

AGREGOWANIE I WSKAŹNIKI

Termin wskaźnik jest dziś powszechnie używany, a raczej nadużywany. Przez wskaźnik rozumie się bardzo różne pojęcia, nieraz o krańcowo przeciwnym znaczeniu. Przy tym mało kto zdaje sobie sprawę, że pojęcie to zostało ściśle określone przez przedstawicieli szkoły ekonometryczno-statystycznej. Opracowano szereg różnych wskaźników, przebadano ich wzajemne związki, wprowadzono nawet pojęcie wskaźnika aksjomatycznie.

Niestety, jak to często bywa w nauce, powstanie nowych idei i szkół często powoduje nieinteresowanie się starymi koncepcjami. Z podobną sytuacją mamy do czynienia w przypadku teorii wskaźników. Powstanie nowego działu ekonometrii, który można by nazwać teorią modeli przepływowych i liniowych, spowodowało zanik zainteresowania wcześniejszym dorobkiem. W wyniku tego bardzo wielu ekonomistów i inżynierów orientuje się, co to jest programowanie liniowe, natomiast mało kto wie, że istnieje teoria wskaźników.

Zanim przejdziemy do dalszych rozważań, wyjaśnimy pokrótce ekonometryczną teorię wskaźników (indeksów). Nasz krótki wykład ograniczymy do indeksów Stuwela, będących jedną z nowszych i ciekawszych koncepcji wskaźników [52].

3.1. ZARYS TEORII WSKAŹNIKÓW

Pierwotnie ekonometria zajmowała się badaniem rynku wolnotowarowego i dlatego też operowała w odniesieniu do każdego towaru dwoma podstawowymi wskaźnikami: wskaźnikiem ilości i wskaźnikiem ceny oraz

wskaźnikiem wartości będącym funkcją od dwu poprzednich. Ponieważ wskaźniki służyły jedynie do porównania między sobą dwu okresów lub dwu rejonów gospodarczych. (a nie planu i jego wykonania), nazwano okresy odpowiednio: wzorcowy — zerowym i porównywany — pierwszym. Tak więc cenę i -tego towaru oznaczono w okresie zerowym p_i , a w okresie pierwszym p_i^1 . Podobne oznaczenia przyjęto dla ilości i -tego towaru q_i^0 oraz q_i^1 odpowiednio.

Dla porównania i oceny zmian, jakie zaszły pomiędzy tymi dwoma okresami, nie wystarcza porównać między sobą ilości oraz cen poszczególnych towarów w obu okresach, konieczne jest również porównanie między sobą agregatów ilości towarów i agregatu cen tych towarów. Jedną z metod stworzenia i porównania między sobą odpowiednich agregatów jest obliczanie tzw. wskaźników Laspeyresa

$$P_L = \frac{\sum_i p_i^1 q_i^0}{\sum_i p_i^0 q_i^0}, \quad (3-1)$$

$$Q_L = \frac{\sum_i p_i^0 q_i^1}{\sum_i p_i^0 q_i^0}. \quad (3-2)$$

Wskaźniki zagregowanej ceny i ilości Laspeyresa mają jedną istotną wadę: ich iloczyn nie jest zagregowanym wskaźnikiem wartości, gdzie zagregowany wskaźnik wyrażony jest poniższym wzorem:

$$V = \frac{\sum_i p_i^1 q_i^1}{\sum_i p_i^0 q_i^0}. \quad (3-3)$$

Spośród koncepcji wskaźników dla agregatów, najciekawsza wydaje się wzmiankowana już koncepcja Stuvela [52]. Zakłada on, że wskaźniki ceny P i ilości Q dla agregatów są liczbami dodatnimi i muszą spełniać następujące dwa warunki:

$$V = PQ, \quad (3-4)$$

gdzie V określone jest wzorem (3-3), oraz

$$P - P_L = c(Q - Q_L), \quad (3-5)$$

gdzie P_L jest to wskaźnik ceny Laspeyresa określony wzorem (3-1), Q_L — wskaźnik ilości Laspeyresa określony wzorem (3-2), a stała $c > 0$ jest

kursem jednostki monetarnej, w której podane są ceny, do jednostki monetarnej, względem której obliczamy wskaźniki ceny i wartości.

Wprowadźmy następujące oznaczenie pomocnicze:

$$R = \sqrt{(P_L - cQ_L)^2 + 4cV}. \quad (3-6)$$

Łatwo pokazać, że para liczb określona poniższymi wzorami spełnia warunki (3-4) i (3-5)

$$P = \frac{1}{2}(P_L - cQ_L + R), \quad (3-7)$$

$$Q = \frac{1}{2c}(cQ_L - P_L + R). \quad (3-8)$$

Formalne własności wskaźników Stuvela znajdzie czytelnik w cytowanej już dwukrotnie pracy J. Yzerena. Autor ze swej strony ograniczy się jedynie do następującej uwagi:

W przypadku przeliczania wskaźników Stuvela z jednego układu monetarnego na inny konieczna jest zmiana stałej c proporcjonalnie do kursu. Na przykład jeśli kurs waluty drugiej do pierwszej (w której pierwotnie liczone były wskaźniki i dla której $c = 1$) ma się jak 1 : 2, to należy przyjąć $c = \frac{1}{2}$.

3.2. ZASTOSOWANIE TEORII WSKAŹNIKÓW DO ŚLEDZENIA PRZEBIEGU PRODUKCJI JEDNOSTKOWEJ

Szkoła ekonometryczno-statystyczna ograniczyła się w swoich rozważaniach do porównywania między sobą kolejnych okresów. W gospodarce planowej tego rodzaju podejście nie wystarcza. Dla oceny np. stopnia wykonania planu produkcji należy porównywać między sobą ilości planowane i wykonane poszczególnych produktów, koszty planowane i koszty uzyskane, wreszcie planowaną wartość produkcji i uzyskaną. Przyjmując jako okres zerowy plan, a jako okres pierwszy wykonanie planu, oraz zamiast cen podstawiając koszty, możemy z powodzeniem zastosować wzory (3-7), (3-8) i (3-4) do obliczenia zagregowanych wskaźników realizacji planu ilości produkcji, kosztów i wartości.

Przy obliczaniu wskaźników wykonania planu możemy agregować ilości

poszczególnych produktów wytwarzanych lub których wytwarzanie było planowane na dany okres, bez względu na to, w jakich jednostkach naturalnych ilość danego produktu jest mierzona. Wynika to z faktu, że koszty jednostkowe są określane na jednostkę naturalną, tę samą, w której ilości danego produktu są mierzone.

Jedna para wskaźników ilościowo-kosztowych nie wystarcza dla opisanie przebiegu produkcji. Poza śledzeniem wyników produkcji, konieczne jest jeszcze śledzenie poszczególnych faz produkcji i udziału poszczególnych zasobów. Dlatego też należy wprowadzić jeszcze kilka innych par wskaźników (ilościowo-kosztowych) umożliwiających lepszą ocenę sytuacji. Tak więc możemy np. wprowadzić parę wskaźników dotyczących:

a) udziału ilości robocizny liczonego w godzinach i kosztu jednostkowego godziny robocizny;

b) materiałochłonności liczonej w jednostkach naturalnych i kosztu materiałów;

c) udziału kooperacji ilościowego i kosztowego.

W dotychczasowych rozważaniach ograniczyliśmy się do problemu liczenia wskaźników realizacji planu dla jednego okresu sprawozdawczego, z kolei zajmujemy się możliwością zastosowania metod wskaźnikowych do śledzenia wykonania planu i ewentualnego jego korygowania w ciągu wielu kolejnych okresów sprawozdawczych.

Jeżeli ograniczymy się do produkcji jednostkowej, to w pierwszym przybliżeniu, stosując do budowy planu operatywnego metody analizy sieci zależności uzupełnione tzw. „metodami sumacyjnymi” dla zasobów, możemy uzyskać dość sprawne narzędzie zarządzania. W tym miejscu w rozważaniach naszych nie podkreślamy, iż dysponujemy zawsze ograniczonymi zasobami środków potrzebnych do wykonania zadań planowych. Wyraźniej będziemy mówili o zagadnieniu ograniczoności zasobów w rozdz. 9.

Pozostaje jeszcze do wyjaśnienia, na czym polegają wzmiankowane wyżej metody sumacyjne. Metodę sumacyjną wyłożymy posługując się prostym przykładem. Wyobraźmy sobie, że dysponujemy sieciowym opisem naszego procesu wytwarzania. Dla każdej działalności mającej luz niezerowy możemy wyznaczyć trzy terminy zakończenia: najwcześniejszy, najpóźniejszy i średni (np. będący średnią arytmetyczną najwcześniejszego i najpóźniejszego). W przypadku działalności o luzach zerowych te trzy terminy zakończenia pokrywają się. Dla zrealizowania każdej działalności

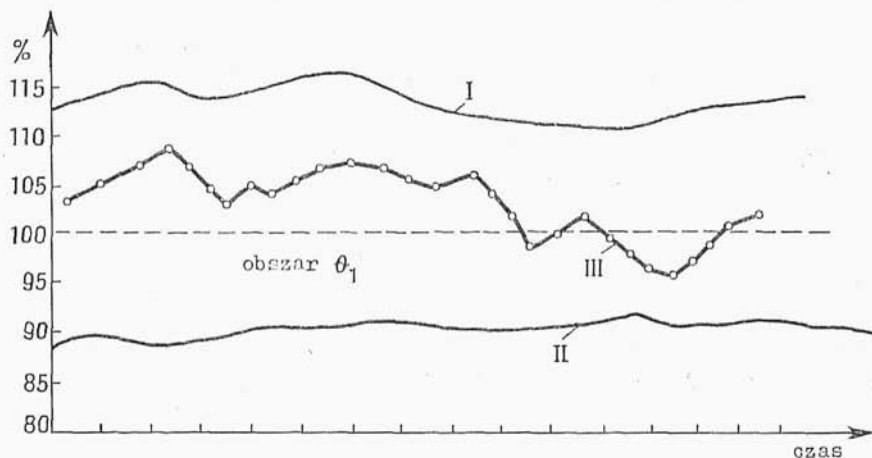
naależy zaangażować pewien określony zespół zasobów. Każdy z tych zasobów możemy mierzyć w jednostkach naturalnych i w jednostkach kosztów. W kolejnych odcinkach czasowych (okresach sprawozdawczych) poczynawszy od ustalonej chwili możemy sumować narastanie wyzyskania poszczególnych zasobów, liczone zarówno w jednostkach naturalnych, jak i w kosztowych, przy czym sumowanie przeprowadzamy dla trzech wariantów terminów zakończenia poszczególnych działalności. Z kolei możemy obliczyć ciągi wskaźników wyzyskania poszczególnych grup zasobów (agregatów) dla najwcześniejszych i najpóźniejszych terminów zakończenia poszczególnych działań względem wykorzystania zasobów dla średnich terminów zakończenia.

Gdybyśmy przeszli w granicy z długością odcinka czasu do zera (a tym samym z ilością odcinków do nieskończoności), wówczas odpowiednie ciągi wskaźników przeszłyby w krzywe przedziałami ciągłe, co najwyżej o skończonej ilości punktów nieciągłości. Dla każdej grupy agregowanych zasobów mielibyśmy więc dwie pary krzywych wskaźnikowych, odpowiadające wskaźnikowi ilości i kosztu jednostkowego wyzyskania dla najwcześniejszego i najpóźniejszego terminu zakończenia działalności. Oczywiście, w przypadku gdyby wszystkie działalności miały luzu zerowe, odpowiednie krzywe wskaźnikowe pokryłyby się i miałyby postać prostej równoległej do osi czasu, przecinającej oś wskaźnika w punkcie o współrzędnej jeden, czyli 100%.

Ponieważ jednak trudno sobie wyobrazić proces produkcyjny bez rezerw, przy czym przez rezerwę rozumiemy ilość zasobu, która może w razie potrzeby być do dyspozycji powyżej częściowo zużytej naturalnie dostępnej ilości tego zasobu, możemy więc przypadek luzu zerowego pominąć, przyjmując, że istnieje pewien obszar θ_1 ograniczony krzywymi wskaźnikowymi dla najwcześniejszych i najpóźniejszych terminów zakończenia działalności. Analogicznie do terminów używanych w literaturze będziemy nazywali brzeg obszaru θ_1 pętlą kontroli narastania danego wskaźnika (porównaj z rozważaniami przeprowadzonymi w rozdziale 2 na temat wartości, które może w kolejnych krokach przyjmować funkcja wypłaty).

Ograniczmy chwilowo nasze rozważania do wskaźników udziału robocizny, czyli wskaźnika ilości liczonego w godzinach i wskaźnika kosztów liczonego w złotych. Możemy sporządzić dwa wykresy: jeden dla wskaź-

nika ilości, drugi dla wskaźnika kosztów. Na każdy z tak otrzymanych wykresów możemy nanosić trzecią krzywą (a raczej ciąg punktów), otrzymywaną na podstawie kart pracy, wpływających z określoną częstotliwością (w miarę kończenia się kolejnych okresów sprawozdawczych). Krzywe te będą odpowiednimi narastaniami wskaźników ilości i kosztu robocizny wykonania planu, liczonych w stosunku do średnich terminów



Rys. 10. Wskaźnikowy wykres narastania rzeczywistego udziału ilości robocizny w stosunku do planowanego

I — krzywa wskaźnikowa planowanego udziału ilości robocizny według najpóźniejszych terminów zakończenia działania, II — krzywa wskaźnikowa planowanego udziału ilości robocizny według najnowocześniejszych terminów zakończenia działania, III — krzywa wskaźnikowa empiryczna utworzona na podstawie sprawozdań (kart pracy).

zakończenia poszczególnych działalności. Na rysunku 10 pokazany jest przykład takich trzech krzywych wskaźnikowych udziału ilościowego robocizny.

Jeśli krzywa wskaźnikowa wykorzystania robocizny znajduje się wewnątrz obszaru θ_1 , to:

- a) plan udziału robocizny był wykonany,
- b) istnieje przesłanka (jedna z kilku czy kilkunastu) do mniemania, że plan operatywny produkcji również był wykonany.

W przypadku gdy krzywa wskaźnikowa wykonania planu zaczyna

wyraźnie zbliżyć się do brzegu obszaru θ_1 , należy znaleźć te działania, które spowodowały ten stan rzeczy, i szczegółowo przeanalizować ich przebieg. Jest to po prostu zastosowanie metody zwanej w literaturze anglosaskiej: *management by exception*. W dalszym ciągu metodę tę będziemy nazywali metodą wyjątków.

Podobne rozważania możemy przeprowadzić dla krzywych wskaźników kosztu jednostkowego robocizny i dla innych par takich trójek krzywych wskaźnikowych. W przypadku gdy dla wszystkich obszarów θ_1 krzywe wskaźników wykonania nie wychodzą poza obszar θ_1 , można mniemać, że plan operatywny był wykonany.

Autor pragnie w tym miejscu jeszcze raz podkreślić, że zgodnie z rozważaniami rozdz. 0, 1 i 2 stwierdzenie o wykonaniu planu dotyczy przeszłości, a nie teraźniejszości. Stan aktualny wykonywania czy też niewykonywania planu może być jedynie przewidywany na podstawie informacji dotyczących przeszłości.

Najprostszą metodą opracowania takiego przewidywania jest ekstrapolowanie wszystkich krzywych wskaźników realizacji planu na bieżący okres sprawozdawczy. Najbardziej wyrafinowaną metodą stworzenia przewidywania jest rozwiązanie gry typu omawianego w rozdz. 2. Pomiedzy tymi dwiema metodami istnieje cały wachlarz metod o różnym stopniu abstrakcji i komplikacji. Do spraw tych wrócimy jeszcze w rozdz. 4.

Metody sumacyjne zbliżone do wyżej przedstawionej (choć nie w postaci wskaźnikowej) znalazły szerokie zastosowanie, w szczególności w oryginalnej wersji zostały użyte do planowania zatrudnienia w Stoczni Gdańskiej [22].

Przedstawiona metoda nie wystarcza do opisanie procesu produkcji seryjnej. Pokażemy teraz niedostatki omawianej metody operując prostym przykładem. Wyobraźmy sobie, że dla ciągłości produkcji musimy zapewnić sobie odpowiedni zapas kilku rodzajów części. Załóżmy przy tym, że produkcja poszczególnych części może się wzajemnie wykluczać. W tej sytuacji dla zapewnienia ciągłości produkcji musimy wyprodukować wcześniej odpowiednie zapasy poszczególnych części. W czasie produkcji będziemy mieli okresy, kiedy zapas poszczególnych części będzie mały. Opisanie tego rodzaju zjawiska jest niemożliwe przy użyciu uprzednio przedstawionej metody. Podobną sytuację będziemy mieli w zakresie planowania i wykonania współpracy z kooperantami itp.

3.3. ZASTOSOWANIE TEORII WSKAŹNIKÓW DO ŚLEDZENIA PRZEBIEGU PRODUKCJI SERYJNEJ

W przypadku produkcji seryjnej opis sieciowy procesu produkcyjnego wraz z zestawieniem zasobów musi być jeszcze uzupełniony odpowiednim bilansem części i podzespołów. Wypróbowano dotychczas kilka koncepcji tworzenia takiego bilansu. Jedną z takich prób była opracowana w połowie lat czterdziestych w USA metoda graficzna zwana *line of balance technology* w skrócie LOB [27]. Nie umniejszając w niczym doniosłości metody LOB, należy podkreślić, że metoda ta nie jest najdogodniejsza dla APD, mimo że dotychczas stosowano ją często używając maszyn cyfrowych.

Technika LOB jest przede wszystkim przeznaczona do opisywania sytuacji podobnych do przedstawionej. Kartoteki z kontami wielokolumnowymi są w gruncie rzeczy numeryczną formą bardzo daleko zdezagregowanej LOB (patrz rozdz. 5). Kumulując odpowiednie kolumny kont między sobą możemy stworzyć układy krzywych bilansowania poszczególnych grup asortymentowych półproduktów (części i podzespołów) i usług umożliwiających kontrolę wykonania planu i stanowiących uzupełnienie przedstawionej wcześniej metody sumacyjnej. Należy jeszcze raz podkreślić, że metoda krzywych bilansowania jest dogodnym narzędziem opracowywania planu operatywnego.