

## BADANIE EFEKTYWNOŚCI SUBSTYTUCYJNEJ W MIKROSKALI DREWNA MODYFIKOWANEGO

*Zygmunt Witkowski*

Katedra Ekonomiki i Organizacji Drzewnictwa AR w Poznaniu

Coraz szersze zastosowanie drewna modyfikowanego w charakterze substytutu tradycyjnych materiałów zmusza do przeprowadzenia rachunku ekonomicznego tego typu przedsięwzięcia

Celem opracowania jest zaprezentowanie wybranych metod badania efektywności substytucyjnej drewna modyfikowanego rozpatrywanej w skali przedsiębiorstwa - producenta określonego wyrobu, które posiada alternatywę stosowania materiałów tradycyjnych albo drewna modyfikowanego.

Przedmiotem rozważań objęte są metody oparte na kalkulacyjnym układzie kosztów produkcji, z uwagi na to, że uzyskanie materiałów empirycznych w takim przekroju w praktyce gospodarczej nie napotyka większych trudności, ponieważ w tej formie rozlicza się koszty produkcji na jednostkę wyrobu. Tak postawiony cel opracowania determinuje metodologiczny jego charakter.

Badanie efektywności substytucyjnej drewna modyfikowanego w skali przedsiębiorstwa wymaga zróżnicowania w zależności od tego, czy zastosowanie nowego materiału pociąga za sobą konieczność poniesienia nakładów inwestycyjnych, czy nie.

W opracowaniu tym zbadamy bliżej sytuację nie wymagającą nakładów inwestycyjnych. W tym przypadku można zastosować rachunek oparty na układzie kalkulacyjnym kosztów. Uzyskane efekty mają głównie charakter oszczędnościowy i wyrażają się w obniżce jednostkowych kosztów wyrobów oraz wzrostem akumulacji finansowej. Punktem wyjścia badań powinno być następujące założenie: jednostkowy koszt własny produkcji wyrobu wytworzonego z drewna modyfikowanego powinien być niższy od kosztu jednostkowego wyrobu wykonanego z materiałów tradycyjnych, przy nie zmienionych parametrach użytkowych i jakościowych tego wyrobu [5].

A więc

$$k_m < k_t \quad (1)$$

gdzie:

$k_m$  — koszt jednostkowy wyrobów wykonanych z drewna modyfikowanego,

$k_t$  — koszt jednostkowy wyrobów wykonanych z materiałów tradycyjnych.

Stąd miarą efektów oszczędnościowych jest obniżka kosztów, jaką można uzyskać przy stosowaniu drewna modyfikowanego:

$$O_k = k_t - k_m \quad (2)$$

gdzie:

$O_k$  — obniżka kosztu jednostkowego uzyskana dzięki zastosowaniu drewna modyfikowanego.

Przy rocznej produkcji  $P$ , oszczędność ta wyniesie:

$$O_{kr} = P(k_t - k_m) \quad (3)$$

gdzie:

$O_{kr}$  — roczna obniżka kosztów uzyskana dzięki zastosowaniu drewna modyfikowanego.

Rozwinięcie tej formuły wymaga zbadania kilku problemów. Jednym z nich jest kwestia uwzględnienia w obliczeniach różnic we własnościach użytkowych materiałów tradycyjnych i drewna modyfikowanego. Można to uczynić stosując techniczne współczynniki zamiany materiałów substytucyjnych ( $W_z$ ).

Drugi problem to wybór metody obliczania jednostkowych kosztów wyrobów z materiałów tradycyjnych i drewna modyfikowanego. Można w tym celu zastosować kilka metod. Jedną z nich jest metoda „klucza podziałowego”, polegająca na doliczaniu do kosztów bezpośrednich kosztów pośrednich przy pomocy stałego narzutu.

Założenia tej metody można ogólnie przedstawić następująco. Załóżmy, że przy zastępowaniu materiałów tradycyjnych drewnem modyfikowanym wystąpią jedynie różnice w kosztach materiałowych, a pozostałe elementy kosztów nie ulegną zmianie. W tym przypadku oszczędność na kosztach materiałowych obliczymy według wzoru:

$$O_{km} = (N_t \cdot C_t) - (N_m \cdot C_m) \quad (4)$$

gdzie:

$N_t$  — norma zużycia materiałów tradycyjnych na wyrób,

$C_t$  — cena jednostkowa materiałów tradycyjnych,

$N_m$  — norma zużycia drewna modyfikowanego na wyrób,

$C_m$  — cena jednostkowa drewna modyfikowanego.

Materiały tradycyjne różnią się jednak od drewna modyfikowanego własnościami użytkowymi. Z tego względu należy w obliczeniach uwzględnić techniczny współczynnik zamiany  $W_z$ .

$$W_z = \frac{N_t}{N_m} \quad (5)$$

Stąd

$$N_m = \frac{N_t}{W_z} \quad (6)$$

Podstawiając ostatni wzór za wyrażenie  $N_m$  we wzorze na  $O_{km}$ , mamy

$$O_{km} = (N_t \cdot C_t) - \left( \frac{N_t \cdot C_m}{W_z} \right) \quad (7)$$

Oszczędność na jednostkowym koszcie robocizny bezpośrednio można ustalić następująco:

$$O_{kr} = (t_t \cdot v_t) - (t_m \cdot v_m) \quad (8)$$

gdzie:

$t_t$  — pracochłonność wyrobów z tradycyjnych materiałów w roboczogodzinach,

$v_t$  — stawka płac za 1 roboczogodzinę przy wytwarzaniu wyrobów z materiałów tradycyjnych,

$t_m$  — pracochłonność wyrobów z drewna modyfikowanego w roboczogodzinach,

$v_m$  — stawka płac za 1 roboczogodzinę przy wytwarzaniu wyrobów z drewna modyfikowanego.

Uwzględniając koszty materiałowe oraz koszty robocizny, a więc koszty bezpośrednie, wzór na oszczędność kosztów jednostkowych w wyniku substytucji materiałów tradycyjnych drewnem modyfikowanym będzie miał postać:

$$O_{kb} = (N_t \cdot C_t + t_t \cdot v_t) - \left( \frac{N_t \cdot C_m}{W_z} + t_m \cdot v_m \right) \quad (9)$$

W celu ustalenia oszczędności na jednostkowych kosztach własnych należy uwzględnić jeszcze koszty pośrednie, tj. wydziałowe i ogólnozakładowe. Wymaga to właściwego rozliczenia tych kosztów przy pomocy odpowiednich kluczy podziału<sup>1</sup>. Przy rozliczaniu kosztów wydziałowych

<sup>1</sup> Zastosowane klucze podziału nie mogą być jednak ustalone w sposób dowolny. Przyjmuje się zasadę, że między wielkością kosztów, które podlegają rozliczeniu a wielkością, którą przyjmuje się jako podstawę do rozliczania, musi istnieć związek proporcjonalności, oparty na zasadzie przyczynowości [2]. Nie moż-

jako podstawę w praktyce gospodarczej przyjmuje się z reguły płace bezpośrednie. Stąd narzut procentowy kosztów wydziałowych oblicza się według wzoru:

$$N_{kwd} = \frac{kwd}{pb} \cdot 100 \quad (10)$$

gdzie:

$N_{kwd}$  — procentowy narzut kosztów wydziałowych,

$kwd$  — koszty wydziałowe,

$pb$  — płace bezpośrednie (czyli  $t \cdot v$ ).

Oszczędność na jednostkowych kosztach wydziałowych wyniesie więc:

$$O_{kwd} = (t_t \cdot v_t \cdot N_{kwdt}) - (t_m \cdot v_m \cdot N_{kwdm}) \quad (11)$$

Uwzględniając koszty bezpośrednie i wydziałowe można obliczyć oszczędność na jednostkowym technicznym koszcie wytworzenia:

$$O_{kw} = (N_t \cdot C_t + t_t \cdot v_t + t_t \cdot v_t \cdot N_{kwdt}) - \left( \frac{N_t \cdot C_m}{W_z} + t_m \cdot v_m + t_m \cdot v_m \cdot N_{kwdm} \right) \quad (12)$$

Podstawą rozliczenia kosztów ogólnozakładowych ( $ko$ ) może być techniczny koszt wytworzenia ( $kw$ ) obejmujący koszty bezpośrednie ( $kb$ ) i koszty wydziałowe ( $kwd$ ).

$$kw = kb + kwd \quad (13)$$

Stąd narzut procentowy kosztów ogólnozakładowych ( $N_{ko}$ ) obliczymy według wzoru:

$$N_{ko} = \frac{ko}{kw} \cdot 100 \quad (14)$$

Oszczędność na kosztach ogólnozakładowych wyniesie więc:

$$O_{ko} = (kw_t \cdot N_{kot}) - (kw_m \cdot N_{kom}) \quad (15)$$

Uwzględniając koszty bezpośrednie, wydziałowe i ogólnozakładowe, obliczyć możemy pełną oszczędność na kosztach własnych produkcji:

na więc przyjmować jednakowej podstawy rozliczenia kosztów pośrednich (wydziałowych i ogólnozakładowych), jak to czyni Musifilin [4].

$$O_{kp} = (N_t \cdot C_t + t_t \cdot v_t + t_t \cdot v_t \cdot N_{kwdt} + kw_t \cdot N_{kot}) - \left( \frac{N_t \cdot C_m}{W_z} + t_m \cdot v_m + t_m \cdot v_m \cdot N_{kwdm} + kw_m \cdot N_{kom} \right) \quad (16)$$

Przedstawiony wzór obejmuje najważniejsze pozycje kalkulacyjne kosztów produkcji wyrobów z materiałów tradycyjnych i z drewna modyfikowanego. Nie uwzględniono w nim jedynie kosztów specjalnych, strat na brakach oraz kosztów sprzedaży<sup>2</sup>.

Prezentowany sposób wyliczania oszczędności kosztów bazuje na tradycyjnej metodzie obliczania kosztów jednostkowych. Metoda ta aczkolwiek najprostsza, jest jednocześnie najmniej dokładna. Główne zastrzeżenia sprowadzają się do rozliczania kosztów pośrednich, głównie wydziałowych, według jednolitego wskaźnika narzutu obliczonego najczęściej w stosunku do płac bezpośrednich [1, 3, 6].

Doliczanie kosztów wydziałowych narzutem procentowym do płac bezpośrednich, było właściwe dla okresu początkowego rozwoju przemysłu, kiedy to podstawowymi składnikami kosztów były koszty materiałowe i koszty robocizny. W wyniku postępu technicznego udział kosztów robocizny w strukturze kosztów produkcji poważnie zmniejszył się, a wzrosły koszty wydziałowe, głównie amortyzacja maszyn i urządzeń, koszty ich konserwacji i remontów, zużycie oprzyrządowania oraz zużycie energii. W konsekwencji doprowadziło to do ukształtowania się wysokich narzutów procentowych, co szczególnie można zauważyć w przedsiębiorstwach i wydziałach o zróżnicowanym poziomie zmechanizowania robót. Prace wykonywane za pomocą skomplikowanych i drogich maszyn są obciążane kosztami wydziałowymi w stosunkowo niewielkim stopniu, natomiast prace wykonane przy użyciu maszyn prostych są nadmiernie obciążone tymi kosztami.

Tradycyjna metoda rozliczania kosztów wydziałowych, a szczególnie jej umowny charakter wpływa w konsekwencji na małą dokładność obliczonego kosztu jednostkowego. Stąd, gdy chodzi o ścisłe ustalenie kosztu jednostkowego, metoda tradycyjna staje się mało precyzyjna. Znacznie ściślejsza jest metoda obliczania kosztów jednostkowych, polegająca na liczeniu poszczególnych elementów kosztów oraz w mniejszym stopniu metoda bazująca na rozliczaniu kosztów wydziałowych według maszynogodzin. Metody te można zastosować do obliczenia oszczędności kosztów produkcji w wyniku zastosowania drewna modyfikowanego.

Metoda liczenia poszczególnych elementów kosztów zakłada podział

<sup>2</sup> Wszystkie pozycje układu kalkulacyjnego kosztów zawiera wzór przedstawiony przez Z. Jodełko [3].

kosztów w zależności od tego, jak one reagują na zmiany w procesie produkcyjnym. Z tego punktu widzenia można rozróżnić koszty podlegające zmianom i koszty utrzymujące się bez zmian. Sumę elementów kosztów zmieniających się wraz ze zmianami w procesie produkcyjnym można nazwać kosztami drewna modyfikowanego. Koszty te należy obliczać odrębnie dla obróbki materiałów tradycyjnych i odrębnie dla obróbki drewna modyfikowanego. Koszty utrzymujące się bez zmian można obliczać tylko dla obróbki materiałów tradycyjnych. Założenie to jest słuszne tylko wtedy, gdy nie nastąpią zasadnicze zmiany w wielkości programu produkcyjnego.

Do kosztów podlegających zmianom w procesie produkcyjnym należy zaliczyć następujące koszty bezpośrednie<sup>3</sup>:

- koszty materiałów bezpośrednich,
- koszty robocizny bezpośredniej,
- straty na brakach;

oraz następujące elementy kosztów pośrednich:

- koszty amortyzacji urządzeń,
- koszty energii produkcyjnej,
- koszty remontów i konserwacji,
- koszty eksploatacji narzędzi,
- koszty eksploatacji przyrządów,
- koszty powierzchni zajmowanej przez stanowiska pracy,
- koszty specjalne.

Pozostałe elementy kosztów produkcji ujmuje się zbiorowo jako koszty pośrednie nierozliczone. Są to: pozostałe koszty wydziałowe, koszty ogólnozakładowe oraz koszty sprzedaży. Podstawowe znaczenie w badaniach kosztów produkcji wyrobów z materiałów tradycyjnych i drewna modyfikowanego ma więc technologiczny koszt obróbki jednostki wyrobu. Elementy tego kosztu kształtują się w różny sposób w zależności od wielkości produkcji. Z tego punktu widzenia elementy kosztów technologicznych można podzielić na:

- zmienne w stosunku do wielkości produkcji;
- stałe w stosunku do wielkości produkcji;

Nie wnikając w szczegółowe kryteria podziału tych kosztów<sup>4</sup>, dla potrzeb dalszych badań do kosztów zmiennych należy zaliczyć:

- |  |         |
|--|---------|
| — koszty surowców i materiałów bezpośrednich | — $M$   |
| — koszty robocizny bezpośredniej             | — $R_b$ |

<sup>3</sup> W przedstawionej metodzie do kosztów bezpośrednich zalicza się znacznie więcej rodzajów kosztów niż to jest przyjęte normalnie.

<sup>4</sup> Samo pojęcie kosztów stałych jest względne, gdyż koszty te są stałe tylko w pewnych granicach wielkości produkcji, po przekroczeniu których skokowo

— koszty energii produkcyjnej	— $E_p$
— straty na brakach	— $B$
— koszty eksploatacji narzędzi	— $N$
— koszty remontowe oraz konserwacji maszyn i urządzeń	— $K_r$

Do kosztów stałych należy zaliczyć:

— koszty robocizny pomocniczej	— $R_u$
— koszty powierzchni zajmowanej przez stanowiska pracy	— $U$
— koszty amortyzacji maszyn i urządzeń	— $A$
— koszty specjalne	— $K_l$

Przyjmując powyższy podział można obliczyć technologiczny koszt obróbki według wzoru wyjściowego

$$k_t = K_z + \frac{K_s}{P} \quad (17)$$

gdzie:

$K_z$  — koszty zmienne w zł/szt.

$K_s$  — koszty stałe w zł/szt.

$P$  — program produkcyjny w szt/rok.

Rozwijając tę formę można obliczyć jednostkowy koszt technologiczny wyrobu z materiałów tradycyjnych według wzoru:

$$k_{rt} = M_s + R_{bt} + E_{pt} + B_t + N_t + K_{rt} + \frac{R_{ut} + U_t + A_t + K_{lt}}{P} \quad (18)$$

Natomiast jednostkowy koszt technologiczny wyrobu z drewna modyfikowanego można obliczyć według wzoru:

$$k_{tm} = M_m + R_{bm} + E_{pm} + B_m + N_m + K_{rm} + \frac{R_{um} + U_m + A_m + K_{lm} + K_x}{P} \quad (19)$$

przy czym:

$K_x$  — inne koszty związane z zastosowaniem drewna modyfikowanego.

Ślad roczna oszczędność na technologicznym koszcie wyrobu w wyniku wprowadzenia drewna modyfikowanego wyniesie:

$$O_{kt} = k_{tt} - k_{tm} \quad (20)$$

wzrastają. Również koszty zmienne w różnym stopniu reagują na zmiany wielkości produkcji (stąd ich podział na koszty degresywne, proporcjonalne i progresywne). Ścisłe rozgraniczenie kosztów na stałe i zmienne jest w praktyce trudne do przeprowadzenia, gdyż występują one bardzo często w formie mieszanej.

Przedstawiona metoda obliczenia jednostkowych kosztów produkcji jest bardziej dokładna niż metoda tradycyjna i metoda bazująca na rozliczeniu kosztów wydziałowych według maszynogodzin. Zakres stosowania tej metody ogranicza jednak w pewnym stopniu duża pracochłonność obliczeń niezbędnych do ustalenia poszczególnych elementów kosztów.

Wprowadzenie drewna modyfikowanego powoduje często wzrost jakości wytworzonych wyrobów, co znajduje wyraz w obniżce kosztów jednostkowych w wyniku zmniejszenia braków produkcyjnych, które można ustalić jako iloraz wartości braków produkcyjnych i wielkości produkcji.

### WNIOSKI

1. Metoda „klucza podziałowego” stosowana przy wyliczaniu oszczędności kosztów z tytułu zastępowania materiałów tradycyjnych drewnem modyfikowanym jest mało precyzyjna, z uwagi na rozliczanie kosztów pośrednich — głównie wydziałowych w stosunku do płac bezpośrednich. W wyniku postępu technicznego udział kosztów robocizny w strukturze kosztów produkcji poważnie zmniejszył się, a wzrosły koszty wydziałowe, głównie amortyzacja maszyn i urządzeń, koszty ich konserwacji i remontów, zużycie oprzyrządowania oraz zużycie energii. W rezultacie ukształtowały się wysokie narzuty procentowe rozliczania kosztów wydziałowych. Narzutami tymi obciążane są w stosunkowo niewielkim stopniu prace wykonywane przy użyciu skomplikowanych i drogiej maszyn, natomiast nadmiernie — prace wykonywane przy użyciu maszyn prostych.

2. Dokładniejszy rachunek efektywności substytucyjnej drewna modyfikowanego można przeprowadzić metodą obliczania kosztów jednostkowych, polegającej na liczeniu poszczególnych elementów kosztów. Jednakże jest to metoda bardziej pracochłonna do metody „klucza podziałowego”.

3. Rachunek efektywności substytucyjnej w mikroskali drewna modyfikowanego wymaga dalszego doskonalenia.

### LITERATURA

1. Binkowski B.: Metody rozliczania kosztów pośrednich produkcji. PWE, Warszawa 1969, s. 146.
2. Bujak J.: Rachunek kosztów produkcji chemicznej. PWE, Warszawa 1972, s. 89.
3. Jodełko Z.: Ocena ekonomiczna mechanizacji i automatyzacji w przemyśle maszynowym. WNT, Warszawa 1965, s. 29.
4. Musifilin A.: Techniko-ekonomiczieskije woprosy ispolzowanija chemiczieskich materialow w maszynostrojenii. Izd. Maszynostrojenije. Moskwa 1969.



5. Skowronek C.: Analiza gospodarki materiałowej. PWE, Warszawa 1972, s. 134.
6. Sudol S.: Rachunek kosztów w zarządzaniu przedsiębiorstwem przemysłowym. PWE, Warszawa 1972, 131-132.

*Zygmunt Witkowski*

## ИССЛЕДОВАНИЯ В МИКРОМАСШТАБЕ ЗАМЕНИТЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

### Резюме

Рассматриваются два метода исследования в микромасштабе заменительной эффективности модифицированной древесины, основанные на расчетной схеме себестоимости продукции, при принятии, что применение нового материала не будет требовать повышения капитальных вложений. Первый метод — раздельного ключа, мало точный ввиду расчета косвенных, в первую очередь цеховых издержек по отношению к непосредственным платам. Косвенные издержки обременяют в небольшой степени работы проводимые на сложных и дорогих машинах, а в чрезмерно высокой степени — работы на простых машинах. Второй метод заключается в расчете отдельных элементов издержек. Он дает гораздо более точные результаты, однако является более трудоёмким.

*Zygmunt Witkowski*

## INVESTIGATIONS IN MICROSCALE ON THE SUBSTITUTIONAL EFFECTIVENESS OF THE MODIFIED WOOD

### Summary

Two methods of the investigations on substitutional effectiveness of the modified wood, considered in microscale, based on a calculational arrangement of the production costs, are presented, at the assumption that the new material would not require any increase of the investment expenditures. The first method of the "division key" is little accurate in view of calculation of indirect, mainly sectional costs, in relation to direct wages. With indirect costs the works carried out on complicated and expensive machines are charged to a low degree, whereas those carried out on simple machines — to a high one. The second method consists in the calculation of particular elements of costs. It gives a much more accurate result, but, on the other hand, is more labour-consuming.