

**WYŻSZA SZKOŁA  
INFORMATYKI STOSOWANEJ  
I ZARZĄDZANIA**



**ANALIZA SYSTEMOWA  
W FINANSACH I ZARZĄDZANIU**

**Wybrane problemy**

Pod redakcją  
**Jerzego HOŁUBCA**

**WYŻSZA SZKOŁA  
INFORMATYKI STOSOWANEJ  
I ZARZĄDZANIA**

**ANALIZA SYSTEMOWA  
W FINANSACH I ZARZĄDZANIU  
Wybrane problemy**

Pod redakcją  
**Jerzego HOŁUBCA**

Warszawa 1999

**Wykaz opiniodawców artykułów zamieszczonych w tomie:**

prof. dr hab. Jerzy **HOLUBIEC**

prof. dr hab. Janusz **KACPRZYK**

prof. dr hab. Tadeusz **NOWICKI**

prof. dr hab. Stanisław **PIASECKI**

prof. dr hab. Piotr **SZCZEPANIAK**

prof. dr hab. Tadeusz **TRZASKALIK**

doc. dr hab. Sławomir **WIERZCHOŃ**

doc. dr hab. Leszek **ZAREMBA**

© **Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej i Zarządzania**

**Warszawa 1999**

**ISBN 83-85847-24-3**

## Przedmowa

Na niniejszą publikację składa się zbiór prac doktorantów Zaocznych Studiów Doktoranckich "Informatyka w zarządzaniu i finansach" działających przy *Instytucie Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk*.

Prace te były referowane na konferencji BOS'98 "Rozwój średnich i małych miast w XXI wieku w Polsce: Rola badań operacyjnych i systemowych", Kutno, 8-10 czerwca 1998 r.<sup>1</sup>, a także na seminariach Studiów Doktoranckich "Informatyka w zarządzaniu i finansach". Nad stroną merytoryczną publikacji czuwał Pan Prof. dr hab. Jerzy Hołubiec oraz grono recenzentów i opiekunów naukowych doktorantów.

Prace dotyczą głównie problemów analizy systemowej oraz jej zastosowań w dziedzinie finansów, a zwłaszcza - teorii portfela, obligacji i problemów inwestycyjnych. Niektóre prace przy analizie finansowej posługują się tzw. algorytmami genetycznymi i sieciami neuronowymi, a także modelowaniem rozmytym i strukturami fraktalnymi. Część prac dotyczy zarządzania i sterowania produkcją.

Wypada zauważyć, iż doktoranci Studiów atakują w swych pracach tematy nowoczesne i znajdujące się w obszarze tzw. frontu badawczego analizy systemów. Wypada im życzyć sukcesów i wytrwałości w pracy, która winna zakończyć się obronioną pracą doktorską.

---

<sup>1</sup> Głównymi organizatorami konferencji było Polskie Towarzystwo Badań Operacyjnych i Systemowych oraz Instytut Badań Systemowych PAN.

Wypada także zaznaczyć, iż wydanie niniejszej publikacji stało się możliwe dzięki wsparciu finansowemu ze strony *Wyższej Szkoły Informatyki Stosowanej i Zarządzania*, działającej w ramach Fundacji Krzewienia Nauk Systemowych. Fundacja ta została założona w 1991 roku z inicjatywy Prof. L. Kuźnickiego, wówczas Sekretarza Naukowego Polskiej Akademii Nauk. Do zadań Fundacji należy, między innymi, wspieranie i promocja prac młodych pracowników nauki, a zwłaszcza prac doktorantów.

Mamy nadzieję, iż publikacja niniejsza zostanie życzliwie przyjęta przez specjalistów działających w obszarze nauk systemowych.

Rektor WSISiZ  
Prof. Roman Kulikowski

# STEROWANIE PRODUKCJĄ W MAŁYCH I ŚREDNICH FIRMACH MEBLOWYCH

Zbigniew GRĄBCZEWSKI  
*Zaoczne Studia Doktoranckie IBS PAN*

W pracy przedstawiono opis zagadnień związanych ze sterowaniem produkcją w warunkach dużej częstotliwości zmian i równoległości procesów produkcyjnych, charakterystycznych dla małych i średnich firm meblowych.

## 1. Wprowadzenie

Dotychczasowe metody sterowania produkcją odnosiły się w większości do dużych zakładów o jednorodnej specyfice produkcji. Była więc brana pod uwagę wielkoseryjna produkcja wyrobów nieznacznie różniących się od siebie. W przemyśle meblarskim zakładano jeden typ produkcyjny - wykonanie mebli z komponentów niskoprzerobionych.

Jednocześnie nie przewidywano przerw w ciągłości toku produkcyjnego i częstych zmian produkowanych wyrobów. Możliwości realizacji częstych zmian produkowanych mebli dają zakłady montażowe, opierające się na sieci poddostawców półfabrykatów i posiadające jednocześnie wydział obróbki maszynowej dający możliwość wykonania mebli nietypowych i niektórych elementów mebli seryjnych.

Wskazówki umieszczone w pracy mogą być pomocne dla tego typu firm meblarskich.

Szerszym celem niniejszej pracy jest stworzenie wzoru organizacji planowania operatywnego zakładu, która może zagwarantować realizację zadań takich jak:

- produkcja wyłącznie na zamówienie
- różnorodność asortymentu w poszczególnych zamówieniach
- realizację zamówień jednostkowych i wielkoseryjnych
- produkcję wyrobów uzupełniających tj. mebli wykonywanych według projektu klienta
- zachowanie zdolności do ciągłej pracy firmy przy częstych zmianach rodzaju produktów

W tym celu w pracy przedstawiono rozwiązanie następujących zagadnień:

- sformułowano problem planowania operatywnego w zakładach meblarskich pracujących na zamówienia klientów
- ustalono heurystyczny algorytm rozwiązania problemu, dając możliwość sformułowania programu komputerowego wspomagającego proces planowania operatywnego produkcji

## **2. Model produkcji meblowej**

Na podstawie analizy procesów produkcyjnych w zakładzie meblarskim opisanego typu i przeglądu literatury można następująco opisać proces planowania operatywnego:

DANE WEJŚCIOWE :

- Termin klienta
- Możliwości produkcyjno ekonomiczne firmy
- Pojemność magazynów
- Priorytety realizacji

FUNKCJA OPTYMALIZUJĄCA  
HARMONOGRAMOWANIE PRODUKCJI

WIELKOŚCI WYJŚCIOWE :

- Rzeczywisty termin realizacji
- Kolejność produkcji
- Obciążenie magazynów
- Obciążenie stanowisk
- Maksymalne zapotrzebowanie na powierzchnię magazynową



## Ogólne sformułowanie zadania optymalizacyjnego

Dla produkcji odbywającej się na trzech równoległych wydziałach problem synchronizacji trzech zleceń jednego zamówienia oraz czynniki i konsekwencje można opisać następująco.

Macierz normatywnych czasów wykonania poszczególnych zleceń na wydziałach - wielkości dane.

$$[A] = \begin{vmatrix} a_{140}^I & a_{141}^I & a_{142}^I & a_{143}^I \\ a_{140}^{II} & a_{141}^{II} & a_{142}^{II} & a_{143}^{II} \\ a_{140}^{III} & a_{141}^{III} & a_{142}^{III} & a_{143}^{III} \\ a_{140}^{IV} & a_{141}^{IV} & a_{142}^{IV} & a_{143}^{IV} \end{vmatrix}$$

$a_j^i$  - czas wykonania zlecenia nr  $j$  na wydziale  $i$ :

$$a_j^i = N_j^i \times t^i$$

gdzie

$N_j^i$  - ilość mebli zlecenia  $i$ , zamówienia  $j$

$t^i$  - jednostkowy czas wykonania mebla z danej grupy

$j = 140, 141, 142, 143$

$i = A, B, C, D$

Wprowadźmy macierz zmiennych decyzyjnych binarnych ustalających kolejność realizacji zleceń na wydziałach.

$$[X] = \begin{vmatrix} X_{140}^1 & X_{140}^2 & X_{140}^3 & X_{140}^4 \\ X_{141}^1 & X_{141}^2 & X_{141}^3 & X_{141}^4 \\ X_{142}^1 & X_{142}^2 & X_{142}^3 & X_{142}^4 \\ X_{143}^1 & X_{143}^2 & X_{143}^3 & X_{143}^4 \end{vmatrix}$$

gdzie

$$x_j^k = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$$

przyjmuje wartość 1 gdy  $j$ -te zlecenie ma być wykonane jako  $k$ -te w kolejności, 0 w pozostałych przypadkach.

Macierz zmiennych decyzyjnych podlega następującym ograniczeniom:

$$\begin{aligned} [X] \bullet I^T &= I^T \\ I \bullet [X] &= I, \end{aligned}$$

gdzie  $I$  jest wektorem jednostkowym:

$$I = \langle 1, 1, 1, 1 \rangle$$

$$I^T = \begin{array}{c} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{array}$$

Ograniczenia te wymuszają aby sumy zmiennych decyzyjnych każdej kolumny i każdego wiersza były równe 1.

Następnie wyznaczamy macierz normatywnych czasów wykonywania kolejnych zleceń na wydziałach, przy pomocy wzoru:

$$[\tau] = [A] \cdot [X]$$

gdzie

$$[\tau] = \begin{vmatrix} \tau_1^I & \tau_2^I & \tau_3^I & \tau_4^I \\ \tau_1^{II} & \tau_2^{II} & \tau_3^{II} & \tau_4^{II} \\ \tau_1^{III} & \tau_2^{III} & \tau_3^{III} & \tau_4^{III} \\ \tau_1^{IV} & \tau_2^{IV} & \tau_3^{IV} & \tau_4^{IV} \end{vmatrix}$$

a  $\tau_k^i$  jest czasem trwania kolejnego  $k$ -tego zlecenia na wydziale  $i$ .

Wprowadzimy następnie macierz trójkątną jedynekową:

$$[0 \setminus 1] = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

i wyznaczmy macierz obciążenia wydziałów po wykonaniu  $k$  kolejnych zleceń za pomocą wzoru:

$$[t] = [\tau] \cdot [0 \setminus 1]$$

gdzie

$$[t] = \begin{bmatrix} t_1^I & t_2^I & t_3^I & t_4^I \\ t_1^{II} & t_2^{II} & t_3^{II} & t_4^{II} \\ t_1^{III} & t_2^{III} & t_3^{III} & t_4^{III} \\ t_1^{IV} & t_2^{IV} & t_3^{IV} & t_4^{IV} \end{bmatrix}$$

a  $t_k^i$  jest czasem zajętości (obciążenia czasowego) wydziału nr  $i$  niezbędnym do realizacji  $k$  kolejnych zleceń (na tym wydziale).

Natomiast chwila zakończenia realizacji  $k$ -tego zlecenia na wydziale  $i$  zależy od chwili  $t_0^i$  zakończenia realizacji poprzedniej serii zleceń na wydziale  $i$ .

W szczególności jeżeli  $t_0^i = 0$  to najwcześniejsza chwila zakończenia całego zamówienia realizowanego w  $k$ -tej kolejności będzie określona wzorem:

$$t^k = \max_i t_k^i$$

Oczywiście dla

$$t_0^i > 0$$

mamy

$$t^k = \max_i (t_0^i + t_k^i).$$

Ponieważ znana jest kolejność wykonania zamówień - określona macierzą  $[X]$  - to najwcześniejsza chwila wykonania zlecenia  $j$  będzie określona wzorem:

$$t_j = \sum_k X_j^k t^k = \sum_k X_j^k \max_i (t_0^i + t_k^i)$$

Oczywiście nie musimy rozpoczynać wykonywania serii zleceń w chwili  $t_0^i$  możemy chwilę rozpoczęcia pracy na wydziale opóźnić o odcinek czasu  $z^i$  względem chwili  $t_0^i$ .

W rezultacie chwila rozpoczęcia wykonywania zleceń na wydziale nr  $i$  będzie opóźniona o wartość zmiennej decyzyjnej

$$z^i > 0.$$

Ostateczny termin wykonania zlecenia nr  $j$  uwzględniający wartość  $z^i$  będzie określony wzorem:

$$T_j = \sum_k X_j^k \max_i (z^i + t_0^i + t_k^i).$$

W szczególności dla  $z^i = 0$  mamy  $T_j \equiv t_j$ .

Wyznamy następnie czas  $b_j^i$  przechowywania w magazynie elementów zlecenia nr  $j$ , wykonanych na wydziale nr  $i$ , który jest różnicą czasu  $T_j$  skompletowania wszystkich składników poszczególnych typów wyrobów oraz chwilami zakończenia produkcji tych składników na poszczególnych wydziałach:

$$b_j^i = \sum_k [X_j^k \max_i (z^i + t_0^i + t_k^i) - X_j^k (z^i + t_0^i + t_k^i)]$$

Ponieważ kontraktowy termin wykonania zlecenia nr  $j$  jest równy  $\mathfrak{S}_j$  a kara jednostkowa za nieterminowe wykonanie zlecenia  $j$  [zł/jedn. czasu]  $C_j$ , to kara za nieterminowe wykonanie zlecenia nr

$j$ . gdy płacimy tylko za przekroczenie terminu będzie określona wzorem:

$$C_j \max \{0, T_j - \mathfrak{S}_j\}.$$

Oznaczmy koszt jednostkowy przedterminowego wykonania zlecenia nr  $j$  symbolem  $C_j^m$ .

Wynikający z konieczności przechowywania mebli w magazynie koszt przechowywania przedterminowo wykonanego zlecenia nr  $j$  [zł/jedn. czasu] lub kara za nieterminowe wykonanie będzie określona wzorem:

$$C_j^m \max \{0, \mathfrak{S}_j - T_j\} + C_j \max \{0, T_j - \mathfrak{S}_j\}.$$

W przypadku gdyby  $C_j^m = C_j$ , to koszty te będą równe:

$$C_j |T_j - \mathfrak{S}_j|.$$

Do tych kosztów musimy dodać koszt magazynowania w magazynie produkcyjnym, elementów zlecenia nr  $j$  [zł/jedn. czasu], wykonanych na wydziale nr  $i$ :

$b_j^i C_j^i$  do czasu  $T_j$  skompletowania wszystkich typów mebli zamówienia nr  $j$ .

Ostatecznie funkcja kryterium optymalizacji przybierze więc postać:

$$F = \sum_j [C_j^m \max\{0, S_j - T_j\} + C_j \max\{0, T_j - S_j\} + \sum_i b_j^i C_j^i].$$

Zadanie optymalizacji harmonogramu wykonawstwa serii zleceń można sformułować następująco: należy wyznaczyć wartości  $[x]$ ,  $z^\wedge$ , tak aby

$$F([x], z^\wedge) \rightarrow \text{miń}$$

przy ograniczeniach:

$$I [X] = I,$$

$$[X] I^T = I^T,$$

$$z^\wedge \geq 0.$$

Tak więc otrzymaliśmy wzór, który optymalizuje kolejność produkcji biorąc pod uwagę koszty, jak i daje możliwość oceny przyjętej strategii produkcji.

### 3. Podsumowanie

Rozwiązaniem powyższego problemu może być opracowanie osiągnięte metodą symulacji komputerowej, dla wypracowania optymalnych reguł produkcyjnych, oraz wskazania najkorzystniejszych rozwiązań w szeregowaniu zamówień.

Komputerowy program oparty o te reguły zapewnić może lukę w komputerowym wsparciu planowania produkcji mebli w małych i średnich firmach.

## Literatura

- [1] Duchon J.I.: Awtomatizacja upravljenia w liesnoj promyszliennosti. Liesnaja Promyszliennost. Moskwa 1989.
- [2] Lowrence J.A., Pasternack B.A.: A Computer Integrated Approach for Decision Making. *Applied Management Science*, 1998.
- [3] Lis S.: Podstawy projektowania systemu rytmicznej produkcji. PWN, Warszawa 1978.
- [4] Piasecki S.: Teoria organizacji procedury projektowania. IBS PAN, Warszawa 1997.
- [5] Wróblewski K.: Podstawy sterowania przepływem produkcji. WNT, Warszawa 1993.
- [6] Żbichorski Z.: Ekonomika i organizacja produkcji. Książka i Wiedza, Warszawa 1981.



# **WYŻSZA SZKOŁA INFORMATYKI STOSOWANEJ I ZARZĄDZANIA**

działa pod auspicjami  
Polskiej Akademii Nauk

**ZAŁOŻYCIELEM**

**Wyższej Szkoły Informatyki Stosowanej i Zarządzania**  
jest

**FUNDACJA KRZEWIENIA NAUK SYSTEMOWYCH**  
powołana z inicjatywy  
**Prezesa**  
**POLSKIEJ AKADEMII NAUK**

**FUNDATOREM**

**Fundacji Krzewienia Nauk Systemowych**  
jest  
**POLSKA AKADEMIA NAUK**

**ORGANEM**

sprawującym nadzór  
jest  
**MINISTERSTWO EDUKACJI NARODOWEJ**

**Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej i Zarządzania**  
prowadzi studia wyższe na kierunkach:

**INFORMATYKA**  
**ZARZĄDZANIE I MARKETING**

**SIEDZIBA**

**Instytut Badań Systemowych**  
**Polskiej Akademii Nauk**

**ISBN 83-85847-24-3**