

nych przedsiębiorstw, przy czym każda z tych jednostek dokonuje wyboru spośród różnych możliwości”.¹ Oczywiście jest, że następuje ciągły wzrost liczby jednostek uczestniczących i podejmujących decyzje na różnorodnych rynkach. W sytuacji gdy informacje o tych decyzjach są dostępne, powstają zbiory danych liczbowych stanowiące podstawę zastosowania różnorodnych modeli zmiennych jakościowych.

Celem artykułu jest prezentacja modeli zmiennych jakościowych: probitowego i logitowego oraz wskazanie na możliwości ich zastosowania przy podejmowaniu decyzji. W opracowaniu przedstawiono wyniki badań, w których zastosowano model probitowy do określenia czynników decydujących o wdrożeniu systemu zarządzania środowiskowego zgodnego z normą ISO 14001.

O MODELACH ZMIENNYCH JAKOŚCIOWYCH

About the qualitative variable models

Uczestnicy gospodarki, firmy, konsumenci, podejmując decyzje o wyborze jednej z kilku możliwości, są przypisywani do kategorii umieszczonej na skali nominalnej. Przykładowo przedsiębiorca dokonuje wyboru sposobu finansowania swojej firmy spośród następujących możliwości: kredyt bankowy, pożyczka czy środki własne. W przypadku zaciągnięcia przez niego kredytu bank uznaje ten kredyt za²: regularny, wątpliwy lub stracony – w zależności od zachowania kredytobiorcy.

Osoba poszukująca pracy może ją znaleźć lub nie, pracownik może udać się do pracy samochodem, autobusem, tramwajem lub pieszo, gospodarstwo domowe może zdecydować o kupnie nowego telewizora lub odstąpić od takiej decyzji itp.

Wybór każdej z dostępnych możliwości, umieszczonych na skali nominalnej, zależy od różnorodnych czynników, pełniących rolę zmiennych objaśniających. W rozważaniach decyzji o kupnie telewizora takimi czynnikami będą dochód gospodarstwa domowego, cena telewizora oraz to, czy rodzina ma już telewizor czy też nie.

W naukach ekonomicznych indywidualne wybory: sprzedać albo nabyć dobro, przystąpić do kontraktu lub nie, to zasadnicze problemy. W socjologii przedmiotem badań może być np. podjęcie decyzji o przejściu pracownika na emeryturę lub o pozostaniu aktywnym zawodowo. Absolwent szkoły średniej staje

¹ B. Butryn, M. Fura, *Wyznaczanie prawdopodobieństwa podjęcia decyzji z użyciem modelu probitowego i logitowego*, „Badania Operacyjne i Decyzje” 2005, nr 2, s. 37.

² M. Gruszczyński, *Modele i prognozy zmiennych jakościowych w finansach i bankowości*, „Monografie i Opracowania” nr 490, Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej, Warszawa 2001, s. 11.

przed decyzją o udaniu się na studia wyższe, ludzie młodzi stają przed decyzją o posiadaniu potomstwa czy też o przesunięciu tego na czas późniejszy oraz przed wieloma innymi wyborami.

Wszystkie powyższe przypadki mają charakter jakościowy, najczęściej reprezentując możliwość podjęcia realizacji przedsięwzięcia lub odstąpienia od jego realizacji.

Szczególnym przykładem skali nominalnej jest skala dychotomiczna stosowana przy pomiarze zmiennych dwupunktowych, takich jak płeć lub pytanie w kwestionariuszu ankiety, na którą istnieją tylko dwie odpowiedzi: tak lub nie.

Jeżeli w sposób jednoznaczny zostanie zdefiniowane zjawisko A , to każde zaobserwowane zdarzenie może być zakwalifikowane do A lub \bar{A} (nie A). Przyporządkowując kategorii A liczbę 1, a kategorii \bar{A} liczbę 0, otrzymuje się w efekcie skalę zerojedynkową, która zezwala już na analizę o charakterze numerycznym.³

W związku z tym potrzebujemy zestawu statystycznych narzędzi, które będą posiadały cechy modeli regresji wielorakiej, mogących jednak dodatkowo uwzględniać obecność jakościowych zmiennych zależnych.⁴

Zmienne jakościowe⁵ to takie, których wartości nie są mierzalne na skalach przedziałowej lub ilorazowej. Modele zmiennych jakościowych są nazywane również modelami wyboru dyskretnego, ponieważ opisują z reguły wynik faktycznie dokonywanych wyborów – spośród różnych możliwości.

Zmiennymi endogenicznymi typu jakościowego, których modelowaniem zajmuje się ekonometria, są na przykład⁶:

- ♦ zmienna dwumianowa (dychotomiczna, binarna): „wdrożenie” – w danym roku systemu zarządzania środowiskowego (SZŚ): a) organizacja wdrożyła SZŚ, b) organizacja nie wdrożyła SZŚ;
- ♦ zmienna wielomianowa (polichotomiczna) nieuporządkowana: „finansowanie wdrożenia” – a) z kredytu, b) z środków własnych, c) ze środków UE;
- ♦ zmienna wielomianowa uporządkowana: „jakość ewentualnego kredytu” – w ocenie banku: a) normalny, b) poniżej standardu, c) wątpliwy, c) stracony;
- ♦ zmienna licznikowa: „okres posiadania certyfikatu ISO 14001” – w miesiącach czy w latach;

³ J. Steczkowski, A. Zeliaś, *Metody statystyczne w badaniu zjawisk jakościowych*, Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Kraków 1997, s. 20.

⁴ J. H. Aldrich, F. D. Nelson, *Linear probability, logit, and probit models*, Series: *Quantitative Applications in the Social Sciences*, nr 45, Sage Publications, Newbury-London-New Delhi, s. 10.

⁵ Ang. *qualitative response models, quanta models, categorical models, discrete models*.

⁶ Por. M. Gruszczyński, *op. cit.*, s. 12.

- ♦ zmienna ograniczona: „poziom wdrożenia SZŚ” – organizacja zdecydowała się nie kontynuować wdrożenia SZŚ po przekroczeniu pewnego poziomu kosztów.

W prezentowanej w artykule analizie przyjęto, że jakościowa zmienna zależna to zmienna binarna przyjmująca dwie wartości: 1 – gdy przedsiębiorstwo posiadało wdrożony SZŚ według ISO 14001 i 0 – w przeciwnym wypadku, natomiast za zmienne objaśniające przyjęto wybrane wskaźniki finansowe przedsiębiorstw.

Jako przykład zastosowania modelu zmiennej jakościowej zaprezentowano wyniki badań, dotyczące określenia czynników determinujących wdrożenie SZŚ przy użyciu modelu probitowego.

MODEL PROBITOWY I LOGITOWY JAKO PRZYKŁADY MODELI ZMIENNYCH JAKOŚCIOWYCH

The probit and the logit models as an example of the qualitative variable models

Dwa najbardziej popularne modele opisujące prawdopodobieństwo tego, że pewna jednostka ekonomiczna podejmie określone działanie, to model probitowy i logitowy⁷, będące najczęściej stosowanymi modelami dwumianowymi, do opisu zjawisk jakościowych. W ich podstawowych wersjach rozważa się zmienne dichotomiczne, których wariantom najczęściej przyporządkowuje się wartości 1 lub 0. Przedmiotem wyjaśniania w modelach dwumianowych jest prawdopodobieństwo p_i przyjmowania przez pewną zmienną y_i jednej z dwu możliwości. Jeżeli y_i przyjmuje wartość 0 lub 1 (dla odpowiednich wariantów zmiennej jakościowej), gdzie i oznacza jednostkę ekonomiczną, to:

$$P(y_i = 1) = p_i \quad \text{oraz} \quad P(y_i = 0) = 1 - p_i$$

Przyjmuje się, że prawdopodobieństwo to jest funkcją wektora zmiennych objaśniających x_i oraz wektora parametrów β , tj. ich iloczynu skalarnego $x_i^T \beta$. W zależności od typu funkcji F wyróżnia się kilka rodzajów modeli dwumianowych:

A. Liniowy model prawdopodobieństwa (LMP):

$$p_i = F(x_i^T \beta) = x_i^T \beta,$$

dla którego musi być spełniony warunek: $x_i^T \beta \in <0,1>$.

Założenie to dla danych rzeczywistych jest jednak często niespełnione, gdyż iloczyn skalarny $x_i^T \beta$, za pomocą którego aproksymowana jest wartość prawdopodobieństwa p_i , przyjmuje wartości spoza przedziału $<0,1>$. Sposobem na

⁷ G. C. Chow, *Ekonometria*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1995, s. 307–308.

rozwiązanie tego problemu jest transformacja prawdopodobieństwa p_i w celu eliminacji warunku ograniczającego. Dla zmiennych dychotomicznych przyjmujących wartości 0 lub 1 możemy wyeliminować powyższy warunek ograniczający przez zastosowanie przekształcenia: $p_i/(1-p_i)$. Wartość wyrażenia jest dodatnia, przy założeniu, że $0 < p_i < 1$. Jeżeli p_i zbliża się do wartości 1, to $p_i/(1-p_i)$ dąży do plus nieskończoności. Logarytmując wyrażenie $p_i/(1-p_i)$, dopuszczamy wartości ujemne, wobec czego $\ln[p_i/(1-p_i)]$ jest dowolną liczbą rzeczywistą od minus do plus nieskończoności. Zatem transformowana zmienna ma postać:

$$\ln[p_i/(1-p_i)] = x_i^T \beta \equiv Z_i$$

Po rozwiązaniu powyższego równania względem p_i otrzymujemy:

$$p_i = \exp(Z_i) / [1 + \exp(Z_i)]$$

Wyrażenie to jest popularnie nazywane funkcją logistyczną, która przyjmuje każdą wartość od 0 do 1. Jej wartość dąży do 0, gdy Z_i zmierza do $-\infty$, i do 1, gdy Z_i zbliża się do $+\infty$. W odróżnieniu od liniowego modelu prawdopodobieństwa, transformacja spełnia założenie, że $p_i \in (0, 1)$, bez ograniczania wartości, która może przyjmować iloczyn skalarny $x_i^T \beta \equiv Z_i$.⁸

Własności zastosowanego przekształcenia, zwanego logitowym ($\text{logit}(p_i) = \ln[(p_i/(1-p_i))]$) możemy opisać następująco⁹:

$$p_i \in (0,1) \Leftrightarrow \text{logit}(p_i) \in (-\infty, +\infty),$$

$$p_i \rightarrow 0 \Leftrightarrow \text{logit}(p_i) \rightarrow -\infty, \quad p_i \rightarrow 1 \Leftrightarrow \text{logit}(p_i) \rightarrow +\infty.$$

B. Powyższa transformacja stanowi podstawę modelu logitowego, w którym zakłada się, że prawdopodobieństwo p_i odpowiada dystrybucie rozkładu logistycznego, zatem¹⁰:

$$p_i = F(x_i^T) = \frac{1}{1 + \exp(-x_i^T \beta)} = \frac{\exp(x_i^T \beta)}{1 + \exp(x_i^T \beta)}.$$

C. W modelu probitowym zakłada się, że funkcja F jest dystrybuantą standaryzowanego rozkładu normalnego¹¹:

⁸ Na podstawie: J. H. Aldrich, F.D. Nelson, *op. cit.*, s. 31-32.

⁹ W. Ostasiewicz (red.), *Statystyczne metody analizy danych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 1999, s. 408.

¹⁰ B. Batóg, K. Wawrzyniak, *Modele logitowe i probitowe jako podstawa systemu diagnoz na przykładzie sektorów Warszawskiej Giełdy Papierów Wartościowych*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego” nr 415, Prace Katedry Ekonometrii i Statystyki, nr 16, 2005, s. 32.

¹¹ *Ibid.*, s. 32.

$$p_i = F(x_i^T) = \int_{-\infty}^{x_i^T \beta} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt .$$

Poprawność oszacowanego modelu probitowego czy logitowego można sprawdzić, wykorzystując test ilorazu wiarygodności służący do weryfikacji hipotezy zerowej dotyczącej modelu tylko z wyrazem wolnym (wszystkie parametry modelu poza wyrazem wolnym są równe zero). Statystyka testu jest wyrażona wzorem¹²:

$$\chi^2 = 2(\ln L_{UR} - \ln L_R) ,$$

gdzie: L_{UR} – wartość funkcji wiarygodności dla modelu pełnego, L_R – wartość funkcji wiarygodności dla modelu zawierającego jedynie wyraz wolny.

Statystyka ma rozkład χ^2 z liczbą stopni swobody równą liczbie zmiennych objaśniających modelu.

ROZWÓJ ZARZĄDZANIA ŚRODOWISKOWEGO JAKO CZYNNIKA
ZWIĘKSZAJĄCEGO KONKURENCYJNOŚĆ PRZEDSIĘBIORSTW

The development of the environmental management as a factor improving competitiveness
of the firms

Przedsiębiorstwa, działając w celu generowania zysku, czyli dążąc do powiększania kapitału ekonomicznego, muszą być wyposażone w narzędzia, dzięki którym będą mogły zarządzać w sposób zrównoważony oraz dokonywać pomiarów efektów swojej działalności, także w obszarach kapitału ludzkiego i przyrodniczego. Narzędziami tymi są: system zarządzania środowiskowego według normy ISO 14001 oraz system ekozarządzania i audytu – EMAS.¹³

System zarządzania środowiskowego to narzędzie, za pomocą którego w organizacji odbywa się zarządzanie obszarami aktywności organizacji, mającymi wpływ na środowisko przyrodnicze, czyli zarządzanie środowiskowe, będące jednym ze składników zarządzania środowiskiem.

Koncepcja systemu zarządzania środowiskowego według normy ISO 14001, opiera się na zasadniczych elementach idei Kompleksowego Zarządzania Jakością (TQM¹⁴), bazuje na cyklicznych działaniach zmierzających do ciągłego doskonalenia zgodnie ze schematem pętli Deminga.¹⁵ Oprócz systemu zarządzania jakością, bhp oraz koncepcji uczącej się organizacji stanowi narzędzie imple-

¹² M. Gruszczyński, *op. cit.*, s. 64.

¹³ EMAS – Eco-Management and Audit Scheme.

¹⁴ TQM – Total Quality Management.

¹⁵ B. Poskrobko (red.), *Zarządzanie środowiskiem*, PWE, Warszawa 2007, s. 264.

mentacji idei trwałego i zrównoważonego rozwoju w procesie gospodarowania.¹⁶

Organizacje zlokalizowane na terenie Unii Europejskiej mają dodatkowo (poza systemem ISO 14001) możliwość uczestniczenia (rejestracji) w systemie ekzarządzania i audytu EMAS. EMAS jest systemem zarządzania środowiskowego konkurencyjnym w stosunku do ISO 14001, a jednocześnie stanowiącym rozszerzenie tego międzynarodowego standardu.¹⁷ W rzeczywistości EMAS wymaga od organizacji wdrożenia systemu zarządzania środowiskowego zgodnego z międzynarodową normą ISO 14001. Wiele organizacji poszerza SZŚ według normy ISO 14001 o rozporządzenie EMAS, dokonując certyfikacji (rejestracji) obydwu standardów.¹⁸

Promowanie dobrowolnych działań i zobowiązań podejmowanych przez podmioty gospodarcze oraz odchodzenie od stosowania instrumentów nakazowo-kontrolnych, jako podstawowego sposobu wpływania na przedsiębiorstwa, stały się dominującym trendem w polityce środowiskowej większości państw uprzemysłowionych. Zauważono, że wykorzystanie mechanizmów rynkowych – przede wszystkim konkurencji – do działań na rzecz zwiększania zaangażowania przedsiębiorstw w ochronę środowiska daje pozytywne rezultaty.¹⁹

Wykorzystanie konkurencji do działań na rzecz ochrony środowiska jest możliwe wraz z rosnącą świadomością ekologiczną społeczeństw. W Polsce świadomość ekologiczna szybko wzrasta, rośnie również liczba przedsiębiorstw, które proekologiczny charakter swojej działalności traktują jako sposób na zdobycie przewagi nad konkurentami.

Wykorzystanie nowoczesnych zasad zarządzania jest nie tylko wyrazem ekologicznej świadomości przedsiębiorstw, ale także instrumentem walki konkurencyjnej. Stosowanie przez przedsiębiorstwa systemów środowiskowych przyczynia się do polepszenia wizerunku przedsiębiorstwa na rynku, ale także ułatwia kreowanie jego pozycji rynkowej.²⁰

O popularności, jaką cieszy się międzynarodowa norma ISO 14001, świadczy liczba przedsiębiorstw mających certyfikat.²¹ Od momentu wprowadzenia

¹⁶ A. Matyszak - Flejszman, *System zarządzania środowiskowego w organizacji*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2007, s. 10.

¹⁷ T. Borys, P. Rogala, *Systemy zarządzania jakością i środowiskiem*, Wydawnictwo AE im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 2007, s. 79.

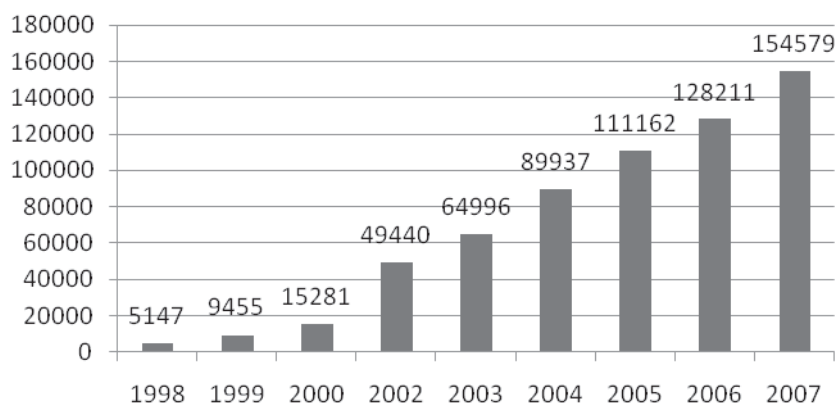
¹⁸ M. Casadesús, F. Marimon, I. Heras, *ISO 14001 diffusion after the success of the ISO 9001 model*, „Journal of Cleaner Production” 2008, nr 16, s. 1743.

¹⁹ R. Pochyluk, P. Grudowski, J. Szamański, *Zasady wdrażania systemu zarządzania środowiskowego zgodnego z wymaganiami normy ISO 14001*, Ekokonsult, Gdańsk 1999, s. 11.

²⁰ D. Burzyńska, J. Fila, *Finansowanie inwestycji ekologicznych w przedsiębiorstwie*, Difin, Warszawa 2007, s. 83.

²¹ J. Adamczyk, T. Nitkiewicz, *Programowanie zrównoważonego rozwoju przedsiębiorstw*, PWE, Warszawa 2007, s. 105.

standardu w 1996 roku system zarządzania środowiskowego ISO 14001 zyskuje stale rosnące zainteresowanie organizacji.²² Obecnie liczba organizacji na świecie posiadających certyfikowany SZŚ według normy ISO 14001 jest szacowana na ponad 150 000.²³



Rys. 1. Liczba certyfikatów ISO 14001 na świecie, w latach 1998–2007

The world total number of ISO 14001 certificates in period of 1998–2007

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: *The ISO Survey of Certifications – 2007*; A. Matuszak-Flajszman, *System zarządzania środowiskowego w organizacji*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2007, s. 33.

Certyfikaty SZŚ według normy ISO 14001 posiadają przedsiębiorstwa w 148²⁴ krajach świata, w tym w Polsce. Rozwój zarządzania środowiskowego w Polsce przedstawia rys. 2.

Dane dotyczące liczby przyznanych certyfikatów SZŚ według normy ISO 14001 na świecie oraz w Polsce wskazują na wyraźną tendencję wzrostową. W celu porównania dynamiki wzrostu liczby certyfikatów ISO 14001 na świecie i w Polsce wyznaczono średnie tempo zmian²⁵ liczby certyfikatów w latach 1998–2007.

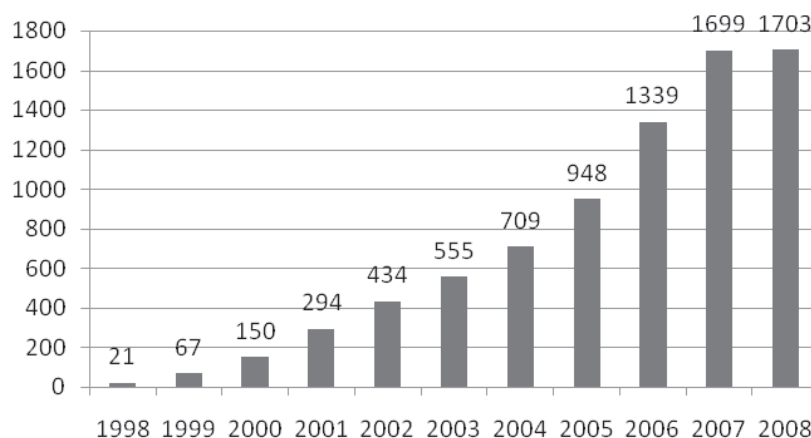
Wskaźnik średniego tempa zmian dla danych dotyczących sytuacji na świecie wyniósł 45,94%. Oznacza to, że średnio w każdym roku liczba organizacji wdrażających SZŚ rosła o prawie 46%. Stosunkowo dobrze, na tle świata, prezentuje się dynamika wzrostu liczby organizacji posiadających certyfikat ISO 14001 w Polsce. Średniorocznie, w okresie od 1998 do 2007 roku, liczba przyznanych certyfikatów zwiększała się o prawie 63%.

²² M. A. Balzarova, P. Castka, *Underlying mechanisms in the maintenance of ISO 14001 environmental management system*, „Journal of Cleaner Production” 2008, nr 16, s. 1949.

²³ Na podstawie *The ISO Survey of Certifications – 2007*, s. 10.

²⁴ *Ibid.*, s. 10.

²⁵ M. Sobczyk, *Statystyka*, PWN, Warszawa 2007, s. 314–315.



Rys. 2. Liczba certyfikatów ISO 14001 w Polsce, w latach 1998–2008

The number of ISO 14001 certificates in Poland in period of 1998–2008

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: A. Matuszak - Flejszman, *op. cit.*, s. 34 oraz dane Centrum Ochrony Środowiska Politechniki Gdańskiej, <http://www.eko-net.pl>.

Systemy zarządzania środowiskowego są narzędziem przeznaczonym do wdrażania przez dowolnie wybraną jednostkę organizacyjną, bez względu na wielkość, rodzaj prowadzonej działalności oraz formę prawną. Motywy wdrażania systemów są również zróżnicowane. W przypadku większości przedsiębiorstw jest to świadome działanie doskonalące, a w jednostkowych przypadkach decyzja o wdrożeniu systemu jest tylko czystą kalkulacją ekonomiczną, która zostaje wymuszona przez konkurencję.²⁶ W ramach systemu zarządzania środowiskowego, wdrażanego w przedsiębiorstwie, jest podejmowany szeroki zakres działań. Pozwala to na wygenerowanie różnorodnych efektów, które mogą być dodatnie (korzyści) lub ujemne (koszty, straty). Wdrożenie systemu zarządzania środowiskowego jest źródłem efektów ekologicznych, ekonomicznych i społecznych.

Ogólnie panujące tendencje proekologiczne w gospodarce wskazują, że w niedalekiej przyszłości, na globalnym rynku, prawdopodobnie nie będzie miejsca dla przedsiębiorstw, organizacji, które będą ignorowały zarządzanie środowiskowe. Polityka proekologiczna przedsiębiorstwa, na coraz bardziej konkurencyjnym rynku, może stać się jednym z atutów walki konkurencyjnej. Jeżeli firma nie znajdzie uzasadnienia do kierowania się normami ochrony środowiska, z pewnością takie argumenty znajdą jej klienci przez rezygnację z zakupu produktów tych firm. Mechanizm rynkowy oraz rosnąca konkurencja mogą skłonić wiele przedsiębiorstw do działań proekologicznych.²⁷

²⁶ B. Poskrobko (red.), *op. cit.*, s. 290.

²⁷ P. Pluskota, *Ekonomiczne aspekty ochrony środowiska*, [w:] K. Małachowski (red.), *Gospodarka a środowisko i ekologia*, CeDeWu Wydawnictwa Fachowe, Warszawa 2007, s. 91–92.

WDROŻENIE SZŚ ISO 14001 A WYNIKI FINANSOWE PRZEDSIĘBIORSTW
The adoption of the ISO 14001 environmental management system and economic
performance of the firms

Na łamach czasopism naukowych trwa dyskusja, czy zarządzanie środowiskowe w przedsiębiorstwach jest związane z ich ekonomicznymi wynikami. W szczególności przedmiotem zainteresowania jest kwestia, czy bardziej dochodowe organizacje są skłonne podejmować więcej przedsięwzięć w zakresie zarządzania środowiskowego.²⁸

Dotychczas prowadzone badania wskazują na wiele determinantów, mających wpływ na podejmowane przez przedsiębiorstwa działania prośrodowiskowe. Badania prowadzone wśród japońskich przedsiębiorstw pokazały, że firmy, które posiadają większą liczbę zagranicznych klientów, chętniej podejmują proekologiczne przedsięwzięcia. Wykazano ponadto, że przedsiębiorstwa oferujące odbiorcom więcej produktów finalnych są również bardziej skłonne podejmować takie działania. W innych badaniach prowadzonych również wśród japońskich przedsiębiorstw wykazano, że wielkość przedsiębiorstwa ma pozytywny wpływ na prawdopodobieństwo podjęcia proekologicznych działań. Ponadto wykazano, że przedsiębiorstwa bardziej dochodowe są skłonne do podejmowania częstszych działań proekologicznych. Spośród prowadzonych dotychczas badań zależność pomiędzy ekonomicznymi wynikami a zastosowaniem zarządzania środowiskowego w przedsiębiorstwach wykazali m.in. R.W. Roberts²⁹, D. Cormier i M. Mangan³⁰ oraz A. Hibiki, M. Higashi, A. Matsuda.³¹

M. Nakamura, T. Takahashi, I. Vertinsky³² podkreślają, że wyniki finansowe są znaczącą determinantą w podjęciu decyzji o wdrożeniu systemu zarządza-

²⁸ Por. A. Higashida, K. Kokubu, C. Kawahara, *A study of the environmental disclosure in environmental report and its determinants in Japanese firms (in Japanese)*, Shakai Kanren Kaikei Kenkyu 17, s. 29–38, 2005, za: K. Nishitani, *An empirical study of the initial adoption of ISO 14001 in Japanese manufacturing firms*, „Ecological Economics” 2008, nr XX, s. 5–6.

²⁹ R.W. Roberts, *Determinants of corporate social responsibility disclosure: an application of stakeholder theory*. *Accounting*, „Organizations and Society” 1992, nr 17 (6), s. 595–612, za: K. Nishitani, *op. cit.*, s. 5–6.

³⁰ D. Cormier, M. Mangan, *Corporate environmental disclosure strategies: determinants, costs and benefits*, *Journal of Accounting*, „Auditing and Finance” 1999, nr 14 (4), s. 429–451, za: K. Nishitani, *op. cit.*, s. 5–6.

³¹ A. Hibiki, M. Higashi, A. Matsuda, *Determinants of the firm to acquire ISO 14001 certificate and the market valuation of the certified firm*, Department of Social Engineering Discussion Paper 3–6, Tokyo Institute of Technology, Tokyo 2003, za: K. Nishitani, *op. cit.*, s. 5–6.

³² M. Nakamura, T. Takahashi, I. Vertinsky, *Why Japanese firms choose to certify: a study of managerial responses to environmental issues*, „Journal of Environmental Economics and Management” 2001, nr 42 (1), s. 23–52.

nia środowiskowego ISO 14001, ponieważ inicjacja wdrożenia pociąga za sobą stosunkowo wysokie koszty, z ponoszeniem których firmy o lepszych wynikach łatwiej sobie radzą. Niższy współczynnik długu może być również silną determinantą przemawiającą za znaczeniem czynników związanych z osiągnięciami ekonomicznymi przedsiębiorstw³³ wdrażających system ISO 14001.

ZASTOSOWANIE MODELU PROBITOWEGO DO OKREŚLENIA CZYNNIKÓW
DECYDUJĄCYCH O WDROŻENIU SZŚ ISO 14001

Introduction of the probit model in determining the factors influencing the adoption
of the ISO 14001 environmental management system

K. Nishitani³⁴ przeprowadził badania na próbie 433 japońskich przedsiębiorstw produkcyjnych, których jednym z celów było określenie czynników decydujących o wdrożeniu certyfikatu systemu zarządzania środowiskowego ISO 14001. W analizie wykorzystano omówiony w artykule probitowy model dla zmiennej jakościowej. Jako zmienną zależną przyjęto w modelu sztuczną zmienną przyjmującą dwie wartości: 1 – gdy firma posiadała certyfikat ISO 14001 i 0 – gdy przedsiębiorstwo takiego systemu nie posiadało. Zmiennymi objaśniającymi w modelu były: wskaźnik eksportu – reprezentujący zachowanie zagranicznych odbiorców, logarytm współczynnika wydatków na reklamę³⁵ – reprezentujący reakcję odbiorców produktów finalnych, odsetek papierów wartościowych przedsiębiorstw będących w posiadaniu instytucji finansowych oraz tych będących w posiadaniu innych organizacji – reprezentujących długoterminowych udziałowców, wielkość FFW³⁶ (*free-flow weight*), będącą wagą akcji uważanych za dostępne do obrotu na rynku – jako odpowiednik dla krótkookresowych udziałowców, logarytm liczby zatrudnionych – obrazujący wielkość przedsiębiorstwa, stopa zwrotu z aktywów ROA (*return on assets*) – będąca reprezentantem wyników ekonomicznych przedsiębiorstw, stosunek zadłużenia firmy do jej kapitału akcyjnego i rezerw DTE (*debt to equity*) – reprezentujący współczynnik długu.

W badaniu określono czynniki decydujące o wdrożeniu systemu ISO 14001 w trzech momentach czasowych: w latach 1996, 1999 oraz w 2004. Model probitowy oszacowany dla roku 1996 wskazał, że zmiennymi statystycznie istotnymi w podjęciu decyzji o wdrożeniu systemu ISO 14001 były: wielkość przedsię-

³³ K. Nishitani, *op. cit.*, s. 6.

³⁴ *Ibidem*.

³⁵ W analizie zlogarytmowano wielkość wskaźnika wydatków na reklamę oraz liczbę zatrudnionych, ponieważ założono, że zależność pomiędzy zmienną objaśnianą i wymienionymi zmiennymi objaśniającymi jest nieliniowa.

³⁶ FFW – jest ustalane i obliczane przez Tokyo Stock Exchange dla każdej spółki notowanej na tokijskiej giełdzie.

biorstwa (zależność pozytywna), współczynnik długu (zależność negatywna). Pozostałe z analizowanych zmiennych okazały się statystycznie nieistotne. Wykazano zatem, że przedsiębiorstwa większe i o niższym współczynniku długu chętniej wdrażały system zarządzania środowiskowego ISO 14001.

Model probitowy zbudowany dla roku 1999 wskazał następujące determinanty wpływające istotnie na decyzję o wdrożeniu systemu ISO 14001: wskaźnik eksportu (zależność pozytywna), odsetek udziałów w posiadaniu innych organizacji, wielkość przedsiębiorstwa. Pozostałe zmienne okazały się statystycznie nieistotne.

Model zbudowany dla roku 2004 okazał się statystycznie nieistotny, tzn. nie było istotnej różnicy pomiędzy modelem ze wszystkimi zmiennymi objaśniającymi a modelem tylko z wyrazem wolnym.

Wyniki uzyskane dzięki zastosowaniu modelu probitowego sugerują, że czynniki decydujące o wdrożeniu systemu ISO 14001 w latach 1996, 1999 i 2004 różniły się. Ponadto zbadano, czy parametry trzech wyznaczonych modeli pomiędzy trzema kolejnymi modelami były statystycznie równe ($\beta^{1996} = \beta^{1999} = \beta^{2004}$).

Test Walda wskazał, że parametry przy zmiennych: odsetek papierów wartościowych w posiadaniu innych organizacji oraz współczynnik długu były istotnie różne pomiędzy trzema wyznaczonymi modelami probitowymi.

Zatem wykazano, że wpływ wymienionych zmiennych objaśniających na zmienną objaśnianą, jaką było wdrożenie ISO 14001, w latach 1996, 1999 i 2004 różnił się w poszczególnych modelach.

ZAKOŃCZENIE

Conclusion

Wyniki zaprezentowanych badań pozwalają wysnuć następujące wnioski:

- ♦ Czynniki decydujące o wdrożeniu SZŚ według normy ISO 14001 były różne w zależności od momentu (roku) inicjacji systemu. Rok 1996 należy uznać na etap początkowy, w którym większe przedsiębiorstwa, o niższym współczynniku długu, chętniej wdrażały system w początkowym okresie jego funkcjonowania.
- ♦ Za kolejny etap wdrażania systemu uznano rok 1999, kiedy system inicjowały większe przedsiębiorstwa o wyższym wskaźniku eksportu, lepszych wynikach ekonomicznych i o większych udziałach innych organizacji.
- ♦ W ostatnim z badanych momentów czasowych nie udało się wykazać statystycznie istotnych determinant wdrożenia SZŚ.

Zamieszczona w artykule analiza jest jednym z nielicznych badań podejmujących problem istnienia zależności pomiędzy wdrożeniem SZŚ a wynikami fi-

nansowymi przedsiębiorstw. Pozytywną zależność pomiędzy nimi pozwala wysnuć wniosek, że lepsza sytuacja ekonomiczna przedsiębiorstw była jednym z wymogów wdrożenia systemu w większości przedsiębiorstw.

SUMMARY

The article presents the importance, the attempt of a defining and the examples of using the qualitative variable models in social sciences. It also describes theoretical foundations and opportunities of application of the probit and logit model, as the examples of qualitative variable models. Moreover, the article emphasizes the capability of an application the mentioned models for appointing the determinants of initiation ISO 14001 environmental management system EMS. In article the development of ISO 14001 environmental management system was presented as a method of improvement the competitiveness of the organization. The paper also contains the current analyses of using the probit model for determination the factors of introduction EMS ISO 14001.