ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1979

Seria: GORNICTWO z.97 Nr kol. 597

Antoni LACHETA
Tadeusz STANGIEWICZ

WYZNACZANIE PLANU WYDOBYCIA WĘGLA MINIMALIZUJĄCE KOSZTY TEGO WYDOBYCIA I ZWAŁOWANIA PRZY RÓWNOCZESNEJ REALIZACJI ZAMÓWIEŃ

Streszczenie: W artykule przedstawiono próbę zastosowania programowania dynamicznego dla planowania miesięcznego wydobycia węgla w KWK, biorąc pod uwagę optymalizację kosztów tego wydobycia i kosztów zwałowania węgla.

Zagadnienie wyznaczania optymalnego planu wydobycia węgla na przestrzeni roku jest warunkiem prawidłowej pracy kopalni. Teoretycznie kopalnia powinna pracować rytmicznie i w każdym miesiącu wydobywać stałą ilość węgla, równą 1/12 rocznego planu. Jeżeli jednak weźmiemy pod uwagę, że zamówienia na dostawę węgla i możliwości przewozowe są różne w różnych miesiącach, a koszty zwałowania zmieniają się w zależności od ilości zwałowanego węgla, to zrozumiałe się staje, że należałoby znaleźć optymalne wydobycie węgla w każdym miesiącu, aby jednocześnie łączne koszty wydobycia i koszty zwałowania osiągały minimum, a zamówienia były realizowane.

Tego typu problem można zakwalifikować do grupy wieloetapowych procesów decyzyjnych, które na podstawie zasady optymalności Bellmana można zdekomponować na szereg podproblemów optymalizacyjnych o mniejszej liczbie zmiennych decyzyjnych.

Problem można przedstawić następująco:

Przypuśćmy, że chcemy zaplanować pewną operację dzielącą się na n kolejnych etapów. Chcemy w związku z tym wyznaczyć ciąg wartości zmiennych decyzyjnych $q_1, q_2, \ldots, q_n$ taki, aby kryterium jakości określone przez funkcje $J\,/q_1, q_2, \ldots, q_n/$ osiągało ekstremum.

Zatem proces zdefiniowany zostanie za pomocą n zależności

$$P_i = F_i\ /\ P_{i-1}, q_{i-1}\ / \qquad i = 1,2,\ldots, n$$

pozwalających na wyznaczenie stanu procesu P_i na początku i-tego etapu w zależności od stanu procesu przed etapem i-tym, oraz decyzji q_{i-1} dla etapu i-1-szego. Dla każdego etapu definiuje się wskaźnik jakości

$$J_i\ /\ P_i, q_i\ / \qquad i = 1,2,\ldots, n,$$

który jest funkcją stanu procesu na początku etapu i-tego, oraz decyzji dla i-tego etapu.

Dla całego etapu wskaźnik jakości jest sumą wskaźników jakości dla poszczególnych etapów

$$J\ /\ q_1,\ q_2, \ldots q_m\ / = \sum_{i=1}^{n} J_i\ /\ P_i,\ q_i /$$

Problem nasz sprowadza się więc do minimalizacji globalnego wskaźnika jakości

$$\underset{q_1,\ q_2 \ldots q_n}{\mathrm{Min}} \sum_{i=1}^{n} J_i\ /\ P_i,\ q_i /$$

przy ograniczeniach

$$P_i \in R_i$$

$$q_i \in S_i$$

$$P_i = F\ /\ P_{i-1},\ q_{i-1} /$$

przy czym $P_1 = P_o$.

Przyjmujemy zatem, że:

- poszczególnymi etapami są miesiące,
- stan procesu P_i na początku etapu i-tego jest ilością węgla znajdującego się na zwałowisku na początku miesiąca i-tego,
- decyzją q_i podejmowaną na etapie i-tym jest określenie wielkości wydobycia w miesiącu i-tym.

Jeżeli przez Z_i oznaczymy zamówienia na dostawę węgla w miesiącu i-tym, to można napisać zależność

$$P_i = P_{i-1} + q_{i-1} - Z_{i-1}$$

przy czym

$$0 \leqslant P_i \leqslant P_{max}$$

$$0 \leqslant q_1 \leqslant q_{max}$$

gdzie:

P_{max} jest maksymalną ilością węgla, jaka zmieści się na zwałowisku, a q_{max} jest maksymalnym wydobyciem miesięcznym, jakie może wykonać dana kopalnia.

Oznaczając funkcję przedstawiającą miesięczny koszt zwałowania węgla w zależności od ilości tego węgla przez $M/P_i/$, a funkcję przedstawiającą miesięczny koszt wydobycia węgla w zależności od wielkości tego wydobycia przez $W\ /\ q_i /$, wskaźnik jakości, który chcemy minimalizować, ma postać

$$J = \sum_{i=1}^{12} \left[M/P_i/ + W/q_i/\right]$$

Zgodnie z powyższym rozwiążemy to zagadnienie metodą programowania dynamicznego. Korzystając z zasady optymalności, tworzymy następujące równania funkcyjne opisujące dany problem:

$$J_1/P_n, q_n/ = \min \left\{M/p_n/ + W/q_n/\right\}$$

$$0 \leqslant q_n \leqslant q_{max}$$

$$0 \leqslant p_n \leqslant q_{max}$$

przy czym $P_n = P_{n-1} + q_{n-1} - Z_{n-1}$

$$J_2/P_{n-1}, q_{n-1}/ = \min \left\{M/P_{n-1}/ + W/q_{n-1}/ + J_1/P_n, q_n/\right\}$$

$$0 \leqslant q_{n-1} \leqslant q_{max}$$

$$0 \leqslant P_{n-1} \leqslant P_{max}$$

przy czym $P_{n-1} = P_{n-2} + q_{n-2} - Z_{n-2}$

.

.

.

$$J_{m-1}/P_2, q_2/ = \min \left\{M/P_2/ + W/q_2/ + J_{n-2}/P_3, q_3/\right\}$$

$$0 \leqslant q_2 \leqslant q_{max}$$

$$0 \leqslant P_2 \leqslant P_{max}$$

przy czym $P_2 = P_1 + q_1 - Z_1$

$$J_n/P_1, q_1/ = \min \left\{M/P_1/ + W/P_1/ + J_{n-1}/P_2, q_2/\right\}$$

$$0 \leqslant q_1 \leqslant q_{max}$$

$$0 \leqslant P_1 \leqslant P_{max}$$

a $P_1 = P_o$

W naszym konkretnym przypadku $n = 12$.

Po rozwiązaniu powyższego zdekomponowanego problemu otrzymamy konkretne wartości zmiennych decyzyjnych $q_1, q_2, \ldots, q_n$, czyli konkretne wielkości wydobycia dla każdego miesiąca, które powinny spełniać zadane warunki;

LITERATURA

[1] Kryński H., Budach A.: Zastosowanie matematyki do podejmowania decyzji ekonomicznych. PWN, Warszawa 1976r.
[2] Findeisen W., Szymanowski J., Wierzbicki A.: Teoria i metody obliczeniowe optymalizacji. BNI, Warszawa 1977r.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛАНА ДОБЫЧИ УГЛЯ СВЕДЕНИЕ К МИНИМУМУ ЗАТРАТ ЭТОЙ ДОБЫЧИ И СКЛАДЫВАНИЕ В ОТВАЛ С ОДНОВРЕМЕНН ВЫПОЛНЕНИЕМ ЗАКАЗОВ

Резюме

В статье рассматривается испытание применения динамического программирования для месячного планирования добычи угля в шахте каменного угля принимая во внимание оптимализацию затрат этой добычи и затрат складывания угльа.

DETERMINATION OF THE PLANS OF COAL MINING OUTPUT WHICH MINIMALIZES THE COST OF OUTPUT AND OF DUMPING WITH SIMULTANEOUS REALIZATION OF ORDERS

S u m m a r y

The paper presents an attempt of using the dynamic programming for a monthly yield /output/ planning of a coal m-nie, taking into consideration the costs of output and dumping of coal.