

Piotr Kisiel*, Paweł Gara*

Ocena możliwości wdrożenia zintegrowanych systemów sterowania produkcją w małych i średnich przedsiębiorstwach**

1. Wstęp

Celem artykułu jest przedstawienie metod sterowania produkcją oraz ich implementacji w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw. Sektor ten charakteryzuje się dużą dynamiką rozwoju oraz coraz większym udziałem w zatrudnieniu pracowników na rynku polskim. Małe i średnie przedsiębiorstwa, zwłaszcza zaś firmy rodzinne, dosyć szybko znalazły receptę na problemy wynikające z pogłębiającego się w ostatnich miesiącach kryzysu – szukając recepty na obniżenie kosztów funkcjonowania przedsiębiorstw, coraz częściej korzystają z możliwości poprawy działania systemu produkcyjnego.

2. Przedstawienie problemu

Podstawą sprawnie funkcjonującego przedsiębiorstwa produkcyjnego jest uporządkowany i logicznie działający system produkcyjny, a co za tym idzie – także system transportowo-magazynowy. Praktyka pokazuje, że najlepszym rozwiązaniem jest zastosowanie w firmie zintegrowanego systemu przepływu materiałów. Jako że analizowane przedsiębiorstwa należą do grupy małych i średnich firm, nakłady kapitałowe na wdrożenie systemu nie mogą być wysokie. Stąd też w pierwszej kolejności zajęliśmy się problemem możliwości zastosowania w przedsiębiorstwie znanych metod zarządzania produkcją pod kątem kosztów ich wdrożenia. Analizie poddaliśmy możliwość wdrożenia najczęściej stosowanych systemów.

2.1. Kaizen

Kaizen to niskokosztowe, zdroworoządkowe i twórcze podejście do zarządzania. System ten narodził się przed ponad pięćdziesięcioma laty w japońskich firmach przemysłowych.

* Katedra Systemów Wytwarzania, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

** Pracę wykonano w ramach zadania badawczego 10.10.130.121

Sam termin *kaizen* oznacza w tłumaczeniu dosłownie „dobrą zmianę” i jest rodzajem filozofii zarządzania ściśle związanej z japońską kulturą i mentalnością. To niekończący się proces podnoszenia jakości firmy i produktu. Zgodnie z tą myślą wymóg spełniania określonego kryterium staje się tylko punktem wyjścia do podwyższenia tego kryterium. Gdy dany proces produkcyjny osiąga wydajność spełniającą narzucone zewnętrznie lub wewnętrznie normy – fakt ten nie powinien powstrzymać przed dążeniem do dalszej poprawy wydajności. Kaizen stanowi sposób myślenia, w którym poszukiwanie wszelkiego rodzaju usprawnień i twórczych rozwiązań stanowi „rutynę” zarządzania.

Punktem wyjścia filozofii Kaizen jest przededefiniowanie pojęcia straty w firmie. Tradycyjnie w rachunkowości stratą jest ujemny wynik finansowy przedsiębiorstwa, określonej inwestycji lub pożyczki. Podejście Kaizen rozszerza jednak pojęcie straty na wszystkie aspekty działalności przedsiębiorstwa, które bezpośrednio nie dodają wartości do oferowanego produktu lub usługi. Stratą jest według podejścia Kaizen każda czynność, która z punktu widzenia klienta nie dodaje wartości do produktu lub usługi. Klient chce otrzymać właściwy wyrób/usługę we właściwym czasie, w odpowiedniej cenie i ilości. W tym rozumieniu stratą przedsiębiorstwa jest wytwarzanie produktów o jakości przewyższającej oczekiwania klienta, wszelkie wadliwe egzemplarze powstałe w cyklu produkcyjnym, wszelkie przestoje związane z przerwą pracowników, przebrojeniem urządzeń na linii produkcyjnej, a nawet nadprodukcja zalegająca w magazynach, oraz transport (głównie chodzi o transport półproduktów, surowców i gotowych produktów w obrębie zakładu pracy związanych z cyklem produkcyjnym). Kaizen klasyfikuje straty na te, które są konieczne i te, które można ograniczyć. Oczywiście jest, iż pracownik musi mieć prawo do przerwy w czasie pracy i że firma musi mieć pewne żelazne zapasy produktów w magazynie. Kaizen określa to jako straty, lecz straty konieczne i godzi się na nie. Część wymienionych strat można jednak znacznie ograniczyć lub wyeliminować, wprowadzając odpowiednie kreatywne usprawnienia.

„Nawet największy głupiec jest w stanie zwiększyć wydajność pracy, jeżeli poświęci na to odpowiednią ilość środków. Prawdziwą sztuką jest zwiększenie efektywności bez dodatkowych inwestycji w nowe urządzenia i technologie” [6].

Kwintesencją Kaizen są małe usprawnienia mogące zminimalizować straty. Najwięcej pomysłów tego rodzaju powstaje na najniższych szczeblach organizacji. Z tego względu wdrożenie kaizen w przedsiębiorstwie jest równoznaczne z wprowadzeniem systemu zgłaszania pomysłów ulepszeń dla szeregowych pracowników firmy. (W firmie Toyota rocznie pracownicy zgłaszają 1,5 mln wniosków, spośród których 95% jest wprowadzana w życie.) Oczywiście wymaga to odpowiednich zmian w mentalności kierownictwa, dla którego pracownik wykonujący czynności na taśmie stanowi do dnia dzisiejszego często rodzaj robota mogącego wykonywać jedynie regulaminowy zakres prostych czynności. W monotonnej pracy niepopelnianie błędów wymaga bowiem wbrew pozorom bardzo dużej kreatywności i inwencji. Pracownik spędzając na danym etapie produkcyjnym tak wielką ilość czasu, może wygenerować koncepcje, na które nie wpadnie nigdy zamknięty w swoim biurze menedżer. Podstawowym atutem pracownika szeregowego jest tu jego bezpośredni kontakt

z sytuacją problemową. Nie bez znaczenia jest tu również odpowiedni system zachęt dla pracowników. Niektóre firmy oferują nagrody finansowe dla pracowników, których pomysły zostały wdrożone w życie. Bywa, iż ich wysokość jest ustalana jako dany procent szacowanych oszczędności, jakie uzyska firma w ciągu roku z danego usprawnienia.

Kaizen to przede wszystkim sposób twórczego myślenia o zarządzaniu i przedsiębiorstwie, a nie – przemijająca moda. Nie jest to środek, który można zastosować, aby przedsiębiorstwo natychmiast wybawić z problemów, a raczej – aby zapobiec pojawieniu się większych problemów, dzięki bieżącemu rozwiązywaniu problemów mniejszych. Większe problemy często pojawiają się w wyniku kumulacji mniejszych. Przedsiębiorstwo, które zdecydowało się na strategię nieustannych, nawet niewielkich usprawnień, lepiej sobie radzi ze zmieniającym się otoczeniem i w rezultacie rzadziej potrzebuje dużych zmian.

Oczekiwane efekty ekonomiczne otrzymuje się po 3–5 latach od wprowadzenia w przedsiębiorstwie podejścia kaizen.

2.2. Kanban

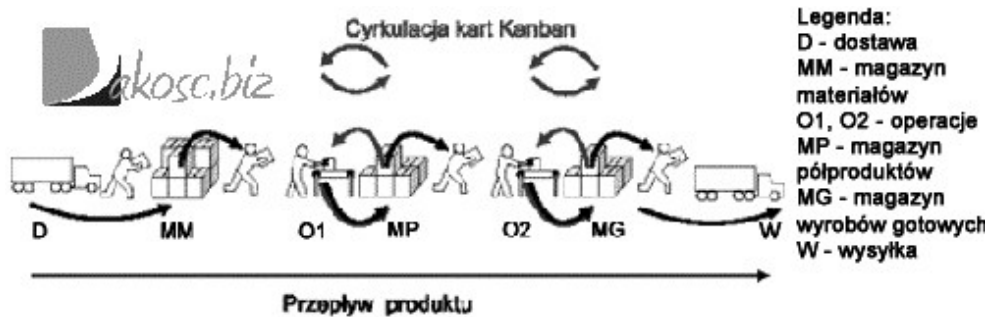
Kanban jest to opracowana w Japonii w latach 50. ubiegłego stulecia metoda zarządzania produkcją. Słowo *kanban* pochodzi z języka japońskiego i oznacza kartkę papieru. W wolnym tłumaczeniu znaczy „widoczny opis” [2]. Metoda ta w prosty sposób pozwala na wizualizację przepływu materiałów w przedsiębiorstwie. Kanban ma za zadanie sterowanie zapasami. System ten pozwala na prawie całkowitą eliminację magazynów. Magazyinowanie przedprodukcyjne, poprodukcyjne jak i międzyoperacyjne jest znikome, gdyż wszelkie materiały od dostawców są dostarczane „dokładnie na czas” i to samo dzieje się, jeśli chodzi o wysyłkę wyrobu gotowego.

Cele systemu Kanban można przedstawić za pomocą hasła „7 × żadnych”:

- żadnych braków,
- żadnych opóźnień,
- żadnych zapasów,
- żadnych kolejek – gdziekolwiek i po cokolwiek,
- żadnych bezczynności,
- żadnych zbędnych operacji technologicznych i kontrolnych,
- żadnych przemieszczeń.

Podstawowym elementem systemu są karty Kanban. Karta Kanban pełni rolę zlecenia produkcyjnego i dokumentu opisującego zawartość pojemników. Jej głównym zadaniem jest przekazywanie informacji o potrzebie przepływu materiału podczas produkcji. W systemie Kanban zlecenie produkcyjne trafia na sam koniec linii produkcyjnej (rys. 1 punkt O2). Tam właśnie zostaje podjęte zadanie produkcyjne. Pracownik na końcu linii potrzebuje półproduktu wytwarzanego na poprzednim stanowisku. Półprodukty pobierane są w pojemniku ze stanowiska poprzedzającego lub z bufora – magazynu półproduktu (rys. 1 punkt MP).

W momencie ich pobrania karta Kanban powinna być odczepiana i przekazana na stanowisko z którego pobrano półprodukt (rys. 1 – punkt MP). Jest to sygnałem do rozpoczęcia produkcji półproduktu. Pracownik na stanowisku O1 zawiesza kartę Kanban na pustym pojemniku i rozpoczyna produkcję. Często karty Kanban są odczepiane i przekazywane na stanowisko poprzedzające dopiero po wyczerpaniu się półproduktu w pojemniku. Przepływ zlecenia jest w tym wypadku nieco opóźniony, ale postępowanie takie jest konieczne ze względu na identyfikację półproduktu.



Rys. 1. Przepływ produktu i kart systemu Kanban [7]

Karta Kanban krąży między magazynem wyrobów gotowych, stanowiskami roboczymi i buforami, stanowiąc zlecenie produkcyjne i oznakowanie pojemników. Pozwala to na rezygnację w dużym stopniu z centralnego generowania zleceń na każde ze stanowisk produkcyjnych. Płynność produkcji i przepływu materiałów zapewniony jest przez system Kanban. Produkcja na każdym etapie jest uruchamiana, gdy zachodzi taka potrzeba. Kanban można uznać za system samosterujący.

Systemy Kanban we współczesnych przedsiębiorstwach, to systemy z informatyzowane. Daje to systemowi dodatkowe możliwości związane w dużej mierze z kwestiami jakościowymi. Możliwa jest pełna identyfikacja i identyfikowalność produktu, gromadzenia danych (np. zapisów jakościowych) na ogromną skalę, dokładne odtworzenie przebiegu procesu produkcji na każdym stanowisku, utrzymanie pełnej zgodności z FIFO (*First In First Out* – np. materiał, który jako pierwszy przybył do magazynu, jako pierwszy go opuszcza), etc. Wszelkie materiały w zarejestrowane są w w systemie informatycznym, a karty Kanban oprócz tradycyjnych informacji zawierają np. kod kreskowy, po którego sczytaniu uzyskujemy wszelkie wiadomości o danej partii półproduktu/produktu. Integracja systemu Kanban z systemem informatycznym znacznie przyspiesza przepływ informacji. System Kanban doskonale uzupełnia informatyczne systemem zarządzania produkcją typu MRP II pozwalając na skuteczne sterowanie produkcją z uwzględnieniem wielu aspektów. Kanban stanowi integralną część działania w przedsiębiorstwach działających zgodnie z koncepcją Lean Manufacturing lub Just In Time (JIT).

2.3. Just In Time (JIT)

Just In Time (JIT) [3, 4] to metoda produkcyjna, pozwalająca na zsynchronizowanie zaopatrzenia z produkcją. Just In Time możemy przetłumaczyć na język polski jako „dokładnie na czas”. Oznacza to dostarczenia „dokładnie na czas” i bezpośrednio na linii produkcyjną surowców i półfabrykatów, co pozwala na uniknięcie ich magazynowania. Metoda ta wywodzi się z wprowadzonej w latach 50. ubiegłego stulecia w Japonii metody Kanban, która ma obecnie szerokie zastosowanie w systemach Just In Time. Głównym założeniem JIT jest minimalizacja zapasów. Wszelkie surowce, półwyroby są dostarczane dopiero w momencie, kiedy jest na nie zapotrzebowanie. Sygnałem do uruchomienia produkcji jest pojawienie się popytu na dany produkt. Pozwala to na uniknięcie długotrwałego magazynowania surowców, półproduktów oraz wyrobu gotowego. To z kolei wiąże się z obniżeniem kosztów działalności przedsiębiorstwa, które nie musi utrzymywać dużych powierzchni magazynowych. Dostawcy systemu JIT znajdować się powinni w małych odległościach od zakładu odbiorcy, co pozwala na szybką dostawę potrzebnych aktualnie surowców i półproduktów w małych partiach, które zaspokajają bieżące potrzeby. Dostawy przygotowane powinny być tak, by w chwili dostarczenia były gotowe do użycia i by można było rozładować je bezpośrednio na linię produkcyjną. Aby spełnić wymagania odnośnie dostaw, dostawcy powinni być włączeni w proces projektowania procesu i produktu.

W przedsiębiorstwach pracujących według Just In Time poprawia się organizacja i wydajność pracy. Osiąga się to dzięki pogrupowaniu stanowisk według podobnych procesów oraz znacznemu ograniczeniu transportu międzystanowiskowego. Pracownicy produkcyjni przeszkoleni są do pracy na wielu stanowiskach. Ta uniwersalność pozwala na zastępowanie się pracowników, gdy zachodzi taka potrzeba. Dzięki tym usprawnieniom proces produkcyjny staje się płynny i elastyczny, a fabryki są mniejsze i wydajniejsze. Utrzymanie systemu JIT wymaga przekazania większych kompetencji pracownikom na linii produkcyjnej. To oni mają największy kontakt z surowcami oraz półproduktami i to właśnie im najłatwiej odkryć błędy jakościowe. Ze względu na to, iż na linię produkcyjną trafia ściśle wyliczona ilość materiału, istotne jest, aby wszelkie niezgodności były szybko eliminowane. Produkcja w systemie JIT nastawiona jest na osiągnięcie poziomu „zero defektów”. W związku z tym każdy robotnik ma prawo zatrzymać linię produkcyjną w celu wyeliminowania zauważonych problemów. Współczesne systemy JIT są wysoko z informatyzowane. Wchodzą w skład informatycznych systemów zarządzania produkcją **MRP II**. Metoda Just In Time jest ściśle związana z systemami Kanban, filozofią Kaizen, metodami Poka-Yoke (eliminacja defektów z powodu pomyłek) i SMED (redukcja czasu przezbrojeń).

2.4. Metoda 5S

System 5S (metoda 5S, praktyki 5S, 5×S) to efekt wielu lat praktyk i doświadczeń wiodących japońskich firm. Nazwa 5S pochodzi od pierwszych liter japońskich wyrazów *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* i *Shitsuke* (odpowiedniki angielskie to: *Sort*, *Systematize*, *Sweep*, *Sanitize*, *Selfdiscipline* – istnieją również inne wersje przekładu).

Celem 5S jest zaprowadzenie i utrzymanie porządku i dyscypliny w miejscu (na stanowisku) pracy. Praktyki 5S są jednym z fundamentów tworzenia środowiska pracy sprzyjającego działaniom projakościowym, harmonijnej pracy i ciągłemu doskonaleniu stosunków ludzkich, co przekłada się na efektywność organizacji.

Jest pięć filarów, na których opiera się praktyka 5S.

- 1) **Seiri** – Selekcja – polega na oddzieleniu wszelkich narzędzi, instrukcji, materiałów zbędnych na stanowisku pracy od tych niezbędnych oraz na usunięciu (przeniesieniu, wyrzuceniu) tych zbędnych.
- 2) **Seiton** – Systematyka – polega na oznakowaniu części i narzędzi oraz wyznaczenie dla nich miejsca, w którym mają być dostępne. Każdej części, narzędziu, instrukcji określone zostaje miejsce, w którym ma się znajdować. Przedmioty wykorzystywane najczęściej powinny znajdować się w zasięgu ręki pracownika, powinny być łatwiej dostępne.
- 3) **Seiso** – Sprzątanie – oznacza sprzątanie, układanie, usuwanie brudu, odpadów produkcyjnych, czyszczenie, także odnowienie miejsca pracy i jego otoczenia.
- 4) **Seiketsu** – Schludność (także Standaryzacja) – to ciągłe utrzymanie porządku, czystości i schludności na stanowisku pracy i w jego otoczeniu. W praktyce jest to codzienne wykonywanie Seiri, Seito oraz Seiso.
- 5) **Shitsuke** – Samodyscyplina – wyrobienie w sobie nawyku przestrzegania powyższych zasad. Stosowanie się do nich i dbanie o to, by stosowali się do nich współpracownicy.

Trzy pierwsze „S” określają nam, w jaki sposób zaprowadzić porządek na stanowisku. Określają system, jakim będziemy się posługiwać. Dwa ostatni „S” podpowiadają jak ten system utrzymać i doskonalić.

Wdrożenie praktyk 5S w organizacji nie wymaga dużych nakładów. Jest to system prosty, łatwo zrozumiały, a co za tym idzie dość łatwo akceptowany przez pracowników. Wprowadzony porządek w krótkim czasie potrafi dać wymierne korzyści. Praca na stanowiskach staje się mniej męcząca dla pracownika i bardziej efektywna.

2.5. Six Sigma

Six Sigma (Sześć Sigma) [5] jest to jedna z najnowszych koncepcji zarządzania jakością. Wywodzi się z USA, gdzie pod koniec lat 80. ubiegłego stulecia wprowadzono ją w zakładach Motorola.

„Sigma” to wyrażenie zaczerpnięte ze statystyki. Oznacza ono odchylenie standardowe dowolnej zmiennej losowej wokół wartości średniej. Six Sigma oznacza więc sześciokrotną odległość odchylenia standardowego. Odchylenie standardowe jest dla nas informacją o ilości jednostek niezgodnych w warunkach, gdy proces jest wycelowany, a dana cecha to cech o rozkładzie normalnym. Najprościej można stwierdzić, że im więk-

szą jest „sigma”, tym lepiej (mniejsza jest ilość błędów). Błędy te podawane są za pomocą liczby DPMO (*defects per milion opportunities* – defekty na milion możliwości). Dla przykładu:

3 σ – oznacza 66810 DPMO (poziom osiągnięty przez zakłady w latach 20. XX w.)

4 σ – oznacza 6210 DPMO

6 σ – oznacza 3,4 DPMO (cel programu Six Sigma).

Six Sigma jest nierozdzielnie związana z zasadami TQM. Dzięki swojemu dynamicznemu charakterowi stała się jednak instrumentem skuteczniejszym w dążeniu do doskonałości. Six Sigma wykształciła lub usystematyzowała wiele narzędzi statystycznych i biznesowych, które pozwalają na skuteczne jej wykorzystanie przy redukcji kosztów, defektów i czasów cykli produkcyjnych, zwiększaniu udziału w rynku, utrzymaniu klientów, rozwoju produktu. Program 6Sigma stosuje się na każdym etapie procesu produkcyjnego i administracyjnego.

Six Sigma opiera się na sześciu podstawowych zasadach:

- 1) Koncentracja na kliencie.
- 2) Oparcie na faktach i danych.
- 3) Procesowe podejście do zarządzania i usprawnień (w całym obszarze organizacji).
- 4) Zarządzanie proaktywne – dynamiczny styl zarządzania, w którym kadra stawia sobie ambitne cele, ocenia ich postępy i kieruje się jasnymi priorytetami. Styl ten opiera się na inicjatywie, kreatywności, i efektywności.
- 5) Współpraca pozbawiona barier – stworzenie warunków, w których pracownicy dobrze rozumieją swoją rolę w przedsiębiorstwie, rolę współpracowników oraz wszelkie funkcjonalne powiązania.
- 6) Ukierunkowanie na perfekcję i tolerancja dla błędów – działania ukierunkowane na perfekcję i osiągnięcie poziomu sześć sigma wiąże się ze zmianą stylu zarządzania, metod produkcji, technologii. Wprowadzanie zmian i udoskonalień jest często hamowane przez strach przed popełnieniem błędów. Organizacja musi osiągnąć równowagę w łączeniu dążenia do doskonałości i tolerowania błędów.

Cele jakie stawia się przed Six Sigma to:

- Eliminacja zmienności – zmienność traktowana jest podstawowy powód problemów jakościowych, małej wydajności i wysokich kosztów. Należy ją eliminować w każdym procesie zachodzącym w organizacji.
- Satysfakcja klienta.
- Skrócenie czasu cyklu produkcyjnego.
- Redukcja kosztów związanych z poprawą błędów, naprawami, złomowaniem.
- Poprawa pozycji rynkowej organizacji.

Realizacja tych celów odbywa się w sposób ciągły w oparciu o pracę zespołową nad projektami. Projekt to podstawowy element procesu osiągania celu, który składa się z:

- 1) definiowania – selekcja projektów;
- 2) pomiaru – określenie obszarów przeznaczonych do doskonalenia, zebranie danych odnośnie obszaru;
- 3) analizy – ocena zebranych danych z użyciem narzędzi statystycznych, opis i charakterystyka zdolności procesu, znalezienie zmiennych krytycznych powodujących defekty;
- 4) doskonalenia – ingerencja w proces w celu obniżenia ilości defektów, redukcja odchyleń, zmiana zakresów tolerancji;
- 5) kontroli – monitorowanie i nadzorowanie osiągniętych wyników w celu utrzymania poziomu jakości i niedopuszczenia do ponownego wystąpienia problemu.

Six Sigma jest bardzo rozpowszechniona w Stanach Zjednoczonych. Stosują ją m.in. Motorola, General Electric, Microsoft. W Europie metoda ta również znajduje uznanie. Stosują ją np. ABB, czy Philips.

2.6. OPT (Optimized Production Technology)

Najkorzystniej pod względem kosztów wdrożenia wypada OPT. Głównym celem systemu jest maksymalizacja wyniku produkcyjnego w określonych warunkach produkcji, a eliminacja wąskich gardeł następuje zgodnie z planem działania [1]. Dodatkowym atutem tego systemu zarządzania produkcją jest możliwość powiązania go z systemem Just In Time, co przynieść może dodatkowe efekty w postaci zmniejszenia koniecznej do działania systemu produkcyjnego powierzchni magazynowej. Zasady filozofii zarządzania OPT mogą być stosowane w przedsiębiorstwie bez konieczności wdrażania specjalistycznych informatycznych pakietów programowych[4]. Można zatem obniżyć koszty jego wdrożenia. Przedsiębiorstwa stosujące w praktyce Optimalized Production Technology wymieniają następujące zalety systemu:

- polepszenie przebiegu cyklu produkcyjnego;
- ulepszenie techniki harmonogramowania produkcji, poprzez zmniejszenie ilości danych potrzebnych do zbudowania harmonogramu oraz możliwość wprowadzania zmian w harmonogramie w krótkim czasie, co pozwala na zwiększenie elastyczności produkcji;
- ulepszenie przepływu materiałów poprzez sekwencyjne dostawy;
- wzrost wydajności produkcji;
- obniżka poziomu zapasów produkcyjnych, a co za tym idzie możliwość wykorzystania dodatkowych powierzchni, które wcześniej stanowiły magazyny.

3. Podsumowanie

Zaimplementowanie w przedsiębiorstwie metod Just In Time i Optimized Production Technology jest charakterystyczne dla koncepcji zintegrowanego zarządzania logistycznego. Metody te są nastawione na sprawną realizację przepływów materiałowych. Właściwe obciążenie wąskich gardeł powoduje efektywniejsze wykorzystanie systemów produkcji. Wspólne działanie systemów OPT i JIT powoduje wzrost elastyczności i efektywności systemu produkcyjnego i powiązanego z nim systemu transportowo-magazynowego.

Literatura

- [1] Durlik I., *Inżynieria zarządzania. Strategia i projektowanie systemów produkcyjnych, tom I*. Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 2000.
- [2] Fertach M., *Słownik terminologii logistycznej*. Biblioteka Logistyka, Instytut Logistyki i Magazynewania, Poznań 2006.
- [3] Niziński S., *Logistyka*. Wydawnictwo ART, Olsztyn 1999.
- [4] Smutnicki C., *Optimization and Control in Just-in-Time Manufacturing Systems*. Oficyna wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997.
- [5] www.polishsixsigmaacademy.pl.
- [6] Masaaki Imai., *Gemba Kaizen Zdroworozsądkowe, niskokosztowe podejście do zarządzania*. MT Biznes, 2006.
- [7] www.erp.info.pl/Kanban+MRPII.htm.