

VIII. DOBÓR ALGORYTMÓW PROCESU PODEJMOWANIA DECYZJI JAKO CZYNNIK OPTYMALIZUJĄCY SYSTEM PRZETWARZANIA DANYCH

1. Zarys systemu informacyjnego produkcji

Proces koordynacji oraz sterowania produkcją odbywa się cyklicznie, a zmaterializowaną jego formą jest system przetwarzania danych.

Na rysunku 73 przedstawiamy ogólny model powiązania danych w systemie sterowania produkcją. Model ten wynika z schematu przepływu materiałów i obiegu informacji w przedsiębiorstwie na tle gospodarki narodowej. Zajmiemy się omówieniem tego modelu, charakteryzując podstawowe jego elementy.

Analiza zbytu wiąże się z badaniami rynku krajowego i zagranicznego w zakresie możliwości sprzedaży produkowanych towarów, z przewidywaniem nowej grupy wyrobów, z oceną jakości wyrobów, serwisu eksploatacyjnego itp. Funkcja ta jest stosunkowo mocno zakorzeniona w gospodarce rynkowej.

W gospodarce planowej większy wpływ na program produkcyjny mają wytyczne, ustalone w Narodowym Planie Gospodarczym. Oba te czynniki występują na ogół równocześnie w różnych systemach gospodarczych, lecz w różnym stopniu nasilenia.

Szacowanie programu produkcji polega na porównaniu możliwości zbytu z możliwościami produkcyjnymi. Wstępne bilansowanie potrzeb i możliwości odbywa się przy zastosowaniu bardzo mocno zagregowanych wskaźników techniczno-ekonomicznych. Funkcja ta może być utożsamiona z pewnymi elementami planowania perspektywicznego lub można ją określić umownym mianem „planu-koncepcji”¹.

Zagregowane planowanie produkcji polega na szczegółowym opracowaniu „planu-koncepcji” przez zastosowanie większej liczby analitycz-

¹ Por. Cz. Bobrowski: *Plan — koncepcja planu administracyjnego*, „Gospodarka Planowa” 1968, nr 5.

tyce gospodarczej, plan ten określany jest jako techniczno-ekonomiczny (tpf). Plan ten określa podstawowe parametry sterowania produkcją.

Dekompozycyjne planowanie potrzeb polega na dekompozycji planu administracyjnego pierwszego stopnia na analityczne czynniki produkcyjne. W poprzednim etapie plan był wyrażony w jednostkach syntetycznych, takich przykładowo, jak: wyroby, wartość produkcji w toku i zapasów, koszt robocizny. Teraz dokonuje się dekompozycji poszczególnych syntetycznych jednostek na bardziej analityczne jednostki, np. numery części podzespołów, rodzaje materiałów, przyrządów, narzędzi, grupy zaszerogowania roboty, stanowiska robocze. Dekompozycja odbywa się przez tzw. rozwijanie montażowe wyrobów i określanie liczby poszczególnych detali i podzespołów przez pomnożenie liczby sztuk na jednostkę wyrobu przez planowaną wielkość produkcji danego wyrobu.

Następnie określa się zapotrzebowanie materiałów, robocizny i oprzyrządowania. Zapotrzebowanie to występuje w praktyce w formie tzw. zestawień pracochłonności i materiałochłonności (w różnych przekrojach).

Dalszym etapem jest dynamiczne określenie potrzeb według cyklu produkcyjnego. Potrzeby te zostają zbilansowane ze stanem zapasów, zdolnością produkcyjną itp. W efekcie otrzymuje się tzw. potrzeby netto, będące szczegółowym zadaniem zaopatrzenia i produkcji.

W praktyce przedsiębiorstw produkcyjnych, dekompozycyjne planowanie potrzeb występuje w dwóch tradycyjnych agendach: w technicznym przygotowaniu produkcji (pracochłonność i materiałochłonność) oraz operatywnym planowaniu produkcji (określanie potrzeb netto). W zasadzie jest to jeden zbiór zazębiających się operacji systemu sterowania produkcją. Administracyjne jego rozczłonkowanie między różne komórki pionu głównego technologa a szefa produkcji powoduje rozerwanie systemu sterowania produkcją. W rzeczywistości bowiem określanie potrzeb nie odbywa się dekompozycyjnie, a raczej w większości wypadków — intuicyjnie oraz nie dynamicznie, a tylko statycznie — często w toku już rozpoczętego cyklu produkcyjnego.

Rozmieszczenie zasobów polega na zbilansowaniu potrzeb netto ze zdolnością produkcyjną poszczególnych komórek. W ten sposób np. wydział produkcyjny otrzymuje szczegółowe zadania określające asortymentową strukturę, terminy rozpoczęcia i zakończenia produkcji, nakłady finansowe (np. limit godzin nadliczbowych). Plan ten staje się obowiązujący dla danej komórki organizacyjnej i będzie egzekwowany przez komórkę nadrzędną. Stąd też plan ten nazwiemy „planem administracyjnym drugiego stopnia” — określanym często jako operatywny plan produkcji.

Ustalenie harmonogramu rozmieszczenia zasobów jest przedłużeniem dezagregacyjnego procesu planowania. Polega na dynamicznym rozwinięciu planu administracyjnego drugiego stopnia przez ustalenie zadań dla pojedynczych stanowisk roboczych (ewentualnie ich grup) w zależności od

sposobu zorganizowania produkcji, przez wystawienie dokumentacji produkcyjnej (warsztatowej) i przy zachowaniu reguł organizacji danego typu produkcji.

Ustalanie harmonogramu rozmieszczenia zasobów jest procesem podobnym do dekompozycyjnego planowania potrzeb. Podobieństwo polega na bardziej szczegółowym ułożeniu „planu administracyjnego”. Różni się on tylko stopniem szczegółowości planu.

Dysponowanie produkcją jest elementem łączącym obieg informacji z przepływem materiałów i przypomina rodzaj przekładni doraźnie rozstrzygającej konflikty, związane z zabezpieczeniem produkcji w materiałach, oprzyrządowanie i półfabrykaty, terminowym wpływem wyrobów itp.

Ewidencja polega na rejestrowaniu wszystkich zaszłości (wydarzeń), ich grupowaniu, kalkulowaniu i rozliczaniu kosztowo-finansowym zgodnie z przyjętymi zasadami. Końcowym celem ewidencji jest sprawozdawczość i statystyka. Innymi słowy, ewidencja polega na identyfikacji przebiegu procesu, natomiast sprawozdawczość (w szczególności — okresowa) jest sprzężeniem systemu sterowania produkcją.

Planowanie i projektowanie konstrukcji nowych wyrobów stanowi oddzielny element, podający źródła informacji technicznej, profilującej cały system sterowania.

Na rysunku 73 linią przerywaną oznaczano trzy rodzaje sprzężeń identyfikujących przebieg procesu produkcyjnego. Sprzężenia te wyznaczają trzy cykle sterowania produkcją: perspektywiczny (PSP), okresowy (OSP) i bieżący (BSP), których wzajemne zależności ilustruje rysunek 69.

2. Elementy systemu informacyjnego w przedsiębiorstwie

W przedsiębiorstwie istnieje zwyczaj rozdzielania funkcji sterowania produkcją między kilka niezależnych komórek organizacyjnych. Każda komórka zajmuje się jedną lub kilkoma zmiennymi wyjściowymi, dla których albo zmienia pewne wartości parametrów dla skorygowania odchyleń od planu, albo informacje o tych odchyleniach przekazuje innym komórkom organizacyjnym. Przez rozdzielny sposób sterowania powstały w przedsiębiorstwie tzw. tematyczne agendy przetwarzania danych, które zwykle odpowiadają administracyjno-produkcyjnej organizacji przedsiębiorstwa (por. rozdz. VII, pkt. 1).

Zgodnie z zasadą rozdzielnego sterowania nie jest to podział funkcjonalny, wolny od powtórzeń, jak to przedstawia ogólny model powiązania danych w systemie sterowania produkcją. Stąd też należy poszukiwać takich podsystemów, których złożenie (bez powtórzeń) umożliwiła zbudowanie zintegrowanego SPD. Na rysunku 74 przedstawiamy ogólny schemat SPD. Poszczególne podsystemy sterowania charakteryzują się generowaniem poleceń i recepcją danych identyfikacyjnych.

- c) stan realizacji (wykonawstwa),
— dysponowanie.

SPD w przedsiębiorstwie ograniczono w opisie do okresowego cyklu, który charakteryzuje się cyklicznym obiegiem informacji. Nie określa się częstotliwości jego rotacji, lecz można przyjąć, że odbywa się ona przy każdorazowej analizie wykonania planu, szczególnie w wypadkach napływu nowych zamówień i pracy z nim związanej, a poświęconej analizie zdolności produkcyjnej. Cykl obiegu danych, zaczynający się od bilansowania i układania harmonogramów daje początek bieżącemu sterowaniu produkcją.

Dla bieżącego sterowania charakterystyczny jest cykl wystawiania dokumentacji produkcyjnej (warsztatowej), poprzedzony każdorazowo bilansowaniem i układaniem harmonogramów produkcji. W tym cyklu sterowanie odbywa się dzięki dysponowaniu w sposób ciągły i bieżący, bez możliwości wyznaczenia szczególnych przedziałów czasu.

Przedstawiony model SPD celowo ograniczono do czynności powtarzających się cyklicznie. Pominęto analizę zbytu oraz szacowanie programu produkcji jako funkcje niecykliczne, z tym jednak, że w tym wypadku można mówić o długim cyklu, wynikającym z trybu NPG. Z drugiej strony, cykl ten również może być traktowany jako ciągły, bowiem tego typu funkcje muszą stale towarzyszyć podejmowaniu decyzji finalnych. Ten zbiór czynności określimy jako typowy dla perspektywicznego sterowania produkcją. Pewne wybrane funkcje zbytu włączono do okresowego systemu sterowania o nazwie „sterowanie zbytem”. Będzie to przede wszystkim procedura związana z potwierdzeniem zleceń odbiorców i weryfikacja przepustowości produkcji.

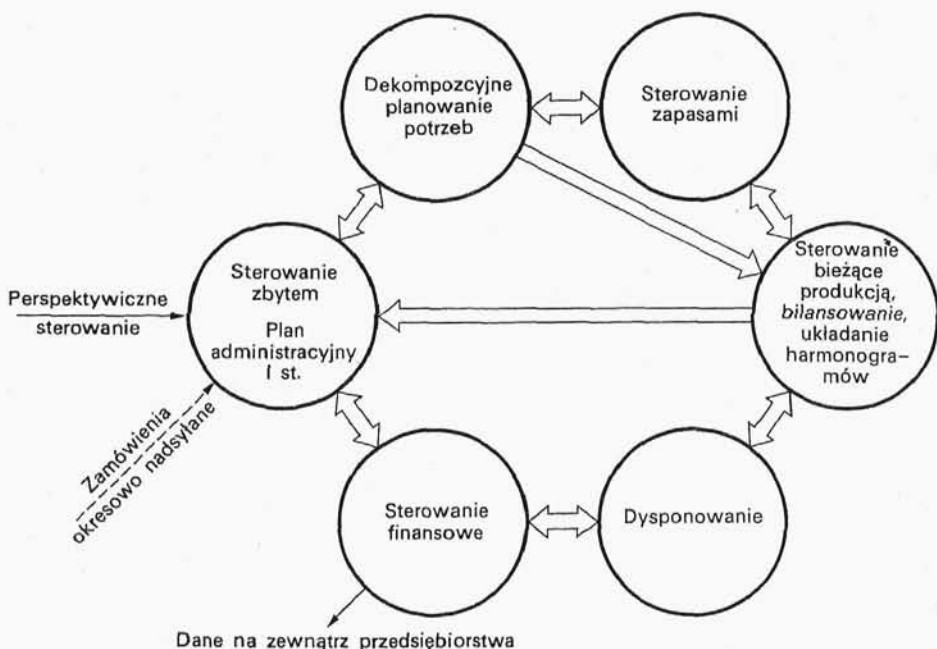
Przy planowaniu zastosowań ETO może okazać się pomocne przedstawienie SPD w sposób dynamiczny (por. rys. 75). Wzajemne zależności są wtedy lepiej widoczne.

Interpretacja mechanizmu przetwarzania danych przez wyróżnianie podsystemów sterowania poszczególnych agend (techniczne przygotowanie produkcji, materiały, produkcja, płace, koszty, finanse) może być przydatna do rozwiązywania lokalnych problemów.

Natomiast próba znalezienia mechanizmu działania całego systemu — wychodząc od podsystemów agendowych — prowadzi do poważnych komplikacji. Wynikają one z odzwierciedlenia tradycyjnych powiązań danych, skrzystalizowanych dzięki rozdzielnemu sterowaniu, opartemu na biurokratycznych rozwiązaniach z własnymi autonomicznymi celami.

Znalezienie myśli przewodniej systemu jest wówczas trudne, bowiem polega na analizie przypadkowo rozproszonych podsystemów, które czasami mogą doprowadzić do sprzecznych rozwiązań w systemie.

Przez autonomiczne rozpatrywanie agend doprowadzono do rozbudowania aparatu zarządzania produkcją i dokumentacji (biurokracji), co przyczyniło się do poszukiwania autonomicznych metod rachunkowych



Rys. 75. Dynamiczna interpretacja okresowego systemu informacyjnego w przedsiębiorstwie

w badaniach nad organizacją produkcji. Tymczasem analizując bliżej SPD w przedsiębiorstwie widać bardziej autonomię pewnych grup funkcji niż agend. Na przykład dekompozycyjne planowanie potrzeb określa parametry zasobów należących do różnych agend (materiały, półfabrykaty, maszyny, zatrudnienie).

3. Dobór algorytmów do perspektywnego sterowania produkcją

Perspektywiczne sterowanie produkcją zawiera takie moduły, jak: analiza zbytu, szacowanie programu produkcji, zagregowanie planowania produkcji. Dobór algorytmów uzależniony jest od tego czy programowanie odbywa się w warunkach pewności, czy braku zupełnej pewności.

a. Warunki pewności

Warunki pewności są typowe dla gospodarki planowej i znacznie ułatwiają dobór algorytmów. W tej sytuacji dominować będą modele deterministyczne, klasy „mieszanek”, polegające na określeniu optymalnego planu produkcji według wybranej funkcji celu, np.:

— optymalnego wykorzystania (maksimum) czasu pracy, (ale program nie najbardziej pracochłonny),

- maksimum akumulacji,
- maksimum wartości produkcji towarowej,
- maksimum wartości produkcji globalnej,
- minimalizacji funduszu płac,
- inne.

Danymi są następujące wskaźniki:

- z bazy normatywnej (jednostkowe normy pracochłonności i materiałochłonności),
- techniczno-ekonomiczne (jednostkowe ceny, koszty, płace, akumulacja, zatrudnienie itp.),
- powiększenia zdolności produkcyjnej (przez wykorzystanie dodatkowych funduszy: płac, inwestycyjnych, modernizacyjnych itp.).

Ograniczeniami są limity poszczególnych wskaźników. Należy zwrócić uwagę, że jeżeli model w części wskaźników bazy normatywnej nie zawiera struktury planowego asortymentu, wówczas model poszukuje składników planu asortymentowego i zalicza się do klasy „mieszanek”. Natomiast gdy plan jest ustalony (np. odgórnie), wówczas zadanie polega na jego korekcie i poszukiwaniu rozwiązania optymalnego przez model klasy „przydziału”. Odbywa się to w warunkach zupełnej pewności. Zadanie polega na ulepszeniu programu.

Modele klas „mieszanek” i „przydziału” są modelami statycznymi, nie zajmującymi się badaniem rozkładu nieznanych parametrów w czasie, podczas gdy proces produkcyjny ma charakter dynamiczny. Optymalizacja modelami statycznymi procesu dynamicznego może być co najwyżej umowna zakładając, że ma się do czynienia z ustalonym stanem procesu dynamicznego. Z tego względu model mieszanki i przydziału (pomimo, że są algorytmami optymalizującymi) można potraktować w tym wypadku jako programowanie wariantowe, z przypadkowo znalezionym optimum.

W dotychczasowych rozważaniach funkcja kryterium, której wartość ekstremalna była poszukiwana, zależała od pewnych zmiennych przybierających konkretne wartości liczbowe. W warunkach dynamicznych, wielkość funkcji kryterium, którą raczej powinien być łączny koszt produkcji i magazynowania, zależy nie od wartości pewnych zmiennych (liczb), ale od pewnej funkcji $x(t)$. Problem sprowadza się do wyznaczenia optymalnej funkcji przebiegu produkcji w czasie. Najczęściej zdarza się, że znane jest zapotrzebowanie oraz jego rozkład prawdopodobieństwa. Należy tak zaprogramować przebieg produkcji w czasie (t) , aby łączny koszt produkcji, magazynowania w okresie T był najmniejszy. Funkcja kryterium składać się będzie z dwóch członów: łącznego kosztu produkcji i magazynowania, zapisanych dynamicznie³.

³ Por. O. Lange: *Optymalne decyzje, zasady programowania*, Warszawa 1964.

$$D = \int_0^T f[x(t)]dt + c \int_0^T [X(t) - V(t) + Z(O)] dt = \min.$$

Pierwsza całka oznacza łączny koszt produkcji w okresie od O do T . Wyrażenie pod drugą całką $X(t) - V(t) + Z(O)$ oznacza łączny zapas w chwili T , zatem druga całka oznacza całkowity zapas w okresie od O do T . Iloczyn tej całki przez c stanowi koszt magazynowania zapasu w okresie T .
 $V(t)$ — łączne zapotrzebowanie na wyrób w okresie od O do T ,
 $X(t)$ — łączna produkcja wyrobu w okresie od O do T .
 $Z(o)$ — zapas początkowy w momencie $t=O$.

Rozwiązanie tego zadania możliwe jest dwoma sposobami:
 za pomocą rachunku różniczkowego (zmiana procesu ciągłego na skokowy, np. rok dzieli się na 12 miesięcy) lub rachunku wariacyjnego.

b. Warunki niepewności

Warunki niepewności występują najczęściej w przebiegach procesów gospodarczych, szczególnie w sferze produkcji towarów konsumpcyjnych.

Wówczas łączne zapotrzebowanie na produkt w okresie (O, t) tj. $V(t) = \int_0^t v(t) dt$ jest zmienną losową:

— o znanym rozkładzie prawdopodobieństwa $\Phi[V(t)]$. Jest to funkcją gęstości prawdopodobieństwa że zapotrzebowanie w tym okresie wyniesie $V(t)$, a pozostałe elementy problemu są takie same, jak w warunkach pewności. Aby znaleźć rozwiązanie wyznacza się wartość oczekiwaną łącznego kosztu, która następnie minimalizuje się (modele probabilistyczne),

— o nieznanym rozkładzie, wówczas należy rozkład ten oszacować i wyznaczyć za pomocą metod statystycznych (modele statystyczne).

c. Warunki zupełnej niepewności

Warunki zupełnej niepewności występują w sytuacjach konfliktowych, gdy partner (przeciwnik) nie wie, jaka strategia zostanie zastosowana przez drugiego partnera. Jest to wypadek zupełnej niepewności; rachunek prawdopodobieństwa nie może być zastosowany. W warunkach gospodarki planowej trudno przewidzieć, aby koordynacja pomiędzy producentem np. (MPM) a dystrybutorem (MHW) prowadzona była w sytuacji, polegającej na nieznanomości wyboru strategii drugiego partnera. Sytuacje takie raczej nie zdarzają się. Występują natomiast wypadki produkowania towarów nie znajdujących nabywców. Dystrybutor spełnia wówczas funkcje raczej administracyjne, a konflikt powstaje między dwoma rzeczywistymi ogniwami, tj. rynkiem a producentem. Inny przykład może dotyczyć konfliktów powstałych przy zatwierdzaniu planu

przedsiębiorstwa przez zjednoczenie. W tym ostatnim wypadku, szczęśliwie liczba możliwych strategii obu partnerów może być uznana za skończoną, a więc, istnieje przynajmniej jedno rozwiązanie optymalne.

Wiadomo, że system centralnego planowania polega na ciągłym, kompromisowym podejmowaniu decyzji, nie zawsze opierających się na czysto ekonomicznych przesłankach. Rozgrywające algorytmy mogą zatem znaleźć zastosowanie o charakterze:

- ekonomicznym, dla sytuacji rynek — producent,
- pomocniczym, dla personelu kierowniczego w wypadku uzgadniania i zatwierdzania planu (nie należy tego lekceważyć, bowiem system zarządzania w dużej mierze jest oparty i ograniczony ludzkimi zdolnościami załatwiania szczególnie spraw spornych).

Reasumując należy stwierdzić, że optymalizację perspektywicznego sterowania produkcją można osiągnąć przede wszystkim przez stosowanie algorytmów dynamicznych (w warunkach pewności — probabilistycznych, w warunkach niepewności — statystycznych, w warunkach zupełnej niepewności — rozgrywających). Modele deterministyczne (mieszanki i przydziału) dają obraz sytuacji (przez warianty planu zbudowane na podstawie typowych kryteriów), który przypadkowo może być optymalny, jeśli ustalony stan procesu produkcyjnego, w którym dokonano obliczeń, został scharakteryzowany wskaźnikami odpowiadającymi temu stanowi i okresowi.

4. Dobór algorytmów do okresowego sterowania produkcją

a. Sterowanie zbytem

Moduł ten w zależności od rodzaju produkcji i systemu zarządzania może działać w warunkach pewności lub niepewności. W pierwszym wypadku wytyczne „perspektywicznego sterowania produkcją” stanowią obligatoryjne, jedyne polecenia. Będą występowały w warunkach produkcji deficytowych wyrobów, ustabilizowanych potrzeb. W tym wypadku algorytmy będą miały charakter bilansowo-aktualizacyjny.

W drugim wypadku „perspektywiczne sterowanie produkcją” daje ogólny trend planu produkcji, z tym jednak, że okresowo mogą nadchodzić zamówienia i ich zmiany, zależnie od potrzeb rynku. Dobór algorytmów musi zapewniać produkcję prowadzoną w niepewnych warunkach kształtowania się zapotrzebowania.

Nadsyłane okresowo zamówienia na wyroby mogą stwarzać sytuacje kiedy:

- produkcja rozpoczyna się po nadejściu zamówienia,
- produkcja rozpoczyna się przed nadejściem zamówienia (w warunkach konkurencji chodzi o najszybszą dostawę).

Dla wielu wyrobów cykl produkcyjny jest zbyt długi, aby można było pozwolić na tego typu procedurę. W tych sytuacjach praktykuje się produkcję na zapas: wyrobów gotowych lub półfabrykatów, aby po otrzymaniu zamówienia wykonać tylko montaż lub nadać ostateczny kształt modelowi danego typu wyrobu.

Trzy możliwe sytuacje przedstawia rysunek 76.

Poszukiwanie rozwiązań optymalnych polega w tym wypadku na daniu odpowiedzi na pytanie, ile i co produkować. Jeśli zbyt mało zostanie wyprodukowane, wówczas pojawi się zagrożenie utraty zamówień. W odwrotnym wypadku nadmiar produkcji zamrozi środki finansowe.

Plan produkcji powinien być zatem oparty na antycypacyjnie przewidywanym zbycie. Wyróżnimy tu dwie metody przewidywania: intuicyjną (nie opartą na analizie zbytu okresów ubiegłych) i algorytmiczną, opartą na pełnej dokumentacji analitycznej. Zajmiemy się tą drugą metodą, która opiera się w szczególności na rozwiązaniu stosowanym w teorii serwowymechanizmów. Wyróżnimy dwie kategorie danych: faktologiczne, tj. związane z historią zbytu (tzw. intrensyjne) i zewnętrzne, jak wskaźniki techniczno-ekonomiczne (tzw. extrensyjne).



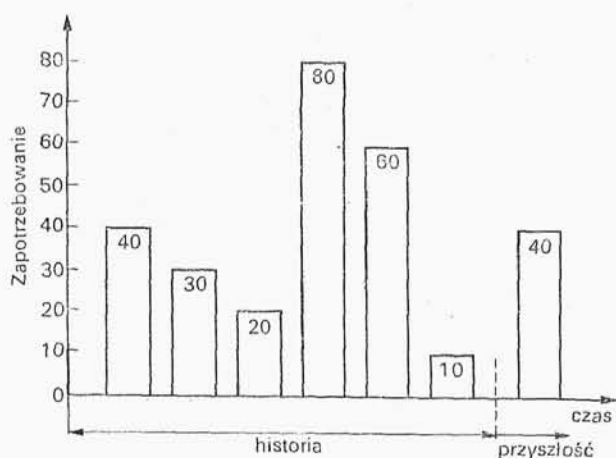
Rys. 76. Różne procedury zamówień

Przewidywanie zbytu opierające się na średniej ruchomej jest metodą najprostszą. Polega ona na ciągłym aktualizowaniu histogramu zbytu i obliczaniu aktualnej średniej, z której wynika plan na okres najbliższy (por. rys. 77).

Przez sterowanie adaptacyjne możemy dążyć do optymalizacji SPD. Adaptacyjność oznacza samokorekcję przez ciągłą minimalizację błędu planowania, którego wielkość jest określana albo świadomie (jeśli znane są ograniczenia), albo probabilistycznie. Ilustruje to rysunek 78, przedstawiający różnicę między planem a zapotrzebowaniem.

Nadto adaptacyjny system sterowania zbytem, aby był skuteczny powinien być realizowany w ramach automatycznego przetwarzania danych (duży wolumen danych), np. z miesiąca poprzedniego, aby ustalić plan na

miesiąc następny. Wszelkie dowodzenia, że system ręczny może to zapewnić równie skutecznie, odrzucimy jako nieprzydatne.

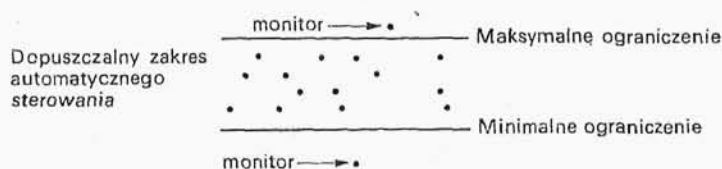


Rys. 77. Histogram zapotrzebowania ustalający średnią ruchomą



Rys. 78. Różnica między planem a zapotrzebowaniem

Sterowanie zbytem winno odbywać się automatycznie dla wszystkich normalnych wypadków. W razie odchyień system powinien zapewnić monitorową sygnalizację wyjątków (*management by exception*), jak to ilustruje rysunek 79.



Rys. 79. Schemat ilustrujący koncepcję zarządzania według wyjątków

Jest rzeczą zrozumiałą, że średnia ruchoma nie zapewnia takiego sterowania. Należy stosować bardziej usprawnione algorytmy, których będziemy poszukiwać w teorii serwomechanizmów.

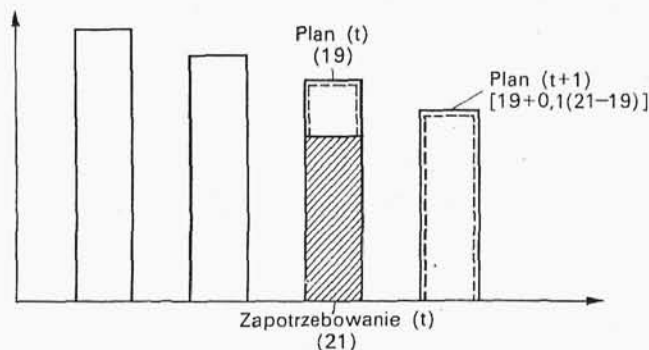
Metoda *exponential smoothing* polega na łagodzeniu różnic między faktycznym przebiegiem procesu a modelem, według którego następuje

sterowanie tego procesu. W naszym wypadku będzie się charakteryzować dopasowaniem programu produkcji do zapotrzebowania ⁴.

Algorytm dla sterowania zbytem będzie miał postać:

$$\text{Plan}_{t+1} = \text{Plan}_t + K (\text{zapotrzebowanie}_t - \text{plan}_t).$$

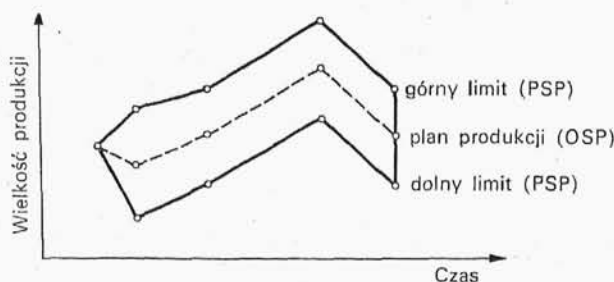
Graficzna interpretacja algorytmu podana jest na rysunku 80.



Rys. 80. Graficzna interpretacja metody *Exponential Smoothing*

Współczynnik K waha się od 0 do 1, określa wpływ nowego zapotrzebowania na nową średnią. Przez wybór wielkości współczynnika na ogół określonego na podstawie analizy histogramu zapotrzebowania, można wpływać na wielkość planu, w granicach zapewniających adaptacyjność.

Górne i dolne ograniczenia planu produkcji są dane w cyklu „okresowego sterowania produkcją” (por. rys. 81).



Rys. 81. Ograniczenia planu produkcji formułowanego w cyklu okresowego sterowania produkcją (OSP), a wynikające z ustaleń przyjętych w cyklu perspektywniczego sterowania produkcją (PSP)

Drugim algorytmem, dokładniej wyrównującym przebieg produkcji w stosunku do zapotrzebowania będzie algorytm Jenkinsa znany pod

⁴ Por. R. G. Brown: *Less Risk in Inventory Estimates*, „Harvard Business Review” 1959, VII—VIII, *The Fundamental Theorem of Exponential Smoothing*, „Journal of Operational Research”, Vol. 9, nr 5.

nazwą „2 points-Box-Jenkins”. Algorytm ten oprócz analizowania błędu planowania najbliższego okresu uwzględnia średni błąd planowania popełniany w ciągu całego dotychczasowego okresu działalności. Algorytm ma postać:

$$\text{Plan}_{t+1} = \text{Plan}_t + \underset{\substack{\text{Błąd planowania} \\ \text{najbliższego} \\ \text{okresu}}}{\quad} + \underset{\substack{\text{Średni błąd planowania,} \\ \text{na przestrzeni} \\ \text{działalności}}}{\quad}$$

gdzie błąd planowania określimy następująco:

$$e_t = y_t - y^1$$

po czym zweryfikujemy go odpowiednim współczynnikiem γ , który jest stały dla danego asortymentu i przedsiębiorstwa, wybrany na podstawie analizy danych z okresów ubiegłych.

Otrzymamy go w sposób następujący:

$\gamma_0 e_t$ — gdzie γ_0 jest pierwszym parametrem algorytmu Box-Jenkinsa. Parametr γ_0 wyznacza się następująco:

$$\gamma_0 = p + q - pq, \text{ gdzie:}$$

p — określa na podstawie statystyki współczynnik dający zależność między:

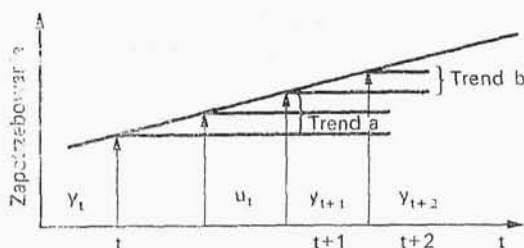
- średnim przewidywanym zapotrzebowaniem (\hat{u}_{t+1}),
- średnim przewidywanym zapotrzebowaniem okresu poprzedniego (\hat{u}_t)
- średnim zapotrzebowaniem faktycznie występującym (u_t)

$$\hat{u}_{t+1} = p u_t + (1-p) \hat{u}_t,$$

aq — wyznacza się również statystycznie według równania charakteryzującego trend zapotrzebowania

$$\hat{b}_{t+1} = q b_t + (1-q) \tilde{b}_t$$

tak jak to ilustruje wykres na rysunku 82.



Rys. 82. Algorytm przewidywania zapotrzebowania według metody Box-Jenkinsa

Obliczenie narastającego błędu zweryfikowane będzie współczynnikiem γ zapewniającym minimalizację wartości odchylenia średniego $(\hat{\sigma}_e^2)$ które charakteryzuje popełnione błędy szacowania na przestrzeni całego okresu i procesu obliczeń. Dla danego γ_0 wybiera się także γ_1 , które zapewnia $\hat{\sigma}_e^2$ min.

Tak więc algorytm przyjmuje postać:

$$\hat{y}_{t+1} = \hat{y}_t + \gamma_0 e_t + \gamma_1 \sum_{j=0}^{j=t} e_j, \text{ gdzie}$$

γ_0 i γ_1 są dwoma podstawowymi parametrami algorytmu Box-Jenkinsa.

Z przedstawionych algorytmów widać, że charakteryzują się one pracobłonnym cyklem obliczeniowym polegającym na:

- ciągłym (krocząco-okresowym) aktualizowaniu trendu zapotrzebowania każdego asortymentu, opierającym się na pewnym dynamicznie rozwiązywanym wzorze matematycznym,
- postulowaniu wielkości produkcji w granicach trendu zapotrzebowania i ograniczeń, wynikających z perspektywicznego sterowania produkcją oraz wykonaniu zadań.

Stosowanie wymienionych algorytmów determinuje technika obliczeniowa, która wymaga w tym wypadku szybkich maszyn matematycznych.

b. Dekompozycyjne planowanie potrzeb

Moduł ten działa w warunkach pewności, gdzie parametry mają charakter zdeterminowany. Poszukiwania warunków optymalizacji działania modułu zostają skierowane na odpowiednie dobranie algorytmów do danego typu produkcji. Z dotychczasowej praktyki wynika całkowita przypadkowość stosowanych algorytmów, które w zasadzie sprowadzają się do procedury opartej na intuicji, podczas gdy moduł ten, będący elementem tzw. technicznego przygotowania produkcji (tpp),⁵ ma zasadni-

⁵ Zakres pojęcia tpp jest znacznie szerszy od dekompozycyjnego planowania potrzeb, które jest jego elementem w zakresie cyklicznego systemu przetwarzania danych.