Włodzimierz Tłuchowski

METODY KWANTYFIKACJI CZYNNIKÓW KSZTAŁTUJĄCYCH WYDAJNOŚĆ PRACY

1. Uwagi wstępne

W badaniach nad wydajnością pracy największą trudność stanowi poszukiwanie precyzyjnych metod pomiaru ilościowych zależności pomiędzy wydajnością pracy a czynnikami ją kształtującymi.

Pomiar wpływu ilościowego poszczególnych czynników wydajności pracy jest dokonywany za pomocą kilku znanych metod. Poza stosowanymi często w analizie ekonomicznej przedsiębiorstw metodami opisowymi, zwanymi też jakościowymi, do najbardziej znanych należą tradycyjne metody wyodrębniania wpływu czynników na wzrost wydajności pracy oraz metody statystyczno-ekonometryczne.

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie i ocena możliwości wykorzystania najbardziej typowych metod pomiaru ilościowych zależności między wydajnością pracy a czynnikami ją kształtującymi ze szczególnym uwzględnieniem postępu technicznego.

Niewielka objętość niniejszego opracowania nie pozwala na wszechstronne i wnikliwe przedstawienie każdej z omawianych metod. Stąd ograniczono się jedynie do zaprezentowania istoty poszczególnych metod oraz ukazania możliwości ich praktycznego wykorzystania w badaniach ilościowych zależności. Biorąc to pod uwagę, przedstawiono najpierw syntetyczną charakterystykę czynników wydajności pracy, a następnie omówiono postęp techniczny jako czynnik wydajności pracy. Zasadniczą część opracowania stanowi prezentacja metod kwantyfikacji czynników wydajności pracy, zarówno metod tradycyjnych, jak i statystyczno-ekonometrycznych.

2. Charakterystyka czynników wydajności pracy

Poziom wydajności pracy jest wypadkową działania wielu czynników, wzajemnie ze sobą powiązanych, oddziałujących ze zmienną siłą i natężeniem.

Każdy czynnik działający zarówno na produkcję, jak i na zatrudnienie wywiera wpływ również na wydajność pracy.

W literaturze nie ma jednolitych poglądów na temat wyodrębniania czynników wydajności pracy i kryteriów ich klasyfikacji. Jedni wyodrębniają grupę czynników działających we wszystkich przypadkach i określają je mianem „przyczyn głównych" oraz grupę czynników indywidualnych, czyli „przyczyn ubocznych"[1]. Podobną klasyfikację podaje Międzynarodowa Organizacja Pracy, która oprócz czynników o charakterze ogólnym oraz czynników technicznych i organizacyjnych uwzględnia jeszcze wpływ stosunków międzyludzkich na wydajność pracy. Łącznie w tych trzech grupach wymieniono 37 czynników [2].

Nietrudno zauważyć, że na wydajność pracy mają wpływ czynniki,które oddziałują albo na produkcję, albo na siłę roboczą. Wychodząc z tego założenia niektórzy autorzy grupują warunki wywierające istotny wpływ na wydajność pracy według czynników, jakie można wyodrębnić w procesie pracy.

Nieco inaczej ujmują podział czynników wydajności pracy J. Lisikiewicz i T. Kulawczuk.

J. Lisikiewicz wyróżnia czynniki techniczne - dotyczące warunków naturalnych i środków uruchamianych przez pracę oraz czynniki nietechniczne - dotyczące organizacji procesów pracy społecznej i związane z jakością oraz ilością pracy[3].

Według T. Kulawczuka, czynniki wydajności pracy można podzielić na: ekonomiczne – określające sytuację materialną pracowników; techniczno-technologiczne – obejmujące usprawnienia, potęp techniczny i technologiczny; moralno-społeczne; klimatyczno-środowiskowe oraz czynniki osobiste zatrudnionych[4].

Jak wynika z przedstawionych przykładowo klasyfikacji, istnieje wiele sposobów ujmowania czynników oddziałujących na wydajność pracy. Wydaje się, że w sposób najbardziej jednolity klasyfikację tych czynników przedstawiają jednak ci autorzy, którzy wyodrębniają dwie grupy czynników, a mianowicie: obiektywne i subiektywne[5].

---

[1] Por. R. Kulczycki, *Statystyczne metody badania wydajności pracy w przemyśle*, Polskie Wydawnictwo Gospodarcze, Warszawa 1957, s. 112-115.

[2] Por. *Measuring Labour Productivity*, ILO, Geneve 1969, s. 13-14.

[3] Por. J. Lisikiewicz, *Postęp techniczny a wydajność pracy w przemyśle*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1963, s. 71.

[4] Por. T. Kulawczuk, *Wydajność pracy w przemyśle socjalistycznym*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1972, s. 64-81 .

[5] Por. np. S. Strumilin, *Problemy wydajności pracy*, Książka i Wiedza, Warszawa 1959, s. 33-42; J. Kordaszewski, *Praca i zatrudnienie w przemyśle*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1969, s. 110.

Czynniki obiektywne, wynikające z określonej techniki i organizacji produkcji wyrażone są przez siłę produkcyjną pracy, a subiektywne określają indywidualną wydajność pracy.

Czynniki obiektywne to między innymi:

1) techniczny poziom środków i przedmiotów pracy,
2) organizacja procesu produkcyjnego i stanowisk roboczych,
3) rozwiązania technologiczne i metody wykonawcze,
4) warunki fizyczno-chemiczne środowiska.

Czynniki subiektywne są związane z umiejętnością i wolą pracowników i określają zdolność człowieka do pracy. Z tego powodu są nazywane często osobowymi czynnikami wydajności pracy, w odróżnieniu od czynników rzeczowych – obiektywnych.

Wśród ekonomistów toczą się spory o ważność poszczególnych czynników wzrostu wydajności pracy. Według niektórych autorów, wydajność pracy stanowi niejako wykładniczą funkcję technicznego uzbrojenia pracy, przy czym jej wzrost jest proporcjonalny do przyrostu tego uzbrojenia[6].

W nowoczesnych przedsiębiorstwach przemysłowych o poziomie wydajności decyduje przede wszystkim techniczny poziom środków pracy, będący głównie efektem postępu technicznego, wyrażającego się w postępującym procesie mechanizacji i automatyzacji pracy[7].

Poziom wydajności uzależniony jest także od posiadanego oprzyrządowania, które przyczynia się do ułatwiania i skracania czasu pracy ludzkiej. Podobną rolę odgrywają narzędzia będące materialnym przedłużeniem organów robotnika[8].

Istotną rolę w kształtowaniu poziomu wydajności pracy odgrywają różnorodne rozwiązania technologiczne, wprowadzanie nowych metod obróbczych, odlewniczych, montażowych czy aparaturowych.

Bez przesady można powiedzieć, że poziom wydajności pracy zależy od wszystkiego co ma jakikolwiek związek, bezpośredni lub pośredni, z procesem produkcji. Dlatego właśnie największą trudność w badaniach nad wydajnością pracy stanowi poszukiwanie precyzyjnych metod uchwycenia ilościowych zależności pomiędzy wydajnością pracy a czynnikami ją wyznaczającymi.

---

[6] Por. np.: J. Pajestka, *Zatrudnienie i inwestycje a wzrost gospodarczy*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1961, s. 94, A. Karpiński, *Zatrudnienie i wydajność pracy w przemyśle w latach 1961–1965*, Gospodarka Planowa nr 1, 1967, s. 18 i 19.

[7] Por.F. Krawiec, *Czynniki wzrostu wydajności pracy*, Wydawnictwo CRZZ, Warszawa 1971, s. 65 i 66.

[8] Ibidem, s. 39–40.

3. Postęp techniczny jako czynnik wydajności pracy

Rezultatem osiągnięć naukowych i technicznych są jakościowe zmiany środków produkcji i procesów technologicznych. Postęp techniczny prowadzi do dyferencjacji narzędzi pracy, tworzenia nowych procesów technologicznych i nowych wyrobów. W rezultacie postęp techniczny powoduje zmiany w poziomie pracochłonności,materiałochłonności i energochłonności produkcji.

Ekonomiczność postępu technicznego jest jego cechą budzącą kontrowersję. S. Smoliński twierdzi, że postępu technicznego nie można rozważać „samego w sobie",wyłącznie jako zjawiska czy procesu technicznego.Konieczne jest odnoszenie go do skutków jakie rodzi. Autor ten twierdzi, że postęp techniczny będzie miał miejsce dopiero wówczas, kiedy zmiany w procesie produkcji, wyrażające się zastosowaniem nowej techniki okażą się korzystniejsze na podstawie rachunku ekonomicznego[9]. Podobne stanowisko reprezentuje K. Wandelt[10].

Niektórzy ekonomiści, np.J. Lisikiewicz, nie negując korzyści ekonomicznych jakie powinien nieść za sobą postęp techniczny, uważają jednocześnie, że nie można przeceniać walorów ekonomicznych, nadając im cechy absolutności i uzależniając kwalifikację danego rozwiązania jako postępu tylko wtedy, gdy jest ono związane z korzyścią ekonomiczną w procesie produkcji[11].

Postęp techniczny jest zatem zjawiskiem obiektywnym, natomiast korzyści ekonomiczne nie determinujące jego istnienia muszą być brane pod uwagę przy decyzjach jego wykorzystania.

Ocena udziału postępu technicznego we wzroście produkcji jest przedmiotem niesłabnącego zainteresowania ekonomistów. Jednakże pomiar tego wpływu jest nadal sporny i do końca nie rozwiązany.

Postęp techniczny we wszystkich swoich typach wiąże się ze zmianami funkcji produkcji, która wyraża wydajność pracy,czyli relację między wielkością produkcji a nakładami do jej wytworzenia oraz stosunek między tymi nakładami. Między tymi elementami występują dwa rodzaje współzależności: komplementarność i substytucyjność. Jak dotąd, nie ma możliwości ścisłego rozszczepienia dynamiki i współzależności między poszczególnymi, podstawowymi czynnikami produkcji na ich substytucyjność i komplementarność. Nie udało się bowiem do tej pory ustalić ilościowego miernika substytucyjności

---

[9] S. Smoliński, *Elementy ekonomiki przemysłu*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa-Poznań 1982, s. 179.

[10] Por. K.Wandelt, *Studia nad postępem technicznym i organizacyjnym*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Poznań 1972, s. 28 i 29.

[11] Por. J.Lisikiewicz, op. cit., s. 21.

głównych czynników produkcji. Są to zagadnienia efektywności gospodarowania, odgrywające istotną rolę w klasyfikacji zjawisk postępu technicznego, w identyfikacji jego charakteru ekonomicznego oraz w ocenie stopnia wprowadzenia zmian i obliczenia ich wpływu na wydajność pracy.

Spośród wielu czynników wydajności pracy decydujące znaczenie przypisuje się postępowi technicznemu (konstrukcyjno-technologicznemu) oraz organizacyjnemu[12].

4. Tradycyjne metody mierzenia wpływu czynników na wydajność pracy

4.1. Metoda kolejnych podstawień

Istota tej metody polega na określeniu zmian procentowych wybranych, uznanych za ważne czynników wydajności pracy na jej zmiany w badanym okresie w stosunku do poprzedniego okresu (na przykład wprowadzenie bardziej sprawnych maszyn i urządzeń, lepsze wykorzystanie czasu pracy, zmniejszenie zatrudnienia w zarządzie przedsiębiorstwa itd.) i potraktowanie każdej z tych zmian jako wymiernej części składowej osiągniętego wzrostu wydajności pracy[13]

Wadą tej metody jest brak możliwości określenia ścisłej korelacji między zmianami procentowymi branych pod uwagę czynników a zmianami procentowymi wydajności pracy oraz niewymierności szeregu ważnych czynników, zwłaszcza ludzkich, jak również takich jak zmiany struktury asortymentowe produkcji, szeroko rozumianych warunków pracy itp.

4.2. Metoda reszty

W metodzie tej występuje kilka odmian obliczania wpływu postępu technicznego na wzrost wydajności pracy. Wszystkie one wiążą w różnych formułach matematycznych substytucję pracy żywej przez techniczne uzbrojenie pracy[14]. Najczęściej występujące odmiany metody reszty, to określenie procentowego

---

[12] Por.T.Kulawczuk, *op. cit.*, s. 78.

[13] Por. W. Bednarczyk, *Kwantyfikacja czynników wzrostu wydajności pracy metodą udziału*, Przegląd Organizacji nr 11, 1979, s. 500.

[14] *Ibidem.*

wpływu postępu technicznego na osiągnięty wzrost wydajności pracy za pomocą wzoru:

$$P_{tw} = \frac{p_u}{p_w} \cdot 100; \tag{1}$$

gdzie:

P_{tw} – procentowy wpływ postępu technicznego na osiągnięty wzrost wydajności pracy,
p_u – procentowy przyrost uzbrojenia pracy,
p_w – procentowy przyrost wydajności pracy,

lub za pomocą wzoru:

$$P_{tw} = \frac{p_M - p_z}{p_c - p_z} \cdot 100; \tag{2}$$

gdzie:

p_M – procentowy przyrost majątku produkcyjnego trwałego brutto,
p_z – procentowy przyrost zatrudnienia ogółem,
p_c – procentowy przyrost produkcji czystej.

Różnica między 100% a wielkością P_{tw} (reszta) stanowi wpływ na wzrost wydajności pracy innych czynników, poza postępem technicznym.

Wady metody reszty są liczne,a najważniejsze to zniekształcenie wyników obliczeń powstałe w przypadku wzrostu:

1) wartości majątku produkcyjnego trwałego w sposób niewspółmiernie większy niż wynosi wzrost sprawności (wydajności) zakupionych maszyn i urządzeń,

2) produkcji wyłącznie lub w znacznej mierze na skutek zwiększenia zmianowości bez wzrostu lub przy niewielkim wzroście wartości majątku trwałego produkcyjnego.

Ponadto według metody reszty obliczany jest nie wpływ całego postępu technicznego na wzrost wydajności pracy, lecz jedynie wpływ postępu technologicznego, bez wpływu postępu w zakresie konstrukcji wyrobów, który jest integralną częścią postępu technicznego.

4.3. Metoda Bronera

Istotą tej metody jest przedstawienie wydajności pracy w formie iloczynu czynników jej wzrostu[15]:

$$W = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \ldots\ldots \cdot a_n; \tag{3}$$

[15] Por. M. Broner, *Z metodologii badania czynników wpływających na wydajność pracy*, Gospodarka Planowa, 1968, nr 9.

gdzie:

W – przyrost wydajności pracy,

$a_1 ... a_n$ – poszczególne wskaźniki charakteryzujące czynniki wzrostu wydajości pracy powstałe przez podzielenie ich wielkości w okresie badanym przez wielkości w okresie podstawowym, tj.przyjętym za podstawę porównania.

W metodzie tej istotna jest możliwość interpretacji ekonomicznej poszczególnych czynników.

Dla określenia wpływu któregoś z czynników na wzrost wydajności pracy, z uwzględnieniem współdziałania pozostałych czynników, można zastosować metodę logarytmiczną. Dzięki temu możliwe jest przedstawienie iloczynu czynników a_n w formie sumy logarytmów:

$$\log W = \log_{a_1} + \log_{a_2} + ... + \log_{a_n}; \tag{4}$$

Na tej podstawie łatwo określić wpływ każdego czynnika. Wystarczy podzielić każdy z logarytmów wzrostu tych czynników przez logarytm wzrostu wydajności pracy.

Absolutny wpływ na przyrost wydajności pracy określa się, mnożąc udział każdego z czynników przez ogólny wzrost wydajności pracy.

4.4. Metoda Trapieznikowa

W tej metodzie rozpatruje się wydajność pracy w zależności od dwóch podstawowych czynników: technicznego uzbrojenia pracy i poziomu technicznego oraz technologicznego i zmierza do wyodrębnienia czynników intensywnych i ekstensywnych w uzbrojeniu pracy[16].

Wydajność pracy można przedstawić za pomocą następującej formuły:

$$p(t) = \sqrt{f(t) \cdot q(t)}\ ; \tag{5}$$

gdzie:

$p(t)$ – wydajnpść pracy w okresie badanym,

$f(t)$ – techniczne uzbrojenie pracy w okresie badanym,

$q(t)$ – poziom techniczny i technologiczny w okresie badanym.

Procentowy udział części przyrostu wydajności pracy związanej z postępem technicznym wyraża wzór:

$$\Delta pf = \frac{\Delta f \cdot q(to)}{f(t) \cdot q(t) - f(to) \cdot q(to)} \cdot 100; \tag{6}$$

[16] Por. np.: *Zeszyt Metodyczny GUS*, nr 46, *Metody badań statystycznych wydajności pracy w przemyśle*, Warszawa 1981, s. 75–77; W. Janasz, *Wpływ postępu technicznego na postęp ekonomiczny w przedsiębiorstwie*, Doskonalenie Kadr Kierowniczych, nr 7–8, 1985 s. 27–28.

gdzie:

to – okres podstawowy,
$f(t)$ i $q(t)$ – jak we wzorze 5.

Procentowy udział części przyrostu wydajności uwarunkowanej dynamiką technicznego uzbrojenia pracy określamy za pomocą wzoru:

$$\Delta p_q = \frac{\Delta q \cdot f(to)}{f(t) \cdot q(t) - f(to) \cdot q(to)} \cdot 100. \tag{7}$$

W metodzie Trapieznikowa przyjmuje się analityczną formę zależności wydajności pracy od technicznego uzbrojenia pracy i postępu technicznego. Zależność tę można przedstawić następująco:

$$p(t) = f^{0,5}(t) \cdot q^{0,5}(t). \tag{8}$$

Formuła ta jest szczególnym przypadkiem funkcji produkcji, gdzie współczynnik elastyczności zmian wydajności pracy względem zmian technicznego uzbrojenia pracy wynosi 0,5. Założenie takie jest daleko idącym uproszczeniem, ograniczającym zakres wykorzystania tej metody.

4.5. Współczynnik elastyczności zmian wydajności pracy względem zmian technicznego uzbrojenia pracy

Stosunek pomiędzy nakładami pracy żywej i uprzedmiotowionej jest jednym z istotniejszych parametrów ekonomicznyh odzwierciedlających proces wdrażania osiągnięć technicznyh[17].
W związku z tym efekty ekonomiczne można oceniać i mierzyć na podstawie ilościowo określonych wzrostów wydajności pracy i technicznego uzbrojenia pracy, wyrażając to formułą:

$$E_{wu} = \frac{\Delta W}{W} : \frac{\Delta U}{U}; \tag{9}$$

gdzie:

E_{wu} – elastyczność zmian wydajności pracy względem zmian technicznego uzbrojenia pracy,
$\frac{\Delta W}{W}$ – względny przyrost wydajności pracy,
$\frac{\Delta U}{U}$ – względny przyrost technicznego uzbrojenia pracy.

Wielkość współczynnika elastyczności większa od jedności odpowiada występowaniu kapitałooszczędnego postępu technicznego, przy którym substytucja pracy żywej przez uprzedmiotowioną zachodzi w warunkach rosnącej

[17] Por.tamże s. 34.

kapitałointensywności produkcji. Oznacza to, że postęp techniczny stanowi jednocześnie czynnik postępu ekonomicznego. Występuje bowiem wzrost produktywności zasobów majątkowych. Wzrasta efektywność pracy żywej i uprzedmiotowionej. Interesujący nas wpływ postępu technicznego na wydajność pracy jest duży, tym większy im wyższy współczynnik elastyczności.

Przy elastyczności równej jedności, wzrostowi wydajności pracy towarzyszy proporcjonalny wzrost technicznego uzbrojenia pracy. Ekonomiczna interpretacja tego zjawiska oznacza zrównoważenie względnych przyrostów wydajności i technicznego uzbrojenia pracy, co jest symptomem neutralnego postępu technicznego.

W wypadku elastyczności mniejszej od jedności ma miejsce głównie kapitałochłonny typ postępu technicznego. Tego rodzaju relacja informuje o regresie efektywności.

Trzeba podkreślić, że żaden z tych typów postępu technicznego nie występuje w czystej postaci. Dlatego też uzyskane informacje odnośnie do współczynnika poziomu elastyczności wydajności względem technicznego uzbrojenia pracy, pozwalają jedynie na wyciągnięcie wniosku co do ogólnej intensywności powiązania obu wielkości ekonomicznych oraz co do przewagi jednego lub drugiego typu postępu technicznego.

4. 6. Analiza przyczynowa

Analiza przyczynowa jest metodą opierającą się na założeniu, że na wzrost wydajności pracy mają wpływ nakłady inwestycyjne ucieleśniające postęp techniczny, nakłady na płace wyrażające czynnik ludzki oraz czas pracy stanowiący kombinację czynnika obiektywno-ludzkiego[18].

Pierwsze ujęcie zakłada, że wydajność pracy w jej łącznej postaci może wynikać z oddziaływania czynników o charakterze inwestycyjnym lub bezinwestycyjnym.

Inwestycyjne źródło wzrostu wyrażające się we wzroście technicznego uzbrojenia pracy jest źródłem nakładochłonnym. Bezinwestycyjne źródło wzrostu należy wiązać z usprawnieniami techniczno-organizacyjnymi na każdym odcinku produkcji oraz wyższą produktynością zaangażowanych składników majątku. Jest zatem źródłem nakładooszczędnym.

Ogólny wzorzec omawianej metody analizy przyczynowej tego ujęcia przedstawić można następująco:

$$\frac{P}{R} = \frac{M}{R} \cdot \frac{P}{M}; \qquad (10)$$

[18] Por. L. Bednarski, *Analiza wydajności pracy w przedsiębiorstwie*, Ekonomika i Organizacja Pracy, nr 3, 1977 s. 6 i 7.

gdzie :

$\frac{P}{R}$ – wydajność pracy na jednego zatrudnionego,

$\frac{M}{R}$ – techniczne uzbrojenie pracy,

$\frac{P}{M}$ – produktywność zaangażowanego majątku.

Wpływ każdego z tych czynników określamy, podobnie jak w metodzie Bronera, metodą logarytmiczną. Oparty na analizie przyczynowej układ nierówności wskaźników, powinien kształtować się następująco:

$$\Delta\frac{M}{R} < \Delta\frac{P}{R} < \Delta\frac{P}{M}; \tag{11}$$

gdzie:

Δ – przyrost w wielkościach względnych.

Drugim kierunkiem analizy przyczynowej jest rozpatrywanie zależności wzrostu wydajności pracy i angażowanego funduszu płac, a szczególnie stopnia opłacenia wzrostu wydajności pracy przyrostem średnich płac. Wyraża to następujący wzór:

$$\frac{P}{R} = \frac{F}{R} \cdot \frac{P}{F}; \tag{12}$$

gdzie:

$\frac{F}{R}$ – średnia płaca jednego zatrudnionego,

$\frac{F}{P}$ – produktywność płac.

W warunkach racjonalnego gospodarowania przyrost średniej płacy nie powinien wyprzedzać przyrostu wydajności pracy na jednego zatrudnionego,a zatem o wzroście wydajności pracy decydować winien w zasadniczej mierze wzrost produktywności płac, co określa układ nierówności:

$$\Delta\frac{F}{R} < \Delta\frac{P}{R} < \Delta\frac{P}{F}.$$

Podobnie postępujemy w trzecim kierunku analizy przyczynowej wiążącej wydajność pracy z czasem pracy.

5. Metody statystyczno-ekonometryczne mierzenia wpływu czynników na wydajność pracy

5.1. Metoda korelacji liniowej

Metoda korelacji liniowej pozwala na określenie kierunku i siły zależności między rozpatrywanym postępem technicznym a wydajnością pracy[19]. Wykorzystuje się do tego celu zależność matematyczną opisującą liczbowo ten związek:

$$W = F(Tup) \cdot \xi; \tag{13}$$

gdzie:
W – wydajność pracy,
T_{up} – techniczne uzbrojenie pracy,
ξ – składnik losowy określający odchylenie przypadkowe poszczególnych wartości W od wartości funkcji.

Graficzną interpretacją tej zależności jest krzywa zwana linią regresji wyznaczona metodą najmniejszych kwadratów. Stopień ścisłości związku korelacyjnego można mierzyć też współczynnikiem korelacji liniowej.

5.2. Metoda korelacyjno-regresyjna

Wydajność pracy (Y) jest zmienną zależną. Mierzy się ją wartością produkcji netto (produkcji czystej lub produkcji sprzedanej netto) przypadającą na jednego robotnika grupy przemysłowej. Zmiennymi niezależnymi (x_i) są[20]:
- stopień wykorzystania maszyn i urządzeń (x_1),
- rytmiczność produkcji(x_2),
- wykorzystanie czasu pracy (x_3),
- techniczne uzbrojenie pracy (x_4),
- poziom mechanizacji pracy (x_5),
- zużycie energii elektrycznej (x_6),
- zmianowość (x_7),
- wykorzystanie kwalifikacji robotników (x_8),
- straty na brakach (x_9),
- płynność kadr (x_{10}),

[19] Por. K. Zając, *Zarys metod statystycznych*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1982, s. 272–288.

[20] Por. ibiden, s. 293–301.

Obliczenia korelacyjne można przeprowadzać w wielu wariantach przyjmując założenia, że na wydajność pracy wpływ mają jedynie czynniki organizacji pracy ($x_1 \div x_3$), czynniki postępu technicznego ($x_4 \div x_6$), wszystkie wymienione czynniki lub inny wariant. Najlepiej stosować dwa poziomy istotności obliczeń, to znaczy $\alpha = 1{,}00$ oraz $\alpha = 0{,}05$ zaostrzając kryteria doboru czynników.

5.3. Metody zależności funkcyjnych

Jest to cała gama metod charakteryzujących się zastosowaniem różnych funkcji produkcji.

Korzystając z funkcji Cobba-Douglasa, można określić wydajność pracy jako funkcję technicznego uzbrojenia pracy i postępu technicznego.Zależności funkcyjne między poszczególnymi czynnikami a wzrostem wydajności pracy nie są stałe i niezmienne. Wykazują różne stopnie intensywności zarówno w sensie absolutnym, jak i w czasie[21]. Metoda ta ma zastosowanie w skali makroekonomicznej, natomiast mniejsze w odniesieniu do badań na poziomie przedsiębiorstwa przemysłowego.

Kłopoty związane ze stosowaniem funkcji Cobba-Douglasa próbuje ominąć J. Tinbergen, który odpowiednio ją modyfikuje. Podonie postępuje J. Kornai. Ich rozwiązania, pomimo wielu zalet, posiadają jednak też sporo wad, polegających głównie na zbyt daleko idących założeniach upraszczających rzeczywistość, między innymi na abstrahowaniu od jakości siły roboczej[22].

Do koncepcji tych nawiązuje metoda E.Denisona, polegająca na szacowaniu wpływu poszczególnych czynników na wzrost wydajności pracy[23]. Autor ten uwzględnia jednak zmiany jakości pracy żywej i wzrost kosztów reprodukcji siły roboczej.

Ciekawą metodę obliczania wpływu czynników na wydajność pracy przedstawił S. Felbur[24].Analizując rachunek efektywności gospodarowania wprowadza czteroczynnikowy model wzrostu wydajności pracy:

$$r_w = r_u a + r_u a(E-1) + r_i b + r_i b(E-1); \tag{14}$$

gdzie:

r_w – tempo wzrostu wydajności pracy w procentach
r_u – tempo wzrostu technicznego uzbrojenia pracy w procentach

[21] Por.W. Bednarczyk, *Wpływ postępu techniczno-organizacyjnego na wzrost wydajności pracy*, Ekonomika i Organizacja Pracy, nr 10 1976, s.500.

[22] Por. s. Felbur, *Teoretyczne i metodologiczne podstawy badań nad efektywnością gospodarowania*, Wydawnictwo Instytutu Planowania, nr 54, Warszawa 1978. s. 10.

[23] Por. ibiden s. 19 i 20.

[24] Por. ibiden s. 46 i 47.

a i b – parametry strukturalne charakteryzujące udział kapitału i pracy w łącznych nakładach na produkcję w okresie wyjściowym ($a+b = 1$),

r_i – tempo wzrostu płac realnych w procentach,

$E = \frac{r_w}{r_n}$ – intensywność postępu efektywności w stosunku do nakładów czynników produkcji,

$r_n = r_u a + r_i b$ – tempo wzrostu nakładów czynników produkcji w procentach,

$(E-1) \cdot \frac{r_e}{r_n}$ – elastyczność postępu efektywności względem skali nakładów

$r_e = r_w - r_n$ – tempo postępu efektywności gospodarowania w procentach.

Po przekształceniu otrzymujemy:

$$r_w = r_u aE + r_i bE; \tag{15}$$

gdzie pierwszy składnik oznacza wpływ postępu technicznego, a drugi – czynnika ludzkiego na wydajność pracy.

Jeżeli obie strony równania podzielimy przez r_w i pomnożymy przez 100, to otrzymamy procentowe proporcje wkładu obu czynników do osiągniętego wzrostu wydajności pracy:

$$100 = 100 \frac{r_u}{r_w} aE + 100 \frac{r_i}{r_w} bE; \tag{16}$$

gdzie: iloraz $\frac{r_u}{r_w}$ przedstawia elastyczność technicznego uzbrojenia pracy żywej względem wydajności pracy, zaś iloraz $\frac{r_i}{r_w}$ współczynnik elastyczności płac względem wydajności pracy.

Metoda ta jest bardzo przydatna w badaniach, pod warunkiem, że nie występują nieprawidłowości we wzroście płac realnych.

5.4. Metoda udziału

Metoda udziału opiera się na odmiennych zasadach od dotychczas przedstawionych. W porównaniu z większością metod, tutaj przyjmuje się aksjomat, że najważniejszym kryterium ustalenia wpływu postępu technicznego i organizacyjnego na wzrost wydajności pracy jest wielkość obniżenia pracochłonności z tytułu jego realizacji w całokształcie oszczędności pracochłonności wynikającej ze wszystkich dziedzin działalności przedsiębiorstwa przemysłowego[25]. Istota sprowadza się zatem do obliczenia udziału oszczędności pracochłonności z tytułu postępu techniczno-organizacyjnego w całokształcie oszczędności pracochłonności.

[25] Por. W. Bednarczyk, *op.cit.*, s. 500–502.

Sposoby obliczania wielkości obniżenia pracochłonności są różne.
Dla robót normowanych liczy się różnicę jednostkowego czasu normowanego przed i po wprowadzeniu usprawnienia technicznego, przemnożoną przez liczbę jednostek produkcji planowaną do wykonania od chwili wprowadzenia usprawnienia do końca roku kalendarzowego.

Dla robót nieznormowanych oblicza się iloczyn liczby pracowników zbędnych na danym stanowisku pracy w wyniku wprowadzenia usprawnienia przez liczbę efektywnego czasu pracy jednego robotnika, liczoną od chwili wprowadzenia usprawnienia do końca roku kalendarzowego.

Uzyskana oszczędność łączna jest sumą obu obliczeń, przy czym należy uwzględnić jeszcze współczynnik „N" wykonania norm pracy, aby przejść z czasu normowanego na czas rzeczywisty.

Taka metoda obliczania wpływu postępu techniczno-organizacyjnego na uzyskaną wielkość obniżenia pracochłonności nie uwzględnia oczywiście wpływu usprawnień dokonanych w trakcie roku poprzedniego na pracochłonność roku obliczeniowego. A przecież usprawnienia wprowadzane w listopadzie czy grudniu dają efekty praktycznie dopiero w roku następnym i nie zostaną one w ogóle zaewidencjonowane. Gdyby to samo usprawnienie wprowadzić od stycznia następnego roku, to byłoby zaewidencjonowane obniżenie pracochłonności w tym następnym roku i to w dużej skali, gdyż oszczędności trwałyby dwanaście miesięcy. Takie metody ewidencjonowania obniżenia pracochłonności stają się inspiracją do różnych manipulacji dotyczących terminów wprowadzania poszczególnych tematów postępu techniczno-organizacyjnego.

Należy zatem uznać za konieczne wprowadzenie do obliczeń współczynnika „W", który uwzględniałby korektę pracochłonności technologicznej rejestrowanej od dnia wprowadzenia usprawnienia do końca roku kolendarzowego w stosunku do pracochłonności obliczanej w skali dwunastu miesięcy. Ma on postać wzoru:

$$W = \frac{12\left(\frac{\Sigma P_{pn}}{N} + \Sigma P_{pd}\right) - \Sigma P_p}{12\left(\frac{P_{pn}}{N}\right) + \Sigma P_{pd}}; \tag{18}$$

gdzie:

P_{pn} – uzyskana oszczędność pracochłonności normowanej z wprowadzonych tematów w skali miesiąca w roboczogodzinach,
N – współczynnik wykonania norm,
P_{pd} – uzyskana oszczędność pracochłonności nieznormowanej z wprowadzonych tematów w skali miesiąca w roboczogodzinach,
P_p – ewidencjonowana narastająco oszczędność pracochłonności w roku w roboczogodzinach.

Po zastosowaniu współczynnika „W" do rejestrowanej oszczędności pracochłonności, można ustalić procentowy udział postępu techniczno-organizacyjnego we wzroście wydajności pracy całego przedsiębiorstwa w roku obliczeniowym. W tym celu należy obliczyć ogólną oszczędność pracochłonności w całym przedsiębiorstwie. Przyjmuje się tu założenie,że gdyby nie występowały żadne czynniki powodujące wzrost wydajności pracy w badanym okresie wówczas wzrost zatrudnienia musiałby równać się wzrostowi produkcji w stosunku do okresu poprzedniego[26]

Przy takim założeniu udział oszczędności pracochłonności w roku obliczeniowym uzyskany przez wprowadzenie rejestrowanego postępu w ogólnej oszczędności tej pracochłonności można wyrazić wzorem:

$$U = \frac{P_o + P_p \cdot W}{\left(\frac{W_k}{W_p} \cdot Z_p - Z_k\right) \cdot t_o} \cdot 100; \qquad (19)$$

gdzie:

U – procentowy udział obniżenia w roku obliczeniowym w stosunku do roku poprzedniego, pracochłonności z tytułu obliczanych i rejestrowanych skutków wprowadzanego postępu w ogólnym obniżeniu pracochłonności,

P_o – liczba godzin obniżonej pracochłonności w roku poprzednim z tytułu obliczonych i rejestrowanych stosowanymi metodami skutków wprowadzanego postępu,

W, P_p – jak we wzorze poprzednim,

W_k – wielkość wytworzonej produkcji w roku obliczeniowym,

W_p – wielkość wytworzonej produkcji w roku poprzednim,

Z_p – liczba zatrudnionych w przedsiębiorstwie w roku poprzednim,

Z_k – liczba zatrudnionych w przedsiębiorstwie w roku obliczeniowym,

t_o – efektywny roczny fundusz czasu pracy jednego pracownika w godzinach.

Według powyższego wzoru można obliczać nie tylko łączny wpływ postępu techniczno-organizacyjnego lecz także odrębny wpływ postępu technicznego i organizacyjnego, jeśli taka rozłączna ewidencja oszczędności pracochłonności z tych dwóch źródeł postępu istnieje w przedsiębiorstwie.

Stosowanie metody udziału pozwala na obliczenie wpływu tylko rejestrowanych skutków postępu techniczno-organizacyjnego, który nie wyczerpuje jednak w całości dokonującego się postępu w ym zakresie w przedsiębiorstwie. Nie uwzględnione są drobne zmiany na stanowiskach pracy i nie zgłaszane kierownictwu, jak również niektóre usprawnienia dokonywane samorzutnie w wydziałach remontowych i pomocniczych oraz zmiany oganizacyjne trudno wymierne. Z tych powodów pełna przydatność prezentowanej metody będzie

[26] Dla uproszczenia zostało tutaj pominięte zagadnienie jakości mierników produkcji, które nie zawsze są adekwatne do rzeczywistego wkładu pracy nie tylko żywej, lecz również uprzedmiotowionej.

możliwa po objęciu ewidencją i obliczeniami wszystkich przedsięwzięć dokonywanych w tym zakresie w przedsiębiorstwie, co wymaga zmiany i uzupełnienia stosowanych dotychczas zasad ewidencji i sprawozdawczośc.

6. Uwagi końcowe

W opracowaniu dokonano przeglądu i oceny możliwości wykorzystania różnych metod w badaniach ilościowych zależności pomiędzy wydajnością pracy a czynnikami ją kształtującymi ze szczególnym uwzględnieniem postępu technicznego.

Dociekania dotyczące przydatności poszczególnych metod, pozwoliły ujawnić wiele wad i ograniczeń w zakresie ich zastosowania w badaniach ilościowych omawianych wielkości.

Zdecydowana większość metod pomiaru zakłada, że wydajność pracy jest funkcją technicznego uzbrojenia pracy i postępu technicznego. Należy przy tym podkreślić, że nie uwzględnia się wpływu całego postępu technicznego, lecz jedynie wpływ postępu technologicznego, pomijając postęp w zakresie konstrukcji wyrobów, który jest integralną częścią postępu technicznego (metoda reszty, metoda Trapieznikowa, metoda zależności funkcyjnych).

Spośród zaprezentowanych metod, najbardziej przydatne w badaniach omawianych zależności są: analiza przyczynowa, metoda korelacyjno-regresyjna, zmodyfikowana metoda zależności funkcyjnych oraz metoda udziału. Szczególnie ta ostatnia,opierająca się na odmiennych założeniach,daje szerokie możliwości badania nie tylko łącznego wpływu postępu technicznego i postępu organizacyjnego, lecz także każdego z nich oddzielnie. Istnieją także możliwości uwzględnienia bieżących usprawnień organizacyjno-technicznych dokonywanych przez pracowników na stanowiskach pracy, pod warunkiem objęcia ewidencją i obliczeniami wszystkich przedsięwzięć dokonywanych w tym zakresie w przedsiębiorstwie.

S.86
S.97
S.98

S.99
S13

Włodzimierz Tłuchowski

Quantification Methods of Factors Influencing Labour Productivity

(Summary)

The aim of the paper is to present and to evaluate the possibilities of using various methods of measuring quantitative dependencies between labour productivity and the factors which determine it with particular reference to technological progress.

The first part presents a synthetic characteristics of labour productivity factors. Then technological progress as a labour productivity factor is discussed.Presentation of the quantification methods of labour productivity factors, both traditional and statistical-econometric, constitutes the basic part of the paper.

Studies concerning the usefulness of particular methods reveal a number of shortcomings and limitations in their application in quantitative investigations of the discussed values. The major part of the measurement methods assumes that labour productivity is a function of technical development of labour and of technological progress. It should also be stressed that technological progress as a whole is not taken into account because the progress in the construction of products which is an integral part of tecnological progress is omitted.

Among the presented methods the most useful are the following: analysis of causes, correlation – regression method, modified method of functional dependencies and method of share. The latter, based upon different assumptions, provides wide possibilities of investigating not only the joint influence of technological and organizational progress but of each of them separately.

BIBLIOTEKA AE w Poznaniu