

Krzysztof Torończyk

Próba kwantyfikacji wpływu wybranych czynników osobowych na indywidualną wydajność pracy

Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio H, Oeconomia 8,
199-213

1974

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez **Muzeum Historii Polski** w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

K r z y s z t o f T O R O Ń C Z Y K

**Próba kwantyfikacji wpływu wybranych czynników osobowych
na indywidualną wydajność pracy**

Попытка квантификации влияния выбранных личных факторов
на индивидуальную производительность труда

An Attempt to Quantify the Influence of Selected Personal Factors
on the Individual Work Efficiency

O wydajności pracy, jej roli i czynnikach ją kształtujących napisano już wiele artykułów, rozpraw i książek. Temat jest jednak nadal ważny i otwarty. Rosnąca w latach pięćdziesiątych wydajność pracy, przede wszystkim w przemyśle, nie przestała wzrastać i w latach sześćdziesiątych, z tym jednak, że to drugie dziesięciolecie odznaczało się spadkiem stopy wzrostu wydajności pracy i to spadkiem przybierającym na sile. Ujawnił on szereg niebezpiecznych hamulców owego wzrostu i dopiero dwa lata temu rozpoczęto je usuwać, co nie może być ani łatwe, ani szybkie, gdyż przyczyny osłabienia tempa wzrostu wydajności pracy w przemyśle polskim mają charakter różnorodny, sięgają głęboko, zazębiają się o sprawy organizacyjne i społeczne. Żeby dotrzeć do istoty problemu i zastanawiać się nad możliwościami wyjścia z impasu, trzeba zdawać sobie sprawę, że wydajność pracy robotników w przemyśle kształtuje się pod wpływem dużej liczby czynników, co powoduje, że jej zmienność jest jedną z najbardziej charakterystycznych cech pracy człowieka. Zmienność wydajności pracy jest bowiem efektem wpływu jednocześnie czynników rzeczowych (obiektywnych) związanych z materialnymi warunkami pracy, jak i czynników osobowych (subiektywnych) związanych z podmiotem procesu produkcyjnego. W procesie wytwórczym następuje wzajemne przenikanie i zespolenie rzeczowych i osobowych czynników wydajności pracy. Zmiana jednego z nich powoduje zmianę nie tylko poziomu wydajności pracy, ale również i pozostałych czynników, co powoduje konieczność kompleksowego badania ich wpływu.

W dotychczasowych opracowaniach dotyczących przyczyn tak różnego kształtowania się wydajności pracy różnych grup robotników w przemyśle główną uwagę zwracano na czynniki przedmiotowe. W części było to uzasadnione, jako że w stosunku do tego zbioru czynników istnieją od dawna szczególnie opracowane metody matematyczno-statystyczne, dzięki którym wpływ tych czynników na wydajność pracy można ująć w ścisłe zależności funkcyjne. Brak tych metod w stosunku do analizy wpływu czynników osobowych na zmienność wydajności pracy sprawił, że prowadzono je głównie za pomocą tradycyjnego opisu jakościowego.

Ta dotychczasowa wytrwałość w preferowaniu tradycyjnych metod badań jest także pośrednio przyczyną niskiego stanu obecnego i nieprawidłowych ocen perspektywicznej wydajności pracy.

Wszechstronna jakościowa i ilościowa analiza wpływu czynników osobowych na efektywność pracy różnych zbiorowości robotników w przemyśle pozwala poznać siłę i charakter łącznego wpływu tych czynników, natomiast ustalenie wymiernych związków między nimi daje podstawę do realnego prognozowania wydajności pracy.

Celem niniejszego opracowania jest przede wszystkim ilościowa ocena wpływu niektórych czynników osobowych na wydajność pracy, uważanych do tej pory za czynniki niewymierne, nie dające się skwantyfikować czy ująć w zależności funkcyjne. Wynika to z faktu, że nie doceniano w należyтым stopniu wzrostu wydajności pracy robotników zatrudnionych w nie zmieniających się rzeczowych warunkach pracy — w wyniku optymalizacji czynników osobowych, np. podnoszenia umiejętności praktycznych będących wynikiem odpowiedniego stażu czy sprawności fizycznej uzależnionej od wieku.

Przy tych samych rzeczowych warunkach pracy różnice w poziomie średniej indywidualnej wydajności pracy robotników zatrudnionych przy wykonywaniu identycznych lub bardzo zbliżonych operacji technologicznych są — jak wiemy — wywołane odmiennością cech osobowych. Przy prostych operacjach lub obsłudze nieskomplikowanych maszyn różnice w poziomie wydajności pracy są głównie wyrazem zróżnicowania sprawności fizycznej, płci, warunków dojazdu do pracy, wraz ze wzrostem złożoności wykonywanych operacji wzrasta rola doświadczenia produkcyjnego, stażu pracy, wiedzy zawodowej.

Ta istotna rola czynników osobowych całkowicie uzasadnia konieczność szczegółowych badań nad wpływem tych czynników na wydajność pracy, a tym samym próby skwantyfikowania tego wpływu w zależność funkcyjną.

Interesujące opracowanie matematyczno-statystycznych metod kwantyfikujących zależności między średnią indywidualną wydajnością pracy a wybranymi czynnikami osobowymi (staż pracy, wiek), a także rozważania na temat postępu organizacyjnego w oparciu o analizę wydajności pracy przedstawił prof. Z. Pawłowski w książce *Ekonometryczna analiza procesu produkcyjnego*.¹ Rozważania te są czysto teoretyczne, a dopiero konfrontacja tych metod w bezpośrednich badaniach z rzeczywistą sytuacją w przedsiębiorstwie przemysłowym i analiza otrzymanych wyników może stanowić kryterium weryfikujące, które zadecyduje o przydatności tych metod i zastosowaniu ich przy planowaniu produkcji, technicznym normowaniu pracy, a przede wszystkim przy planowaniu wzrostu wydajności pracy.

Próbę weryfikacji metod statystyczno-matematycznych prof. Z. Pawłowskiego przeprowadzono w Lubelskich Zakładach Przemysłu Skórzanego im. Buczka (LZPS). Dane, które zebrano w dwóch wydziałach LZPS, dotyczą indywidualnej i zbiorowej wydajności pracy, wieku, stażu oraz warunków pracy, a obejmują roczny przedział czasu. W badanym przedziale czasu warunki pracy oraz technika pozostały niezmiennie, co stanowiło najważniejsze założenie rozpatrywanego modelu.

Uzasadnieniem tak ważnej roli tego założenia jest fakt, że praktycznie nie-realne jest wyodrębnienie wpływu czynników osobowych na wydajność pracy

¹ Z. P a w ł o w s k i: *Ekonometryczna analiza procesu produkcyjnego*, rozdz. V, PWN, Warszawa 1970.

na tle jednoczesnego oddziaływania czynników rzeczowych. Jedynie niezmiennosc tych ostatnich jest warunkiem umożliwiającym analizę.

Wybrane wydziały odpowiadały warunkom stałości techniki i technologii, a także wybrana próba 91 osób zatrudnionych wykonywała prawie identyczne operacje ręczne, maszynowo-ręczne i maszynowe w jednakowych obiektywnie warunkach pracy.

Przed przystąpieniem do praktycznej oceny działalności przedsiębiorstwa na polu postępu organizacyjnego, a także analizy wpływu wybranych czynników osobowych na wydajność pracy, konieczne jest pewne teoretyczne wprowadzenie.

Ogólnie możemy stwierdzić, że wydajność zespołowa jest funkcją wydajności indywidualnej² (średniej), poziomu techniki i poziomu organizacyjnego, a więc jako wyjściowy model kształtowania się zespołowej wydajności pracy możemy przyjąć wyrażenie:

$$W_z = f(W_R, T, M)$$

W_z — wydajność zespołowa

W_R — średnia wydajność indywidualna

T — miernik poziomu techniki

M — miernik poziomu organizacyjnego przyjmujący wartości rzeczywiste X , z pewnego przedziału $(0, X_{\max})$ odpowiadające określonym poziomom organizacyjnym przedsiębiorstwa.

Założona stałość techniki i technologii nie zniekształci ostatecznego wyniku, a znacznie uprości obliczenia i wówczas model przyjmie postać:

$$W_z = f(W_R, X)$$

gdzie X jest zmienną mierzącą poziom organizacji pracy.

Należy zaznaczyć, że wyżej wymieniony model może jedynie rejestrować stany, a nie dynamikę w określonym czasie.

Konieczna jest więc analiza przyrostów zmiennych W_R i X i w związku z tym po przyjęciu założenia, że funkcja ta jest różniczkowalna ze względu na każdą z tych zmiennych, całkowita różniczka tej funkcji jest równa:

$$\Delta W_z = \frac{dW_z}{dW_R} \cdot \Delta W_R + \frac{dW_z}{dX} \cdot \Delta X$$

Interesuje nas jedynie różniczka cząstkowa wydajności zespołowej reprezentująca jej przyrost wynikły z postępu organizacyjnego i wówczas:

$$\lambda = \frac{dW_z}{dX} \cdot \Delta X$$

Przy przyjęciu dalszego założenia, że elastyczność wydajności zespołowej względem średniego poziomu indywidualnej wydajności pracy jest równa jedności, miernik λ (po prostych przekształceniach) przybierze postać:

$$\lambda = \left(\frac{\Delta W_z}{W_z} - \frac{\Delta W_R}{W_R} \right) \cdot W_z$$

² To znaczy wydajność pracy konkretnego pracownika, a za podstawową jednostkę odniesienia przyjęto tzw. godzinową indywidualną wydajność pracy, czyli ilość produkcji wytworzoną przez jednego robotnika w czasie jednej godziny.

Miernik może być uznany za kryterium efektów postępu organizacyjnego i wówczas — jak stwierdza prof. Pawłowski — postęp na tym odcinku występuje wtedy i tylko wtedy, gdy $\lambda > 0$. W sytuacji $\lambda = 0$ mamy stan stacjonarny, a gdy $\lambda < 0$ — występuje regresja.

Dane niezbędne do bliczeń i weryfikacji tego miernika zebrano w dwóch wydziałach (obie zmiany) 411 i 413 w LZPS.

Zagregowanie wydajności pracy umożliwiło przedstawienie jej w procencie norm technicznie uzasadnionych.

Tabela 1

Wyszczególnienie	Styczeń 1971	Grudzień 1971
	% wykonania norm	
Indywidualna wydajność pracy 411A	122,6	151,0
Indywidualna wydajność pracy 411B	129,4	132,6
Średnia indywidualna wydajność pracy 411A + 411B	126,0	141,8
Zespołowa wydajność pracy 411A + 411B	129,3	133,3

Źródło: Dokumentacja sprawozdawcza w przedsiębiorstwie.

Średnia indywidualna wydajności pracy obliczona została jako iloraz sumy indywidualnych wydajności poszczególnych robotników i ich liczby. Zbiorowa wydajność figuruje w sprawozdaniach przedsiębiorstwa.

Wskaźnik postępu technicznego po wstawieniu danych przyjmuje postać:

$$\lambda = -12,23 < 0$$

Według teoretycznej interpretacji prof. Pawłowskiego, w sytuacji gdy $\lambda < 0$, mamy do czynienia z regresem organizacyjnym.

Wnikliwa ocena i analiza rzeczywistej sytuacji w wydziale wykazała, że na przestrzeni roku 1971 były trudności w zakresie transportu surowców i wyrobów gotowych oraz perturbacje w gospodarce magazynami. Zakłócenia spowodowane były przez niezbyt przemyślane posunięcia organizacyjne, które bezpośrednio i na bieżąco nie były zauważalne, a które w dłuższym przedziale czasowym znacznie zaważyły na zbiorowej wydajności pracy i zdecydowały o ujemnym wskaźniku.

Zanalizowano następnie wydział 413 w tym samym okresie czasu.

Na uwagę zasługuje fakt, że praca w obu wydziałach nosi bardzo zbliżony charakter i w związku z tym posiadają one możliwość wprowadzenia postępu organizacyjnego w równym stopniu.

Dane obliczone według tego samego schematu mają dla wydziału 413 A i B postać:

Tabela 2

Wyszczególnienie	Styczeń 1971	Grudzień 1971
	% wykonania norm	
Indywidualna wydajność pracy 413A	119,0	120,5
Indywidualna wydajność pracy 413B	115,0	123,1
Średnia indywidualna wydajność pracy 413A i 413B	117,0	121,8
Zbiorowa wydajność pracy 413A i B	85,0	125,0

Źródło: Dokumentacja sprawozdawcza w przedsiębiorstwie.

Miernik postępu organizacyjnego dla wydziału 413 i B jest równy:

$$\lambda = 36,5 > 0$$

Jak widzimy, o tak wysokim wskaźniku λ zadecydowało niskie wykonanie normy zbiorowej wydajności pracy w styczniu 1971 roku (85,0%), spowodowane trudnościami natury organizacyjnej. Ale wykonanie normy nawet o 100% w styczniu w porównaniu ze 125% jej wykonaniem w grudniu dałoby w rezultacie dodatni wskaźnik λ wskazujący na znaczne efekty udoskonaleń organizacyjnych na przestrzeni roku.

Interpretacja teoretyczna Z. Pawłowskiego i w tym wypadku jest zgodna z rzeczywistością. Dokładna analiza przeprowadzona na tym wydziale ujawniła znaczne usprawnienia transportu wewnętrznego, lepsze wykorzystanie czasu pracy, bardziej racjonalną metodę odbioru wyrobów gotowych.

Rozważania ogólnoteoretyczne znalazły potwierdzenie w rzeczywistości. Dwa przedstawione wydziały pracujące w bardzo zbliżonych warunkach technicznych i o podobnym charakterze pracy wykazały znaczne różnice w kształtowaniu się relacji przyrostów względnych indywidualnej wydajności pracy, co, jak potwierdziła analiza ilościowa według koncepcji prof. Z. Pawłowskiego i opisuwa przeprowadzona na podstawie wywiadów, było jedynie przyczyną określonej działalności na polu postępu organizacyjnego.

Wydaje się, że miernik ten zweryfikowany w jednym tylko przedsiębiorstwie (w dwóch jego wydziałach) można zaadaptować do oceny efektów prac zmierzających w kierunku postępu organizacyjnego niezależnie od specyfiki produkcyjnej przedsiębiorstwa. Oczywiście miernik ten będzie prawidłowo interpretował rozwój postępu organizacyjnego, o ile zachowany będzie warunek niezmienności techniki i technologii w danym przedziale czasowym. Chodzi tutaj o istotne zmiany czynników rzeczowych, z którymi przedsiębiorstwa w przeważającej części na przestrzeni roku (okres sprawozdawczy) nie mają do czynienia.

Postęp organizacyjny jest niezmiernie istotnym elementem wpływającym na wzrost racjonalności działań, co w konsekwencji powoduje wzrost zarówno indywidualnej, jak i zbiorowej wydajności pracy.

Należy jednak pamiętać, że wzrost wydajności pracy, jako najistotniejszy składnik rozwoju gospodarczego, jest wypadkową działania wielkiej zbiorowości czynników, wśród których postęp organizacyjny odgrywa niepoślednią rolę, ale nie jedyną.

W kształtowaniu poziomu indywidualnej wydajności pracy robotników w przemyśle istotne znaczenie ma doświadczenie produkcyjne. Jego źródłem jest okres stażu pracy na danym stanowisku roboczym, w wydziale czy przedsiębiorstwie. Okres stażu pracy pozwala robotnikowi przez czynną obserwację i analizę pracy własnej, a także porównanie własnej metody pracy ze sposobami działania innych, konsekwentnie korygować własne błędy i niedociągnięcia, poznać proces pracy, którego jest współrealizatorem, najbardziej racjonalnie wykorzystując czas pracy.

Powszechnie znaną prawidłowością jest wzrost do pewnego momentu wydajności pracy robotników wraz ze stażem pracy. Jednak za stwierdzeniem tym nie kryje się szczegółowa analiza tego zjawiska. Na uwagę zasługują jedynie wyniki badań przeprowadzonych przez Z. Pawłowskiego. Na podstawie badań Z. Pawłowski doszedł między innymi do wniosku, że im dłuższy jest staż pracy robotnika, tym wyższa jest na ogół jego wydajność, jeżeli tylko nie

badamy pracowników w zbyt zaawansowanym wieku, tzn. takich, którzy z uwagi na wyczerpanie organizmu spowodowane zbliżającą się starością wykazują w miarę przyrostu stażu (i wieku) coraz niższą wydajność. Można przyjąć, że proces obniżania wydajności pracy spowodowany starzeniem się robotnika rozpoczyna się około 50 roku życia. Dla robotników młodszych natomiast zasadą jest, że im dłuższy ich staż pracy, tym wyższa ich wydajność.

Z. Pawłowski w książce *Ekonometryczna analiza procesu produkcyjnego* stwierdza, że wśród wielu zmiennych wpływających na wydajność pracy istnieją takie czynniki zwane zmiennymi objaśniającymi, jak staż pracy, wiek robotnika, płeć, czas dojazdu do pracy, których wpływ można ujmować nie tylko w tradycyjny sposób opisowy, ale także przy zastosowaniu metod statystyczno-matematycznych.

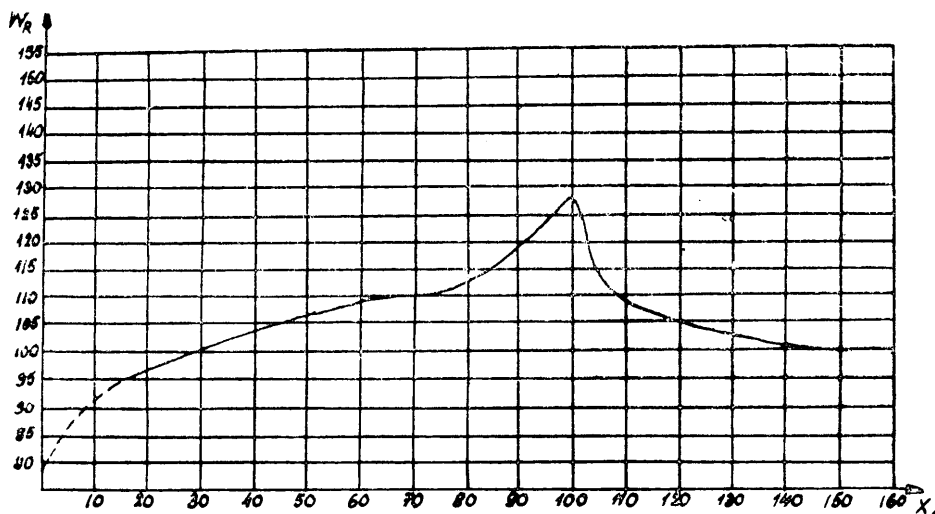
Skoncentrowano uwagę głównie na stażu pracy i wieku robotnika. Z. Pawłowski podaje szereg rozwiązań zależności funkcyjnej wydajności od stażu pracy, a wybór właściwej z nich zależy od specyfiki przedsiębiorstwa, czyli czynnością pierwotną są tutaj badania empiryczne, które po odpowiedniej interpretacji pozwalają na właściwy dobór zależności zmiennej endogenicznej (wydajności indywidualnej) od zmiennej objaśniającej (w tym wypadku stażu pracy). Pod uwagę wzięto ten sam wydział, co w badaniach poprzednich, jednak ze znacznym ograniczeniem co do liczby obserwacji. W analizie można uwzględnić indywidualną wydajność pracy robotników pracujących w podobnych warunkach oraz pozostających w tym samym przedziale wieku (w tym wypadku 25—35 lat). Uzasadnieniem tego wyboru jest fakt, że w tym przedziale wieku wydajność jest stosunkowo najwyższa.

Niżej przedstawiono tabelę obserwacji wydajności indywidualnej w zależności od stażu pracy:

Tabela 3

Nr kolejny obserwacji	Staż pracy w miesiącach	Wydajność w % wykonania norm	Nr kolejny obserwacji	Staż pracy w miesiącach	Wydajność w % wykonania norm
1	11	80	21	100	145
2	12	90	22	100	130
3	22	116	23	102	106
4	44	82	24	110	120
5	44	120	25	110	90
6	44	110	26	110	90
7	66	120	27	110	118
8	66	112	28	110	115
9	66	88	29	110	90
10	68	120	30	110	98
11	77	125	31	110	115
12	77	92	32	110	110
13	88	110	33	121	108
14	88	116	34	132	90
15	90	130	35	132	110
16	91	112	36	154	109
17	98	140	37	154	112
18	99	151	38	154	100
19	99	108	39	165	190
20	99	122			

Na wykresie, gdzie punkty krzywej stanowią średnią statystyczną punktów o zbliżonej wartości stażu, zależność ta ma postać jak przedstawiono na wykresie 1.



Łatwo zauważyć z wykresu, że wydajność wzrasta do pewnego momentu (do określonego stażu) — 99, 100 mies., po jego przekroczeniu już nie wzrasta, ale utrzymuje się na stałym poziomie a nawet przy lekkim jego spadku.

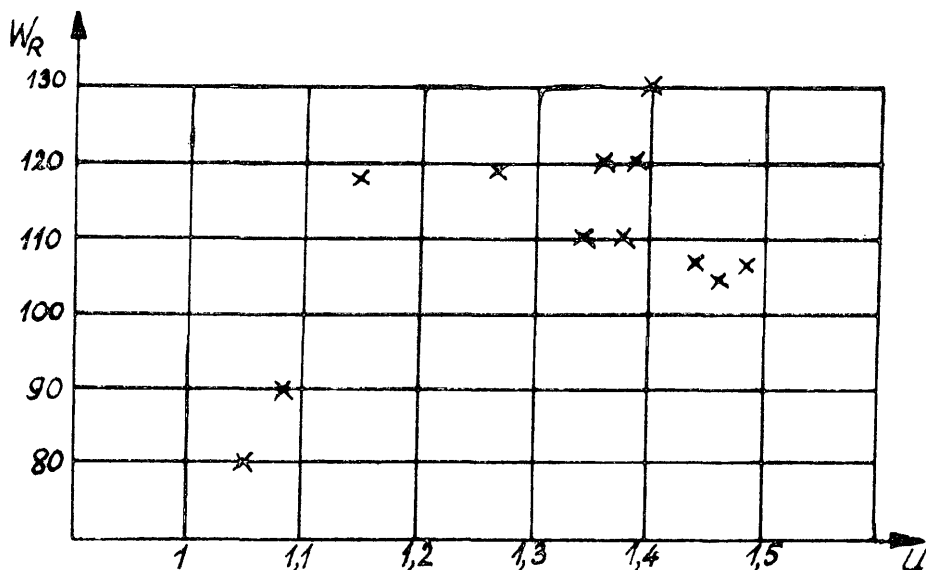
Prostym uogólnieniem rozpatrywanego problemu może być w takim przypadku wyrażenie:

$$W_R = \begin{cases} a_1 \sqrt{\log(x_1 + 1)} + a_2 & \text{dla } 0 < x_1 < a_0 \\ a_3 = \sqrt{\log(a_0 + 1)} a_1 + a_2 & \text{dla } x_1 \geq a_0 \end{cases}$$

Pierwsza część wzoru informuje o przebiegu wykresu rozpatrywanej funkcji w zamkniętym przedziale, którego górną granicę stanowi wysokość stażu, odpowiadająca maksymalnej wydajności pracy. Po przekroczeniu tej górnej granicy wydajność spada lub utrzymuje się na nie zmienionym poziomie. I tę sytuację ilustruje wykres sporządzony na podstawie drugiej części podanego wyrażenia.

Dla sprawdzenia, czy wyżej wymienione wnioski zgodne są z wybranym wyrażeniem, należy te same obserwacje przenieść na wykres o współrzędnych prostokątnych (U , W_R), gdzie $U = \sqrt{\log(x_1 + 1)}$, a W_R jest indywidualną wydajnością pracy. Te same tendencje na obu wykresach uzasadniają prawidłowy wybór. Konieczne są do tego niezbędne obliczenia:

x_1	U	gdzie $U = \sqrt{\log(x_1 + 1)}$
11	1,04	
12	1,06	
22	1,17	
44	1,29	
66	1,35	
68	1,36	
77	1,37	
88	1,39	
99	1,40	
110	1,43	
132	1,46	
154	1,48	



Obliczenie symbolu U podyktowane jest koniecznością transformacji prowadzącą model do postaci liniowej.

Jak łatwo zauważyć, początkowo poszczególne wyniki obserwacji dość wyraźnie rosną i sytuacja taka ma miejsce w przybliżeniu aż do $U = 1,40$, co odpowiada stażowi 99, 100 miesięcy. Poczynając od tego stażu następne obserwacje nie wykazują już wzrostu wydajności. Podobne spostrzeżenia dotyczyły wykresu empirycznego. W tej sytuacji można przejść do oznaczania parametrów funkcji charakteryzującej wybrany model. Ocenę tych parametrów otrzymujemy za pomocą metody najmniejszych kwadratów:

$$\begin{aligned} a_1 \sum U_i^2 + a_2 \sum U_i &= \sum W_{R_i} \cdot U_i \\ a_1 \sum U_i + a_2 \cdot n &= \sum W_{R_i} \end{aligned}$$

biorąc pod uwagę tylko te wyniki obserwacji, które odpowiadają stażowi pracy nie przekraczającemu a_2 czyli 100 miesięcy (w naszym przypadku). Proste przeliczenia dają oceny parametrów a_1 i a_2 równe odpowiednio 39,07 i 46,06. A więc poszukiwany model zależności indywidualnej wydajności pracy od stażu pracy w badanym wydziale ma następującą postać:

$$W_R = \begin{cases} 39,07 \sqrt{\log(x_1 + 1)} + 46,06 + Z_1 & \text{dla } 0 < x_2 < 100 \\ 39,07 \sqrt{\log(a_0 + 1)} + 46,06 + Z_2 = 127,4 & \text{dla } a_0 \geq 100 \end{cases}$$

Na podstawie tych założeń można w przybliżeniu ocenić przyszłą wydajność indywidualną w zależności od stażu pracy przy założeniu niezmiennych techniki i organizacji pracy oraz niezmiennych kwalifikacjach i bodźcach do pracy.

Badania przeprowadzone w przedsiębiorstwie potwierdzają przekonanie, że z reguły tempo wzrostu wydajności pracy jest większe w początkowym okresie nabywania doświadczenia produkcyjnego (umiejętności praktycznych). Po osiągnięciu i przekroczeniu poziomu przeciętnego dalszy wzrost wydajności pracy pod wpływem doskonalenia umiejętności praktycznych odbywa się zwykle w tempie wolniejszym, lub ustaje w ogóle.

Zdolność do pracy robotników w przemyśle uzależniona jest także od właściwości intelektualnych oraz sprawności fizycznej człowieka.

Dokonując syntezy wyników eksperymentalnych badań sprawności fizycznej człowieka Z. Michałkiewicz wyprowadza następujące wnioski:³

a) obok praktycznie realizowanej sprawności fizycznej człowieka istnieje jego sprawność potencjalna, która do pewnego wieku z reguły przewyższa stawiane wymagania;

b) maksimum ogólnej, potencjalnej sprawności fizycznej osiągana jest zarówno u mężczyzn, jak i u kobiet w wieku 25—35 lat, począwszy od tego wieku sprawność fizyczna zaczyna się stopniowo obniżać, przy czym spadek ma na ogół bardzo łagodny przebieg;

c) obniżenie potencjalnej sprawności fizycznej daje się praktycznie zauważyć u robotników dopiero w momencie, gdy spada poniżej granicy wymagań — u mężczyzn w wieku 50—55 lat, u kobiet w wieku 45—50 lat.

Zdaniem Z. Michałkiewicza, wskazane przedziały optymalnego wieku produkcyjnego wynoszą 30—39 lat. Wynika to stąd, że w tym okresie wieku robotnik łączy pełną sprawność fizyczną z nabytym już doświadczeniem zawodowym. Po 40 roku życia fizjologiczna wydajność organizmu zaczyna się stopniowo zmniejszać, przy czym u kobiet występuje to w stopniu znacznie silniejszym niż u mężczyzn, czego całkowicie nie może wyrównać wzrost doświadczenia. Na podstawie badań empirycznych stwierdzono, że największą zmiennością osiąganego poziomu wydajności pracy charakteryzują się robotnicy najmłodsi (do 25 lat) oraz w nieco mniejszym stopniu robotnicy najstarsi (45 i więcej lat). U osób młodszych przyczyną tego zjawiska są przede wszystkim odmienne predyspozycje zawodowe poszczególnych robotników, u osób starszych natomiast stan ten jest wynikiem różnego okresu i tempa starzenia się.

Wpływ czynnika wieku na indywidualną wydajność pracy można także ująć w zależność funkcyjną, oczywiście wówczas gdy obserwacji dokonuje się w jednorodnych zespołach, tzn. wśród robotników tych samych zawodów, pracujących w jednakowych warunkach technologicznych i organizacyjnych.

Ze statystycznej analizy strukturalnej wynika, że przyrost wieku robotników zwiększa wydajność pracy początkowo szybko, potem wolniej, po przekroczeniu zaś pewnej granicy wieku wydajność zaczyna spadać przy dalszym wzroście wieku.

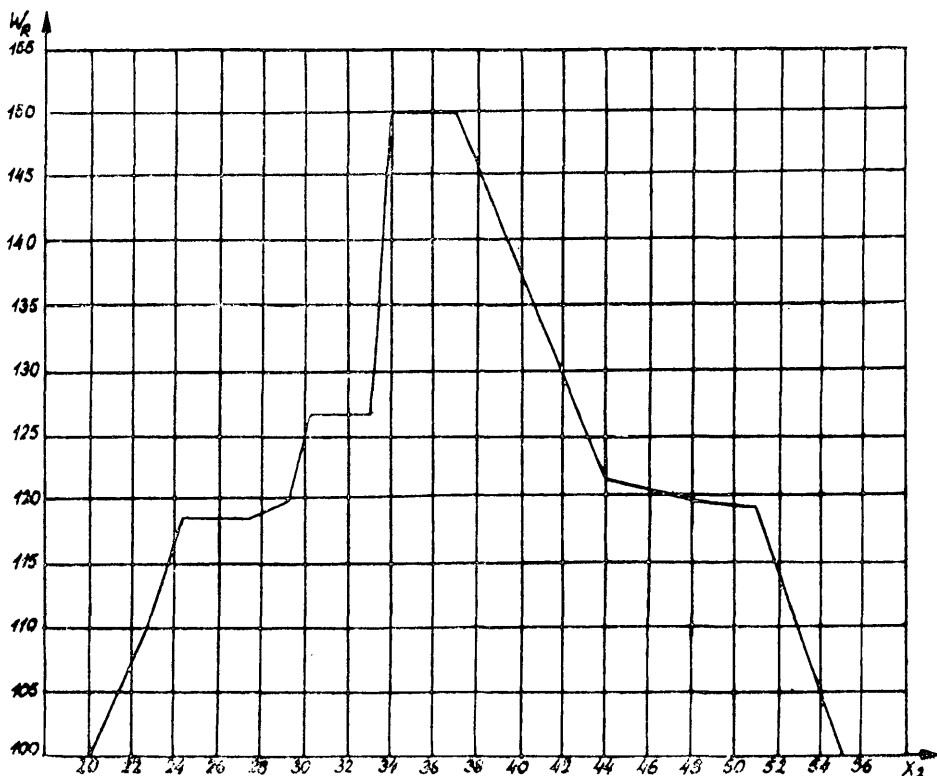
Wpływ wieku na wydajność pracy robotników w przemyśle można więc opisać z wystarczającą dla celów praktycznych dokładnością za pomocą funkcji parabolicznej drugiego stopnia:

$$W_R = a_1 + a_2 X_2 + a_3 X_2^2 \quad a_3 < 0$$

gdzie X_2 jest wiekiem robotnika, liczonym w ukończonych latach.

³ Z. Michałkiewicz: *Przydatność zawodowa robotników w starszym wieku*, Warszawa 1962, s. 51.

W celu sprawdzenia tej zależności funkcyjnej i jej wiarygodności przeprowadzono badania empiryczne w stosunku do zbiorowości robotników spełniającej wymagane wyżej warunki. Zbiorowość liczy 86 robotników, w związku z tym krańcowe wyniki zniwelują się na wykresie 3, na którym przedstawiono wszystkie obserwacje.



Już pierwszy rzut oka pozwala zauważyć, że wykres ten po wyrównaniu przyjąłby postać paraboli, a więc i w tym wypadku założona relacja znajduje swoje odbicie w rzeczywistości. Podanie równania paraboli w stosunku do konkretnego wydziału LZPS pozwoli przedsiębiorstwu na racjonalną ocenę średniej indywidualnej wydajności pracy w zależności od wieku pracujących robotników. Wystarczy bowiem bliższa analiza wykresu, żeby zorientować się jaka będzie wydajność pracy robotnika mającego teraz np. 25 lat za 6–10 lat przy założeniu stałości innych czynników lub ich proporcjonalnych zmian.

Prognozowanie takie w skali makroekonomicznej może mieć między innymi wielkie znaczenie, jeśli chodzi o ustalenie wieku emerytalnego, ponieważ przy szczegółowej analizie daje odpowiedź na pytanie, czy koszty osobowe robotnika nie przekraczają znacznie korzyści wynikłych z obniżonej wydajności pracy wskutek zaawansowanego wieku. W badanym wydziale, dysponując potrzebnym zespołem danych obliczanych w oparciu o poprzedni wykres, wyznaczono konkretne równania paraboli ilustrujące zauważoną tendencję. Oto pa-

parametry równania $W_R = a_1 + a_2X_2 + a_3X_2^2$ wyznaczone na podstawie rozwiniętej metody najmniejszych kwadratów o następującej postaci:

$$\begin{aligned}\sum Y &= Na + b\sum X + c\sum X^2 & a &= a_1, \quad b = a_2, \quad c = a_3 \\ \sum XY &= a\sum X + b\sum X^2 + c\sum X^3 \\ \sum X^2Y &= a\sum X^2 + b\sum X^3 + c\sum X^4\end{aligned}$$

gdzie: $Y = W_R$, N — liczba obserwacji; aX — liczby odpowiadające określonym przedziałom wieku, np.: liczba 1 — wiek 18—20 lat, 2 — 20—22 lata itd.

Poszczególne indywidualne wydajności pracy (W_R) wyznaczone z wykresu empirycznego np.: cyfrze 1 odpowiadającej wiekowi 20 lat przyporządkowana jest na wykresie wydajność 100%, cyfrze 2 (22 lata) — 113% itd.

Zestaw potrzebnych obliczeń przedstawiono w tabeli 4.

Układ trzech równań ma więc postać:

$$\begin{aligned}2205 &= 18 \cdot a + 171 \cdot b + 2109 \cdot c \\ 20953 &= 171 \cdot a + 2109 \cdot b + 29641 \cdot c \\ 152141 &= 2109 \cdot a + 29641 \cdot b + 432361 \cdot c\end{aligned}$$

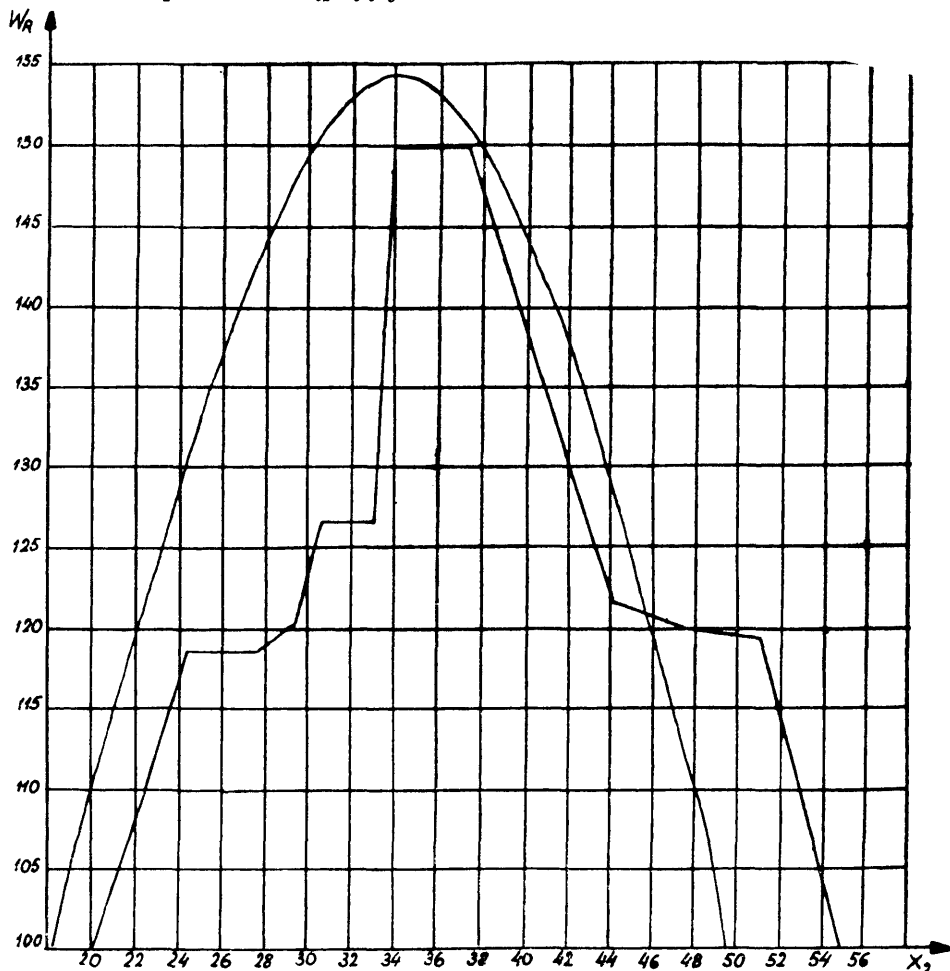
Tabela 4

Wydajność indywi- dualna Y	X	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y
100	1	1	1	1	100	100
113	2	4	8	16	226	452
115	3	9	27	81	345	1 035
118	4	16	64	256	472	1 888
119	5	25	125	625	595	2 975
121	6	36	216	1 296	726	4 356
126	7	49	343	2 401	882	6 174
140	8	64	512	4 096	1 120	8 960
150	9	81	729	6 561	1 350	12 150
146	10	100	1 000	10 000	1 460	14 600
140	11	121	1 331	14 641	1 540	16 940
130	12	144	1 728	20 736	1 560	18 720
121	13	169	2 197	28 561	1 573	20 449
120	14	196	2 744	38 420	1 680	23 520
120	15	225	3 375	50 630	1 800	27 000
118	16	256	4 096	65 540	1 888	30 208
108	17	289	4 913	83 520	1 836	30 212
100	18	324	5 832	104 980	1 800	32 400
2205	171	2109	29 641	432 361	20 953	252 141

Przeliczenia dają następujące oceny parametrów: $a_1=93,4$, $a_2=14,6$, $a_3=-0,87$, a więc równanie paraboli ma postać:

$$W_R = -0,87X_2^2 + 14,6X_2 + 93,4$$

Parabola posiada następujący kształt:



Na podstawie wykresu paraboli można z dużą dokładnością ocenić wydajność pracy w poszczególnych przedziałach wieku w badanych wydziałach LZPS.

Tak pokrótce wygląda przegląd zarówno teoretyczny, jak i empiryczny, niektórych statystyczno-matematycznych metod ujęcia wpływu wybranych czynników na indywidualną wydajność pracy. Problemem dość istotnym jest tutaj kwestia sprawdzenia wiarygodności przedstawionych metod w konfrontacji z praktyką gospodarczą.

Poglądy wielu autorów na interpretację omawianych zjawisk często znacznie różnią się od siebie i to nawet w tak zasadniczych kwestiach, jak sposób obliczania wydajności pracy. Ale nawet uzgodnienie poglądów na sposób obliczania wydajności pracy nie oznacza zgodności co do sposobu mierzenia wpływu określonych czynników na poziom i wzrost wydajności pracy. Ekonomisci i ekonometrycy w kraju i za granicą proponują coraz to nowsze wzory, formuły i równania, ale zazwyczaj są to propozycje bardziej efektywne niż efek-

tywne, skomplikowanym schematom nie towarzyszą często rozsądne próby ich weryfikacji, materiał statystyczny najczęściej nie jest im adekwatny.

Badanie empiryczne przeprowadzono w LZPS w oparciu o metody badawcze, głównie statystyczno-matematyczne, znane już w literaturze ekonometrycznej, jak i o nowe własne propozycje przedstawione przez autora Z. Pawłowskiego w książce *Ekonometryczna analiza procesu produkcyjnego*.

Przedmiotem zainteresowania były metody badania ilościowych relacji między zmiennymi a wydajnością pracy, o której decydują i w dalszej konsekwencji — charakteryzują przebieg całego procesu produkcyjnego.

Teoretyczne założenia zastosowane w badaniach empirycznych w LZPS wykazały absolutną zgodność z rzeczywistością. Weryfikację metod teoretycznych przeprowadzono nie tylko w oparciu o materiały sprawozdawcze z lat ubiegłych i o zauważone na tej podstawie tendencje rozwojowe, ale także przez wnikliwą bieżącą analizę na wydziale, przez rozmowy ze średnim dozorem technicznym czy kierownictwem wydziału. Oczywiście wyniki przeprowadzonych badań odzwierciedlają jedynie z dużym prawdopodobieństwem istniejący stan rzeczy, jednakże można je wykorzystać z wystarczającą w celach praktycznych dokładnością dla budowy prognoz oraz dla obiektywnej oceny aktualnej sytuacji w przedsiębiorstwie.

Z. Pawłowski podkreśla, że idealna byłaby taka sytuacja, w której umielibyśmy wytłumaczyć wszystkie zaobserwowane różnice w indywidualnej wydajności pracy robotników. Wtedy bowiem można byłoby również dokonywać bezbłędnych prognoz kształtowania się wydajności pracy różnych zbiorowości robotników w przemyśle w ściśle określonych warunkach, co pozwoliłoby znaleźć warunki optymalne, to jest takie, przy których wydajność pracy byłaby możliwie najwyższa.⁴ Ponieważ w praktyce nie umiemy określić wszystkich zmiennych wpływających na wydajność pracy, wszelkie prognozy będą obarczone pewnym błędem, a wnioski, jakie wyciągnęliśmy w trakcie badań, pozwalają sądzić, że błędy w prognozowaniu nie zostaną w znacznym stopniu wyeliminowane, gdy przedsiębiorstwa nie odejdą od tradycyjnych sposobów obliczeń w kierunku nowoczesnych metod statystyczno-matematycznych. W niektórych przypadkach przyjęcie założeń, o których mówiono wyżej, jest w przedsiębiorstwie niemożliwione szybko rosnącym postępem techniczno-ekonomicznym, organizacyjnym czy zmianą profilu produkcyjnego. Ale w wielu przedsiębiorstwach, które mogą przyjąć to założenie, badania takie także nie są prowadzone, czego przyczyna tkwi głównie w ograniczonych kwalifikacjach zawodowych pracowników służb ekonomicznych, a także w nieznajomości najnowszych w tej dziedzinie osiągnięć teoretycznych, które można realizować praktycznie nawet bez komputerów czy maszyn matematycznych.

Zastosowanie tych nowych metod ograniczyłoby znacznie tolerancję odchyleń planu od jego wykonania, a także znacznie udokładniłoby prognozy kształtowania produkcji, wydajność pracy, organizację rozdziału zadań itp.

Opis jakościowy wpływu czynników osobowych na indywidualną wydajność pracy jest aktualnie główną podstawą ustalenia norm technicznych (pomijając oczywiście czynniki rzeczowe. Aktualnie opis jakościowy tę rolę spełnia), ale w przyszłości, gdy technika posunie się znacznie naprzód, przedsię-

⁴ Z. Pawłowski: *Niektóre aspekty wyników badania indywidualnej wydajności pracy w wydziałach mechanicznych*, Warszawa 1969, s. 41.

biorstwa będą dysponowały nowoczesnym zautomatyzowanym parkiem maszynowym; jedynie od człowieka, od jego specjalnych predyspozycji zawodowych, od jego wiedzy zawodowej będzie zależał wynik działalności produkcyjnej i wtedy sam opis jakościowy nie spełni swojej roli.

W obiektywnie jednakowych warunkach pracy jedynie ścisła, skwantyfikowana, ujęta we wzory i formuły matematyczne, połączona z opisem jakościowym dającym odpowiednią interpretację wyników metoda oceny wpływu czynników osobowych na wydajność pracy będzie odgrywała główną i najważniejszą rolę.

P E Z J U M E

В анализе воздействия личных факторов на индивидуальную производительность труда в основном применяются традиционные методы качественной характеристики; статистико-математические методы в этих исследованиях применяются очень редко.

В настоящей работе проведена как качественная, так и количественная оценка влияния выбранных личных факторов на производительность труда разных групп работников, занятых в промышленности. Исследования проводились на основе эконометрический анализа производственного процесса". Верификацией статистико-математического метода проф. Павловского явилось его сопоставление в непосредственных эмпирических исследованиях с действительной ситуацией, существующей на промышленных предприятиях.

Исследования влияния личных факторов на дифференциацию уровня индивидуальной производительности труда работников промышленности проводились на основе численного материала, собранного на заводе кожаных изделий им. М. Бучка в Люблине. Верификация проводилась не только на основе количественной оценки действительного экономического положения, но также на основе всестороннего качественного анализа.

Метод оценки влияния личных факторов на производительность труда, заключенный в математические формулы, дополненный качественной характеристикой, в которой дается соответствующая интерпретация результатов метода оценки влияния личных факторов на производительность труда, создает основы для реального планирования производства, технического нормирования труда, а прежде всего для планирования реального роста производительности труда.

S U M M A R Y

In the analysis of the influence of personal factors on the individual work efficiency, traditional methods of the qualitative description are mainly applied; research based on statistical-mathematical methods was carried out rarely.

In the presented paper the qualitative as well as the quantitative estimation of the influence of selected personal factors on the work efficiency in various communities of workers employed in industry has been made. The estimation is based on the econometrical method introduced by prof. Z. Pawłowski in his book „Ekonometryczna analiza procesu produkcyjnego”. The confrontation of prof. Z. Pawłowski's methods with the actual situation in industrial establishments by direct empirical tests is an attempts to verify these methods mathematically-statistically.

Research on the influence of personal factors on the differentiation of levels of the individual efficiency of industry workers was carried out on the basis of numerical material collected in Leather Industry Plant of M. Buczek in Lublin.

The verification was carried out not only on the basis of a quantitative evaluation of the actual economical situation but also on the basis of a comprehensive qualitative analysis.

The method of the evaluation of the personal factors influence on the work efficiency expressed in mathematical formulas, joined with a qualitative description which contains an interpretation of the results, creates a basis for the realistic planning of production, a technical standardization of work and first of all, a reliable planning of the increase in work efficiency in contemporary establishments.