

Zarządzanie i sterowanie zapasami (cz. 1)

Polityka magazynowania i sterowania zapasami

Wirtualna firma „ECO-Mebel” SA jest producentem mebli w dwóch grupach asortymentowych: zestawy mebli skrzyniowych i mebli tapicerowanych. Firma ta jest obecnie w fazie wzrostu i odnotowuje ciągle rosnącą sprzedaż. Ponadto posiada własny magazyn surowców potrzebnych do produkcji mebli. Dostawcami są zaś firmy z całej Polski. Aby sprawnie zarządzać i sterować magazynem konieczne jest ustalenie zużycia tych surowców w jednostce czasu, ustalenie okresu realizacji dostawy, punktu zamówienia, optymalnej wielkości zamówienia i polityki zamówień. Do tej pory proces zamówień przebiegał w sposób czysto intuicyjny, na podstawie doświadczenia. Dopiero w zeszłym roku poproszono ekspertów z działu analiz, zaopatrzenia i produkcji o przeprowadzenie badań dotyczących usprawnienia procesu dostaw i zarządzania całym magazynem. Ze względu na wysokie koszty magazynowania i zamrożonego kapitału, przeprowadzono przykładową analizę dotyczącą zarządzania surowcami w magazynie. Każdy z tych surowców, w wyniku klasyfikacji ABC na poziomie $\alpha = 70\%$ i $\beta = 90\%$, został przyporządkowany do klasy A, B, C. Zatem w analizie wykorzystane zostały po jednym surowcu z każdej klasy i oznaczone odpowiednio S_A , S_B , S_C .

Tab. 1. Zużycie surowców

Symbol	Klasa	Zużycie w ciągu 40 tyg.	Średnie tygodniowe zużycie surowców
S_A	A	29 222 m	S_A
S_B	B	11 547 mb	S_B
S_C	C	3 887 m ²	S_C

W celu ustalenia jak przebiega wydawanie surowców z magazynu do produkcji w ciągu kolejnych 40 tygodni należy:

1) określić ile tych surowców potrzebnych będzie do produkcji wszystkich wyrobów (tab. 1)

2) wyznaczyć okres realizacji dostawy (L)

Dostawa surowca S_A – w ciągu 3 tygodni z hurtowni materiałów obciovych w Kaliszu.

Dostawa surowca S_B – w ciągu 3 tygodni z hurtowni materiałów obciovych w Kaliszu.

Dostawa surowca S_C – w ciągu 4 tygodni z zakładu przemysłu drzewnego w Bydgoszczy.

Potrzeba posiadania zapasów niektórych surowców jest dla firmy konieczna ze względu utrzymania ciągłej i rytmicznej produkcji. Należy jednak odpowiedzieć: ile należy zamówić i w jakim momencie rozpocząć składanie zamówienia? Na sterowanie wielkością zapasów mają wpływ wielkość i częstotliwość zapotrzebowania na surowce, warunki i ograniczenia miejsca składowania, gotowość dostawców do realizowania zamówienia.

3) Ustalić politykę magazynowania

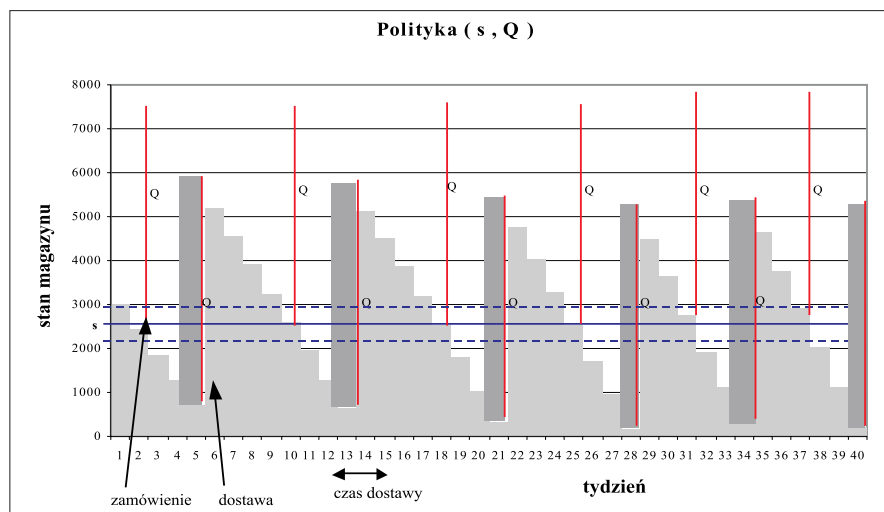
Aby trafnie określić politykę magazynowania dla każdego z surowców, należy wziąć pod uwagę do jakiej klasy zakwalifikowany został dany surowiec (w wyniku klasyfikacji ABC), jaka powinna być kontrola stanu magazynu (okresowa, ciągła), czy dostawca zgadza się na różne terminy składania zamówień, czy też organizuje dostawy w określonych, stałych odstępach czasu. Mając możliwości sterowania wielkością i cyklem zamówienia, jedną z nich ustala się na stałym poziomie. Wyróżniono zatem dwie polityki magazynowania: polityka (s, Q), która zakłada stałą wielkość zamawianych surowców, zmienny natomiast jest cykl zamawiania oraz polityka (T, S), w której wielkość zamawianych surowców jest zmienna, a cykl jest stały. Tab. 2. przedstawia politykę magazynowania dla przykładowych surowców.

Optymalna wielkość zamówienia, zapas bezpieczeństwa, punkt zamówienia, okres realizacji dostawy, maksymalny poziom składowania - jako elementy zarządzania zapasami

S_A jest surowcem należącym do klasy A, zużycie wartościowe jest bardzo wysokie (ok. 70% ogólnej wartości zużytych surowców), a więc

Tab. 2. Polityka magazynowania

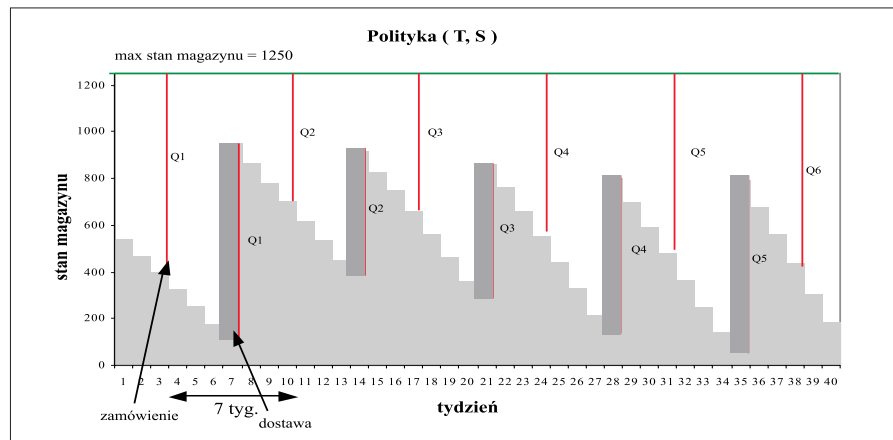
	Surowiec	Polityka magazynowania
S_A	Pianka poliuretanowa	(s, Q)
S_B	Tkanina obciovowa materiałowa	(s, Q)
S_C	Tarcica iglasta	(T, S)

Wykres 1. Zużycie surowca S_A do produkcji oraz moment zamówienia i dostawy

do surowców najbardziej kapitałochłonnych i wzmożona jego kontrola, i polityka ochronna jest wręcz pożądana. Ryzyko związane z opóźnieniami zostało uwzględnione w momencie wyznaczenia czasu dostawy (L) oraz każda dostawa jest przyjmowana do magazynu na koniec określonego tygodnia i potem następuje kontrola stanu magazynu.

Zapas bezpieczeństwa ukształtowany został na poziomie maksymalnego zużycia w ciągu 40 tygodni i wynosi 927 m. Moment złożenia przez firmę zamówienia następuje wtedy, gdy stan końcowy zapasów w magazynie osiągnie lub zbliży się do poziomu wyznaczonego przez firmę zwanego punktem zamówienia. Uwzględniając czas dostawy, który trwa 3 tygodnie oraz średnie tygodniowe zużycie pianki, **punkt zamówienia** wyniesie 2 478 m. Poziom ten nie powinien być sztywny, zatem ustalono wartość ± 300 m, co oznacza, że jeśli podczas kontroli stan magazynu będzie zawierał się w przedziale $<2178\text{m}; 2778\text{m}>$ nastąpi zamówienie. Ustalono również **optymalną wielkość zamówienia**, która wynosi 5150 m.

S_B jest surowcem należącym do klasy B, a jego zużycie wartościowe jest średnie. Również w tym przypadku wyznaczono poziom składania zamówienia, który wynosi 973 mb. Wielkość ta została obliczona w taki sam sposób jak dla poprzedniego surowca, uwzględniając



Wykres 3. Zużycie surowca S_C do produkcji oraz moment zamówienia i dostawy

średnie zużycie, czas dostawy oraz ryzyko i odchylenie standardowe popytu. Wielkość 973 mb nie jest sztywną granicą i tak jak dla poprzedniego surowca wyznaczono pewien pułap ± 150 mb. Jeżeli podczas kontroli stan magazynu znajdzie się w przedziale $<973\text{mb}; 1123\text{mb}>$, to należy złożyć zamówienie na surowce w wielkości 2000 mb, która jest optymalną wielkością zamówienia.

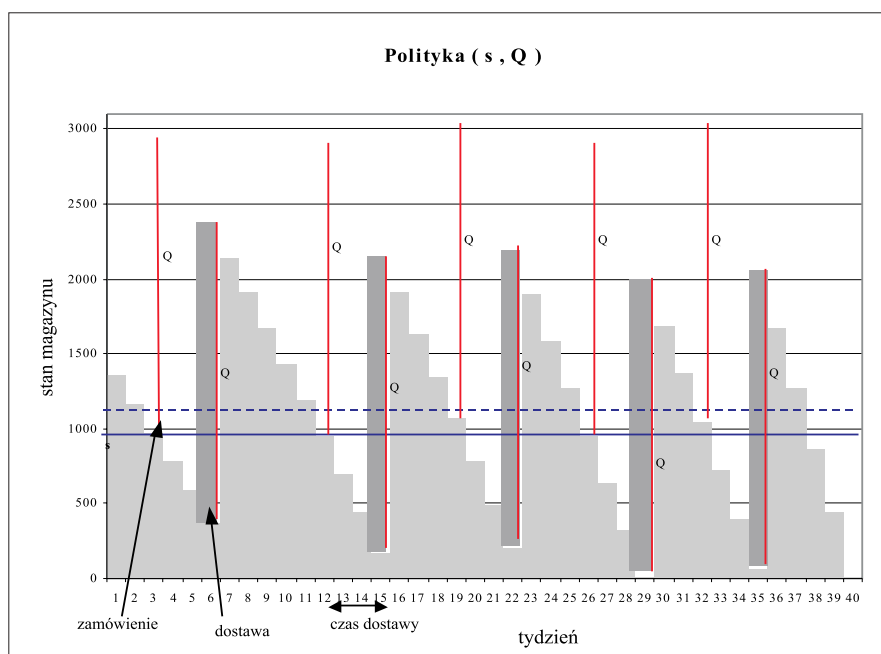
Surowiec S_C ma wyjątkowo niskie zużycie wartościowe, cena tego surowca też nie jest wysoka, a więc koszty ewentualnego magazynowania też nie będą takie wysokie. Jest to surowiec (ze względu na swoją klasę) nie wymagający ciągłej kontroli, a warunki okresowej dostawy powodują, że przyjęto politykę (T,S) dla magazynowania tego surowca. Dostawca X dostarcza ten surowiec

w ściśle określonych terminach tak, że okres czasu między jedną dostawą a kolejną jest zawsze taki sam. W tym przypadku okres ten wynosi 7 tygodni. Znając moment dostawy i wiedząc jaki jest czas realizacji dostawy (4 tyg.), znamy też moment, w którym należy złożyć zamówienie. Wielkość tego zamówienia nie jest sprawą prostą. Przede wszystkim wymaga określenia maksymalnego stanu magazynu, czyli wielkości do której firma w odpowiednim momencie będzie uzupełniać zapas. Wielkość zamówienia będzie zatem za każdym razem inna, w zależności od stanu magazynu na dzień, w którym musi być ono złożone.

Zatem **maksymalny poziom składowania tego surowca wynosi S = 1250 m²**.

Polityka ta będzie realizowana przez firmę w dalszym ciągu, nie mniej jednak zaobserwowany niewielki, ale ciągły wzrost zużycia tego surowca, najprawdopodobniej spowoduje w przyszłości (zależy od popytu na produkty w przyszłości), że zapas wyczerpie się zanim nadejdzie dostawa. Dlatego firma w momentach okresowych kontroli (co 7. tydzień) powinna wziąć pod uwagę stale rosnące zużycie i przewidzieć, że przy takim poziomie S mogą wystąpić w przyszłości braki surowca w magazynie, a ze względu na niski koszt magazynowania może lepiej podnieść ten poziom do 1500 m².

Tak wyznaczono wielkości potrzebne do sterowania magazynem, teraz należy je porównać z wielkościami wyznaczonymi wg wzorów. Zestawienie tych dwóch sposobów wyliczeń i ich porównanie stało się konieczne, gdyż daje to firmie obraz, która z metod bardziej



Wykres 2. Zużycie surowca S_B do produkcji oraz moment zamówienia i dostawy

odpowiada rzeczywistości, i którą można by przyjąć jako ostateczną.

W celu wyznaczenia optymalnej wielkości zamówienia, zapasu bezpieczeństwa, punktu zamówień, okresu realizacji dostawy za pomocą wzorów należy dodatkowo określić:

1. Ceny jednostkowe surowców:

- S_A – 5,0 zł/m
- S_B – 10,0 zł/mb
- S_C – 10,0 zł/m²

2. Koszt obsługi zamówienia (K_S)

Jest stały dla każdego zamówienia przez okres 40 tygodni. Niemniej jest on inny dla poszczególnych surowców. Po uwzględnieniu wielu elementów wchodzących w skład kosztów obsługi zamówienia, takich jak koszt obsługi administracyjnej zaopatrzenia, badania rynku zaopatrzeniowego, koszt wewnętrznego transportu, oraz koszty bezpośrednie obsługi, jak koszt przygotowania dyspozycji materiałowych, przyjęcia towarów, wprowadzenia do magazynu oraz inne, firma ustaliła koszt obsługi zamówienia (K_S) dla surowców:

- K_S dla S_A – 75 zł
- K_S dla S_B – 66 zł
- K_S dla S_C – 41 zł.

3. Stopa zamrożenia kapitału (i)

Wynosi 20% w stosunku rocznym. Wielkość ta jest wynikiem zsumowania kosztu kapitału (i_p), stopy ubezpieczenia (i_n) oraz stopy kosztów magazynowania (i_m). Ponieważ surowce te są składowane krócej niż rok, wysokość kosztu również powinna być mniejsza i zależy jaki okres brany jest pod uwagę.

Optymalną wielkość zamówienia obliczono wg wzoru:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot K_S}{i \cdot c}}$$

- i – stopa zamrożenia kapitału będzie jednolita dla wszystkich surowców, ale zostanie ona przeliczona na poszczególne podokresy wg: 20% / 52 tyg. w roku * 40 tyg. jako okres planowania zapasów = 15,38%
- D – łączna ilość zapotrzebowania na 40 tygodni = 29 222

Tab. 4. Zbiorcze zestawienie wyliczonych wielkości

	Wielkości wyznaczone intuicyjnie, doświadczalnie			Wielkości wyznaczone według wzorów		
	punkt zamówienia	optymalna wielkość zamówienia	zapas bezpieczeństwa	punkt zamówienia	optymalna wielkość zamówienia	zapas bezpieczeństwa
S_A	2 478 m ± 300 m	5 415 m	927 m	2 478 m ± 300 m	5 415 m	927 m
S_B	973 mb ± 150 mb	2000 mb	973 mb	973 mb ± 150 mb	2000 mb	973 mb
	Polityka (T, S) dostawa odbywa się co 7 tygodni. czas realizacji dostawy – 4 tyg. maksymalny poziom składowania surowca wynosi $S = 1250 \text{ m}^2$			447 m ² ± 70 m ²	455 m ²	447 m ²

c – cena = 5,0 zł

K_S – koszt obsługi zamówienia = 75 zł

Dla S_A wielkość optymalnego zamówienia wynosić będzie: $Q^* = 2\,390 \text{ m}$

Poziom obsługi przyjęto na poziomie 99,5%, stąd współczynnik $k = 2,58$. Odchylenie standardowe wynosi: 113,875

Na podstawie danych o średnim tygodniowym zużyciu surowca ($a = 730,55$), o czasie realizacji dostawy (L), o odchyleniu standardowym popytu oraz o poziomie obsługi, można wyznaczyć punkt składania zamówienia, uwzględniający zapas bezpieczeństwa ze wzoru:

$$s = a \cdot L + k \cdot \sqrt{L} \cdot \sigma$$

Oczywiście poziom składania zamówienia nie jest sztywny, dlatego wprowadza się pewną tolerancję ± 300 jednostek surowca. Dla pianki poziom ten wynosi $2\,700 \text{ m} \pm 300 \text{ m}$

Jak widać optymalna wielkość zamawianej partii, liczonej wg wzorów jest prawie dwukrotnie niższa, co o konieczności kierowania się przy wyznaczaniu wielkości partii częściowo na podstawie wzorów. Przy zamówieniu 5150 metrów pianki, firma będzie ponosiła większe koszty związane z dostawą i składowaniem.

Dla tkaniny obciowej S_B :

- koszt obsługi zamówienia wynosi 66 zł
- stopa zamrożenia kapitału tak jak dla pianki wynosi 15,38%
- łączna ilość zapotrzebowania na surowiec – $D = 11\,547$
- cena natomiast wynosi $c = 10 \text{ zł}$.

Optymalna wielkość zamówienia dla S_B wynosi $Q^* \approx 1000 \text{ mb}$.

Poziom obsługi wynosi w tym przypadku 97,7%, czyli $k = 2$, a odchylenie standardowe wynosi 64,2624

Natomiast punkt składania zamówienia wynosi $s = 1\,089 \text{ mb} \pm 300 \text{ mb}$.

Również w tym przypadku optymalna wielkość wyliczona na podstawie wzoru jest dwukrotnie niższa, zatem i koszty są niższe.

Dla tarcicy iglastej S_C :

- termin realizacji dostawy wynosi 4 tygodnie
- koszt obsługi zamówienia wynosi 41 zł
- stopa zamrożenia kapitału tak jak dla pianki wynosi 15,38%
- łączna ilość zapotrzebowania na surowiec – $D = 3\,887$
- cena natomiast wynosi $c = 10 \text{ zł}$.
- Optymalna wielkości zamówienia $Q^* = 455 \text{ m}^2$

Odchylenie standardowe – 64,2624 oraz **poziom obsługi** wynoszącym 95% (czyli $k = 1,65$)

Punkt składania zamówienia wynosi $s = 447 \text{ m}^2 \pm 70 \text{ m}^2$

* Autorka jest laureatką nagrody głównej ubiegłorocznej edycji ogólnopolskiego konkursu pn. „Logistyczna Praca Magisterska Roku” zorganizowanego przez firmę Schenker sp. z o.o. Wyłącznym patronem medialnym konkursu było czasopismo „Logistyka”.