

NARZĘDZIA PLANOWANIA PRODUKCJI W ZINTEGROWANYCH SYSTEMACH INFORMATYCZNYCH KLASY ERP, ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM OPTYMALNEGO HARMONOGRAMOWANIA ZAGREGOWANYCH ZLECEŃ

Lech SWOBODA

Streszczenie: W pierwszej części artykułu kompleksowo przedstawiony został proces planowania i rozliczania produkcji z wykorzystaniem narzędzi, zintegrowanych systemów informatycznych klasy ERP/DEM (Dynamic Enterprise Modeler). W drugiej części przedstawiona została, opracowana, metoda optymalnego harmonogramowania zagregowanych zleceń produkcyjnych.

Słowa kluczowe: planowanie produkcji, zintegrowane systemy informatyczne, agregacja, harmonogramowanie, optymalizacja.

1. Wprowadzenie

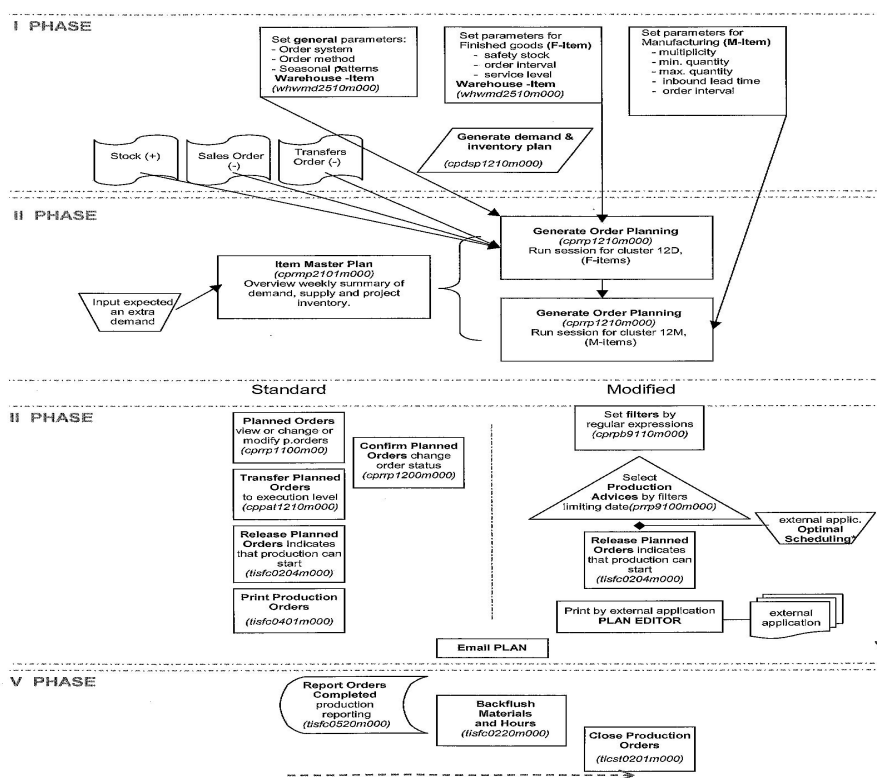
Zdolność przewidywania i szybkie reagowanie na dynamicznie zmieniającą się sytuację rynkową są z pewnością najistotniejszymi z kluczy, do odniesienia sukcesu przedsiębiorstwa. Coraz większa liczba dużych i średnich przedsiębiorstw osiąga je poprzez implementację jednego, z szerokiej oferty, informatycznych systemów wspomagających zarządzanie przedsiębiorstwem [1]. Zintegrowany system informatyczny (zwany dalej ZSI) można określić jako systemy optymalizujące procesy biznesowe zachodzące we wnętrzu jak i najbliższym otoczeniu przedsiębiorstw. Tradycyjne systemy informatyczne skupiają się na analizach statystycznych i prognozach opartych na wynikach, decyzje są podejmowane w efekcie następującego rozumowania: „z tego, co było, wynika to, co będzie”. Bardziej zaawansowana formuła prognozowania, znana jako „planowanie wymagań” przebiega zgodnie z zasadą „z tego, co jest, wynika to, co może się zdarzyć w przyszłości”. System informatyczny na podstawie kompletu informacji z dnia dzisiejszego symuluje różne scenariusze [2]. ZSI, wspierający swoich użytkowników w decydowaniu, pozwala im na konstruowanie różnych modeli konsumpcyjnych, ilości i zapotrzebowania, zanim podejmą ostateczną decyzję. Te symulacje zawierają odniesienie do najważniejszych elementów strategii biznesowej firmy typu: koszty, segmentacja rynku, cele strategiczne. Firmy oferujące zintegrowane pakiety oprogramowania dla przedsiębiorstw podkreślają integrującą rolę ukierunkowanego na procesy gospodarcze wdrażania technologii informacyjnej IT [3]. Systemy klasy ERP/DEM (Enterprise Resource Planning) należą do najnowszych rozwinięć systemów MRP I (Material Requirement Planning) i MRP II (Material Resource Planning). Uzupełniają wcześniejsze standardy o zarządzanie finansami - rachunkowość zarządczą, kontrolę płynności, rachunek kosztów. Wśród swoich licznych dodatkowych funkcji system ERP zawiera również: zarządzanie łańcuchami dostawców i planowanie działalności przedsiębiorstwa na różnych poziomach - od strategicznego po operacyjny.

Ważniejszą z cech systemów standardu ERP jest pełne integrowanie aplikacji dla wszystkich aspektów działalności, zawartych w odpowiednich modułach:

- produkcji,
- finansów,
- transportu,
- dystrybucji,
- zaopatrzenia,
- serwisu.

2. Moduły produkcyjne zintegrowanych systemów informatycznych

Nowoczesne moduły produkcji wspierają wszelkie systemy produkcji w ramach całościowego systemu oraz wiele strategii zarządzania produkcją począwszy od opracowywania produktu na zlecenie poprzez produkcję na zlecenie, montaż na zlecenie kończąc na produkcji na magazyn. Możliwości planowania w module pozwalają zamienić cele ekonomiczne przedsiębiorstwa na plany produkcyjne. Moduły oferują wsparcie dla produkcji procesowej jak i dyskretniej. Głównymi elementami spotykanymi w opisywanym module są: planowanie zdolności produkcyjnej, główny plan produkcji, wymagania materiałowe, klasyfikacja produktów, budżetowanie projektu, dane technologiczne, planowanie produkcji, oraz zarządzanie produkcją (rys. 1).



Rys. 1. Schemat planowania w module produkcji systemu Infor LN

Źródło: Opracowanie własne

3. Podmoduły, sesje, narzędzia wspomagające prawidłowe funkcjonowanie modułów produkcji w zintegrowanych systemach informatycznych

Podmodułami, które wspomagają funkcjonowanie modułu produkcji są aplikacje, pakiety narzędzi zawierające szeroko pojęte dane dotyczące podstawowych informacji, z których korzystają procesy obliczeniowe zawarte w modułach produkcji.

3.1. Dane dotyczące pozycji asortymentowych i zleceń produkcyjnych

Sesje te zawierają wszystkie dane dotyczące produkowanego asortymentu. Informuje użytkownika między innymi o:

- danych ogólnych jak wymiary produktu, waga produktu, jednostki, typ produktu,
- danych kosztowych,
- danych zapasów,
- danych zakupu,
- danych sprzedaży,
- danych produkcyjnych,

Polityka zlecenia: wskazuje, w jaki sposób pozycja asortymentowa ma być zlecana tj. anonimowo czy na zamówienie. Na podstawie prognozy pozycja asortymentowa posiadająca politykę zlecenia "Anonimowo" jest produkowana "Na magazyn". Czas realizacji zlecenia takich pozycji asortymentowych nie ma wpływu na całkowity czas dostawy dla klienta. Pozycja asortymentowa o polityce zlecenia "Na zlecenie" nie jest utrzymywana w zapasie. W większości wypadków jest to produkt standardowy o wysokim poziomie technicznym wytwarzany na zlecenie. Czas realizacji zlecenia takich pozycji asortymentowych ma wpływ na czasy dostaw.

- System zlecenia wraz z metodą zlecenia: zarządza sposobem planowania zleceń produkcyjnych dla danej pozycji asortymentowej.

Planowane zlecenia mogą pochodzić z następujących podmodułów:

- Sterowanie zapasami (INV, Inventory): podmoduły zajmują kluczową pozycję w ZSI, umożliwiają stały dostęp do najbardziej aktualnych danych o zapasach. Moduł może udostępniać obszerną informację nie tylko o historycznych transakcjach na zapasach, lecz także na temat planowanych transakcji na zapasach bazując na otwartych zleceniach. Udostępniają także informacje dotyczące daty, na którą produkt został obiecany klientowi. Bezpieczny stan zapasu oraz wielkość zlecenia mogą być w każdej chwili bez trudu aktualizowane na podstawie bieżącej sytuacji. Moduł daje możliwość generowania planowanych zleceń. Możliwość ta jest szczególnie przydatna dla pozycji asortymentowych o małej wartości lub tych, na które jest regularny popyt. Planowane zlecenia oparte są na minimalnym poziomie zapasu lub na poziomie uzupełnienia do poziomu maksymalnego. Mogą być one przekształcane na rzeczywiste zlecenia produkcyjne lub zakupu i zapobiegają niespodziewanemu niedoborowi zapasu.

3.2. Główny Harmonogram Produkcji (MPS Master Production Schedule)

Podmoduł odgrywający kluczową rolę w podejściu MRP-II do planowania logistycznego i sterowania przepływami towarów w obrębie firmy przemysłowej. MPS występuje na "szczytach" hierarchii planowania MRP-II. MPS zawiera krótko- i długoterminowe zadania firmy z uwzględnieniem sprzedaży produkcji i zapasów. Dla

każdej pozycji planistycznej MPS zawiera trzy podplany logistyczne: plan zapotrzebowania, plan produkcji i plan zapasów. Sesje generowania Harmonogramu Głównego Produkcji są jedną z najważniejszych sesji w modułach Master Production Schedule i mają następujące podstawowe zadania:

- generowanie planu logistycznego składającego się z planu zapotrzebowania planu produkcji i planu zapasów dla każdej odrębnej pozycji planistycznej;
- generowanie planowanych odbiorów międzyzakładowych w wielozakładowej strukturze firmy,
- generowanie planowanych zleceń MPS dla szczegółowego planowania i sterowania przepływem towarów;
- generowanie zgrubnego zapotrzebowania na materiały dla planowania i sterowania "częściami" o długich czasach realizacji;
- generowanie zgrubnego zapotrzebowania na zdolności produkcyjne dla uwidocznienia zapotrzebowania na zdolności produkcyjne w poszczególnych grupach stanowiących wąskie gardła.
- wyliczanie krytycznego poziomu BOM dla pozycji planistycznych.

Najważniejszymi spotykanymi pozycjami sesji Harmonogramu Głównego Produkcji są:

- prognoza zapotrzebowania - do wyliczeń której korzysta się z ilości dziennych przekształcanych na ilości w okresach. Przy określaniu rzeczywistego zapotrzebowania na okres systemy stosują automatyczne korygowanie zapotrzebowania aby zapobiegając w ten sposób fluktuacjom spowodowanym występowaniem dni wolnych od pracy;
- współczynnik trendu i wzorzec sezonowości - jest podstawowym warunkiem wyeliminowania elementu trendu i sezonowości z historii zapotrzebowania. Dla każdego okresu czynnik sezonowości jest określany na podstawie czynników sezonowości. Jeśli nie występuje stały wzorzec sezonowości to dla każdego okresu czynnik sezonowości jest ustalany na podstawie długości sezonu i historii zapotrzebowania wg okresów, które mogą być skorygowane według wpływu trendu;
- planowanie odbiorów - generowanie planu produkcji tzn. generowanie planowanych odbiorów dla planu produkcji są wykonywane w sposób następujący: jeśli oczekiwany poziom zapasów spada poniżej poziomu planowanego to są generowane planowane odbiory dla danej pozycji planistycznej. Można wprowadzić poziom zapasów na koniec okresu planistycznego MPS. Przy generowaniu planowanych odbiorów systemy biorą pod uwagę wartość pól parametrów zlecenia, takich jak: metoda zlecenia, ekonomiczna wielkość zlecenia lub stała wielkość zlecenia, minimalna lub maksymalna wielkość zlecenia;
- planowane zapasy - planowany poziom zapasów mogą być w następujący sposób: najpierw określa się wzorzec sezonowości, następnie planowany poziom zapasów (1) dla każdego okresu planistycznego MPS

$$PI(t) = SS * SF(t) \quad (1)$$

gdzie:

- PI(t) - planowany poziom zapasów w okresie t,
- SS - poziom zapasu bezpieczeństwa,
- SF(t) - czynnik sezonowości dla okresu t,

Planowane poziomy zapasów wprowadzane w planach zapasów powinny dotyczyć pożądaných poziomów zapasów na koniec danych okresów planistycznych MPS. Pożądané poziomy zapasów w trakcie okresu planistycznego MPS mogą być ustalane automatycznie np. metodą interpolacji liniowej. Dokładnie oznacza to, że zwiększenie planowanych poziomów zapasów dla utworzenia zapasów związanych ze zdolnościami produkcyjnymi nie powoduje przeciążenia produkcji na początku każdego okresu planistycznego MPS, a zapasy związane ze zdolnościami produkcyjnymi mogą być tworzone stopniowo w trakcie danych okresów planistycznych MPS.

3.3. Planowanie Potrzeb Materiałowych (MRP Material Requirements Planning)

Na podstawie Głównego Harmonogramu Produkcji oraz wielopozimowych produkcyjnych zestawień materiałowych (BOM) systemy wyliczają dokładnie, jakie podzespoły mają być wykonane oraz jakie części zakupione w określonym punkcie czasu. Ułatwia spójne planowanie przepływu towarów. Generowanie optymalnego planowania materiałów dla każdej pozycji asortymentowej objętej systemem zlecenia MRP dla którego najważniejsza jest terminowa i sfazowana czasowo dostawa materiału. Chociaż zdolność produkcyjna nie bywa optymalizowana skutki wygenerowanego planu materiałów są analizowane z uwzględnieniem zapotrzebowania na zdolności produkcyjne. Dla właściwego i dokładnego planowania materiałów wyliczenia MRP muszą być wykonywane regularnie. Zazwyczaj będzie to realizowane wówczas, gdy systemy komputerowy nie są lub prawie nie są obciążone.

Dla przetwarzania danych systemy dysponują kilkoma metodami:

- przetwarzanie regeneracyjne - gdzie dla każdej pozycji asortymentowej wykonuje się pełny przebieg MRP. Wyniki wcześniejszych wyliczeń MRP nie są w żaden sposób uwzględniane;
- zmiany netto - oznacza to, że nowe potrzeby materiałowe są wyliczane tylko dla zmienionych pozycji MPS lub MRP. Zmiany mogą wystąpić w prognozach sprzedaży, realizowanej produkcji, zleceniach zakupów lub sprzedaży, zestawieniach materiałowych technologii. „Zmiany netto” wymagają mniej czasu niż całkowicie nowe wyliczenia MRP. Jednym z powodów stosowania tej metody jest możliwość przeprowadzenia stosunkowo szybkiej symulacji zmian np. w prognozie sprzedaży w związku z rzeczywista sytuacją;
- metoda ciągła - ten przebieg MRP może być traktowany jako „Zmiany netto”, który jest okresowo automatycznie powtarzana. Następne wyliczenie MRP jest przeprowadzane tylko wtedy, gdy wystąpiły zmiany od chwili poprzedniego przebiegu. Na podstawie planowanych i prognozowanych transakcji magazynowych są generowane zalecane zlecenia produkcyjne i zakupu MRP;
- wielkość zleceń: podczas generowania planowanych zleceń system sprawdza czy ilość zlecenia jest: wielokrotnością, większą niż minimalna lub mniejsza niż maksymalna ilość dopuszczona przez użytkownika;
interwał zleceń: czas pomiędzy umieszczeniem zleceń produkcyjnych, jest minimalną wymaganą liczbą dni pomiędzy dwoma zleceniami dla tej samej pozycji asortymentowej. Stosowanie interwałów zleceń zapobiega nadmiernie dużemu i zbyt częstemu przepływowi planowanych zleceń;
- współczynnik wydajności: do planu w czasie generowania zleceń pozycji asortymentowych produkcji powtarzalnej system mnoży normy produkcyjne centrum roboczego będącego wąskim gardłem przez wartość tego pola. Otrzymana

w wyniku obliczeń norma produkcyjna umożliwia generowanie planowanych zleceń. Systemy wyliczają maksymalną normę produkcyjną dla centrum roboczego – wąskiego gardła. Jest to norma produkcyjna wyrażona w procentach;

- czas bezpieczny: jest czasem dodawanym do realizacji zlecenia w celu złagodzenia niepewności związanej z czasami dostaw zlecenia produkcyjnego;
- modele sezonowości(2): modele sezonowe są współczynnikami dla każdego okresu sezonowego. Określają one wzrost i spadek zapasu bezpieczeństwa lub spodziewanych potrzeb w danym okresie. Wzorce sezonowości są przedstawieniem fluktuacji pewnych wartości w trakcie roku. Służą jako parametry funkcji prognozowania i doradzania.

Modele sezonowości obliczamy następująco:

$$\text{Wzorec sezonu}_1 = \frac{x_1}{\frac{\sum x_{(1,n)}}{N}} \quad (2)$$

- produkcyjne zestawienia materiałowe(BOM Bill Of Materials): stanowią zbiór danych o częściach (składnikach) oraz surowcach tworzących wytwarzaną pozycję asortymentową. Zestawienie materiałowe wytwarzanej pozycji asortymentowej może zawierać kilka poziomów. Rozróżnia się trzy różne rodzaje zestawień materiałowych: wielopoziomowe zestawienia materiałowe, jednopoziomowe zestawienia materiałowe, sumaryczne wielopoziomowe zestawienia materiałowe. Produkcyjne zestawienie materiałowe jest: podstawą do kalkulacji kosztów, elementem pomocniczym w planowaniu zapotrzebowania materiałowego, oraz podstawą do agregacji krytycznych materiałów;
- kalendarz fabryczny: powinien definiować dostępny czas pracy oraz zdolności produkcyjne na każdy dzień tygodnia. Jeśli kalendarz odnosi się do specyficznego centrum roboczego, można także wprowadzić liczbę zmian przypadających na dzień roboczy. Umożliwia obliczanie dat rozpoczęcia dat zakończenia czasów realizacji operacji oraz niezbędnych zdolności produkcyjnych. Różne typy kalendarza fabrycznego wskazują, na podstawie, jakiej wartości system wylicza dostępne zdolności produkcyjne.

3.4. Prognozowanie

Metody prognozowania i obliczenia dotyczące zleceń produkcyjnych: używane są do prognozowania popytu na pozycje asortymentowe. Wszystkie metody prognozowania opierają się na prognozach rzeczywistego wydania pozycji asortymentowych w różny jednak sposób używają tych informacji.

Systemy korzystają między innymi z następujących metody prognozowania:

- średnia ruchoma: do określania prognozy dla nadchodzącego okresu wykorzystuje się średnie zapotrzebowanie przez wystarczająco dużą liczbę przeszłych okresów. Metoda ta jest szczególnie użyteczna, gdy sekwencja czasowa jest stosunkowo stabilna, a tendencje zwyżkowa i zniżkowa nie są zbyt krańcowe;
- wyrównywanie wykładnicze(3): podstawową zasadą tej metody jest przyjęcie założenia, że liczby z okresów bliższych terażniejszości mają większą wagę niż z okresów dalszych. Im starsze dane tym z mniejszą wagą wchodzą do kalkulacji prognozy.

W metodzie tej stosuje się wzór:

$$nf = pf + s(ai - pf) \quad (3)$$

gdzie:

nf- nowa prognoza,

ai- rzeczywiste wydanie poprzedniego okresu,

pf- poprzednia prognoza,

s- współczynnik wygładzania zależy od prędkości, z jaką prognozy reagują na wahania rzeczywistego zapotrzebowania, niski współczynnik wygładzania powoduje duży stopień wygładzenia.

- wg poprzedniego roku: prognoza na nadchodzący okres określana zazwyczaj jest na bazie średniego zapotrzebowania w ciągu pewnej liczby przeszłych okresów. Użytkownik może określić, które i ile okresów zostanie włączonych do obliczeń. Aby można było stosować tę metodę należy zdefiniować następujące dane: liczbę okresów wstecznych w poprzednim roku, liczbę okresów następnym w poprzednim roku. Ta metoda prognozowania jest szczególnie użyteczna dla pozycji asortymentowych podlegających wahaniom sezonowym;
- wg popytu ostatniego okresu: w metodzie tej prognoza potrzeb na dany okres równa jest wydaniu w poprzednim okresie;
- kalkulacja krótkoterminowej prognozy potrzeb wg pozycji asortymentowej: system korzysta z prognozy potrzeb przy obliczaniu: bezpiecznego stanu zapasu (4) i punktu uruchomienia uzupełnienia (5).

Bezpieczny stan zapasu:

$$S = K \times 1,25 \times MAD \sqrt{\frac{O_{int} \times \frac{5}{7} + O_{ltm} + S_{ftm}}{\text{Dl. okresu}}} \quad (4)$$

gdzie:

S - bezpieczny stan zapas,

K - współczynnik określony przez system na podstawie poziomu usług,

MAD - wartość bezwzględna średniego odchylenia,

O_{int} - przedział czasu pomiędzy zleceniami,

O_{ltm} - czas realizacji zlecenia,

S_{ftm} - czas bezpieczeństwa.

Punkt uruchomienia uzupełniania zapasu:

$$\text{Punkt uzupełnienia} = \frac{\text{prognoza potrzeb} \times (O_{ltm} + O_{int} \times \frac{5}{7} + S_{ftm})}{\text{Dl. okresu}} + S \quad (5)$$

gdzie:

O_{ltm} - czas realizacji zlecenia,

O_{in} - przedział czasu między zleceniami,

S_{ftm} - czas bezpieczeństwa,

S - bezpieczny stan zapasu.

Rozliczanie produkcji: w systemach powinno być związane z raportowaniem realizowanej produkcji na każdym z jej etapów. Sesje „raportowania” służą do

wprowadzania całego zlecenia produkcyjnego lub jego części poprzez zaksięgowanie ilości raportowanej do zapasów. Efektem takiego raportu powinno być zmniejszenie poziomu prac w toku. Możliwe jest ponowne wydanie tych ilości na produkcję lub do sprzedaży. Dodana ilość jest także uwzględniana w obliczeniach wyników produkcji. Po zgłoszeniu zlecenia produkcyjnego jako zakończone możliwe jest dalsze przetwarzanie wydań materiałowych lub księgowanie godzin dla tego zlecenia, nie trzeba czekać na dodanie produktów do zakończenia wszystkich pozycji asortymentowych zlecenia. Zazwyczaj księgowanie jest realizowane wówczas, gdy produkowane pozycje asortymentowe są składowane w magazynie. System używa informacji o bieżących operacjach do sprawdzenia czy zlecenie zostało zakończone. Aby mieć możliwość zaksięgowania zgłoszonej wytwarzanej pozycji asortymentowej do zapasów nie jest obowiązkowe zgłoszenie operacji jako zakończonej. Rozliczanie zwrotne polega na automatycznym wydawaniu oszacowanych materiałów lub zaksięgowaniu godzin po zgłoszeniu operacji lub zlecenia jako zakończonego lub częściowo zakończonego. Składniki pozycji asortymentowych są rozliczane zwrotnie z produkcyjnego zestawienia materiałowego rozważanej, wytwarzanej pozycji asortymentowej. Rozliczanie zwrotne przeważnie odbywa się na podstawie ilości zgłoszonej w chwili zakończenia zlecenia lub operacji. Natomiast jeżeli rozpatrywane są jakiegokolwiek operacje, rozliczanie zwrotne odbywa się dla ilości produktów końcowych. Ilości rozliczone zwrotnie są zawsze dodawane do faktycznej kalkulacji kosztów [4].

4. Agregowanie danych

Przy bliższym przyjrzeniu się jakimkolwiek danym stwierdzamy, że prawie zawsze mają one charakter pewnego agregatu, jakkolwiek niekiedy stopień agregacji może być niewielki. Sposób agregowania może być różny, zasadniczo wyróżnia się trzy podstawowe sposoby agregowania danych: agregacja podmiotów, agregacja w czasie, agregacja technologiczna. Agregowanie danych w systemach dotyczy agregacji technologicznej oraz agregacji w czasie. Agregacja technologiczna, dóbr polega na tym, że zwykle operujemy pewnymi pojęciami ogólnymi nie uwzględniającymi podobieństw asortymentowych. Posługiwanie się agregatami jest pewnym uproszczeniem, ale jest konieczne, gdyż inaczej łatwo zgubić się w powodzi szczegółów, spoza których trudno dostrzec ogólniejsze prawidłowości. Stopień agregacji dóbr zależy od konkretnych potrzeb przeprowadzonej analizy. Należy zwrócić uwagę na to, że agregacja oznacza stratę pewnego zasobu informacji, jaką bez przeprowadzenia agregacji dysponujemy. Wybór stopnia agregacji jest problemem podjęcia pewnej optymalnej decyzji minimalizującej straty wynikające ze zbyt skąpej lub obszernej informacji [5].

Agregacja w czasie polega na tym, że informacje liczbowe, jakimi dysponujemy nie dotyczą zwykle momentów czasu, ale dłuższych jego odcinków. Dysponowanie takimi danymi sprawia, że otrzymujemy o ostatecznych wynikach kształtowania się procesów na przestrzeni całego odcinka czasu, nie mając możliwości wnikięcia w to jaki był przebieg w poszczególnych momentach składających się na ten odcinek. Uniemożliwia to przede wszystkim obserwację i analizę wahań periodycznych o długości cyklu krótszej od długości okresów.

Agregowanie Harmonogramu Głównego Produkcji obejmuje przeważnie plan zapotrzebowania produkcji i zapasów dla rodzin wyrobów. Narzędzia umożliwiają wprowadzanie zależności pomiędzy rodzinami. Można agregować zarówno plan zapotrzebowania produkcji i zapasów rodzin pod-produktów lub pozycji MPS. Pierwotne

informacje są agregowane dla pozycji MPS, a wtórne informacje dla rodzin wyrobów lub pozycji planistycznych wielozakładowego planu logistycznego. Przy agregacji szczegółowych informacji o przepływach towarów, przepływy historyczne i planowane są również agregowane dla pozycji kastomizowanych.

4.1. Optymalne harmonogramowanie zagregowanej produkcji

Linie produkcyjne są obecne w różnych środowiskach przemysłowych i wykorzystywane są do wytwarzania wielu różnych produktów. Zazwyczaj kilka modeli standaryzowanego produktu różniące się od siebie wielkością, składnikami lub akcesoriami tworzą rodziny produktów, a produkowane są wspólnie na jednej linii produkcyjnej. Z punktu widzenia klienta różnorodność dostępnych produktów pozwala mu na wybór spełniający jego indywidualne wymagania. Producentowi zaś zależy na efektywnej produkcji, czyli możliwie jak najtańszej, szybkiej i bez konieczności wprowadzania częstych modyfikacji ustawień linii produkcyjnej. Problem jest znalezienie odpowiedniej sekwencji wytwarzanych modeli potrzebnych do spełnienia wymagań rynku [6]. W przypadku linii montażowych pracujących w rytm taktu, czas potrzebny na wykonanie odpowiedniej pracy na każdej stacji ograniczony jest do pewnej maksymalnej wartości. Ze względu na ograniczenia wynikające z czasu cyklu, linie montażowe, podprocesy mogą posiadać różne wskaźniki taktu produkcji danego asortymentu. W tym przypadku pojawia się problem rozmieszczenia i wyznaczenia wielkości buforów. Z jednej strony bowiem bufory zwiększają koszty linii, z drugiej usprawniają jej działanie i ich brak mógłby powodować zakłócenia procesu produkcji.

Wielkość zapasu cyklicznego ZWC (normatyw dla linii), określa się w sposób:

$$Z_{wc} = Z_{op} + Z_t + Z_k \quad (6)$$

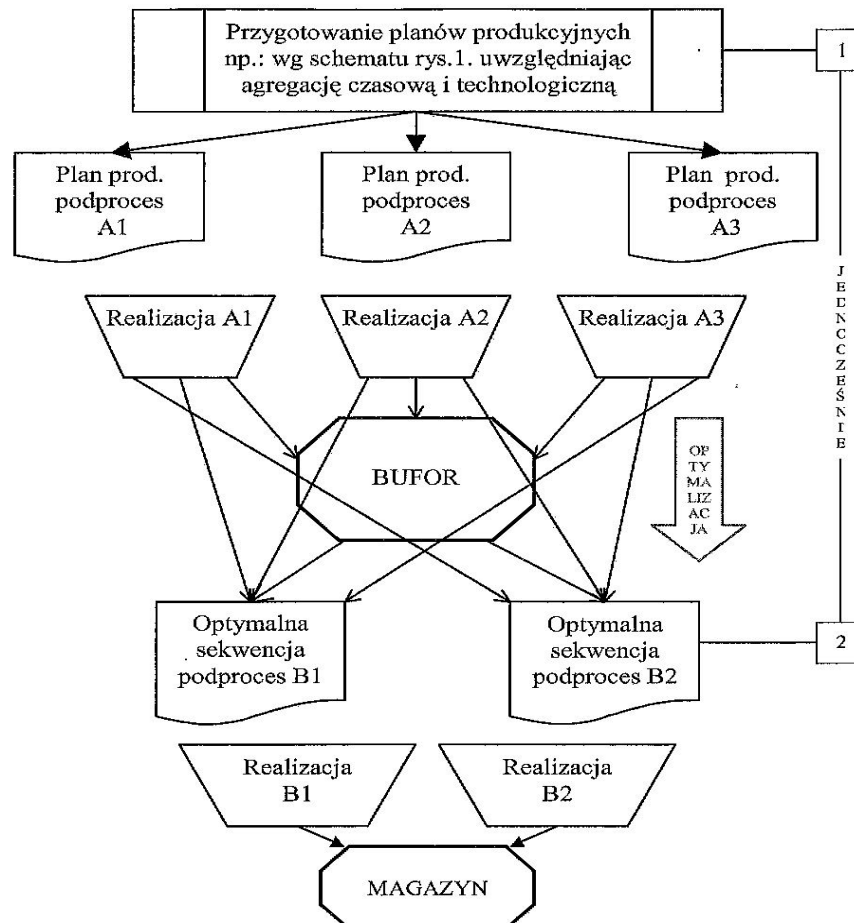
gdzie: Z_{op} - zapas operacyjny,

Z_t - zapas transportowy,

Z_k - zapas kompensacyjny umożliwia dwóm następującym po sobie fazom

wykonania wyrobu pozostawanie w pożądanym stopniu niezależności.

Ze względu na różnorodne specyficzne procesy produkcyjne, mogą istnieć wieloetapowe ciągi podprocesów produkcyjnych z różnym taktem, pomiędzy którymi tworzone są bufory produkcyjne (6), co przedstawia Rys. 2.



Rys. 2. Schemat wieloetapowego procesu produkcyjnego
 Źródło: Opracowanie własne

Różnorodny asortyment, którego produkcja w różny sposób wpływa na „zaspokojenie potrzeb” linii produkcyjnych następnym podprocesów, powoduje potrzebę sekwencjonowania planów w celu zoptymalizowania partii produkcyjnych, jest możliwe sterowanie nimi w celu zwiększenia obciążenia późniejszych podprocesów. W ustaleniu optymalnej sekwencji partii produkcyjnych można korzystać z wskaźnika „Wartości planu W” (opracowanie własne), który obliczany jest w następujący sposób:

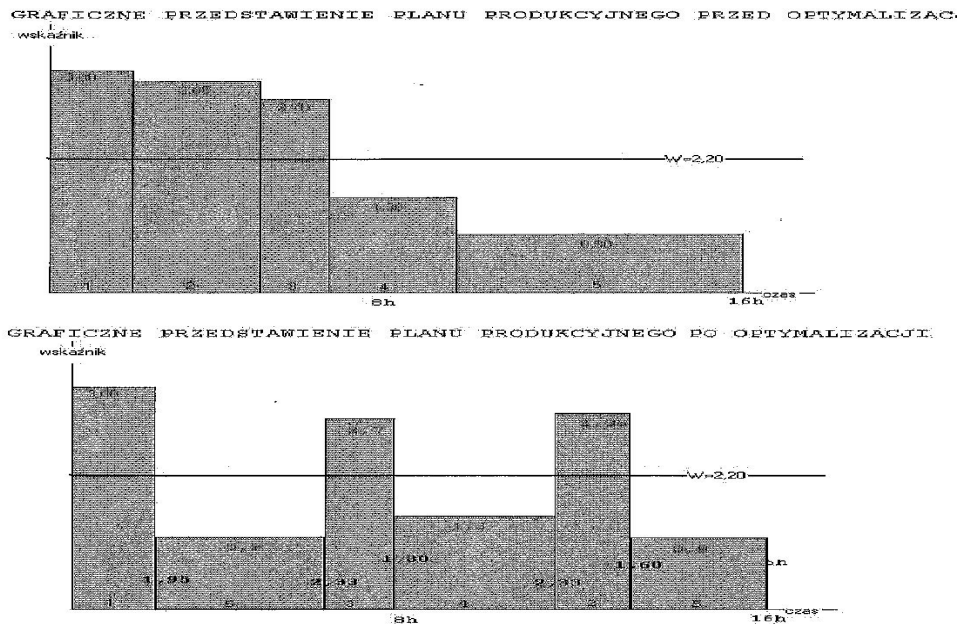
- obliczamy wskaźnik obciążenia „w” dla jednej sztuki każdej produkowanej pozycji asortymentowej; np.: dla pozycji X
 - wydajność podprocesu A1(rys.1) jest równa 1000szt/h,
 - wydajność podprocesu B1(rys.1) jest równa 1200szt/h.
 z powyższego wynika, że wskaźnik „w” dla pozycji X jest równy - 0,833.
- obliczymy wagę udziału (7) poszczególnych pozycji planu

$$\text{udzialwskaznika}[\%] = \frac{\text{pozycja planu} * 100}{\text{suma planu}} \quad (7)$$

- obliczamy wskaźnik obłożenia „W” wartość całego planu dysponując tabelą, która składa się z kolumn: wskaźniki wydajności „w” poszczególnych pozycji, procentowy udział danego wskaźnika w planie:

$$\text{Wartość planu} = \sum(\text{wsk. obłożenia dla pozycji} * \text{udział poz. w planie}) \quad (8)$$

Znając wartość planu (8) należy doprowadzić, do sekwencji partii produkcyjnych (Rys. 3), której średnia wskaźników obciążenia w jednostce czasu, np. 8h, dążyć będzie do wartości planu. Opisana metoda ma również zastosowanie w bilansowaniu całości produkcji wieloetapowej.



Rys. 3. Graficzne przedstawienie zoptymalizowanej sekwencji planu
Źródło: Opracowanie własne

5. Wnioski

Analizując stronę teoretyczną problematyki związanej z systemami informatycznymi można stwierdzić, że literatura, szczególnie ta najnowsza, szeroko omawia te zagadnienia. W literaturze podkreśla się fakt, iż szybki i efektywny przepływ strumieni informacyjnych jest podstawowym warunkiem sprawnego funkcjonowania procesów logistycznych. Zaznacza się również, że wprowadzenie środków informatycznych do procesów informacyjnych stworzyło zupełnie nową jakość. Odnosi się to również do logistyki, gdzie wiele funkcji jest związanych z różnorodną transformacją informacji. Współczesne systemy IT wspomagają proces planowania produkcji na wielu płaszczyznach, od momentu generowania zamówień przez klientów, poprzez zakup surowców do produkcji,

składowanie surowca w magazynie, wytworzenie wyrobu gotowego z późniejszym składowaniem, kompletację, aż po dostarczenie do klienta. Mając do dyspozycji w firmie systemy klasy ERP wraz z odpowiednimi modułami jesteśmy w stanie na bieżąco, planować, kontrolować i zarządzać zasobami.

Literatura

1. Wójcik M.: Proces podejmowania decyzji w przedsiębiorstwie. E bookowo 2009.
2. Handfield R.B., Nichols E.L. Jr.: Introduction to Supply Chain Management - Inteligentne systemy informacyjne, Computerworld, nr 14 (426), 2000.
3. Lasek M.: Integracja systemów informatycznych, *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa*, nr 9 (620) wrzesień 2001.
4. Zasoby internetu – <http://www.baan.com>, 2003.
5. Pawłowski Z.: *Ekonometria*. wydanie II; PWN, Warszawa 1969.
6. Grzechca W.: *Dwuetapowa metoda projektowania balansu linii montażowej*. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2013.
7. Brzeziński M.: *Projektowanie systemów produkcyjnych i procesów sterowania produkcją*. Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 2002.

Mgr inż. Lech Swoboda
44-200 Rybnik, ul. Olszowa 5
lechswoboda@gmail.com