

**Zygmunt Mietlewski**

Akademia Morska w Gdyni

## **EWALUACJA RYZYKA PRZEDSIĘWZIĘĆ GOSPODARCZYCH METODĄ ANALIZY SPRZĘŻEŃ**

### **1. Wstęp**

W grupie metod heurystycznych metodą najczęściej stosowaną do oceny ryzyka jest metoda SWOT, która korzysta ze zmiennych opisujących zarówno otoczenie wewnętrzne firmy, jej słabe i silne strony, jak i otoczenie zewnętrzne, tj. tkwiące w nim zagrożenia i szanse. Metoda analizy SWOT służy do porządkowania danych i operowania materiałem empirycznym. Za pomocą tej metody tworzy się charakterystykę profilu i zakresu działalności organizacji (przedsiębiorstwa), identyfikując jej słabe i silne strony oraz szanse i zagrożenia. Zidentyfikowane charakterystyki (cechy) wpisuje się w odpowiednie pola macierzy SWOT.

Stosowanie metody analizy SWOT nie jest w praktyce tak proste, jak przekonuje wielu autorów [Kłosowski, Warda 2001, s. 128], głównie dlatego, że nie są zrozumiałe relacje pomiędzy wyartykułowanymi w macierzy SWOT kryteriami. Według niektórych autorów silne strony (atuty) i słabe strony (słabości) to czynniki charakteryzujące otoczenie wewnętrzne organizacji, a szanse i zagrożenia charakteryzują jej otoczenie zewnętrzne. Jest też grupa autorów uważających, że silne i słabe strony organizacji to cechy opisujące jej stan zastany w okresie prowadzonych badań, a szanse i zagrożenia – stan przyszły (spodziewany). Są i tacy badacze, dla których silne i słabe strony organizacji to czynniki endogeniczne, na które ma ona wpływ, a szanse i zagrożenia to czynniki egzogeniczne, na które nie ma wpływu. Metodologia analizy SWOT jest dobrze opisana w bardzo wielu publikacjach krajowych i zagranicznych z zakresu zarządzania i marketingu. Chcemy jednak przestrzec przed nadmiernym zaufaniem do tej metody. W praktyce stajemy często przed dylematem, kiedy trzeba rozróżniać silne strony (atuty) od szans, a słabe strony (słabości) od zagrożeń. Często w takiej sytuacji z pomocą przychodzi

intuicja, na której jednak nie zawsze można polegać. Wskazane jest zatem wsparcie analizy prowadzonej za pomocą metody SWOT innymi metodami pośrednimi pomiaru ryzyka [Pluta 1999, s. 191], np. analizą punktu progowego, analizą wrażliwości i analizą scenariuszy.

Za pomocą metody analizy punktu progowego bada się oddziaływanie jednej zmiennej na zmiany wartości zmiennej uznanej za istotną, np. jeśli zmieni się sprzedaż o  $p\%$ , to o ile procent zmieni się zysk. Natomiast w metodzie analizy wrażliwości badanie zmiennej uznanej za istotną, np. zysku, jest przeprowadzane ze względu na co najmniej dwie inne zmienne jednocześnie, np. cenę nabycia materiału i cenę sprzedaży produktu. Na przykład pytamy, przy jakich wartościach tych dwóch czynników zamiast zysku będzie strata. W przypadku analizy scenariuszy najczęściej ustala się trzy podstawowe scenariusze:

- scenariusz najbardziej prawdopodobny – w którym zarówno sprzedaż, jak i pozostałe, z góry ustalone wielkości przyjmują najbardziej prawdopodobne wartości,
- scenariusz optymistyczny – zakładamy warunki sprzyjające przyrostowi sprzedaży, nie obawiamy się konkurencji, a klientów darzymy dużym zaufaniem,
- scenariusz pesymistyczny – uwzględniamy możliwość agresywnych zachowań ze strony konkurencji oraz spadek lojalności klientów wobec oferty firmy, a także np. zły stan rodzimej gospodarki, a nawet przodujących gospodarek na świecie.

Wciąż jednak mamy większe zaufanie do metod opartych na procedurach statystycznych niż heurystycznych. W referacie przedstawiamy koncepcję rozwiązania hybrydowego, którą poddajemy pod dyskusję.

## **2. Koncepcja pomiaru poziomu ryzyka identyfikowanego metodami heurystycznymi**

Przyjrzyjmy się pewnym własnościom ciągu liczb naturalnych i zastanówmy się, czy mogą znaleźć zastosowanie (zostać wykorzystane) przy ocenie ryzyka dokonywanej metodami heurystycznymi. Rozważmy przykład, w którym poszukujemy odpowiedzi na pytania: ile wynosi suma liczb naturalnych od 1 do 10 i jaka jest średnia tej sumy oraz jaka jest średnia liczb krańcowych tego ciągu, a jaka liczb środkowych.

Dodajmy do siebie liczby rozważanego ciągu:

$$1+2+3+4+5+6+7+8+9+10=55,$$

a otrzymaną sumę podzielmy przez liczbę wyrazów ciągu

$$\frac{55}{10} = 5,5.$$

Otrzymaliśmy odpowiednio 55 i 5,5.

Aby móc obliczyć sumę dowolnie wielu wyrazów ciągu liczb naturalnych oraz jej średnią, możemy się w tym celu posłużyć formułami. W przypadku sumy wyrazu ciągu: formułą (1):

$$n_i = \frac{n \cdot (n+1)}{2} = \frac{10 \cdot (10+1)}{2} = 55 \quad (1)$$

a średniej tej sumy formułą (2):

$$n_i = \frac{n \cdot (n+1)}{2 \cdot n} = \frac{10 \cdot (10+1)}{2 \cdot 10} = 5,5 \quad (2)$$

Obliczmy teraz średnią sumy wyrazów krańcowych ciągu:

$$\frac{1+10}{2} = 5,5$$

oraz średnią sumy wyrazów środkowych:

$$\frac{2+3+4+5+6+7+8+9}{8} = 5,5.$$

I tutaj, aby móc obliczyć średnią sumy wyrazów skrajnych ( $n_{sk}$ ) i wyrazów środkowych ( $n_{sr}$ ) ciągu, możemy się posłużyć formułą (3), jeśli chcemy obliczyć średnią sumy wyrazów krańcowych ciągu:

$$n_{sk} = \frac{1+n}{2} = \frac{1+10}{2} = 5,5 \quad (3)$$

oraz formułą (4), jeśli chcemy obliczyć średnią sumy wyrazów środkowych:

$$n_{sr} = \frac{n^2 - n - 2}{2 \cdot (n - 2)} = \frac{10^2 - 10 - 2}{2 \cdot (10 - 2)} = 5,5 \quad (4)$$

**Zauważamy, że średnia sumy liczb (wyrazów) w dowolnym ciągu liczb naturalnych równa jest średniej sumie liczb (wyrazów) krańcowych tego ciągu oraz średniej sumie liczb (wyrazów) środkowych.**

Zastanówmy się, czy można tę niewątpliwie ciekawą własność wykorzystać przy ocenie ryzyka z użyciem metod heurystycznych.

Tabela 1. Wartość produktu w opinii badanych

| Respondent | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10   |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Opinia     | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0,2 | 0,5 | 0,3 | 0,4 | 0,4  |
| Translator | 1,2 | 2,4 | 3,4 | 4,3 | 5,5 | 6,2 | 7,5 | 8,3 | 9,4 | 10,4 |

Źródło: opracowanie własne.

Przyjmijmy, że poprosiliśmy dziesięcioro respondentów o wyrażenie opinii na temat wartości użytkowej pewnego produktu, prosząc, aby przypisali wyrażonej przez siebie opinii liczbę (ocenę) większą od zera, ale nie większą od jeden. Następnie do liczby reprezentującej respondenta dodajmy wyrażoną przez niego opinię. Sumę takiego skojarzenia będziemy nazywać translatorem (tab. 1).

Liczba wyrażająca opinie respondenta i translator należą do zbioru liczb rzeczywistych dodatnich, którego podzbiorem jest zbiór liczb naturalnych. Skoro tak, to czy dostrzeżona przez nas i opisana wyżej własność zbioru liczb naturalnych także jest charakterystyczną własnością zbioru liczb rzeczywistych dodatnich?

Dodając do siebie translatory (skojarzona liczba liczb, z których jedna identyfikuje respondenta, a druga wyrażoną przez niego opinię), otrzymamy:

$$1,2+2,4+3,4+4,3+5,5+6,2+7,5+8,3+9,4+10,4=58,6,$$

a otrzymaną sumę podzielmy przez 10 (liczba wyrazów ciągu)

$$\frac{58,6}{10} = 5,86.$$

Otrzymaliśmy odpowiednio 58,6 i 5,86.

W przypadku wyrazów krańcowych średnia wynosi:

$$\frac{1,2+10,4}{2} = 5,8,$$

a wyrazów środkowych:

$$\frac{2,4+3,4+4,3+5,5+6,2+7,5+8,3+9,4}{8} = 5,875.$$

Otrzymane średnie różnią się między sobą. Nie zawsze tak będzie w przypadku liczb należących do zbioru liczby rzeczywistych dodatnich, np. kiedy wszystkie opinie respondentów byłyby zgodne, np. 0,4-2.

Tabela 2. Wartość produktu w opinii badanych

| Respondent | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10   |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Opinia     | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4  |
| Translator | 1,4 | 2,4 | 3,4 | 4,4 | 5,4 | 6,4 | 7,4 | 8,4 | 9,4 | 10,4 |

Źródło: opracowanie własne.

Potwierdzają to obliczenia wykonane na translatorach z tab. 2:

- suma wyrazów ciągu:

$$1,4+2,4+3,4+4,4+5,4+6,4+7,4+8,4+9,4+10,4=59;$$

- średnia sumy wszystkich wyrazów:

$$\frac{59}{10} = 5,9;$$

- średnia sumy wyrazów skrajnych:

$$\frac{1,4 + 10,4}{2} = 5,9;$$

- średnia sumy wyrazów środkowych:

$$\frac{2,4 + 3,4 + 4,4 + 5,4 + 6,4 + 7,4 + 8,4 + 9,4}{8} = 5,9.$$

Widzimy, że tylko w jednym przypadku własność, tak charakterystyczna dla zbioru liczb naturalnych, jest również „przypadłością” zbioru liczb rzeczywistych dodatnich. „Przypadłość” tę proponujemy spożytkować następująco: średnią wszystkich wyrazów ciągu należących do zbioru liczb rzeczywistych dodatnich potraktować jako wyrażającą opinię respondentów, którą uważają oni za ocenę najbardziej prawdopodobną ( $m$ ), a średnie: średnią wyrazów skrajnych ciągu i średnią wyrazów środkowych, jako wyrażającą w ich mniemaniu, w pierwszym przypadku ocenę optymistyczną ( $a$ ), a w drugim ocenę pesymistyczną ( $b$ ). Tak podchodząc do wyróżnionej właściwości zbioru liczb rzeczywistych dodatnich, wyposażamy się w narzędzie umożliwiające nam identyfikowanie wartości średniej oczekiwanej – wypadkowej wyspecyfikowanych wcześniej ocen (opinii) respondentów. Wartość średnią oczekiwaną ( $W_{sr}$ ) wyznaczymy z formuły (5):

$$W_{sr} = \frac{a + 4 \cdot m + b}{6} = \frac{5,8 + 4 \cdot 5,86 + 5,875}{6} = 5,8525 \quad (5)$$

Z kolei znajomość ocen: optymistycznej ( $a$ ) i pesymistycznej ( $b$ ) umożliwi nam zmierzenie poziomu ryzyka za pomocą formuły (6):

$$\sigma_{W_{sr}} = \frac{b - a}{6} = \frac{5,875 - 5,8}{6} = 0,0125 \quad (6)$$

gdyż, jak wiemy, formuła ta opisuje odchylenie standardowe, którego wartość mierzy poziom ryzyka. Im wartość tego parametru jest wyższa, tym większe prawdopodobieństwo wystąpienia znaczniejszych rozbieżności (odchyłeń) w opinii respondentów od wartości oczekiwanej. Te dwa parametry ( $W_{sr}$ ,  $\sigma_{W_{sr}}$ ) informują (reprezentują) zatem o przewidywanej przyszłej opinii respondentów (klientów) badanego przez nas produktu. Szansa (prawdopodobieństwo) pojawienia się znacznych rozbieżności (odchyłeń) w opiniach jest właśnie determinowana wartością odchylenia standardowego.

Czy uzasadnione jest kojarzenie liczby reprezentującej respondenta z liczbą wyrażającą jego opinię na dany temat? Przyjmując, że tak, oczekujemy, że powin-

niśmy otrzymać identyczne rezultaty, jeśli do obliczenia  $a$ ,  $m$ ,  $b$  weźmiemy tylko wagi z tab. 2 reprezentujące (opinie) respondentów, gdyż liczby całkowite reprezentujące respondenta, jak oczekujemy, spełniają jedynie rolę markera (znacznika). Wykonując następujące obliczenia, otrzymujemy:

- ocenę optymistyczną (wyrazy krańcowe ciągu):

$$a = \frac{0,2 + 0,4}{2} = 0,3;$$

- ocenę najbardziej prawdopodobną (suma wszystkich wyrazów ciągu):

$$m = \frac{0,2 + 0,4 + 0,4 + 0,3 + 0,5 + 0,2 + 0,5 + 0,3 + 0,4 + 0,4}{10} = 0,36;$$

- ocenę pesymistyczną (wyrazy środkowe ciągu):

$$b = \frac{0,4 + 0,4 + 0,3 + 0,5 + 0,2 + 0,5 + 0,3 + 0,4}{8} = 0,375.$$

Odejmując odpowiednio:

$$a = 5,8 - 0,3 = 5,5,$$

$$m = 5,86 - 0,36 = 5,5,$$

$$b = 5,875 - 0,375 = 5,5,$$

otrzymujemy zawsze liczbę 5,5, co upoważnia nas do wysnucia następującego wniosku. **Sprzężenie liczb: liczby reprezentującej numer respondenta i liczby wyrażającej jego opinię na interesujący badacza temat, nie ma wpływu na tę opinię.** Wnioskujemy dalej: rozważaną przez nas własność, tak charakterystyczną dla ciągu liczb naturalnych, a wyjątkową dla ciągu liczb rzeczywistych, można zastosować do kwantyfikowania ryzyka ocenianego za pomocą metod heurystycznych.

Markowanie respondenta i wyrażanej przez niego opinii ma i tę zaletę, iż pozwala badaczowi na sporządzenie mapy pokazującej rozrzut gęstości wyrażanych przez respondentów opinii, co jest niezwykle istotne, kiedy badacza, oprócz ryzyka, interesują miejsca, w których ono może pojawić się z najwyższym prawdopodobieństwem, a także – jaki wpływ na poziom ryzyka ma opinia zbiorowa respondentów, tj. taka, kiedy respondenci, wyrażając swoją opinię, kierują się opinią także innych respondentów.

Dużą bolączką dla badacza prowadzącego badania z użyciem kwestionariusza ankiety jest to, kiedy ankieta zawiera niekompletne dane (opinie). W takiej sytuacji kwestionariusz ankiety nie ma dla badacza najczęściej żadnej wartości naukowej. Omawiana przez nas metoda analizy sprzężenia przychodzi badaczowi z pomocą.

Przeanalizujmy przykład, w którym badacz, posługując się kwestionariuszem ankiety oraz metodą analizy sprzężenia, zauważył, że respondent 2 i respondent 5 nie udzielili odpowiedzi na to samo pytanie:

$$(1, x, 3, 4, y).$$

Na podstawie własności ciągu liczb naturalnych mówiącej, że *średnia wyrazów środkowych i średnia wyrazów krańcowych ciągu liczb naturalnych równa jest wyrazowi środkowemu w pierwszym przypadku oraz średniej w przypadku drugim*, możemy odtworzyć status respondentów, odnajdując na mapie miejsce, do którego należy respondentów przypisać, a następnie, przyjmując, że ich opinie nie odbiegają w sposób istotny od grupy respondentów o tym samym statusie, przyporządkować kwantyfikator będący miarą średniej zidentyfikowanej grupy. W naszym przykładzie pierwszemu respondentowi należałoby przyporządkować liczbę 2:

$$(1, 2, 3, 4, y),$$

a respondentowi krańcowemu, oznaczonemu literą  $y$ , liczbę 5, co wynika z następującego obliczenia:

$$\frac{1+y}{2} = \frac{2+3+4}{3}$$

wykonanego w ten sposób, iż porównaliśmy ze sobą prawe strony formuł: formuły (3) na obliczenie średniej wyrazów krańcowych ciągu z formułą (4) na obliczenie wyrazów środkowych. Taki sposób „naprawy” kwestionariusza ankiety proponujemy nazwać „zszywaniem ankiet”.

Gdyby badacz spotkał się z sytuacją, w której respondenci zwróciliby mu kwestionariusze ankiet niekompletne według schematu:

$$(1, x, y, 4, \dots),$$

w którym brakujących markerów jest więcej niż jeden, wówczas badacz, aby uzupełnić mapę opinii wyrażonych przez respondentów na interesujący go temat, najczęściej będzie miał do czynienia z układem równań z wieloma zmiennymi, który będzie musiał rozwiązać, aby następnie, tam gdzie będzie to konieczne, odwołać się do wyżej opisaney techniki „zszywania ankiet”.

Opisany w tej części artykułu sposób kwantyfikowania heurystycznych ocen ryzyka proponujemy nazwać metodą analizy sprzężeń, tłumacząc to w następujący sposób. Posługując się metodą do skwantyfikowania ocen ryzyka zidentyfikowanego metodami heurystycznymi, „sprzęgamy” ze sobą marker (znacznik) respondenta z markerem reprezentującym opinię respondenta na interesujący badacza temat.

### 3. Implementacja metody analizy sprzężenia zwrotnego

Firma konsultingowa CONSUL, świadcząca usługi w zakresie restrukturyzacji przedsiębiorstw obróbki skrawaniem w metalu, metodą analizy zidentyfikowała słabe strony przedsiębiorstwa DROMET Sp. z o.o., które zestawiono w tab. 3. Wagi poszczególnym zmiennym nadano, stosując metodę porównania parami. Wcześniej dokonano oszacowania wartości zmiennej należącej do pierwszego wiersza w tab. 5, uznając ją za dominującą na podstawie prawa Pareto, posługując się repertuarem oszacowań wartości relacji zaproponowanym przez T. Saaty'ego – tab. 4.

Tabela 3. Słabe strony przedsiębiorstwa DROMET Sp. z o.o.

| Lp.  | Słabe strony                | Waga |
|------|-----------------------------|------|
| 1    | Wysoki kredyt               | 0,23 |
| 2    | Niewielki kapitał pracujący | 0,14 |
| 3    | Wysokie zobowiązania        | 0,54 |
| 4    | Praca pod silną presją      | 0,09 |
| Suma |                             | 1,00 |

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4. Repertuar oszacowań wartości relacji w porównywaniu parami

| Ujęcie werbalne                                                            | Ujęcie liczbowe |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Równość bez dominacji któregośkolwiek wariantu danej pary                  | 1               |
| Dominacja umiarkowana                                                      | 3               |
| Dominacja silna                                                            | 5               |
| Dominacja bardzo silna                                                     | 7               |
| Dominacja ekstremalna                                                      | 9               |
| Liczby pośrednie (2,4,6,8) ułatwiają wprowadzenie oszacowań kompromisowych |                 |

Źródło: [Downarowicz 2002, s. 29].

W tabeli 5 uszeregowano zmienne i przypisane im wagi według ważności (rangi), od wartości najmniejszej do największej.

Tabela 5. Słabe strony przedsiębiorstwa DROMET Sp. z o.o. według rangi

| Lp.  | Słabe strony                | Waga |
|------|-----------------------------|------|
| 1    | Praca pod silną presją      | 0,09 |
| 2    | Niewielki kapitał pracujący | 0,14 |
| 3    | Wysoki kredyt               | 0,23 |
| 4    | Wysokie zobowiązania        | 0,54 |
| Suma |                             | 1,00 |

Źródło: opracowanie własne.

W naszym przykładzie liczba porządkowa pełni rolę respondenta (markera). W tabeli 6 zestawiono translatory (sumy liczb: numer respondenta i opinię wyrażoną wagą).

Tabela 6. Wartość produktu w opinii badanych

| Respondent | 1    | 2    | 3    | 4    |
|------------|------|------|------|------|
| Opinia     | 0,09 | 0,14 | 0,23 | 0,54 |
| Translator | 1,09 | 2,14 | 3,23 | 4,54 |

Źródło: opracowanie własne.

Korzystając z translatorów (wyrazów ciągu) znajdujących się w tab. 6, kolejno obliczamy:

- ocenę najbardziej prawdopodobną:

$$m = \frac{1,09 + 2,14 + 3,23 + 4,54}{4} = 2,75,$$

- ocenę najbardziej optymistyczną:

$$a = \frac{2,14 + 3,23}{2} = 2,685,$$

- ocenę najbardziej pesymistyczną:

$$b = \frac{1,09 + 4,54}{2} = 2,815.$$

Następnie otrzymane kwantyfikatory w postaci ocen podstawiamy do formuł (5) i (6), otrzymując odpowiednio:

- wartość średnią oczekiwaną:

$$W_{sr} = \frac{2,685 + 4 \cdot 2,75 + 2,815}{6} = 2,75,$$

- odchylenie standardowe:

$$\sigma_{W_{sr}} = \frac{2,815 - 2,685}{6} = 0,0217.$$

Otrzymane rezultaty komentujemy w sposób następujący. Wartość odchylenia standardowego wynosi 0,0217 i wyraźnie się różni od wartości oczekiwanej równej 2,75. Niska wartość odchylenia standardowego informuje, że ryzyko wystąpienia znacznego odchylenia opinii od jej wartości oczekiwanej jest niewielka.

O poziomie ryzyka związanego z postawioną prognozą, dotyczącą przyszłej opinii respondentów, informuje również współczynnik zmienności, formuła (7):

$$V = \frac{\sigma_{sr}}{W_{sr}} \quad (7)$$

gdzie:  $V$  – współczynnik zmienności,

$\sigma_{sr}$  – odchylenie standardowe,

$W_{sr}$  – wartość oczekiwana.

W analizowanym przykładzie współczynnik zmienności wynosi:

$$V = \frac{0,0217}{2,75} = 0,0079.$$

Otrzymana wartość współczynnika zmienności informuje, że opinia respondentów w przyszłym, lecz przez nas określonym czasie w „znikomy” sposób różnić się będzie od wartości oczekiwanej, wynoszącej 2,75.

Intuicyjnie można to wywnioskować przez podanie interpretacji ułamka o postaci:

$$\frac{\sigma_{sr}}{W_{sr}} = \frac{0,0079}{1} = 0,0079.$$

Udział „ryzykownej” części przypadającej na jednostkę opinii nie jest znaczący, gdyż wynosi „zaledwie” 0,79% oczekiwanej przyszłej opinii.

#### 4. Zamiast zakończenia

Przedstawioną koncepcję tłumaczenia ryzyka identyfikowanego metodami heurystycznymi na język metod ilościowych autor weryfikuje w praktyce gospodarczej. Jeśli zda egzamin, poszerzy spektrum metod pozwalających menedżerom sprawniej zarządzać przedsiębiorstwem. Autor ma nadzieję, że tak stanie się istotnie, a przyczynią się do tego również cenne uwagi uczestników tej konferencji.

### Literatura

- Pluta W., *Planowanie finansowe w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa 1999.  
 Kłosowski W., Warda J., *Wyspa szczęścia. Jak budować strategie rozwoju lokalnego?*, Warda & Kłosowski Consulting, Bielsko-Biała 2001.

### EVALUATION OF RISK OF ECONOMIC ENTERPRISES WITH THE METOD OF CONNECTION ANALYSIS

#### Summary

The estimation of risk in the economic practice is more often made with the use of heuristic methods, which quality reflections are more significant from quantitative connections between variables.

The article presents the way of making the translation of risk estimation using heuristic methods into a language based on statistical procedures.