



Propozycja nowego podejścia do problematyki badań przyczynowych w analizie ekonomicznej

JÓZEF BUĆKO *

Streszczenie

W prezentowanym artykule autor opisuje różne pola możliwych zastosowań tych deterministycznych metod analizy ekonomicznej, które polegają na detalizacji odchylenia syntetycznego wskaźnika w zbiór odchyłeń cząstkowych. W pierwszej kolejności autor omawia ich wykorzystanie w ocenie zmian efektywności organizacji oraz szacowaniu efektu synergicznego. Następnie podaje propozycje nowych zastosowań, a mianowicie w modyfikacji metody analizy wrażliwości, w rozwoju nowych modeli nierówności wskaźników oraz do analizy wyników współpracy z wykorzystaniem dwufazowego modelu analizy przyczynowej, który integruje fazy tworzenia i podziału efektów. Budowa i zastosowanie dwufazowego modelu analizy przyczynowej są opisane szczegółowo na przykładzie analizy funkcji trzech zmiennych, z wykorzystaniem metody kolejnych podstawień.

Słowa kluczowe: analiza ekonomiczna, controlling, ocena efektywności, metody analizy, zarządzanie zmianami.

Abstract

Proposal for a new approach to the issue of causal research in economic analysis

In the presented paper, the author describes various potential applications of those deterministic methods of economic analysis which are based on decomposition of the variation of the synthetic indicator into a set of partial variations. The author first discusses their application in the assessment of changes in an organization's effectiveness and the estimation of the synergy effect. Subsequently, the author explores new areas of application, namely: modification of the sensitivity analysis method, development of new models of indicator inequalities, and analysis of the results of cooperation using the biphasic model of causal analysis that integrates the phases of creation and distribution of the effects. The structure and the application of this model are described in detail in the context of analysis of a three-variable function using the method of chain substitutions.

Keywords: economic analysis, controlling, efficiency assessment, methods of analysis, change management.

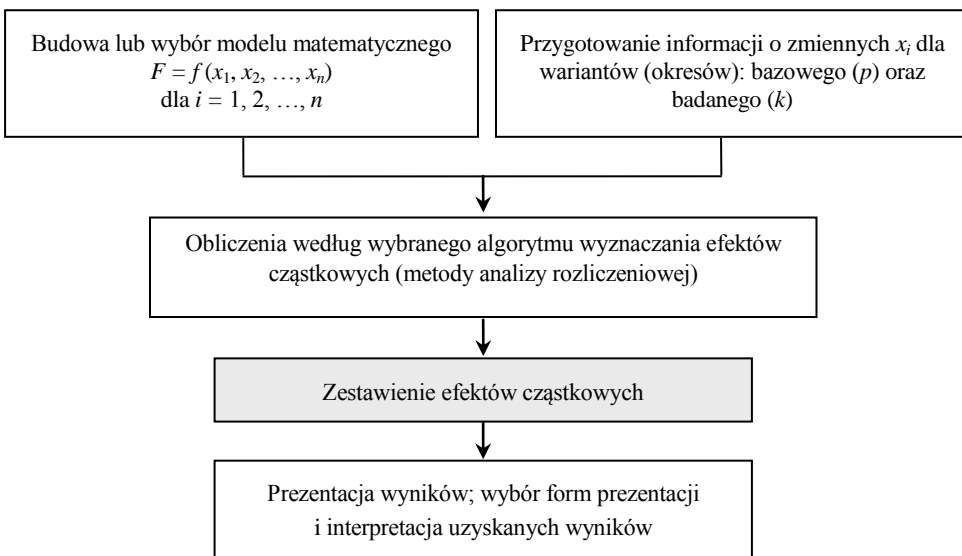
* Dr Józef Bućko, adiunkt, Instytut Technologii Eksploatacji PIB w Radomiu, jozef.bucko@itee.radom.pl

Wprowadzenie

Na etapie pogłębionych badań współzależności zjawisk i procesów gospodarczych, gdy oczekuje się odpowiedzi na pytanie, jakie zmienne i w jakim stopniu wpłynęły/wpłyną na odchylenie poziomów syntetycznych wskaźników ekonomicznych, wykorzystywane są metody analizy przyczynowej. Metody te są zaliczane do grupy deterministycznych metod analizy ekonomicznej (Miculeac, Cechin-Crista, 2014, s. 117–125). Procedury tych metod sprowadzają się w szczególności do określenia modelu syntetycznego wskaźnika ekonomicznego oraz przeprowadzenia detalizacji globalnego odchylenia syntetycznego wskaźnika – według przyjętego algorytmu (metody analizy rozliczeniowej) – na zbiór efektów cząstkowych wyrażających wpływy poszczególnych czynników sprawczych (nazwy poszczególnych metod analizy przyczynowej pochodzą zwykle od zastosowanych metod rozliczeniowych).

Tego rodzaju detalizację globalnego odchylenia syntetycznego wskaźnika na zbiór efektów cząstkowych (por. rysunek 1) można też umownie określić rachunkiem efektów cząstkowych (Bućko, 2012, s. 387–436), przez analogię do podstawowego celu (budowy zbioru efektów cząstkowych) tworzonych, szczególnie w latach 80. ubiegłego stulecia, metodyk obliczania szczegółowych efektów ekonomicznych, specyficznych dla różnych obszarów gospodarowania, np. rachunku opłacalności ekonomicznej substytucji materiałowej, przedsięwzięć techniczno-organizacyjnych, modernizacji maszyn i urządzeń, przedsięwzięć eksploatacyjnych.

Rysunek 1. Procedura rachunku efektów cząstkowych



Źródło: opracowanie własne.

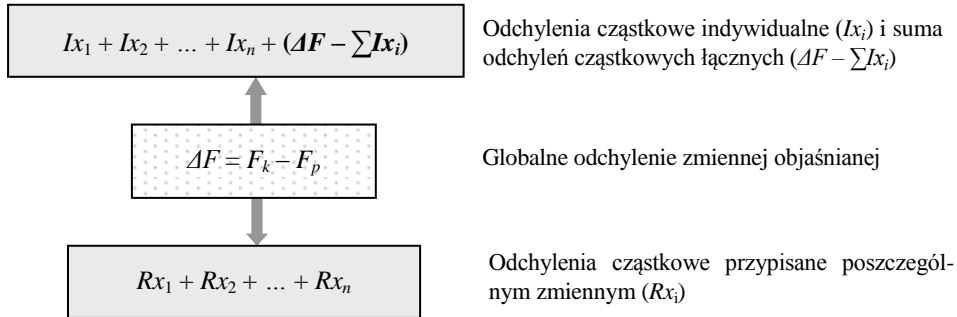
Generalnie przedmiotem analizy jest zmienna objaśniana (F) zapisana w postaci funkcji $F = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, gdzie x_1, x_2, \dots, x_n są zmiennymi objaśniającymi ($i = 1, 2, \dots, n$), przy czym często wpisywane jest ograniczenie: $x_i \geq 0$. Szczegółowemu badaniu podlega globalne odchylenie zmiennej objaśnianej: $\Delta F = F_k - F_p$, gdzie $F_k = f(x_{1,k}, x_{2,k}, \dots, x_{n,k})$ oraz $F_p = f(x_{1,p}, x_{2,p}, \dots, x_{n,p})$ są poziomami dla porównywanych wariantów (okresów): badanego (k) oraz bazowego (p).

Detalizacja odchylenia ΔF na zbiór odchyłeń cząstkowych wyrażających wpływy poszczególnych zmiennych objaśniających może być prowadzona za pomocą różnorodnych metod. Jednakże jak dotychczas brak jest jednej powszechnie uznanej metody analizy przyczynowej, a wynika to przede wszystkim z trudności podziału tzw. odchyłeń cząstkowych łącznych występujących w zależnościach multiplikatywnych (Bednarski, Waśniewski, red., 1996, s. 127–164; Bednarski i in., 1993, s. 40–56; Bućko, 2012, s. 392–437; 1997, s. 152–171; Żwirbła, 2014; 2007, s. 21–145). W przedstawionej klasyfikacji obejmującej ponad 30 metod – dla iloczynu zmiennych – za podstawowe kryterium podziału tychże metod przyjmuje się rodzaj (zawartość) uzyskiwanych wyników końcowych (Bućko, 2012, s. 398); stąd wyodrębniane są (por. rysunek 2):

- metody wyznaczania odchyłeń cząstkowych indywidualnych (tj. określających wpływ zmian tylko jednej zmiennej, przy założeniu zasady izolacji względem pozostałych zmiennych) i odchyłeń cząstkowych łącznych (tj. wykazujących jednoczesny wpływ przyrostów dwóch lub więcej zmiennych); za typową uznawana jest metoda różnic cząstkowych;
- metody wyznaczania odchyłeń cząstkowych przypisanych poszczególnym zmiennym (tj. metody, w których odchylenia cząstkowe łączne nie występują, czyli są one rozdzielone pomiędzy zmienne sprawcze według zastosowanego klucza podziału); za najbardziej popularną uznaje się metodę kolejnych podstawień.

Za pomocą tego rodzaju deterministycznych metod analizy ekonomicznej ustalane są skutki powstałe z powodu zmian natężeń chociażby jednej ze zmiennych (x_i) wyrażane w jednostkach miary wskaźnika syntetycznego (F). Globalne odchylenie ΔF jest wielkością wynikową niekoniecznie jednokierunkowych odchyłeń (efektów) cząstkowych.

W ostatnich latach daje się zauważyć dwa podejścia w konstruowaniu modeli rachunku efektów cząstkowych (Bućko, 2012, s. 430–431). Pierwsze z nich polega na zastosowaniu w miarę uniwersalnych metod analizy przyczynowej wykorzystywanych w analizach różnorodnych modeli ekonomicznych. Natomiast drugie podejście związane jest z wkomponowaniem procedury rozliczeniowej w konkretny model – układ piramidalny syntetycznego wskaźnika; z reguły zastosowana procedura wielostopniowego podziału odchyłeń łączy dwie metody analizy przyczynowej, które w procedurze detalizacji są specjalnie dobrane do rodzaju występujących w piramidzie wskaźnika zależności (addytywnych i multiplikatywnych). Ideę wyznaczania odchyłeń cząstkowych w układzie wielostopniowym (wielopoziomowym), zgodnie ze skonstruowaną piramidą wskaźnika, popularyzuje A. Kucharczyk (1993, s. 19–42; 2001, s. 75–88).

Rysunek 2. Detalizacja globalnego odchylenia ΔF 

Przykład detalizacji ΔF dla $F = x_1 \times x_2 \times x_3$:

Pełna detalizacja – wyznaczanie odchyłeń cząstkowych: indywidualnych i łącznych

Odchylenia cząstkowe indywidualne

Ix_1

Ix_2

Ix_3

Odchylenia cząstkowe łączne

$$\Delta F = \Delta x_1 x_2 x_3 + \Delta x_2 x_1 x_3 + \Delta x_3 x_1 x_2 + \Delta x_1 \Delta x_2 x_3 + \Delta x_1 \Delta x_3 x_2 + \Delta x_2 \Delta x_3 x_1 + \Delta x_1 \Delta x_2 \Delta x_3$$

$\hat{=}$

$$\Delta F = \Delta x_1 x_2 x_3 + \Delta x_2 x_1 x_3 + \Delta x_1 \Delta x_2 x_3 + \Delta x_3 x_1 x_2 + \Delta x_1 \Delta x_3 x_2 + \Delta x_2 \Delta x_3 x_1 + \Delta x_1 \Delta x_2 \Delta x_3$$

Rx_1

Rx_2

Rx_3

Metoda kolejnych podstawień

Źródło: opracowanie własne.

Zastosowania tradycyjnie ujmowanych metod analizy przyczynowej nie ograniczają się tylko do obliczania i interpretacji zbioru efektów cząstkowych w ujęciu wielkości absolutnych podawanych w miarach modelu syntetycznego wskaźnika ekonomicznego. Dotychczasowe i nowe propozycje wykorzystania tych metod analizy ekonomicznej w diagnostyce organizacji stanowią przedmiot niniejszego artykułu.

Autor koncentruje się nie na charakterystyce metod detalizacji odchylenia syntetycznego wskaźnika w zbiorze odchyłeń cząstkowych, ale na opisie różnorodności zastosowań tychże metod (wykorzystaniu w ocenie zmian efektywności organizacji, szacowaniu efektu synergicznego, w budowie i modyfikacji metody analizy wrażliwości, w rozwoju modeli nierówności wskaźników oraz w ocenie korzyści ze współpracy). Uwzględnienie dostrzeganych zastosowań rzuca dodatkowe światło na tak istotne instrumentarium analityczno-badawcze wykorzystywane w analizach efektywności gospodarowania.

1. Jedno- i wielopoziomowy podział odchyleń

Równolegle z ustalaniem zmiennych, które oddziałują na kształtowanie się syntetycznego wskaźnika ekonomicznego, są budowane zależności o różnym zakresie i stopniu złożoności. Można przyjąć, że syntetyczny wskaźnik ekonomiczny (F) rozkładany jest na zmienne pośrednie i zmienne x_i , tworząc swoistego rodzaju hierarchiczną strukturę powiązań przyczynowo-skutkowych wyodrębnionych zmiennych, zwaną piramidą wskaźnika.

Jednopoziomowy podział odchyleń występuje wówczas, gdy zmienne pośrednie są pomijane w przeprowadzanych obliczeniach. Natomiast wielopoziomowy podział odchyleń ma miejsce wtedy, gdy podziału ΔF dokonuje się kolejno na efekty cząstkowe przypisane zmiennym pośrednim, które w dalszym etapie podziału podlegają kolejnej detalizacji – aż do efektów cząstkowych przypisanych zmiennym x_i (czyli zmiennym umieszczonych w podstawie piramidy syntetycznego wskaźnika).

Oprogramowanie algorytmów wyznaczania efektów cząstkowych (np. w Excelu) pozwala na uzyskanie zestawienia wyników obliczeń bezpośrednio po wprowadzeniu matematycznej konstrukcji modelu badanego zjawiska ekonomicznego (F) oraz informacji o zmiennych x_i dla wariantów (okresów) p oraz k . W ich interpretacji istotne jest uwzględnienie preferencji decydenta względem wskaźnika syntetycznego F ($F \rightarrow \max$ czy $F \rightarrow \min$) oraz charakteru poszczególnych zmiennych objaśniających (stymulanty bądź destymulanty).

Najczęściej interpretacja liczbowa odchyleń cząstkowych Rx_i (dla każdej i -tej zmiennej objaśniającej) jest dokonywana w sposób następujący: „zmiana i -tej zmiennej o Δx_i wywołała (bądź mogła wywołać) zmianę bazowego poziomu funkcji F o Rx_i ” czy też „zmiana i -tej zmiennej o Δx_i przypisywana jest zmiana bazowego poziomu funkcji F o Rx_i ”.

Możliwe są też następujące prezentacje wyników (zestawienie wariantów porównań – tabela 1):

– „zmianie i -tej zmiennej o Δx_i przypisywana jest zmiana bazowego poziomu funkcji F

$$\text{o } \frac{Rx_i}{F_p} \times 100\% ”;$$

– „zmianie i -tej zmiennej o $\frac{\Delta x_i}{x_{i,p}} \times 100\%$ przypisywana jest zmiana bazowego poziomu

funkcji F o Rx_i ”;

– „zmianie i -tej zmiennej o $\frac{\Delta x_i}{x_{i,p}} \times 100\%$ przypisywana jest zmiana bazowego poziomu

$$\text{funkcji } F \text{ o } \frac{Rx_i}{F_p} \times 100\% ”.$$

Tabela 1. Macierz wariantów interpretacji liczbowej

Wyszczególnienie		Odchylenia cząstkowe przypisane i -tej zmiennej objaśniającej	
		absolutne: Rx_i	Względne: $\frac{Rx_i}{F_p} \times 100\%$
Odchylenie i -tej zmiennej objaśniającej	absolutne: Δx_i	jeżeli Δx_i , to Rx_i	jeżeli Δx_i , to $\frac{Rx_i}{F_p} \times 100\%$
	względne: $\frac{\Delta x_i}{x_{i,p}} \times 100\%$	jeżeli $\frac{\Delta x_i}{x_{i,p}} \times 100\%$, to Rx_i	jeżeli $\frac{\Delta x_i}{x_{i,p}} \times 100\%$, to $\frac{Rx_i}{F_p} \times 100\%$

Źródło: opracowanie własne.

Należy zaznaczyć, że ostatni ze sposobów prezentacji odchyłeń cząstkowych jest charakterystyczny dla zmodyfikowanej metody analizy wrażliwości (punkt 3 niniejszego artykułu).

Detalizacja globalnego odchylenia funkcji na odchylenia cząstkowe nie nastęrcza żadnych kłopotów w przypadku zależności przedstawionej w formie sumy:

$$F = \sum_{i=1}^n x_i \quad (1),$$

wtedy formuła rozliczeniowa jest następująca:

$$Rx_i = \Delta x_i \quad (2).$$

W przypadku funkcji będącej iloczynem

$$F = \prod_{i=1}^n x_i \quad (3),$$

wskazywana jest formuła metody logarytmowania:

$$Rx_i = \Delta F \times \frac{\ln \frac{x_{i,k}}{x_{i,p}}}{\ln \frac{F_k}{F_p}} \quad (4),$$

przy założeniu: $x_{i,p} > 0$; $x_{i,k} > 0$; $\Delta F \neq 0$.

Stosunkowo najczęściej stosowaną w jednopoziomowych analizach złożonych zależności $F = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ pozostaje metoda kolejnych podstawień (zwana metodą podstawień łańcuchowych). Należy zaznaczyć jej przydatność w badaniach różnorodnych zależności deterministycznych, aczkolwiek w zależności od kolejności podstawiania zmiennych objaśniających uzyskiwane są różnorodne wyniki (przy czym zostaje zachowany warunek kompletności rozliczeń, tj. suma odchyłeń cząstkowych przypisanych poszczególnym zmiennym Rx_i jest równa globalnemu odchyleniu ΔF). A. Żwirbła wnikliwie omawia istotę tej metody i postuluje, aby otrzymywane wyniki za jej pomocą interpretować, stosując tzw. tryb warunkowy (Żwirbła, 2007, s. 101). Liczba możliwych wariantów rozliczeń (zestawów wyników) dla n zmiennych równa się $n!$ (n „silnia”).

Mankamentem kolejności podstawień obarczona jest również podwójna metoda kolejnych podstawień (Olszański, 1989, s. 51–54), niemniej ta metoda spełnia warunek odwracalności (czyli: jeżeli skutkiem przejścia i -tej zmiennej ze stanu $x_{i,p}$ do $x_{i,k}$ jest odchylenie Rx_i , to przejście tejże zmiennej z $x_{i,k}$ do $x_{i,p}$ daje taką samą wartość bezwzględnego odchylenia Rx_i^* , lecz z przeciwnym znakiem, czyli $Rx_i = -Rx_i^*$). Uzyskiwane za jej pomocą odchylenia cząstkowe są średnimi arytmetycznymi dwóch wyników, z wielu dopuszczalnych przy stosowaniu metody kolejnych podstawień.

Obydwie metody są zaliczane do grupy metod o kluczu podziału przyjętym w sposób arbitralny (Bućko, 2012, s. 398). Formuły obydwóch, względnie prostych algorytmów rozliczeniowych można zapisać w następującej postaci (podane wzory są właściwe dla wariantu kolejności podstawień zgodnego z kolejnymi numerami i):

– metoda kolejnych podstawień:

$$\begin{aligned} Rx_1 &= f(x_{1,k}, x_{2,p}, x_{3,p}, \dots, x_{n-1,p}, x_{n,p}) - f(x_{1,p}, x_{2,p}, x_{3,p}, \dots, x_{n-1,p}, x_{n,p}) \\ Rx_2 &= f(x_{1,k}, x_{2,k}, x_{3,p}, \dots, x_{n-1,p}, x_{n,p}) - f(x_{1,k}, x_{2,p}, x_{3,p}, \dots, x_{n-1,p}, x_{n,p}) \\ &\dots \\ Rx_n &= f(x_{1,k}, x_{2,k}, x_{3,k}, \dots, x_{n-1,k}, x_{n,k}) - f(x_{1,k}, x_{2,k}, x_{3,k}, \dots, x_{n-1,k}, x_{n,p}) \end{aligned} \quad (5),$$

– podwójna metoda kolejnych podstawień:

$$\begin{aligned} Rx_1 &= \frac{1}{2} \left\{ \begin{aligned} &[f(x_{1,k}, x_{2,p}, x_{3,p}, \dots, x_{n-1,p}, x_{n,p}) - f(x_{1,p}, x_{2,p}, x_{3,p}, \dots, x_{n-1,p}, x_{n,p})] \\ &-[f(x_{1,p}, x_{2,k}, x_{3,k}, \dots, x_{n-1,k}, x_{n,k}) - f(x_{1,k}, x_{2,k}, x_{3,k}, \dots, x_{n-1,k}, x_{n,k})] \end{aligned} \right\} \\ Rx_2 &= \frac{1}{2} \left\{ \begin{aligned} &[f(x_{1,k}, x_{2,k}, x_{3,p}, \dots, x_{n-1,p}, x_{n,p}) - f(x_{1,k}, x_{2,p}, x_{3,p}, \dots, x_{n-1,p}, x_{n,p})] \\ &-[f(x_{1,p}, x_{2,p}, x_{3,k}, \dots, x_{n-1,k}, x_{n,k}) - f(x_{1,p}, x_{2,k}, x_{3,k}, \dots, x_{n-1,k}, x_{n,k})] \end{aligned} \right\} \\ &\dots \\ Rx_n &= \frac{1}{2} \left\{ \begin{aligned} &[f(x_{1,k}, x_{2,k}, x_{3,k}, \dots, x_{n-1,k}, x_{n,k}) - f(x_{1,k}, x_{2,k}, x_{3,k}, \dots, x_{n-1,k}, x_{n,p})] \\ &-[f(x_{1,p}, x_{2,p}, x_{3,p}, \dots, x_{n-1,p}, x_{n,p}) - f(x_{1,p}, x_{2,p}, x_{3,p}, \dots, x_{n-1,p}, x_{n,k})] \end{aligned} \right\} \end{aligned} \quad (6),$$

Ilustracją tych metod jest przykładowe zestawienie liczbowe zawarte w tabeli 2. Przedmiotem szczególnego zainteresowania w teorii analizy ekonomicznej są zależności iloczynowe; w nawiązaniu do metody kolejnych podstawień warto zaznaczyć, że średnie arytmetyczne wyznaczonych odchyłeń cząstkowych dla wszystkich wersji podstawień są takie same jak odchylenia cząstkowe obliczone za pomocą metody funkcyjnej (Ćwiąkała-Matys, Nowak, 2001, s. 23).

Tabela 2. Przykładowe zestawienie odchyłeń cząstkowych

Wyszczególnienie		Zmienne objaśniające i			$F = x_1 \times x_2 \times x_3$
		1	2	3	
Wariant bazowy $x_{i,p}$		4	5 000	60	$F_p = 1\,200\,000$
Wariant badany $x_{i,k}$		5	5 600	66	$F_k = 1\,848\,000$
Odchylenia cząstkowe Rx_i	Metoda kolejnych podstawień	300 000	180 000	168 000	$\Delta F = 648\,000$
	Podwójna metoda kolej- nych podstawień	334 800	169 200	144 000	

Źródło: opracowanie własne.

Model detalizacji efektów w konwencji procedury wielostopniowego podziału odchyłeń jest nierozłącznie związany z modelem piramidy wskaźnika syntetycznego. Możliwe i dopuszczalne jest występowanie wielu wersji piramidy, a także zastosowanie różnych rozwiązań hybrydowych w zakresie algorytmów rozliczeniowych. Innymi słowy, model detalizacji efektów w konwencji procedury wielostopniowego podziału odchyłeń jest opracowywany na potrzeby analizy konkretnego modelu piramidy wskaźnika syntetycznego. Przykładową piramidę zysku netto ilustruje rysunek 3, zaś przykładowe zestawienie wyników detalizacji odchylenia kwoty zysku podano w tabeli 3.

Procedura analizy rozliczeniowej przewiduje podział odchylenia globalnego ΔF na odchylenia cząstkowe przypisane zmiennym pośrednim (wartości sprzedaży oraz kosztom), a następnie sukcesywny podział otrzymanych odchyłeń pomiędzy zmienne objaśniające te zmienne pośrednie aż do uzyskania zbioru odchyłeń cząstkowych przypisanych zmiennym tworzącym podstawę piramidy syntetycznego wskaźnika. W wyznaczaniu formuł odchyłeń cząstkowych przypisanych poszczególnym zmiennym wykorzystano wzory służące do rozliczeń zależności addytywnych oraz metodę logarytmowania (do zależności typu iloczynu zmiennych); w rozpatrywanym przykładzie zestawienie tych równań jest następujące:

$$\Delta F = x_{1,k} \times (x_{2,k} - x_{3,k}) - x_{4,k} - [x_{1,p} \times (x_{2,p} - x_{3,p}) - x_{4,p}], \text{ czyli}$$

$$\Delta F = [x_{1,k} \times x_{2,k} - x_{1,p} \times x_{2,p}] + [(x_{1,p} \times x_{3,p} + x_{4,p}) - (x_{1,k} \times x_{3,k} + x_{4,k})]; R_p = x_{1,k} \times x_{2,k} - x_{1,p} \times x_{2,p};$$

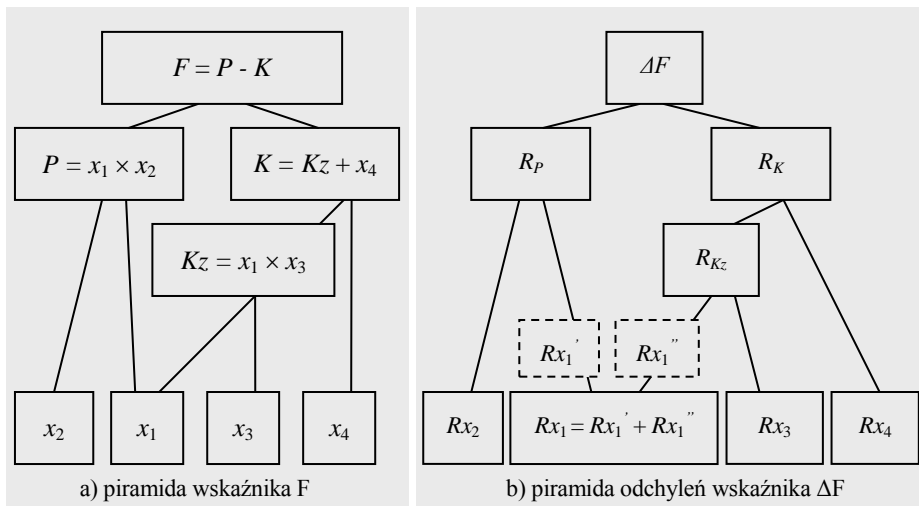
$$R_k = (x_{1,p} \times x_{3,p} + x_{4,p}) - (x_{1,k} \times x_{3,k} + x_{4,k});$$

$$R_{Kz} = (x_{1,p} \times x_{3,p} - x_{1,k} \times x_{3,k}); R_{x_4} = (x_{4,p} - x_{4,k}); R_{x_2} = \{[\ln(x_{2,k}/x_{2,p})]/[\ln(P_k/P_p)]\} \times R_P;$$

$$R_{x_3} = \{[\ln(x_{3,k}/x_{3,p})]/[\ln(K_{z,k}/K_{z,p})]\} \times R_{Kz}; R_{x_1}' = \{[\ln(x_{1,k}/x_{1,p})]/[\ln(P_k/P_p)]\} \times R_P;$$

$$R_{x_1}'' = \{[\ln(x_{1,k}/x_{1,p})]/[\ln(K_{z,k}/K_{z,p})]\} \times R_{Kz}; R_{x_1} = R_{x_1}' + R_{x_1}'' \text{ (ograniczenie: } R_P \neq 0; R_{Kz} \neq 0).$$

Rysunek 3. Przykład piramidy kwoty zysku (F) i detalizacji odchylenia (ΔF)



Oznaczenia: F – kwota zysku (PLN); P – sprzedaż netto (PLN); K – koszty (PLN); Kz – koszty zmienne (PLN); x_2 – cena jednostkowa (PLN/szt.); x_1 – wielkość produkcji (szt.); x_3 – koszt zmienny jednostkowy (PLN/szt.); x_4 – koszt stały (PLN); R_P ; R_K ; R_{Kz} – odchylenia cząstkowe przypisane poszczególnym zmiennym pośrednim.

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3. Zestawienie wyników detalizacji odchylenia kwoty zysku (przykład)

Zmienne	x_1	x_2	x_3	x_4	F	$P = x_1 \times x_2$	$K = Kz + x_4$	$Kz = x_1 \times x_3$
Stan w wariancie „p”	20 000	200	140	480 000	720 000	4 000 000	3 280 000	2 800 000
Stan w wariancie „k”	22 000	198	141	455 000	799 000	4 356 000	3 557 000	3 102 000
Odchylenia absolutne zmienne	2 000	-2	1	-25 000	79 000	356 000	277 000	302 000

Metody analizy rozliczeniowej	Efekty cząstkowe				
	R_{x_1}	R_{x_2}	R_{x_3}	R_{x_4}	ΔF
Metoda kolejnych podstawień	120 000	-44 000	-22 000	25 000	79 000
Podwójna metoda kolejnych podstawień	117 000	-42 000	-21 000	25 000	79 000
Procedura wielostopniowego podziału odchyłeń	116 950	-41 965	-20 985	25 000	79 000
	R_P	R_K	R_{Kz}	R_{x_1}'	R_{x_1}''
	356 000	-277 000	-302 000	397 965	-281 015

Odchylenia cząstkowe indywidualne	I_{x_1}	I_{x_2}	I_{x_3}	I_{x_4}	ΣI_{x_i}
	120 000	-40 000	-20 000	25 000	85 000

$F = x_1(x_2 - x_3) - x_4$
 F – kwota zysku (PLN)
 x_1 – wielkość produkcji (szt.)
 x_2 – cena jednostkowa (PLN/szt.)
 x_3 – koszt zmienny jednostkowy (PLN/szt.)
 x_4 – koszt stały (PLN)

$\Delta F - \Sigma I_{x_i} = -6 000$
 $(\Delta F - \Sigma I_{x_i}) / \Delta F = -7,59\%$

Źródło: opracowanie własne (fragment z arkusza kalkulacyjnego Excel).

Przykładowa interpretacja uzyskanych wyników może być następująca: przy wzroście wartości sprzedaży o 356 tys. PLN i kosztów o 277 tys. PLN uzyskano przyrost kwoty zysku o 79 tys. PLN. Wzrost kosztów wynikał ze wzrostu kosztów zmiennych (o 302 tys. PLN) oraz oszczędności na koszcie stałym (25 tys. PLN).

Zgodnie z metodą kolejnych podstawień zostały przypisane następujące efekty cząstkowe:

- wzrostowi wielkości produkcji (stymulanta) ($\Delta x_1 = 2\ 000$ tys. szt.) – dodatkowy zysk w kwocie $Rx_1 = 120$ tys. PLN;
- spadkowi ceny jednostkowej (stymulanta) ($\Delta x_2 = -2$ PLN) – strata w wysokości $Rx_2 = -44$ tys. PLN;
- wzrostowi kosztu zmiennego jednostkowego (destymulanta) ($\Delta x_3 = 1$ PLN) – strata w wysokości $Rx_3 = -22$ tys. PLN;
- obniżeniu kosztu stałego (destymulanta) ($\Delta x_4 = -25$ tys. PLN) – dodatkowy zysk w kwocie $Rx_4 = 25$ tys. PLN.

2. Wyznaczanie efektu łącznego w pojęciu efektu synergii

W definiowaniu synergii system złożony z podsystemów jest przeciwstawiany sumie podsystemów rozpatrywanych w izolacji, a szczególna uwaga jest zwracana na przewagę efektu złożonego uzyskiwanego przez system nad efektem bazowym wyznaczanym przez sumę efektów poszczególnych podsystemów osiąganych w warunkach pełnej izolacji. Można wskazać, że występujące pomiędzy zmiennymi objaśniającymi współzależności mogą powodować różnicę pomiędzy globalnym odchyleniem zmiennej kryterialnej (ΔF) oraz sumą efektów cząstkowych indywidualnych (Ix_i) uzyskiwanych w hipotetycznej izolacji. O ile w rachunku efektów cząstkowych odchylenia cząstkowe łączne stanowiłyby problem związany z ich podziałem pomiędzy czynniki sprawcze, o tyle w badaniach efektów złożenia oddziaływania wielu przyczyn możliwość wydzielenia ich sumy może być szczególnie przydatna.

Należy nadmienić, że metoda różnic cząstkowych nie pozwala odpowiedzieć na pytanie, jaka część odchylenia globalnego funkcji jest spowodowana przez daną zmienną objaśniającą (wpływ i -tej zmiennej odnajduje się zarówno w odchyleniach cząstkowych indywidualnych, jak i łącznych), a wraz ze wzrostem liczby zmiennych wzrasta ilość odchyleni cząstkowych, co stanowi poważne ograniczenie w możliwości ich praktycznych zastosowań.

Istnieją problemy związane z interpretacją tradycyjnie pojmowanych odchyleni łącznych; kilka nowych propozycji interpretacji podaje A. Żwirbla (2014, s. 310–311). Jednakże w niniejszym przypadku nie proponuje się pełnej detalizacji odchyleni (np. przy wykorzystaniu wzoru Taylora (Wójtowicz, 2014)), lecz obliczenie efektu łącznego (S), w rozumieniu sumy odchyleni cząstkowych łącznych, według następującego wzoru:

$$S = \Delta F - \sum_{i=1}^n Ix_i ; S \begin{matrix} < \\ = \\ > \end{matrix} 0 \quad (7),$$

przy czym do wyznaczenia odchyleń (efektów) cząstkowych indywidualnych wykorzystywane są następujące formuły:

$$\begin{aligned} Ix_1 &= f(x_{1,k}, x_{2,p}, x_{3,p}, \dots, x_{n-1,p}, x_{n,p}) - F_p \\ Ix_2 &= f(x_{1,p}, x_{2,k}, x_{3,p}, \dots, x_{n-1,p}, x_{n,p}) - F_p \\ &\dots \\ Ix_{n-1} &= f(x_{1,p}, x_{2,p}, x_{3,p}, \dots, x_{n-1,k}, x_{n,p}) - F_p \\ Ix_n &= f(x_{1,p}, x_{2,p}, x_{3,p}, \dots, x_{n-1,p}, x_{n,k}) - F_p \end{aligned} \quad (8).$$

W ilustrującym to zjawisko przykładzie przyjęto, że przedsiębiorstwo podejmuje się zrealizować, przedstawione przez oddzielne zespoły, trzy projekty innowacyjne (*A* – wygospodarowanie powierzchni na zainstalowanie dodatkowego stanowiska pracy, *B* – przedsięwzięcie organizacyjno-techniczne podnoszące wydajność pracy stanowiska, *C* – projekt oszczędności materiałowo-energetycznych wpływających na jednostkowy zysk operacyjny), a efekt ekonomiczny mierzony jest przyrostem zysku operacyjnego.

Roczna kwota zysku operacyjnego (*F*) obliczana jest przy zastosowaniu następującej formuły $F = x_1 \times x_2 \times x_3$, gdzie: x_1 – ilość stanowisk pracy (szt.), x_2 – roczna wydajność stanowiska pracy (szt./szt.), x_3 – jednostkowy zysk operacyjny (PLN/szt.); przy czym zakłada się, że istnieje dostateczny popyt na tego rodzaju produkcję. Opis dotychczasowego stanu finansowego w przedsiębiorstwie i spodziewanych skutków wdrożenia projektów *A*, *B* i *C* podano w tabeli 4.

Tabela 4. Przykładowe zestawienie odchyleń cząstkowych

Wyszczególnienie		Zmienne objaśniające <i>i</i>			$F = x_1 \times x_2 \times x_3$
		1	2	3	$\Delta F = 648\ 000$
Wariant bazowy $x_{i,p}$		4	5 000	60	$F_p = 1\ 200\ 000$
Wariant badany	$x_{i,k}$	5	5 600	66	$F_k = 1\ 848\ 000$
	Projekt	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>A, B, C</i>
Odchylenia cząstkowe indywidualne Ix_i		300 000	144 000	120 000	$S = 84\ 000$

Źródło: opracowanie własne.

Jednoczesne złożenie trzech projektów (tabela 3) umożliwi wzrost zysku operacyjnego o 54%. Zastosowanie metody indywidualnych odchyłeń cząstkowych jest przydatne do wydzielenia sumy efektów cząstkowych łącznych, która może być interpretowana jako efekt synergiczny (12,96% globalnego odchylenia zysku operacyjnego); podział efektu łącznego pomiędzy czynniki sprawcze pozostaje odrębnym zagadnieniem.

3. Względna miara wrażliwości i jej modyfikacja

W popularnej wersji analiza wrażliwości odpowiada na pytanie, o ile zmieni się wartość zmiennej objaśnianej $F = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, jeśli wartość danej zmiennej objaśniającej x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) zmieni się o $m_i\%$ (np. o 1% czy 10%), przy założeniu niezmienności pozostałych zmiennych objaśniających (zasada *ceteris paribus*). Jest to analiza typu „co się stanie, jeżeli...”. Miarą jest współczynnik wrażliwości (W_i) będący ilorazem względnej zmiany zmiennej objaśnianej oraz względnej zmiany wybranej zmiennej objaśniającej, czyli:

$$W_i = \frac{F_{i,m_i} - F_p}{F_p} \bigg/ \frac{x_{i,m_i} - x_{i,p}}{x_{i,p}} \quad (9),$$

gdzie:

F_p , F_{i,m_i} – zmienna objaśniana według stanu bazowego oraz stanu uwzględniającego zmianę jedynie zmiennej objaśniającej x_i .

We wzorze współczynnika wrażliwości (W_i) można wprowadzić uproszczenie, które wynika z faktu, że: $F_{i,m_i} - F_p = Ix_{i,m_i}$; gdzie Ix_{i,m_i} oznacza odchylenie cząstkowe indywidualne przy zmianie zmiennej objaśniającej x_i o $m_i\%$. Ponieważ zachodzi zależność: $Ix_{1,m_1} + Ix_{2,m_2} + \dots + Ix_{n,m_n} + S = \Delta F$, gdzie S oznacza sumę odchyłeń cząstkowych łącznych, stąd wskaźnik odchylenia zmiennej objaśnianej może zostać przedstawiony w następującej postaci:

$$\frac{\Delta F}{F_p} = \frac{Ix_{1,m_1}}{F_p} + \frac{Ix_{2,m_2}}{F_p} + \dots + \frac{Ix_{n,m_n}}{F_p} + \frac{S}{F_p} \quad (10),$$

$$\frac{\Delta F}{F_p} = W_1 \frac{\Delta x_{1,m_1}}{x_{1,p}} + W_2 \frac{\Delta x_{2,m_2}}{x_{2,p}} + \dots + W_n \frac{\Delta x_{n,m_n}}{x_{n,p}} + \frac{S}{F_p} \quad (11),$$

$$\frac{\Delta F - S}{F_p} = W_1 \frac{\Delta x_{1,m_1}}{x_{1,p}} + W_2 \frac{\Delta x_{2,m_2}}{x_{2,p}} + \dots + W_n \frac{\Delta x_{n,m_n}}{x_{n,p}} = \sum_{i=1}^n W_i \frac{\Delta x_{i,m_i}}{x_{i,p}} \quad (12),$$

gdzie: $\Delta x_{i,m_i}/x_{i,p}$ – wskaźniki odchylenia zmiennych objaśniających

$$(\Delta x_{i,m_i} = x_{i,m_i} - x_{i,p}).$$

Przyjmując, że $x_{i,m_i} = x_{i,p}(1+m_i)$, stąd ostatecznie $(\Delta F - S)/F_p = \sum_{i=1}^n W_i m_i$ lub

$$(\Delta F - S)/F_p = m_i \sum_{i=1}^n W_i, \text{ gdy } m_i = \text{const.}$$

Innymi słowy, występuje zależność:

$$\frac{1}{F_p} \sum_{i=1}^n I x_{i,m_i} = \sum_{i=1}^n W_i m_i, \text{ przy czym } W_i = I x_{i,m_i} / (m_i F_p).$$

Zastosowanie w detalizacji globalnego odchylenia zmiennej objaśnianej koncepcji odchyleni cząstkowych przypisanych poszczególnym zmiennym objaśniającym Rx_{i,m_i} przyczyni się do modyfikacji współczynników wrażliwości; wówczas

$$W_i'' = \frac{R x_{i,m_i}}{F_p} \left/ \frac{x_{i,m_i} - x_{i,p}}{x_{i,p}} \right.$$

Ponieważ $\Delta F = \sum_{i=1}^n R x_{i,m_i}$, dlatego (przez analogię do poprzednich przekształceń)

uzyskuje się następującą zależność:

$$\frac{1}{F_p} \sum_{i=1}^n R x_{i,m_i} = \sum_{i=1}^n W_i'' m_i, \text{ przy czym } W_i'' = R x_{i,m_i} / (m_i F_p).$$

Ograniczeniem współczynników wrażliwości W_i jest określanie wpływu zmiany i -tej zmiennej objaśniającej na zmianę zmiennej objaśnianej F przy założeniu, że pozostałe zmienne objaśniające zostały niezmienione. W analizach scenariuszowych trudno akceptować takie założenie, zaś pomijanie w prowadzonych analizach sumy odchyleni cząstkowych łącznych S może doprowadzić do błędnych wniosków.

Na przykład, w okresie bazowym poszczególne zmienne zależności $F = x_1 \times x_2$ ukształtowały się następująco: $x_{1,p} = 50$, $x_{2,p} = 10$, $F_p = 500$. Współczynniki wrażliwości dla tego rodzaju zależności wynoszą: $W_1 = 1$ oraz $W_2 = 1$. W scenariuszu, w którym $m_1 = 0,18$ oraz $m_2 = -0,17$ (w ujęciu procentowym: 18% oraz minus 17%), oczekuje się zmiany wartości F , odpowiednio 18% $[(\Delta x_1 \times x_{2,p} \times 100\%)/F_p = 9 \times 10 \times 100\%/500]$ z racji zmiany x_1 oraz minus 17% $[(\Delta x_2 \times x_{1,p} \times 100\%)/F_p = -1,7 \times 50 \times 100\%/500]$ z powodu zmiany x_2 , co mogłoby sugerować (błędnie) wystąpienie wzrostu wartości

F o 1%. Jednakże przy utrzymaniu przyjętych założeń otrzymuje się dla okresu badanego (k) następujące wartości: $x_{1,k} = x_{1,p} \times (1+m_1) = 50 \times 1,18 = 59$; $x_{2,k} = x_{2,p} \times (1+m_2) = 10 \times 0,83 = 8,3$; $F_k = x_{1,k} \times x_{2,k} = 59 \times 8,3 = 489,7$. Po zrealizowaniu takiego scenariusza uzyskany zostanie spadek wartości F o 2% [obliczenia: $(F_k - F_p)/F_p = (489,7 - 500)/500 = -0,02$].

Modyfikacja współczynników wrażliwości poprzez wprowadzenie (do prezentowanego przykładu) odchyłeń cząstkowych przypisanych poszczególnym zmiennym objaśniającym, na przykład według metody kolejnych podstawień, jest następująca:

$$Rx_1 = \Delta x_1 \times x_{2,p}; Rx_2 = \Delta x_2 \times x_{1,k}; W_1'' = \frac{\Delta x_1 \times x_{2,p}}{x_{1,p} \times x_{2,p}} \times \frac{x_{1,p}}{\Delta x_1} = 1;$$

$$W_2'' = \frac{\Delta x_2 \times x_{1,k}}{x_{1,p} \times x_{2,p}} \times \frac{x_{2,p}}{\Delta x_2} = \frac{x_{1,k}}{x_{1,p}}.$$

$$\text{W analizowanym przykładzie: } Rx_1 = 90; Rx_2 = -100,3; W_2'' = \frac{59}{50} = 1,18;$$

$$(F_k - F_p)/F_p = 1 \times 0,18 + 1,18 \times (-0,17) = -0,02 \text{ (czyli zanotowano spadek o 2\%).}$$

Zmodyfikowane współczynniki wrażliwości są uzależnione od zastosowanej metody podziału odchyłeń, np. w przypadku podwójnej metody kolejnych podstawień przy analizie zależności $F = x_1 \times x_2$ uzyskuje się odpowiednio:

$$Rx_1 = \Delta x_1 \times (x_{2,p} + x_{2,k})/2;$$

$$Rx_2 = \Delta x_2 \times (x_{1,p} + x_{1,k})/2;$$

$$W_1'' = \frac{x_{2,p} + x_{2,k}}{2 \times x_{2,p}};$$

$$W_2'' = \frac{x_{1,p} + x_{1,k}}{2 \times x_{1,p}}.$$

W analizowanym przykładzie:

$$Rx_1 = 82,35; Rx_2 = -92,65;$$

$$W_1'' = (10 + 8,3)/(2 \times 10) = 0,915;$$

$$W_2'' = (50 + 59)/(2 \times 50) = 1,09;$$

$$(F_k - F_p)/F_p = 0,915 \times 0,18 + 1,09 \times (-0,17) = -0,02 \text{ (czyli zanotowano spadek o 2\%).}$$

Względnie często analizie wrażliwości poddawany jest model progu rentowności według wzoru $F = x_1/(x_2 - x_3)$, gdzie F , x_1 , x_2 , x_3 oznaczają odpowiednio: próg rentowności (szt.), koszty stałe (PLN), cenę jednostkową (PLN/szt.), koszt jednostkowy

zmienny (PLN/szt.). Problem składania oddziaływań wielu zmiennych na poziom prognozy rentowności nie powinien być pomijany (menedżer działa w warunkach niepewności i ocenia skutki potencjalnych scenariuszy rozwojowych). Proste składanie odchyłeń cząstkowych indywidualnych (tj. z pominięciem odchyłeń cząstkowych łącznych) może, bez zachowania należytej ostrożności – szczegółowej analizy, prowadzić do nieprawidłowych wniosków. Potwierdzeniem może być następujący przykład liczbowy:

– dane wejściowe: $x_{1,p} = 2000$; $x_{2,p} = 11$; $x_{3,p} = 9$; $F_p = 1000$; $m_1 = m_2 = m_3 = 0,05$

(czyli: $x_{1,k} = 2100$; $x_{2,k} = 11,55$; $x_{3,k} = 9,45$; $F_k = 1000$);

– obliczenia: $\Delta x_1 = 100$; $\Delta x_2 = 0,55$; $\Delta x_3 = 0,45$;

$Ix_1 = 50$; $Ix_2 = -216$; $Ix_3 = 290$; $Ix_1 + Ix_2 + Ix_3 = 125$;

$(Ix_1/F_p) \times 100\% = 5\%$; $(Ix_2/F_p) \times 100\% = -21,6\%$; $(Ix_3/F_p) \times 100\% = 29,0\%$;

$[(Ix_1 + Ix_2 + Ix_3)/F_p] \times 100\% = 12,5\%$; $(F_p/F_k) \times 100\% = 0\%$;

$W_1 = 1,000$; $W_2 = -4,314$; $W_3 = 5,806$.

W przykładowym scenariuszu nie zaobserwowano zmiany prognozy rentowności w stosunku do wariantu bazowego ($F_p = F_k$), ale z sumowania indywidualnych odchyłeń cząstkowych wynikałby jego wzrost aż o 125 szt., czyli o 12,5%.

Reasumując, można powiedzieć, że nie w każdej sytuacji bazowanie na tradycyjnej analizie wrażliwości (tj. analizie pomijającej odchylenia cząstkowe łączne) jest w pełni uzasadnione.

4. Wykorzystanie rachunku efektów cząstkowych w tworzeniu wzorcowych układów nierówności wskaźników

Metody analityczno-badawcze oparte na wzorcowych układach wskaźników ekonomicznych mogą służyć do określenia kierunku i rozmiarów zaistniałych odchyłeń, dokonywania wielokryterialnych charakterystyk powstałych odchyłeń oraz rozpatrywania wzajemnych więzi i zależności między określonymi zjawiskami, procesami i kategoriami (Krajewski, 2006, s. 205–213). Porównania dynamiki charakterystycznych wskaźników mogą potwierdzać intensywny rozwój przedsiębiorstwa (czy innego obszaru gospodarowania) bądź wskazywać na występujące zakłócenia. Faktyczne ukształtowanie się dynamiki wskaźników jest porównywane z wzorcowymi układami nierówności wskaźników – modelami następstwa szeregowego. Brak zgodności w dynamice poszczególnych wskaźników analizowanego przedsiębiorstwa z modelami następstwa szeregowego może świadczyć o występujących nieprawidłowościach (zakłóceniach), ekstensywnej gospodarce lub też może wynikać z procesów inflacyjnych (Urbańczyk, 1998, s. 196–197).

Odstępstwa od wzorcowych układów zależności powinny być jednak poddane szczegółowej analizie w celu uniknięcia błędnych wniosków. Na przykład, przy analizie dynamiki wskaźników, w których konstrukcji tkwi zysk, należy szczególną uwagę zwrócić na to, czy w rzeczywistości nie dokonuje się porównań z przedsiębiorstwem deficytowym (generującym stratę). Literatura dostarcza wielu przykładów modeli następstwa szeregowego oraz ich zastosowań (Hamrol, red., 2007, s. 212–215; Krajewski, 2008, s. 116–124; Mioduchowska-Jaroszewicz, 2008, s. 116–124; Urbańczyk, Jurek, 1998, s. 353–355).

W konstrukcji wzorcowych układów nierówności wskaźników przyjmuje się zwykle, że intensywny rozwój przedsiębiorstwa ma miejsce wówczas, gdy w porównywanych latach zmiany każdego z czynników rozwoju przyczyniają się do poprawy syntetycznego kryterium oceny. Stosunkowo łatwo można je zbudować, gdy wskaźnik syntetyczny (F) jest iloczynem wskaźników cząstkowych (x_i), a pożądany kierunek rozwoju jest gwarantowany przez wzrost indeksów dynamiki wskaźników cząstkowych.

$$\frac{F_k}{F_p} = \frac{x_{1,k}x_{2,k} \times \dots \times x_{n,k}}{x_{1,p}x_{2,p} \times \dots \times x_{n,p}}, \text{ czyli } v(F) = v(x_1) \times v(x_2) \times \dots \times v(x_n) \quad (13),$$

gdzie:

$$v(F) = \frac{F_k}{F_p}, v(x_i) = \frac{x_{i,k}}{x_{i,p}} - \text{indeksy dynamiki.}$$

Przyjęto założenia: $F_p > 0$, $v(F) > 1$ oraz $\hat{i} v(x_i) > 1$; stąd wzorcowy układ nierówności wskaźników przybiera następującą postać:

$$v(F) > \prod_{i=1}^{n-1} v(x_i) > \prod_{i=1}^{n-2} v(x_i) > \dots > \prod_{i=1}^2 v(x_i) > v(x_1) > 1 \quad (14).$$

Kolejne i zarazem bardziej uniwersalne podejście w konstruowaniu wzorcowych układów nierówności wskaźników (Bućko, 2012, s. 162–163) wynika z zastosowania detalizacji globalnego odchylenia ΔF na szereg odchyłeń cząstkowych przypisanych poszczególnym zmiennym objaśniającym (Rx_i). Zakładając intensywną strategię rozwoju (w ujęciu modelowym: każda zmienna objaśniająca jest stymulantą, tj. przyczynia się do wzrostu funkcji celu) oraz korzystając z następujących zależności:

$$v(F) = \frac{F_k}{F_p} = 1 + \frac{\Delta F}{F_p}; \Delta F = F_k - F_p = \sum_{i=1}^n Rx_i \quad (\text{przy założeniu, że } v(F) > 1), \text{ można}$$

wyprowadzić następującą nierówność:

$$1 + \frac{\sum_{i=1}^n Rx_i}{F_p} > 1 + \frac{\sum_{i=1}^{n-1} Rx_i}{F_p} > 1 + \frac{\sum_{i=1}^{n-2} Rx_i}{F_p} > \dots > 1 + \frac{\sum_{i=1}^2 Rx_i}{F_p} > 1 + \frac{Rx_1}{F_p} > 1 \quad (15),$$

bądź

$$\sum_{i=1}^n Rx_i > \sum_{i=1}^{n-1} Rx_i > \sum_{i=1}^{n-2} Rx_i > \dots > \sum_{i=1}^2 Rx_i > Rx_1 > 0 \quad (16),$$

Na przykład, poszczególne zmienne zależności $F = x_1 \times x_2 \times x_3$ ukształtowały się następująco: $x_{1,p} = 10$; $x_{1,k} = 12$; $x_{2,p} = 20$; $x_{2,k} = 19$; $x_{3,p} = 10$; $x_{3,k} = 11$. Na ich podstawie zostały sporządzone następujące obliczenia: $F_p = 2000$; $F_k = 2508$; $Rx_1 = \Delta x_1 \times x_{2,p} \times x_{3,p} = 400$; $Rx_2 = \Delta x_2 \times x_{1,k} \times x_{3,p} = -120$; $Rx_3 = \Delta x_3 \times x_{1,k} \times x_{2,k} = 228$; $\Delta F = 508$; $v(F) = 1,254$; $v(x_1) = 1,2$; $v(x_2) = 0,95$; $v(x_3) = 1,1$.

Niniejszy przykład nie spełnia wymogów wzorcowych układów nierówności wskaźników (wzory: 14–15), co obrazuje następujące zestawienie:

$$[v(F) = 1,254] > \left[\prod_{i=1}^2 v(x_i) = 1,14 \right] < [v(x_1) = 1,2] > 1$$

$$\left[\Delta F = \sum_{i=1}^3 Rx_i = 508 \right] > \left[\sum_{i=1}^2 Rx_i = 280 \right] < [Rx_1 = 400] > 0$$

Alternatywnymi rozwiązaniami w stosunku do wzorcowych układów nierówności wskaźników w badaniach zakłóceń w analizowanym obszarze działalności gospodarczej może być identyfikacja ujemnych odchyłeń cząstkowych przypisanych zmianom poszczególnych zmiennych objaśniających (czy też indeksów dynamiki mniejszych od jedności). Zjawisko kompensacji ujemnych i dodatnich odchyłeń cząstkowych w ocenach efektywności gospodarowania świadczy o występujących rezerwach wzrostu ΔF , chyba że intencją decydenta jest utrzymanie zakładanego poziomu F_k przy różnych celowych lub dopuszczalnych ukształtowaniach zmiennych x_i .

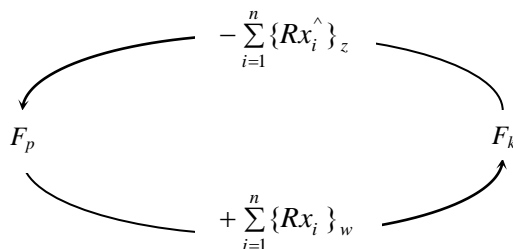
5. Koncepcja dwufazowego modelu analizy przyczynowej

W dotychczas przeprowadzanych obliczeniach efektów cząstkowych (Rx_i) nie wyróżniano fazy tworzenia i fazy podziału globalnego odchylenia miernika syntetycznego (ΔF), i tym samym nie porównywano wyników tych faz. Propozycja rozróżnienia fazy tworzenia i fazy podziału w analizie efektywności gospodarowania powoduje automatycznie, że udziały przypisane poszczególnym uczestnikom (tu: zmiennym objaśniającym) w fazie podziału ΔF nie muszą (ale mogą) być identyczne z udziałami przez nich wniesionymi w fazie tworzenia ΔF . Umownie przyjęto, że fazę tworzenia (w) odzwierciedla przejście od stanu F_p do stanu F_k , zaś fazę podziału (z) – przejście od stanu F_k do stanu F_p . Ilustrację tego podejścia zaprezentowano na rysunku 4.

Zintegrowana analiza faz tworzenia i podziału efektów jest podstawą otwartej proponowanej koncepcji dwufazowego modelu analizy przyczynowej. Szczegółowy opis koncepcji dwufazowego modelu analizy przyczynowej został dokonany przy

wykorzystaniu metody kolejnych podstawień, a wybór algorytmu rozliczania efektów został dodatkowo umotywowany specyficznymi właściwościami tej metody.

Rysunek 4. Cykl tworzenia i podziału ΔF



Źródło: opracowanie własne.

Zestawienie „esencji” poglądów związanych z metodą kolejnych podstawień tych ekonomistów, którzy sporo uwagi poświęcili w swoich pracach metodom analizy przyczynowej, zamieścił A. Żwirbła (2007, s. 84–89).

Z jednej strony, argument oczekiwania jednoznaczności wyników detalizacji globalnego odchylenia syntetycznego wskaźnika pomiędzy czynniki sprawcze uwytkła ułomność metody kolejnych podstawień, a postulowane kolejności podstawień zmiennych objaśniających również nie znajdują do końca swojego uzasadnienia – podobnie jak zastosowanie innych metod analizy przyczynowej, kiedy kwestia podziału odchyleń cząstkowych łącznych pozostaje dyskusyjna.

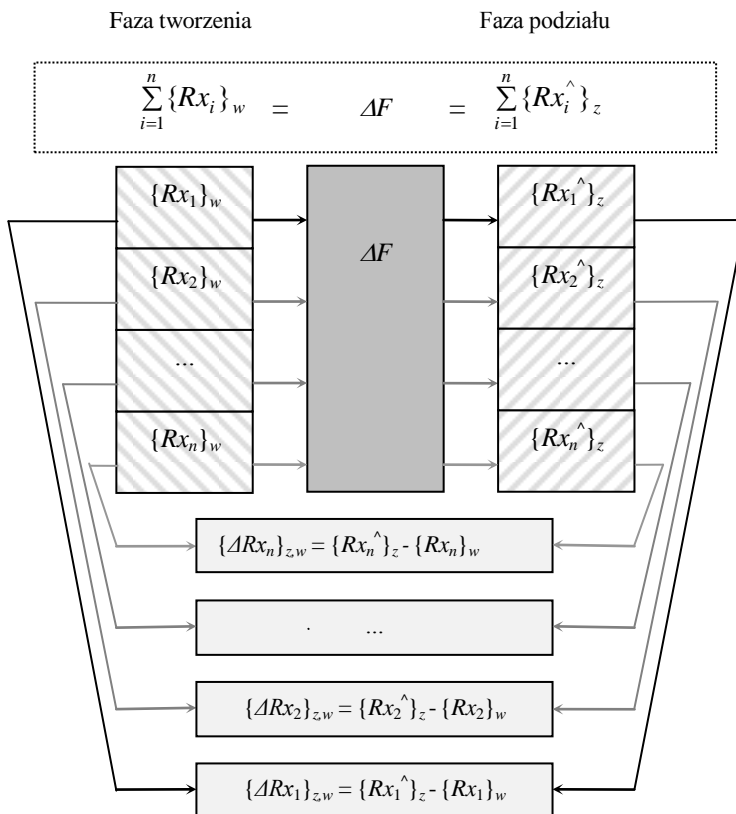
Z drugiej strony, należy podnieść zagadnienie doboru algorytmu rozliczeniowego do właściwości analizowanej sytuacji problemowej. A. Żwirbła (2007, s. 87) w charakterystyce poglądów na temat metody kolejnych podstawień m.in. pisze: „(...) M. Dobija stwierdza wręcz, iż właściwość otrzymywania różnych wyników w zależności od kolejności podstawiania czynników nie musi stanowić cechy jednoznacznie negatywnej, jako że przy wzajemnym uzależnieniu czynników, naturalny sposób kolejności podstawiania polega na rozpoczęciu od czynników niezależnych i przejściu następnie do uzależnionych według stopnia i kolejności uzależnienia. A to oznacza, że własność tę można by uznać za pozytywną, zarazem zmuszającą do zastanowienia się nad charakterem czynników, które prawidłowo rozpoznane na podstawie ekonomicznej znajomości zagadnienia pozwalają się jednoznacznie uszerogować, określając w ten sposób właściwy sposób postępowania”.

Koncepcja dwufazowego modelu analizy przyczynowej może być przydatna w ocenie efektu remanencji dostrzeganego na poziomie czynników sprawczych i traktowanego jako skutek histerezy. Zjawisko histerezy można zinterpretować w sposób następujący: wzrostowi zmiennej objaśniającej z powodu przejścia z poziomu $x_{i,p}$ do poziomu $x_{i,k}$ oraz spadkowi zmiennej objaśniającej z powodu przejścia z poziomu $x_{i,k}$ do poziomu $x_{i,p}$ towarzyszą różne, wyrażone w wartościach bezwzględnych, odchylenia zmiennej objaśnianej (przypisywane zmiennej objaśniającej). Tego typu zjawisko

zostało zaobserwowane i zilustrowane w literaturze przy analizie kosztów – w przypadku ograniczania rozmiarów produkcji spadek kosztów bywa zwykle wolniejszy od wzrostu kosztów przy takim samym wzroście produkcji (szerzej na temat histerezy kosztów i efektu remanencji zob. Świetlik, 2005, s. 239–245; Żwirbła, 2007, s. 227–234).

Schematycznie koncepcję dwufazowego modelu analizy przyczynowej zaprezentowano na rysunku 5. Jej istota polega na zestawieniu oraz porównaniu dwóch wersji podziału globalnego odchylenia ΔF pomiędzy czynniki sprawcze, które charakteryzują fazy tworzenia i jego podziału (w tym przypadku przy wykorzystaniu metody kolejnych podstawień).

Rysunek 5. Detalizacja efektów w fazach tworzenia i podziału



Oznaczenia: subskrypty w, z oznaczają przyjęte permutacje kolejności podstawień – odpowiednio – na etapach tworzenia oraz podziału ΔF ; $w, z \in \{I, II, \dots, n!\}$; w pojedynczym scenariuszu detalizacji odchyłek przyjmowane są tylko dwie permutacje (jedna do fazy tworzenia, druga do fazy podziału; mogą być identyczne).

Źródło: opracowanie własne.

Udziały i -tego czynnika w globalnym odchyleniu funkcji nieaddytywnej mierzone wielkościami Rx_i oraz $Rx_i^{\wedge} = -Rx_i^*$ przy tej samej kolejności podstawień nie są jednakowe, gdyż w formułach ich obliczania zmianie ulega układ odniesienia (przy porządkowania wartości pozostałych – poza i -tą – zmiennych objaśniających z wariantów bazowego i badanego są odwrotne).

Innymi słowy, niespełnienie warunku odwracalności w czasie przez metodę kolejnych podstawień sygnalizuje problem występowania rozbieżności udziałów poszczególnych czynników sprawczych (i) w tworzeniu oraz podziale efektów. Obserwowane są wówczas odchylenia $\Delta Rx_i = Rx_i^{\wedge} - Rx_i$, przy czym: $\Delta Rx_1 + \Delta Rx_2 + \dots + \Delta Rx_n = 0$, czyli na poziomie czynników sprawczych mogą być zauważalne efekty remanencji (ΔRx_i); w celu utrzymania przejrzystości analizy efektów przyjęto oznaczenie Rx_i^{\wedge} dla efektów ustalanych w fazie podziału ΔF , które wyraża zapis: $Rx_i^{\wedge} = -Rx_i^*$. Dodatkowo ΔRx_i informują o dodatkowych korzyściach dla i -tych czynników. Jeżeli zasady szacowania udziałów poszczególnych czynników uzależnione zostają od kolejności podstawień i mogą być różne dla etapów tworzenia i podziału ΔF , wówczas odchyleniami ΔRx_i można sterować poprzez ustalanie odpowiedniej kolejności podstawień przy określaniu wielkości Rx_i oraz Rx_i^{\wedge} .

Liczba możliwych permutacji (ustawień wszystkich elementów w dowolnej kolejności) uzależniona jest od liczebności zbioru zmiennych objaśniających $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ i wynosi $n!$ (i narasta lawinowo; $n! \in \{2, 6, 24, 120, \dots\}$).

Na przykład, zmienne objaśniające – elementy $\{x_1, x_2, x_3\}$ – można, na potrzeby metody podstawień łańcuchowych, uporządkować na sześć różnych sposobów (tabela 5); w każdej permutacji zmienna objaśniająca może być identyfikowana jako $x_{i,j}$ ($i = 1, 2, 3$), gdzie symbol j ($j = 1, 2, 3$) informuje o przyjętej kolejności podstawień przy obliczaniu odchyleń cząstkowych przypisanych poszczególnym zmiennym. Tradycyjnie odchylenia Rx_i oraz Rx_i^* są wyznaczone dla tej samej kolejności podstawień, ale podejście tego typu można zmodyfikować (poprzez przyjęcie permutacji w przy wyznaczaniu Rx_i oraz permutacji z przy obliczaniu Rx_i^* ; $w, z \in \{I, II, III, IV, V, VI\}$ oraz $w \neq z$).

Tabela 5. Możliwe kolejności podstawień (dla $n = 3$)

Zmienne	Permutacje (w, z)					
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>
x_1	$x_{1,1}$	$x_{1,1}$	$x_{1,2}$	$x_{1,3}$	$x_{1,2}$	$x_{1,3}$
x_2	$x_{2,2}$	$x_{2,3}$	$x_{2,1}$	$x_{2,1}$	$x_{2,3}$	$x_{2,2}$
x_3	$x_{3,3}$	$x_{3,2}$	$x_{3,3}$	$x_{3,2}$	$x_{3,1}$	$x_{3,1}$

Źródło: opracowanie własne.

Wzory służące do obliczenia odchyleń Rx_i oraz Rx_i^* na przykład dla permutacji oznaczonej symbolem V , czyli dla $\{x_{3,j=1}, x_{1,j=2}, x_{2,j=3}\}$, są następujące:

$$\begin{aligned}
 j=1 & \begin{cases} Rx_3 = f(x_{3,k}, x_{1,p}, x_{2,p}) - f(x_{3,p}, x_{1,p}, x_{2,p}) \\ Rx_3^* = f(x_{3,p}, x_{1,k}, x_{2,k}) - f(x_{3,k}, x_{1,k}, x_{2,k}) \end{cases} \\
 j=2 & \begin{cases} Rx_1 = f(x_{3,k}, x_{1,k}, x_{2,p}) - f(x_{3,k}, x_{1,p}, x_{2,p}) \\ Rx_1^* = f(x_{3,p}, x_{1,p}, x_{2,k}) - f(x_{3,p}, x_{1,k}, x_{2,k}) \end{cases} \\
 j=3 & \begin{cases} Rx_2 = f(x_{3,k}, x_{1,k}, x_{2,k}) - f(x_{3,k}, x_{1,k}, x_{2,p}) \\ Rx_2^* = f(x_{3,p}, x_{1,p}, x_{2,p}) - f(x_{3,p}, x_{1,p}, x_{2,k}) \end{cases}
 \end{aligned} \tag{17},$$

Dwufazowy model analizy przyczynowej dla iloczynu trzech oraz dwóch czynników ilustrują przykłady 1–2.

Przykład 1.

Przedmiotem analizy jest zależność $F = x_1 \times x_2 \times x_3$. Dane umowne zawiera tabela 6. Wyznaczone zbiory odchyłań cząstkowych przypisanych poszczególnym czynnikom według formuł Rx_i oraz Rx_i^* dla wszystkich możliwych permutacji zbioru czynników (kolejności podstawień) podano w tabeli 7. Do oceny skutków zmiany podstawy odniesienia przy wyznaczaniu Rx_i (przejście stanu $x_{i,p}$ do stanu $x_{i,k}$) oraz Rx_i^* (przejście ze stanu $x_{i,k}$ do stanu $x_{i,p}$) – gdy kolejności podstawień w fazach tworzenia i podziału są identyczne – może posłużyć analiza pozioma tabeli 7. Zbiór par możliwych zestawień kolejności podstawień przy wyznaczaniu Rx_i oraz Rx_i^* (36 kombinacji, czyli $(n!)^2$) oraz skutków w postaci ΔRx_i zawiera tabela 8.

Tabela 6. Dane wyjściowe

Warianty	Zmienne objaśniające x_i			$F(x_i)$
	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$	
Bazowy (p)	4	5000	60	1 200 000
Badany (k)	5	5500	70	1 925 000
Δx_i	1	500	10	$\Delta F = 725\ 000$

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 7. Zbiory Rx_i oraz Rx_i^* w zależności od kolejności podstawień

Permutacje (kolejności)		Faza tworzenia Rx_i			Faza podziału Rx_i^*		
		$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$
$\{x_{1,1}, x_{2,2}, x_{3,3}\}$	<i>I</i>	300 000	150 000	275 000	385 000	140 000	200 000
$\{x_{1,1}, x_{3,2}, x_{2,3}\}$	<i>II</i>	300 000	175 000	250 000	385 000	120 000	220 000
$\{x_{2,1}, x_{1,2}, x_{3,3}\}$	<i>III</i>	330 000	120 000	275 000	350 000	175 000	200 000
$\{x_{2,1}, x_{3,2}, x_{1,3}\}$	<i>IV</i>	385 000	120 000	220 000	300 000	175 000	250 000
$\{x_{3,1}, x_{1,2}, x_{2,3}\}$	<i>V</i>	350 000	175 000	200 000	330 000	120 000	275 000
$\{x_{3,1}, x_{2,2}, x_{1,3}\}$	<i>VI</i>	385 000	140 000	200 000	300 000	150 000	275 000

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 8. Zbiór par możliwych zestawień kolejności podstawień i ich skutków ΔRx_i

Lp.	Permutacje		$\{\Delta Rx_i\}_{z,w} = \{Rx_i^{\wedge}\}_z - \{Rx_i\}_w$			Lp.	Permutacje		$\{\Delta Rx_i\}_{z,w} = \{Rx_i^{\wedge}\}_z - \{Rx_i\}_w$		
	w	z	i = 1	i = 2	i = 3		w	z	i = 1	i = 2	i = 3
1.	I	VI	0	0	0	19	V	II	35 000	-55 000	20 000
2.	II	IV	0	0	0	20	IV	III	-35 000	55 000	-20 000
3.	IV	II	0	0	0	21	II	III	50 000	0	-50 000
4.	V	III	0	0	0	22	V	IV	-50 000	0	50 000
5.	III	V	0	0	0	23	I	III	50 000	25 000	-75 000
6.	VI	I	0	0	0	24	V	VI	-50 000	-25 000	75 000
7.	I	IV	0	25 000	-25 000	25	III	II	55 000	0	-55 000
8.	II	VI	0	-25 000	25 000	26	IV	V	-55 000	0	55 000
9.	IV	I	0	20 000	-20 000	27	III	I	55 000	20 000	-75 000
10.	VI	II	0	-20 000	20 000	28	VI	V	-55 000	-20 000	75 000
11.	III	III	20 000	55 000	-75 000	29	I	I	85 000	-10 000	-75 000
12.	V	V	-20 000	-55 000	75 000	30	VI	VI	-85 000	10 000	75 000
13.	I	V	30 000	-30 000	0	31	I	II	85 000	-30 000	-55 000
14.	III	VI	-30 000	30 000	0	32	IV	VI	-85 000	30 000	55 000
15.	II	V	30 000	-55 000	25 000	33	II	I	85 000	-35 000	-50 000
16.	III	IV	-30 000	55 000	-25 000	34	VI	IV	-85 000	35 000	50 000
17.	V	I	35 000	-35 000	0	35	II	II	85 000	-55 000	-30 000
18.	VI	III	-35 000	35 000	0	36	IV	IV	-85 000	55 000	30 000

Oznaczenia: w, z – permutacje do obliczenia odpowiednio: Rx_i , Rx_i^{\wedge} .

Źródło: opracowanie własne na podstawie tabeli 7.

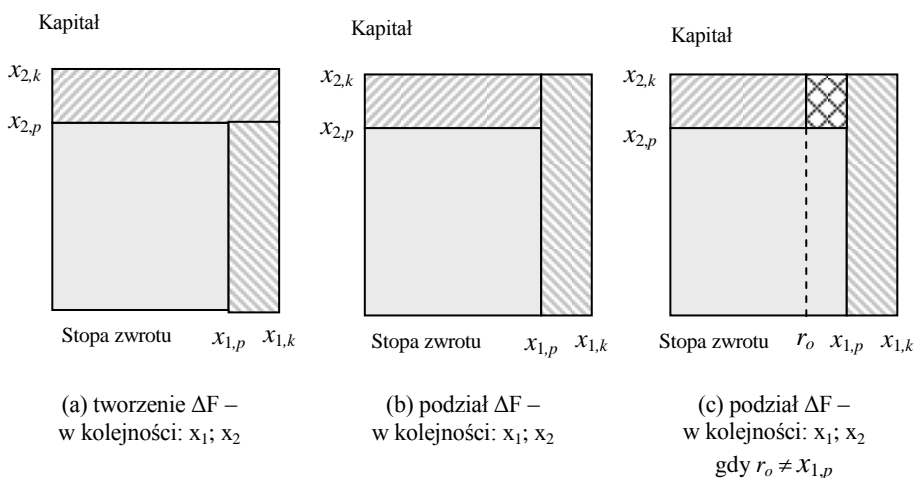
Przykład 2.

Przedsiębiorstwo H dysponujące kapitałem $x_{2,p}$, realizując projekt A , osiąga stopę zwrotu $x_{1,p}$, ale ma szansę dokonać modyfikacji projektu (poprzez zwiększenie rentowności i rozszerzenie jego skali). Po modyfikacji skala projektu, mierzona kwotą zaangażowanego kapitału, może wzrosnąć do poziomu $x_{2,k}$, zaś stopa zwrotu ukształtuje się na poziomie $x_{1,k}$. Postanowiono wykorzystać nadarżającą się szansę i podjęto decyzję o zwiększeniu kapitału do poziomu $x_{2,k}$, przy wynegocjowanym koszcie kapitału obcego (r_o), z uwzględnieniem skutku tarczy podatkowej, w wysokości dotychczas osiąganego przez firmę stopy zwrotu ($r_o = x_{1,p}$).

Punkt wyjścia stanowi podjęcie modyfikacji projektu prowadzącej do wzrostu stopy zwrotu i wtedy kwotę dodatkowego zysku netto $\Delta F = x_{1,k} \times x_{2,k} - x_{1,p} \times x_{2,p}$ na etapach tworzenia oraz podziału ilustrują odpowiednio: rysunek 6a (z tytułu podniesienia rentowności dotychczasowego kapitału zysk wrasta o kwotę: $Rx_1 = \Delta x_1 \times x_{2,p}$; z tytułu wzrostu kapitału (o kapitał obcy) uzyskuje się wzrost zysku o kwotę:

$Rx_2 = \Delta x_2 \times x_{1,k}$) oraz rysunek 6b (kwota zysku pozostająca w dyspozycji przedsiębiorstwa wynosi: $Rx_1^{\wedge} = \Delta x_1 \times x_{2,k}$; kwota zysku, przypadająca zgodnie z umową, dla kapitału obcego wynosi: $Rx_2^{\wedge} = \Delta x_2 \times x_{1,p}$). Różnica $\Delta Rx_1 = \Delta x_1 \times \Delta x_2$ zostaje w przedsiębiorstwie H ; w analizowanym przykładzie koszt kapitału obcego (kapitał: $x_{2,k} - x_{2,p}$; stopa zwrotu: $x_{1,p}$) jest mniejszy od stopy zwrotu z kapitału całkowitego (kapitał: $x_{2,k}$; stopa zwrotu: $x_{1,k}$), i tym samym rentowność kapitału przedsiębiorstwa ($x_{2,p}$) ukształtuje się powyżej stopy zwrotu $x_{1,k}$. Na marginesie należy dodać, że kwota zysku pozostająca w dyspozycji przedsiębiorstwa może dodatkowo zostać skorygowana o różnicę $\Delta x_2 \times (x_{1,p} - r_o)$, gdy $r_o \neq x_{1,p}$ (ilustruje to rysunek 6c).

Rysunek 6. Przykład modelu tworzenia i podziału dodatkowej kwoty zysku



Źródło: opracowanie własne.

Z zaprezentowanych przykładów, bazujących na wykorzystaniu metody kolejnych podstawień, można wyciągnąć następujące wnioski.

1. Analizując odchylenia przypisane poszczególnym czynnikom sprawczym należy brać pod uwagę zmianę bazy odniesienia oraz zmianę kolejności podstawień.
2. Zmiana bazy odniesienia, przy zachowaniu tej samej kolejności podstawień przy wyznaczaniu Rx_i oraz Rx_i^{\wedge} , powoduje wystąpienie odchyień ΔRx_i , ale na ich rozłożenie pomiędzy czynniki sprawcze wpływa przyjęta kolejność podstawień (warianty: 11, 12, 29, 30, 35, 36 – w obszarze zacienionym tabeli 8).
3. Udziały w tworzeniu i podziale efektów pozostają identyczne ($\Delta Rx_i = 0$), gdy kolejność podstawień przy wyznaczaniu Rx_i^{\wedge} jest odwrotna niż przy obliczaniu Rx_i (warianty 1–6 w tabeli 8).
4. Zaobserwowano zjawisko lustrzanego odbicia wyników ΔRx_i ; występują zestawienia permutacji – kolejności ustawień czynników dla Rx_i oraz Rx_i^{\wedge} powodujących, że $\Delta Rx_i = -\Delta Rx_i^{\wedge}$ (np. warianty 15 i 16 – tabela 8).

5. Metoda kolejnych podstawień jest narzędziem prezentującym, z jednej strony – możliwości wystąpienia różnic w udziałach poszczególnych uczestników (identyfikowanych i -tą zmienną) w tworzeniu i podziale ΔF , a z drugiej – jedną z metod sterowania poziomami i rozkładami (pomiędzy uczestników) tych różnic; przy założeniu, że zostaje określone następstwo zmiennych objaśniających. Do dodatnich $\Delta R x_i$ pretendują ci uczestnicy, którzy starają się celowo przyjąć korzystne dla nich kolejności na etapach tworzenia oraz podziału ΔF .
6. Integracja kapitałów $x_{2,p}$ oraz Δx_2 o różnych stopach zwrotu $x_{1,p}$ oraz r_o skutkuje w postaci dodatkowych odchyień $\Delta x_2 \times (x_{1,p} - r_o)$. Model analizy szczegółowej wymaga wprowadzie rozbudowy o nowe aspekty problemowe, niemniej z zaprezentowanej na rysunku 6c sytuacji wynika uzasadnienie podejmowanych działań, które mają na celu niwelowanie różnic w efektywności poszczególnych składowych kapitału w fazie tworzenia zysku poprzez stosowanie zasady „równania w górę” (do stopy zwrotu $x_{1,k}$).

Podsumowanie

W zależności od sformułowanego celu analizy ekonomicznej mogą być wykorzystywane różne metody podziału (detalizacji) odchylenia syntetycznego wskaźnika pomiędzy czynniki sprawcze (zmiennie objaśniające). W badaniach efektów synergii można oczekiwać wyodrębnienia sumy odchyień cząstkowych łącznych, która może być interpretowana jako dodatkowy efekt (ponad sumę odchyień cząstkowych indywidualnych rozpatrywanych przy założeniu izolacji czynników sprawczych). Jednakże najczęściej decydent oczekuje pełnego podziału globalnego odchylenia wskaźnika (np. zysku, wartości sprzedaży) pomiędzy poszczególne czynniki sprawcze, co wymaga zastosowania akceptowanego modelu (klucza) podziału odchyień cząstkowych łącznych.

W tym przypadku można zastosować metody jedno- lub wielopoziomowego podziału odchyień. Główną zaletą przypisywaną wielostopniowemu podziałowi odchyień, dokonywanemu na podstawie wybranego modelu piramidy syntetycznego wskaźnika, jest możliwość prześledzenia wpływów zmiennych pośrednich usytuowanych na różnych poziomach piramidy.

Metody detalizacji odchylenia syntetycznego wskaźnika w zbior odchyień cząstkowych są wykorzystywane w konstrukcji tradycyjnej i zmodyfikowanej metody analizy wrażliwości. Wykazano również możliwości ich zastosowania w projektowaniu wzorcowych układów nierówności wskaźników oraz w dwufazowym modelu analizy przyczynowej. Wprowadzona koncepcja dwufazowego modelu analizy przyczynowej integruje dwie nierozzerwalne fazy procesów gospodarczych (tworzenia efektów i ich podziału). Udziały poszczególnych uczestników (czynników sprawczych) w tworzeniu i podziale uzyskanych efektów są przedmiotem rozważań

w procesie planowania i kontroli działalności gospodarczej, w tym w szczególności przy określaniu warunków współpracy w ramach wspólnych projektów.

Ideę modelu zaprezentowano przy wykorzystaniu metody podstawień łańcuchowych, co nie ogranicza możliwości zastosowania innych metod podziału odchyleń. Specyficzne właściwości metody kolejnych podstawień pozwalają na wykazywanie nie tylko różnic pomiędzy udziałami czynników sprawczych w fazach tworzenia i podziału efektów, ale także możliwości sterowania poziomami i dyslokacją tych różnic.

Wzmianka

„Praca naukowa wykonana w ramach realizacji Programu Strategicznego pn. „Innowacyjne systemy wspomaganie technicznego zrównoważonego rozwoju gospodarki” w Programie Operacyjnym Innowacyjna Gospodarka”.

Literatura

- Bednarski L., Borowiecki R., Duraj J., Kurtys E., Waśniewski T., Wersty B. (1993), *Analiza ekonomiczna w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław.
- Bednarski L., Waśniewski T. (red.) (1996), *Analiza finansowa w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, t. I, Fundacja Rozwoju Rachunkowości w Polsce, Warszawa.
- Bućko J. (2012), *Metody oceny ekonomicznej procesów rozwojowych*, Instytut Technologii Eksploatacji PIB, Radom.
- Bućko J. (1997), *Przegląd metod analizy przyczynowej*, „Ekonomika. Prace Naukowe Politechniki Radomskiej”, nr 2.
- Ćwiakła-Małys A., Nowak W. (2001), *Analiza sytuacji finansowej przedsiębiorstwa w gospodarce rynkowej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław.
- Hamrol M. (red. nauk.) (2007), *Analiza finansowa w przedsiębiorstwie. Ujęcie sytuacyjne*, wydanie trzecie, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań.
- Krajewski M. (2008), *Wykorzystanie modelu Du Ponta w ocenie działalności gospodarczej*, [w:] S. Wrzosek (red. nauk.), *Współczesne problemy analizy ekonomicznej przedsiębiorstwa*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu”, nr 9.
- Krajewski M. (2006), *Układy nierówności wielkości ekonomicznych jako narzędzia analizy efektywności zarządzania aktywami w przedsiębiorstwie*, [w:] *Współczesne problemy analizy ekonomicznej*, Wydział Zarządzania Uniwersytetu Gdańskiego, Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego, Sopot.
- Kucharczyk A. (2001), *Przyczynowa analiza łańcuchowa w kontroli gospodarności*, „Organizacja i Kierowanie”, nr 2.
- Kucharczyk A. (1993), *Algorytmizacja i weryfikacja badań przyczynowych analizy ekonomicznej*, „Zeszyty Naukowe Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie”, nr 1477.
- Miculeac M.E., Cechin-Crista P. (2014), *Deterministic methods used in financial analysis*, „Journal of Public Administration, Finance and Law”, issue 5.
- Mioduchowska-Jaroszewicz E. (2008), *Zastosowanie indeksu nierówności wskaźników ekonomicznych w ocenie działalności banku*, [w:] S. Wrzosek (red. nauk.), *Współczesne problemy analizy ekonomicznej przedsiębiorstwa*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu”, nr 9.
- Olszański W. (1989), *Wybór metod badań przyczynowych*, „Rachunkowość”, nr 2.

-
- Świetlik W. (2005), *Analiza działalności gospodarczej przedsiębiorstwa*, Wyższa Szkoła Ekonomiczna, Warszawa.
- Urbańczyk E. (1998), *Metody ilościowe w analizie finansowej przedsiębiorstwa*, Fundacja na Rzecz Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.
- Urbańczyk E., Jurek M. (1998), *Wielokierunkowa analiza wyniku finansowego przedsiębiorstwa*, Fundacja na Rzecz Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.
- Wójtowicz P. (2014), *Przydatność zmodyfikowanej metody różnic cząstkowych do systemowej analizy wskaźnikowej*, „Zeszyty Teoretyczne Rachunkowości”, t. 76 (132), SKwP, Warszawa.
- Żwirbła A. (2014), *Teoretyczne podstawy metod deterministycznych analizy ekonomicznej*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń.
- Żwirbła A. (2007), *Rozwój metod ilościowych analizy ekonomicznej*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń.