

# PROBLEMY SUBSTYTUCYJNOŚCI KRYTERIÓW W OCENIE UŻYTECZNOŚCI WITRYNY INTERNETOWEJ

Witold CHMIELARZ

**Streszczenie:** zasadniczym celem niniejszego artykułu jest przedstawienie problemów z wykorzystaniem nowej postaci funkcji produkcji klasy VES, jako narzędzia do oceny substytucyjności czynników wpływających na ocenę działania witryn internetowych. Po uwagach sytuujących poniższą pracę w cyklu badań serwisów internetowych, scharakteryzowano postać i własności funkcji klasy VES (Variable Elasticity of Substitution) proponowanej do oceny badanego zjawiska. Artykuł kończy próba wniosków dotyczących dalszych badań w tym kierunku, wynikających z dotychczasowych doświadczeń.

**Słowa kluczowe:** ocena serwisów internetowych, funkcja VES, badanie substytucyjności.

## 1. Wstęp

Głównym celem badań prowadzonych przez autora jest analiza użyteczności serwisów internetowych, prowadzona z punktu widzenia klienta finalnego. Badania na tą tematykę rozpoczęto w 2003 r. serią artykułów dotyczących analiz porównawczych prowadzonych w najpopularniejszych branżach internetowych [1]. W postaci ekstensywnej – czyli przy wykorzystaniu jedynie metody punktowej – były one prowadzone dla wszystkich liczących się branż biznesu elektronicznego do połowy 2007 r. [2], pozwalając na monitoring rozwoju biznesu elektronicznego w Polsce w ciągu ostatnich pięciu lat. Następnie rozpoczęto fazę intensywną polegającą na poszukiwaniu najlepszej metody dla oceny serwisów internetowych. Ze względu na szczupłość zespołu i ograniczoność środków musiano się skoncentrować na wybranych branżach elektronicznego biznesu. Były to internetowe sklepy komputerowe i bankowość elektroniczna. Prezentowane w 2008 r. roku wyniki otwierały trzecią serię – w stosunku do wcześniejszych analiz dotyczących oceny bankowości internetowej, w których starano się wyeliminować występujące wcześniej niedogodności metodyczne oraz problemy związane z uzyskaniem racjonalnej oceny eksperckiej [3]. Merytorycznie sprowadzała się ona do analizy przez zespół ekspertów zestawu wyróżnionych kryteriów w wybranych bankach o elektronicznym dostępie do usług oraz obliczenia na podstawie ich indywidualnego osądu szeregu zestawień wg różnych metod oceny. Następnie dokonywana była analiza porównawcza rezultatów w ten sposób uzyskanych oraz wyciągnięcie wniosków.

W przedstawianych dotychczas przez autora artykułach i publikacjach książkowych badaniach analizowano trzy metody oceny serwisów internetowych: metodę punktową, metodę AHP (*Analytic Hierarchy Process*) [4] oraz własną metodę konwersji, opartą na pomiarze średnich odległości uzyskanych z metody punktowej. Metoda konwersji powstała jako kompromis pomiędzy metodą AHP, a metodą punktową i uwzględnia odpowiedzi na wszelkie postulaty i opinie zgłaszane przez środowisko dla udoskonalenia metody punktowej (przede wszystkim ogranicza subiektywizm ocen ekspertów).

Pomimo, że oceny wg różnych metod, tych samych witryn w tym samym okresie dokonywał ten sam zespół ekspertów, rankingi uzyskane w poprzednich badaniach –

pomimo zachowani głównego trendu (przodujące w jednym rankingu na ogół przodowały również w innym), nieco się między sobą różniły.

Tab.1. Ocena możliwości wykorzystywania metodyk stosowanych w ocenie serwisów internetowych

Cecha charakterystyczna	Metoda punktowa	Metoda AHP	Metoda konwersji
Łatwość zastosowania	Wysoka	Niska	Wysoka
Łatwość nauczania się	Wysoka	Niska	Analogicznie jak w punktowej
Łatwość dokonania obliczeń	Wysoka	Wysoka, przy dysponowaniu odpowiednim oprogramowaniem	Wysoka, przy dysponowaniu odpowiednim oprogramowaniem
Obiektywizm	Niski	Wysoki	Uśredniony
Interpretacja wniosków	Wysoka	Średnia	Średnia

Przy dużej ilości zastosowanych kryteriów oceny trudno jest czasem określić prawdziwe przyczyny tych różnic.

Z analizy dotychczasowych badań można wyciągnąć następujące wnioski:

- metoda punktowa, chociaż subiektywna, nawet przy dużej ilości kryteriów oraz tradycyjnej liniowej skali punktowej była przez ekspertów oceniana pozytywnie - jako racjonalna, łatwa do przyswojenia metoda oceny. Po uwzględnieniu skali preferencji eksperci twierdzili, że – ich zdaniem – wrażenie subiektywizmu i równoważności definitywnie różnych kryteriów nie są aż tak znaczące, jak to wynika z ocen środowisk naukowych,
- metoda AHP okazała się w opinii ekspertów bardzo uciążliwa w przypadku konieczności porównania wielu serwisów, zwłaszcza za pomocą większej ilości kryteriów. Deklaratywny obiektywizm tej metody przegrywał tu ze zmęczeniem eksperta, dlatego często pierwsze przeglądane witryny uzyskiwały w stosunku do następnych lepsze oceny (zmiana kolejności oceny witryn dawała zupełnie inne rezultaty). Często przedstawiona ocena była uważana przez ekspertów za niejednoznaczna, ze względu na jej relatywizm i rozciągnięcie skali Likerta. Pracochłonność tej metody rosła w porównaniu z metodą punktową wykładniczo w stosunku do ilości wykorzystywanych kryteriów oceny oraz ilość branych pod uwagę witryn branżowych. Należało się zastanowić czy korzyści uzyskiwane przez ograniczenie subiektywizmu oceny warte było poważnego wzrostu pracochłonności eksperta,
- metoda konwersji łącząc zalety metody punktowej (jednoznaczna, łatwa ocena kryterium) oraz metody Saaty'ego (określenie relacji kryterium do innych kryteriów), a polegająca na wyznaczeniu relacji kryterium w stosunku do innych kryteriów opartej o uśrednione odległości od potencjalnej wartości maksymalnej na podstawie wcześniejszej oceny punktowej, została uznana za rozsądny kompromis pomiędzy tymi metodami.

Ponadto eksperci zauważyli następującą prawidłowość. Wyniki działania witryny internetowej (liczone na przykład ilością internautów robiących na niej zakupy) zależą nie

tylko i nie przede wszystkim od jej technicznej doskonałości (wizualizacja, poruszanie się po stronie, funkcjonalność), ale w równym stopniu od czynników ekonomicznych (relatywna okazjonalność oferty - atrakcyjne ceny produktów, transportu itp.). Wg nich następuje substytucja pomiędzy czynnikami w pewnym sensie kapitałowymi (czynniki ekonomiczne), a pracą, którą trzeba włożyć w przygotowanie doskonałego pod względem technicznym i funkcjonalnym serwisu. Szczególnie wyraźnie zjawisko to wystąpiło w branży sklepów sprzedających odzież i obuwie oraz sklepów sprzedających kosmetyki. Okazało się jednak, że i bankowość elektroniczna nie jest od niego wolna. Konieczność zbadania tego zjawiska nasuwała analogie z substytucją kształtującą wyniki funkcji produkcji.

W połowie lat 80. Autor przeprowadził badania dotyczące substytucyjności produkcji sektorowej w poszczególnych regionach Polski, używając do prognozowania zjawiska własnej postaci „geometrycznej” funkcji VES. Zmienna elastyczność – w warunkach wielostronnych, strukturalnych i dynamicznych zmian gospodarczych - pozwoliła używać jej do znacznie dokładniejszych estymacji niż funkcje typu CES, czy Cobb-Douglasa (por. [5]). Ponieważ zjawisko substytucyjności pomiędzy czynnikami oceny witryn internetowych mieści się w podobnej klasie zagadnień, wydaje się, że funkcja ta, po pewnych modyfikacjach, może służyć do badania opisanego zjawiska. Pierwszym etapem jednak musi być pokazanie, że ta zmodyfikowana funkcja spełnia warunki funkcji produkcji, a ponadto różni się od funkcji typu VES, stosowanych dotychczas w tego typu analizach, co stało się celem niniejszego artykułu. Etapem następnym stają się dopiero stosowne estymacje i wnioski z nich wynikające.

## 2. Postać i właściwości „geometrycznej” funkcji VES

Postać i wiążąca się z nią nazwa funkcji wynikała z przyjęcia początkowych założeń o jej postaci zbliżonej z technicznego punktu widzenia do odcinka okręgu. Po przekształceniach i dostosowaniu do badanej sytuacji jej ostateczna postać formalna wygląda w sposób następujący:

$$F(K, L)_i = \alpha_i [\delta_i K_i + (1 - \delta_i) L_i - \beta_i \sqrt{\omega_i K_i^2 + (1 - \omega_i) L_i^2}] \quad (1)$$

gdzie:  $F(K, L)$  – produkcja, tu wyrażona wartością dokonywanych na stronie zakupów, lub przybliżaną ilością klientów odwiedzających witrynę,

$K$  – zaangażowanie elementów związanych z czynnikami ekonomicznymi np. kosztami wykorzystania usług serwisu, oraz oferty cenowej dla klienta,

$L$  – zaangażowanie elementów związanych ze stworzeniem i wykorzystaniem serwisu dla sprzedaży dóbr i usług (nakłady na stworzenie+koszty eksploatacji), przybliżaną oceną czynników technologicznych, wizualnych i funkcjonalnych,

$i$  – indeks rozpatrywanej branży,

$\alpha$  – parametr efektywności funkcji produkcji,

$\beta$  – parametr substytucji funkcji produkcji,

$\delta$  – parametr podziału pomiędzy elementy części liniowej funkcji produkcji,

$\omega$  – parametr podziału pomiędzy elementy części nieliniowej funkcji produkcji.

Podczas tworzenia nowej postaci funkcji produkcji dążono do jej maksymalnego uproszczenia. W przeciwieństwie do stosowanych przeważnie podejść [6, 7, 8, 9] nie

zakładano na wstępie postaci zależności elastyczności substytucji od innowacji technologicznych.

W tym przypadku relacja ta była rzeczą wtórną. Pierwotną zaś stało się zbudowanie nowej postaci funkcji produkcji i sprawdzenie czy spełnia wszystkie założenia teoretyczne funkcji produkcji. Dopiero w dalszej kolejności - z zależności tej – wyprowadzono wzór na elastyczność substytucji i dokonano próby ekonomicznej interpretacji jej parametrów.

Sprawdzenie własności funkcji przebiegało w sposób skrócony w opisany w poniższy sposób.

Dla uproszczenia obliczeń przyjęto przekształconą wstępnie, techniczną postać funkcji:

$$F(K, L) = x_1 K + x_2 L - \sqrt{x_3 K^2 + x_4 L^2} \quad (2)$$

gdzie: K – zaangażowanie czynników ekonomicznych w aplikację strony,

L – zaangażowanie czynników technologicznych w aplikację strony,

$x_1, x_2, x_3, x_4$  – współczynniki techniczne.

Założenia nakładane na funkcję produkcji przyjęto na podstawie pracy N. B. Barkałowa [10]:

- wartości dodatnich funkcji dla czynników funkcji  $>0$ ,
- wklęsłości funkcji produkcji po współrzędnych,
- jednorodności stopnia  $\gamma > 0$ ,
- własności asymptotycznych.

W pierwszym zakresie funkcja  $Y=F(K, L)$  powinna przyjmować wartości dodatnie dla  $K, L > 0$

$$F(K,L) > 0, \forall K, L > 0 \quad (3)$$

oraz powinna mieć dodatnie pierwsze pochodne cząstkowe:

$$r = \frac{\partial Y}{\partial K} > 0 \quad (4)$$

$$w = \frac{\partial Y}{\partial L} > 0 \quad (5)$$

Parametry  $x_3$  i  $x_4$  muszą mieć wartości nieujemne. Jest to warunkiem określoności wyrażenia  $\sqrt{x_3 K^2 + x_4 L^2}$  dla wszystkich  $K, L > 0$ . Warunkiem koniecznym tego by  $F(K, L) > 0$  jest by  $x_1, x_2 > 0$ . Ponadto, jeżeli:

$$x_1 K + x_2 L - \sqrt{x_3 K^2 + x_4 L^2} > 0, \text{ to} \quad (6)$$

$$x_1 K + x_2 L > \sqrt{x_3 K^2 + x_4 L^2}, \text{ więc} \quad (7)$$

$$x_1^2 K^2 + x_2^2 L^2 + 2x_1 x_2 KL > x_3 K^2 + x_4 L^2 \quad (8)$$

Zatem warunki:

$$x_1^2 \geq x_3 \quad (9)$$

$$x_2^2 \geq x_4 \quad (10)$$

Razem z warunkami nieujemności parametrów są wystarczające dla zapewnienia dodatnich wartości funkcji (2). Można również uzasadnić, że są konieczne. Zakładamy ich spełnienie i w dalszej części zostanie udowodnione, że zachodzą wówczas pozostałe warunki nakładane zwykle na funkcję produkcji.

$$\frac{\partial Y}{\partial K} = x_1 - \frac{x_3 K}{\sqrt{x_3 K^2 + x_4 L^2}} \quad (11)$$

$$x_1 - \frac{x_3 K}{\sqrt{x_3 K^2 + x_4 L^2}} > 0 \quad (12)$$

$$x_1 > \frac{x_3}{\sqrt{1 + \frac{x_4}{x_3} \left(\frac{L}{K}\right)^2}} \quad (13)$$

Powyższa implikacja uzasadnia, zatem, że warunek (4) jest spełniony.

$$\text{(mianownik) } M > 1 \rightarrow \left( \frac{\sqrt{x_3}}{M} < \sqrt{x_3} < x_1 \right) \quad (14)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial L} = x_2 - \frac{x_4 L}{\sqrt{x_3 K^2 + x_4 L^2}} \quad (15)$$

$$x_2 > \frac{x_4}{\sqrt{1 + \frac{x_3}{x_4} \left(\frac{K}{L}\right)^2}} \quad (16)$$

$$(\text{mianownik}) M > 1 \rightarrow \left( \frac{\sqrt{x_4}}{M} < \sqrt{x_4} < x_2 \right) \quad (17)$$

Powyższe uzasadnia spełnienie warunku (5) w analogiczny sposób.

Warunki wklęsłości funkcji produkcji po współrzędnych można dowieść, jak następuje:

$$r_2 = \frac{\partial^2 Y}{\partial^2 K^2} < 0 \quad (18)$$

$$w_2 = \frac{\partial^2 Y}{\partial^2 L^2} < 0 \quad \forall K, L > 0 \quad (19)$$

$$\frac{\partial^2 Y}{\partial^2 K^2} = \frac{-x_3 \sqrt{x_3 K^2 + x_4 L^2} + x_3 K \left( \frac{x_3 K}{x_3 K^2 + x_4 L^2} \right)}{\sqrt{x_3 K^2 + x_4 L^2}} = - \frac{x_3 x_4 L^2}{(x_3 K^2 + x_4 L^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (20)$$

$$\frac{\partial^2 Y}{\partial^2 L^2} = - \frac{x_3 x_4 K^2}{(x_3 K^2 + x_4 L^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (21)$$

Ponieważ  $K, L > 0$ , oraz z własności funkcji  $x_3, x_4 > 0$ , to zostają spełnione warunki (18) i (19).

Warunek jednorodności stopnia  $\gamma$  sprowadza się do równania:

$$F(\lambda K, \lambda L) = \lambda^\gamma F(K, L) \quad \text{dla dowolnego } \lambda > 0 \quad (22)$$

$$x_1 \lambda K + x_2 \lambda L - \sqrt{x_3 \lambda^2 K^2 + x_4 \lambda^2 L^2} = \lambda \left[ x_1 K + x_2 L - \sqrt{x_3 K^2 + x_4 L^2} \right] \quad (23)$$

dla  $\gamma=1$  oznacza to, że funkcja (2) jest stopnia 1. Jest to ograniczenie, będące rezultatem dążenia do prostoty funkcji.

Ostatnimi warunkami, które powinna spełniać funkcja produkcji są tzw. własności asymptotyczne K. Inady [11]. Wartości graniczne funkcji przy  $K$  dążącym do zera,  $L$  dążącym do zera oraz  $K$  dążącym do nieskończoności i  $L$  dążącym do nieskończoności zestawiono w Tab. 2.

Tab. 2. Wartości asymptotyczne funkcji produkcji VES dla różnych przypadków wartości jej parametrów

		lim F(K,L) dla $K \rightarrow 0^+$	lim F(K,L) dla $L \rightarrow 0^+$	lim F(K,L) dla $K \rightarrow \infty$	lim F(K,L) dla $L \rightarrow \infty$
$x_1 = \sqrt{x_3}$	$x_2 = \sqrt{x_4}$	0	0	$\frac{2x_1x_2L}{x_1 + \sqrt{x_3}}$	$\frac{2x_1x_2L}{x_2 + \sqrt{x_4}}$
$x_1 = \sqrt{x_3}$	$x_2 > \sqrt{x_4}$	$(x_2 - \sqrt{x_4})L$	0	$\frac{2x_1x_2L}{x_1 + \sqrt{x_3}}$	+
$x_1 > \sqrt{x_3}$	$x_2 = \sqrt{x_4}$	0	$(x_1 - \sqrt{x_3})K$	+	$\frac{2x_1x_2L}{x_2 + \sqrt{x_4}}$
$x_1 > \sqrt{x_3}$	$x_2 > \sqrt{x_4}$	$(x_2 - \sqrt{x_4})L$	$(x_1 - \sqrt{x_3})K$	+	+

Zestawione wyniki są zgodne z wnioskami ogólnymi uzyskanymi przez K. Inadę dla funkcji produkcji, ponieważ w trakcie estymacji nie pojawia się żądanie spełnienia warunków (9) i (10) równościowo. Jednak dla wszystkich przypadków, dla których uzyskano prawidłowe rozwiązania zadania estymacji parametrów funkcji (2) dla wcześniej analizowanych przypadków, warunki te były spełnione prawie równościowo. Wartości w pierwszym wierszu tab.2. oznaczają wówczas, że wraz z nieograniczonym wzrostem jednego z czynników produkcji przy ustalonej wartości drugiego, F(K,L) powinno stabilizować się na pewnym, określonym poziomie.

Dla funkcji produkcji określonej wzorem (2) elastyczność substytucji  $\sigma$  jest obliczana jako funkcja wynikająca z innowacyjności pracy (wpływów (w sensie skalkulowana cena jednostkowa \* obrót) decydujących o wartości funkcji), tu traktowanej w tradycyjny sposób

jako techniczne (kapitałowe) uzbrojenie pracy  $z = \frac{K}{L}$ .

Na początku wyznaczana jest krańcowa stopa substytucji R.

$$0 = x_1 \frac{dK}{dL} + x_2 - \frac{x_2 K \frac{dK}{dL} + x_4 L}{\sqrt{x_3 K^2 + x_4 L^2}}, \quad (24)$$

$$0 = x_1 \frac{dK}{dL} \sqrt{x_3 K^2 + x_4 L^2} + x_2 \sqrt{x_3 K^2 + x_4 L^2} - x_3 \frac{dK}{dL} K - x_4 L \quad (25)$$

Po przekształceniach uzyskujemy ze wzoru (8), korzystając jednocześnie z definicji krańcowej stopy substytucji:

$$R \Rightarrow \frac{dK}{dL} = \frac{x_2 \sqrt{x_3 z^2 + x_4} - x_4}{x_1 \sqrt{x_3 z^2 + x_4} - x_3 z} \quad (26)$$

Do wyznaczenia wzoru na elastyczność substytucji [12] potrzebna jest postać pochodnej krańcowej stopy substytucji.

$$\frac{dR}{dz} = \frac{x_3 x_4 (x_1 z + x_2 - \sqrt{x_3 z^2 + x_4})}{\sqrt{x_3 z^2 + x_4} (x_1 \sqrt{x_3 z^2 + x_4} - x_3 z)^2} \quad (27)$$

Z definicji elastyczność substytucji  $\sigma$  wyraża się wzorem:

$$\sigma = \frac{dz}{dR} \times \frac{R}{z} \quad (28)$$

Zatem:

$$\sigma(z) = \frac{\sqrt{x_3 z^2 + x_4} (x_1 \sqrt{x_3 z^2 + x_4} - x_3 z) (x_2 \sqrt{x_3 z^2 + x_4} - x_4)}{z x_3 x_4 (x_1 z + x_2 - \sqrt{x_3 z^2 + x_4})} \quad (29)$$

We wcześniejszej pracy [13], dotyczącej estymacji parametrów tej funkcji udowodniono, że elastyczność substytucji przyjmuje wyłącznie wartości dodatnie, gdy parametry spełniają założone warunki (9) i (10). Funkcja produkcji zapisana wzorem (2) daje się również przedstawić w postaci następującej:

$$F(K, L) = \alpha \left[ \delta K + (1 - \delta)L - \beta \sqrt{\omega K^2 + (1 - \omega)L^2} \right] \quad (30)$$

po zastosowaniu podstawień:

$$x_1 = \alpha \delta, \quad (31)$$

$$x_1 + x_2 = \alpha, \quad (32)$$

$$\frac{x_1}{x_1 + x_2} = \delta, \quad (33)$$

$$x_3 = \alpha^2 \beta^2 \omega, \quad (34)$$

$$x_3 + x_4 = \alpha^2 \beta^2, \quad (35)$$



$$\frac{x_3}{x_3 + x_4} = \omega. \quad (36)$$

W tej sytuacji współczynnik  $\alpha$  można interpretować jako miernik efektywności gospodarowania. Natomiast  $\delta$  i  $\omega$  są parametrami udziału czynników funkcji produkcji w jej tworzeniu, występującymi odpowiednio w części liniowej i nieliniowej tej funkcji. Zaś parametr  $\beta$  można w tej sytuacji nazwać „parametrem substytucji”. Elastyczność substytucji i parametr  $\beta$  są współzależne – wzrost wartości tego parametru powoduje spadek elastyczności substytucji przy założeniu stałości parametrów  $\alpha$ ,  $\delta$  i  $\omega$  (patrz [14]).

### 3. Podsumowanie

Przedstawione powyżej rozważania na temat nowej postaci funkcji produkcji klasy VES, wraz z dowodem, że spełnia założenia funkcji produkcji i ogólną interpretacją jej współczynników, traktować należy jako etap przygotowawczy do dalszych badań metod oceny użyteczności witryn internetowych. Odkryta – w trakcie indywidualnych ocen ekspertów – i potwierdzona ich późniejszymi opiniami substytucja pomiędzy czynnikami wpływającymi na wyniki ekonomiczne witryn internetowych w poszczególnych branżach, wydaje się na tyle istotna, że wymaga specjalnego, a oddzielnego zbadania. Najlepsze podejście do przeprowadzenia stosowanych eksperymentów może jej zapewnić sprawdzona we wcześniejszych badaniach autora „geometryczna” postać produkcji klasy VES, zmodyfikowana pod kątem możliwości zastosowania w tym zakresie. Obecnie – po specyfikacji metodyki – badania są na etapie zbierania danych (wyniki służyły od maja do września 2008 r.) skonstruowano tabele zbiorcze – ocen grup eksperckich (wyszczególniono 40 takich grup, średnio dwuosobowych) usług elektronicznych witryn internetowych bankowości elektronicznej w Polsce. Ponieważ w analizowanym przypadku trudno jest zapewnić do badań odpowiednio długi szereg czasowy skoncentrowano się na szacunkach międzygrupowych i międzysektorowych, co było już stosowane w szacowaniu współczynników funkcji produkcji (patrz [5] oraz np. w [15]). Zaprezentowany artykuł pokazuje, że z teoretycznego punktu widzenia przedstawiona funkcja spełnia założenia narzędzia analitycznego. Wystąpiły jednak problemy z szacowaniem współczynników funkcji produkcji. Pierwszy rodzaj problemów wiąże się z niedostateczną ilością danych wejściowych odzwierciedlających w prawidłowy sposób badane zjawisko. Zostaną one uzupełnione w trakcie następnych badań ankietowych planowanych na wiosnę 2009 r. Drugi – znacznie poważniejszy problem – to fakt, że ze względu na nieliniowy i nietypowy charakter postaci funkcji standardowe pakiety statystyczne nie okazały się przydatne w szacowaniu współczynników funkcji produkcji. W tym zakresie badania również będą kontynuowane.

### Literatura

1. Chmielarz W.: Wiodące branże rynku elektronicznego w Polsce. Charakterystyka dynamiki i ocena. [w:] W kierunku rozszerzonego przedsiębiorstwa. Analiza sektorowa rozwoju ICT w Polsce, T. Kasprzak (red.), Warszawa, Difin, 2006.
2. Chmielarz W. (red.): Modele efektywnych zastosowań elektronicznego biznesu w sektorach gospodarki polskiej. Wydawnictwo WSEI, Warszawa, 2007.

3. Chmielarz W.: Przełączniki metodyczne w ocenie witryn internetowych sklepów komputerowych. [w:] Zarządzanie Wiedzą i Technologiami Informatycznymi. C. Orłowski, Z. Kowalczyk, E. Szczerbicki (red.), nr 4 seria: Automatyka i Informatyka, Pomorskie Wydawnictwo Naukowo-Techniczne PWNT, Gdańsk, 2008, rozdz. 43, ss. 361-368,
4. Saaty T.L.: How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. in: European Journal of Operational Research, No 48, 1990, ss. 9-26,
5. Kemme D. M.: Discriminating among alternative production functions in Polish Industry. Empirical Economics, Phisica Verlag, An Imprint of Springer Verlag GmbH, nr 1, vol. 9, 1984.
6. Lovell C.A.: A. Knox: Estimation and Prediction with CES and VES Production Functions. International Economic Review, nr 14, 1973, ss. 678-692.
7. Revanhar N.S.: A Class of Variable Elasticity of Substitution Production Functions. Econometrica, nr 1, vol. 39, 1971.
8. Sato R., Hoffman R.F.: Production Functions with Variable Elasticity of Factor Substitution: Some analysis and Testing. Review of Economics and Statistics, nr 3, vol. 50, 1970.
9. Nakatani I.: Production Functions with Variable Elasticity of Substitution: A Comment. The Review of Economics and Statistics, nr. 3, vol. 55, 1973, ss. 394-396.
10. Barkałow N. B. Proizvodstwiennyje funkcji v modelach ekonomiceskogo rosta, IMU, Moskwa, 1981.
11. Otani Y.: A Note on Variable Elasticity of Substitution, Journal of Economic Theory, nr 2, vol. 2, 1970.
12. Allen R.G.D.: Teoria makroekonomiczna. PWN, Warszawa, 1974.
13. Chmielarz W., A. Stachurski: A Class of VES Production Function: Properties and Estimation Results. [w:] Control and Cybernetics, nr 3-4, 1986, ss. 367-381.
14. Chmielarz W., A. Stachurski: Zastosowanie nowej postaci funkcji produkcji VES do opisu gospodarki Polski, [w:] Przegląd Statystyczny. nr 3-4, 1983, ss. 251-265.
15. Zestos G. K.: The elasticity of substitution as a proxy measure of economic integration, Atlantic Economic Journal, Springer Netherlands, nr 1, vol. 24, 1996, ss. 43-51.

Prof. dr hab. Witold CHMIELARZ  
 Wydział Zarządzania  
 Uniwersytet Warszawski  
 02-678 Warszawa; ul. Szturmowa 3  
 tel./fax.: (0-22) 55-34-002;  
 e-mail: vitec@post.pl, witek@mail.wz.uw.edu.pl