

STRATEGIE STEROWANIA PRZYKŁADOWYM PROCESEM PRODUKCYJNYM

Jolanta KRYSTEK

Streszczenie: W pracy przedstawiono zastosowanie algorytmów planowania potrzeb materiałowych MRP (Material Requirements Planning) oraz Kanban, zaimplementowanych w zintegrowanym systemie informatycznym IFS Applications, do sterowania przykładowym procesem technologicznym. Algorytmy te reprezentują dwie odmienne strategie sterowania produkcją: *push* oraz *pull*. Tłocząca strategia sterowania produkcją *push* polega na centralnym planowaniu oraz harmonogramowaniu produkcji. Strategia *pull* wykorzystuje zasadę ssania i polega na zlecaniu produkcji bezpośredniemu dostawcy na podstawie bieżącego zapotrzebowania odbiorcy. Jest to strategia zarządzania zapasami poprzez redukcję poziomu zapasów w całym procesie produkcyjno-magazynowym i związanymi z nim kosztami.

Słowa kluczowe: planowanie potrzeb materiałowych (MRP), algorytm Kanban, strategie sterowania produkcją, zintegrowany system informatyczny IFS Applications.

1. Wprowadzenie

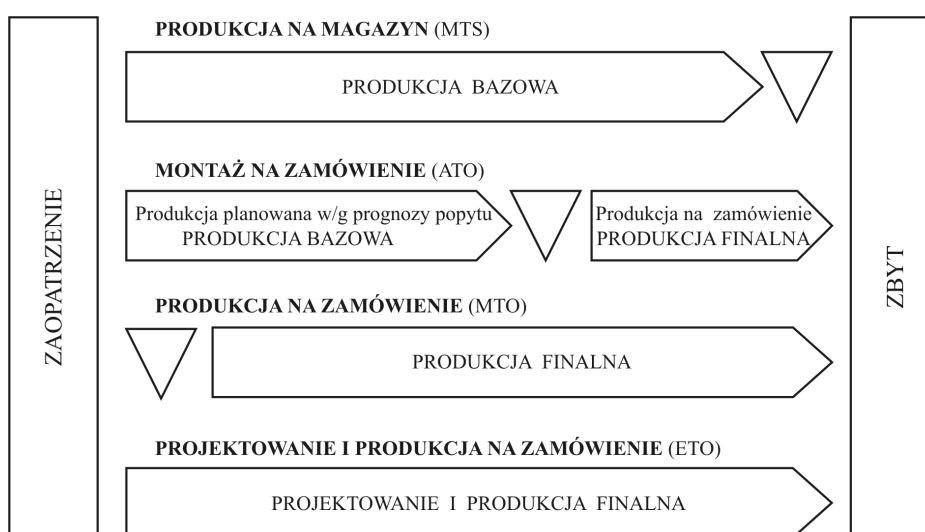
W przedsiębiorstwie, w którym realizowany jest proces produkcyjny wyrobu, niezbędne jest zaprojektowanie, wdrożenie i utrzymywanie w sprawności systemu, który powinien realizować wszystkie działania w obszarze sterowania przepływem produkcji. Nawet w przypadku gdy przedsiębiorstwo należy do grupy niewielkich lub słabiej zorganizowanych firm, w których funkcje sterowania wykonywane są często intuicyjnie, bez ściśle określonych reguł, dokumentacji itp., to jednak z upływem czasu tworzą się w sposób naturalny logicznie uzasadnione metody i zasady postępowania co jest również systemem sterowania.

W fazie projektowania struktury produkcji oraz struktury systemu produkcyjnego mamy do czynienia z istotnymi decyzjami podejmowanymi na różnych poziomach struktury funkcjonalnej. Im niższy jest poziom struktury funkcjonalnej tym bardziej szczegółowe są decyzje systemu. Są to decyzje odpowiadające na pytania: co wytwarzać?, jak produkować?, gdzie?, kiedy?, w jakich ilościach?. Podejmowane są również decyzje dotyczące zarządzania zapasami oraz planowania potrzeb materiałowych czyli odpowiadające na pytanie: czym wytwarzać ?.

Proces produkcji w przedsiębiorstwie produkcyjnym wygodnie jest rozpatrywać jako przepływ materiałów przez system produkcyjny, w trakcie którego materiały wejściowe są stopniowo przetwarzane w gotowe produkty. Planowanie potrzeb materiałowych (*Material Requirements Planning – MRP*) oparte na bilansie materiałowym, odbywa się na podstawie zdefiniowanej struktury wyrobu, informacji o stanach magazynowych, stanu produkcji w toku i planu produkcji i. Zamknięta pętla MRP (MRP Closed Loop) realizuje zarówno funkcje MRP jak i funkcje realizacji i korygowania planów, mając dodatkowo na uwadze istniejące zdolności produkcyjne przedsiębiorstwa (*Capacity Requirements Planing - CRP*) oraz aktualny stan realizacji wszystkich planów. Planowanie zdolności produkcyjnych CRP odpowiada za prawidłowe zbilansowanie całkowitej zdolności produkcyjnej zasobów produkcyjnych na

podstawie istniejącego planu produkcyjnego z planowania potrzeb materiałowych MRP.

Z punktu widzenia logistyki każdy system produkcyjny, bez względu na realizowany typ produkcji, można podzielić na dwie części [6] (rys.1). Decyzje planistyczne dotyczące części końcowej są sterowane popytem czyli podporządkowane są rzeczywistym zamówieniom klientów (wykorzystywana jest tutaj strategia „pull”), natomiast plany produkcji części pierwszej, nazywanej bazową, są oparte na prognozach popytu i tutaj sprawdza się strategia „push”. W praktyce w tym samym przedsiębiorstwie występują równocześnie różne typy produkcji co oznacza, że wykorzystywana jest kombinacja strategii typu „push” i „pull”.



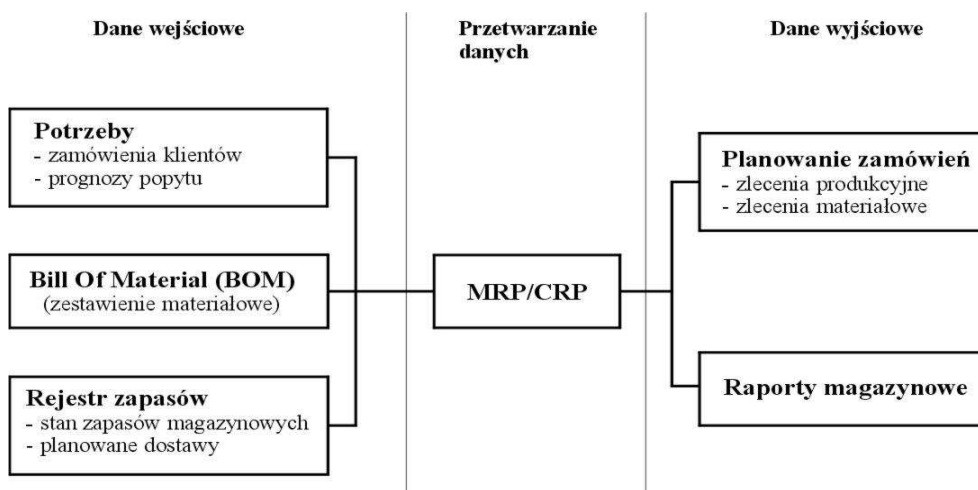
Rys. 1. Położenie przekroju oddzielenia zamówień klientów dla różnych typów produkcji

Tłocząca strategia sterowania produkcją *push* polega na centralnym planowaniu oraz harmonogramowaniu produkcji. Głównym algorytmem wykorzystywanym w tej strategii jest algorytm planowania potrzeb materiałowych MRP. Strategia *pull* wykorzystuje zasadę ssania i polega na zleceniu produkcji bezpośrednio dostawcy na podstawie bieżącego zapotrzebowania odbiorcy. Jest to strategia zarządzania zapasami poprzez redukcję poziomu zapasów w całym procesie produkcyjno-magazynowym i związanymi z nim kosztami. Kolejny zapas jest zamawiany w momencie kiedy zostanie osiągnięte minimum magazynowe. Dzięki temu minimalizuje się przestrzeń i koszty magazynowe. Pomędzy poszczególnymi stadiami procesu produkcyjnego pojawiają się ściśle kontrolowane niewielkie zapasy, które pozwalają na wygładzenie naturalnej fluktuacji procesu, zapewnienie ciągłości realizacji zamówień, szybkie reagowanie na nowe zamówienia. W tym podejściu główną rolę wykonawczą odgrywa algorytm Kanban który jest operacyjną częścią systemu Just In Time. (dokładnie na czas). Żądanie (ssanie) na materiały lub produkty wewnątrz systemu ma postać karty zamówienia (Kanban) o określonej wielkości partii, przesyłanej cyklicznie pomiędzy kooperującymi stanowiskami. Liczba krążących kart i wielkość partii jest ustalana przez nadrzędny system sterowania. Obie strategie sterowania produkcją mają swoje odzwierciedlenie w odpowiednio dostosowanym łańcuchu dostaw.

W tak skomplikowanym procesie jakim jest planowanie produkcji wiele przedsiębiorstw wykorzystuje zintegrowane systemy informatyczne wspomagające zarządzanie klasy ERP, którego przedstawicielem jest system IFS Applications. Zadaniem informatycznych systemów zarządzania jest wspomaganie procesów zarządzania przedsiębiorstwem, rozumianego jako wieloetapowy, sekwencyjny proces podejmowania decyzji. Skuteczne wdrożenie takiego systemu w przedsiębiorstwie wymusza uporządkowanie struktury informacyjnej przedsiębiorstwa, co pozwala na zwiększenie efektywności przetwarzania danych.

2. Strategia push

Proces produkcji w przedsiębiorstwie produkcyjnym wygodnie jest rozpatrywać jako przepływ materiałów przez system produkcyjny, w trakcie którego materiały z zaopatrzenia są stopniowo przetwarzane na produkty finalne. Planowanie potrzeb materiałowych, oparte na bilansie materiałowym, odbywa się na podstawie zdefiniowanej struktury wyrobu, informacji o bieżących i planowanych stanach magazynowych, stanu produkcji w toku i planu produkcji [1].



Rys. 2. Zestawienie danych wejściowych i wyjściowych dla MRP/CRP

3. Strategia pull

Do harmonogramowania procesów produkcji powtarzalnej można wykorzystać szeroko znaną metodę Kanban [2,4,6], będąca częścią operacyjną rozwiniętej w Japonii metody organizacji produkcji, znanej pod nazwą Just in Time (dokładnie na czas). Jego istota polega na bezpośrednim sterowaniu przebiegiem produkcji.

Zaletą metody Kanban jest możliwość utrzymywania stosunkowo małych zapasów produkcji w toku. Spotykane czasem opinie, iż metoda Kanban pozwala na całkowite wyeliminowanie zapasów, są błędne, co jest oczywiste, jeśli się pamięta, że produkcja powtarzalna jest produkcją na magazyn. Stosowanie tej metody ma na celu zapewnienie krótkiego czasu przetwarzania, niskich zapasów przy jednoczesnej terminowości realizacji, co jest związane z wielkością produkcji dopasowanej do liczby zamówień oraz kontrolą jakości na wszystkich etapach produkcji. Jest to tzw. system ciągniony (ang. pull-flow),

polegający na tym, iż całkowicie eliminuje lub minimalizuje magazyny między tymi operacjami lub liniami produkcyjnymi, które są wzajemnie uzależnione od siebie. System produkcji bez zapasów, głównie wyrobów finalnych, bazuje na efekcie ssania, czyli automatycznym uruchomieniu produkcji o wielkości zgodnej z zapotrzebowaniem klienta (wewnętrznego jak i zewnętrznego). Plan produkcji jest tworzony na podstawie prognozy sprzedaży lub konkretnych zamówień. Przepływ informacji rozpoczyna się dopiero w chwili złożenia zamówienia klienta i kierunek tej informacji jest przeciwny do kierunku procesu produkcyjnego. Sygnał uruchamiający zlecenie produkcyjne nie trafia na początek linii, lecz na jej koniec. Pracownik na ostatnim stanowisku otrzymuje zlecenie wykonania partii danego wyrobu. Rozwiązanie to umożliwia zsynchronizowanie przepływu materiałów z taktom pracy ostatniego stanowiska. Kierownicy poszczególnych odcinków produkcyjnych na tej podstawie określają, jakie wyroby będą im potrzebne do produkcji w poszczególnych okresach harmonogramowania. Dotyczy to zarówno wyrobów własnych, jaki dostaw kooperacyjnych. „Ssanie” rozpoczynają wydziały produkcji wyrobów finalnych, przez zamówienie elementów składowych tych wyrobów w komórkach, które je wytwarzają lub u kooperantów. Te z kolei zamawiają swoje elementy składowe u ich wytwórców lub kooperantów. Przepływ wyrobów kontrolowany jest przez system kart kanban.

System Kanban musi funkcjonować według kilku jasno określonych zasad:

- kolejna linia produkcyjna musi inicjować przepływ ze stanowiska je poprzedzającego (dlatego jest on nazywany systemem ciągnionym „pull-flow”),
- nie wytwarza się i nie transportuje wyrobu bez zamówienia w postaci karty Kanban,
- do pojemnika z wyrobami może być dołączona tylko jedna karta, a pojemnik musi zawierać stałą ilość produktów określoną w karcie,
- karty traktuje się zgodnie z zasadą FIFO,
- miejsce produkcji, informacje o miejscu przeznaczenia oraz miejsce przechowywania jest jednoznacznie określone w karcie Kanban.

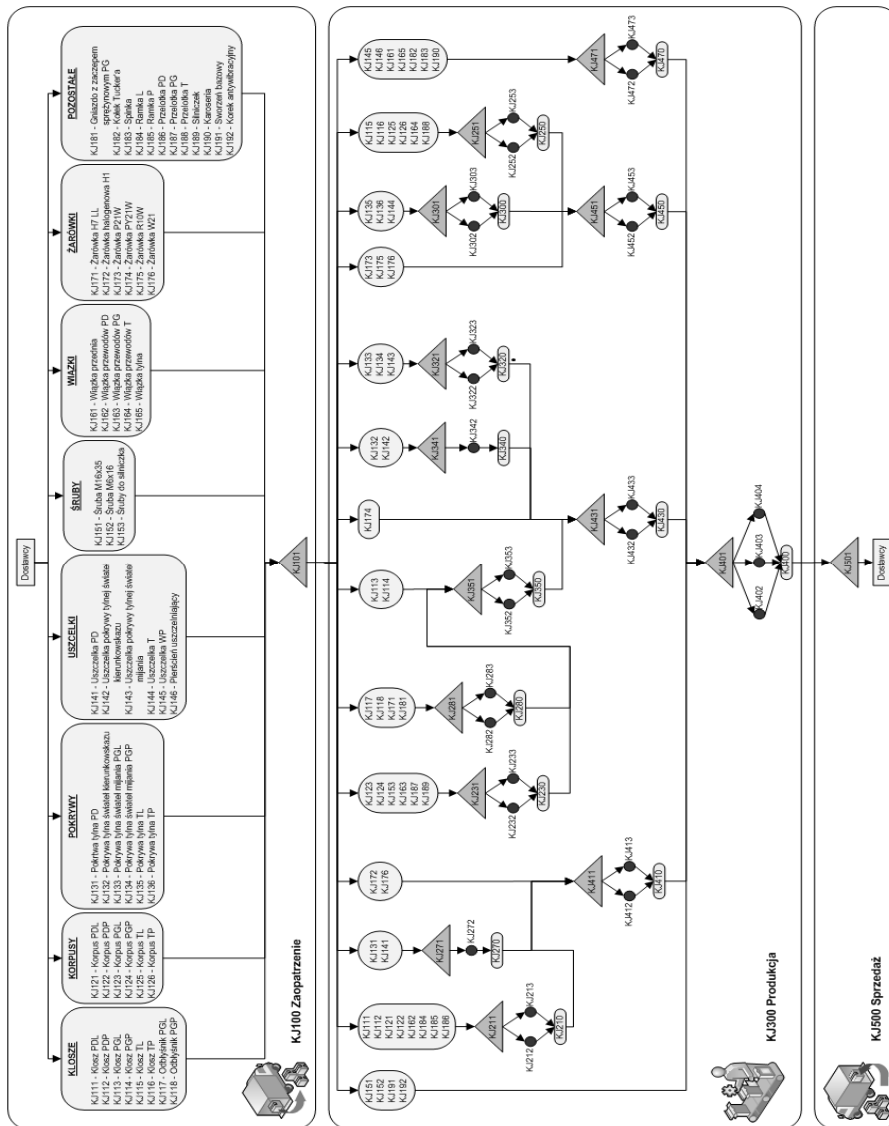
Dla prawidłowego funkcjonowania systemu bardzo istotne jest określenie ilości kart, które znajdują się w obiegu. Liczbę kart w obiegu określa się na wiele różnych sposobów i zależy ona od specyfiki systemu produkcyjnego.

Obieg kart Kanban w przedsiębiorstwach coraz częściej wspierany jest przez zintegrowane systemy informatyczne. Stosowanie ich w tradycyjnym modelu bez wsparcia informatycznego powoduje trudności związane z szybką identyfikacją kart, ich przepływem oraz śledzeniem procesów i zdarzeń mających miejsce podczas produkcji.

4. Techniczne przygotowanie produkcji

Obiektem badań było stworzone na potrzeby pracy wirtualne przedsiębiorstwo branży motoryzacyjnej zajmujące się produkcją trzech kompletów lamp do samochodu Fiat 500. W skład produkowanych kompletów wchodzi przednie lampy górne zespolone, przednie dolne lampy zespolone oraz tylne lampy zespolone.

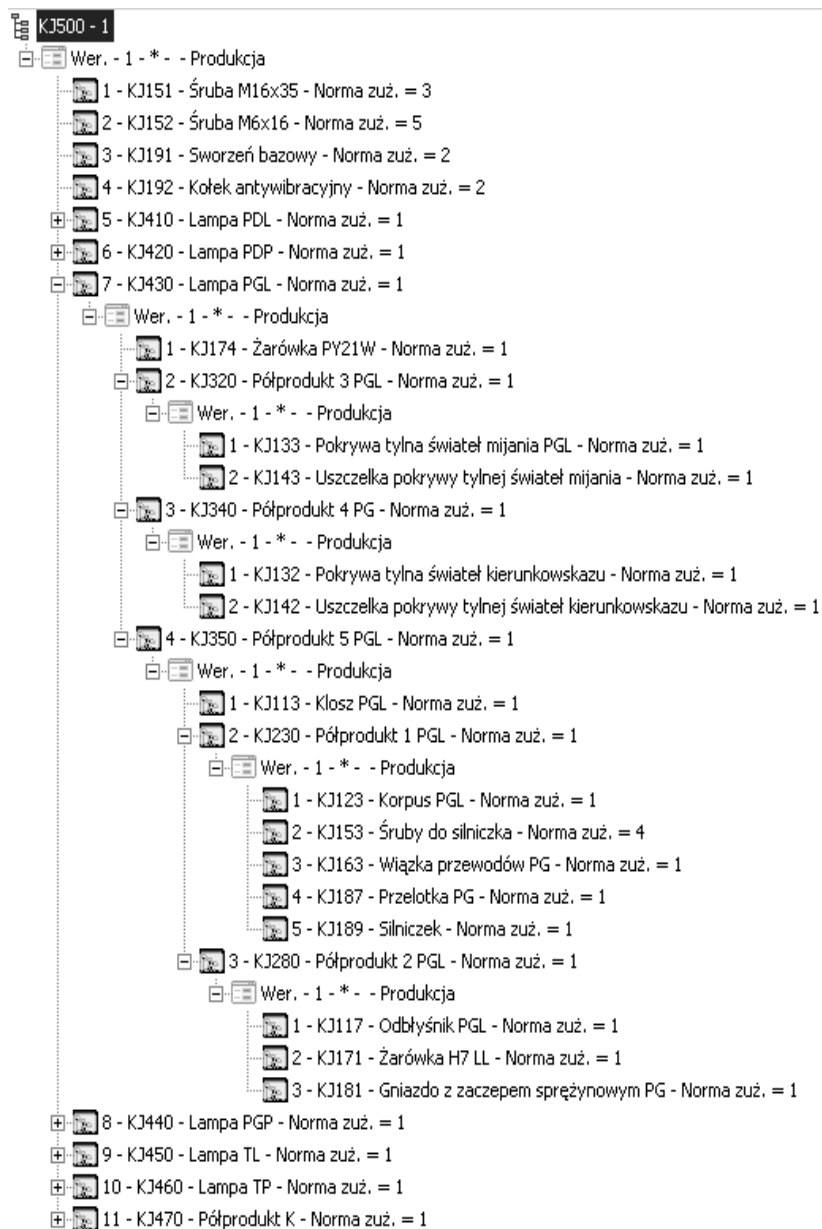
Modelowanie struktury przedsiębiorstwa, struktury produktu i procesu produkcyjnego możliwe dopiero jest po wygenerowaniu firmy.



Rys. 3. Schemat przepływu materiału w przedsiębiorstwie

Poszczególne etapy wdrożenia produkcji obejmują:

- zdefiniowanie magazynów, linii i gniazd produkcyjnych przedsiębiorstwa (rys.3),
- wprowadzenie pozycji magazynowych (fragment -tabela 1),
- zdefiniowanie struktury produktu (rys. 4)
- wprowadzenia marszrut technologicznych.



Rys. 4. Struktura produktowa (rozwińcie przednią górną lewą lampę, jednego z siedmiu głównych półproduktów)

Kolejnym krokiem jest wprowadzenie danych niezbędnych do zamawiania, a następnie kupowania i przyjmowania do odpowiednich lokalizacji magazynowych materiałów potrzebnych do produkcji.

Tab. 1. Wykaz pozycji magazynowych (fragment)

Nazwa Pozycji	NR Pozycji	Typ Pozycji	J/M	Grupy Kosztowe	Grupy Księgowe	Znaczenie indeksów grupy
KJ500	Komplet oświetlenia	Produkowana	pcs	KJ500	KJ500	Produkt Finalny
KJ410	Lampa PDL	Produkowana	pcs	KJ400	KJ400	Prod. Końcowa
KJ420	Lampa PDP	Produkowana	pcs	KJ400	KJ400	Prod. Końcowa
KJ430	Lampa PGL	Produkowana	pcs	KJ400	KJ400	Prod. Końcowa
KJ440	Lampa PGP	Produkowana	pcs	KJ400	KJ400	Prod. Końcowa
KJ450	Lampa TL	Produkowana	pcs	KJ400	KJ400	Prod. Końcowa
KJ460	Lampa TP	Produkowana	pcs	KJ400	KJ400	Prod. Końcowa
KJ470	Półprodukt K	Produkowana	pcs	KJ400	KJ400	Prod. Końcowa
KJ210	Półprodukt 1 PDL	Produkowana	pcs	KJ200	KJ200	Podmontaże
KJ220	Półprodukt 1 PDP	Produkowana	pcs	KJ200	KJ200	Podmontaże
KJ230	Półprodukt 1 PGL	Produkowana	pcs	KJ200	KJ200	Podmontaże
KJ240	Półprodukt 1 PGP	Produkowana	pcs	KJ200	KJ200	Podmontaże
KJ250	Półprodukt 1 TL	Produkowana	pcs	KJ200	KJ200	Podmontaże
KJ260	Półprodukt 1 TP	Produkowana	pcs	KJ200	KJ200	Podmontaże
KJ270	Półprodukt 2 PD	Produkowana	pcs	KJ200	KJ200	Podmontaże
KJ280	Półprodukt 2 PGL	Produkowana	pcs	KJ200	KJ200	Podmontaże
KJ290	Półprodukt 2 PGP	Produkowana	pcs	KJ200	KJ200	Podmontaże
KJ300	Półprodukt 2 TL	Produkowana	pcs	KJ200	KJ200	Podmontaże
KJ310	Półprodukt 2 TP	Produkowana	pcs	KJ200	KJ200	Podmontaże
KJ320	Półprodukt 3 PGL	Produkowana	pcs	KJ200	KJ200	Podmontaże
KJ330	Półprodukt 3 PGP	Produkowana	pcs	KJ200	KJ200	Podmontaże
KJ340	Półprodukt 4 PG	Produkowana	pcs	KJ200	KJ200	Podmontaże
KJ350	Półprodukt 5 PGL	Produkowana	pcs	KJ200	KJ200	Podmontaże
KJ360	Półprodukt 5 PGP	Produkowana	pcs	KJ200	KJ200	Podmontaże
KJ111	Klosz PDL	Zakupowa	pcs	KJ110	KJ110	Klosze
KJ112	Klosz PDP	Zakupowa	pcs	KJ110	KJ110	Klosze
KJ113	Klosz PGL	Zakupowa	pcs	KJ110	KJ110	Klosze
KJ114	Klosz PGP	Zakupowa	pcs	KJ110	KJ110	Klosze
KJ115	Klosz TL	Zakupowa	pcs	KJ110	KJ110	Klosze
KJ116	Klosz TP	Zakupowa	pcs	KJ110	KJ110	Klosze
KJ117	Odbłyśnik PGL	Zakupowa	pcs	KJ110	KJ110	Klosze
KJ118	Odbłyśnik PGP	Zakupowa	pcs	KJ110	KJ110	Klosze
KJ121	Korpus PDL	Zakupowa	pcs	KJ120	KJ120	Korpusy
KJ122	Korpus PDP	Zakupowa	pcs	KJ120	KJ120	Korpusy
KJ123	Korpus PGL	Zakupowa	pcs	KJ120	KJ120	Korpusy
KJ124	Korpus PGP	Zakupowa	pcs	KJ120	KJ120	Korpusy
KJ125	Korpus TL	Zakupowa	pcs	KJ120	KJ120	Korpusy
KJ126	Korpus TP	Zakupowa	pcs	KJ120	KJ120	Korpusy
KJ131	Pokrywa tylna PD	Zakupowa	pcs	KJ130	KJ130	Pokrywy
KJ132	Pokrywa tylna świateł kierunkowskazu	Zakupowa	pcs	KJ130	KJ130	Pokrywy
KJ133	Pokrywa tylna świateł mijania PGL	Zakupowa	pcs	KJ130	KJ130	Pokrywy
KJ134	Pokrywa tylna świateł mijania PGP	Zakupowa	pcs	KJ130	KJ130	Pokrywy
KJ135	Pokrywa tylna TL	Zakupowa	pcs	KJ130	KJ130	Pokrywy
KJ136	Pokrywa tylna TP	Zakupowa	pcs	KJ130	KJ130	Pokrywy
KJ141	Uszczelka PD	Zakupowa	pcs	KJ140	KJ140	Uszczelki

Rejestracja danych dotyczących sprzedaży jest niezbędna dla wystawiania przez klientów zamówień zakupu na pozycje produkowane, co jest wymagane dla przeprowadzenia pętli planowania potrzeb materiałowych i wystawienia zleceń produkcyjnych.

5. Planowanie potrzeb materiałowych

Planowanie potrzeb materiałowych (MRP) sumuje zapotrzebowania na wszystkie pozycje[5]. Obliczenia opierają się na istniejącym bilansie magazynowym, zleceniach produkcyjnych, zamówieniach klienta oraz zamówieniach zakupu (rys.2). Kody zamówień MRP określają, które dane planistyczne należy wprowadzić dla pozycji.

Funkcja MRP współdziała z listą punktów zamówień, która tworzy propozycje zamówień w module IFS/Magazyn. W przeciwieństwie do tej listy, funkcja MRP oblicza zapotrzebowanie dla całej struktury produktu, definiując je na wszystkich poziomach. Celem tej funkcji jest obliczenie zapotrzebowania dla pozycji w oparciu o zlecenia produkcyjne a zamówienia zakupu w oparciu o struktury pozycji. Wynikiem działania

funkcji MRP jest utworzenie propozycji wyprodukowania lub zakupu pozycji, a także określenie ich ilości. Ponadto można wygenerować propozycje planowania zleceń produkcyjnych i zamówień zakupu w celu wprowadzenia zapotrzebowania dla nowych zleceń produkcyjnych i zapotrzebowań zakupu. Zamówienia klientów (rys.5) są podstawową informacją niezbędną do uruchomienia procesu MRP. Na ich podstawie dokonane zostają wszystkie obliczenia, zastępują one Plan Główny przedsiębiorstwa.

The screenshot shows a software interface for defining a customer order. The window title is "Zamówienie klienta - J302".

Fields include:

- Nr. zam.: J302
- Klient: KJ1
- Nazwa klienta: Jan Klient
- Wymagana data/czas dost.: 2009-10-09 00:00:00
- Typ zam.: NO
- Koordinator: KOORDYNATOR
- Um.: KJ
- Waluta: PLN
- Status: Zaplanowane
- Upust dodatkowy(%): 0
- Adres dostawy: 1
- Nazwa adresu dostawy: Jan Klient
- Adres dokumentu: 1
- Nazwa adr. dokumentu: Jan Klient

Table of order lines:

Nr linii	Nr dos	Nr W J/	Nr poz. sprzed.	Opis	Wlk. sprzeda	Il. wymagar	J/M sp	W J/	W W	W W	Wymagana data/czas dost	Data/czas
1	1		KJ500	Komplet oświetlenia	50	50	pcs				2009-10-09 00:00:00	2009-10-09

Summary statistics:

- Netto/wal.ks.: 58250,00
- Netto/wal.zam.: 58250,00
- Dod. upust/wal. zam.: 0,00
- Pod.razem/wal.zam.: 0,00
- Brutto/wal.zam.: 58250,00
- Masa netto zam.: [empty]
- Łączna obj.: [empty]
- Marża/wal.ks.: 0,00
- Marża (%): 0,00
- Brut. plus narzut/wal.obca: 58250,00

There is a checkbox for "Narzuty" which is currently unchecked.

Rys. 5. Definiowanie zamówienia klienta

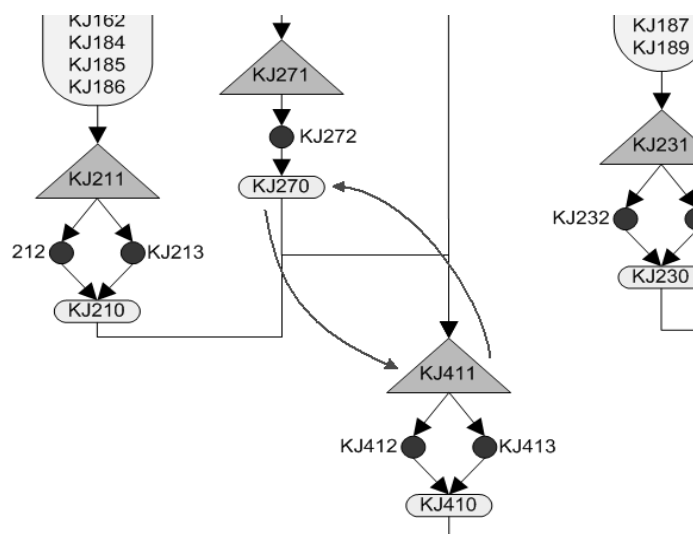
Planowanie potrzeb materiałowych sumuje zapotrzebowania na wszystkie pozycje magazynowe. MRP przetwarza zapasy magazynowe, popyt oraz dostępność pozycji rozpoczynając od wyrobu finalnego. Obliczenia są prowadzone w dół drzewa struktury wyrobu. Zgodnie z zasadą minimalizacji zapasów, w metodzie MRP przyjmuje się, że potrzeby brutto należy pokrywać korzystając z zapasów magazynowych, a gdy tych zapasów nie wystarcza to należy wystawiać zlecenia na produkcję lub zakup materiału.

IFS/MRP jest zestawem procedur wykonywanych okresowo. Algorytm MRP łączy, sporządzony na podstawie dostępnych zdolności produkcyjnych, harmonogram główny produkcji z zestawieniem materiałów niezbędnych do wytworzenia produktu, sprawdza zapasy produkcyjne na podstawie aktualnego stanu oraz ustala, które pozycje indeksu materiałowego, w jakiej ilości należy zakupić bądź wyprodukować.

6. Wykorzystanie algorytmu Kanban

Algorytm Kanban w sposób inny niż algorytm MRP zarządza przedsiębiorstwem [3]. Aby sterowanie zakładem odbywało się bez problemów należy zacząć od wprowadzenia **Danych podstawowych – Kanban** do algorytmu. Następnie trzeba stworzyć **Pętlę Kanban** w przedsiębiorstwie oraz utworzyć **Zapotrzebowanie Kanban** na materiały z przedsiębiorstwa. Pętla Kanban stanowi model przepływu materiałowego Kanban w środowisku produkcyjnym od pozyskania materiałów do ich wykorzystania w produkcji. Dla każdej pozycji z kontrolą Kanban należy zdefiniować przynajmniej jedną pętlę Kanban.

Pętla Kanban składa się z dwóch elementów: lokalizacji, w której pozycja jest stosowana oraz źródła uzupełniania materiałów, którym może być inna lokalizacja, grupa lokalizacji, linia produkcyjna, dostawca lub zewnętrzne umiejscowienie magazynowe. Każda pętla zawiera dwa zestawy informacji o ilościach Kanban: ilości Kanban istniejące, czyli bieżące, oraz ilości Kanban planowane, czyli nowe. Istnieje możliwość aktualizacji nowych ilości w celach planistycznych wraz ze zmianą warunków. Pętle Kanban można stosować do obliczania ilości Kanban, generowania kart Kanban oraz ewentualnie do przeprowadzania transakcji magazynowych.



Rys. 5. Przykładowa pętla kart (pozycja KJ270 - element pobierany z linii produkcyjnej KJ270 i dostarczany do magazynu KJ411)

Następnie należy przejść do trzech głównych procesów zawartych w systemie kart sterujących Kanban a mianowicie planowania, obsługi i wykonania. Proces **Planowania Kanban** zawiera wszystkie działania i narzędzia wspomagające niezbędne do określenia właściwej liczby pojemników Kanban do użycia dla pozycji produkowanej. Proces **Obsługi Kart Kanban** obejmuje przeniesienie działań pomiędzy planowaniem i wykonaniem Kanban. Po określeniu przez planistę Kanban satysfakcjonującego rozwiązania planistycznego, nowo obliczone ilości Kanban dla danej pętli są wdrażane w zakładzie produkcyjnym. Podczas tego przeniesienia do produkcji, dla pętli generowane są karty Kanban. Proces **Wykonania Kanban** obejmuje wszystkie działania potrzebne do zarządzania uzupełnianiem zapasów na potrzeby produkcji.

Po wprowadzeniu wszystkich pętli należy sprawdzić ich poprawność. Podstawową zmienną w każdej kalkulacji i symulacji Kanban jest spodziewana średnia wielkość dziennego zapotrzebowania (popytu). Wielkość ta jest określana dla każdego elementu w pętli Kanban. Średni popyt dzienny można wprowadzać ręcznie lub zlecić jego automatyczne obliczanie przez system. Jeżeli to system wykonuje obliczenia, stosuje w nichienne wielkości popytu z modułów IFS/Plan Główny, IFS/Planowanie Potrzeb Materiałowych lub IFS/Harmonogramowanie Produkcji. Wielkości te można wykorzystywać w symulacjach dla zobrazowania skutków wahań popytu w czasie. Jeżeli korzystamy z Modułu IFS/Planowanie Potrzeb Materiałowych jako źródła popytu dla

wszystkich elementów Kanban, które są planowane za pomocą konwencjonalnych narzędzi planistycznych tego modułu, ale wykonywane w systemie Kanban to wykonanie algorytmu MRP jest konieczne aby ustalić popyt na karty Kanban. Jeżeli element jest objęty planem potrzeb materiałowych, to popyt jest równy zapotrzebowaniu netto. a więc aby wykonać algorytm Kanban niezbędne jest wcześniejsze wykonanie algorytmu MRP. Zależność ta nie działa w drugą stronę.

7. Podsumowanie

Zastosowanie systemu *pull* pozwala na ograniczenie pojemności magazynów, ponieważ dostawy materiałów od kooperantów przychodzą dokładnie na czas. Dzięki posiadanym rezerwom zdolności produkcyjnych, wykorzystywaniu elastycznych systemów produkcyjnych, które można łatwo i szybko przebroić, znika problem zapasów międzyoperacyjnych. Zlecenia produkcyjne są ściśle zsynchronizowane z zamówieniami klientów, co eliminuje konieczność posiadania ogromnych magazynów produktów gotowych. Pozostają tylko nieuniknione zapasy produkcji w toku. Zastosowanie systemu *push*, którego celem jest maksymalizacja zdolności produkcyjnych, jest najodpowiedniejsza wówczas, gdy popyt jest przewidywalny. Taka organizacja produkcji jest więc najbardziej efektywna, gdy jej złożoność oraz zmienność popytu są względnie niewielkie. Strategia produkcji na magazyn zakłada prowadzenie procesów zaopatrzeniowych na podstawie prognoz. Obejmują one procesy od nabycia surowców po wykorzystanie zapasów wyrobów gotowych. Proces dostawy wyrobów związany jest natomiast z przyjęciem zamówienia od klienta oraz dostarczeniem zamówionych produktów.

Praca finansowana z działalności statutowej Instytutu Automatyki Pol. Śląskiej w 2010r.

Literatura

1. Banaszak Z: Gattner D., Mazur-Łukomska K., Muszyński W.: Zarządzanie operacjami, Wydawnictwo Politechniki Zielonogórskiej, Zielona Góra, 1997.
2. Browne J., Harhen J., Shivan J.: *Production Management System An Integrated Perspective*, Addison Wesley, 1996.
3. Krystek J.: Realizacja strategii push i pull w zintegrowanym systemie informatycznym. Wybrane zagadnienia logistyki stosowanej, Wyd. AGH, Kraków 2009, str. 366-373.
4. Monden Y.: *Toyota Production Systems: Practical Approach to Production Management*, Industrial Engineering and Management Press, Atlanta, GA, 1983.
5. Orlicky J.: Planowanie potrzeb materiałowych. PWE, Warszawa 1981.
6. Ptak C.: ERP Tools, Techniques and Applications for Integrating the Supply Chain, CRC Press LLC, Boca Raton FA, 2004.
7. Zaborowski M.: Nadążne sterowanie produkcją. Wyd. WAEI Politechniki Śląskiej, ISBN 83-904743-2-8, Gliwice 2003.

Dr inż. Jolanta KRYSTEK
Zakład Inżynierii Systemów
Instytut Automatyki Politechniki Śląskiej
ul. Akademicka 16, 44-100 Gliwice
tel.: (0-32) 237 15 39
e-mail: jolanta.krystek@polsl.pl