

Anna Sobótka
Politechnika Łubelska

PROJEKTOWANIE OPTYMALNYCH ZAPASÓW NA PLACU BUDOWY

Streszczenie. W artykule przedstawiono metody projektowania optymalnych zapasów na placu budowy wg kryterium minimalizacji kosztów zapasów i wg kryterium ciągłości produkcji oraz analizę przyjętych kryteriów.

1. Wprowadzenie

Sprawną realizacją procesów budowlanych wymaga nieprzerwanego, rytmicznego dopływu materiałów itp. do miejsca ich zużycia. Ponieważ rytm dostaw materiałów z reguły nie pokrywa się z rytmem ich zużycia dla utrzymania ciągłości procesów budowlanych konieczne jest gromadzenie i utrzymywanie w jednostkach gospodarczych pewnego zapasu materiałów jak też gotowych wyrobów oraz części zamiennych środków mechanizacji.

Zapasy umożliwiają także zapobieganie zakłóceniom z tytułu wzmoczonej produkcji, odchyłek od ustalonych terminów i partii dostaw, zahamowań w dostawach spowodowanych trudnościami transportowymi, warunkami atmosferycznymi itd. Tak więc tworzenie i utrzymywanie zapasów na placu budowy jest obiektywną koniecznością.

Zarówno nadmierny jak i niedostateczny poziom zapasów powoduje wiele ujemnych skutków. Są to np. w przypadku nadmiernego poziomu zapasów: zamrożenie kapitału obrotowego, ograniczenie dyspozycji zapasów zgromadzonych w poszczególnych jednostkach, zwiększenie powierzchni magazynowych, ubytki materiałów wskutek ich magazynowania, a w przypadku niedostatecznego poziomu zapasów - zakłócenia w produkcji a w konsekwencji niezaspokojenie potrzeb gospodarczych i społecznych.

Dlatego też zrozumiałe jest dążenie do znalezienia takiego sterowania zapasami, który zapewniłby optymalny poziom zapasów.

Przy projektowaniu optymalnych zapasów występuje problem przyjęcia kryterium optymalizacji. Zwykle rachunki optymalizacyjne /zwłaszcza w innych gałęziach gospodarki niż budownictwo/ mają za kryterium optymalizacji minimalizację globalnych kosztów zapasów.

W literaturze fachowej generalnie koszty zapasów łączone są z faktem ich występowania, tworzenia i wyczerpania lecz zakres tych kosztów jak i kryteria klasyfikacji są przyjmowane różnorodnie. Poniżej przytocza się

podział kosztów zapasów wg [1] :

- koszty związane z tworzeniem i utrzymywaniem zapasów,
- koszty wytworzenia produktu,
- koszty organizacji i realizacji dostaw,
- koszt braku zapasów /koszty dodatkowego zamówienia, kary, straty społeczne/.

W rozwiązaniach optymalizacyjnych przyjmuje się także kryterium ciągłości produkcji, którego szczególnym przypadkiem jest minimalizacja wielkości poziomu zapasu, tak aby prawdopodobieństwo jego wyczerpania nie przekroczyło z góry zadanej wielkości.

W niniejszym artykule przedstawia się wyniki z podjętej próby określenia optymalnych wielkości zapasów wg kryterium minimalizacji kosztów zapasów i kryterium ciągłości produkcji oraz wnioski z przeprowadzonych rachunków optymalizacyjnych.

2. Projektowanie zapasów

A. Kryterium minimalizacji kosztów

Do wyznaczenia optymalnej wielkości zapasów przyjmując za kryterium minimalizację kosztów wybrano algorytm przedstawiony na rysunku 1 wg [2]. Algorytm ten pozwala na wyznaczenie optymalnej wielkości partii zamówień Q oraz poziomu zapasu bezpieczeństwa /krytycznego/ s dla stochastycznego modelu dynamicznego.

W modelu tym przyjmuje się, że zużycie jest wielkością zmienną losową o rozkładzie normalnym a koszty zakupu oraz magazynowania są stacjonarne.

Wielkości występujące w rozważanym modelu:

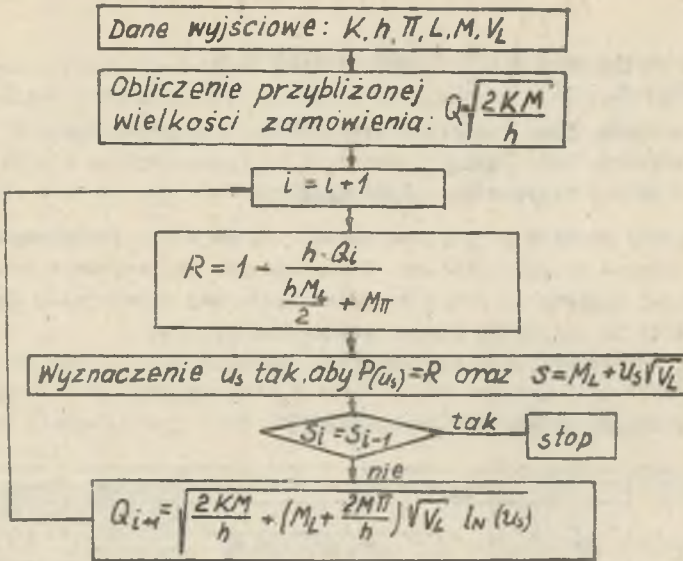
- M - oczekiwana wielkość zużycia w jednostce czasu,
- L - okres dostawy, okres między złożeniem a otrzymaniem zamówienia,
- M_1 - oczekiwana wielkość zużycia w przedziale czasu o długości L jednostek czasu,
- V_1 - wariancja wielkości zużycia M_1 ,
- K - stały koszt zakupu,
- h - koszty magazynowania jednostki zapasów w jednostce czasu,
- π - jednostkowy koszt strat z powodu braku zapasów.

Posługując się powyższym algorytmem obliczone zapasy krytyczne i optymalną wielkość zamówień materiałów używanych do procesu tynkowania. Dane do obliczeń uzyskano z badań zużycia materiałów prowadzonych na jednej z szaf Łubelskiego Przedsiębiorstwa Ogólnego w Lublinie.

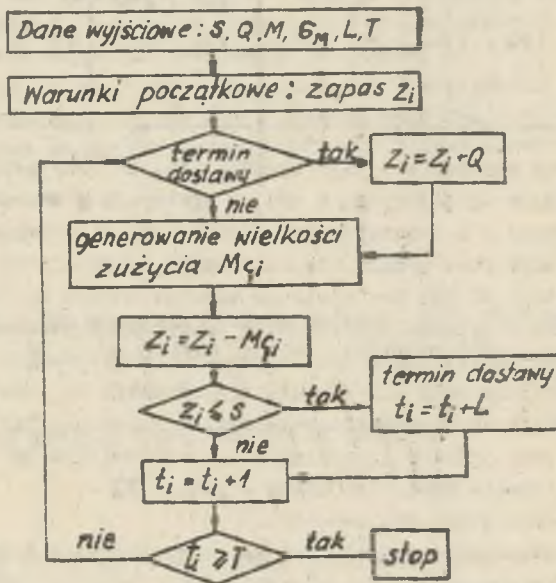
Koszt zakupu wyznaczono wg zależności:

$$K = c + K_1 + K_2$$

gdzie: c - jednostkowy koszt zakupu, K_1 - koszt transportu jednostki materiału, K_2 - koszt związany z opracowaniem zamówienia.



Rys. 1. Algorytm optymalizacji zapasów wg kryterium minimalizacji kosztów.
Algorithm of stocks optimization with the minimization costs criterion.



Rys. 2. Algorytm optymalizacji wg kryterium ciągłości produkcji.
Algorithm of stocks optimization with the production continuity criterion.

Koszt magazynowania wyznaczono uwzględniając :

$$h = K_p + K_a + K_{zu}$$

gdzie: K_p - koszty płac i ubezpieczeń personelu magazynowego,

K_a - koszty amortyzacji,

K_{zu} - koszty zużycia urządzeń magazynu.

Największy problem przysparza ocena kosztów strat ponoszonych na skutek braku zapasów na placu budowy. W niniejszych obliczeniach przyjęto jako koszt strat zapłatę za pracę brygadzie roboczej wykonującej dany proces w przeliczeniu na jednostkę rozpatrywanego materiału.

Dane i wyniki obliczeń zawiera tablica 1.

Tablica 1

Zestawienie danych i wyników optymalizacji

Materiał	J	Dane do modelu							Wyniki optymal.			
		L	L dni	K _L	v _L	K	h		wg kryter. minimaliz. kosztów	wg kryter. ciągłości produkcji		
							zł/jednostkę			s	Q	s
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cement	t	10	2	20	225	7300	1000	7680	10	24	20	24
Wapno	m ³	4	2	8	8	9100	1000	7680	8,5	10	15	10
Piasek	m ³	20	2	40	81	471	154	7680	40	19	60	60

Sprawdzając otrzymane wyniki okazuje się, że przy przyjęciu wielkości s i Q obliczonych wg algorytmu z rys. 1 występują w znaczącej liczbie badanych dni zapasy ≤ 0 /występujące wskutek tzw. odłożonego popytu/. Z analizy tego algorytmu wynika, że duży wpływ na ustalenie wielkości s i Q ma wielkość strat π jak też wielkość kosztów zakupu K. Ponieważ dokładne obliczenie tych wielkości sprawia duże trudności a oszacowanie ich jest bardzo dowolne, wyniki jakie otrzymujemy mogą być bardzo dowolne i odbiegające od rzeczywistości a w efekcie nieprzydatne do praktycznego wykorzystania tej metody do sterowania zapasami na budowie. Takie same uwagi nasuwają się przy próbach korzystania ze stochastycznego modelu okresowego uzupełnienia zapasów zawartego także w poz. [2].

B. Kryterium ciągłości produkcji

W celu wyznaczenia optymalnych zapasów zbudowano algorytm symulacyjny przedstawiony na rys 2. Założenie funkcjonowania modelu są takie same jak w modelu w p. A, tj. zużycie materiału jako zmienna losowa o rozkładzie normalnym, stały czas jaki wpływa od założenie zamówienia do dostawy oraz stała wielkość dostawy.

Wyniki symulacji zestawiono w kolumnie 11 i 12 tablicy 1. W celu otrzymania wyników porównywalnych wykonano symulację dla procesu tynkowania z p. A. Przy ustaleniu poziomu zapasów przyjęto wielkości zamówienia takie jak uzyskano z optymalizacji wg kryterium minimalizacji kosztów za wyjątkiem piasku, dla którego nie występuje brak zapasu dopiero przy $s=60m^3$ i $Q=60m^3$.

3. Wnioski

Z analizy powyższych danych wynika, że przy projektowaniu optymalnych wielkości zapasów przyjmowanie w praktyce budowlanej jako kryterium optymalizacji minimalizację kosztów zapasu jest niewłaściwe z dwóch zasadniczych powodów:

- dopuszczenie powstawaniu luk w zapasach/co powoduje dezorganizację produkcji i dalsze konsekwencje,
- trudności prawidłowego oszacowania kosztów zapasów, co deformuje wyniki obliczeń, a zwłaszcza brak metod rachunku ekonomicznego znaczącej grupy kosztów zapasu, tj. kosztów strat społecznych wynikających z braku zapasów.

Względniając ciągle niezaspokojony popyt na produkcję budowlaną i związane z tym problemy gospodarcze i społeczne, jako kryterium optymalizacji kosztów należy przyjmować kryterium ciągłości produkcji. Kryterium to prowadzi do otrzymywania większych zapasów ale niezależnie od wpływu czynników zakłócających tok realizacji produkcji.

Należy przy tym zaznaczyć, że jakkolwiek w przyjętym, w artykule, algorytmie tego kryterium, nie występuje bezpośrednio rachunek kosztów, to kryterium to również ma aspekt ekonomiczny ważny w prawidłowo funkcjonującej gospodarce.

LITERATURA

- [1] Garliński B. : Metody kształtowania zapasów. PWE, Warszawa 1971.
- [2] Wagner H.M. : Badania operacyjne. PWE, Warszawa 1980.

THE DESIGNING OF OPTIMUM STOCKS ON THE BUILDING LOT

SUMMARY

The study shows methods of qualifying of optimum materials stocks the building lot with the minimization costs criterion and with the production continuity criterion and analysis of accepted criterions.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ЗАПАСОВ НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ**Резюме**

В статье представлено методы проектирования оптимальных запасов на строительной площадке с точки зрения минимализации затрат запасов и критерий непрерывности производства, а также анализ принятых критериев.

Wpłynęło do Redakcji 20.03.1988 r.