

Ewa Kowalska- Napora  
 Politechnika Śląska

# Miary współzależności dostawca - jakość materiału

W artykule omówiono statystyczną analizę zależności między przyczyną uznania wyrobu za wadliwy, a dostawcą materiału. Badaniom poddano wpływ dostawcy na jakość materiału wsadowego w funkcji czasu, a także przeanalizowano proces decyzyjny przedsiębiorstwa przy wyborze dostawcy materiału wsadowego.

Wadliwość jest podstawową i najczęściej stosowaną miarą poziomu jakości wyrobu.

Jakość wyrobu finalnego – pomijając aspekty wytwórcze, oczekiwania odbiorcy itd.- zależy od właściwości materiału wsadowego. Celem badania było wytypowanie najlepszego dostawcy ze względu na jakość dostarczanego materiału. Jakość materiału była czynnikiem determinującym wybór dostawcy materiału przez producenta. Dodatkowymi elementami wpływającymi na proces decyzyjny odbiorcy były jego możliwości budżetowe, przy czym element ten potraktowany został jako czynnik wspomagający przy wyborze dostawcy<sup>1</sup>.

Badania przedstawione poniżej zawężone zostały do danych związanych z ilościowymi zmianami poziomu wad materiału. Pominięte zostały tym samym zagadnienia technologiczne, zmiany kontroli jakości (związane z uzyskaniem przez zakład certyfikatu ISO 9002), zmiany geopolityczne itd.

Tab. 1. Materiał dostarczony przez producentów wsadu A, B, C w latach 1995-99. Źródło: opracowanie własne

dostawca	Waga materiału dostarczonego [tona]					Waga materiału zużytego do produkcji [tona]				
	1995	1996	1997	1998	1999	1995	1996	1997	1998	1999
A	65470	57634	39346	26384	7910	5855	50458	33100	24000	7700
B		4038	20540	11420	12518	40	3980	20000	10000	9800
C				6768	10264				5682	9584
	65470	61672	59886	44572	30692	58540	54438	53100	39682	27080

Tab. 2. Materiał odrzucony przed przystąpieniem do produkcji. Źródło: opracowanie własne

Typ dostawcy	Waga materiału zaklasyfikowanego jako wadliwy [tona]					1995-99	%
	1995	1996	1997	1998	1999		
A	6930	7176	6246	2384	210	22946	11,66
B		58	540	1420	2718	4736	9,76
C				1086	680	1766	10,37
	6930	7234	6786	4890	3608		
%	10,58	11,73	11,33	12,93	11,75		

### Materiał badawczy

W badaniach statystycznych często występuje konieczność przeprowadzenia porównań strukturalnych. Istnieją ich dwa rodzaje:

- 1) dotyczące dwóch lub więcej zbiorowości statystycznych rozpatrywanych ze względu na taką samą cechę statystyczną
- 2) dotyczące jednej zbiorowości statystycznej rozpatrywanej ze względu na dwie lub więcej cech [1]

Badaniom poddany został materiał do-

starczony przez producentów wsadu A, B, C do zakładu w latach 1995- 99 (tab. 1).

Przed przystąpieniem do produkcji odrzucono dostarczony materiał, jako wadliwy (tab. 2).

Materiał zakwalifikowany jako dobry przeznaczono do produkcji. Udział procentowy materiału wadliwego wytworzonego w analizowanym okresie w stosunku do wielkości produkcji przedstawiono na rys. 1.

Materiał ten podzielono ze względu na przyczynę powstania wad (rys. 2).

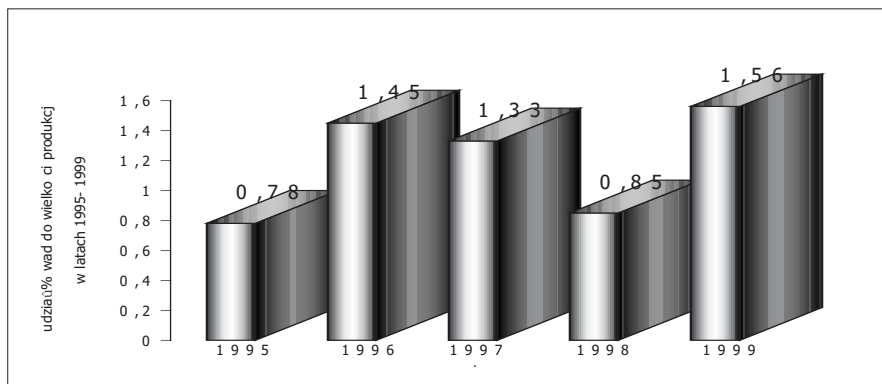
Zależność wadliwości materiału wsadowego od dostawców występowała głównie w 1998 r., w roku następnym była minimalna, czego powodem może być pojawienie się dostawcy o największym procencie odrzuconego materiału.

W przypadku dostawcy A z upływem lat (1995-„99) nastąpiła wyraźna poprawa jakości dostarczanego materiału, odwrotnie niż miało to miejsce w przypadku dostawców B, C.

### Wydolność procesu przy alternatywnej ocenie właściwości wyrobu

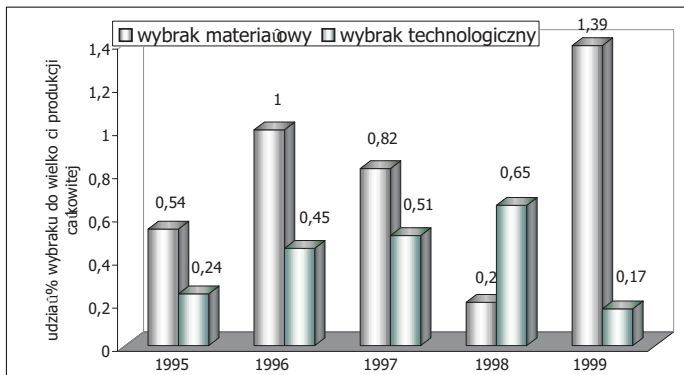
Obserwacji poddano trzech dostaw-

Rys. 1. Udział procentowy materiału badanego (wadliwego) do wielkości produkcji w poszczególnych latach. Źródło: opracowanie własne

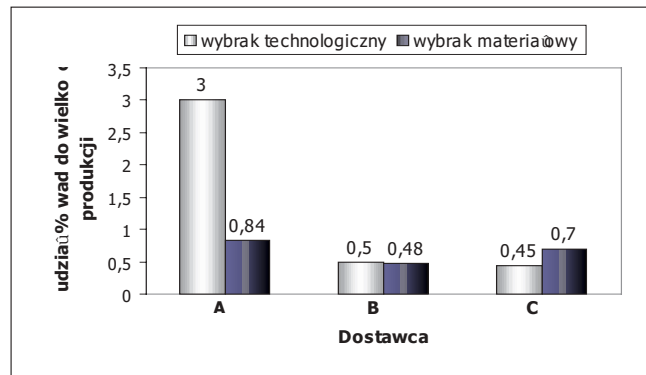


<sup>1</sup> Ze względu na złożoność problemu i ograniczenia objętości pracy pominięte został model procesu decyzyjnego odbiorcy, który wykazał dominującą rolę dostawcy A.

Rys. 2. Podział materiału ze względu na przyczynę powstania wad. Źródło: opracowanie własne



Rys. 3. Miejsce powstania wad a przyczyna uznania wyrobu za wadliwy. Źródło: opracowanie własne



ców A, B, C w roku 1998 (tab. 4). Miarą poziomu jakości jest wadliwość  $p(X)$ , interpretowana jako prawdopodobieństwo wygenerowania wadliwej jednostki produktu {...} zdefiniowana w ten sposób wadliwość jest parametrem rozkładu obserwowanej zmiennej diagnostycznej  $X$ . Im mniejsza jest wartość  $p(X)$ , tym rzadziej pojawiają się wartości  $x=1$  i tym lepiej świadczy to o wydolności badanego procesu [2].

Analizując materiał po przetworzeniu mamy wadliwość z prób  $w(X) = 0,0085$  (0,85%)

Zakładając dopuszczalną wadliwość

wyrobu na poziomie  $p_0(X) = 0,008$  (0,8%) zweryfikowano hipotezę zerową o wydolności procesu technologicznego:

$$H_0: p(X) \leq p_0(X)$$

wobec hipotezy alternatywnej:

$$H_1: p(Q_2) > p_0(Q_2)$$

Wykorzystując do weryfikacji hipotezy test  $u$  mamy

$$u_0 = 1,086 < u_{0,05} = 1,645$$

Przyjmując hipotezę zerową proces technologiczny zaklasyfikowano jako wydolny. Tym samym jakość materiału

wsadowego jest czynnikiem warunkującym jakość końcową wyrobu.

### Miary zależności oparte na chi- kwadrat

Większość spośród istniejących miar zależności cech, zwłaszcza jakościowych, bazuje na wartości statystyki  $\chi^2$ , obliczonej dla tablicy dwudzielnej [3].

Wyrób produkowany z materiału dostarczanego przez trzech dostawców uznano za wadliwy z dwóch powodów: T - wybrak technologiczny (niska jakość wykonania); M- wadliwy materiał wsadowy (tab.), co zostało przedstawione na rys. 3.

Na poziomie istotności  $\alpha = 0,01$  zweryfikowano hipotezę o niezależności między dostawcą materiału a przyczyną uznania wyrobu za wadliwy,

$$H_0: p_{ij} = p_i \cdot p_j ; H_1: p_{ij} \neq p_i \cdot p_j$$

$$\chi_e^2 = 1,021$$

Przy poziomie istotności  $\alpha = 0,01$  i dla  $k=2$   $\chi_{\alpha}^2 = 9,21$  (dla  $\alpha = 0,8$   $\chi_{\alpha}^2 = 0,446$ ). Ponieważ  $\chi_e^2 < \chi_{\alpha}^2$  przyjęta została hipoteza  $H_0$ , co oznacza, że brak jest zależności między przyczyną uznania wyrobu za wadliwy, a dostawcą materiału.

Zatem jedynym i zasadniczym pytaniem jest – w jakim stopniu jakość materiału może wpływać na jakość produktu.

### Wpływ dostawcy na wartość nieużyteczności materiału przetworzonego

Wyrób produkowany z materiału dostarczanego przez trzech dostawców, uznany za wadliwy, podzielono na: U- wybrak użyteczny (możliwy do przetworzenia), N- wybrak nieużyteczny (tab. 6).

Na poziomie istotności  $\alpha = 0,01$  zweryfikowano hipotezę o niezależności między

Tab. 3. Analiza zmian jakości dostarczanego materiału przez dostawców w funkcji czasu. Źródło: opracowanie własne

Typ dostawcy	1995	1996	1997	1998	1999	$r_{xy}$
A	10,58	12,45	15,874	9,035	2,654	-0,62
B		1,436	2,629	12,434	21,712	0,93
C				16,046	6,625	0,73
	0	0	0	1	0,2	

Tab. 4. Ocena właściwości wyrobu finalnego w aspekcie jakości wykonania. Źródło: opracowanie własne

Dostawca	Materiał dostarczony [tona]	Materiał odrzucony przed produkcją [tona]	Materiał wadliwy po przetworzeniu X	
			waga [tona]	% wad do wielkości produkcji
A	26384	2384	79,364	0,2
B	11420	1420	99,204	0,25
C	6768	1086	158,728	0,4
	44572	4890	337,296	0,85

Tab. 5. Liczebności teoretyczne wad dla poszczególnych dostawców. Źródło: opracowanie własne

Typ wady	Typ dostawcy materiału wsadowego			$n_i$
	A	B	C	
Wybrak technologiczny- T	3	0,5	0,45	3,95
Wadliwy materiał wsadowy -M	0,84	0,48	0,7	2,02
$n_j$	3,84	0,98	1,15	5,97

Tab. 5. Liczebności teoretyczne wad dla poszczególnych dostawców. Źródło: opracowanie własne

Przyczyna wady	Dostawca		
	A	B	C
Wybrak technologiczny –T	2,540	0,648	0,760
Wadliwy materiał wsadowy - M	1,299	0,331	0,389

Tab. 6. Wpływ dostawcy na charakter wad produktu. Źródło: opracowanie własne.

	A	B	C	
Wyrób wadliwy u yteczny - U	0,6	0,4	0,55	1,55
Wyrób wadliwy nieu yteczny- N	0,24	0,08	0,15	0,47
	0,84	0,48	0,7	2,02

Tab. 7. Liczebności teoretyczne wad dla poszczególnych dostawców. Źródło: opracowanie własne

	A	B	C
Wyrób wadliwy u yteczny	0,644	0,368	0,537
Wyrób wadliwy nieu yteczny	0,394	0,111	0,329

dzy dostawcą materiału a charakterem wadliwości materiału przetworzonego

$$H_0: p_{ij} = p_i \cdot p_j \quad ; \quad H_1: p_{ij} \neq p_i \cdot p_j$$

$$\chi^2 = 0,165$$

Przy poziomie istotności  $\alpha = 0,01$  i dla  $k=2 \quad \chi_{\alpha}^2 = 9,21$  (dla  $\alpha=0,95 \quad \chi_{\alpha}^2 = 0,103$ )  
Ponieważ  $\chi_e^2 < \chi_{\alpha}^2$ , przyjęta została hipoteza

teza  $H_0$ , brak jest zależności między charakterem wadliwości materiału przetworzonego a dostawcą materiału.

### Wnioski

1. Proces technologiczny zaklasyfikowano jako wydolny – tym samym jakość materiału wsadowego była najważ-

niejszym czynnikiem warunkującym jakość końcową wyrobu.

2. Zależność od dostawców występowała głównie w 1998 r., w roku następnym była minimalna, czego powodem może być pojawienie się dostawcy o największym procencie odrzuconego materiału
3. W przypadku dostawcy A z upływem lat (1995-99) nastąpiła wyraźna poprawa jakości dostarczanego materiału, odwrotnie niż miało to miejsce w przypadku dostawców B, C.
4. Brak jest zależności między przyczyną uznania wyrobu za wadliwy, a dostawcą materiału, co jest potwierdzeniem wydolności procesu
4. Brak jest zależności między charakterem wadliwości materiału przetworzonego a dostawcą materiału.

### LITERATURA

1. Luszniewicz A., Słaby T.: Statystyka stosowana, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1997, s. 80
2. Iwasiewicz A.: Zarządzanie jakością, PWN, Warszawa – Kraków 1999, s. 184.
3. Ostasiewicz S., Rusnak Z., Siedlecka U.: Statystyka elementy teorii i zadania, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego, Wrocław 1995, s. 266