

EUGENIUSZ KRAUSE, BERNARD PIASECKI,
ANDRZEJ WEIGEL

STEROWANIA ZAPASAMI MAGAZYNOWYMI W GOSPODARCE DREWNEJ NA KOPALNI

Streszczenie. W artykule zaprezentowano zagadnienie minimalizacji kosztów systemu magazynowego, w którym stan zapasów jest procesem stochastycznym. Niewłaściwe kształtowanie się stanu zapasów w magazynach drewna na kopalni spowodowane jest losowym charakterem popytu oraz długim okresem dzielącym moment zamówienia drewna i moment jego zużycia w procesie produkcji. Potrzeba sterowania zapasami magazynowymi nabiera coraz większego znaczenia w aspekcie przeprowadzonej reorganizacji zaopatrzenia w resorcie górnictwa. Z tych względów celowym staje się poszukiwanie wartości optymalnych zmiennej sterującej magazynem metodami optymalizacji statystycznej.

1. Sformułowanie zagadnienia

Reorganizacja zaopatrzenia kopalń w kopalniaki polegająca na centralizacji składnic drewna położonych w rejonach pozyskiwania surowca, pociąga za sobą zmiany w kształtowaniu się stanu zapasów w magazynach kopalnianych zwanych placami drzewnymi.

Z danych sprawozdawczych i statystyk charakteryzujących gospodarkę drewnem wynika, że ilość zapasów w poszczególnych sortymentach powoduje zbędne zamrożenie środków, a często prowadzi do niszczenia się drewna w magazynach kopalnianych. Przyczyn niewłaściwego kształtowania się stanu zapasów, należy doszukiwać się w długim okresie dzielącym moment zamówienia kopalniaków przez kopalnie do momentu ich zużycia wynoszącym średnio 5 miesięcy, oraz w zmienności zapotrzebowania na różne rodzaje sortymentów.

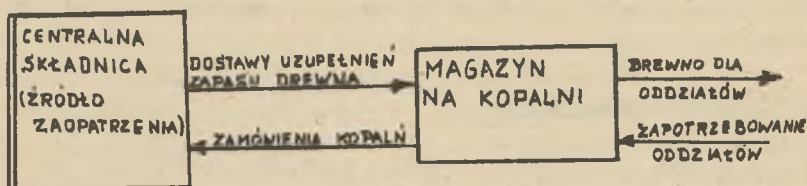
Reorganizacja zaopatrzenia i zmiany, które pociąga za sobą, stwarza konieczność zastosowania metod matematycznych, jako narzędzia do optymalizacji i sterowania zapasami w magazynach drewna na kopalni. Osiąganie planowanego wydobycia węgla na kopalni jest możliwe dzięki rytmicznej pracy gniazd produkcyjnych, a to z kolei uzależnione jest od poziomu zapasów w magazynach. Zmienność zapotrzebowania kopalni na różne sortymenty drewna wynika z losowego charakteru podstawowego procesu produkcyjnego a w głównej mierze warunków jego realizacji. Prowadzi to do zmniejszenia się zapasów jednych sortymentów lub nadmiernego wzrostu zapasów innych sortymentów. Przy sterowaniu zapasami często stawia się pytania: kiedy wysłać zamówienie na uzupełnienie zapasu i jaki powinien być rozmiar tego zamówienia?.

2. Pojęcia podstawowe z zakresu tematu

Ze względu na charakter zachodzących zmian systemy magazynowe dzielimy na systemy deterministyczne w których stan zapasów jest ściśle określoną funkcją czasu i systemy probabilistyczne, w których stan zapasów jest opisywany procesem stochastycznym.

Probabilistyczne systemy magazynowe możemy również podzielić ze względu na rodzaj czynników, które sprawiają, że nie są one deterministyczne. Z uwagi na powyższe rozróżniamy systemy z losowym popytem, lub z losowym czasem realizacji zamówienia. Ze względu na sposób analizy, systemy magazynowe dzielimy na stacjonarne i niestacjonarne. Jeżeli w czasie funkcjonowania magazynu nie zmieniają się charakterystyki popytu ani parametry magazynu system nazywamy systemem stacjonarnym.

W niniejszym artykule rozważać będziemy system magazynowy o strukturze przedstawionej na rys. 1.



Rys. 1. Struktura systemu magazynowego w zaopatrzeniu kopalń w drewno

Zamówienia z oddziałów produkcyjnych, jak pokazano na rys. 1, przekazywane są do działu zaopatrzenia w kopalni a w odpowiedniej chwili centralna składnica otrzymuje zamówienie na uzupełnienie zapasu w magazynie kopalnianym.

Centralna składnica drewna uzupełnia zapasy jednej lub więcej kopalń w zależności od mocy przerobowej.

Magazyny drewna na kopalni jest przykładem modelu stacjonarnego o strategii (R, r, T) gdzie:

R - górny poziom zapasu magazynu,

r - poziom zamawiania,

T - okres sprawdzania magazynu.

Przez poziom zamówienia " r " rozumiemy taki zapas zastępczy z_z , że jeżeli przy sprawdzeniu magazynu okaże się, że $z_z < r$, wówczas należy wysłać do centralnej składnicy zamówienie na uzupełnienie zapasu. Zapasem zastępczym nazywamy sumę zapasu efektywnego i wszystkich niezrealizowanych zamówień na uzupełnienie zapasu. Zapas efektywny jest różnicą zapasu rzeczywistego (ilość drewna znajdująca się w magazynie) i zarejestrowanych zapotrzebowań z oddziałów produkcyjnych.

Przy strategii (R, r, T) co okres T , sprawdzamy magazyn i w przypadku, gdy $Z_z < r$ wysyłamy zamówienie do źródła zaopatrzenia na taką wielkość, by Z_z osiągnął poziom R .

Wyżej wymienione zmienne R, r i T są zmiennymi sterującymi i wpływają na ogólne koszty systemu w dość skomplikowany sposób nie dający się ująć zależnościami empirycznymi. Rozpatrując przedział czasowy $(t, t + \tau)$ następuje zmiana zapasu efektywnego i zapasu zastępczego w magazynie kopalnianym.

3. Minimalizacja kosztów magazynowania

Kształtowanie się wielkości zmiennych R, r, T sterujących magazynem decyduje o poziomie organizacyjnym modelowanego magazynu.

Koszty systemu magazynowego na przedziale $(t, t + \tau)$ są sumą czterech składników:

- kosztów sprawdzania magazynu,
- kosztów zamówienia,
- kosztów składowania,
- kosztów deficytu.

Koszty sprawdzania magazynu są proporcjonalne do ilości sprawdzeń magazynu w okresie $(t, t + \tau)$ i wyrażają się wzorem (1)

$$K_s(t, \xi, T) = J \cdot n(t, \tau, T) \quad (1)$$

gdzie:

J - koszt jednego sprawdzania magazynu w [zł],

n - ilość sprawdzeń magazynu w okresie $(t, t + \tau)$.

Koszty zamówienia są to koszty związane z zakupem i dostawą drewna z centralnej składnicy, a także z utrzymaniem ludzi zajmujących się zaopatrzeniem. W ogólnym przypadku koszty zamówienia zależą od wielkości zamówionej partii. Przyjmując, że koszt jednego zamówienia jest stały i równy A , to koszty zamówienia można przedstawić przy pomocy wzoru (2)

$$K_z(u, \xi, t, \tau) = A \cdot N(u, \xi, t, \tau) \quad (2)$$

gdzie:

u - zmienne sterujące R, r, T ,

$N(u, \xi, t, \tau)$ - ilość złożonych zamówień w okresie $(t, t + \tau)$,

$\xi = \xi(v)$ - popyt,

v - czas $v \in (-\infty, t + \tau)$.

W skład kosztów składowania wchodzi koszty bezpośrednie wynikające z eksploatacji magazynów drewna oraz koszty pośrednie wynikające z zamrożenia kapitału, który mógłby być użyty w innych sferach działalności gospodar-

czej. Koszty składowania są proporcjonalne do nakładów kapitału w zapasy, a jednostkowe koszty składowania są proporcjonalne do czasu składowania jednostki zapasu. Koszty składowania w magazynie kopalnianym zależą od realizacji popytu w okresie $t + \tau$. Jeżeli przez $Z_r(\underline{u}, \xi, v)$ oznaczymy zapas rzeczywisty to koszty składowania za okres $(t, t + \tau)$ wyniosą:

$$K_m(\underline{u}, \xi, t, \tau) = J \cdot C \int_t^{t+\tau} Z_r(\underline{u}, \xi, v) dv \quad (3)$$

gdzie:

C - jednostkowa cena zapasu w [zł],

J - współczynnik proporcjonalności (kapitałochłonności) jego wartość przyjmowana jest w granicach $0,1-0,7$.

Koszty deficytu są bardzo trudne do wyznaczenia, a składają się na nie takie elementy jak, straty związane z przestojami gniazd produkcyjnych lub niewykonanie planu z powodu braku odpowiednich sortymentów drewna. Można przyjąć, że koszty deficytu są proporcjonalne do ilości drewna na które wystąpiło niezaspokojone zapotrzebowanie.

Jeżeli przez $l(\underline{u}, \xi, t, \tau)$ oznaczymy ilość drewna na które wystąpiło niezaspokojone zapotrzebowanie to koszty deficytu wyraża się wzorem (4)

$$K_d(\underline{u}, \xi, t, \tau) = p \cdot l(\underline{u}, \xi, t, \tau) \quad (4)$$

przy czym:

p - współczynnik proporcjonalności.

Koszty deficytu zależą od realizacji popytu na odcinku $(-\infty, t + \tau)$.

Ogólne koszty dla magazynu o strategii (R, t, T) z rejestracją zapotrzebowań za okres $(t, t + \tau)$ są sumą czterech składników kosztów i wyrażają się wzorem (5)

$$\begin{aligned} K(R, r, T, \xi, t, \tau) &= K_S(T, t, \tau) + K_Z(R, r, T, \xi, t, \tau) + \\ &+ K_m(R, r, T, \xi, t, \tau) + \\ &+ K_d(R, r, T, \xi, t, \tau) \end{aligned} \quad (5)$$

Popyt we wszystkich powyższych wzorach oznaczono przez

$$\xi = \xi(v), \quad v - \text{czas} \quad v \in (-\infty, t + \tau)$$

Popyt dla magazynu drewna na kopalni jest jednorodnym procesem o przyrostach niezależnych. Koszty przedstawione wzorem (5) dla ustalonych wartości t, τ i zmiennych sterujących są zmiennymi losowymi, dlatego też należy rozpatrywać ich wartość oczekiwaną.

$$S(u, t, \tau) = E K(\underline{u}, \xi, t, \tau) \quad (6)$$

Wielkość S dana wzorem (6) rośnie ze zwiększeniem się długości rozpatrywanego okresu τ , dlatego też rozpatruje się granicę

$$L(\underline{u}) = \lim_{\tau \rightarrow \infty} \frac{1}{\tau} S(\underline{u}, t, \tau) \quad (7)$$

Optymalizacja magazynu drewna na kopalni polega na znalezieniu minimum wielkości $L(\underline{u})$ ze względu na zmienne sterujące R, r, T . Przy założeniu, że popyt jest jednorodnym procesem o przyrostach niezależnych znaleźć należy dla magazynu z rejestracją zapotrzebowań $\min L(R, r, T)$ przy następujących ograniczeniach $R > r$ i $T > 0$. W przedstawionym modelu magazynu o strategii (R, r, T) mogą występować jeszcze inne składniki kosztów lecz zakładamy, że nie zależą one od strategii funkcjonowania magazynu, w związku z tym w zagadnieniach optymalizacji możemy je pominąć. Zagadnienie sformułowane powyżej jest zbyt złożone dla rozwiązań analitycznych w tej sytuacji celowym staje się modelowanie magazynów na maszynie cyfrowej i poszukiwanie optymalnych wartości zmiennych sterujących systemem magazynowym metodami optymalizacji statycznej.

LITERATURA

- [1] Marcinek R., Węgierski J.: Reorganizacja zaopatrzenia kopalń w kopalniaki w polskim przemyśle węglowym. Projekty-Problemy 1969/3.
- [2] Marcinek R., Węgierski J.: Reorganizacja zaopatrzenia kopalń w kopalniaki w polskim przemyśle węglowym. Przegląd Górniczy 1968/6.
- [3] Staniewski P.: Statystyczna optymalizacja systemów magazynowych symulowanych na emc. Praca doktorska.
- [4] Węgierski J., Zduńczyk A.: Analiza stanu zapasów drewna w zakładach górniczych. Przegląd górniczy nr 1/1968.

УПРАВЛЕНИЯ АККУМУЛИРУЮЩИМИ ЗАПАСАМИ В ХОЗЯЙСТВЕ ЛЕСОМАТЕРИАЛОМ НА ШАХТЕ

Резюме

В статье рассматривается вопрос минимализации затрат аккумулирующей системы, в которой состояние запасов является стохастическим процессом. Неправильное формирование состояния запасов на складских лесоматериала на шахте вызывается судебным характером спроса, а также долгим временем, которое делит момент заказа лесоматериала от времени его употребления в производственном процессе. Необходимость управления аккумулирующими запасами получает

большое значение в аспекте проведенной реорганизации снабжения в горной промышленности. Из-за этого целесообразным является разыскивание изменяемых, управляемых оптимальных величин складских методами статистической оптимизации.

TIMBER STORAGE HANDLING AT THE COALLIERY

S u m m a r y

The paper presents the problem of minimizing the costs of the storage system where the state of stock is a stochastic process. Inadequate state of the timber stock at the coallery is due to a fluctuating demand and a long gap between terms of order and the moment of timber consumption in the mining process. The need for the stock control is gaining ever bigger importance within the aspects of supply system reorganization in the mining industry. In view of this it is advisable to search for the optimal values of the variables that control the storage by the statistic methods of optimization.