych procesów technologicznych produkcji, podejścia do klienta, a także w skrajnych przypadkach zmianą działania całego przedsiębiorstwa. Dobór odpowiedniej koncepcji do zarządzania przedsiębiorstwem zależy od wielu czynników, m. in. branży, w której działa przedsiębiorstwo, wielkości przedsiębiorstwa, oferowanego produktu/usługi.

Istnieje wiele różnych koncepcji zarządzania przedsiębiorstwem, jednak najbardziej rozpowszechnioną i znaną w przedsiębiorstwach jest koncepcja lean management – zarządzanie odchudzone. Mimo, że koncepcja lean jest znana i stosowana od wielu lat z pozytywnym wynikiem, coraz większego znaczenia nabiera szybkość dostosowania się do zmieniających się wymagań klienta. Łatwość adaptowania się do zachodzących zmian na rynku oraz szybkość reakcji na potrzeby klientów, a także efektywne wykorzystanie pojawiających się okazji rynkowych są głównymi założeniami koncepcji zwinnego przedsiębiorstwa określanego w języku angielskim jako agile. Koncepcja agile umożliwia przedsiębiorstwom szybką identyfikację okazji oraz wykorzystywanie ich do własnych celów, mających przełożenie w wzroście i rozwoju działalności przedsiębiorstwa.

Jednym z najlepiej rozwiniętych i pozwalającym odnosić sukcesy przedsiębiorstwom jest system stosowany przez Toyotę nazywany System Produkcji Toyota (TPS). Wpisuje się on idealnie w koncepcję lean management doprowadzając do perfekcji użycie metody Just in Time. Pomimo odnoszonych sukcesów przy stosowaniu tego podejścia, zmieniający się rynek wymusza wprowadzanie nowych, innowacyjnych podejść do organizacji produkcji. Przykładem może być przemysł elektroniki w Japonii, który w latach 90. zaczął wprowadzać nową organizację produkcji – Seru Seisan – co można tłumaczyć jako organizację komórkową [1].

Zmiana organizacji produkcji z tradycyjnych linii produkcyjnych na produkcję komórkową spowodowana jest głównie zmianami na rynku. Skrócony cykl życia produktu, wymagania większej różnorodności oferowanych produktów, wzrost konkurencji, a także globalizacja wymuszają na producentach zmianą podejścia do organizacji procesu produkcyjnego, która umożliwiłaby szybką reakcję na nadarzające się okazje na rynku. Organizacja produkcji seru production wydaje się być odpowiedzią na takie zmiany zachodzące w środowisku otaczającym przedsiębiorstwo.

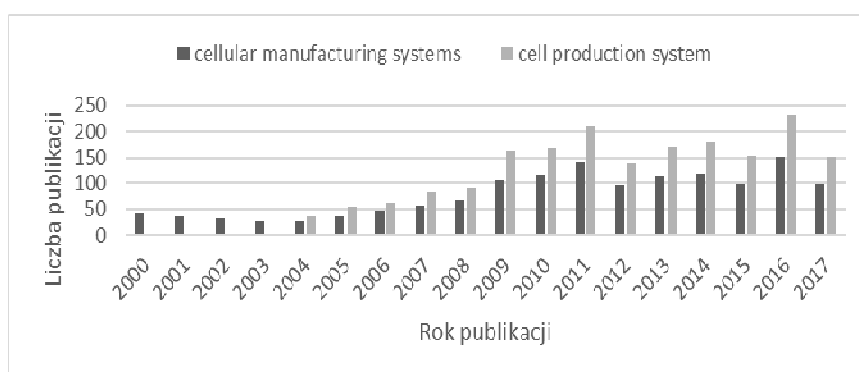
Celem publikacji jest przegląd literatury z zakresu pojęcia seru production. Publikacja ma charakter przeglądowy, prowadzący do uporządkowania i popularyzacji wiedzy o seru production w Polsce. Przegląd literatury będzie wyjściem do określenia kolejnych etapów pracy naukowej autora artykułu.

## 2. Seru production

U. Wemmerlöv wraz z N. L. Hyer określają seru production jako typ produkcji należący do grupy produkcji komórkowej (CM – cellular manufacturing). Główne założenia produkcji komórkowej to utworzenie stanowisk produkcji rodziny części lub produktów o podobnych wymaganiach procesowych, skupianie różnych procesów w bliskim sąsiedztwie oraz projektowanie wspierających systemów socjotechnicznych [2].

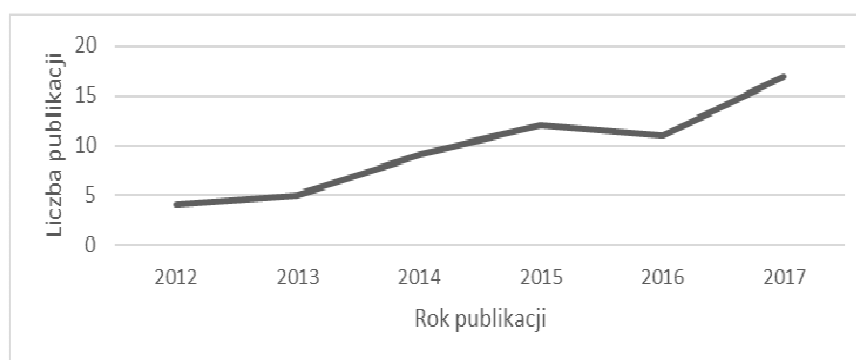
### 2.1. Seru production w literaturze

W literaturze koncepcje lean manufacturing oraz agile manufacturing są bardzo dobrze opisane i rozpowszechnione, w przeciwieństwie do cellular manufacturing. Analiza czterech dużych baz publikacji naukowych wskazuje, że koncepcja CM staje się coraz popularniejsza i wzbudza zainteresowanie wśród naukowców zajmujących się organizacją produkcji. Na rysunku 1 przedstawiono liczbę w kolejnych latach (2000-2017) pojawiających się publikacji z słowem kluczowym „cellular manufacturing systems” oraz „cell production system” w bazach naukowych: Web of Science, Scopus, Science Direct oraz IEEE.



Rys. 1. Liczba publikacji z słowem kluczowym "cellular manufacturing systems" oraz "cell production system" w latach 2000-2017 w bazach: Web of science, Scopus, Science Direct, IEEE

Dane przedstawione na rysunku 1 potwierdzają, że publikacji na temat CM nie jest za wiele w literaturze przedmiotu, mimo że jest to pojęcie ogólne i obejmujące wiele pomniejszych aspektów. Pierwsze publikacje na ten temat pojawiają się w latach 80. Idąc dalej w kierunku pojęcia seru production, należy zwrócić uwagę na pojawiające się w literaturze słowa kluczowe „cell production system”, do którego wielu naukowców zalicza właśnie seru production. Na rysunku 2 przedstawiono liczbę publikacji z słowem kluczowym „seru production”.



Rys. 2. Liczba publikacji z słowem kluczowym "seru production" w bazach: Web of science, Scopus, Science Direct, IEEE

Przedstawione dane wyraźnie obrazują brak odpowiedniego opracowania tych pojęć w literaturze. Można także zauważyć, że jest to temat, który zaczyna powoli budzić zainteresowanie wśród naukowców.

## 2.2. Istota seru production

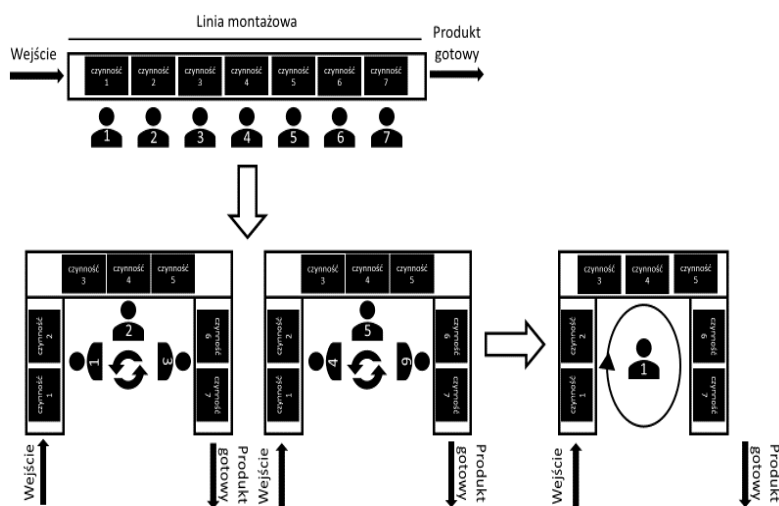
I. Kaku w swojej publikacji podaje, że Seru production pojawiło się w latach 90. w Japonii [3]. Firma Sony produkująca elektronikę zatrudniła eksperta od TPS (Toyota Production System), Yamada Hitoshi, w celu usprawnienia linii produkcyjnej w swoich zakładach. Mimo stosowania koncepcji Toyoty w produkcji swoich towarów, zmieniające się otoczenie i wymagania klientów zmusiły Sony do przeorganizowania swojej linii produkcyjnej, która nie była na tyle elastyczna, aby wykorzystywać pojawiające się szanse na rynku. W tym czasie Yamada Hitoshi podzielił linię produkcyjną jednego z oferowanych produktów na wiele mniejszych linii tworząc komórki produkcyjne [4].

A. Villa oraz T. Taurino jako główne powody pojawienia się seru production w Japonii podają: [1]:

- wymagania klientów,
- niska elastyczność linii montażowej,
- długi okres stagnacji w Japonii po 1991 roku,
- niskie morale pracowników pracujących przy tradycyjnych liniach produkcyjnych,
- ograniczenia TPS,
- globalizacja i wzrost konkurencji.

Głównym założeniem seru production jest zlikwidowanie tradycyjnej, długiej linii produkcyjnej w celu utworzenia wielu krótkich linii, komórek. Seru production był wyraźnie opracowany jako alternatywa Systemu Produkcji Toyota. Ekspert Systemu

Produkcji Toyota, podsumował, że wdrażanie Systemu Produkcji Toyota nie będzie odpowiednie w przemyśle innowacyjnym, gdzie głównym celem jest radzenie sobie z niestabilnością i szybkim cyklem rozwojowym produktów. Pomysłodawcy seru dążyli do osiągnięcia płynnego przepływu szerokiej różnorodności produktów i ilości podczas oszczędnego używania zasobów. Przykład przekształcenia linii produkcyjnej na seru przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Proces przekształcenia linii montażowej na komórkę seru

Przekształcenie linii montażowej, która charakteryzuje się niską elastycznością, na komórki produkcyjne seru pozwala ograniczyć liczbę pracowników przy jednoczesnym zachowaniu lub zwiększeniu efektywności. Wyposażenie komórek powinno być tanie, a także nadające się do wykonywania wielu czynności. Tak skonstruowane komórki seru są łatwe w przekształcaniu do innej produkcji w zależności od produkowanego asortymentu.

Wielu naukowców spiera się czy seru production jest nową organizacją produkcji czy też należy do komórkowej organizacji produkcji. Rzeczywiście istnieje bardzo wiele cech wspólnych dla obu tych form organizacji produkcji. Mimo to seru production odróżnia się od cell production jedną zasadniczą cechą – kompetencjami pracowników. W seru production dużą rolę przykłada się do umiejętności pracowników, mając na celu posiadanie kadry potrafiącej wykonać wiele czynności w różnych komórkach produkcji. Na rysunku 3 przedstawiono ograniczenie liczby pracowników w przekształcaniu linii montażowej na seru. W ostatnim przypadku można zauważyć, że wcześniej wykonywane czynności przez wielu pracowników wykonuje jeden pracownik. Przykład stosowania takiego podejścia jest przedstawiony w dalszej części publikacji.

### 3. Przykłady zastosowania seru production

#### 3.1. Sony

Zmiany na rynku elektroniki wywołały konieczność zmian w organizacji produkcji w zakładach Sony. System produkcji Toyoty nie spełniał wymagań kierownictwa i zaczęto poszukiwać innych rozwiązań. Wprowadzenie rozwiązania seru seisan rozpoczęło w

fabryce Minokamo Sony, której głównym produktem były kamery wideo. Efektem wprowadzenia seruu production było skrócenie tradycyjnej linii montażowej w coraz krótsze linie, które przekształciły się w komórki. Utworzenie wielu komórek produkcyjnych, potrafiących wykonywać takie same zadania wydawało się drogim przedsięwzięciem. Zastąpienie kosztownych narzędzi i wyposażenia na niedrogie, wielozadaniowe, które z łatwością mogłyby być powielane i przeorganizowywane w procesie produkcyjnym było początkowo kosztowną inwestycją.

Chociaż wyeliminowanie ścisłej dyscypliny linii montażowej mogło sprawić wrażenie, że koszt produkcji wzrośnie, Sony zauważyło, że całkowity koszt produkcji w celu zaspokojenia popytu został zmniejszony w związku z redukcją powierzchni, siły roboczej, zapasów i problemów z jakością. W rok po wdrożeniu seruu firma Sony Minokamo zmniejszyła zatrudnienie o 170 pracowników i 10.000 metrów kwadratowych powierzchni podłogi [5]. Y. Yin, I. Kaku oraz K. E. Stecke w swojej publikacji przywołują przykład produkcji Playstation2, w której zwykłą linię produkcyjną przekształcono w komórki seruu production. Produkcja Playstation2 angażowała przy linii montażowej 19 pracowników, zajmując 65 metrów kwadratowych powierzchni podłogi. Zastosowanie koncepcji seruu production skutkowało zredukowaniem liczby pracowników do 10 oraz ograniczeniem wymaganej powierzchni do 45 metrów kwadratowych. W okresie wdrażania seruu liczba Playstation2 wzrosła o 200% [6].

Po sukcesie Sony Minokamo, Sony wdrożyło seruu w wielu swoich fabrykach. Kolejną fabryką była Sony Kohdadalso produkująca kamery wideo, w których wykorzystywało się 8 przenośników taśmowych o długości 120 metrów, na których pracowało łącznie 80 pracowników. Robotnicy na liniach wykonywali jedno zadanie montażowe i zostali przeszkoleni tylko w tym konkretnym zadaniu. Firma Sony Kohdadalso rozpoczęła od zredukowania długości linii montażowych o około 50% i przeszkolenia pracowników do wykonywania wielu zadań montażowych, dzięki czemu liczba pracowników wymagana do danej wielkości produkcji spadła o 25%. W fabryce utworzono komórki produkcyjne, w których zastosowano stoły warsztatowe oraz prosty sprzęt i narzędzia ręczne. Takie podejście umożliwiło szybką zmianę produkcji, przeorganizowanie layoutu hali produkcyjnej dostosowując ją do danego zapotrzebowania na produkty. Pomimo, że wydzielone komórki były znacznie bardziej elastyczne niż linie montażowe w odniesieniu do zmian produktów i zmian wolumenów produkcji, zapotrzebowanie na niektóre produkty było wystarczająco zmienne, aby wymagać jeszcze większej elastyczności. Niektóre z wydzielonych komórek zostały przekształcone w komórki obrotowe. Komórki te nie były przystosowane tylko do wytwarzania jednego produktu, lecz w zależności od popytu mogły być wykorzystywane w produkcji różnych produktów. Czas przepływu zespołu zmniejszono z 32 do 15 minut. Zapasy w toku produkcji spadły z 70 do 8 sztuk. Od 1992 r. do 2004 r. liczba pracowników została zmniejszona o 5000 oraz powierzchnia zredukowana o 85 000 metrów kwadratowych przy jednoczesnym zwiększaniu sprzedaży [7].

Sony Saitama, fabryka urządzeń Walkman, przeprowadziła proces konwersji seruu opisany powyżej. Mając na uwadze jeszcze większą zmienność popytu na niektóre produkty, Sony Saitama przekształciła kilka swoich wydzielonych i rotujących komórek w komórki z robotami, zastępując kosztownego robota linii montażowej za pomocą maszyny zaprojektowanej przez inżynierów fabryki, która była o 90% tańsza. Lider każdej komórki produkcyjnej otrzymał zamówienia od kierownika fabryki, sporządzał plan produkcji i zamawiał wymagane części za pośrednictwem działu zamówień. Zastosowanie takich komórek produkcyjnych umożliwiało zastosowanie podejścia odpowiedzialnego, w którym

pracownicy wykonywali zadania kierownicze, a także techniczne. Przez 11 lat zwiększono w ten sposób wydajność i wykorzystanie mocy produkcyjnych. Sony zdemontowało 35 000 metrów linii produkcyjnych, oszczędzając 710 000 metrów kwadratowych powierzchni. Zatrudnienie zostało zredukowane o prawie 25%, a sprzedaż wzrosła. Zasoby w toku produkcji zostały zmniejszone, a jakość produktu poprawiona.

### 3.2. Canon

W celu wprowadzenia innowacji produktowych i dostosowania się do zmian w popycie firma Canon w 1997 r. postanowiła zamienić produkcję liniową na produkcję komórkową z wykorzystaniem koncepcji seru production. Zmiana ta dotyczyła fabryki Canon Nagahama wyspecjalizowanej w produkcji drukarek laserowych [8]. Drukarki laserowe były montowane przy wykorzystywaniu sześciu linii produkcyjnych o łącznej długości 200 metrów, a także wysoko wyspecjalizowanych w pojedynczych zadaniach pracownikach. Fabryka posiadała automatycznie kierowane pojazdy, kosztowne i efektywne maszyny oraz zautomatyzowane magazyny.

Wdrażanie koncepcji seru production zaczęło się od procesu szkolenia pracowników. Menedżerowie fabryki rozlokowali niezbędne zasoby i usunęli te, które nie były konieczne w koncepcji seru. Wyeliminowanie zbędnych zasobów pozwoliło na zwolnienie wystarczającej powierzchni, aby umożliwić przeniesienie procesu pakowania tuż przy procesie montażu. Fabryka Canon Nagahama po raz pierwszy rozłożyła jedną ze swoich sześciu linii produkcyjnych drukarki na kilka mniejszych linii, obsadzonych przez 10 pracowników. Każda z pozostałych linii montażowych miała dedykowane urządzenie kontrolne, które kosztowało sześć milionów jenów. Zaprojektowanie przez inżynierów fabryki własnych urządzeń pozwoliło Canonowi na zastąpienie tych urządzeń mniejszymi urządzeniami, które kosztowały mniej niż 10% pierwotnej wartości. Do czerwca 1999 r. wszystkie sześć linii produkcyjnych zostało przekształconych w komórki seru production. Od 1998 do 2000 r. liczba pracowników została zmniejszona o 10%, wymagana powierzchnia i zasoby zostały znacznie zmniejszone, a czas przerobu zmniejszył się o 33%. Sprzedaż w tym okresie zmniejszyła się z 1300 milionów do 1020 milionów jenów, ale zysk wzrósł o 200%. Ponadto zaobserwowano zwiększoną motywację pracowników [8].

Sukces wdrożenia seru production w Canon Nagahamy doprowadził do nazwania zakładu "miejscem narodzin rewolucji produkcyjnej Canon" [9]. Bazując na doświadczeniu Nagahamy, Grupa Canon zaczęła rozszerzać seru production do wszystkich swoich fabryk. Do 2003 r. wszystkie 54 fabryki firmy Canon zdemontowały swoje linie produkcyjne przenośników taśmowych i przyjęły systemy seru, znacznie poprawiając zdolność firmy do reagowania na zmienność popytu [10]. Firma Canon poprzez zastosowanie koncepcji seru zlikwidowała 20 000 m linii montażowych w 54 fabrykach w ciągu 5 lat, oszczędzając 720 000 metrów kwadratowych powierzchni produkcyjnej, co odpowiada 12 dużym fabrykom. Liczba pracowników została zmniejszona o 25%, jednak żaden pracownik nie został zwolniony, ponieważ firma Canon przejęła pracę z Chin, aby umożliwić zatrzymanie pracowników. Utrzymanie pracowników zwolnionych z pracy było również możliwe dzięki aktywnemu rozwojowi produktów firmy Canon i rosnącemu zapotrzebowaniu na jej produkty. W okresie 5 lat koszty uległy zmniejszeniu o 230 miliardów jenów, dzięki czemu średnia produktywność Canona była wyższa niż Toyota [11]. Co najmniej jedna z firm zależnych od firmy Canon udokumentowała 50% redukcję zużycia energii i emisji CO<sub>2</sub>. Menedżerowie Canon poinformowali, że wdrożenie seru poprawiło przepływ materiałów i informacji zarówno w ich fabrykach, jak i u dostawców. Wymagana przestrzeń w firmie

Canon Nagahama została zmniejszona o 30 000 metrów kwadratowych. Zaoszczędzona przestrzeń została wynajęta dostawcom komponentów, którzy zainstalowali swoje linie produkcyjne w tym samym budynku, co jeszcze bardziej poprawiło koordynację zamówień.

W zakładach przepływ informacji został ulepszony między produkcją a innymi działami (księgowość, kadry, marketing i projektowanie). Informacje o potrzebach klientów w czasie rzeczywistym były prezentowane każdej komórce produkcyjnej przez cyfrowy ekran online. Każda komórka sero działała jako siedziba swojego "łańcucha dostaw", tworząc plany produkcji, pozyskując wymagane komponenty i koordynując pracę z działem rozwoju produktu. Każdy pracownik biurowy był przydzielany do operacji montażowych w systemie sero przez około 6 miesięcy, co jeszcze bardziej zwiększyło komunikację i zrozumienie procesu produkcyjnego przez pracowników biurowych. Oznaczało to również, że pracownicy biurowi mogą pomóc w produkcji w przypadku szczytowego popytu. Zastosowanie sero production spowodowało zmniejszenie średniego czasu realizacji zamówień klientów o ponad 30%.

Canon przystosował szkolenie pracowników do nowej organizacji produkcji wprowadzając czteropoziomowy system umiejętności. Osiągnięcie nowego poziomu umiejętności skutkowało podwyżką płac dla pracowników [8]. Całkowite przejście szkolenia do ostatniego poziomu trwa około siedmiu miesięcy. Pracownicy najniższego poziomu umiejętności mogą pracować na trzech przyległych stanowiskach pracy [12]. Jednym z najlepszych pracowników firmy Canon jest Yuichi Nakamura potrafiący złożyć kolorową kopiarkę, składającą się z ponad 10 000 komponentów, postępując zgodnie z instrukcją spisaną w 3500-stronicowym podręczniku w ciągu 14 godzin. Produkcja tej kopiarki w tradycyjnej linii montażowej wymagała 70 niewykwalifikowanych pracowników [9]. Mimo, że produkcja przy wykorzystaniu linii produkcyjnej mogłaby się wydawać szybsza, to jednak ograniczenie liczby pracowników i miejsca wydają się bardziej opłacalne. Posiadanie takich pracowników jak Yuichi Nakamura pozwala na szybsze dostosowanie się zmian w produkcji oraz duże oszczędności.

#### **4. Podsumowanie**

Osiągnięcie przewagi konkurencyjnej może mieć różne źródła. Jednym z sposobów poprawiania swojej pozycji na rynku jest zmiana organizacji procesu produkcyjnego. Istnieje wiele form organizacji produkcji, jednak w latach 90. pojawiła się innowacyjna organizacja procesu produkcyjnego – sero production.

Sero production jest rodzajem produkcji komórkowej, skupiającej się na przekształcaniu linii produkcyjnych na komórki produkcyjne. Została ona opracowana w Japonii w latach dziewięćdziesiątych w przedsiębiorstwach z branży elektroniki. Jednym z kluczowych elementów sero production są pracownicy, którzy w tej formie organizacji produkcji spełniają istotną rolę. Japońskie firmy kładą duży nacisk na podnoszenie kompetencji pracowników, umożliwiające im pracę w wielu komórkach produkcyjnych.

W środowisku naukowym istnieje dyskusja nad zakwalifikowaniem sero production jako jeden z rodzajów produkcji komórkowej. Wielu naukowców przekonuje jednak, że sero production jest nową, innowacyjną formą organizacji produkcji utworzoną w Japonii.

W artykule przeprowadzono przegląd literatury z zakresu sero production. Wyniki analizy literatury, a także studiów przypadku pozwalają stwierdzić, że tematyka ta nie jest w dużym stopniu rozpowszechniona w środowisku naukowym. Ta forma organizacji produkcji nie jest dobrze znana poza Azją. Większość pozycji literaturowych pochodzi z

Japonii oraz Stanów Zjednoczonych. Przyszłe badania autora publikacji będą w dalszym ciągu koncentrowały się na analizie seru production.

Badania zostały zrealizowane w ramach pracy statutowej S/WZ/1/2014.

### **Literatura**

1. Villa A., Taurino T.: From JIT to Seru, for a production as lean as possible, *Procedia Engineering* 63, 2013, 956-965.
2. Wemmerlöv, U., Hyer, N.L., Cellular manufacturing in the U.S. industry: a survey of users. *Int. J. Prod. Res.* 27 (9), 1989, 1511-1530.
3. Kaku I.: Is seru a sustainable manufacturing system?, *Procedia Manufacturing* 8, 2017, 723-730.
4. Singh S.: A study on seru production system, 3<sup>rd</sup> International Conference on Emerging Technologies in Engineering, Biomedical, Management and Science [3<sup>rd</sup> ETEBMS - 2017], 9 July, 2017.
5. Yamada, H., Waste Reduction (Muda Tori, in Japanese). Gentosha, Tokyo, 2009.
6. Weekly Toyo Keizai, The ideal factory, keep the high-value-added products in Japan: no offshoring to China. (Risou koujyou saikou naruka, in Japanese). *Wkly. Toyo Keizai*, 2002, February 9, 34-37 za: Yin, Y., Kaku, I., Stecke, K.E., Lessons from seru production on manufacturing competitively in a high cost environment, *Journal of Operations Management*, 49-51, 2017, 67-76.
7. Sony, The Manufacturing and Monozukuri of Sony (In Japanese) (Unpublished report), 2005 za: Yin, Y., Kaku, I., Stecke, K.E., Lessons from seru production on manufacturing competitively in a high cost environment, *Journal of Operations Management*, 49-51, 2017, 67-76.
8. Nihon Keizai Shimbun, Canon (Canon-Shiki, in Japanese). *Nihon Keizai Shimbun*, Tokyo. 2004, za: Yin, Y., Kaku, I., Stecke, K.E., Lessons from seru production on manufacturing competitively in a high cost environment, *Journal of Operations Management*, 49-51, 2017, 67-76.
9. Yin, Y., Kaku, I., Stecke, K.E., The evolution of seru production systems throughout Canon. *Oper. Manag. Educ. Rev.* 2, 2008, 27-40.
10. Nikkei Business, Creating Seru as the Key Factor for a Supply Chain (Seru Seisanga Sireitou, in Japanese), *Nikkei Business*, 2010 July 5, za: Yin, Y., Kaku, I., Stecke, K.E., The evolution of seru production systems throughout Canon. *Oper. Manag. Educ. Rev.* 2, 2008, 27-40.
11. Yin, Y., Kaku, I., Stecke, K.E., Lessons from seru production on manufacturing competitively in a high cost environment, *Journal of Operations Management*, 49-51, 2017, 67-76.
12. Gotou, Y., Robust Factories (Tsuyoi Koujyou, in Japanese), *Nihon Keizai Shimbun*, Tokyo, 2005.

Mgr inż. Patryk ZWIERZYŃSKI

Międzynarodowy Chiński i Środkowo-Wschodnioeuropejski Instytut Logistyki i Nauki o Usługach

Politechnika Białostocka

15-351 Białystok, ul. Wiejska 45A

tel./fax: (085) 746 98 33

e-mail: p.zwierzynski@pb.edu.pl