

Systemy Logistyczne Wojsk nr 42/2015

ZWIĘKSZENIE EFEKTYWNOŚCI PROCESU PRODUKCYJNEGO Z WYKORZYSTANIEM SYSTEMU JUST-IN-TIME

INCREASE EFFICIENCY OF THE PRODUCTION PROCESS USING THE JUST-IN-TIME

Paula RAZIN

Małgorzata NIERADKA

Wojskowa Akademia Techniczna

Wydział Logistyki

Instytut Logistyki

Streszczenie: Artykuł poświęcony jest zagadnieniu Just-in-Time – metodzie, dzięki której w przedsiębiorstwach obserwuje się zwiększanie efektywności procesów produkcyjnych. Przedstawiono istotę i główne założenia metody Just-in-Time oraz narzędzie, jakim jest kanban. Dla zobrazowania rezultatów artykuł wzbogacony został o praktyczne zastosowanie kart kanban w firmie produkcyjnej. Celem artykułu jest omówienie skutków wykorzystania metody Just-in-Time dla efektywności procesu produkcyjnego.

Abstract: This article is dedicated to the issue of Just-in-Time method – by which in the enterprises there is observed increasing the efficiency of production processes. Article presents the essence and the main assumptions of the Just-in-Time method and a tool which is kanban. To illustrate the results, article has been enriched with the practical application of kanban cards in a manufacturing company. The aim of this article is to show the impact using the Just-in-Time method for the efficiency of the production process.

Słowa kluczowe: Just-in-Time, kanban, proces produkcyjny.

Keywords: Just-in-Time, kanban, production process.

Wprowadzenie

Na współczesnym rynku powszechne staje się stosowanie rozwiązań logistycznych w obszarze wspomagania procesów w przedsiębiorstwie. Zasadniczym interesem przedsiębiorcy jest zwiększenie przychodów i/lub zmniejszenie kosztów w prowadzonym przedsiębiorstwie. W niniejszym artykule omówiona zostanie metoda usprawniania procesu produkcji, która w końcowym rezultacie pozwala osiągnąć kilkudziesięcioprocentową redukcję wydatków na utrzymanie strategicznych dla procesów produkcji zapasów przedsiębiorstwa.

1. Just-in-Time

1.1. Początki systemu Just-in-Time

Genezy i koncepcji Just-in-Time (dokładnie na czas) można doszukiwać się w zakładach Henrego Forda w Stanach Zjednoczonych. To właśnie Henry Ford był pierwszą osobą, która zauważyła potrzebę wdrożenia i realizacji zasad Just-in-Time. Jego system produkcyjny funkcjonował na zasadzie przenośnika taśmowego. W zakładach Forda przyplływająca barkami ruda była w ciągu dnia przerabiana na stal w jednej z jego stalowni, a następnie przetwarzana na części i montowana w samochód w ciągu zaledwie kilku dni od przybycia do zakładu w Minesocie. W ten sposób Ford osiągnął minimalizację kosztów i zapasów (Ficoń, 2008). Za twórcę metody Just-in-Time uznawany jest Taiichi Ohno, który rozwijał swoją koncepcję w oparciu o przesłanki występujące w systemie Forda oraz amerykańskiej branży handlu detalicznego (7-SEVEN). Została ona po raz pierwszy zastosowana przez Kiichiro Toyodę w zakładach Toyoty w latach 50. XX wieku. Wdrożenie we wszystkich oddziałach koncernu zakończyło się w 1962 r., natomiast następne 10 lat trwało jego rozpowszechnianie w gronie kluczowych dostawców. Jednak ze względu na liczne uwarunkowania techniczne, ekonomiczne i społeczne towarzyszące filozofii dostaw dokładnie na czas, duża ilość przedsiębiorstw nie ma możliwości w pełni wdrożyć metody Just-in-Time (Witkowski, 1999).

1.2. Pojęcie i założenia systemu Just-in-Time

Słownik APICS definiuje Just-in-Time jako „filozofię produkcji opartą na planowej eliminacji marnotrawstwa i ciągłym zwiększaniu produktywności. Obejmuje skuteczną realizację wszystkich zadań produkcyjnych potrzebnych do wytworzenia wyrobu końcowego, począwszy od projektowania, a na dostawie skończywszy, i dotyczy wszystkich etapów przetwarzania od surowca do gotowego produktu. (...) Ogólnie rzecz biorąc, filozofia Just-in-Time znajduje zastosowanie we wszystkich formach działalności produkcyjnej – w produkcji jednostkowej, seryjnej i powtarzalnej

– oraz wielu przedsiębiorstwach usługowych” (Cox, Blackstone, 2002). W związku z powyższym można stwierdzić, że przedsiębiorstwa, które działają zgodnie z filozofią Just-in-Time, wykazują znacznie wyższy wskaźnik produktywności niż te, w których jej nie wprowadzono.

Punktem wyjścia koncepcji Just-in-Time jest właściwe sterowanie wszelkimi procesami zaopatrywania i dystrybucji, w celu ograniczenia kosztów. Metodę Just-in-Time uznaje się obecnie za jedną z najbardziej uniwersalnych koncepcji dotyczących usprawniania procesów w przedsiębiorstwach. System ten opiera się na założeniach:

- żadnych zapasów – jest to najważniejsza z reguł wykorzystania koncepcji, która dotyczy dostawców oraz odbiorców. Polega na eliminacji zbędnych zapasów u uczestników procesu dostaw. Umiejętne zastosowanie tej koncepcji prowadzi do widocznego zmniejszenia stanu zapasów;
- krótkie serie produkcji – koncepcja Just-in-Time prezentuje odmienny od dotychczasowych pogląd na temat produkcji. O ile w przeszłości często wydłużano serie produkcji, dążąc do maksymalizacji zysku, o tyle koncepcja Just-in-Time w oparciu o krótkie serie produkcji (możliwe dzięki kontrolingowi oraz minimalizacji kosztów polegającej na częstym przestawianiu produkcji) osiąga oczekiwane rezultaty w gospodarowaniu zapasami;
- minimalizacja kolejek – równie ważną zasadą jest minimalizacja czasu oczekiwania kolejnych linii produkcyjnych. U podstaw rozumowania leży tu koncepcja dostarczania materiałów do miejsca, gdzie w danym momencie potrzebne są one do realizowania dalszej produkcji. W praktyce przedsiębiorstw wygląda to następująco: zapas części dostarczany jest na stanowisko montażu wyrobu gotowego dopiero wtedy, gdy pojawia się taka potrzeba;
- krótkie cykle realizacji zamówienia – podstawą efektywnego zastosowania tego założenia jest bliskość zakładu dostawców w stosunku do zakładu produkcyjnego odbiorcy. Ważne jest, aby przy wyborze dostawcy jednym z kryteriów wyboru było usytuowanie lokalizacji jego zakładu;
- wysoka jakość – w celu realizacji założenia dotyczącego wysokiej jakości, należy dążyć do redukcji defektów w procesie produkcji (<http://lean-management.pl>, dostęp: 24.06.2015).

1.3. Just-in-Time jako walka z marnotrawstwem

Jednym z głównych założeń koncepcji Just-in-Time jest eliminowanie marnotrawstwa, które określa się jako wszelkie działania nie tworzące wartości dodanej z punktu widzenia klienta. Marnotrawstwo można rozpatrywać w ujęciu czasu oraz jakości – obydwa te aspekty są źródłami kosztów w przedsiębiorstwie. Wśród przyczyn strat powstających w procesie produkcji wyróżnia się:

- nadprodukcję – na eliminowanie nadprodukcji składają się następujące działania: skrócenie czasu montażu, dostosowanie liczby części i komponentów do możliwości produkcyjnych oraz odpowiednie zaprojektowanie hali produkcyjnej i procesów produkcji;
- nierównomierne rozłożenie pracy pomiędzy odcinkami produkcyjnymi – tę stratę można wyeliminować poprzez wszechstronne przygotowanie pracowników, którzy dzięki odpowiedniemu przeszkoleniu będą gotowi do zmiany stanowiska pracy w sytuacji obciążenia danego odcinka produkcji;
- przemieszczanie materiałów – zaplanowanie procesu produkcji oraz usytuowanie zakładów powinny być tak zorganizowane, aby umożliwić zminimalizowanie wszelkich procesów związanych z przemieszczaniem materiałów;
- zbędne procesy produkcyjne – wykorzystywanie zbyt złożonych procesów w przypadkach, w których możliwe byłoby użycie mniej skomplikowanych i efektywniejszych procedur, negatywnie wpływa na czas i jakość całego procesu produkcyjnego;
- zapasy – zgodnie z założeniami Just-in-Time w przedsiębiorstwie zapasy należy redukować poprzez skracanie czasu montażu i dostaw, dążąc do równomiernego podziału pracy na poszczególnych odcinkach produkcyjnych;
- nadmiar operacji materiałowych – usunięcie beзуżytecznych operacji materiałowych, które nie tworzą wartości dodanej do produktu, znacząco podwyższa jakość procesu produkcyjnego oraz zwiększa efektywność produkcji;
- produkowanie wyrobów wadliwych – dążenie do produkcji bezusterkowej, poprzez śledzenie procesu produkcyjnego i eliminowanie defektów u źródeł, wpływa na zwiększenie mocy produkcyjnej oraz zmniejsza prawdopodobieństwo wystąpienia wyrobów wadliwych (Laskowska, 2001).

W celu przedstawienia zasadniczych różnic pomiędzy tradycyjnym systemem produkcyjnym a systemem Just-in-Time, sporządzono tabelę, w której porównano oba systemy (tabela 1).

Tabela 1. Zestawienie cech tradycyjnego systemu produkcyjnego i systemu Just-in-Time

Dziedzina	Systemy tradycyjne	Just-in-Time
Cechy ogólne	Zarządzanie oparte na kosztach	Zarządzanie oparte na obsłudze klienta
Jakość a koszty	Niskie koszty przy akceptowalnym poziomie jakości	Najwyższa jakość – zero defektów, jednocześnie niskie koszty
Zapasy	Wysoki poziom zapasów, zapasy bezpieczeństwa	Niskie zapasy, pewny ciągły strumień materiałowy
Elastyczność	Długie serie produkcyjne, mała elastyczność	Krótki czas reakcji na potrzeby rynku, duża elastyczność
Transport	Najniższe koszty przy akceptowalnym poziomie jakości dostaw	100% pewnych dostaw

Dziedzina	Systemy tradycyjne	Just-in-Time
Stosunki z dostawcami dóbr i usług	Negocjacje, których celem jest pokonanie przeciwnika	Ścisła współpraca
Liczba dostawców	Jak największa, aby uzyskać najkorzystniejsze warunki	Niewielu, najlepiej jeden; wieloletnie kontrakty
Komunikacja z dostawcami	Ścisła ochrona informacji	Otwartość, swobodna wymiana informacji, wspólne rozwiązywanie problemów, liczne powiązania

Źródło: Antos K., Antos Ł. (2013), *Just in Time jako metoda poprawy efektywności procesu logistycznego przedsiębiorstwa*, Logistyka, nr 5

Zasadniczą różnicą pomiędzy koncepcją Just-in-Time a koncepcją tradycyjną jest to, że w metodzie Just-in-Time dąży się do skrócenia i optymalizacji czasu dostaw oraz wyeliminowania zapasów. W rezultacie przedsiębiorstwo ogranicza koszty, dzięki zmniejszeniu nakładów na zapasy i koncentruje się na poprawie elastyczności produkcji.

2. Kanban

2.1. Pojęcie i cechy systemu kanban

Leksykon biznesu określa kanban jako „japoński system organizacji polegający na takim zorganizowaniu procesu produkcyjnego, by jego kolejne ogniwa otrzymywały części dokładnie wtedy, kiedy są one potrzebne, a więc bez tworzenia zapasów. System ten pozwala na minimalizację robót w toku, eliminację strat, wąskich przekrojów, poprawę jakości, lepsze wykorzystanie powierzchni produkcyjnej oraz szybsze zmiany asortymentu produkcji” (Penc, 1997). Natomiast według Bozarth i Handfielda kanban to „system rozwinięty równoległe z filozofią Just-in-Time; to metoda kontroli produkcji i przemieszczeń towarów w łańcuchu dostaw za pomocą pojemników, kart i oznaczeń graficznych” (Bozarth, Handfield, 2007).

W rzeczywistości technika kanban jest jednym ze sposobów wprowadzenia strategii kształtowania zapasów i można ją traktować jako jeden z elementów filozofii Just-in-Time. Najważniejsze cechy metody kanban:

1. Zastosowanie mają karty, puste powierzchnie lub pojemniki będące prostym mechanizmem sygnalizacyjnym dającym informację o tym, kiedy produkować lub przemieszczać poszczególne materiały. Tylko niewielka ilość systemów kanban wymaga użycia komputerów.
2. Mogą służyć zarówno do synchronizacji działań w obrębie przedsiębiorstwa, jak i pomiędzy kooperantami w łańcuchu dostaw. Znajdują zastosowanie jako część systemów służąca do kontrolowania działalności produkcyjnej oraz do zarządzania złożonymi zamówieniami.
3. Nie należy traktować ich jako narzędzi planistycznych – w celu prognozowania zapotrzebowania wiele firm stosuje np. systemy MRP. Natomiast kanban to

mechanizmy służące do kontrolowania rzeczywistego stanu realizacji działań produkcyjnych oraz przemieszczeń materiałów (Bozarth, Handfield, 2007).

2.2. Karty kanban

Podczas wykorzystania standardowej odmiany metody kanban w obiegu znajdują się dwa typy kart: karty produkcji i karty transportu (ruchu). Karty produkcji dotyczą przepływów produktów w czasie procesów produkcyjnych, natomiast karty transportu stosuje się podczas przepływu produktów między etapami cyklu produkcyjnego. Poniżej przedstawiono przykładowe wzory kart produkcji i transportu (rysunek 1) (Witkowski, 1999).

Karta produkcji

Miejsce pobrania	Miejsce zdania	Etap produkcji
Nazwa materiału		
Numer materiału		
Wyrób gotowy		

Karta transportu

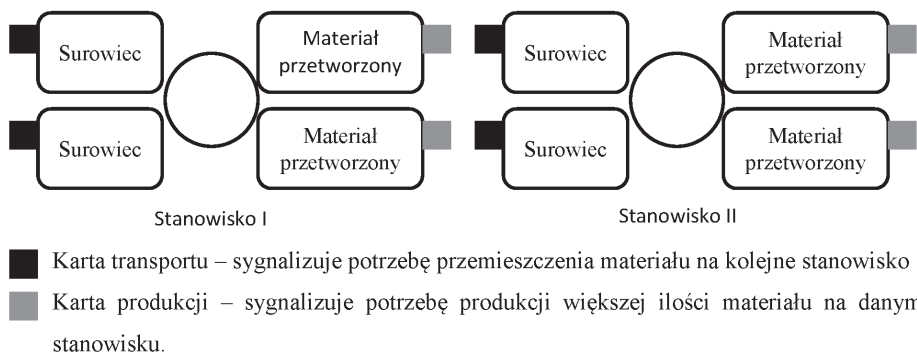
Miejsce pobrania	Miejsce zdania	Etap poprzedzający
Nazwa materiału		Etap następujący
Numer materiału		
Wyrób gotowy		
Pojemność pojemnika	Rodzaj	Ilość pojemników

Rys. 1. Wzory kart produkcji i transportu

Źródło: opracowanie własne na podstawie Witkowski J. (1999), *Logistyka firm japońskich*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław

2.3. Dwukartowy system kanban

Mechanizm działania omówionej wcześniej metody kanban z wykorzystaniem systemu dwukartowego zostanie opisany w dalszej części artykułu. Na rysunku 2 przedstawiono schemat systemu, w którym elementy wyprodukowane na stanowisku I przemieszcza się na stanowisko II.



Rys. 2. Dwukartowy system kanban dla dwóch stanowisk roboczych

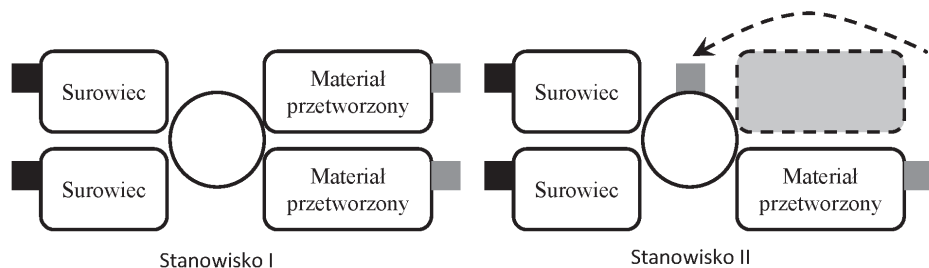
Źródło: opracowanie własne na podstawie Bozarth C., Handfield R.B. (2007), *Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw*, Helion, Gliwice

Oba stanowiska posiadają pojemniki na surowce i materiały przetworzone. Przyjmuje się, że przetworzony materiał na stanowisku I jest surowcem dla stanowiska II. Zasada działania systemu kanban mówi, że pojemniki zawierające surowce oznaczone są kartą transportu, a pojemniki z przetworzonymi materiałami opatrzone są kartą produkcji. Karty te są niezbędne do ustalania ilości i sterowania przemieszczeniami materiałów w łańcuchu dostaw.

W momencie gdy pojemnik z materiałem przetworzonym na stanowisku II zabierany jest do następnego ogniwa w łańcuchu dostaw (na stanowisko III), zdejmowana jest z niego karta produkcji, a następnie pozostawiana w ustalonym miejscu na stanowisku II (rysunek 3).

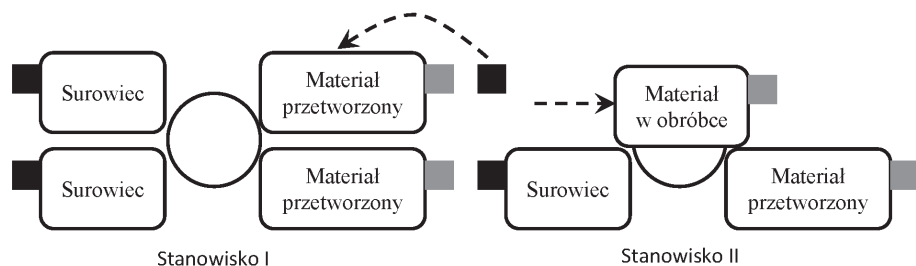
Dla pracowników jest to sygnał do rozpoczęcia produkowania kolejnej części materiałów.

Do wyprodukowania większej ilości części pracownicy na stanowisku II muszą wykorzystać podręczny, zapasowy pojemnik z surowcami. Podczas tej czynności kartę transportu zastępują zwolnioną wcześniej kartą produkcji. Zdjęta karta transportu informuje o konieczności pobrania następnego pojemnika z materiałami przetworzonymi ze stanowiska I (rysunek 4).



Rys. 3. Pobranie materiałów przetworzonych ze stanowiska II

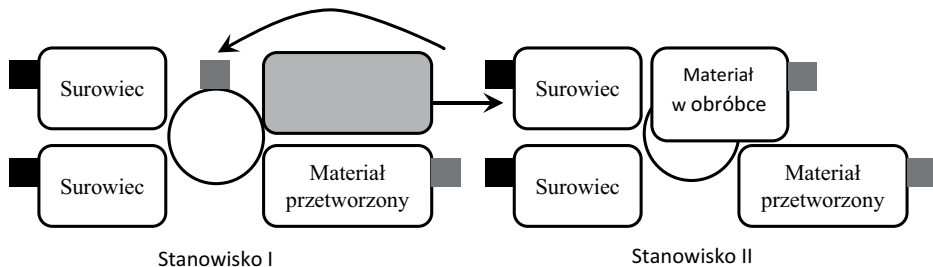
Źródło: opracowanie własne na podstawie Bozarth C., Handfield R.B. (2007), *Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw*, Helion, Gliwice



Rys. 4. Pobieranie surowca do produkcji na stanowisku II

Źródło: opracowanie własne na podstawie Bozarth C., Handfield R.B. (2007), *Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw*, Helion, Gliwice

W czasie gdy zwolniona karta transportu znajdzie się na stanowisku I, zamieniana jest na kartę produkcji na pojemniku zawierającym materiały przetworzone i wraz z nim zostaje przekierowana na stanowisko II (rysunek 5). Zdjęta karta produkcji informuje pracowników ze stanowiska I o tym, że należy rozpocząć produkcję następnej partii materiałów.



Rys. 5. Pobranie materiałów przetworzonych ze stanowiska I

Źródło: opracowanie własne na podstawie Bozarth C., Handfield R.B. (2007), *Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw*, Helion, Gliwice

3. Wykorzystanie metody kanban do kontrolowania poziomu zapasów

Określenie ilości kart kanban niezbędnych do powiązania dwóch kolejnych etapów produkcji zależy od różnych czynników – m.in. gabarytów pojemników, czasu produkcji części, a także stabilności i wielkości popytu. Jednym ze sposobów na wyznaczenie niezbędnej ilości kart kanban w przedsiębiorstwie jest formuła matematyczna (Bozarth, Handfield, 2007):

$$y = \frac{DT(1+x)}{C} \quad (1)$$

gdzie:

y – ilość kart kanban;

D – zapotrzebowanie w danym okresie;

T – średni czas przepływu konkretnej karty;

x – współczynnik bezpieczeństwa;

C – pojemność pojemnika transportowego (liczba części).

Praktyczne wykorzystanie wzoru (1) przedstawiono na przykładzie firmy produkującej podzespoły do różnego typu maszyn rolniczych. Przedsiębiorstwo zdecydowało się na wprowadzenie dwukartowego systemu kanban. Stanowisko produkcyjne S dostarcza części bezpośrednio do końcowego stanowiska montażu. Do obliczenia ilości niezbędnych kart produkcji sporządzono zestawienie danych w postaci tabeli 2.

Tabela 2. Dane do obliczenia ilości kart produkcji

Oznaczenie	Opis	Wartość
D	Średnie zapotrzebowanie na części wytwarzane na stanowisku S, zgłaszane przez stanowisko końcowego montażu	250 części na godzinę
T	Średni czas wypełnienia pojemnika częściami i przemieszczenie go ze stanowiska S do stanowiska końcowego montażu	3 godziny
X	Współczynnik bezpieczeństwa wyrażony ułamkiem dziesiętnym uwzględniającym wahania wartości D i T	15%
C	Pojemność pojemnika	48 części

Źródło: opracowanie własne

Stosując wzór (1), obliczono ilość niezbędnych kart produkcji:

$$y = \frac{DT(1+x)}{C} = \frac{250 \cdot 3(1+0,15)}{48} \approx 17,97$$

Ze względu na to, iż ilość kart produkcji musi być wyrażona liczbą naturalną, wynik należy zaokrąglić do 18, co określa także liczbę pojemników z częściami. Z powyższej zależności wynika, że:

$$(18 \text{ pojemników}) (48 \text{ części w pojemniku}) = 864 \text{ części}$$

Określając poziom zapasów w kategoriach czasowych, 864 części stanowi zapas na:

$$\frac{864 \text{ cz.}}{250 \text{ cz. / h}} \approx 3,5 \text{ h}$$

Różnica pomiędzy ilością wyprodukowanych części na stanowisku S a ilością potrzebną w rzeczywistości wynika z zaokrąglenia liczby kart produkcji oraz z zastosowania współczynnika bezpieczeństwa.

W ciągu roku dokonano licznych usprawnień procesów realizowanych na stanowisku S i w związku z tym zaobserwowano następujące zmiany:

- skrócono czas produkcji ze średniej wartości 3 godzin do stałego poziomu 2,4 godziny;
- ustabilizowano popyt zgłaszany na stanowisku końcowego montażu do 300 części na godzinę;
- wprowadzono mniejsze pojemniki mieszczące 33 części.

$$y = \frac{DT(1+x)}{C} = \frac{250 \cdot 2,4(1+0,1)}{33} = 20$$

Wzrost liczby kart jest w tym przypadku korzystny, co w rzeczywistości oznacza:

$$(20 \text{ pojemników}) (33 \text{ części w pojemniku}) = 660 \text{ części}$$

co stanowi zapas na:

$$\frac{660 \text{ cz.}}{250 \text{ cz. / h}} = 2,64 \text{ h}$$

Z powyższych obliczeń wynika, że dzięki udoskonaleniu procesu w przedsiębiorstwie udało się zmniejszyć poziom zapasów o około 24%. Po zaobserwowaniu korzystnych efektów działań w procesie produkcji należałoby rozszerzyć zakres

funkcjonowania systemu kanban na całe przedsiębiorstwo, aby w rezultacie nastąpił znaczny przyrost zysków w porównaniu do poprzednich lat.

Podsumowanie

Od pewnego czasu daje się zauważyć, że przedsiębiorstwa coraz częściej dostrzegają możliwości poprawy efektywności procesów logistycznych poprzez wdrażanie systemów wspomagających. W niniejszym artykule przedstawiono koncepcję Just-in-Time jako jedną z metod wykorzystywanych do usprawnienia procesu produkcyjnego, istotą której jest m.in. minimalizowanie kosztów związanych z utrzymaniem zapasów poprzez maksymalizowanie ich rotacji. W koncepcji tej do kształtowania zapasów wykorzystywana jest technika kanban, funkcjonująca w oparciu o cyrkulację kart towarzyszących fizycznemu przepływowi produktów, co pokazano w części praktycznej artykułu. Znaczące zmniejszenie poziomu zapasów wynikające z przeprowadzonych obliczeń pozytywnie wpłynęło na ograniczenie kosztów oraz poprawę elastyczności produkcji.

LITERATURA

- [1] ANTOS K., ANTOS Ł. (2013), *Just in Time jako metoda poprawy efektywności procesu logistycznego przedsiębiorstwa*, Logistyka, nr 5.
- [2] BOZARTH C., HANDFIELD R.B. (2007), *Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw*, Helion, Gliwice.
- [3] COX J.F., BLACKSTONE J.H. (red.) (2002), *APICS Dictionary*, Fall Church, Virginia.
- [4] FICOŃ K. (2008), *Logistyka ekonomiczna. Procesy logistyczne*, BEL Studio, Warszawa.
- [5] ŁASKOWSKA A. (2001), *Konkurowanie czasem – strategiczna broń przedsiębiorstwa*, Difin, Warszawa.
- [6] PENC J. (1997), *Leksykon biznesu. Słownik angielsko-polski*, Placet, Warszawa.
- [7] WITKOWSKI J. (1999), *Logistyka firm japońskich*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław.
- [8] <http://lean-management.pl/just-in-time.html> (01.04.2015).

