

TOMASZ BRZĘCZEK, PAULINA CZERWIŃSKA

*Badanie ryzyka sprzedaży za pomocą analizy
głównych składowych i portfelowej*

Examination of sales risk with the use of MCA and portfolio analysis

Słowa kluczowe: ryzyko, sprzedaż ilościowa i kwotowa, portfel towarów, wariancja, kowariancja, analiza głównych składowych

Key words: risk, sale turnover, commodity portfolio, variance, covariance, principal components analysis

Wstęp

Przedmiotem badania jest wielkość sprzedaży towarów w przedsiębiorstwie handlowym oraz jej zmienność, czyli ryzyko wielkości sprzedaży. Wielkość sprzedaży i jej wahania to efekt podstawowej działalności operacyjnej firmy. Ma ona znaczny wpływ na przychody ze sprzedaży i wynik finansowy, określa więc też zapotrzebowanie na środki pieniężne i wydatki na inwestycje. W przypadku działalności na zamówienie sprzedaż ilościowa zależy przede wszystkim od zdolności do pozyskiwania zamówień i konkurencyjności oferty. Inaczej jest w handlu, szczególnie w handlu detalicznym i towarami dla masowego odbiorcy, gdzie sprzedaż zależy od bieżącej dostępności towaru, jego szerokiej oferty i ilości zgodniej z oczekiwaniami klientów. **Portfel sprzedaży** to właśnie ilościowa lub wartościowa struktura sprzedaży towarów, nie jest to zatem pojęcie tożsame z asortymentem. Zmienność sprzedaży to ryzyko, które na pewno wynika z efektów sezonowych, trendów koniunktury i oczekiwań klientów, a celem firmy jest dynamicznie i odpowiednio do uwarunkowań portfela sprzedaży komponować asortyment i zapasy. Dlatego artykuł poświęcono adaptacji metod pomiaru ryzyka i jego wariacyjnej struktury do oceny portfela sprzedaży

towarów i kształtowania go na przyszłość. Do diagnozowania i pomiaru ryzyka portfela sprzedaży zastosowano tu metodę głównych składowych. Choć nie jest to powszechne, metodę tę popularyzuje się i stosuje do szacowania korelacji sprzedaży towarów (pomiaru kompensacji i eskalacji ryzyka sprzedaży). W artykule proponuje się oryginalne połączenie metody głównych składowych i analizy portfelowej w celu oceny i zarządzania ryzykiem całego portfela sprzedaży. Metoda portfelowa służy sformułowaniu problemu optymalizacji portfela sprzedaży ze względu na kryteria ilości i ryzyka jej zmienności.

W handlu dostawa na zamówienie klienta jest raczej rzadkością, ale stosuje się sprowadzenie towaru z innego punktu sprzedaży lub magazynu, gdy jest to możliwe w krótkim terminie, akceptowanym przez klienta. Stanowi to redystrybucję między punktami handlowymi. Podkreśla to fakt, że problem struktury sprzedaży towarów występuje zarówno w skali punktu handlowego, jak i dużego przedsiębiorstwa prowadzącego sieć tych punktów, włącznie ze sklepem internetowym.

1. Ryzyko sprzedaży

Ryzyko sprzedaży towarów jest tu zdefiniowane jako zmienność sprzedaży ilościowej. To ważny czynnik ryzyka operacyjnego firmy, generujący dodatkowe koszty lub utracone korzyści. Spadek sprzedaży powoduje nadmiar zapasów w magazynach i koszty ich utrzymywania, a w najgorszej sytuacji utratę płynności lub długotrwałą niemożność sprzedaży. W przypadku produktów szybko zbywalnych (tzw. FMCG), które mają krótką trwałość, nadmierna podaż może przejść z czasem w stratę. Z drugiej strony nieoczekiwany skokowy wzrost sprzedaży często powoduje podwyższone koszty doraźnego i szybkiego uzupełniania stanu towarów i może sygnalizować zbyt niską cenę w stosunku do popytu (utracone korzyści).

Przeciwdziałanie nieoczekiwanym zmianom sprzedaży polega na ich prognozowaniu. Jednak błąd *ex post* prognozy jest zwykle większy niż *ex ante*. Otrzymane prognozy są oczywiście przydatne producentowi dóbr (szczególnie dóbr powszechnych w produkcji ciągłej) do ustalenia rozmiaru zapasów, planów produkcji czy też inwestycji. Natomiast w firmie handlowej oferującej wiele towarów prognozowanie dla każdego z nich jest trudne, a do tego ważne jest kształtowanie portfela sprzedaży, czyli oferowanie takiej liczby towarów oraz ich podaży i cen, aby zagwarantować stabilne i jak najwyższe przychody ze sprzedaży. W praktyce eliminacja ryzyka wygląda różnie: markety sprzedają piwo i chipsy oraz przekąski na sąsiednich regałach, zabawki obok artykułów dziecięcych, w sklepie obuwniczym zabawki wiszą koło regału dziecięcego. Niektórzy konsumenci narzekają, że jest to wyciąganie pieniędzy. Natomiast inni są zadowoleni, gdyż dostają kompletną ofertę, a z cząstkowej często by nie skorzystali. Oferta cenowa też jest ustalona tak, że jeden z tych produktów jest w cenie promocyjnej, a drugi zwykle wyższej niż u dostawców stanowiących konkurencję.

Zauważmy, iż wielkość sprzedaży i jej zmienność pozostaje w relacji zwrotnej z czynnikami rynkowymi determinującymi popyt i podaż, strukturą zapasów towarów oraz decyzji handlowych o ich cenach i promocjach. Inne instrumenty marketingowe są raczej kontrolowane przez producentów tych towarów. Sprzedaż ilościowa i jej struktura są przede wszystkim symptomami oddziaływania czynników popytowych, do których zalicza się¹:

- cenę (prawo popytu), decyzje firmy o cenach towarów,
- dochody dyspozycyjne nabywców (są silnie związane z koniunkturą ogólnogospodarczą),
- ceny innych towarów (substytucyjnych i komplementarnych),
- preferencje nabywców wobec towaru i jego substytutów oraz towarów komplementarnych (preferencje zmienia się poprzez modę i marketing-mix, np. promocję),
- skłonności do oszczędzania,
- liczbę ludności i zmiany demograficzne,
- oczekiwania przyszłej ceny,
- sezonowość zapotrzebowania na niektóre towary.

Zmienność sprzedaży związana jedynie z czynnikami popytowymi to **ryzyko popytowe** (ang. *demand risk*)². Jednak w firmie handlowej ważną rolę odgrywają również czynniki podażowe: prawo podaży, moc produkcyjna, inwestycje i problemy dostawczo-logistyczne, ale zwłaszcza terminowa lub natychmiastowa dostępność towarów w odpowiedniej ilości i asortymencie³. Dlatego właściwsze, zdaniem autorów, jest pojęcie **ryzyka sprzedaży**, które rozumiemy jako zmienność sprzedaży powodowaną czynnikami popytowymi i podażowymi.

Cele prezentowanej metody i badania ryzyka sprzedaży to:

- identyfikacja grup towarów o sprzedaży skorelowanej i ocena ryzyka ich sprzedaży (oczywiście pewne produkty są znanymi substytutami lub z założenia w produkcji tańszymi zamiennikami, ale sprzedaż skorelowana to kategoria szersza, obejmująca również np. sprzedaż powiązaną z powodu stylu konsumpcji lub posiadanych preferencji),
- ustalenie grup towarowych i ich zestawów o ryzyku dywersyfikowanym, kompensowanym i komplementarnym w portfelu sprzedaży,
- sformułowanie zaleceń względem podaży i cen towarów dla obniżenia ryzyka sprzedaży,
- zaadaptowanie metod głównych składowych i analizy portfelowej, znanych z pomiaru i zarządzania ryzykiem finansowym, do modelowania i optymalizacji ryzyka sprzedaży.

¹ Zob. A. Borowiec, T. Brzęczek, *Mikroekonomia*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2011, s. 24–26.

² E.F. Brigham, L.C. Gapenski, *Zarządzanie finansami*, PWE, Warszawa 2000, s. 344.

³ A. Borowiec, T. Brzęczek, *op. cit.*, s. 28–30.

2. Wybrane przedsiębiorstwo handlowe i jego asortyment towarowy

Podmiotem badania było przedsiębiorstwo handlu hurtowego i detalicznego specjalistycznymi produktami chemicznymi dla budownictwa i przemysłu. Asortyment towarowy przedstawia tabela 1. Firma oferuje 39 towarów pochodzących z dwunastu różnych grup towarowych. W ramach niektórych towarów oferuje się produkty konkurencyjne różnych marek, ale struktury sprzedaży według marek nie badamy, gdyż jest to konkurencja w ramach tego samego produktu, a nie substytucja. Zgromadzono dane o wielkości sprzedaży poszczególnych grup towarowych w kilogramach produktów. Dane dotyczyły trzydziestu czterech okresów miesięcznych od stycznia 2009 r. do października 2011.

Tabela 1. Asortyment towarowy badanej firmy handlowej

Grupa towarowa		Rodzaj produktów
A.	Domieszki do betonu	• beton towarowy
B.	Mocowania szyn i podlewki	• mocowania szyn • podlewki cementowe • podlewki żywiczne
C.	Naprawa betonu i zaprawy	• system naprawy i ochrony betonu • zabezpieczenia hydrofobowe • zabezpieczenia powłokowe • system antygraffiti
D.	Wzmocnienia konstrukcji	• kleje konstrukcyjne • wzmocnienia konstrukcyjne • zakotwienia • iniekcje sklejące • połączenia sztywne
E.	Kleje i uszczelniacze	• do fasad, posadzek, szyb i powierzchni mokrych • materiały specjalistyczne • pianki • materiały gruntujące • kity przeciwogniowe
F.	Powłoki ochronne	• zabezpieczenie antykorozyjne stali • powłoki o wysokiej odporności chemicznej i mechanicznej • powłoki ochronne
G.	Iniekcje i izolacje przeciwwodne	• iniekcje hydroizolacyjne • iniekcje konstrukcyjne • hydroizolacje tuneli, mostów, balkonów i dachów • wykładziny basenów, zbiorników
H.	Posadzki	• posadzki dla przemysłu elektronicznego, spożywczego, chemicznego • posadzki magazynowe, produkcyjne i parkingowe • posadzki zewnętrzne

I.	Dachy	<ul style="list-style-type: none"> • balastowe • zielone • użytkowe • solarne • mocowane mechanicznie klejone • z membrany płynnej
J.	Modyfikacje betonu	• beton do prefabrykacji, beton natryskowy
K.	Domieszki inne	• materiały uzupełniające
L.	Chemia przemysłowa	<ul style="list-style-type: none"> • uszczelniacze i kleje do szyb, karoserii, okien, drzwi i płyt • uszczelniacze i kleje do produkcji autobusów, ciężarówek i pojazdów szynowych • uszczelniacze i kleje do produkcji statków i łodzi

Źródło: opracowanie własne.

3. Zmienność i korelacja wielkości sprzedaży w grupach towarowych

W tabeli 2 podano średnią i miary zmienności sprzedaży w grupach towarowych. Istnieje 6 grup towarowych o wysokim współczynniku zmienności (przekracza 50%) i te uznajemy za grupy o wysokim ryzyku sprzedaży⁴. Występuje 5 grup o umiarkowanej zmienności i średnim ryzyku – to te o współczynniku od 30 do 50%. Tylko jedna grupa ma niską zmienność (współczynnik poniżej 30%) i niskie ryzyko sprzedaży.

Tabela 2. Średnia, odchylenie standardowe i współczynnik zmienności sprzedaży w poszczególnych grupach towarowych

Grupa	Średnia (kg)	Odchylenie standardowe (kg)	Wsp. zmienności (%)
A.	924,38	2 141,81	231,70
B.	1 241 480,60	805 942,68	64,92
C.	1 791 609,88	1 000 749,64	55,86
D.	531 092,38	247 896,08	46,68
E.	1 840 792,91	744 462,45	40,44
F.	2 631 089,42	1 033 699,91	39,29
G.	600 209,15	312 991,47	52,15
H.	3 249 328,84	1 318 686,66	40,58

⁴ M. Sobczyk, *Statystyka*, PWN, Warszawa 2004.

Grupa	Średnia (kg)	Odchylenie standardowe (kg)	Wsp. zmienności (%)
I.	1 622 308,01	903 263,40	55,68
J.	3 272 265,03	1 161 589,32	35,50
K.	447 953,56	242 354,46	54,10
L.	4 198 158,94	787 786,07	18,77
SUMA	21 427 213,09	6 880 361,41	32,11

Źródło: opracowanie własne.

Cały portfel sprzedaży ma współczynnik zmienności 32,11%, choć średnia współczynników dla grup wynosi 42%, co sygnalizuje znaczną **dywersyfikację produktową ryzyka** dzięki sprzedaży różnych grup towarowych⁵. Niektóre grupy towarowe obniżają ryzyko portfela poprzez kompensowanie się wahań ich sprzedaży z innymi grupami towarowymi. Grupy te mają sprzedaż niezależną lub ujemnie skorelowaną z pozostałymi grupami towarowymi. W celu ich ustalenia liczy się współczynniki korelacji sprzedaży różnych par grup towarowych – dla 12 grup towarowych jest ich 66. Następnie dla danej grupy sortuje się rosnąco współczynniki korelacji z pozostałymi grupami i dowiadujemy się, z którymi grupami jest słabo skorelowana ujemnie (współczynnik korelacji poniżej $-0,1$), nieskorelowana (od $-0,1$ do $0,1$), słabo skorelowana dodatnio (od $0,1$ do $0,49$) i silnie skorelowana dodatnio (od $0,5$ do 1). Po przeprowadzeniu obliczeń ustalono, że:

- grupa A jest słabo skorelowana ujemnie z L, nieskorelowana z B, C, G, I, J i K oraz słabo dodatnio skorelowana z D, E, F i H,
- grupa B jest nieskorelowana z grupą L i A, słabo dodatnio skorelowana z G i K oraz mocno dodatnio skorelowana z grupami C–F i H–J.

Badanie współczynników korelacji pokazało, że grupa towarowa ma sprzedaż skorelowaną ujemnie, dodatnio albo nieskorelowaną ze sprzedażą pozostałych grup. Dodatkowo zauważono, iż występują zestawy grup towarowych, których sprzedaż jest skorelowana. Autorzy sądzą, że idealna do klasyfikacji korelacji i wpływu grup na ryzyko sprzedaży portfela towarowego jest metoda głównych składowych z ich rotacją. Stosując rotację varimax, wyodrębnia się składowe, **zestawy sprzedaży**, czyli zestawy grup towarowych o nieskorelowanej sprzedaży (to **ryzyko dywersyfikowane** w portfelu). Natomiast w obrębie zestawu sprzedaży identyfikuje się, czy grupa koreluje z nim dodatnio, czy też ujemnie. Dodatnia korelacja oznacza **ryzyko komplementarne grupy towarowej** w zestawie sprzedaży, natomiast ujemna ryzyko **kompensowane** grupy towarowej w zestawie (jest to substytucja grup towarowych w ramach zestawu). Ryzyko komplementarne nie daje się zredukować w ramach

⁵ E.F. Brigham, L.C. Gapenski, *op. cit.*, s. 359–360.

zestawu sprzedaży, a jedynie poprzez dywersyfikację, czyli oferowanie różnych zestawów sprzedaży.

Wyniki analizy głównych składowych sprzedaży i ich rotacji przedstawia tabela 3. Uwzględniono osiem zestawów sprzedaży (składowych), ponieważ tyle potrzeba było, aby sklasyfikować wszystkie grupy towarowe. Pominięte cztery składowe miały co najwyżej 1,3% wariacji portfela sprzedaży każda. Z tabeli 3 odczytujemy, które grupy towarowe sprzedają się w zestawach:

Tabela 3. Klasyfikacja grup towarowych w zestawy sprzedaży

Grupa	Zestawy sprzedaży (składowe wariacji)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A								+
B					+			
C	+							
D				+				
E	+							
F	+							
G		+				+		
H	+			+				
I			+					
J	+	+	+			+		
K	+						+	
L		+						

+ Dodatnia korelacja z zestawem (składową).

Źródło: opracowanie własne.

- Z1. Zestaw 1 sprzedaży stanowią grupy C, E, F, H, J i K – wszystkie o ryzyku komplementarnym.
- Z2. Zestaw 2 sprzedaży stanowią grupy G, J i L, również o ryzyku komplementarnym.
- Z3. Zestaw 3 sprzedaży to grupy I oraz J – o ryzyku komplementarnym.
- Z4. Zestaw 4 sprzedaży składa się z grup D oraz H – o ryzyku komplementarnym.

Z5. Zestaw 5 sprzedaży to grupa towarowa B, a zatem niepowiązana z innymi, czyli o ryzyku dywersyfikowanym, podobnie jak zestaw 7 i 8 (Z7–8), stanowiące odpowiednio grupy K oraz A.

Z6. Zestaw 6 sprzedaży to grupy G oraz J – o ryzyku komplementarnym.

Grupa towarowa J sprzedaje się aż w czterech zestawach sprzedaży. Wykazuje wysoką komplementarność z całym portfelem, więc jej ryzyko nie jest dywersyfikowane w portfelu. Zauważmy, że współczynnik zmienności tej grupy jest najbliższy współczynnikowi portfela. Współczynnik korelacji sprzedaży grupy i portfela złożonego z pozostałych grup wynosi aż 0,85, a korelacja z portfelem bez zestawu Z1 aż 0,86, podczas gdy dla innych grup zestawu Z1 korelacja taka jest zdecydowanie niższa. Im więcej zestawów zawiera grupę towarową, tym mniejsza dywersyfikacja jej ryzyka w portfelu.

4. Zalecenia kształtowania portfela sprzedaży

Otrzymane wyniki pozwoliły klasyfikować ryzyko grup towarowych względem siebie (komplementarne i kompensowane) i całego portfela (dywersyfikowane albo nie). Dają one przesłanki do formułowania szeregu zaleceń dla kształtowania portfela sprzedaży:

1. Ryzyko zestawu sprzedaży należy obniżyć, gdy odpowiada ono za dużą część ryzyka wszystkich grup. Zaczynamy od pierwszej składowej, która odpowiada za największą część wariacji sprzedaży grup – 57,8% w badanej firmie. Zestaw stanowią grupy C, E, F, H, J i K. Promocja cenowa w okresie niższej sprzedaży będzie najmniej obniżać przychody, jeśli obejmie produkt o najniższej sprzedaży wartościowej. Grupy C, E i F wchodzi jedynie w skład zestawu pierwszego, więc promowanie ich przełoży się na sprzedaż tylko tego zestawu.
2. Wprowadzane do oferty grupy towarowe powinny być substytutami albo zupełnie niezależne względem zestawów sprzedaży o największym ryzyku lub ich grup. Zapewni to obniżenie ryzyka sprzedaży.
3. Ryzyko sprzedaży portfela towarów zależy też od udziałów grup towarowych w portfelu sprzedaży ogółem. Do ustalenia struktury udziałów minimalizującej ryzyko proponuje się stosować analizę portfelową, która jest powszechnie stosowana na rynku papierów wartościowych⁶.

Zakończenie

Do badania zależności sprzedaży grup towarowych zastosowano metodę głównych składowych, a w sposób oryginalny wykorzystano ją do klasyfikacji ryzyka sprze-

⁶ K. Jajuga, *Zarządzanie ryzykiem*, PWN, Warszawa 2008.

daży portfela towarów w wybranym przedsiębiorstwie handlowym. Na tej podstawie sformułowano zalecenia co do promocji, decyzji cenowych i asortymentowych w celu stabilizowania popytu i sprzedaży. Zauważono przydatność metody portfelowej do oceny i optymalizacji struktury towarowej portfela sprzedaży. Wszystkie te aspekty będą uwzględniane w dalszych pracach teoretycznych empirycznych autorów, którzy są świadomi potrzeby zastosowania metod ekonometrycznych do wyodrębnienia ze zmienności sprzedaży elementów trendu, wahań sezonowych, autokorelacji i wreszcie ryzyka związanego z innymi grupami towarowymi, aby uniknąć niestacjonarności procesów. Problem oceny i kształtowania ryzyka sprzedaży wpływa na wyniki i stabilność działania przedsiębiorstwa, a to ważne zarówno dla kierowników, jak i właścicieli tych przedsiębiorstw.

Bibliografia

1. Borowiec A., Brzęczek T., *Mikroekonomia*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2011.
2. Brigham E.F., Gapenski L.C., *Zarządzanie finansami*, PWE, Warszawa 2000.
3. Cieślak M. (red.), *Prognozowanie gospodarcze*, PWN, Warszawa 2008.
4. Fischhoff B., Kadvaný J., *Risk: A Very Short Introduction*, Oxford University Press 2011.
5. Jajuga K., *Zarządzanie ryzykiem*, PWN, Warszawa 2008.
6. Sikora W. (red.), *Badania operacyjne*, PWE, Warszawa 2008.
7. Sławińska M., *Zarządzanie przedsiębiorstwem handlowym*, PWE, Warszawa 2001.
8. Sobczyk M., *Statystyka*, PWN, Warszawa 2004.
9. Staniec I., Zawila-Niedźwiecki J. (red.), *Zarządzanie ryzykiem operacyjnym*, C.H. Beck, Warszawa 2008.

Examination of sales risk with the use of MCA and portfolio analysis

This paper concerns sales portfolio, that means the company sales quantity or value structuralized by groups of goods. The sales risk was defined as the volatility of sales quantity of goods group or whole portfolio, so it includes demand risk and supply risk. Methods of measuring risk and its variance structure, known from financial markets, were used to assess the sales quantity portfolio. Main component (MCA) and portfolio analyses were proposed. Methods of original interpretation were proposed to classify risk of sales of goods groups and portfolio. In the examined trade enterprise there were identified:

- sets of goods groups with independent sales, so that they diversify sales risk in portfolio,
- groups of goods with correlated sales within a set and with complementary risk or compensated risk (i.e. counterbalance risk).