

GRZEGORZ MICHALSKI

VBEOQ - OPTYMALNA Z PUNKTU WIDZENIA MAKSYMALIZACJI WARTOŚCI PRZEDSIĘBIORSTWA WIELKOŚĆ ZAMÓWIENIA ZAPASÓW

1. Wprowadzenie

Podstawowym finansowym celem zarządzania zapasami jest z jednej strony utrzymywanie jak najniższego ich poziomu, ponieważ ich posiadanie wiąże się z zamrożeniem kapitału. Z drugiej strony, zbyt niski poziom zapasów może negatywnie wpływać na poziom przychodów ze sprzedaży poprzez zakłócenia w procesie produkcji lub zwyczajny brak wyrobów gotowych w czasie, gdy znajdują się chętni do zakupu nabywcy (rozczarowani, mogą zwrócić się ze swoim popytem do konkurencji).

Nadmierne zamrożenie kapitału przyczynia się do obniżania wartości przedsiębiorstwa, gdyż negatywnie odbija się na poziomie przepływów pieniężnych. Z drugiej strony obniżenie przychodów ze sprzedaży także niszczy wartość przedsiębiorstwa w wyniku obniżania przepływów pieniężnych.

Podstawowymi modelami stosowanymi w zarządzaniu zapasami, są modele oparte na *EOQ* (optymalnej wielkości zamówienia). Problemem jednak, dla menedżera ukierunkowanego na maksymalizację wartości przedsiębiorstwa jest to, że jest on skonstruowany z myślą o maksymalizacji zysku (osiąganą przez minimalizację kosztów zapasów) i nie koniecznie idzie w parze z maksymalizacją wartości przedsiębiorstwa. W artykule tym zostanie zaproponowane podejście do wyznaczania VBEOQ (optymalnej z punktu widzenia maksymalizacji wartości wielkości zamówienia), które uwzględni jako cel, maksymalizację wartości przedsiębiorstwa.

2. Określenie kapitału pracującego netto

Kapitał pracujący netto (ang. *net working capital*) jest częścią aktywów bieżących finansowaną kapitałami stałymi. Kapitał obrotowy netto to różnica aktywów bieżących i pasywów bieżących lub różnica pasywów stałych i aktywów stałych. Jest on skutkiem braku synchronizacji między formalnym powstaniem przychodów ze sprzedaży a rzeczywistym wpływem środków pieniężnych wynikającym ze ściągnięcia należności oraz rozbieżności w czasie powstania kosztów, a rzeczywistym wpływem środków pieniężnych związanym ze spłatą zobowiązań. Wyznacza się go na podstawie wzoru:

$$NWC = CA - CL = AAR + AIN + C - AAP \quad (1)$$

gdzie: NWC – kapitał pracujący netto, CA – aktywa bieżące, CL – pasywa bieżące, AAR – należności, AIN – zapasy, C – środki pieniężne i ich ekwiwalenty, AAP – krótkoterminowe zobowiązania.

W trakcie szacowania przepływów pieniężnych przyrost kapitału pracującego netto wiąże się z „zamrożeniem” środków przeznaczonych na jego tworzenie. Jeśli przyrost ten jest dodatni, oznacza to coraz większe zaangażowanie środków, co pomniejsza przepływy pieniężne. Wzrost poziomu produkcji pociąga za sobą konieczność zwiększenia zapasów, a często także należności i środków pieniężnych. Część tego przyrostu będzie finansowana zobowiązaniami bieżącymi. Reszta (uwidoczniła jako przyrost kapitału pracującego netto) będzie wymagała innego rodzaju finansowania.

3. Szacowanie wartości przedsiębiorstwa

Interesujące dla nas, z punktu widzenia głównego celu zarządzania finansami przedsiębiorstwa, jest sprawdzenie, w jaki sposób zmiana poziomu zapasów wpłynie na wartość przedsiębiorstwa. W tym celu, wykorzystany zostanie wzór, opierający się na założeniu, że wartość przedsiębiorstwa jest sumą zdyskontowanych wolnych przepływów środków pieniężnych dla przedsiębiorstwa ($FCFF$ – ang. *free cash flow to firm*):

$$V = \sum_{t=1}^n \frac{FCFF_t}{(1+k)^t}, \quad (2)$$

gdzie: V – wartość przedsiębiorstwa, $FCFF_t$ – wolne przepływy pieniężne generowane przez przedsiębiorstwo w okresie t , k – stopa dyskonta reprezentująca koszt kapitału finansującego przedsiębiorstwo.

W liczniku prawej strony równania znajdują się przepływy pieniężne generowane przez przedsiębiorstwo. Są one najczęściej szacowane na podstawie wzoru:

$$FCFF_t = (CR_t - FC_{WD} - VC_t - D) \times (1 - T) + D - \Delta NWC_t, \quad (3)$$

gdzie: CR_t – przychody ze sprzedaży, FC_{WD} – koszty stałe bez uwzględnienia amortyzacji, VC_t – koszty zmienne w okresie t , D – amortyzacja, T – efektywna stopa podatkowa, ΔNWC – przyrost kapitału pracującego netto.

Zmiany w poziomie zapasów mają wpływ na poziom kapitału pracującego netto oraz na wielkość kosztów operacyjnych przedsiębiorstwa.

4. Monitorowanie zapasów i proste metody monitorowania zapasów

Metoda ABC (ang. *ABC method*) wykorzystywana jest w procesie monitorowania zapasów, umożliwia ona minimalizowanie kosztów tego procesu. Główną jej ideą jest podzielenie zapasów utrzymywanych w przedsiębiorstwie na trzy grupy oznaczone jako A, B, C.

Grupa A zawiera zapasy o największym znaczeniu dla normalnego przedsiębiorstwa, najczęściej są to zapasy związane z największymi inwestycjami lub ich niedobór wiąże się z bardzo dużym zagrożeniem dla reputacji przedsiębiorstwa i kosztami. Jest to najczęściej relatywnie najmniej liczna grupa zapasów w przedsiębiorstwie, równocześnie tej grupie poświęca się najwięcej uwagi. Grupa B to zapasy pośrednie. Grupa C uwzględnia tanie lub łatwe w zastąpieniu zapasy. Jest to najbardziej liczna kategoria zapasów przy równocześnie najmniejszym ich znaczeniu. Na monitorowanie tej grupy przeznaczają się najmniej czasu i najczęściej dla niej wystarcza zastosowanie metody czerwonej linii lub metody dwóch koszy.

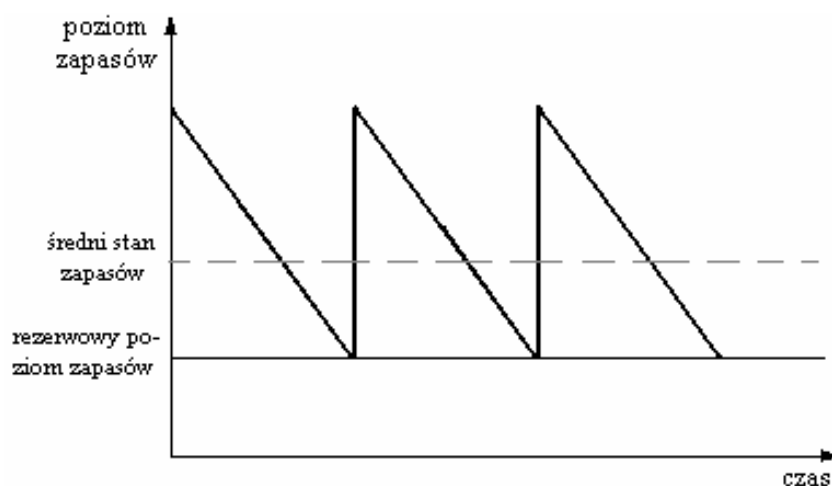
Metoda czerwonej linii (ang. *red line method*) jest prostą metodą wyznaczania momentu składania zamówienia na kolejną dostawę materiałów, stosowaną dla materiałów grupy C. Polega ona na tym, że materiały te, składowane są w odpowiednim pomieszczeniu (lub pojemniku), i w miarę ich zużywania obniża się ich poziom. Jeśli zapas obniży się wystarczająco, odsłonięta zostaje czerwona linia sygnalizująca konieczność złożenia zamówienia.

Z kolei metoda dwóch koszy (ang. *two-bin method*) polega na tym, że materiały umieszczone są w dwóch pojemnikach. O konieczności złożenia zamówienia informuje fakt wyczerpania się zapasów z jednego z nich. W trakcie realizacji zamówienia, wykorzystywane są zapasy z drugiego pojemnika (stanowiącego zapas rezerwowego). Wyczerpanie zapasów z drugiego pojemnika jest kolejnym sygnałem i równocześnie początkiem korzystania z materiałów znajdujących się w pojemniku pierwszym (który w międzyczasie został uzupełniony).

W celu zarządzania i monitorowania zapasów z grupy A, należy stosować bardziej złożone modele, takie jak model optymalnej wielkości zamówienia.

5. Model optymalnej wielkości zamówienia

Model optymalnej wielkości zamówienia (ang. *economic order quantity model*) jest modelem zarządzania zapasami, w którym przyjmuje się optymalną wielkość dostawy, gwarantującą minimalizację całkowitych kosztów zapasów.



Rysunek 1. Działanie modelu optymalnej partii zamówienia.

Źródło: J. G. Kalberg, K. L. Parkinson, *Corporate liquidity: Management and Measurement*, IRWIN, Homewood 1993, s. 538.

Działanie tego modelu przedstawione jest na rysunku 1, a opisywany jest on przez wzory 4 i 5:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times P \times K_z}{C \times v}} = \sqrt{\frac{2 \times P \times K_z}{K_u}}, \quad (4)$$

gdzie: EOQ – optymalna wielkość zamówienia, P – roczne zapotrzebowanie na dany rodzaj zapasów, K_z – koszty tworzenia zapasów, K_u – koszty utrzymania zapasów (bez kosztów utrzymania zapasu bezpieczeństwa), C – procentowy udział kosztu utrzymania zapasów, v – jednostkowy koszt (cena) zamówionych zapasów.

Procentowy udział kosztu utrzymania zapasów wynika z tego, że koszty utrzymania zapasów rosną proporcjonalnie do poziomu zapasów w przedsiębiorstwie. Udział ten, jest sumą kosztów¹:

- alternatywnych (równych kosztowi kapitału finansującego przedsiębiorstwo),
- magazynowania, przeładunku i transportu wewnątrzzakładowego zapasów,
- ubezpieczenia,
- psucia się.

¹ M. Sierpińska, D. Wędzki, *Zarządzanie płynnością finansową w przedsiębiorstwie*, WN PWN, Warszawa 2002, s. 112.

Wynika stąd, że procentowy udział kosztu utrzymania zapasów jest zazwyczaj wyższy niż alternatywny koszt z zamrożenia kapitału wynikający z kosztu kapitału finansującego przedsiębiorstwo.

$$TCI = \frac{P}{Q} \times K_z + \left(\frac{Q}{2} + z_b \right) \times v \times C, \quad (5)$$

gdzie: TCI – całkowite koszty zapasów, Q – wielkość partii dostawy, z_b – poziom zapasu bezpieczeństwa.

Przykład 1. Należy wyznaczyć optymalną wielkość zamówienia dla przedsiębiorstwa Alfa na podstawowy surowiec do produkcji, całkowite koszty zapasów oraz zapas alarmowy, jeśli wiadomo, że przeciętny okres realizacji zamówień wynosi 3 dni, roczne zapotrzebowanie na ten surowiec to 220 000 kg, koszty zamawiania wynoszą 31 zł, a cena 1 kg to 2 zł przy procentowym udziale kosztu utrzymania zapasów równym 25%. Efektywna stopa opodatkowania przedsiębiorstwa Alfa wynosi 20%. Koszt kapitału służącego do finansowania przedsiębiorstwa wynosi 15%. Poziom zapasu bezpieczeństwa ustalony został na poziomie 300 kg a współczynnik bezpieczeństwa wynosi zero.

Jaki wpływ na wartość przedsiębiorstwa miałyby zamawianie w partiach po 6 000 kg lub w partiach po 5 000 kg?

Pierwszym krokiem jest wyznaczenie optymalnej wielkości zamówienia:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 220\,000 \times 31}{0,25 \times 2}} = 5\,223 \text{ kg.}$$

Wynika stąd, że będzie:

$$N = \frac{220\,000}{5\,223} = 42,12 \approx 43 \text{ dostawy w ciągu roku, natomiast przeciętny stan zapasów}$$

(istotny do szacowania ΔNWC wykorzystywanego do szacowania przepływów pieniężnych) wyniesie:

$$\frac{5\,223}{2} + 300 = 2\,912 \text{ kg; co odpowiada:}$$

$2\,912 \times 2 = 5\,824$ zł zamrożonym w zapasach surowca do produkcji, którego dotyczy ten przykład.

Całkowite koszty zapasów wyznaczane są w oparciu o wzór 5 i wynoszą:

$$TCI = \frac{220\,000}{5\,223} \times 31 + \left(\frac{5\,223}{2} + 300 \right) \times 2 \times 0,25 = 2\,762 \text{ zł.}$$

Zapas alarmowy obliczany na podstawie wzoru 6 to:

$$AI = \frac{220\,000}{360} \times 3 + 0 \times \hat{s} \times \sqrt{2} + 300 = 2\,133 \text{ kg.}$$

Następnie sprawdzimy, jak kształtowałyby się koszty utrzymywania zapasów oraz poziom zapasów, jeśli właściciel przedsiębiorstwa Alfa zdecydowałby się na zakup surowca w partiach po 6 000 kg, lub po 5 000 kg.

$$TCI_{6000} = \frac{220\,000}{6\,000} \times 31 + \left(\frac{6\,000}{2} + 300 \right) \times 2 \times 0,25 = 2\,787 \text{ zł,}$$

$$TCI_{5000} = \frac{220\,000}{5\,000} \times 31 + \left(\frac{5\,000}{2} + 300 \right) \times 2 \times 0,25 = 2\,764 \text{ zł.}$$

Jak widać w obu przypadkach całkowite koszty zapasów są większe. Do sprawdzenia wpływu odchyień zamówień od optymalnego poziomu na rynkową wartość przedsiębiorstwa, należy oszacować wielkość przyrostu kosztów:

$$\Delta TCI_{6000} = 2\,787 - 2\,762 = 25 \text{ zł;}$$

$$\Delta TCI_{5000} = 2\,764 - 2\,762 = 2 \text{ zł.}$$

Kolejnym krokiem jest oszacowanie zaangażowania kapitału przedsiębiorstwa w zapasy surowca:

$$AIN_{6000} = 2 \times \left(\frac{6\,000}{2} + 300 \right) = 6\,600 \text{ zł,}$$

$$AIN_{5000} = 2 \times \left(\frac{5\,000}{2} + 300 \right) = 5\,600 \text{ zł.}$$

Jak widać w pierwszym przypadku zaangażowanie kapitału w zapasy surowca jest większe, natomiast w drugim przypadku jest mniejsze. Do sprawdzenia wpływu odchyień zamówień od optymalnego poziomu na rynkową wartość przedsiębiorstwa, należy oszacować wielkość przyrostu środków zamrożonych w zapasach:

$$\Delta AIN_{6000} = 6\,600 - 5\,824 = 776 \text{ zł,}$$

$$\Delta AIN_{5000} = 5\,600 - 5\,824 = -224 \text{ zł.}$$

Następnie szacujemy wpływ obu zmian na wartość przedsiębiorstwa Alfa. Na podstawie wzoru 3:

$$FCFF_t = (CR_t - FC_{WD} - VC_t - D) \times (1 - T) + D - \Delta NWC_t,$$

można stwierdzić, że na przepływy pieniężne w sposób trwały oddziałuje zmiana kosztów. Jak widać jest ona skorygowana o tarczę podatkową $(1 - T)$. Z kolei jednorazowo

zostanie uwzględniona zmiana poziomu zapasów, która jest w tym przypadku równa zmianie kapitału pracującego netto

$$\Delta NWC = \Delta AIN.$$

Biorąc powyższe informacje pod uwagę, szacujemy przyrost wartości przedsiębiorstwa dla partii dostawy równej 6 000 kg i 5 000 kg:

$$\Delta V_{6000} = -776 - \frac{25 \times (1 - 0,2)}{0,15} = -909,33 \text{ zł},$$

$$\Delta V_{5000} = 224 - \frac{2 \times (1 - 0,2)}{0,15} = 213,33 \text{ zł}.$$

Jak widać w drugim przypadku wartość przedsiębiorstwa wzrosła. Oznacza to, że model *EOQ* jest modelem nie wyznaczającym optymalnej wielkość dostawy z punktu widzenia maksymalizacji bogactwa właścicieli. Minimalizuje on koszty całkowite zapasów, jednakże nie jest to wielkość dostawy maksymalizująca wartość przedsiębiorstwa.

Z punktu widzenia maksymalizacji wartości przedsiębiorstwa, przy założeniu nieskończonego horyzontu oddziaływania zmiany w strategii zarządzania zapasami, należałoby wyznaczać partię dostawy na podstawie wzoru 7:

$$VBEOQ = \sqrt{\frac{2 \times (1 - T) \times K_z \times P}{v \times (k + C \times (1 - T))}} \quad (7)$$

gdzie: k – koszt kapitału finansującego przedsiębiorstwo, $VBEOQ$ – optymalna z punktu widzenia maksymalizacji wartości przedsiębiorstwa wielkość jednego zamówienia.

Dla przedsiębiorstwa Alfa, tak wyznaczona wielkość jednego zamówienia wynosi:

$$VBEOQ = \sqrt{\frac{2 \times (1 - 0,2) \times 31 \times 220\,000}{2 \times (0,15 + 0,25 \times (1 - 0,2))}} = 3\,948,24 \approx 3\,948 \text{ kg}.$$

Dokonanie obliczeń dla zamówień wielkości 3 948 kg pokaże, iż jest to w istocie najbardziej korzystny z punktu widzenia głównego celu zarządzania finansami przedsiębiorstwa poziom zamówień:

$$TCI_{3948} = \frac{220\,000}{3\,948} \times 31 + \left(\frac{3\,948}{2} + 300 \right) \times 2 \times 0,25 = 2\,864,46 \text{ zł};$$

$$\Delta TCI_{3948} = 2\,864,46 - 2\,762 = 102,46 \text{ zł};$$

$$AIN_{3948} = 2 \times \left(\frac{3\,948}{2} + 300 \right) = 4\,548 \text{ zł},$$

$$\Delta AIN_{3948} = 4\,548 - 5\,824 = -1\,276 \text{ zł},$$

$$\Delta V_{3948} = 1\,276 - \frac{102,46 \times (1 - 0,2)}{0,15} = 729,55 \text{ zł.}$$

Jak widać, przyrost wartości przedsiębiorstwa wynosi 729,55 zł w porównaniu z wielkością zamówienia na poziomie *EOQ*.

Porównanie przyrostu wartości przedsiębiorstwa w przypadku zamówień wielkości 3900 kg oraz 4000 kg, pokażą, że model *VBEOQ* wiąże się z największym przyrostem wartości przedsiębiorstwa.

$$TCI_{3900} = \frac{220\,000}{3\,900} \times 31 + \left(\frac{3\,900}{2} + 300 \right) \times 2 \times 0,25 = 2\,873,72 \text{ zł;}$$

$$TCI_{4000} = \frac{220\,000}{4\,000} \times 31 + \left(\frac{4\,000}{2} + 300 \right) \times 2 \times 0,25 = 2\,855 \text{ zł;}$$

$$\Delta TCI_{3900} = 2\,873,72 - 2\,762 = 111,72 \text{ zł;}$$

$$\Delta TCI_{4000} = 2\,855 - 2\,762 = 93 \text{ zł;}$$

$$AIN_{3900} = 2 \times \left(\frac{3\,900}{2} + 300 \right) = 4\,500 \text{ zł,}$$

$$AIN_{4000} = 2 \times \left(\frac{4\,000}{2} + 300 \right) = 4\,600 \text{ zł,}$$

$$\Delta AIN_{3900} = 4\,500 - 5\,824 = -1\,324 \text{ zł,}$$

$$\Delta AIN_{4000} = 4\,600 - 5\,824 = -1\,224 \text{ zł,}$$

$$\Delta V_{3900} = 1\,324 - \frac{111,72 \times (1 - 0,2)}{0,15} = 728,16 \text{ zł.}$$

$$\Delta V_{4000} = 1\,224 - \frac{93 \times (1 - 0,2)}{0,15} = 728 \text{ zł.}$$

Obie wielkości przyrostu wartości przedsiębiorstwa są niższe od tej, jaką zapowiada przyrost wartości przedsiębiorstwa wyznaczony dla zamówień wielkości *VBEOQ*.

W powyższym przykładzie, zostało założone, że efekty zmian w strategii zamówień składanych przez przedsiębiorstwo będą oddziaływać w nieznanym długim horyzoncie czasowym (czyli z założenia nieskończenie długo). Jednakże nie zawsze jest to założenie prawidłowe. Niekiedy znany jest krótszy horyzont oddziaływań (np. wynikający z planów przedsiębiorstwa lub ze znanych ograniczeń prawnych, technologicznych lub innych). W takim ujęciu, należałoby wyznaczać partię dostawy na podstawie wzoru 8:

$$VBEQ = \sqrt{\frac{2 \times (1-T) \times K_z \times P}{v \times \left(\frac{(1+k)^n}{(1+k)^n - 1} \times k + C \times (1-T) \right)}} \quad (8)$$

gdzie: n – prognozowany czas funkcjonowania przedsiębiorstwa w dotychczasowy sposób, k – koszt kapitału finansującego przedsiębiorstwo, $VBEQ$ – optymalna z punktu widzenia maksymalizacji wartości przedsiębiorstwa wielkość jednego zamówienia.

6. Podsumowanie

Tradycyjnie stosowany model optymalizacji wielkości zamówienia EOQ , proponuje rozwiązanie skupiające się na zminimalizowaniu kosztów całkowitych utrzymywania zapasów. Takie podejście nie jest jednak najbardziej korzystne z punktu widzenia maksymalizacji wartości przedsiębiorstwa.

W artykule mieliśmy okazję zastanowić się nad przydatnością modyfikacji modelu EOQ , uwzględniającej maksymalizację wartości przedsiębiorstwa. Przedstawione obliczenia wykazały, że model EOQ sugeruje większe wielkości zamówień niż wynikałoby to z interesów właścicieli przedsiębiorstwa.

Literatura

- [1] Michalski G., *Leksykon zarządzania finansami*, CHBeck, Warszawa 2004.
- [2] Michalski G., *Podstawy zarządzania finansami przedsiębiorstwa*, WSZ Edukacja, Wrocław 2003.
- [3] Piotrowska M., *Finanse spółek. Krótkoterminowe decyzje finansowe*, Wydawnictwo AE, Wrocław 1997.
- [4] Pluta W., *Planowanie finansowe w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa 2003.
- [5] Sartoris W., Hill N., *A Generalized Cash Flow Approach to Short-Term Financial Decisions*, [w:] Pogue A., “Cash and Working Capital Management”, *The Journal of Finance*, May 1983, s. 349-360.
- [6] Sierpińska M., Wędzki D., *Zarządzanie płynnością finansową w przedsiębiorstwie*, WN PWN Warszawa.

Streszczenie

Podstawowym celem finansowym działania przedsiębiorstwa jest maksymalizacja bogactwa jego właścicieli. Zarządzanie zapasami powinno także przyczyniać się do realizacji

tego celu. W artykule omówiono modyfikację modelu *EOQ*, uwzględniającą główny finansowy cel zarządzania przedsiębiorstwem.

Summary

VALUE BASED ECONOMIC ORDER QUANTITY

Maximization of wealth of his owners is the basic financial aim in management of enterprise. Inventory management must contribute to realization this aim. Article presents value based *EOQ* model modification.