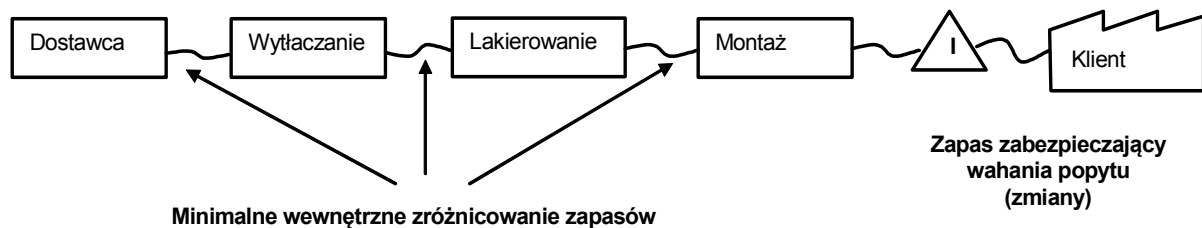


Zasady systemu ssącego w logistyce produkcji<sup>2</sup>

Nowoczesna produkcja (jeśli zostały do tego stworzone odpowiednie warunki) koncentruje się na realizacji zasad ciągnięcia przepływów materiałowych. Często wymaga to jednak radykalnych zmian w procesach zaopatrzenia, zarządzania produkcją i zarządzania dostawami do klienta.

Zasady pchania produkcji charakteryzują się tym, że w procesie produkcyjnym istnieje więcej punktów (maszyn lub technologii), które muszą być zarządzane centralnie.

Natomiast w systemie ssącym (rys. 1) dąży się do minimalizacji ilości takich punktów (optymalnie gdyby był tylko jeden taki punkt), podczas gdy pozostałe elementy łańcucha logistycznego są zarządzane w sposób zdecentralizowany, na podstawie informacji pochodzących z tego punktu. Oznacza to, że planowanie produkcji zorientowane jest na jeden proces, a pozostałe procesy są sterowane potrzebami (zleceniami) określonym w tym jednym procesie.



Rys. 1. System ssący  
Źródło: Opracowanie własne

Obecne systemy ssące mają również wiele słabości. Na podstawie doświadczeń z praktyki produkcyjnej można je określić następująco:

- 3) niezrozumienie podstawowych warunków realizacji systemu ssącego przez zespół wdrożeniowy i kierownictwo firmy,
- 4) niedostateczna identyfikacja i niespełnienie podstawowych warunków do realizacji systemu ssącego,
- 5) niski poziom systemu wizualizacji zarządzania,
- 6) brak systemu gromadzenia danych i zbyt złożone procedury ewidencji i przetwarzania danych,
- 7) brak metodologii oceny stanu systemu ssącego.

Przedstawicielem systemów ssących jest system zarządzania produkcją - Kanban, który bardziej szczegółowo opisano w dalszej części artykułu.

### Rodzaje systemów Kanban

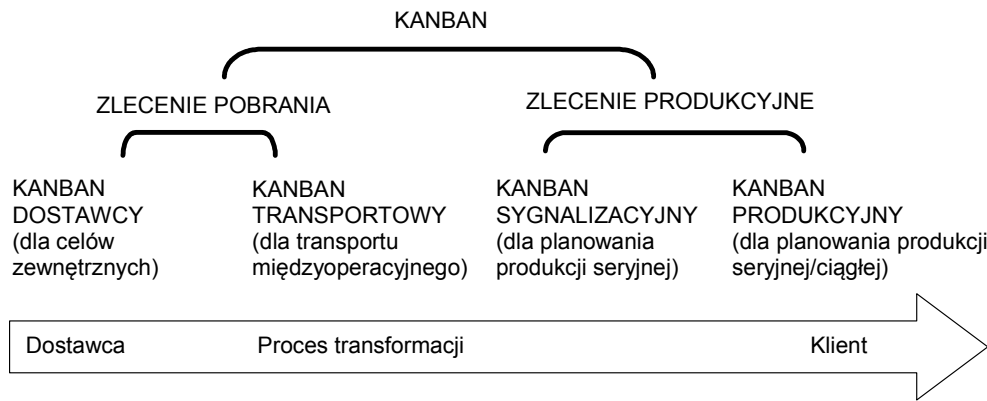
Systemy ssące są zazwyczaj dzielone według możliwości zarządzania procesami produkcji z wykorzystaniem kart Kanban. Z tego punktu widzenia [4] wyróżniamy dwa systemy Kanban:

1. jednokartowe (karty produkcyjne),
2. dwukartowe (karty produkcyjne i transportowe).

Według Arta Smalley'a [6] systemy Kanban można podzielić pod kątem zastosowań w sposób przedstawiony na rys. 2.

<sup>1</sup> Prof. Ing. Branislav Mičieta, PhD., Industrial Engineering Department, Faculty of Mechanical Engineering, University of Žilina, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovak Republic, tel. 00421-0415132702, e-mail: [branislav.micieta@fstroj.uniza.sk](mailto:branislav.micieta@fstroj.uniza.sk)  
<http://fstroj.utc.sk/web/kpi/>

<sup>2</sup> Artykuł recenzowany.



Rys. 2. Podział systemów kart Kanban według sposobu użycia

Źródło: [6]

Systemy Kanban można również podzielić w następujący sposób [5]:

- 1) sekwencyjny system,
- 2) system dostaw stanowiskowych,
- 3) system zamawiania.

Sekwencyjny system Kanban jest stosowany w produkcji na zamówienia. System ten jest użyteczny dla produkcji charakteryzującej się szerokim asortymentem wyrobów. Zapewnia produkcję części w wymaganej ilości, czasie i jakości. Karta Kanban występująca w takim systemie zastępuje zlecenie produkcyjne.

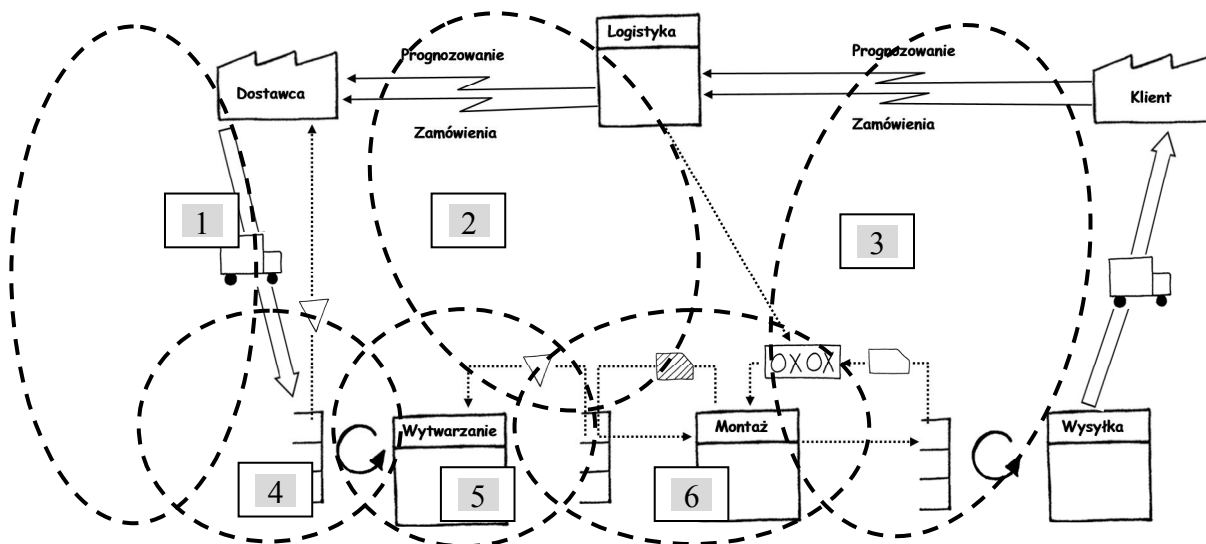
System dostaw stanowiskowych - system Kanban tego typu powinien być stosowany na stanowiskach pracy, gdzie powstaje kilka części wchodzących do produktu finalnego (np. a, b, c).

System zamówień Kanban jest jednym z najbardziej znanych system ssących, który jest najczęściej opisywany w literaturze. Zasada jego działania jest wyjaśniana za pomocą diagramu piły.

Funkcje wymienionych systemów Kanban stały się podstawą do projektowania modelu systemu ssącego, który ma posłużyć do implementacji oraz doskonalenia istniejących systemów produkcyjnych.

### Kompleksowy model systemu ssącego

Do projektowania modelu systemu ssącego najczęściej wykorzystuje się metodologię Value Stream Mapping (mapowanie strumienia wartości). Poniższy rysunek (rys. 3) przedstawia kompleksowy model systemu ssącego opracowany dla przedsiębiorstwa produkcyjnego. Został on podzielony na najczęściej wyodrębniane w praktyce części funkcjonalne, w których stosuje się zasadę ssania – system Kanban.



- 1 – system ssący zaopatrzenia materiałowego
- 2 – planowanie i harmonogramowanie dla systemu ssącego
- 3 – system ssący przyjmowania zamówień i ekspedycji wyrobów
- 4 – system ssący w procesach przygotowania produkcji
- 5 – system ssący w dostawach na stanowiska pracy
- 6 – system ssący w wytwarzaniu

Rys. 3. Podział kompleksowego modelu systemu ssącego  
 Źródło: Opracowanie własne

Obecnie istnieje tendencja stosowania progresywnych technologii informacyjnych we wszystkich obszarach działalności produkcyjnej, również w systemach Kanban. Z tego punktu widzenia, w dalszej części artykułu przedstawiono kolejne obszary funkcjonalne, w których można zastosować zasadę ssania.

### System dostaw Kanban wspomagany technologią informacyjną

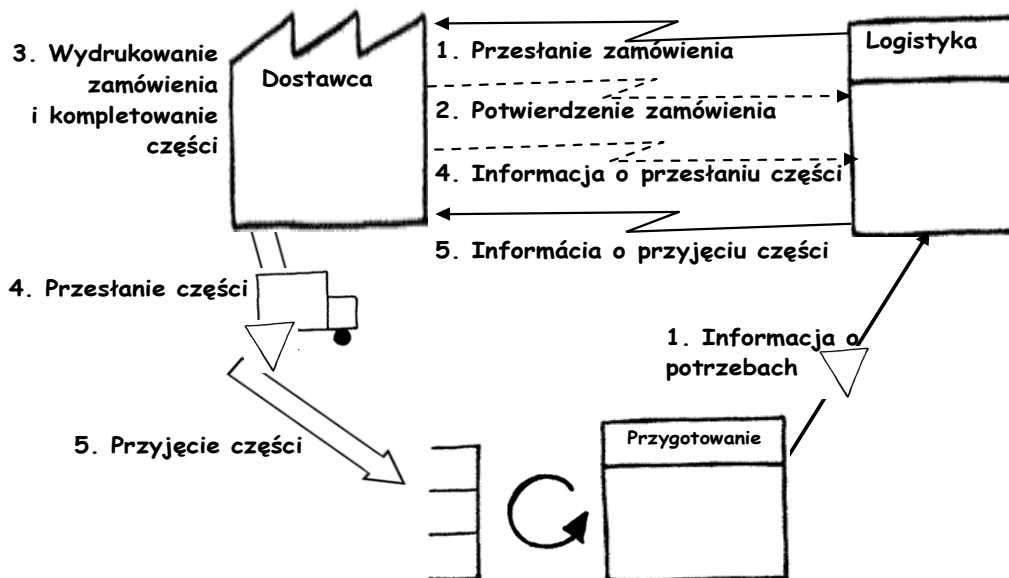
Systemy ssące związane z przepływami materiałowym są integrowane z systemami biznesowymi wspomagającym procesy zamawiania wyrobów i realizacji dostaw.

Cała komunikacja między klientem a dostawcą może odbywać się za pośrednictwem Internetu (rys. 4). Takie aplikacje firmy mogą zaprojektować indywidualnie do swoich potrzeb. Dodatkowo można je wykorzystać w wewnątrzzakładowym systemie Kanban.

Aplikacja może wspomagać realizację szeregu zadań, np.:

- wysłanie zamówienia do dostawcy,
- potwierdzenie otrzymania zamówienia,
- wydruk zamówień z rozbiciem na części,
- potwierdzenie informacji dotyczącej wysyłki części,
- potwierdzenie otrzymania części.

Pracochłonność przygotowania takiego oprogramowania jest porównywalna z tworzeniem stron internetowych.



Rys. 4. Schemat systemu Kanban dla zaopatrzenia wspomaganego technologią informacyjną  
Źródło: Opracowanie własne

### Planowanie i harmonogramowanie w systemie ssącym

Zarządzanie zamówieniami można opisać jako sekwencję kroków (procesów) między przyjęciem zamówienia od klienta a otrzymaniem zapłaty za wykonany produkt. Zarządzanie zamówieniami sprowadza się do łączenia finansowych, informacyjnych i materiałowych przepływów, przy czym w większości przypadków bardziej skomplikowane i czasochłonne są przepływy finansowe i informacyjne.

Ważnym zadaniem jest optymalizacja systemu planowania i harmonogramowania produkcji, ponieważ w ten sposób możemy przyspieszyć przepływ środków pieniężnych i zwrot kapitału w przedsiębiorstwie (czas i niezawodność dostaw, wykorzystanie zdolności produkcyjnych i obniżenie poziomu zapasów).

Produkcja powinna być tak zaplanowana, aby spełnić wymagania klientów. Istnieje wiele sposobów, które pozwalają określić optymalną produkcję wyrobów z punktu widzenia różnych kryteriów. Przeważnie celem jest stworzenie stabilnego harmonogramu, który zminimalizuje ilość potrzebnych zasobów, koszty magazynowania oraz czas wytworzenia. Przy ustalaniu rozwiązania mogą być wykorzystywane różne zasady planowania.

### Zautomatyzowane systemy zamawiania wyrobów

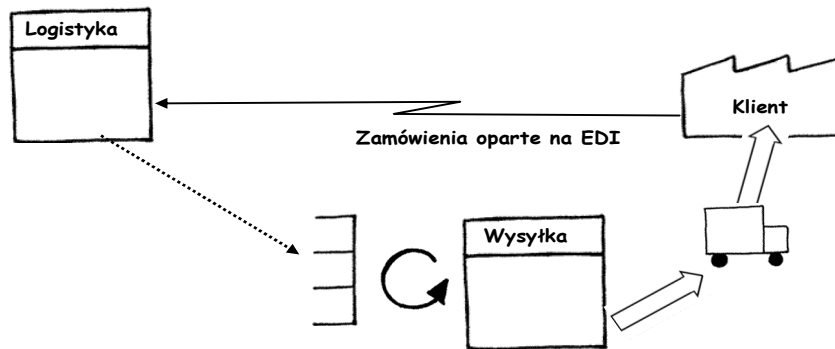
Elektroniczne systemy zamawiania wyrobów stosowane są we wszystkich komercyjnych dziedzinach. W ostatniej dekadzie, przedsiębiorstwa przemysłowe i organizacje nieprodukcyjnych zanotowały znaczny wzrost transakcji dokonywanych za pośrednictwem systemów elektronicznych zamówień.

Do komunikacji pomiędzy klientem a producentem zaleca się:

- stosowanie systemów poczty elektronicznej jako systemu ssącego. E-mail w praktyce często jest wykorzystywany do wysyłania zamówień i prognoz.
- stosowanie systemów EDI jako systemu ssącego. EDI (Electronic Data Interchange) jest często stosowane w przemyśle motoryzacyjnym oraz elektronicznym. Zastępuje „papierowe” zamówienia i faktury występujące w kontaktach z otoczeniem organizacji oraz zlecenia powstałe wewnątrz firmy. Jest to najbardziej stabilne i najbezpieczniejsze narzędzie komunikacji. Jego wadą jest dość skomplikowane wdrożenie i duże koszty operacyjne.

Zamówienie oparte na EDI w pełni zastępuje kartę Kanban wysyłaną przez odbiorcę, a proces potwierdzenia zamówienia natychmiast jest realizowany u dostawcy.

W systemie dostaw opartym na Kanbanie ważny jest czas od momentu zamówienia części do ich dostarczenia.



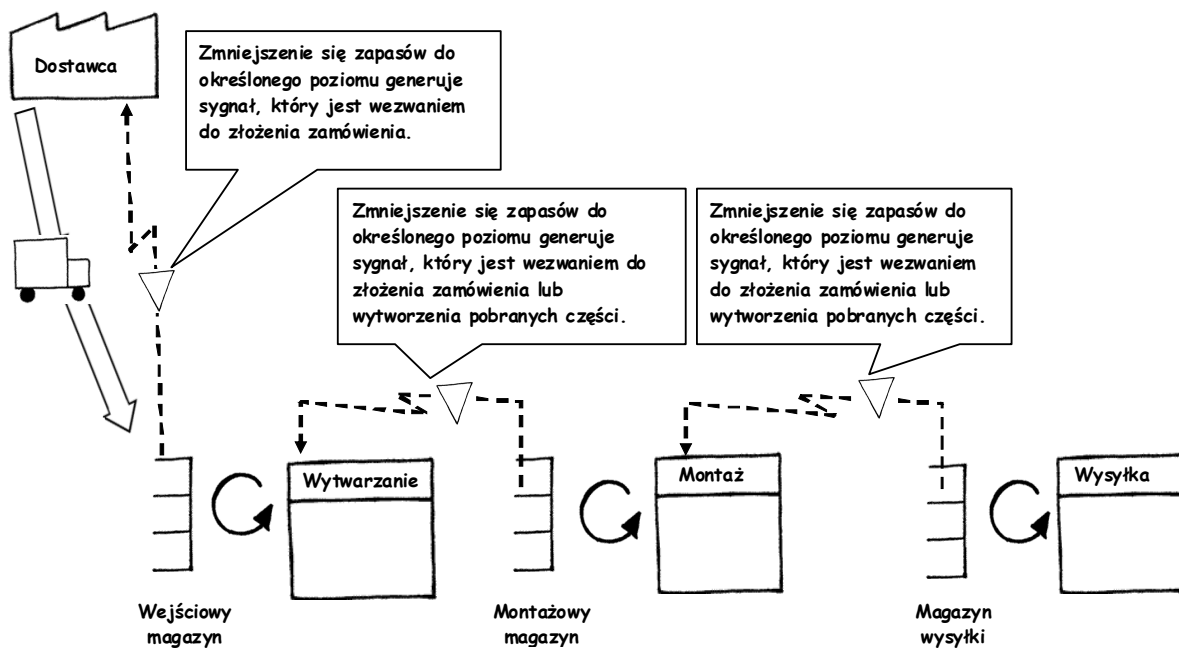
Rys. 5. Przykład przepływu informacyjnego dla systemu ssącego opartego na systemie EDI  
Źródło: Opracowanie własne

### System Kanbanów sygnałowych wspomaganych technologią informacyjną

Podstawą projektowania systemu zarządzania zapasami są systemy MRP, a opisywany w niniejszym artykule system ssący najczęściej stanowi jego uzupełnienie – system wspomagający.

Wprowadzenie takiego systemu wspomaganie zapewnia identyfikację, śledzenie i aktualizację trzech parametrów związanych z zarządzaniem zapasami:

- zapasu bezpieczeństwa,
- ustalonego poziomu sygnału,
- maksymalnego poziomu.



Rys. 6. Mechanizm zarządzania produkcją za pomocą ustalonych poziomów (sygnałów)  
Źródło: Opracowanie własne

Do wdrożenia zaproponowanego mechanizmu konieczne jest monitorowanie, nie tylko rzeczywistego poziomu zapasów i ich zmian, ale przede wszystkim dostępności zapasów, którą można określić jako sumę materiałów dostępnych od ręki i będących w drodze od dostawcy. Przyjmowane do realizacji zamówienia powinny być na bieżąco rejestrowane w systemie informatycznym firmy. Dane w systemie informatycznym należy dodatkowo uzupełnić o wartości inicjujące sygnały, o maksymalne poziomy zapasów oraz procedury regularnego aktualizowania tych danych.

### Kanban dostaw wspomagany technologią informacyjną

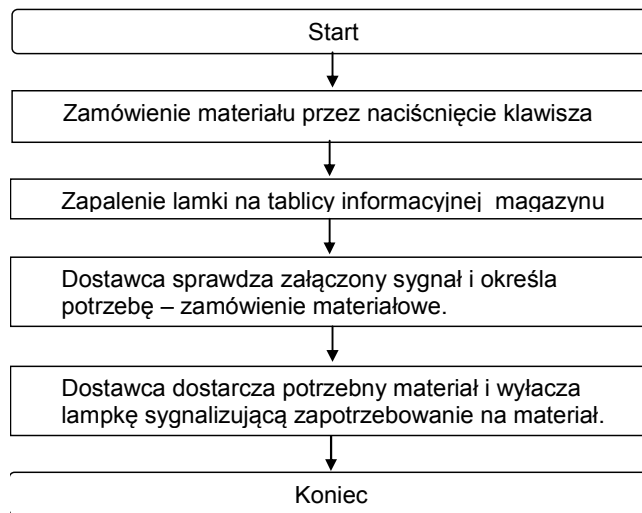
System dostaw oparty na kartach Kanban jest wykorzystywany głównie do dostarczania części na stanowiska obróbcze i montażowe, oraz do realizacji zamówień części między dwoma magazynami [4].

Pętla systemu dostaw oparta na karcie Kanban składa się z:

- obróbczych i montażowych stanowisk pracy,
- systemu logistycznego (związanego z manipulacją częściami, kartami oraz z pracą z wykorzystaniem IT),
- magazynu części lub buforów stanowiskowych, z których dostarczane są części.

Zaletą takiego połączenia jest natychmiastowa reakcja, oraz możliwość szybkich obliczeń zdolności produkcyjnych, na podstawie których generowane są karty produkcyjne Kanban.

Zastąpienie tradycyjnych kart Kanban może następować na różne sposoby. Jednym z nich jest system informatyczny stosowany w zakładach Toyoty w Japonii (rys. 7), który cechuje się łatwością zastosowania w różnych przedsiębiorstwach przemysłowych.



Rys. 7. Diagram funkcjonowania systemu dostaw wspomaganego technologią informacyjną

Źródło: [3]

### Kanban wytwarzania wspomagany technologią informacyjną

Funkcje systemu produkcyjnego opartego na kartach Kanban są w znacznym stopniu ograniczone i dlatego stosuje się je głównie w produkcji seryjnej i masowej.

Tradycyjna produkcja oparta na systemie Kanban jest zorientowana na trzy podstawowe zadania:

- rozpoczęcie produkcji dokładnie w czasie (na podstawie JIT),
- udzielanie informacji na temat produktu (rodzaj, specyfikacja, partia, seria, itp.),
- podawanie klientom informacji o stopniu realizacji produkcji (głównie przez Internet).

Zadaniem systemu produkcyjnego Kanban wspomaganego technologią informacyjną jest dodawanie do standardowych zadań związanych z organizacją produkcji nowych funkcji niezbędnych do efektywnego zarządzania produkcją. Wśród nich można wymienić automatyczne przydzielanie zadań produkcyjnych do maszyn lub stanowisk pracy. Daje również możliwość przeglądania dokumentacji produkcyjnej (rysunki, procesy, arkusze standaryzowanej pracy) bezpośrednio na stanowiskach pracy zapisanej w formie elektronicznej. Ważnym pozytywnym efektem jest zautomatyzowanie ewidencjonowania produkcji (wykonanej produkcji, braków, przestojów) oraz powstanie systemu automatycznej kontroli produkcji.

### Podsumowanie

Kompleksowe podejście do systemów ssących wynika z obecnych przyszłościowych trendów rozwoju systemów produkcyjnych.

Stworzenie kompleksowego systemu ssącego lub wdrożenie tylko w wybranych częściach przedsiębiorstwa pozwala osiągnąć następujące usprawnienia:

- stworzenie przejrzystych standardów, odpowiedzialności i dyscypliny w zarządzaniu produkcją,
- zwiększenie produktywności w obszarze zaopatrzenia,
- oszczędność kosztów związanych z zaopatrzeniem,
- oszczędność środków finansowych związana z zakupem mniejszej ilości opakowań,
- redukcja przestojów linii montażowych.

Przedstawione wyniki pokazują racjonalność zasad systemu ssącego oraz trafności ich stosowania w środowiskach, w których stworzono odpowiednie warunki.

### The pull principles in production logistics

#### Annotation

Experience in the automotive and electronics industries confirm the high topicality of the principles of pull production management system in terms of mass production. On this issue, in practice there are different conditions and also the different results. Pull systems are most often presented in production management system - Kanban. The presented material represents the knowledge and experience of the author in this field.

#### Literatura

- 1) Barcik R.: *Logistyka dystrybucji, Wydanie drugie – poprawione*, Wydawnictwo ATH, Bielsko-Biala 2005, s.240.
- 2) Borsíková B.: *Zmena ako permanentný nástroj manažmentu. In. Pokrízové trendy v personálnom manažmente*, RAABE Slovensko, ISBN 978- 80-89182- 44 – 2, 2010.
- 3) Botka, M.: *Lean production a komplexný podnikový informačný systém*, Produktivita, 1/2004.
- 4) Mičieta, B. – Botka, M.: *Kanban system and its implementation problems. In: Annals of DAAAM for 2002 & PROCEEDINGS.*, oktober 2002, VIENN, s.353-354.
- 5) Mičieta, B. – Gregor, M., Quirenc, P., Botka, M.: *Kanban - ste na ľahu!* 1. Vydanie, Georg, 2001, ISBN 80-968324-2-5, Žilina, Slovensko.
- 6) Smalley, A.: *Creating Level Pull*, Lean Enterprise Institut, USA, 2004.
- 7) Staszewska J.: *Marketing przedsiębiorstw*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2008, s. 148.