



**INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH
POLSKIEJ AKADEMII NAUK**

**ANALIZA SYSTEMOWA W FINANSACH
I ZARZĄDZANIU**

Wybrane problemy
Tom 4

Pod redakcją
Jerzego HOŁUBCA

Warszawa 2002



**INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH
POLSKIEJ AKADEMII NAUK**

ANALIZA SYSTEMOWA W FINANSACH I ZARZĄDZANIU

**Wybrane problemy
Tom 4**

**Pod redakcją
Jerzego HOŁUBCA**

Warszawa 2002

Wykaz opiniodawców artykułów zamieszczonych w tomie:

doc. dr hab. Mieczysław KŁOPOTEK

prof. dr hab. Stanisław PIASECKI

prof. dr Elżbieta RAKUS-ANDERSON

prof. dr hab. Andrzej STRASZAK

doc. dr hab. Sławomir WIERZCHOŃ

dr Sławomir ZADROŻNY

Publikacja dofinansowana przez
Agencję Wydawniczo-Poligraficzną "ARGRAF", Warszawa

© Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa 2002

ISBN 83-85847-74-X

Wydawca: INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH PAN
ul. Nowelska 6 01-447 Warszawa

Redakcja: Dział Informacji Naukowej i Wydawnictw

Barbara Katuszewska, Joanna Runowska, tel. 837-68-22

Druk: Agencja Wydawniczo-Poligraficzna "ARGRAF", Warszawa

Nakład 200 egz., 15 ark.wyd.; 12,8 .ark. druk.

KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE PLANOWANIA ROZPROSZONEJ PRODUKCJI SEZONOWEJ W PRZEDSIĘBIORSTWACH ROLNO-SPOŻYWCZYCH

Miroslaw Graczyk

Zaoczne Studia Doktoranckie IBS PAN

1. Wstęp

Scalanie różnych gospodarek narodowych w jedną gospodarkę o zasięgu globalnym, w wyniku braku ograniczeń w przepływie kapitałów powoduje m.in. ujednocianie gustów konsumenckich a w konsekwencji standaryzację: produktów, technologii, procesów produkcyjnych oraz zmianę zasad funkcjonowania rynków lokalnych.

Zjawisko ujednociania procesów produkcyjnych przy porównywalnych dla wszystkich możliwościach dostępu do surowców prowadzi do wyrównywanie poziomów kosztów produkcji. W takiej sytuacji coraz większego znaczenia nabiera poprawa organizacji zarządzania oraz redukcja kosztów poza produkcyjnych. W przypadku przemysłu przetwórczego koszty poza produkcyjne najczęściej nie stanowią największego udziału w strukturze kosztów ogółem. Jednak w warunkach zaostrzającej się konkurencji oraz dynamicznymi zmianami w sposobach sprzedaży ta grupa kosztów coraz bardziej decyduje o konkurencyjności firmy.

W kosztach nie dotyczących bezpośrednio procesu produkcji obok kosztów ogólnych takich jak: administracja, marketing, najważniejsze znaczenie mają koszty operacyjne związane z zaopatrzeniem, produkcją i dystrybucją.

W związku ze standaryzacją produktów oraz sposobów wytwarzania rola redukcji kosztów produkcji jako narzędzia walki z konkurencją malaje na rzecz ograniczania innych wydatków w tej grupie.

W grupie kosztów operacyjnych nie dotyczących bezpośrednio produkcji najistotniejsze są związane z takimi obszarami działalności jak: alokacja (przydział) zadań, transport, gospodarka magazynowa. Organizacja procesów produkcyjnych harmonogramowanie, lokalizacja w coraz większym stopniu zaczyna być zdeterminowana optymalizacją procesów logistycznych. Skracanie dystansów przemieszczania towarów, usprawnianie gospodarki zapasami, środkami transportu itd. coraz bardziej wpływa (tam

gdzie jest to możliwe) na planowanie produkcji. Chodzi o takie zarządzanie działaniami przemieszczania i składowania, ułatwiającymi przepływ produktów z miejsc pochodzenia do miejsc finalnej konsumpcji, które razem ze związaną z nimi informacją pozwalają oferować klientowi odpowiedni poziom obsługi po najniższych kosztach.

Optymalizacja (doskonalenie) oznacza w tym przypadku doprowadzenie do stanu ekonomicznej równowagi celów i kosztów. Oprócz inwestycyjnych możliwości rozwoju tylko dzięki redukcji kosztów mogą być realizowane zadania długookresowego wzrostu sprzedaży, zwiększania udziału w rynku, wzrostu wartości firmy przy zachowaniu płynności finansowej.

W wyniku zacierania się różnic w sposobach wytwarzania, a co za tym idzie bezpośrednich kosztach produkcji analiza tej skądinąd bardzo ważnej sfery działalności w niniejszej pracy została świadomie pominięta i służy tylko do zobrazowania zagadnień optymalizacyjnych w sferze logistyki przedsiębiorstwa cechującego się sezonowością produkcji oraz rozproszoną bazą surowcową i przetwórczą. Systematyczna analiza i stopniowe ograniczanie kosztów logistyki wnosi bezpośredni wkład w poprawę wyników przedsiębiorstwa. Praktyczne zastosowanie różnorodnych narzędzi pozwala wykorzystywać dźwignię systematycznego obniżania kosztów.

2. Cel pracy

Wychodząc naprzeciw powyższym zagadnieniom w niniejszym artykule podjęto próbę wsparcia procesu planowania operacyjnego zawierającego w sobie realizację zakładanej wielkości sprzedaży poprzez optymalizację działań wewnątrz przedsiębiorstwa jak również w bezpośrednim jego otoczeniu.

Celem jest:

- dokonanie analizy systemowej procesów w przedsiębiorstwie,
- identyfikacja zagadnień optymalizacyjnych ze wskazaniem metod ich rozwiązywania, umożliwiających modernizację wielozakładowego przedsiębiorstwa przetwórstwa owocowo-warzywnego,
- umożliwiających systemową modernizację wielozakładowego przedsiębiorstwa przetwórstwa owocowo-warzywnego ze wskazaniem metod ich rozwiązywania.

Artykuł stanowi podstawę teoretyczną dla podejmowania podstawowych decyzji dotyczących restrukturyzacji przedsiębiorstwa w szczególności w dziedzinach:

- organizacji transportu i magazynowania
- ukierunkowania zmian specjalizacji i wielkości zakładów zmieniających strukturę przestrzenną i technologiczną w obrębie całego wielozakładowego przedsiębiorstwa.

Reorganizacja firmy i właściwy przydział zadań produkcyjnych ma na celu obniżenie kosztów produkcji, przyrost masy zysku gwarantujący rozwój przedsiębiorstwa a w konsekwencji wzrostu konkurencyjności firmy na rynku.

Wyniki powinny pozwolić wyznaczyć kierunki zmian w ewidencji księgowej kosztów tak aby powstały przesłanki do budowy komputerowego podsystemu wspomaganie decyzji z zakresu usprawniania procesów logistycznych.

W dalszej części sformułowano przykłady problemów z zakresu zmian organizacji produkcji w powiązaniu z procesem pozyskiwana surowców oraz dystrybucją produktów.

Wyodrębniono 3 rodzaje problemów będących odpowiedzią na zmiany otoczenia przedsiębiorstwa:

Problem 1

Optymalizacja organizacji (software) transportu dla ustalonego składu (hardware) przedsiębiorstwa przy danym rozmieszczeniu źródeł pozyskania surowca i odbiorców wyrobów.

Problem 2

Optymalna modernizacja składu przedsiębiorstwa (wielkość i rozmieszczenie linii produkcyjnych) i organizacji transportu przy danym rozmieszczeniu źródeł pozyskani surowca i odbiorców wyrobów.

Problem 3

Optymalna rozbudowa wielkości i rozmieszczenia linii produkcyjnych oraz organizacji transportu przy zwiększonym popycie (i możliwościach pozyskania surowca) dla istniejącego rozmieszczenia dostawców surowca i odbiorców wyrobów.

Wyniki pracy powinny umożliwiać sformułowanie wniosków ogólnych dotyczących usprawniania procesu planowania operacyjnego przedsiębiorstwa produkcyjnego o rozproszonej bazie produkcyjnej oraz zdefiniowanie zadań projektowych w dziedzinie komputerowego wspomaganie strategicznych decyzji determinujących rozwój każdego przedsiębiorstwa.

Na podstawie sformułowanych powyżej celów można stwierdzić, że optymalizacja procesów zachodzących wewnątrz jak również w bezpośred-

nim otoczeniu przedsiębiorstwa dostarcza teoretycznych przesłanek do podejmowania decyzji dotyczących jego restrukturyzacji.

W odniesieniu do przedsiębiorstwa o rozproszonej strukturze produkcji, cechującej się dodatkowo dużą sezonowością (zarówno od strony pozyskania surowca, jak i sprzedaży) można podejmować próbę konstrukcji modelu optymalizującego całe przedsiębiorstwo.

Jednak ze względu na: rozmiar problemu, dynamikę otoczenia, określone uwarunkowania (zdolności produkcyjne i magazynowe), ograniczone zasoby (czas, środki finansowe), bardziej skuteczna jest dekompozycja na podproblemy, a następnie z wykorzystaniem metod matematycznych dokonanie usprawnień w poszczególnych obszarach.

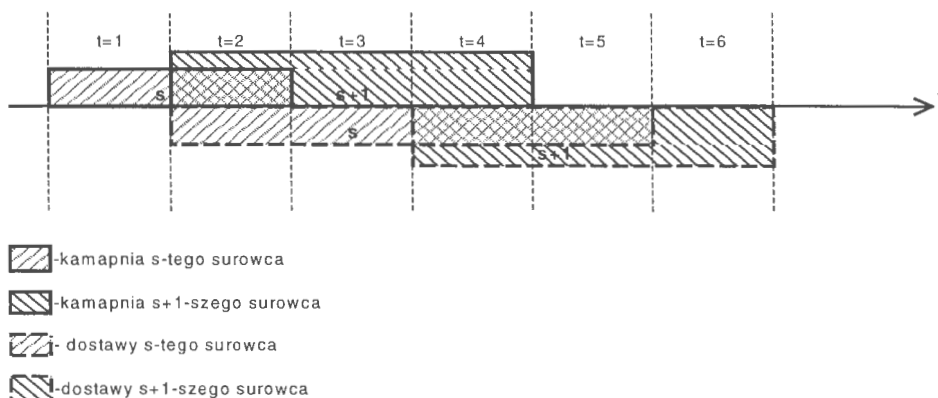
3. Ważniejsze zagadnienia i problemy

Wyodrębniono problemy związane z planowaniem i koordynacją produkcji wielozakładowego przedsiębiorstwa rolno-spożywczego wraz ze wskazaniem metod matematycznych przydatnych przy ich rozwiązywaniu.

3.1. Skup surowca

W procesie pozyskiwania surowca wyodrębnić można następujące problemy

- a) organizacja przestrzenna skupu surowca oparta na tworzonych sezonowo punktach skupu, w tym przypadku zastosowanie znaleźć mogą zadania z zakresu programowania dyskretnego – zagadnienie lokalizacji,
- b) kampanijność dostaw, w celu optymalnego wykorzystania zdolności przetwórczych zastosowanie znajdują zadania harmonogramowania prac,
- c) struktura przestrzenna bazy surowcowej vs. rozmieszczenie zdolności produkcyjnych przedsiębiorstwa – zagadnienie transportowe,
- d) losowość a prognoza urodzajów, w tym przypadku można liczyć tylko na nagromadzoną „historycznie” wiedzę ekspertów, wspartą ewentualnie regułami wnioskowania logicznego,



3.2. Przerób i magazynowanie produktów.

W trakcie procesu produkcyjnego głównie ze względu na znaczną sezonowość podaży surowca i popytu konsumentów, zazwyczaj wyodrębnić można co najmniej dwa etapy: wstępny przerób a następnie pakowanie wyrobu gotowego.

Pomiędzy tymi dwoma etapami jak również na zakończenie procesu produkcyjnego niezbędne jest również magazynowanie poszczególnych rodzajów półproduktów lub też wyrobów gotowych.

Dlatego też:

- a) w celu lepszej synchronizacji dostaw posiadanych półproduktów pod potrzeby ich zapakowania wykorzystane mogą być powszechnie znane metody organizacji produkcji: mrp,jit,
- b) w celu optymalizacji kosztów transportu pomiędzy rozproszonymi miejscami ich przerobu (magazynowania) i pakowania zastosowanie znajduje również metoda programowania dyskretnego tj. zagadnienie transportowe.

3.3. Sprzedaż produktów.

W tej fazie „życia produktu” również mamy do czynienia z dwójakimi rodzajami problemów:

- a) jeden związany jest z niepewnością co poprawności planowania wolumenu sprzedaży na przestrzeni całego sezonu, w tym przypadku najczęściej zastosowanie znajdują metody statystyczne,

- b) rozmieszczenie przestrzenne klientów finalnych, w tym przypadku również w celu redukcji kosztów transportu zastosowanie znajduje optymalizacja w postaci zagadnienia transportowego.

Analiza poszczególnych etapów produkcji wskazuje, że wspólnym zagadnieniem dla etapów skupu, przerobu, magazynowania, pakowania i sprzedaży jest jeden rodzaj zagadnienia optymalizacyjnego jakim jest zadanie transportowe.

Poszczególne etapy połączyć można w jedno zadanie transportowe i przedstawić za pomocą grafu skierowanego, w którym poszczególnym wierzchołkom przyporządkowani zostają:

- i – dostawcy surowca (plantatorzy, punkty skupu),
- j – zakłady przerabiające surowiec i magazynujące półprodukty,
- l - zakłady pakujące,
- k – odbiorcy finalni.

Dla tak sformułowanego zadania istnieje wiele metod prowadzących do uzyskania rozwiązania optymalnego: metoda trójkąta ptn-zach, sympleks (Dantzing), najmniejszego elementu, dla specjalnego przypadku: zagadnienia przydziału – metoda węgierska (Konig, Egervary), jako zag. maks. przepływu (z wykorzystaniem algorytmu Forda, Fulkersona).

Głównie ze względu na specyfikę zadania oraz jego rozmiar dla obliczeń symulacyjnych przeprowadzonych w pracy wykorzystana została metoda podziału i ograniczeń.

Dla przykładowego problemu programowania dyskretnego:

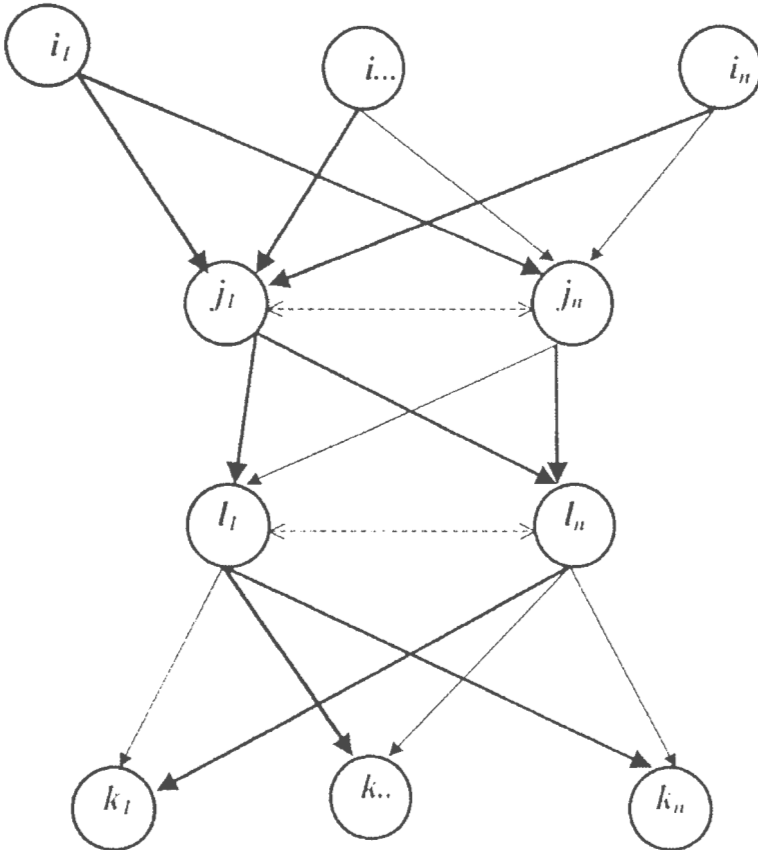
$$V(U) = \min \{cx \mid Ax \geq b, x \geq 0, x_j \in Z, j \in N_c\},$$

gdzie $N_c \subseteq N$ jest zbiorem indeksów zmiennych całkowitoliczbowych, natomiast N jest zbiorem indeksów wszystkich zmiennych skonstruować można graf zorientowany, którego korzeniem jest problem U , a pozostałymi wierzchołkami podproblemy. W drzewie tym mamy łuk z wierzchołka U_i do wierzchołka U_j wtedy i tylko wtedy, kiedy problem U_j powstał z podziału problemu U_i .

Z wierzchołków zamkniętych nie wychodzą żadne łuki (na rysunku poniżej podkreślone).

Problem U podzielony zostaje na dwa podproblemy U_1 i U_2 i początkowo wartość odcinająca funkcji:

$$z^* = \sum_{j \in N} c_j x_j^* = \infty$$



Ponieważ relaksacja (oszacowanie od dołu) $v(\bar{U}) < z^*$, więc rozpatrywanie U_1 jest perspektywiczne i zostaje on podzielony na trzy podproblemy U_3 , U_4 i U_5 . Zakładając, że przy analizowaniu U_1 znalezione zostało (aktualnie najlepsze) rozwiązanie dopuszczalne x^* , uzyskane przez zaokrąglenia współrzędnych:

$x \in F^*(\bar{U}_1)$ to tym samym określona została nowa wartość $z^* < \infty$. Jeżeli dla tej wartości odcinającej $v(\bar{U}_3) \geq z^*$ to problem U_3 jest zamykany. Tego typu obliczenia prowadzone są dla wszystkich nie zamkniętych wierzchołków. Obliczenia są zakończone wtedy, gdy lista wszystkich kandydatów jest pusta, tj. gdy wszystkie (nierozgałęzione) wierzchołki podproblemów są podkreślone.

Przykład:

$$\begin{aligned} \text{f.c.} \quad & \max 2x_1+x_2 \\ \text{o.} \quad & 3x_1+x_2 \leq 7 \\ & 2x_1+3x_2 \leq 10 \\ & x \geq 0 \end{aligned}$$

Dla tak sformułowanego zadania programowania liniowego rozwiązanie optymalne przyjmuje wartości $x_1=14/7$, $x_2=22/7$.

Przy założeniu całkowitoliczbowości zmiennych x rozwiązanie tego zadania z wykorzystaniem metody podziału i ograniczeń, wynosi: $x_1=2$, $x_2=1$.

W trakcie planowania produkcji masowej, podstawowe jednostki mogą być zaokrąglane do akceptowalnego poziomu błędu, najczęściej stosowane są jednostki całkowite (tona, paleta), co w połączeniu ze rzeczywistą skalą problemu (np. '000 ton, palet) w pełni uzasadnia wykorzystanie bardziej efektywnych metod obliczeniowych chociaż w rezultacie dających wyniki w wartościach przybliżonych.

3.4 Funkcja celu

Rozdział zadań produkcji dla rozproszonej bazy surowcowej i produkcyjnej zwłaszcza w trakcie restrukturyzacji przedsiębiorstwa zakładać powinien możliwość zmiany ograniczeń będących odpowiedzią na zmiany zachodzące w otoczeniu (popyt, podaż) jak i wewnątrz firmy (realokacja maszyn i urządzeń).

Dlatego też uwzględniając powyższe założenia w pracy określona została funkcja celu składająca się z 3 części.

F1 - określa funkcję minimalizującą koszty transportu

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J X_{ij} C_{ij} + \sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^L X_j^l C_j^l + \sum_{l=1}^L \sum_{k=1}^K X^{lk} C^{lk}$$

F2 - określa funkcję minimalizującą koszty przyrostu zdolności produkcyjnych

$$\sum_{j=1}^J U_j \cdot \Delta C_j + \sum_{l=1}^L V_l \cdot \Delta C^l$$

F3 - określa funkcję minimalizującą koszty niezaspokojonego popytu

$$\sum_{k=1}^K [B_k - \sum_{l=1}^L X^{lk}] \bar{w}$$

$$X_{ij}, X_j^I, X^{lk}, P_l, M_j, U_j, V_l, B_k, \bar{w} \geq 0$$

Gdzie poszczególne symbole oznaczają:

- D_i – przewidywana wielkość dostaw od i-tego dostawcy
- C_{ij} – koszt przewozu ustalonym środkiem transportu jednostki surowca od dostawcy i do j-tego tunelu (na odległości z “i” do “j”)
- M_j+U_j – zdolności produkcyjne j-tego tunelu w okresie “kampanii”; przy normalnych mocach produkcyjnych M_j oraz zwiększonych mocach produkcyjnych U_j
- ΔC_j – koszt zwiększenia o jednostkę zdolności produkcyjnej j-tego tunel w stosunku do kosztu normalnego normalnych mocy produkcyjnych
- C_j^I – koszt przewozu ustalonym środkiem transportu jednostki półproduktu danego surowca od tunelu j do pakowaczki l (na odległości z “j” do “l”)
- P_l+V_l - zdolności produkcyjne l-tej pakowaczki w okresie “kampanii” do końca dostaw do klientów przy standardowych mocach produkcyjnych P_l oraz zwiększonych mocach produkcyjnych V_l
- ΔC^l – koszt zwiększenia o jednostkę zdolności produkcyjnej l-tej pakowaczki w stosunku do kosztu normalnego jej standardowych mocy produkcyjnych
- C^{lk} – koszt przewozu ustalonym środkiem transportu jednostki produktu danego surowca od pakowaczki l do klienta k (na odległości z “l” do “k”)
- B_k – zapotrzebowanie k-tego klienta na wyrób
- X_{ij} – ilość surowca przewożonego od dostawcy i do tunelu j
- X_j^I – ilość półproduktu przewożonego z tunelu j do pakowaczki l
- X^{lk} – ilość wyrobów z pakowaczki l przewożonych do klienta k
- U_j – zwiększenie ponad normalne możliwości tunelu j
- V_l – zwiększanie ponadnormalne możliwości pakowaczki l

4. Przykłady obliczeń

Dla sformułowanych zadań przeprowadzono wiele obliczeń przykładowych. Dotyczyły one zarówno całego problemu jak i wybranych części funkcji celu. Wyliczenia prowadzone zostały częściowo w oparciu o dane faktyczne (np. koszt 1 tona-kilometra) jak również o dane fikcyjne. Ze względu na faktyczny rozmiar problemu: kilka tysięcy wierzchołków, niezbędnym było takie ich pogrupowanie aby zadanie można było rozwiązać przy wykorzystaniu niezbyt zaawansowanych narzędzi informatycznych.

Dlatego też w przykładach główny nacisk położony został na przedstawienie różnych wariantów zadania określonego w funkcji celu, nie zaś na stopień złożoności i realności obliczeń.

Przykłady dotyczyły:

- a) alokacji posiadanych zasobów,
- b) nadwyżki zdolności produkcyjnych a przydziału zadań,
- c) wzrostu popytu a przydziału zadań.

Przeprowadzone wyliczenia na danych zbliżonych do rzeczywistych potwierdziły jakość symulacji wyliczeń.

W oparciu o koszty transportu za rok 1998 oraz przy założeniu przetworu surowca na poziomie kilkudziesięciu tysięcy ton w zależności od przyjmowanych realnych wariantów rozmieszczenia urządzeń procesowych możliwe było obniżenie kosztów transportu o 12% co przy ówczesnych cenach oznacza wygenerowanie oszczędności w kosztach transportu na poziomie kilkuset tysięcy zł (załącznik).

5. Podsumowanie

W artykule zaprezentowana została metoda pozwalająca na systemowe podejście do skomplikowanego przedsięwzięcia jakim jest restrukturyzacja wielozakładowego przedsiębiorstwa produkcyjnego cechującego się znaczną sezonowością produkcji i sprzedaży.

Wykorzystanie znanych i sprawdzonych metod matematycznych oraz skonstruowanie w oparciu o nie modelu matematycznego z jednej strony jasno określają kierunek (w praktyce często żywiołowych) przekształceń skomplikowanego organizmu gospodarczego z drugiej strony gwarantują łatwą weryfikowalność poprawności założeń oraz przeprowadzanych obliczeń.

Zaprezentowane podejście do restrukturyzacji firmy nie stanowi rozwiązania wszystkich problemów z nią związanych. W praktyce równolegle do przemian operacyjnych zachodzą inne również bardzo ważne zmiany, dotyczące zwłaszcza sfer: finansowej oraz zarządzania kadrami. Przeobrażenia te z jednej strony są również trudne i skomplikowane, z drugiej zaś często wzbudzają wiele emocji, dlatego też w celu pokonania wszystkich trudności związanych z restrukturyzacją przedsiębiorstwa niezbędne jest jasne i obiektywne określenie celu oraz drogi prowadzącej do jego osiągnięcia.

ZAŁĄCZNIK

Poniżej przedstawione zostały wyliczenia symulacyjne dla problemu omawianego w pracy: "Komputerowe wspomaganie planowania..." IBS PAN W-wa 2001.

Przeprowadzona analiza stanowi uzupełnienie w/w opracowania i ma na celu przybliżenie skali problemu do wartości rzeczywistych.

W zakresie odległości oraz ilości przewożonych towarów - obliczenia przeprowadzone zostały w oparciu o dane zbliżone do rzeczywistych, koszty transportu ustalone zostały na podstawie danych za rok 1998.

Przykład dot. alokacji zadań (praca s.66)

Ze względu na złożoność problemu oraz ograniczenia występujące w wykorzystywanym do symulacji oprogramowaniu - obliczenia są uproszczone (graf o 10 wierzchołkach).

W efekcie funkcja celu pozostaje bez zmian:

Min:

$$24.36x_1 + 19.488x_2 + 14.616x_3 + 15.89x_4 + 9.534x_5 + 12.712x_6 + 39.00x_8 + 34.8x_{10} + 34.68x_9 + 26.1x_{11} + 22.7x_{12} + 9.08x_{13} + 26.1x_{14} + 34.8x_{15} + 31.2x_{16}$$

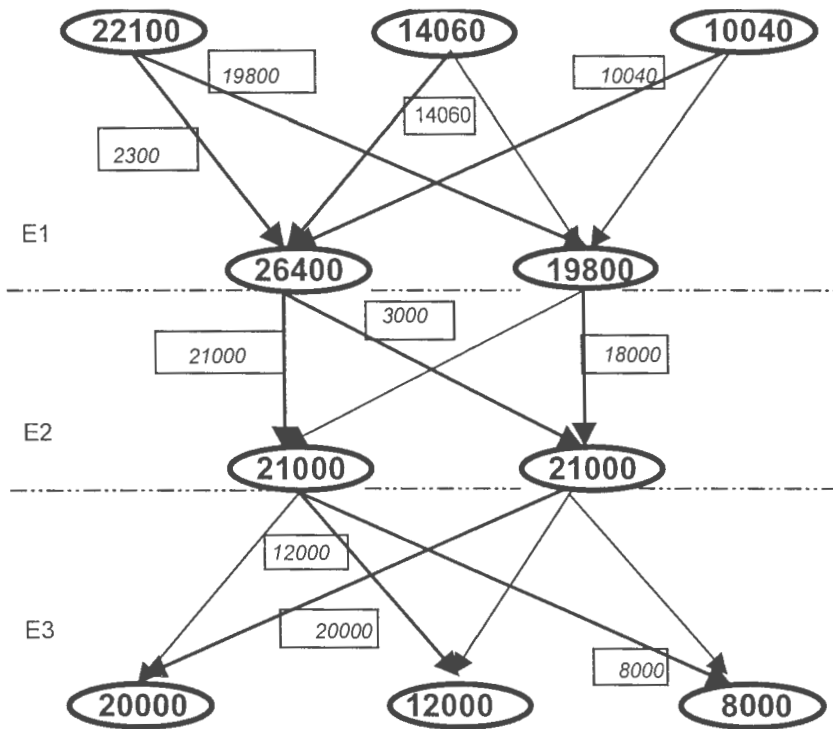
Zmianom ulegają wartości ograniczeń dotyczące: popytu na wyroby, podaży surowca i zdolności poszczególnych **ogniw produkcyjnych**.

C1	$x_1 + x_3 + x_5 = 26400$	C8	$x_8 + x_{10} \leq 21000$
C2	$x_2 + x_4 + x_6 = 19800$	C9	$x_{10} + x_9 = 18000$
C3	$x_5 + x_6 \leq 10040$	C10	$x_{11} + x_{12} + x_{13} = 20000$
C4	$x_1 + x_2 \leq 22100$	C11	$x_{14} + x_{15} + x_{16} = 20000$
C5	$x_3 + x_4 \leq 14060$	C12	$x_{11} + x_{14} = 20000$
C6	$x_7 + x_8 = 24000$	C13	$x_{12} + x_{15} = 12000$
C7	$x_7 + x_9 \leq 21000$	C14	$x_{13} + x_{16} = 8000$

Integer: $x_1, \dots, x_{15} \geq 0$

Wskaźniki ubytku surowca w trakcie poszczególnych faz produkcyjnych są takie same jak przedstawione w pracy. Dla przedstawionego poniżej grafu koszty transportu w poszczególnych fazach wynoszą:

E1	743 113
E2	743 400
E3	867 040
Razem	2 353 553



Literatura:

Lawrence, J., Pasternack, B. (1998) *Applied Managment Science*; J.Wiley, USA.

Libura, M.(1993) *Analiza wrażliwości rozwiązań.*; PAN IBS, Warszawa.

- Piasecki, St. (1997) *Teoria organizacji, procedury projektowania*; IBS PAN, Warszawa.
- Piasecki, St. (2000) *Sieciowe modele symulacyjne*; Instytut Interfacji, Warszawa.
- Sviokla, J., Shapiro, B. (1993) *Keeping Customers Business review*, Book Harvard .
- Szkatuła, K. (1999) *Analiza przypadku średniego*; IBS PAN, Warszawa.
- Zorychta, K., Ogryczak, W. (1981) *Programowanie liniowe i całkowitoliczbowe* WNT, Warszawa.
- Walukiewicz, St. (1986) *Programowanie dyskretne*; PWN, Warszawa

ISBN 83-85847-74-X

)