

Aneta Becker

ZASTOSOWANIE METODY AHP DO USZEREGOWANIA WOJEWÓDZTW POLSKI POD WZGLĘDEM WYKORZYSTANIA TECHNOLOGII ICT W PRZEDSIĘBIORSTWACH

APPLICATION AHP METHOD TO RANKING POLISH VOIVODSHIPS IN TERMS OF USE ICT TECHNOLOGY IN ENTERPRISES

Katedra Zastosowań Matematyki w Ekonomii, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Klemensa Janickiego 31, 71-270 Szczecin, e-mail: Aneta.Becker@zut.edu.pl

Summary. The purpose of this article is ranking Polish voivodships in terms of utilization of information and telecommunication technologies in enterprises during the year 2010. In the research, there has been used multi-criteria decision support method AHP (Analytic Hierarchy Process). The algorithm which has been used enabled the analysis of voivodships' positions in the ranking with regard to varying advancement of specific areas in the ICT area.

Słowa kluczowe: analityczny proces hierarchiczny, technologie teleinformatyczne (ICT), wielokryterialne metody decyzyjne.

Key words: analytic hierarchy process, information and telecommunication technologies (ICT), multi-criteria decision methods.

WSTĘP

Zastosowanie technologii teleinformatycznych w działalności gospodarczej pozwala na uzyskanie dodatkowego medium komunikacyjnego z klientami i partnerami, a także zmienia zasady funkcjonowania samych przedsiębiorstw. Umożliwia kontakt z kontrahentami o dowolnej porze dnia, niezależnie od ich lokalizacji. Przy czym łączność ta ma charakter interaktywny. Teleinformatyka (ICT, ang. *Information and Communication Technology*) przyczynia się do uzyskania przewagi konkurencyjnej przez sprawniejszą realizację procesów: marketingowych, produkcyjnych, usługowych i finansowych, co powoduje znaczne oszczędności. Ponadto ułatwia monitorowanie działań konkurencji, trendów i pozyskanie nowych rynków zbytu (Internet w zarządzaniu przedsiębiorstwem 2003).

Celem artykułu jest ranking województw Polski ze względu na poziom wykorzystania technologii informacyjno-telekomunikacyjnych w przedsiębiorstwach w 2010 roku. Przyпуска się, że zastosowanie nowoczesnych technologii informacyjnych i komunikacyjnych różnicuje województwa w Polsce. W badaniach zastosowano metodę wielokryterialnego porządkowania wariantów decyzyjnych AHP (analityczny proces hierarchiczny, ang. *Analytic Hierarchy Process*), która umożliwiła ocenę poszczególnych regionów kraju ze względu na stosowanie nowoczesnych narzędzi pracy wspomagających zarządzanie i funkcjonowanie współczesnych firm.

Działania z wykorzystaniem procedury AHP koncentrują się na przyporządkowaniu każdemu wariantowi decyzyjnemu znormalizowanej oceny końcowej (zestawionej w wektorze skali), która może być interpretowana jako użyteczność i -tego wariantu. Wektor skali uzyskuje się na podstawie porównań parami między sobą kryteriów oraz wariantów decyzyjnych ze względu na kolejne kryteria. Czynności te wykonuje się, wykorzystując dziewięciostopniową skalę Saaty'ego przez przyporządkowanie poszczególnym porównaniom oceny liczbowej oraz opisu werbalnego (Metody wielokryterialne na polskim rynku finansowym 2006).

Metoda AHP uwzględnia specyfikę psychologicznych procesów wartościowania, mających przede wszystkim charakter relacyjny i hierarchiczny. Liczne zastosowania tej metody we wspomaganie decyzji ekonomicznych, technicznych czy społecznych potwierdzają jej przydatność, szczególnie w tych przypadkach, gdzie znaczna część kryteriów oceny ma charakter jakościowy, a doświadczenie oceniającego stanowi główne źródło ocen, mających charakter obiektywny (Downarowicz i in. 2000).

METODA AHP

Metoda AHP (Satty 1977, 1980) jest zaliczana do popularnych metod wielokryterialnego podejmowania decyzji. Służy do rangowania wariantów decyzyjnych i pośrednio do wspomaganie ich wyboru. Metodę AHP opracował amerykański matematyk prof. T.L. Saaty, który prace nad budową algorytmu rozpoczął w latach 70. XX wieku. Podejście zaproponowane przez Saaty'ego łączy w sobie elementy matematyki i psychologii. Jest stosowane do rozwiązywania problemów decyzyjnych, szczególnie w sytuacjach, kiedy kryteria mają charakter jakościowy, a oceny są subiektywne i wynikają z wiedzy i doświadczenia analityka. Do wzrostu zainteresowania metodą AHP przyczyniła się duża liczba publikacji i propozycji praktycznego zastosowania oraz niezbyt skomplikowana procedura postępowania (Saaty 2001). Analityczny proces hierarchiczny jest stosowany do rozwiązywania problemów decyzyjnych, które można przedstawić w postaci wielopoziomowej struktury hierarchicznej. Składa się ona z: celu nadrzędnego, kryteriów głównych, kryteriów cząstkowych (atrybutów) oraz analizowanych wariantów (obiektów, alternatyw decyzyjnych) – Skorupka, Duchaczek 2010. Poziomy są uporządkowane w kierunku malejącej ważności, a elementy porównywane parami na każdym poziomie hierarchii. W ten sposób określa się przewagę jednego elementu nad drugim w odniesieniu do elementów położonych bezpośrednio powyżej (Adamus, Łasak 2010). W literaturze przedmiotu można odnotować wykorzystanie AHP w następujących dziedzinach:

- ekonomii i zarządzaniu – marketingu (formułowaniu strategii), finansach (analizach kredytowych), transporcie, alokacji zasobów, planowaniu, prognozowaniu, ocenie zatrudnienia i decyzji płacowych, zarządzaniu jakością, ocenie dostawców;
- polityce – w negocjacjach, rozwiązywaniu konfliktów, kontroli zbrojeń, grach wojennych;
- problemach społecznych – w edukacji, medycynie, prawie, sektorze publicznym, sporcie;

– technologii – w wyborze rynku, transferze technologii (Adamus, Gręda 2005).

Wśród wielu zalet, dzięki którym metoda AHP jest często stosowana do rozwiązywania problemów decyzyjnych, szczególnie w sytuacjach, kiedy kryteria mają charakter jakościowy, a oceny są subiektywne i wynikają z wiedzy i doświadczenia analityka, można odnotować kilka uwag krytycznych. Należą do nich między innymi ograniczenia związane z: liczbą porównywalnych elementów na tym samym poziomie hierarchii, wymaganiem spójności macierzy ocen, założeniem pełnej porównywalności elementów występujących w modelu, a także duże uproszczenia w modelowaniu rzeczywistej sytuacji (Skorupka, Duchaczek 2010). Jednak w przypadku metody AHP dominują głównie jej atuty, takie jak: nieskomplikowana struktura wizualna i obliczeniowa, której źródło tkwi w prostym rozumowaniu przepływu wpływów, oraz integracja dedukcyjnego myślenia z systemowym podejściem w rozwiązywaniu problemów decyzyjnych.

Badania z wykorzystaniem procedury AHP należy rozpocząć od zdefiniowania celu oraz określenia spójnej rodziny kryteriów istotnych dla rozpatrywanego problemu decyzyjnego. Mając dany zbiór m wariantów decyzyjnych, oznaczonych jako a^i ($i = 1, \dots, m$), proces obliczeniowy można przeprowadzić w kolejnych czterech krokach (Metody wielokryterialne na polskim rynku finansowym 2006):

1. Budowa macierzy porównań kryteriów. W celu znalezienia wektora skali dla kryteriów, który oznacza się jako $\bar{b} = [\bar{b}_1, \dots, \bar{b}_n]^T$, należy zastosować metodę Saaty'ego. Umożliwia ona obliczenie dokładnych wartości wektora własnego dla macierzy spójnych oraz pewne przybliżenie tego wektora w przypadku proporcjonalnej macierzy porównań. Do porównań parami Saaty proponuje wykorzystanie dziesięciostopniowej skali (tabela 1), którą w swojej publikacji przedstawili między innymi Adamus i Gręda (2005).

Tabela 1. Oceny liczbowe i słowne w metodzie AHP

Skala ważności	Definicje	Wyjaśnienie
1	równe znaczenie	równoważność porównywanych elementów (wariantów decyzyjnych lub kryteriów)
3	słaba lub umiarkowana przewaga	słaba (lub umiarkowana) preferencja jednego elementu nad drugim
5	duża przewaga	silna preferencja jednego elementu nad drugim
7	silna przewaga	dominujące znaczenie lub bardzo silna preferencja jednego elementu nad drugim
9	ekstremalna lub absolutna przewaga	ogromna przewaga jednego elementu nad drugim
2, 4, 6, 8	dla porównań kompromisowych między wartościami 1, 3, 5, 7, 9	stosowane w sytuacji, gdy istnieje potrzeba interpolacji numerycznej opinii kompromisowych
1, 1–1,9	dla elementów o bliskim znaczeniu	używane w przypadku, gdy znaczenia elementów są bliskie i prawie nierozróżnialne
Odwrotność skal ważności	przechodniość cen	jeżeli element i ma jedną z ocen liczbowych oznaczającą wynik porównania z elementem j , wtedy j ma odwrotną wartość, kiedy porównujemy go z elementem i

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Adamus i Gręda (2005, s. 16)

2. Dla każdego kryterium $j = 1, \dots, n$ skonstruowanie macierzy porównań wariantów decyzyjnych względem kryterium j -tego. Można zastosować metodę: Saaty'ego lub potęgowa, a znaleziony wektor oznaczyć jako $\mathbf{b}^j = [b_1^j, b_2^j, \dots, b_m^j]$.

3. Wyznaczenie macierzy \mathbf{C} , której kolumny powstają z wektorów skali odpowiednich kryteriów.

4. Wyłonienie końcowego wektora skali rozwiązań dopuszczalnych:

$$\mathbf{b} = \mathbf{C}\bar{\mathbf{b}} \quad (1)$$

Metoda Saaty'ego, którą wykorzystuje się do wyznaczania znormalizowanego wektora własnego, przebiega w następujących etapach (Metody wielokryterialne na polskim rynku finansowym 2006):

– sumowanie oceny α_{ij} w każdej kolumnie macierzy porównań $\mathbf{A} = [\alpha_{ij}]_{i,j=1,\dots,m}$ zgodnie z zapisem:

$$\sigma_j = \sum_{i=1}^m \alpha_{ij} \quad (2)$$

gdzie:

α_{ij} – liczba będąca wynikiem porównania parami wariantów decyzyjnych;

– budowa znormalizowanej macierzy $\mathbf{B} = [\beta_{ij}]_{i,j=1,\dots,m}$, gdzie:

$$\beta_{ij} = \frac{\alpha_{ij}}{\sigma_j} \quad (3)$$

– obliczenie przybliżonego wektora skali \mathbf{b} według formuły:

$$b_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \beta_{ij} \quad (4)$$

– wyznaczenie przybliżonej wartości własnej macierzy \mathbf{A} :

$$\lambda_{max} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{(\mathbf{A}\mathbf{b})_i}{b_i} \quad (5)$$

W celu sprawdzenia, w jakim stopniu oceny decydenta zapisane w macierzy $\mathbf{A} = [\alpha_{ij}]_{i,j=1,\dots,m}$ są spójne, należy obliczyć wskaźnik zgodności:

$$c = \frac{\lambda_{max} - m}{r(m-1)} \quad (6)$$

gdzie:

λ_{max} – największa wartość własna macierzy porównań,

m – rozmiar macierzy porównań,

r – losowy indeks zgodności obliczony z losowo generowanej macierzy o wymiarach m (tabela 2).

Tabela 2. Wartości indeksu losowego

Rząd macierzy (<i>m</i>)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Losowy indeks (<i>r</i>)	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Metody wielokryterialne na polskim rynku finansowym, 2006, s. 16.

Jeśli wskaźnik zgodności $c > 0$, to uznaje się występowanie zgodności ocen, w przeciwnym razie należy dokonać ponownych porównań parami.

Agregacja ocen w metodzie AHP odbywa się według addytywnej funkcji użyteczności, syntetyzującej udziały wagowe kryteriów oraz wartości stopnia spełnienia ułamkowej funkcji celu przez każde z kryteriów. Oceny stopnia spełnienia tych kryteriów dla rozważanych wariantów decyzyjnych pozyskuje się metodą porównań parami (Downarowicz i in. 2000).

MATERIAŁ EMPIRYCZNY

Materiał statystyczny, którym posłużono się, tworząc ranking województw Polski pod względem wykorzystania ICT przez przedsiębiorstwa w 2010 roku, pochodził z Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) – Wykorzystanie technologii informacyjno-(tele)komunikacyjnych w przedsiębiorstwach i gospodarstwach domowych w 2010 r., http://www.stat.gov.pl/gus/5840_wykorzystanie_ict_PLK_HTML.htm, dostęp 27.04.2011. Zgromadzono informacje na temat firm prowadzących działalność gospodarczą zaklasyfikowaną według Polskiej Klasyfikacji Działalności (PKD) do następujących sekcji: C – przetwórstwo przemysłowe, F – budownictwo, G – handel hurtowy i detaliczny, naprawa pojazdów samochodowych włączając motocykle, H – transport i gospodarka magazynowa, I – działalność związana z zakwaterowaniem i usługami gastronomicznymi, J – informacja i komunikacja, L – działalność związana z obsługą rynku nieruchomości, M – działalność profesjonalna, naukowa i techniczna.

Najwięcej przedsiębiorstw, w stosunku do wszystkich badanych, pochodziło z województw: mazowieckiego (17,18%), śląskiego (12,60%) i wielkopolskiego (11,34%). Natomiast najmniej firm reprezentowało województwa: opolskie (2,28%), podlaskie (2,28%) i świętokrzyskie (2,55%). Wśród podmiotów biorących udział w badaniu, łącznie z sekcją K (PKD) – działalność finansowa i ubezpieczeniowa, dominowały małe firmy, które stanowiły prawie 78% ogółu. Nieco ponad 18,5% podmiotów należało do grupy średnich przedsiębiorstw, natomiast najniższy odsetek firm stanowiły duże przedsiębiorstwa – prawie 3,7%.

Wybrane cechy wskazują, że nieco ponad 97% firm, które brały udział w badaniu, wykorzystywało w swojej działalności komputery. Dostęp do Internetu deklarowało prawie 96%. W lokalną sieć komputerową – LAN było wyposażonych prawie 72% firm. Przedsiębiorstwa korzystały z szerokopasmowego dostępu do Internetu, przy czym większą popularnością cieszył się przewodowy dostęp, z którego korzystało prawie 76% firm. Natomiast bezprzewodowy dostęp do Internetu wybrało zaledwie nieco ponad 28% podmiotów. Wśród funkcji strony internetowej największą popularnością cieszyła się prezentacja katalogów wyrobów

lub cenników (48,84%) oraz ochrona danych osobowych lub homologacja bezpieczeństwa (41,80%). Prawie 36% podmiotów wysyłało dyspozycje płatnicze do instytucji finansowych. Z kolei wymianą danych z organami administracji publicznej zainteresowanych było nieco ponad 46% firm. Tylko 6% podmiotów interesowała automatyczna wymiana faktur elektronicznych (e-faktur). Z kolei automatyczną wymianę danych wewnątrz przedsiębiorstwa zadeklarowało 34% organizacji. Dużym, prawie 61-procentowym zainteresowaniem cieszył się podpis elektroniczny. Ponad połowa przedsiębiorstw używała zapasowych kopii danych na wyodrębnionych nośnikach w ramach formalnie zdefiniowanej polityki bezpieczeństwa przedsiębiorstwa. Niewielki odsetek podmiotów wykorzystywał protokół SSL lub TLS do przyjmowania zamówień przez Internet.

Analizując zgromadzony materiał statystyczny w ujęciu regionalnym, można zauważyć różnicowanie w zakresie zdefiniowanych kryteriów. Największy odsetek firm, które miały szerokopasmowy dostęp do Internetu, inwestowały w swoje strony internetowej czy automatyczną wymianę danych wewnątrz przedsiębiorstwa, odnotowano w województwie mazowieckim. Należy nadmienić, że województwo mazowieckie zdecydowanie dominowało także w innych dziedzinach związanych z teleinformatyką. Wyjątek stanowiła wysoka pozycja podmiotów z województwa opolskiego, które najczęściej wykorzystywały komputery w swojej działalności i stosowały automatyczną wymianę faktur elektronicznych (e-faktur). Wśród czołowych firm znalazły się także przedsiębiorstwa z województwa podlaskiego chętnie korzystające z sieci LAN i wykorzystujące podpis elektroniczny. Natomiast najczęściej z organami administracji publicznej kontaktowały się firmy z województwa kujawsko-pomorskiego. W 2010 roku wśród badanych podmiotów najslabsze wyniki w dziedzinie teleinformatyki odnotowały województwa: świętokrzyskie, warmińsko-mazurskie i podkarpackie.

WYNIKI BADAŃ

W doświadczeniu mającym na celu omówienie stanu teleinformatyki w Polsce zastosowano podejście hierarchiczne (analityczny proces hierarchiczny). Praca zawiera wyniki obliczeń uzyskanych za pomocą arkusza kalkulacyjnego MS Excel i programu Super Decisions©. Problem decyzyjny koncentrował się na uporządkowaniu 16 województw Polski, stanowiących warianty decyzyjne, ocenianych ze względu na pięć kryteriów głównych, które zawierały podkryteria (tabela 3). Wszystkie kryteria i subkryteria były mierzalne.

Tabela 3. Kryteria oceny województw Polski przyjęte w badaniu

Cel główny: ranking województw Polski pod względem zaawansowania technologii teleinformatycznych (ICT) w przedsiębiorstwach	
Kryteria oceny województw	
K ₁	
K ₁₁	Infrastruktura sprzętowa (ICI) przedsiębiorstwa
K ₁₂	Korzystanie z sieci LAN
K ₁₃	Szerokopasmowy dostęp do Internetu
K ₁₃₁	Przewodowy dostęp do Internetu
K ₁₃₂	Bezprzewodowy dostęp do Internetu

Tabela 3. (cd.)

Kryteria oceny województw	
K ₂	Funkcje strony internetowej
K ₂₁	Ochrona danych osobowych lub homologacja bezpieczeństwa
K ₂₂	Prezentacja katalogów wyrobów lub cenników
K ₂₃	Zamawianie lub rezerwacja on-line
K ₂₄	Sprawdzanie stanu realizacji zamówienia on-line
K ₂₅	Personalizacja zawartości strony dla stałych użytkowników
Kryteria oceny województw	
K ₃	Funkcje automatycznej wymiany danych z podmiotami zewnętrznymi
K ₃₁	Wysyłanie dyspozycji płatniczych do instytucji finansowych
K ₃₂	Wymiana danych z organami administracji publicznej
K ₃₃	Automatyczna wymiana faktur elektronicznych (e-faktur)
K ₃₄	Automatyczna wymiana zamówień
K ₃₅	Elektroniczne dokumenty transportowe
K ₄	Automatyczna wymiana danych wewnątrz przedsiębiorstwa
K ₅	Formalnie zdefiniowana polityka bezpieczeństwa przedsiębiorstwa
K ₅₁	Wykorzystanie podpisu elektronicznego
K ₅₂	Wykorzystanie protokołu bezpieczeństwa (SSL lub TLS) do przyjmowania zamówień przez Internet
K ₅₃	Wykorzystanie identyfikacji i autoryzacji użytkownika za pomocą tokenów generujących jednorazowe kody
K ₅₄	Rejestracja zdarzeń na potrzeby analizy naruszeń bezpieczeństwa
K ₅₅	Używanie zapasowych kopii danych na wyodrębnionych nośnikach

W pierwszym kroku porównano parami kryteria główne i podkryteria ze względu na cel główny badania, uzyskując macierze porównań parami. Zastosowano dziewięciostopniową skalę Saaty'ego (tabela 1). Przykładową macierz porównań podkryteriów reprezentujących infrastrukturę sprzętową (ICT) przedsiębiorstwa przedstawia tabela 4. Suma (σ_j) ujęta w zestawieniu powstała przez dodanie ocen (α_{ij}) w każdej kolumnie macierzy porównań **A**, zgodnie z zapisem (2) metody Saaty'ego.

Tabela 4. Liczbowe wyniki porównań kryteriów parami

K ₁	K ₁₁	K ₁₂	K ₁₃
K ₁₁	1,00	0,33	0,14
K ₁₂	3,00	1,00	0,25
K ₁₃	7,00	4,00	1,00
σ_j	11,00	5,33	1,39

Źródło: obliczenia własne na podstawie: Wykorzystanie technologii informacyjno-(tele)komunikacyjnych w przedsiębiorstwach i gospodarstwach domowych w 2010 r., http://www.stat.gov.pl/gus/5840_wykorzystanie_ict_PLK_HTML.htm, dostęp 27.04.2011.

Kolejny etap rozpoczęto od zbudowania znormalizowanych macierzy preferencji **B**. Elementy poszczególnych macierzy powstały w wyniku podzielenia ocen priorytetów macierzy porównań przez ich sumę, zgodnie z formułą (3). Następnie obliczono przybliżony wektor skali **b** według zapisu (4), którego elementami są średnie z wierszy. Znormalizowaną macierz dla grupy subkryteriów związanych z infrastrukturą przedstawia tabela 5. W tym przypadku wektor skali ma postać:

$$\bar{b} = \begin{bmatrix} 0,09 \\ 0,21 \\ 0,70 \end{bmatrix}$$

Do wyznaczenia przybliżonej wartości własnej λ_{\max} macierzy A wykorzystano formułę (5). Kontynuując omawiany przykład, dla grupy podkryteriów związanych z bazą techniczną uzyskano przybliżoną wartość własną λ_{\max} . Natomiast współczynnik zgodności dla porównań kryteriów w tym przypadku wyniósł $c = 0,03$ (wzór 6), co świadczy o występowaniu zgodności ocen.

Tabela 5. Znormalizowana macierz porównań – wyznaczenie wektora skali

K_1	K_{11}	K_{12}	K_{13}	b_i
K_{11}	0,09	0,06	0,10	0,09
K_{12}	0,27	0,19	0,18	0,21
K_{13}	0,64	0,75	0,72	0,70
			Suma	1,00

Źródło: obliczenia własne na podstawie: Wykorzystanie technologii informacyjno-(tele)komunikacyjnych w przedsiębiorstwach i gospodarstwach domowych w 2010 r., http://www.stat.gov.pl/gus/5840_wykorzystanie_ict_PLK_HTML.htm, dostęp 27.04.2011.

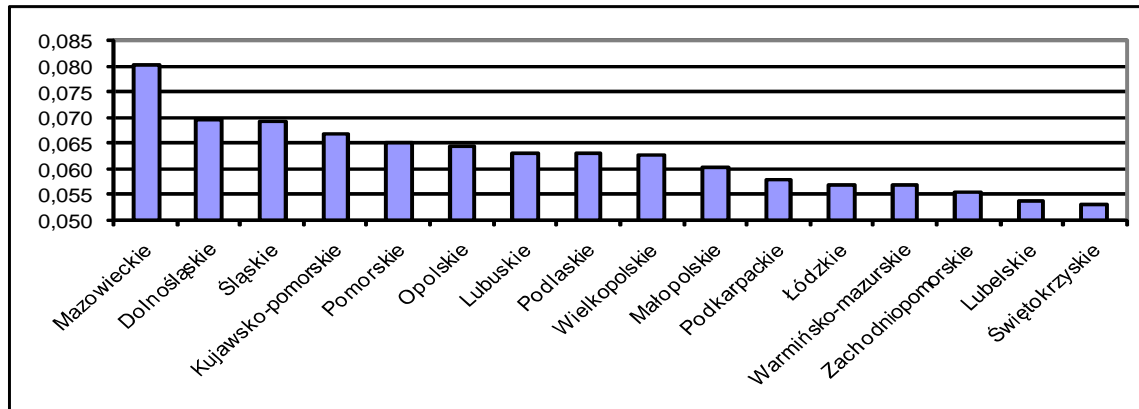
Omówione kroki metody AHP wykonano dla wszystkich poziomów hierarchii. W wyniku przeprowadzonych obliczeń otrzymano macierz C , której kolumnami są wektory skali kryteriów. Następnie wyłoniono końcowy wektor skali rozwiązań dopuszczalnych zgodnie z formułą (1), który posłużył do uporządkowania wariantów decyzyjnych (województw) zestawionych w tabeli 6.

Tabela 6. Liczbowe wyniki obliczenia wskaźnika syntetycznego użytego do porządkowania województw według stopnia wykorzystania ICT przez przedsiębiorstwa w 2010 roku

Metoda AHP		
Ranking	Nazwa województwa	b_i
1	mazowieckie	0,080
2	dolnośląskie	0,070
3	śląskie	0,069
4	kujawsko-pomorskie	0,067
5	pomorskie	0,065
6	opolskie	0,064
7	lubuskie	0,063
8	podlaskie	0,063
9	wielkopolskie	0,063
10	małopolskie	0,060
11	podkarpackie	0,058
12	łódzkie	0,057
13	warmińsko-mazurskie	0,057
14	zachodniopomorskie	0,056
15	lubelskie	0,054
16	świętokrzyskie	0,053

Źródło: obliczenia własne na podstawie: Wykorzystanie technologii informacyjno-(tele)komunikacyjnych w przedsiębiorstwach i gospodarstwach domowych w 2010 r., http://www.stat.gov.pl/gus/5840_wykorzystanie_ict_PLK_HTML.htm, dostęp 27.04.2011.

W wyniku zastosowania procedur AHP każdemu wariantowi decyzyjnemu przyporządkowano znormalizowaną ocenę końcową (b_i), którą można interpretować jako użyteczność (subiektywną wartość) tego obiektu (tabela 5). Im użyteczność była większa, tym pozycja województwa w ogólnym zestawieniu była wyższa. Graficzną interpretację końcowego wektora skali zaprezentowano na rys. 1.



Rys. 1. Poziom znormalizowanej oceny końcowej województw

Źródło: obliczenia własne na podstawie: Wykorzystanie technologii informacyjno-(tele)komunikacyjnych w przedsiębiorstwach i gospodarstwach domowych w 2010 r., http://www.stat.gov.pl/gus/5840_wykorzystanie_ict_PLK_HTML.htm, dostęp 27.04.2011.

Otrzymane wielkości wskazują, że w 2010 roku wśród przedsiębiorstw o wysokim poziomie wykorzystania teleinformatyki w swojej działalności dominowały firmy zlokalizowane na terenie województwa mazowieckiego. Wśród wyróżniających się regionów znalazły się także województwa dolnośląskie i śląskie. Natomiast najniższą ocenę końcową odnotowano w przypadku województw świętokrzyskiego i lubelskiego. Na uzyskane rezultaty wpłynęło wiele czynników, wśród których należy wymienić: wykorzystany materiał statystyczny, zestaw przyjętych w badaniu kryteriów oraz preferencje analityka dotyczące tych kryteriów.

Województwa znajdujące się w czołówce rankingu są reprezentowane przez przedsiębiorstwa potrafiące pozyskiwać, gromadzić i odpowiednio wykorzystywać informacje. Czynności te są wspierane przez technologie informacyjne i komunikacyjne, których znaczenie w tworzeniu nowoczesnej gospodarki jest coraz większe.

PODSUMOWANIE

Wyniki badań nad wykorzystaniem teleinformatyki w przedsiębiorstwach w 2010 roku wskazały, że do województw charakteryzujących się wysokim poziomem telekomunikacji należą: mazowieckie, dolnośląskie i śląskie. Szczególnie w województwie mazowieckim, zawdzięczającym pozycję lidera stolicy, w której dynamicznie rozwijają się gałęzie gospodarki związane głównie z usługami i przemysłem, są ponoszone znaczne (w porównaniu z pozostałymi regionami) nakłady na inwestycje oraz jest zatrudniona wysoko wykwalifikowana kadra. Regiony te są reprezentowane przez firmy, które inwestują w nowoczesny

sprzęt i oprogramowanie, co znacznie usprawnia zarządzanie relacjami w biznesie oraz umożliwia stosowanie nowych modeli prowadzenia działalności w cały czas rozwijającej się gospodarce cyfrowej. Wśród województw o słabym potencjale teleinformatycznym, według rankingu otrzymanego metodą AHP, znalazły się województwa lubelskie i świętokrzyskie. Województwo lubelskie jest to region, który cechuje między innymi niewielki udział usług rynkowych i przemysłu oraz wysoki udział rolnictwa. Problemem jest także niska wydajność pracy, niekorzystna struktura gospodarki, mała konkurencyjność i innowacyjność. Natomiast województwo świętokrzyskie ma charakter przemysłowo-rolniczy z dominującymi mało efektywnymi działami produkcji. Funkcjonują tu firmy o słabej zdolności do tworzenia i wdrażania nowych technologii, a towarzyszy temu niewystarczające wyposażenie w infrastrukturę techniczną (Strategia rozwoju... 2008).

PIŚMIENNICTWO

- Adamus W., Gręda A.** 2005. Wspomaganie decyzji wielokryterialnych w rozwiązywaniu wybranych problemów organizacyjnych i menedżerskich. *Badania Operacyjne i Decyzje* 2, 5–36.
- Adamus W., Łasak P.** 2010. Zastosowanie metody AHP do wyboru umiejscowienia nadzoru nad rynkiem finansowym. *Bank i Kredyt* 41 (4), 73–100.
- Downarowicz O., Krause J., Sikorski M., Stachowski W.** 2000. Zastosowanie metody AHP do oceny i sterowania poziomem bezpieczeństwa złożonego obiektu technicznego. *Wybrane metody ergonomii i nauki o eksploatacji*. Gdańsk, Wydaw. Politechniki Gdańskiej, 7–42.
- Internet w zarządzaniu przedsiębiorstwem.** 2003. Red. A. Małachowski. Wrocław, Wydaw. Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, ISBN 83-7011-618-3.
- Metody wielokryterialne na polskim rynku finansowym.** 2006. Red. T. Trzaskalik. Warszawa, PWE, ISBN 83-208-1636-X.
- Saaty T.L.** 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology* 15 (3), 234–281.
- Saaty T.L.** 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. New York–London, McGraw-Hill International Book Co, ISBN 0070543712.
- Saaty T.L.** 2001. *Decision-Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decision in a Complex World. New Edition. Analytic Hierarchy Process Series Vol. 2*. Pittsburgh, RWS Publications, ISBN-10: 96203178X; ISBN-13, 9780962031786.
- Saaty T.L.** 2005. *Creative Thinking, Problem Solving and Decision Making*. Pittsburgh, RWS Publication, ISBN-10: 1888603038, ISBN-13: 978-1888603033.
- Saaty T.L.** 2006. Rank from Comparisons and from Ratings in the Analytic Hierarchy, Network Processes. *EJOR* 168 (2), 557–570.
- Skorupka D., Duchaczek A.** 2010. Zastosowanie metody AHP w optymalizacji procesów decyzyjnych związanych z realizacją przedsięwzięć logistycznych. *Zesz. Nauk. WSOWL* 3 (157), 54–62.
- Strategia rozwoju społeczno-gospodarczego Polski wschodniej do roku 2020.** 2008. Warszawa, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, http://www.polskawschodnia.gov.pl/Dokumenty/Lists/Dokumenty%20programowe/Attachments/93/Strategia_PW_po_RM.pdf, dostęp 28.10.2011.
- Wykorzystanie technologii informacyjno-(tele)komunikacyjnych w przedsiębiorstwach i gospodarstwach domowych w 2010 r.** Warszawa, GUS. http://www.stat.gov.pl/gus/5480_wykorzystanie_ict_PLK_HTML.htm, dostęp 27.04.2011.