

**Katarzyna DOHN**

Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania  
Instytut Zarządzania i Administracji  
ul. Roosevelta 26-28, 41-800 Zabrze  
Katarzyna.Dohn@polsl.pl

## **PROBLEM PLANOWANIA I STEROWANIA PRZEPIYWEM PRODUKCJI W KONTEKŚCIE SPADKU ZAMÓWIEŃ W ŁAŃCUCHU DOSTAW**

### **Streszczenie:**

Podaje się, iż logistyka produkcji z jednej strony ma za zadanie synchronizować przepływ dóbr w systemie produkcyjnym wraz z elementami wejścia i wyjścia z systemu, zaś z drugiej strony stwarzać jak najlepsze warunki dla efektywnego planowania produkcji i sterowania jej przebiegiem. Biorąc pod uwagę pobieżne traktowanie problematyki logistyki produkcji w literaturze przedmiotu, w artykule podjęto próbę sprecyzowania zakresu logistyki produkcji od strony literaturowej. Badania empiryczne przeprowadzono w wybranym przedsiębiorstwie produkcyjnym pod kątem zmniejszenia programu produkcji wyrobów na wybranej linii produkcyjnej i dostosowania organizacji procesu produkcyjnego do nowego, mniejszego portfela zamówień.

Słowa kluczowe: logistyka produkcji, zapasy produkcji w toku, harmonogram produkcji, transport wewnątrzzakładowy

### **WPROWADZENIE**

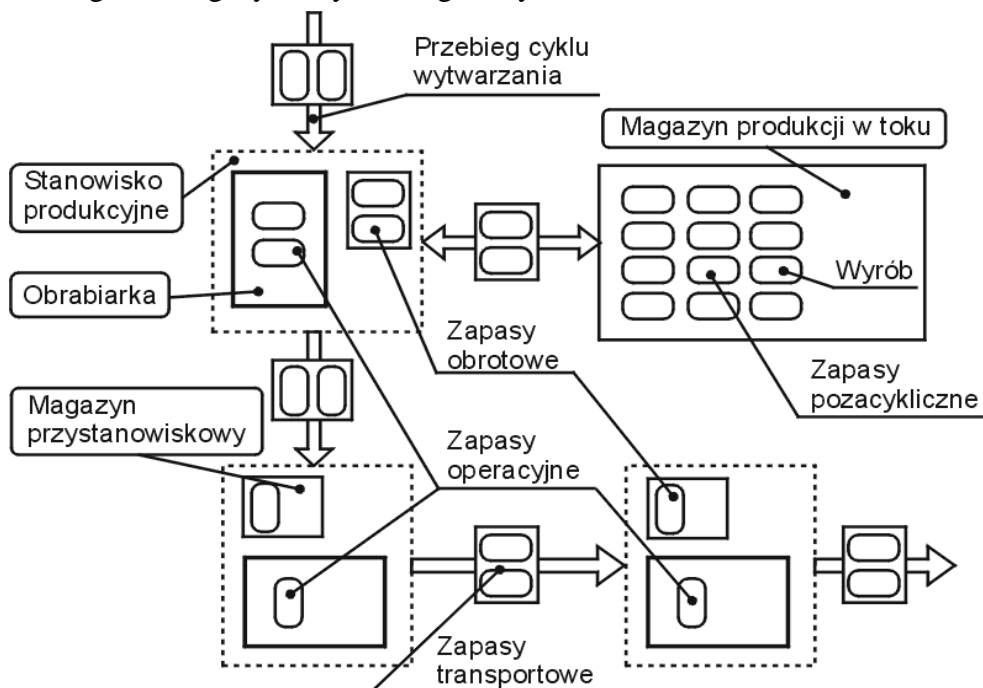
Coraz wyższe wymagania rynkowe, walka z konkurencją zmuszają przedsiębiorstwa do znajdowania coraz nowszych rozwiązań, które pozwoliłyby na przyciągnięcie i zatrzymanie klientów oraz powiększanie kapitału firmy. W związku z tym przedsiębiorstwa funkcjonują w warunkach coraz większej złożoności systemów produkcyjnych, gdzie wymaganych jest wiele typów maszyn i urządzeń, ale i z drugiej strony mamy do czynienia ze znaczną złożonością strumieni materiałowych. Koordynacja różnorodnych działań przy realizacji procesów produkcyjnych staje się bardziej skomplikowana. Staje się to jeszcze trudniejsze, gdy system produkcji musi przystosować się do szybko zmieniających się potrzeb rynku. Można zatem zaryzykować powiedzeniem, że obecnie to logistyka produkcji staje się wyzwaniem dla przedsiębiorstw produkcyjnych działających w warunkach globalizacji. Logistyka produkcji [1] obejmuje wszystkie czynności, które są związane z zaopatrzeniem procesu produkcji w surowce, materiały pomocnicze i eksploatacyjne, półwyroby i części oraz z przekazywaniem półwyrobów i wyrobów gotowych do magazynu zbytu. Według faz przepływu materiałów logistyka produkcji jest zlokalizowana między logistyką zaopatrzenia i logistyką dystrybucji. W kontekście zarządzania całymi łańcuchami dostaw głównym celem logistyki produkcji [2] jest zdolność do zwiększenia oraz niezawodności dostaw przy możliwie najniższych kosztach logistycznych i produkcji. Główne zadania logistyki produkcji można sformułować w oparciu o Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) jako planowanie, realizacja i kontrola wydajnego i skutecznego przepływu, a także składowania materiałów, półproduktów, produktów końcowych oraz powiązanych informacji w procesach produkcyjnych przedsiębiorstw zgodnie z wymaganiami klientów [3].

## 1. ZAKRES LOGISTYKI PRODUKCJI

Logistyka produkcji zajmuje się organizacją systemu produkcyjnego wraz z jego najbliższym otoczeniem magazynowo – transportowym. Przedmiotem logistyki produkcji jest planowanie, organizowanie i kontrolowanie przepływu surowców, materiałów, części i półproduktów podczas realizacji procesu produkcji, począwszy od magazynów zaopatrzeniowych, przez pośrednie magazyny, gniazdowe, stanowiskowe i wydziałowe, a skończywszy na magazynach wyrobów gotowych [4]. Do zasadniczych obszarów zadań realizowanych w systemie logistyki produkcji należy: sterowanie zapasami produkcji w toku, transport wewnętrzny, udział w projektowaniu struktury przepływu produkcji oraz odpady produkcyjne [5].

### 1.1 Zapasy produkcji w toku

W systemie produkcyjnym wielkość zapasów jest czynnikiem, który w bardzo dużym stopniu wpływa na strukturę czasu realizacji zamówienia. Nieodpowiednia wielkość zapasów powoduje tworzenie niepożądanych buforów, co ma bezpośredni wpływ na koszt wyrobu i kapitał przeznaczony na obsługę zlecenia produkcyjnego. Zapas produkcji w toku jest to pewna ilość produkcji (produktu) w czasie trwania cyklu produkcyjnego o różnym zakresie zaawansowania. Zapas produkcji w toku tworzą zapasy powstające między komórkami produkcyjnymi wszystkich stopni oraz powstające wewnątrz komórek produkcyjnych pierwszego stopnia. Obejmują one całość strumienia produkcji od momentu pobrania materiałów produkcyjnych z magazynu materiałów produkcyjnych, do chwili przekazania wyrobu finalnego do magazynu wyrobów gotowych.



Rys. 1. Struktura zapasów produkcji w toku

Źródło: [5].

### 1.2 Transport wewnętrzny

Transport wewnętrzny odnosi się on przede wszystkim do przewozów na małe odległości, które zależą od wielkości przedsiębiorstwa produkcyjnego, jego przestrzennego rozproszenia, elementów infrastruktury procesu produkcyjnego, a także ich lokalizacji. Może

być również odnoszony do przewozów między sąsiednimi zakładami produkcyjnymi, o ile wynika to z technologii procesu produkcyjnego. Kształtowanie i wybór rozwiązań transportowych stanowi niewątpliwie kluczowy element logistyki w produkcji. Odpowiednio ukształtowany system przemieszczania i składowania ładunków wywiera zasadniczy wpływ na wiele parametrów techniczno-ekonomicznych przebiegu produkcji. Transport wewnętrzny przedsiębiorstwa, obsługuje przede wszystkim proces działalności podstawowej i jest bardzo z nim związany [7].

Środki transportu wewnętrznego można zdefiniować jako maszyny i urządzenia stosowane do transportu dóbr materialnych oraz osób w przedsiębiorstwie produkcyjnym lub usługowym [8]. Środki transportu wewnętrznego można sklasyfikować ze względu na różne kryteria [9]:

- Ze względu na obszar działania na:
  - a. środki o nieograniczonym obszarze działania (wszelkiego rodzaju wózki jezdniowe);
  - b. środki o ograniczonym obszarze działania ( suwnice, suwnice widłowe, przenośniki stałe, dźwigi, układnice regałowe, wózki szynowe).

Podział ten ma zasadnicze znaczenie ze względu na elastyczność układu transportowego.

- Ze względu na sposób działania:
  - a. środki o działaniu ciągłym ( przenośniki),
  - b. środki o działaniu przerywanym ( wózki, suwnice).

Podział ten ma znaczenie ze względu na wydajność układu transportowego i nakładu na jego realizację dla zadanego przepływu materiałów

- Ze względu na sposób sterowania i rodzaj napędu:
  - a. środki kierowane mechanicznie: w pozycji stojącej operatora, w pozycji siedzącej operatora, bez operatora;
  - b. środki prowadzone: mechanicznie (z napędem elektrycznym) lub ręczne.

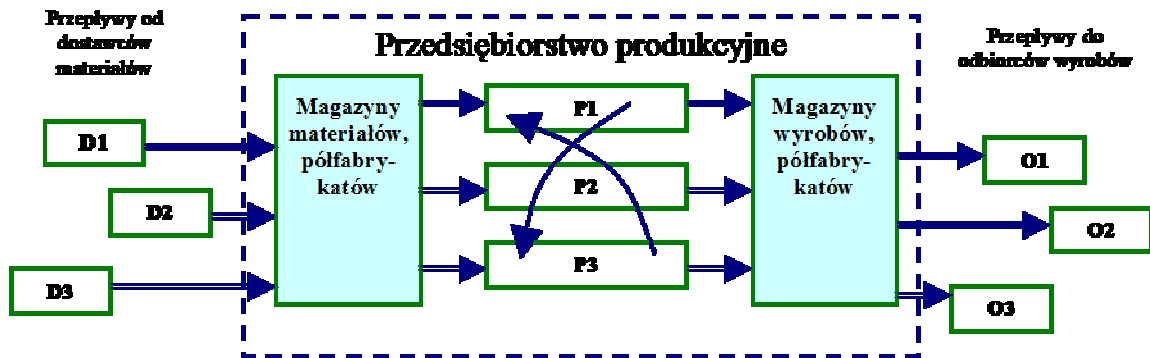
### 1.3 Odpady produkcyjne

W każdym procesie produkcyjnym obok produktu stanowiącego podstawowy efekt tego procesu powstają materiały bezużyteczne z punktu widzenia prowadzonej przez ich producenta działalności (części materiałów i surowców, zużyte opakowania, uszkodzone elementy wyrobów i inne rzeczy pozbawione wartości dla producenta). Wytwórca, który zakwalifikuje materiał jako odpad, musi postępować z nim w sposób określony ustawą o odpadach. Przewiduje ona, iż odpady wolno przekazywać wyłącznie podmiotom, które uzyskały zezwolenie właściwego organu na prowadzenie działalności w zakresie gospodarki odpadami. Zakwalifikowanie danego materiału jako pozostałości poprodukcyjnej, która nie jest odpadem, pozwala na dysponowanie tym materiałem w dowolny sposób [10].

### 1.4 Sterowanie przepływami w procesie produkcyjnym

Zarządzanie przepływem rzeczowych strumieni (materiałów, surowców, półfabrykatów) przez przedsiębiorstwo przemysłowe ciągle ulega przeobrażeniom. Rodzaj sterowania przepływem zależy od rodzaju wykonywanej produkcji, a stopień ich złożoności zależy od typu danego przedsiębiorstwa. Przedsiębiorstwu produkcyjnemu, a zwłaszcza przemysłowemu towarzyszą znacznie bardziej złożone procesy przepływu materiałów, jak i gromadzenie zapasów i ich utrzymanie w podmiocie gospodarczym [11]. Z punktu widzenia logistycznego należy przy tym uwzględnić podejście systemowe, a więc zacząć od fazy

projektowania, następnie przejść przez fazy organizacji i realizacji procesów produkcji, a skończyć na fazie dystrybucji [12].



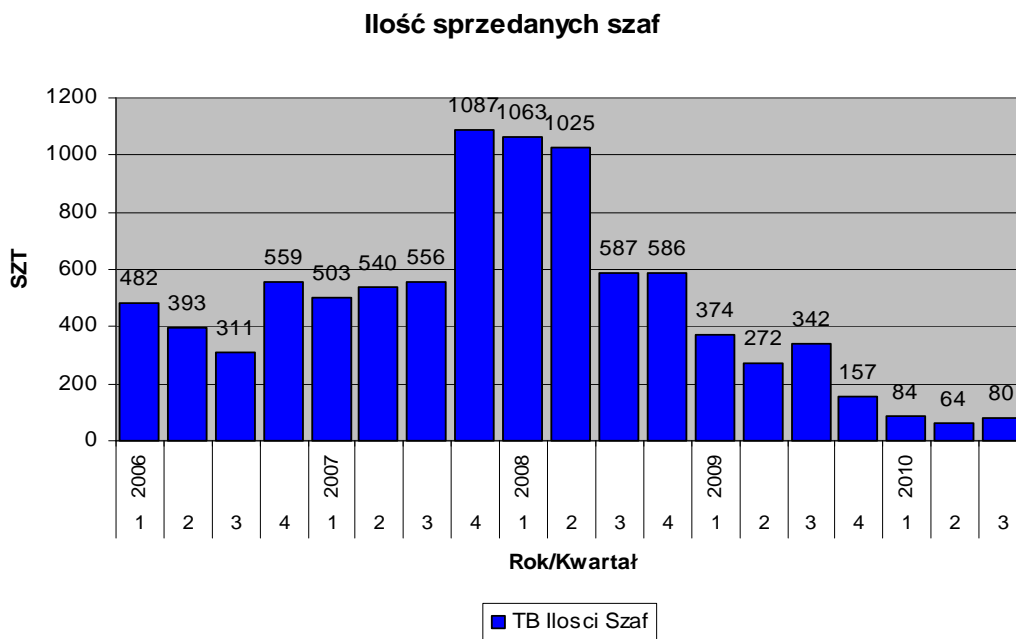
Rys. 2. Model przepływów materiałowych w przedsiębiorstwie produkcyjnym

Źródło: <http://dydaktyka.polsl.pl/ROZ5/ssenczyna/default.aspx>

## 2. PROBLEM BADAWCZY

Badane przedsiębiorstwo branży elektromaszynowej jest częścią dużego konsorcjum amerykańskiego, posiadającym zakłady produkcyjne na całym świecie. Stanowią one zintegrowaną sieć firm, łączącą najwyższą jakość obsługi klienta z różnorodną ofertą produktów. Jej zadaniem jest zaspokojenie szerokiego zapotrzebowania klientów na elementy do przesyłu i sterowania energią elektryczną. Grupa ta jest liderem w dziedzinie produkcji i dostaw kompletnej linii produktów do dystrybucji niskiego napięcia. Linia ta obejmuje urządzenia przewodowe, elementy domowego i przemysłowego przesyłu energii elektrycznej.

Z uwagi na znaczny spadek produkcji wyrobów z linii montażowej rozdzielnic do elektrowni wiatrowych TB (rys. 3), głównie spowodowanym światowym kryzysem oraz przeniesieniem części produkcji do Chin, pojawił się problem planowania i sterowania przebiegiem produkcji w zaistniałych warunkach.

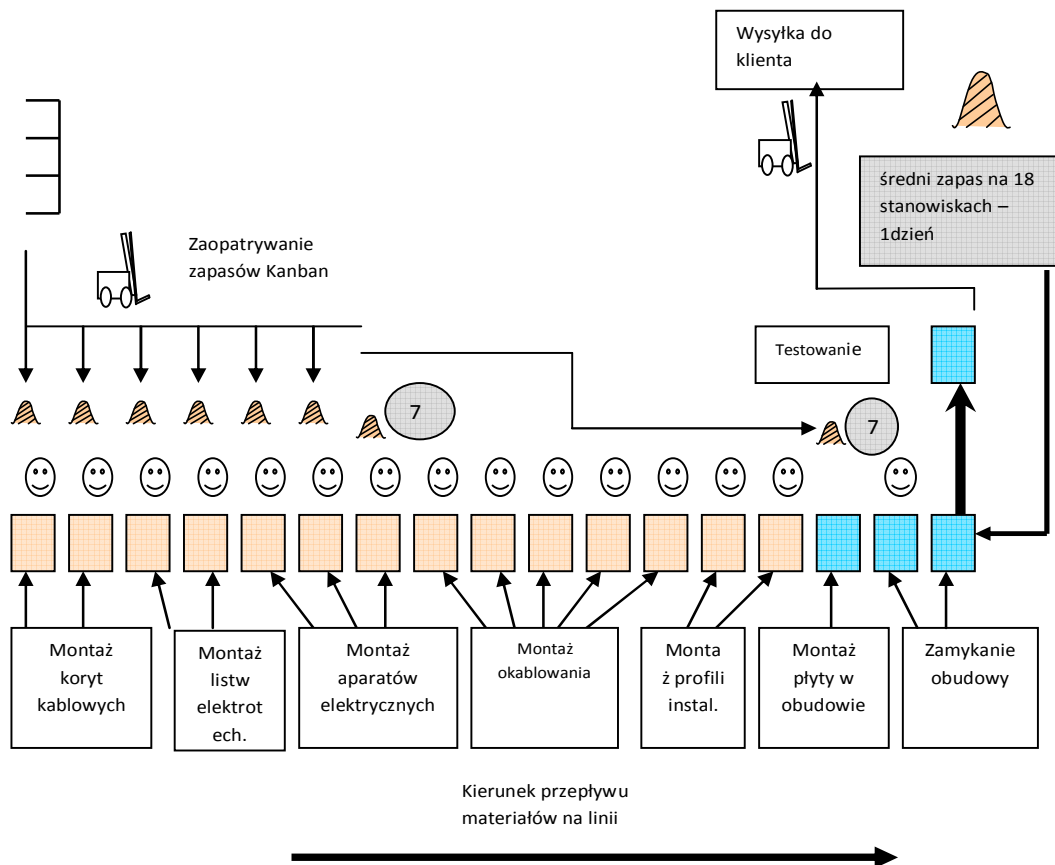


Rys. 3. Sprzedaż szaf TB w latach 2006-2010

Źródło: materiały źródłowe przedsiębiorstwa.

Przed pojawieniem się problemu, tygodniowy poziom wysyłek na linii TB wynosił 90 sztuk. Linia TB składała się z 18 stanowisk (w tym stanowisko testowania), gdzie na każdym z nich pracował 1 operator (na 3 zmianach – 54 osoby - rys. 4). Praca odbywała się w systemie 3 zmianowym. Takt time wynosił 22,5h na szafę (75 min na 1 stanowisko), Dzienna wydajność na linii wynosiła 18 szaf z uwzględnieniem przerw i prac porządkowych.

Wobec powyższego średni zapas utrzymywany na samej linii produkcyjnej (stanowiska montażowe) wynosił 1 dzień (materiał na 18 szt rozdzielnic, dzienny poziom wysyłek - średni – 18 szt). Dotyczy to perspektywy materiałów użytych do produkcji bez uwzględnienia buforów kanbanowych (rysunek 4).



Rys.4. Linia produkcji szaf TB przed pojawieniem się problemu

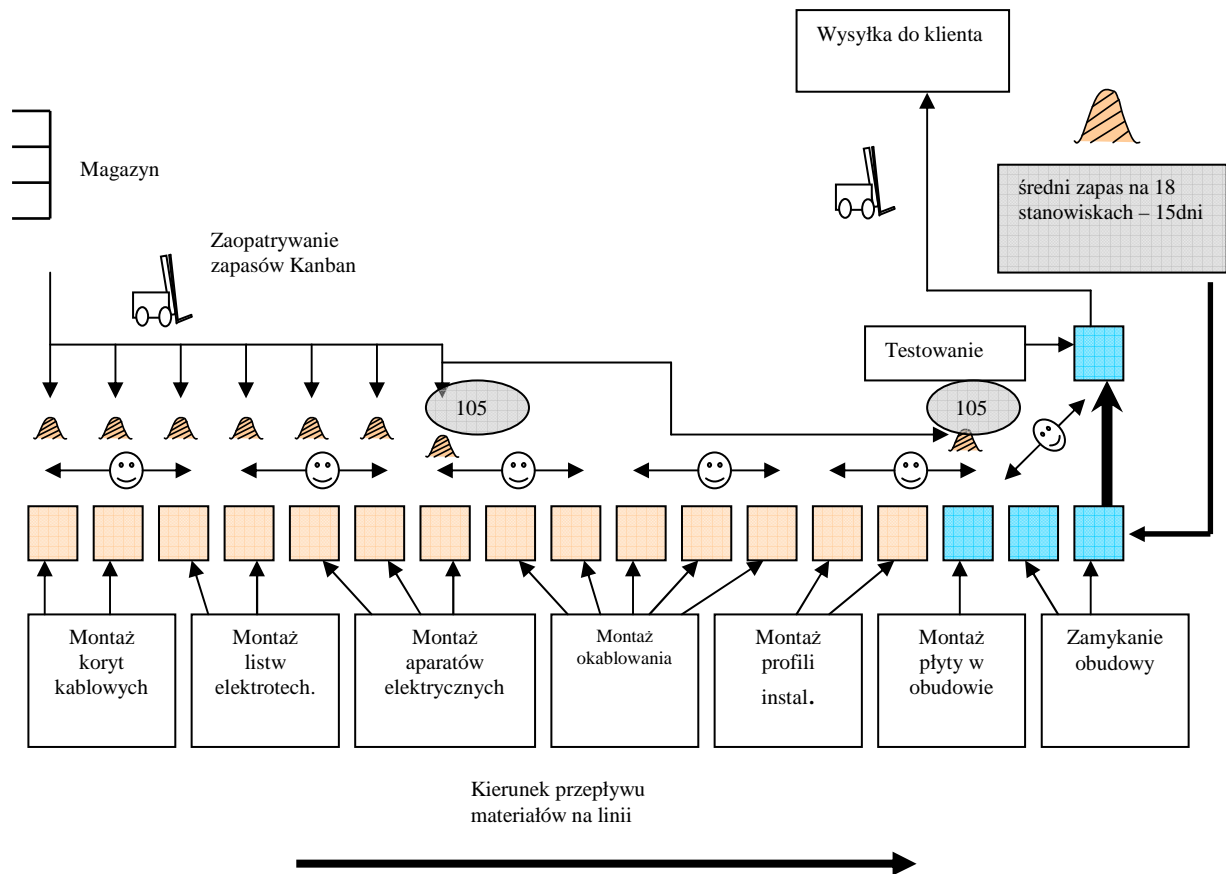
Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów źródłowych przedsiębiorstwa

Spadek zamówień ze strony klienta z poziomu 90 szt. do 6 szt. szaf TB na tydzień z początku 2010r. spowodował spadek sprzedaży o 93,4%.

W związku z tym można zauważyć, że średni poziom utrzymywania materiałów na linii montażowej wzrósł do 3 tygodni. Ponadto stwierdzono następujące problemy:

1. Wzrost średniego zapasu o 1500% (1 -> 15dni);
2. Zmniejszenie elastyczności wobec klienta (dotychczas wszelkie modyfikacje zamówienia były możliwe do realizacji w kolejnym dniu roboczym, w chwili pojawienia się problemu możliwość zmiany w planie montażu wyniosła 3 tygodnie);
3. Problem przepływu materiałów – spowodował m.in. zmniejszenie elastyczności, zamrożenie materiałów na linii, wydłużona reakcja na zmiany pojawiające się w całym łańcuchu dostaw.

Rozwiązanie tymczasowe przedstawiono na rysunku 5, nie przyniosło ono jednak spodziewanych korzyści.



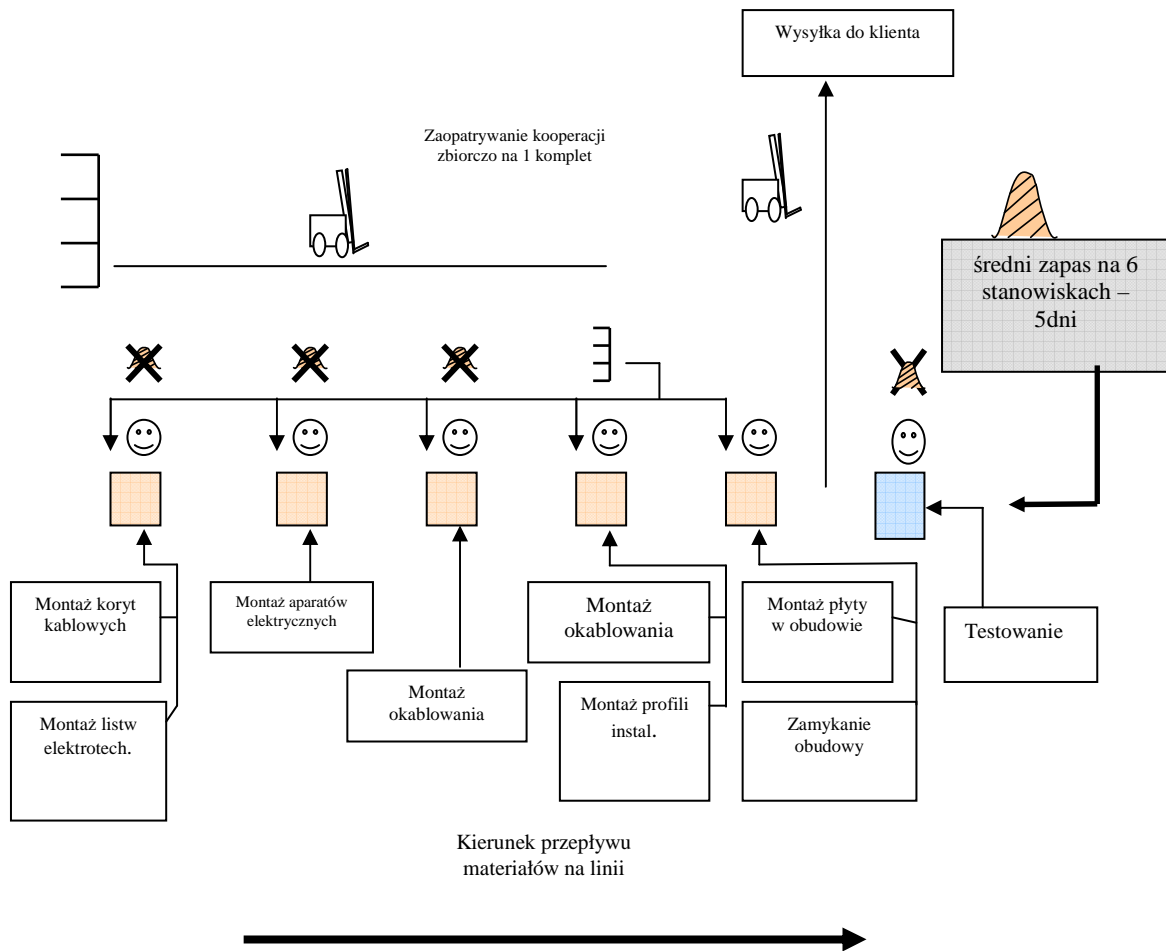
Rys.5. Linia produkcji szaf TB przed pojawieniem się problemu

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów źródłowych przedsiębiorstwa.

### 3. PROPOZYCJA ROZWIĄZANIA PROBLEMU

Zaproponowano następujące rozwiązania pod aktualny portfel zamówień na wyroby TB:

1. Zmniejszenie liczby stanowisk z 18 do 6;
2. Zmniejszenie liczby operatorów z 18 do 6 na zmianę;
3. Outsourcing poszczególnych operacji montażowych;
4. Zatrudnienie podwykonawców zewnętrznych (w okresie zwiększonego zapotrzebowania);
5. Zlikwidowanie kanbanów produkcyjnych, przejście na inny system wydawania komponentów do produkcji.



Rys.6. Dostosowanie linii produkcji szaf TB pod aktualny portfel zamówień

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów źródłowych przedsiębiorstwa

Proponowane rozwiązanie pozwala na:

- Zmniejszenie liczby stanowisk z 18 do 6, co umożliwi szybszy przepływ materiału przez linię, redukując tym samym zapas materiałów na linii z 15dni (DAYS ON HAND) do 5dni (redukcja o 67%). Jednocześnie zwiększa się elastyczność wobec klienta. Możliwy okres zmiany planu zostaje skrócony z 3 tygodni do 1 tygodnia. Dodatkowo zwolniona zostaje powierzchnia produkcyjna;
- Zmniejszenie liczby operatorów z 18 do 6, skutkuje to eliminacją zbędnego ruchu operatorów pomiędzy stanowiskami montażowymi. Każdy operator zostaje przydzielony tylko i wyłącznie do jednego stanowiska, Takt time wynosi 400 minut na 1 stanowisko.
- W przypadku nagłego (krótkotrwałego) zwiększenia obciążenia produkcyjnego (wzrost zamówień), firma nie zatrudnia dodatkowych pracowników, lecz zleca operacje montażowe firmom zewnętrznym, a koszt zatrudnienia tymczasowych pracowników pokrywa klient. Dzięki temu nie są oni ujęci jako koszt stały zakładu;
- Likwidacja kanbanów produkcyjnych, kanbany są tworzone dla poszczególnych stanowisk montażowych, czyli operacji. Po modyfikacji linii, materiał wydawany jest nie dla poszczególnych stanowisk montażowych, a wydawany jest jako zestaw dla 1 szt obecnie produkowanego wyrobu gotowego. Zatem materiał jest wydawany w ilościach tzw. Lot for Lot, – czyli co do sztuki, względem zapotrzebowania. Dzięki temu kanbany zostały całkowicie zlikwidowane.

## PODSUMOWANIE

Globalna konkurencja i duże wahania gospodarcze na świecie stanowią ogromne wyzwanie dla przedsiębiorstw produkcyjnych, również w odniesieniu do logistyki. W literaturze wiele uwagi poświęca się procesom zamawiania, zaopatrzenia, dystrybucji, magazynowania, itp. Tymczasem w przedsiębiorstwie produkcyjnym procesem, w który angażuje się najwięcej kapitału i który w znacznej mierze decyduje o sukcesie przedsiębiorstwa jest wytwarzanie wyrobów. Wytwarzanie sprawia, że główny strumień materiałów i części przepływa przez wydziały produkcyjne przedsiębiorstwa. Przepływ ten zależy od wielu czynników, z których struktura systemu produkcyjnego zdecydowanie najbardziej wpływa na procesy przepływu [13].

Przeprowadzone badania wykazały, iż nagły spadek zamówień na wybrane produkty przedsiębiorstwa wynika w głównej mierze ze światowego kryzysu oraz z przeniesienia części produkcji przez koncern do Chin w 2009r i wpłynął na podjęcie działań w kierunku usprawnienia i dostosowania organizacji produkcji do aktualnego poziomu sprzedaży.

W artykule podjęto próbę rozwiązania problemu badawczego, co przyczyniło się do redukcji wzrostu zapasów oraz skrócenia długości cyklu produkcyjnego. Przedstawiono szczegółowy sposób reorganizacji linii montażowej oraz zmianę wewnętrznych procesów logistycznych.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Pfohl H.Ch., Systemy logistyczne. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 1998
- [2] Nyhuis P., Wiendhal H-P.: Fundamentals of Production Logistics. Theory, Tools and Applications. Springer – Verlag, Berlin Heidelberg 2009
- [3] Lenort R., Feliks J., Operational production logistics in metallurgical company. [W]: TLM 2010 [Dokument elektroniczny]: “Total Logistic Management”: XIV konferencja logistyki stosowanej: Zakopane, 02–04 grudnia 2010 : materiały konferencyjne.
- [4] Ficoń K., Procesy logistyczne w przedsiębiorstwie, Impuls Plus Consulting, Gdynia 2001
- [5] Brzeziński M., Logistyka w przedsiębiorstwie, Bellona, Warszawa 2006
- [6] Pasternak K., Zarys zarządzania produkcją, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2005
- [7] Dohn K., Organizacja procesów transportu wewnętrznego – studia przypadków. Prace naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport, z. 70. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009
- [8] Kisperska-Moroń D., Krzyżaniak S., Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2009
- [9] Fijałkowski J., Transport wewnętrzny w systemach logistycznych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000
- [10] Legat A., Jak legalnie pozbyć się z zakładu niepotrzebnych już materiałów. Rzeczpospolita 28.04.2009
- [11] Cz. Skowronek, Z. Wolski, Logistyka w przedsiębiorstwie. PWE, Warszawa 2003
- [12] Abt S., Zarządzanie logistyczne w przedsiębiorstwie. PWE, Warszawa 1998
- [13] Michłowicz E., Nowe zadania logistyki produkcji. [W]: TLM 2010 [Dokument elektroniczny]: “Total Logistic Management”: XIV konferencja logistyki stosowanej : Zakopane, 02–04 grudnia 2010 : materiały konferencyjne.



**SELECTED PROBLEMS OF PRODUCTION LOGISTICS. THE PROBLEM OF PLANNING AND PRODUCTION CONTROL MOVEMENT IN THE CONTEXT OF DECLINE IN ORDERS IN THE SUPPLY CHAIN**

**Abstract:**

It has been reported that the production logistics on the one hand is to synchronize the movement of goods in the production system with elements of entry and exit from the system, on the other hand create the best conditions for effective production planning and control. Given the cursory treatment of the issue of logistics in the literature of production in the article attempts to clarify the scope of the logistics of production from the literature. Empirical studies conducted in selected manufacturing companies in terms of reducing the production of the selected production line and manufacturing process of adapting to a new, smaller backlog.

Key words: production logistics, scheduling, inventories of work in progress.