

STATYSTYKA W SPOŁECZEŃSTWIE INFORMACYJNYM

Aneta BECKER

Wykorzystanie technologii informacyjno-telekomunikacyjnych w przedsiębiorstwach w ujęciu wojewódzkim¹

Streszczenie. *Celem artykułu jest wielokryterialna analiza województw ze względu na wykorzystanie przez przedsiębiorstwa technologii informacyjnych i telekomunikacyjnych (ICT) w 2015 r. W badaniu zastosowano metodę ANP, zaliczaną do metod wielokryterialnego podejmowania decyzji. W pracy uwzględniono ekspercką wiedzę specjalistów ICT zatrudnionych w przedsiębiorstwach biorących udział w badaniu GUS. Na tej podstawie dokonano doboru atrybutów ICT i skonstruowano sieciową strukturę kryterialną. Preferencje w przypadku kryteriów głównych ustalono z uwzględnieniem mocnych i słabych stron województw. W wyniku klasyfikacji metodą k-średnich utworzono grupy województw ze względu na wykorzystanie ICT przez przedsiębiorstwa. Preferencje w przypadku subkryteriów wyznaczono, kierując się zasadą, że najwyższą wagę mają kryteria charakteryzujące najnowsze kierunki rozwoju ICT.*

Uzyskane wyniki mogą posłużyć do oceny przestrzeni teleinformatycznej oraz stopnia zaangażowania przedsiębiorstw według województw w korzystanie z nowoczesnych technologii.

Słowa kluczowe: technologie informacyjne i komunikacyjne (ICT), wielokryterialna metoda decyzyjna, analityczny proces sieciowy (ANP).

JEL: C39, O32

Odpowiednie wykorzystanie osiągnięć technologii teleinformatycznych ma duży wpływ na rozwój przedsiębiorstw. Podmioty te często są wyposażone

¹ Artykuł opracowano na podstawie referatu wygłoszonego na Ogólnopolskiej Konferencji „Statystyczna identyfikacja powiązań w przestrzeni społeczno-gospodarczej”, która odbyła się w czerwcu 2016 r. w Poznaniu.

w komputery z szerokopasmowym dostępem do sieci, dzięki czemu mogą korzystać z atutów Internetu, takich jak: brak ograniczeń biurokratycznych, możliwość międzynarodowej współpracy specjalistów, światowy zasięg czy elastyczność. Internet stał się poważnym narzędziem biznesowym, które służy budowaniu przewagi nad konkurentami nie tylko regionalnymi, lecz także na rynku globalnym. Jest to możliwe m.in. dzięki: szybkiej wymianie informacji, skutecznej promocji, stałemu kontaktowi z dostawcami i odbiorcami, niższymi kosztami oraz bezpiecznym rozliczeniom finansowym.

GUS definiuje technologie informacyjne i komunikacyjne (Information and Communication Technology — ICT) jako rodzinę technologii przetwarzających, gromadzących i przesyłających informacje w formie elektronicznej. Węższym pojęciem są technologie informatyczne (Information Technology — IT), związane ze sprzętem i oprogramowaniem komputerowym (ale nie z komunikacją), nie dotyczące sprzętu sieciowego ani sprzętu do przesyłania danych (GUS, 2015a). W kręgu zainteresowań ICT znajdują się przede wszystkim: Internet, telefonia komórkowa oraz elektroniczne środki masowego przekazu, takie jak radio i telewizja satelitarna.

Celem artykułu jest wielokryterialna analiza województw ze względu na wykorzystanie ICT w przedsiębiorstwach w 2015 r. Uzyskane wyniki — przedstawione w postaci rankingu województw — mają posłużyć do zilustrowania intensywności korzystania z nowoczesnych technologii w polskim biznesie. W badaniu, przeprowadzonym na podstawie materiału empirycznego pochodzącego z corocznego badania GUS, zastosowano metodę analitycznego procesu sieciowego — ANP (Analytic Network Process), która umożliwiła uszeregowanie województw na podstawie eksperckiej wiedzy specjalistów zatrudnionych w przedsiębiorstwach biorących udział w badaniu GUS.

ANALITYCZNY PROCES SIECIOWY (ANP)

ANP (Saaty, 2005) jest rozszerzeniem metody AHP (analitycznego procesu hierarchicznego — Saaty, 1980). Obie zalicza się do popularnych procedur wielokryterialnego podejmowania decyzji (WAD). Uwzględniają specyfikę psychologicznych procesów wartościowania i są stosowane do rozwiązywania problemów decyzyjnych — szczególnie w sytuacjach, kiedy kryteria mają charakter jakościowy, a oceny są subiektywne i wynikają z wiedzy oraz doświadczenia analityka.

W ANP końcowy rezultat przedstawia się w postaci priorytetów dla wszystkich możliwych zależności, sprzężeń i cykli pomiędzy elementami sieci. Istotna jest także możliwość wykorzystania programów komputerowych, np. Super Decisions®, co usprawnia pracochłonne wyznaczanie supermacierzy — kluczowego etapu tej procedury.

Algorytm ANP można przedstawić w kilku etapach (Trzaskalik, 2014, s. 65—70 i 72):

1. Grupowanie kryteriów i wariantów decyzyjnych w komponenty. Zależności pomiędzy poszczególnymi elementami można przedstawić za pomocą sieci.
2. Tworzenie sieci zależności, np. w postaci macierzy zero-jedynkowej. Jeśli na przecięciu i -tego wiersza oraz j -tej kolumny występuje 1, to oznacza, że i -ty element wpływa na j -ty element. 0 wskazuje na brak wpływu.

3. Porównanie parami komponentów oraz określenie macierzy \mathbf{V} ich wag. Ze-stawia się zarówno kryteria, jak i warianty decyzyjne. Elementy porównuje się parami, z wykorzystaniem dziesięciostopniowej skali Saaty'ego (Adamus i Gręda, 2005, s. 16). W wyniku tych działań otrzymuje się cząstkowe wektory skali. Procedura ta stanowi zasadniczą część metody AHP, a jej szczegółowy opis znajduje się m.in. w pracach Saaty'ego (1980) oraz Trzaskalika (2006).
4. Powstanie supermacierzy początkowej $\mathbf{\Omega}$. Założenie: model składa się z N komponentów oznaczonych jako $C_1, C_2, \dots, C_i, \dots, C_N$, a i -ty komponent obejmuje n_i elementów — $e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{in_i}$; liczba komponentów może być różna. W wyniku porównań parami elementów komponentu i -tego pod wpływem elementów komponentu j -tego uzyskuje się wektory cząstkowe skali, które tworzą blok macierzy $\mathbf{\Omega}$ zapisanej jako:

$$\mathbf{\Omega} = \begin{bmatrix} \omega_{11}^{ij} & \omega_{12}^{ij} & \dots & \omega_{1n_j}^{ij} \\ \omega_{21}^{ij} & \omega_{22}^{ij} & \dots & \omega_{2n_j}^{ij} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \omega_{n_i1}^{ij} & \omega_{n_i2}^{ij} & \dots & \omega_{n_in_j}^{ij} \end{bmatrix}$$

gdzie ω_{hl}^{ij} — zależność między h -tym elementem z i -tego komponentu i l -tym elementem z j -tego komponentu w sieci powiązań; jeżeli $\omega_{hl}^{ij} = 0$, to pomiędzy danymi elementami nie występuje bezpośrednie oddziaływanie.

5. Utworzenie supermacierzy ważonej przez przemnożenie bloków supermacierzy początkowej i odpowiadających im wag komponentów. Macierz wag komponentów \mathbf{V} o wymiarach $N \times N$ ma postać:

$$\mathbf{V} = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1N} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2N} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ v_{N1} & v_{N2} & \dots & v_{NN} \end{bmatrix}$$

Supermacierz ważoną można zapisać jako:

$$\bar{\mathbf{\Omega}} = \mathbf{\Omega} \cdot \mathbf{V}$$

Uzyskuje się macierz stochastyczną, której wszystkie kolumny sumują się do jedności. Jeśli jest inaczej, należy znormalizować kolumny macierzy ważonej.

6. Obliczenie supermacierzy wartości granicznych uwzględniającej wszystkie zależności, którą można zapisać w postaci:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \bar{\mathbf{\Omega}}^k = \mathbf{G}$$

Podnoszenie supermacierzy ważonej do potęgi pozwala uchwycić wszystkie istotne zależności. Kolumny macierzy \mathbf{G} są identyczne i sumują się do jedności. Korzystając z supermacierzy granicznej \mathbf{G} , można uzyskać wektor skali dla wariantów decyzyjnych. Kompletny wektor skali reprezentuje oceny każdego elementu modelu ze względu na pozostałe składowe sieci. Należy za-

- tem wybrać z uzyskanej macierzy G te elementy, które odpowiadają analizowanemu wariantom.
7. Otrzymanie wartości wag elementów w stosunku do całego modelu. Na tej podstawie trudno jednak ocenić siłę preferencji decydenta w przypadku poszczególnych wariantów, proponuje się zatem przekształcenie uzyskanych ocen poprzez zastosowanie normalizacji wektora ocen wariantów lub przeliczenie wartości wektora ocen w stosunku do wagi najlepszego wariantu lub innego arbitralnie wybranego punktu referencyjnego.
 8. Uzpełnienie procedury przedstawionej w punktach 1—7 o syntezę wyników pochodzących z podsystemów. Działania takie są zasadne, kiedy zaproponowane kryteria okazują się nieporównywalne, ponieważ należą do odrębnych przestrzeni rozważań (Saaty, 2005).

WYKORZYSTANIE ICT W PRZEDSIĘBIORSTWACH

Materiał empiryczny, na podstawie którego przeprowadzono ranking województw, uzyskano z GUS i dotyczył wykorzystania technologii informacyjno-telekomunikacyjnych w przedsiębiorstwach w 2015 r. (GUS, 2015b). GUS od 2004 r. publikuje wyniki badań prowadzonych co roku w kwietniu w ramach *Statystyki społeczeństwa informacyjnego w Polsce*, realizowanej według metodologii zharmonizowanej w Unii Europejskiej. Opracowaniom poddaje się informacje pochodzące z wypełnionych formularzy SSI-01, przeznaczonych dla przedsiębiorstw spoza sektora finansowego i SSI-02, kierowanych do przedsiębiorstw z sektora finansowego (GUS, 2015a).

W analizie posłużono się danymi pochodzącymi z SSI-01 (GUS, 2015b). Badanie GUS prowadzono metodą reprezentacyjną. W 2015 r. próba liczyła 18,8 tys. przedsiębiorstw, co stanowiło nieco ponad 18% zbiorowości firm. Próbę do badania dobierano według następujących założeń:

- warstwy macierzowe według rodzaju działalności przedsiębiorstw i ich wielkości, które zawierały małą liczbę przedsiębiorstw, oraz niektóre warstwy złożone z dużych przedsiębiorstw w poszczególnych rodzajach działalności brano do próby w całości;
- pozostałe jednostki alokowano przy wykorzystaniu metody jednakowej precyzji w każdej warstwie (według rodzaju działalności) oraz alokacji Neymana.

Ze względu na stosowanie rotacji próby w danym roku włączano jednostki, które nie zostały zlikwidowane w roku poprzednim i nie występowały w próbie sprzed dwóch lat. Ta zasada nie dotyczyła jednostek zatrudniających 250 osób i więcej — wszystkie uczestniczyły w badaniu corocznie. W 2015 r. sprawozdanie SSI-01 złożyło 14097 podmiotów (75% wszystkich wylosowanych jednostek). Najwyższy wskaźnik odpowiedzi (96%) zanotowano w dużych przedsiębiorstwach, najniższy (67%) — w małych.

Metodologia SSI-01 opiera się na modelu opracowanym przez Eurostat na podstawie konsultacji i uzgodnień z ekspertami z urzędów statystycznych wszystkich krajów członkowskich, przedstawicielami Komisji Europejskiej oraz OECD. Przy przygotowywaniu formularzy do badań bierze się pod uwagę także potrzeby krajowe zgłaszane podczas konsultacji przy sporządzaniu *Programu badań statystycznych statystyki publicznej* (GUS, 2015a, s. 58).

Pomiary wykorzystane w badaniu obejmowały jednostki, w których liczba pracujących wynosiła co najmniej 10 osób, a prowadzona działalność gospodarcza zaliczana była według PKD do następujących sekcji: C — przetwórstwo przemysłowe, D — wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz, parę wodną, gorącą wodę i powietrze do układów klimatyzacyjnych, E — dostawa wody; gospodarowanie ściekami i odpadami oraz działalność związana z rekultywacją, 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 (bez działu 75 — weterynaria), N — działalność w zakresie usług administrowania i działalność wspierająca, S — tylko grupa 95.1 (naprawa i konserwacja komputerów i sprzętu komunikacyjnego) (GUS, 2015a).

Wśród podmiotów, które brały udział w badaniu, dominowały przedsiębiorstwa małe (od 10 do 49 pracujących). Stanowiły one 58,5% ogółu, podczas gdy średnie (o liczbie pracujących od 50 do 249 osób) — 20,6%, a duże (powyżej 250 pracujących) — 20,9%. Najwięcej firm pochodziło z województw mazowieckiego, śląskiego i wielkopolskiego, a najmniej — z podlaskiego, opolskiego i świętokrzyskiego.

Wybrane informacje na temat wykorzystania ICT w przedsiębiorstwach zestawiono w tabl. 1. Na ich podstawie można stwierdzić, że w 2015 r. z komputerów korzystał znaczny odsetek tych podmiotów (94,0%), najwyższy w woj. dolnośląskim (97,4%), a najniższy w zachodniopomorskim (89,3%). Dostęp do Internetu miało 92,7% przedsiębiorstw; najczęściej korzystały one z łączy szerokopasmowych (91,9%). Mobilnych łączy szerokopasmowych używało 61,5% firm. Do województw o najwyższym odsetku przedsiębiorstw z dostępem do Internetu należały: dolnośląskie, pomorskie, opolskie i mazowieckie. Najgorszą sytuację pod tym względem zaobserwowano w województwach: zachodniopomorskim, warmińsko-mazurskim, świętokrzyskim i małopolskim. Wskaźnik podmiotów mających własną stronę internetową wyniósł 65,4%. Najczęściej ze strony internetowej korzystano w celu prezentacji wyrobów, katalogów lub cenników produktów bądź usług oraz zamieszczania informacji o wolnych stanowiskach pracy i możliwości przesyłania dokumentów aplikacyjnych on-line. Do najrzadziej używanych funkcji należała personalizacja strony internetowej.

TABL. 1. WYKORZYSTANIE ICT W PRZEDSIĘBIORSTWACH WEDŁUG KLAS WIELKOŚCI W 2015 R.

Wyszczególnienie	Udział przedsiębiorstw		
	małych	średnich	dużych
	w %		
Wykorzystywanie komputerów	93,0	98,7	99,5
Zatrudnianie specjalistów ICT	6,9	31,6	74,1
Korzystanie z usług podmiotów zewnętrznych	69,0	82,0	75,9
Szerokopasmowy dostęp do Internetu	91,5	98,4	99,4
Własna strona internetowa	61,4	84,2	91,4
Korzystanie z mediów społecznościowych	91,5	98,4	99,4
Wykorzystywanie pakietów oprogramowania ERP lub CRM	24,9	58,0	88,0

**TABL. 1. WYKORZYSTANIE ICT W PRZEDSIĘBIORSTWACH
WEDŁUG KLAS WIELKOŚCI W 2015 R. (dok.)**

Wyszczególnienie	Udział przedsiębiorstw		
	małych	średnich	dużych
	w %		
Kontakty z administracją publiczną	91,1	98,4	99,4
Zakup usług w chmurze obliczeniowej	5,6	13,5	24,8
Formalnie zdefiniowana polityka bezpieczeń- stwa	8,9	29,2	54,4

U w a g a. System ERP (Enterprise Resource Planning) służy do planowania i zarządzania zasobami przedsiębiorstwa, system CRM (Customer Relationship Management) służy do zarządzania informacjami o klientach.

Ź r ó d ł o: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Większość przedsiębiorstw wykorzystywała media społecznościowe jako nowy kanał komunikacji służący do promowania produktów i marek, sposób na gromadzenie informacji, które wykorzystuje się w pracach nad tworzeniem lub rozwojem produktów i usług, oraz sposób na pozyskiwanie pracowników o wąskiej specjalizacji, a także kanał komunikacji wewnętrznej w przedsiębiorstwie, umożliwiający wymianę opinii i pomysłów. Ponad jedna piąta przedsiębiorstw w Polsce (najczęściej duże firmy) korzystała w 2015 r. przynajmniej z jednego z mediów społecznościowych, najwięcej w woj. mazowieckim (28,9%), a najmniej — w świętokrzyskim (15,2%) i lubuskim (15,5%).

Z usług w chmurze obliczeniowej korzystało 7,3% przedsiębiorstw, w tym prawie jedna czwarta dużych firm. Według GUS wśród korzyści przemawiających za stosowaniem tego typu rozwiązań można wymienić oszczędność środków finansowych i powierzchni biurowej oraz ograniczenie liczby osób zajmujących się obsługą informatyczną. System ERP lub CRM stosowało odpowiednio co piąte i co czwarte przedsiębiorstwo (najczęściej duże). Przedsiębiorcy chętnie korzystali z e-administracji, ponieważ wypełnianie i wysyłanie dokumentów on-line pozwalało zaoszczędzić czas, a zamieszczanie informacji na stronach administracji publicznej ułatwiało śledzenie zmian w przepisach. Należy dodać, że tylko 12,6% przedsiębiorstw formalnie zdefiniowało politykę bezpieczeństwa, w tym ponad połowa podmiotów zatrudniających co najmniej 250 osób.

Warto zwrócić uwagę na koszty korzystania z ICT w poszczególnych województwach w 2014 r. (tabl. 2). Największe wydatki poniesiono wówczas na: sprzęt informatyczny lub telekomunikacyjny, leasing finansowy urządzeń ICT oraz własne opracowanie lub modyfikację zakupionego oprogramowania. Wśród podmiotów, które wydały najwięcej, dominowały duże firmy. Łączna wartość nakładów — według szacunków GUS — poniesionych przez przedsiębiorstwa na zakup sprzętu informatycznego i/lub telekomunikacyjnego w 2014 r. wyniosła 5,5 mld zł.

**TABL. 2. RANKING WOJEWÓDZTW POD WZGLĘDEM WARTOŚCI BRUTTO
NAKLADÓW PONIESIONYCH NA ICT PRZEZ PRZEDSIĘBIORSTWA W 2014 R.**

Pozycja w rankingu	Województwa	Nakłady brutto w tys. zł na przedsiębiorstwo
1	mazowieckie	199,31
2	pomorskie	68,50
3	małopolskie	61,43

TABL. 2. RANKING WOJEWÓDZTW POD WZGLĘDEM WARTOŚCI BRUTTO NAKŁADÓW PONIESIONYCH NA ICT PRZEZ PRZEDSIĘBIORSTWA W 2014 R. (dok.)

Pozycja w rankingu	Województwa	Nakłady brutto w tys. zł na przedsiębiorstwo
4	wielkopolskie	57,93
5	łódzkie	52,55
6	kujawsko-pomorskie	50,81
7	dolnośląskie	45,74
8	lubuskie	37,15
9	lubelskie	30,52
10	podlaskie	26,14
11	podkarpackie	23,81
12	śląskie	21,87
13	opolskie	19,11
14	warmińsko-mazurskie	17,77
15	zachodniopomorskie	16,89
16	świętokrzyskie	12,24

Ź r ó d ł o: jak przy tabl. 1.

Analizując informacje zawarte w tabl. 2, można zauważyć, że najwięcej środków na teleinformatykę przeznaczono w woj. mazowieckim. Wydatki (kolejnych w rankingu) województw pomorskiego i małopolskiego stanowiły zaledwie jedną trzecią nakładów lidera. Najniższe nakłady odnotowano w województwach świętokrzyskim i zachodniopomorskim (na poziomie 6—8% wydatków poniesionych przez podmioty w woj. mazowieckim).

RANKING WOJEWÓDZTW POD WZGLĘDEM WYKORZYSTANIA ICT

Omawiane w artykule badanie polegało na uporządkowaniu województw — stanowiących warianty decyzyjne — ze względu na wykorzystanie ICT przez przedsiębiorstwa w 2015 r. Obliczenia wykonano za pomocą arkusza kalkulacyjnego MS Excel oraz programów Statistica 12 i Super Decisions®.

Rozwiązanie problemu wielokryterialnego podejmowania decyzji rozpoczęto od zdefiniowania zbioru wariantów decyzyjnych — 16 elementów (województw) ocenianych ze względu na cztery kryteria główne. W każdej grupie kryteriów głównych ustalono szczegółowe kryteria oceny (subkryteria). Wszystkie kryteria i subkryteria były mierzalne. W tabl. 3 zestawiono uporządkowane i ponumerowane elementy wchodzące w skład poszczególnych komponentów sieci oraz wartości wektorów priorytetów (wag) uzyskane dla subkryteriów w wyniku ich porównania.

TABL. 3. KRYTERIA OCENY WOJEWÓDZTW POD WZGLĘDEM WYKORZYSTANIA ICT W PRZEDSIĘBIORSTWACH W 2015 R.

Subkryteria	Charakterystyka	Wagi (w)
-------------	-----------------	----------

K_1 — infrastruktura ICT

K_{11}	zdalny dostęp (przez Internet) do poczty elektronicznej, dokumentów lub aplikacji	0,238
K_{12}	dostęp do Internetu poprzez łącze szerokopasmowe	0,143

TABL. 3. KRYTERIA OCENY WOJEWÓDZTW POD WZGLĘDEM WYKORZYSTANIA ICT W PRZEDSIĘBIORSTWACH W 2015 R. (dok.)

Subkryteria	Charakterystyka	Wagi (w)
K_1 — infrastruktura ICT (dok.)		
K_{13}	wykorzystanie pakietów oprogramowania ERP lub CRM	0,190
K_{14}	zakup usług w chmurze obliczeniowej	0,190
K_{15}	formalnie zdefiniowana polityka bezpieczeństwa informatycznego	0,238
K_2 — outsourcing		
K_{21}	utrzymanie infrastruktury ICT	0,244
K_{22}	wsparcie w zakresie oprogramowania biurowego	0,122
K_{23}	wsparcie w zakresie oprogramowania/systemów zarządzania biznesowego	0,244
K_{24}	wsparcie w zakresie rozwiązań typu Web	0,244
K_{25}	zapewnienie bezpieczeństwa i ochrona danych	0,146
K_3 — funkcje serwisów internetowych		
K_{31}	stosowanie polityki prywatności	0,167
K_{32}	prezentacja produktów, towarów lub usług oraz cenników	0,083
K_{33}	sprawdzanie stanu realizacji on-line	0,150
K_{34}	umożliwienie zamawiania produktów według własnej specyfikacji	0,167
K_{35}	personalizacja zawartości strony dla częstych/stałych użytkowników	0,167
K_{36}	wysyłanie faktur elektronicznych	0,150
K_{37}	przewodzenie e-sprzedaży przez stronę internetową lub aplikacje mobilne	0,117
K_4 — elektroniczna wymiana danych z podmiotami zewnętrznymi		
K_{41}	wykorzystywanie mediów społecznościowych	0,303
K_{42}	wykorzystanie Internetu w kontaktach z administracją publiczną	0,212
K_{43}	otrzymywanie faktur elektronicznych	0,273
K_{44}	dokonywanie e-zakupów przez stronę internetową, aplikacje mobilne lub wiadomości typu EDI	0,212

Ź r ó d ł o: jak przy tabl. 1.

Kryteria główne określały:

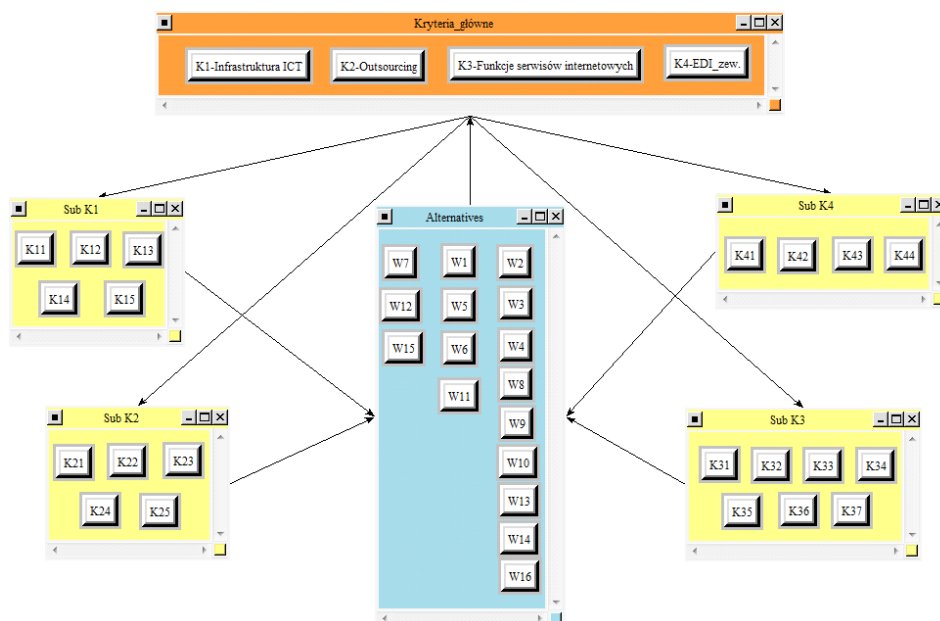
- K_1 — możliwości komunikacyjne przedsiębiorstw, rodzaj wykorzystywanego oprogramowania i usług oraz posługiwanie się formalnie zdefiniowaną polityką bezpieczeństwa informatycznego;
- K_2 — realizację określonych funkcji przedsiębiorstw przekazanych innym podmiotom;

- K_3 — poziom funkcji serwisów internetowych;
- K_4 — jakość porozumiewania się z podmiotami zewnętrznymi.

Przykładowe powiązania pomiędzy elementami sieci w ramach pierwszego komponentu można interpretować następująco: kryterium K_{11} wpływa na kryteria K_{12} , K_{13} , K_{14} i K_{15} , które znajdują się w tym samym komponentencie. Element K_{11} wpływa także na ocenę każdego z wariantów decyzyjnych (województw). Z kolei poszczególne warianty decyzyjne oddziałują na kryteria główne, czyli K_1 , K_2 , K_3 i K_4 . Sieć zależności pomiędzy komponentami (schemat) przedstawiono w postaci grafu skierowanego, w którym strzałki wskazują na charakter (kierunek) związku. Uzyskano ją w programie Super Decisions©. Jest to przykład sieci hiernet bez celu głównego na górze i ze sprzężeniem zwrotnym pomiędzy poziomami ostatnim i pierwszym.

Konstrukcja sieci zależności i dobór kryteriów wymagały uwzględnienia wiedzy eksperckiej pochodzącej z informacji zawartych w formularzach SSI-01, wypełnionych przez specjalistów zajmujących się tematyką ICT w przedsiębiorstwach, które brały udział w badaniu GUS.

SIEĆ ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY KOMPONENTAMI W ANP SKONSTRUOWANA NA POTRZEBY RANKINGU WOJEWÓDZTW



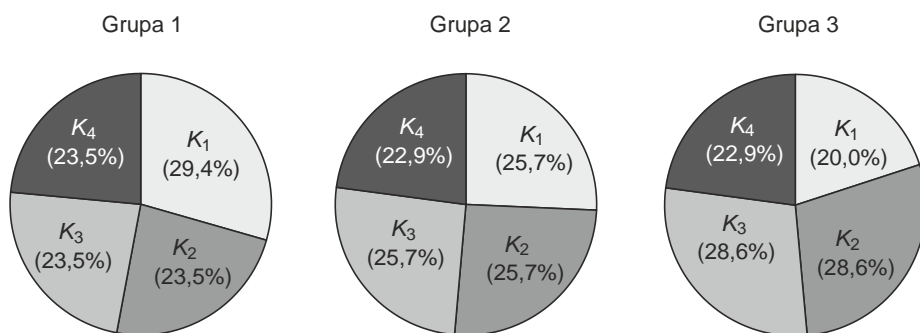
Źródło: opracowanie własne w programie Super Decisions©.

Połączenie komponentów nastąpiło po określeniu, czy i w jakim stopniu element danego komponentu wpływa na element innego komponentu i odwrotnie.

Metoda ANP pozwala na swobodne porządkowanie elementów — nie ma tu ściśle ustalonego łańcucha ważności jak w przypadku hierarchii.

Za pomocą metody *k*-średnich (Grabiński, 1992) dokonano podziału województw z uwagi na zaangażowanie firm w korzystanie z ICT. Obliczenia wykonano w programie Statistica 12, w celu sporządzenia profili preferencyjnych. Otrzymano trzy grupy województw ze względu na zróżnicowanie zaangażowania podmiotów w wykorzystanie ICT w 2015 r. W pierwszej znalazły się województwa, w których przedsiębiorstwa charakteryzują się najwyższym nasyceniem technologiami informacyjnymi i komunikacyjnymi, w trzeciej — województwa, gdzie poziom ten jest najniższy.

WYKR. 1. PREFERENCJE W GRUPACH WOJEWÓDZTW



U w a g a. Grupa 1 — woj.: mazowieckie, śląskie i wielkopolskie; grupa 2 — woj.: dolnośląskie, łódzkie, małopolskie i pomorskie, grupa 3 — woj.: kujawsko-pomorskie, lubelskie, lubuskie, opolskie, podkarpackie, podlaskie, świętokrzyskie, warmińsko-mazurskie i zachodniopomorskie.

Ź r ó d ł o: opracowanie własne.

Na wyk. 1 przedstawiono przykładowe (jedno z wielu) zróżnicowanie preferencji (uzyskane wektory skali) dla poszczególnych profili wariantów decyzyjnych, które uwzględniały atuty i możliwości województw. Preferencje decydenta w przypadku kryteriów głównych miały na względzie wyróżnienie mocnych i słabych stron województw znajdujących się w poszczególnych grupach. Wyeksponowano wiodące dziedziny ICT, natomiast tym działom, które wymagały doinwestowania, nadano niższe preferencje. Wiedza na temat sytuacji na rynku ICT pochodziła ze wstępnej analizy materiału empirycznego.

Grupa 1 obejmowała województwa, w których znacznie dofinansowywano infrastrukturę ICT, intensywnie korzystano z oprogramowania ERP lub CRM, a także posiadano formalnie zdefiniowaną politykę bezpieczeństwa informatycznego. W grupie 2 znajdowały się województwa, w których sfera związana z elektroniczną wymianą danych z podmiotami zewnętrznymi była mniej rozwinięta. Grupę 3 tworzyły województwa o słabo rozwiniętej infrastrukturze, których mocną stroną stanowiła działalność outsourcingowa i internetowa. W przypadku preferencji dla subkryteriów postępowanie miało na celu nadanie najwyższej wagi kry-

teriom reprezentującym najnowsze kierunki rozwoju ICT, czyli wsparcie technologii nowoczesnych i innowacyjnych. Należy dodać, że kryteria główne porównywano parami, z uwzględnieniem każdej klasy otrzymanej metodą k -średnich, czyli z uwagi na mocne i słabe strony poszczególnych województw.

Kolejny etap badania obejmował porównanie parami subkryteriów wewnątrz każdego komponentu. Otrzymano cząstkowe wektory skali, które utworzyły macierz wag. Ostatnim elementem supermacierzy była macierz ocen obiektów, w której wektory skali wyznaczono na zasadzie przekształcenia liniowego danych empirycznych. W wyniku zestawienia macierzy cząstkowych otrzymano wartości początkowej supermacierzy. Założono, że komponenty są nierozróżnialne, dlatego uzyskaną początkową supermacierz przyjęto za ważoną. Dalszy etap badania polegał na wyznaczeniu macierzy granicznej. W wyniku obliczeń otrzymano wektor skali, który odpowiadał analizowanym wariantom.

W tabl. 4 przedstawiono ranking województw ze względu na stopień wykorzystania ICT przez przedsiębiorstwa w 2015 r. Obliczenia wykonano w programie Super Decisions©. Kolejne kolumny zawierają: wartości wyznaczone w stosunku do ideału (najlepszego wyniku), znormalizowane wartości, czyli końcowy wektor skali, oraz wycięty fragment supermacierzy. Pozycja województwa (wariantu decyzyjnego) zależała od użyteczności (znormalizowanej oceny końcowej) — im użyteczność była większa, tym wyższa pozycja w końcowym rankingu.

TABL. 4. RANKING WOJEWÓDZTW POD WZGLĘDEM WYKORZYSTANIA ICT PRZEZ FIRMY W 2015 R.

Pozycja w rankingu	Województwa	Metoda ANP		
		wartości względem ideału	końcowy wektor skali	fragment supermacierzy wartości granicznych
1	mazowieckie	1,00000	0,07663	0,02555
2	opolskie	0,87140	0,06678	0,02226
3	dolnośląskie	0,86700	0,06644	0,02215
4	śląskie	0,86313	0,06615	0,02205
5	wielkopolskie	0,84330	0,06463	0,02115
6	pomorskie	0,83958	0,06434	0,02145
7	łódzkie	0,82244	0,06303	0,02101
8	małopolskie	0,81859	0,06273	0,02091
9	podlaskie	0,80987	0,06206	0,02069
10	kujawsko-pomorskie	0,80819	0,06194	0,02065
11	zachodniopomorskie	0,77705	0,05955	0,01985
12	lubelskie	0,77504	0,05939	0,01980
13	podkarpackie	0,77084	0,05907	0,01969
14	lubuskie	0,74780	0,05731	0,01910
15	warmińsko-mazurskie	0,73636	0,05643	0,01881
16	świętokrzyskie	0,69852	0,05353	0,01784

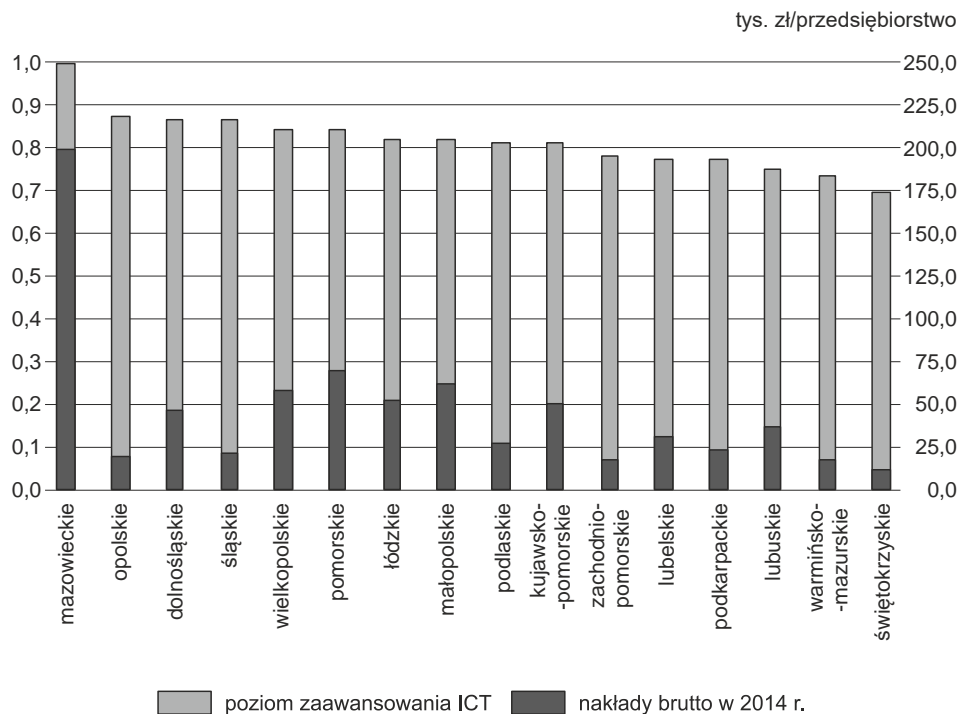
Źródło: jak przy tabl. 1.

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że liderem w teleinformatyce w 2015 r. było woj. mazowieckie, a za nim uplasowały się województwa: opolskie, dolnośląskie i śląskie. Najniższą notę uzyskało woj. świętokrzyskie; odległe pozycje zajęły także województwa warmińsko-mazurskie i lubuskie. Do zajęcia przez województwa wysokiej pozycji w rankingu przyczyniły się pod-

mioty, które odpowiednio wykorzystywały technologie ICT. Firmy te inwestowały w nowoczesny sprzęt i oprogramowanie, w prowadzeniu swojej działalności opierały się na gospodarce cyfrowej, osiągały przewagę konkurencyjną dzięki komunikowaniu się z kontrahentami oraz reklamowaniu swoich produktów i usług za pomocą sieci, a także stosowały najnowsze sposoby pozyskania klientów i dostawców, w tym m.in. poprzez media społecznościowe.

Warto prześledzić, jak kształtowała się znormalizowana ocena końcowa, która wpłynęła na miejsce w rankingu, skonfrontowana z nakładami brutto na ICT (por. wyk. 1). Mimo że informacje pochodzą odpowiednio z lat 2015 i 2014, czyli dotyczą krótkiego okresu, skłaniają do zastanowienia się, czy zainwestowanie znacznych funduszy w nowoczesne technologie przyczyniło się do zajęcia wysokiej pozycji w rankingu.

WYKR. 2. ZNORMALIZOWANA OCENA KOŃCOWA I NAKŁADY NA ICT WEDŁUG WOJEWÓDZTW



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Szczególnie interesująco przedstawia się sytuacja w woj. opolskim. Podmioty tam zlokalizowane poniosły stosunkowo niewielkie nakłady na ICT (13 miejsce — por. tabl. 2), ale w końcowym rankingu region ten znalazł się na drugim miejscu. Województwo opolskie należało do grupy 3 (wykr. 1), skupiającej podmioty, których mocną stroną był rozwój ICT oparty na outsourcingu i zaawansowanych

technologiach internetowych. Można zatem uznać, że w województwie tym było najwięcej przedsiębiorstw o cechach preferowanych przez ten profil. Powyższy przykład ukazuje zaletę metody ANP, która pozwala na ujęcie preferencji różnych obiektów w formie zależności sieciowych. W omawianym badaniu założono występowanie trzech grup (profilu) preferencyjnych (wykr. 1). Gdyby województwa zostały ocenione ze względu na preferencje tylko jednej grupy, np. grupy 1, skupiającej doinwestowane przedsiębiorstwa przemysłowe z wysoko rozwiniętą infrastrukturą, wówczas wyniki rankingu byłyby niekorzystne dla województw z pozostałych grup.

Podsumowanie

Wyniki badania świadczą o tym, że liderem w teleinformatyce w 2015 r. było woj. mazowieckie. Wysokim poziomem wyposażenia w sprzęt informatyczny i odpowiednim wykorzystaniem ICT w procesie zarządzania przedsiębiorstwem charakteryzowały się także województwa: opolskie, dolnośląskie i śląskie. Niekorzystnie wypadło w rankingu woj. świętokrzyskie.

W pracy posłużono się podstawowym modelem decyzyjnym ANP. Badanie można byłoby rozszerzyć poprzez przedstawienie problemu w postaci sieci kontrolnej. Wymagałoby to opracowania oddzielnych modeli: korzyści, kosztów, szans i ryzyka decyzji. Analiza tych modeli oraz ocena stabilności rozwiązania wydają się interesująca.

dr Aneta Becker — Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

LITERATURA

- Adamus, W., Gręda, A. (2005). Wspomaganie decyzji wielokryterialnych w rozwiązywaniu wybranych problemów organizacyjnych i menedżerskich. *Badania Operacyjne i Decyzje*, 2.
- 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: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.
- Grabiński, T. (1992). *Metody taksonometrii*. Kraków: Akademia Ekonomiczna w Krakowie.
- GUS. (2015a). *Spółeczeństwo informacyjne w Polsce. Wyniki badań statystycznych z lat 2011—2015*. Pobrane z: <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne>.
- GUS (2015b). *Wykorzystanie technologii informacyjno-(tele)komunikacyjnych w przedsiębiorstwach i gospodarstwach domowych w 2015 r.* Pobrane z: <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/wykorzystanie-technologii-informacyjno-telekomunikacyjnych-w-przedsiębiorstwach-i-gospodarstwach-domowych-w-2015-r-3,13.html>.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. (2005). *Theory and Applications of the Analytic Network Process*. Pittsburgh PA.
- Trzaskalik, T. (red.). (2006). *Metody wielokryterialne na polskim rynku finansowym*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Trzaskalik, T. (red.). (2014). *Wielokryterialne wspomaganie decyzji. Metody i zastosowania*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.

Summary. *The aim of the article is a multi-criteria analysis of voivodships with regard to the use of information and communication technologies (ICT) by enterprises in 2015. The ANP method, which is classified as one of multi-criteria decision-making methods, was used in the research. Expert knowledge of ICT specialists employed in enterprises participating in the survey of Statistics Poland was applied. On this basis, ICT attributes were selected and a criterion structure was constructed. In the case of main criteria, preferences were determined considering strengths and weaknesses of voivodships. As a result of the k-means method classification, groups of voivodships were established due to the use of ICT by enterprises. Preferences in the case of sub-criteria were based on the principle that the criteria characterizing the latest trends of ICT development are of the highest importance.*

The obtained results can be applied to evaluate the ICT space and the degree of enterprises involvement in modern technologies usage by voivodships.

Keywords: Information and Communication Technologies (ICT), multi-criteria decision-making method, Analytic Network Process (ANP).