

# **EKONOMETRIA**

**26**

## **Zastosowanie matematyki w ekonomii**

**Redaktor naukowy Janusz Łyko**



**Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
Wrocław 2009**

## Spis treści

Wstęp .....	7
<b>Beata Bal-Domańska</b> , Ekonometryczna analiza sigma i beta konwergencji regionów Unii Europejskiej .....	9
<b>Andrzej Bąk, Aneta Rybicka, Marcin Pelka</b> , Modele efektów głównych i modele z interakcjami w <i>conjoint analysis</i> z zastosowaniem programu R .....	25
<b>Katarzyna Budny</b> , Kurtoza wektora losowego .....	44
<b>Wiktor Ejsmont</b> , Optymalna liczebność grupy studentów .....	55
<b>Kamil Fijorek</b> , Model regresji dla cechy przyjmującej wartości z przedziału $(0,1)$ – ujęcie bayesowskie .....	66
<b>Paweł Hanczar</b> , Wyznaczanie zapasu bezpieczeństwa w sieci logistycznej ...	77
<b>Roman Huptas</b> , Metody szacowania wewnątrzdziennej sezonowości w analizie danych finansowych pochodzących z pojedynczych transakcji .....	83
<b>Aleksandra Iwanicka</b> , Wpływ zewnętrznych czynników ryzyka na prawdopodobieństwo ruiny w skończonym horyzoncie czasowym w wieloklasowym modelu ryzyka.....	97
<b>Agnieszka Lipieta</b> , Stany równowagi na rynkach warunkowych .....	110
<b>Krystyna Melich-Iwanek</b> , Polski rynek pracy w świetle teorii histerezy.....	122
<b>Rafał Piszczyk</b> , Zastosowanie modelu logit w modelowaniu upadłości .....	133
<b>Marcin Salamaga</b> , Próba weryfikacji teorii parytetu siły nabywczej na przykładzie kursów wybranych walut .....	149
<b>Antoni Smoluk</b> , O zasadzie dualności w programowaniu liniowym .....	160
<b>Małgorzata Szulc-Janek</b> , Influence of recommendations announcements on stock prices of fuel market .....	170
<b>Jacek Welc</b> , Regresja liniowa w szacowaniu fundamentalnych współczynników Beta na przykładzie spółek giełdowych z sektorów: budownictwa, informatyki oraz spożywczego .....	180
<b>Andrzej Wilkowski</b> , O współczynniku korelacji .....	191
<b>Mirosław Wójciak</b> , Klasyfikacja nowych technologii energetycznych ze względu na determinanty ich rozwoju.....	199
<b>Andrzej Wójcik</b> , Wykorzystanie modeli wektorowo-autoregresyjnych do modelowania gospodarki Polski.....	209
<b>Katarzyna Zeug-Żebro</b> , Rekonstrukcja przestrzeni stanów na podstawie wielowymiarowych szeregów czasowych.....	219

## Summaries

<b>Beata Bal-Domańska</b> , Econometric analysis of sigma and beta convergence in the European Union regions .....	24
<b>Andrzej Bąk, Aneta Rybicka, Marcin Pelka</b> , Main effects models and main and interactions models in <i>conjoint analysis</i> with application of R software.....	43
<b>Katarzyna Budny</b> , Kurtosis of a random vector .....	53
<b>Wiktor Ejsmont</b> , Optimal class size of students .....	65
<b>Kamil Fijorek</b> , Regression model for data restricted to the interval (0,1) – Bayesian approach.....	76
<b>Paweł Hanczar</b> , Safety stock level calculation in a supply chain network.....	82
<b>Roman Huptas</b> , Estimation methods of intraday seasonality in transaction financial data analysis .....	96
<b>Aleksandra Iwanicka</b> , An impact of some outside risk factors on the finite-time ruin probability for a multi-classes risk model.....	109
<b>Agnieszka Lipieta</b> , States of contingent market equilibrium .....	121
<b>Krystyna Melich-Iwanek</b> , The Polish labour market in light of the hysteresis theory .....	132
<b>Rafał Piszczek</b> , Logit model applications for bankrupctcy modelling.....	148
<b>Marcin Salamaga</b> , Attempt to verify the purchasing power parity theory in the case of some foreign currencies.....	159
<b>Antoni Smoluk</b> , On dual principle of linear programming .....	168
<b>Małgorzata Szulc-Janek</b> , Analiza wpływu rekomendacji analityków na ceny akcji branży paliwowej (Analiza wpływu rekomendacji analityków na ceny akcji branży paliwowej).....	178
<b>Jacek Welc</b> , A linear regression in estimating fundamental betas in the case of the stock market companies from construction, it and food industries .....	190
<b>Andrzej Wilkowski</b> , About the coefficient of correlation .....	198
<b>Mirosław Wójciak</b> , Classification of new energy related technologies based on the determinants of their development .....	208
<b>Andrzej Wójcik</b> , Using vector-autoregressive models to modelling economy of Poland.....	218
<b>Katarzyna Zeug-Żebro</b> , State space reconstruction from multivariate time series .....	227

**Mirosław Wójciak**

Akademia Ekonomiczna w Katowicach

---

## KLASYFIKACJA NOWYCH TECHNOLOGII ENERGETYCZNYCH ZE WZGLĘDU NA DETERMINANTY ICH ROZWOJU\*

---

**Streszczenie:** Głównym celem artykułu była klasyfikacja nowych technologii energetycznych ze względu na ich wpływ na środowisko oraz gospodarkę narodową. Dodatkowo ujęte zostały zmienne – działania, których podjęcie jest niezbędne dla wdrożenia danej technologii. Różnice pomiędzy poszczególnymi grupami technologii pozwoliły stwierdzić, które działania mają dominujący wpływ na ich rozwój. Dodatkowo wyniki klasyfikacji umożliwiły podział rozpatrywanych technologii na trzy grupy: o wysokich, umiarkowanych oraz o niskich szansach wdrożenia. Analiza została przeprowadzona na podstawie danych uzyskanych z badania Delphi przeprowadzonego w ramach foresightu energetycznego *Scenariusze rozwoju technologicznego kompleksu paliwowo-energetycznego dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju* zrealizowanego przez Główny Instytut Górnictwa w Katowicach.

**Słowa kluczowe:** foresight, nowe technologie energetyczne, klasyfikacja.

### 1. Wstęp

Problem rozwoju sektora energetycznego wynika ze wzrostu zapotrzebowania mocy ze względu na postępujący rozwój gospodarczy kraju. Nie bez wpływu na rozwój nowych technologii energetycznych pozostaje protokół z Kioto, który precyzuje warunki redukcji emisji gazów cieplarnianych. Wprowadzenie w 2008 r. możliwości handlowania emisjami na bazie tego protokołu może spowodować zmianę ceny pozwolenia na emisję za tonę CO<sub>2</sub> (EUA). W efekcie układ na rynku wytwórców może ulec gwałtownym przeobrażeniom. Decydującym czynnikiem wdrożenia nowych technologii, niezależnie od trendów w skali makro, jest zarówno wartość kosztowa inwestycji, jak i koszty wytworzenia energii. Jednak nie mniej ważnym czynnikiem rozwoju jest wpływ danej technologii na środowisko oraz akceptacja społeczeństwa.

---

\* Praca wykonana w ramach grantu: *Analiza ryzyka rozwoju zaawansowanych technologii energetycznych* o numerze PBZ/MEiN/01/2006/26 – POL-POSTDOC II.

Głównym celem artykułu jest klasyfikacja nowych technologii energetycznych ze względu na ich wpływ na środowisko oraz gospodarkę narodową. Dodatkowo ujęte zostaną zmienne – działania, których podjęcie jest niezbędne do wdrożenia danej technologii. Różnice pomiędzy poszczególnymi klasami technologii pozwolą stwierdzić, które działania mają dominujący wpływ na wdrożenie technologii. Analiza została przeprowadzona na podstawie wyniku foresightu energetycznego *Scenariusze rozwoju technologicznego kompleksu paliwowo-energetycznego dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju* zrealizowanego przez Główny Instytut Górnictwa w Katowicach.

## 2. Badanie Delphi w foresighcie energetycznym

Badanie foresight jest zadaniem dla specjalistów. Stanowi ono dogodną okazję dla przedstawienia swego stanowiska przez szeroki krąg osób w społeczeństwie, dla którego wyniki takiej analizy nie powinny być obojętne. W celu kreowania przyszłości foresight korzysta z wielu różnych metod, które są ciągle modyfikowane. Dużym uznaniem cieszą się działania oparte na uzyskiwaniu wiedzy eksperckiej (głównie panele eksperckie i burze mózgów oraz metoda Delphi), a także metody ilościowe [Miles, Keenan 2002].

Założenia wielu foresightów wyznaczają rolę metody Delphi jako głównego narzędzia uzyskania wiedzy na temat przyszłości. Polega ona na przeprowadzeniu kilkukrotnego ankietowania wybranej grupy anonimowych ekspertów, którzy nie mogą się ze sobą w tej sprawie komunikować i naradzać. Aby wyniki badania można uznać za wiarygodne, ankietowana grupa powinna być liczna, reprezentatywna, a eksperci powinni mieć dużą wiedzę merytoryczną i doświadczenie w tematyce będącej przedmiotem badania [Dittmann 2003].

Zadane w badaniu pytania były następujące [Czaplicka-Kolorz 2007]:

1. Określ swój poziom znajomości zagadnienia poruszonego w treści tezy?
2. Kiedy nastąpi realizacja treści tezy?
3. Jaki będzie wpływ realizacji tezy na podane elementy?
4. Podjęcie których działań jest niezbędne dla realizacji tezy (można zaznaczyć więcej niż jedną pozycję)?

W przypadku pierwszego pytania respondenci oceniali swoją wiedzę, wybierając jedną kategorię określającą poziom znajomości jako: wysoki, dobry, przeciętny, brak znajomości. W dalszej części pracy zrezygnowano z wprowadzenia odpowiednich wag ze względu na trudności z weryfikacją odpowiedzi na pytanie 1. W drugim pytaniu respondenci wskazywali na przedział czasu, kiedy treść danej tezy będzie zrealizowana. Wybierali tu pomiędzy: 2008-2010; 2011-2020; 2021-2030; po roku 2031 oraz nigdy. Na podstawie odpowiedzi ekspertów konstruowano prognozę według zasady największego prawdopodobieństwa, a następnie, wykorzystując teorię prawdopodobieństwa subiektywnego, na podstawie rozkładu trójkątnego, konstruowano prognozę przedziałową z 70-procentowym poziomem ufności [Poradowska 2008]. Wybrano poziom ufności 0,7 ze względu na to, że przy wyższych poziomach ufności

przedziały były bardzo szerokie i nie miały zdolności dyskryminacyjnych. W dalszym etapie obliczeń na podstawie odpowiedzi na pytanie drugie skonstruowano trzy zmienne: czas realizacji danej tezy (im krótszy czas, tym większe szanse realizacji tezy), przedział prognozy (im węższy, tym większe szanse realizacji tezy, gdyż większa zgodność ekspertów) oraz odsetek odpowiedzi „nigdy” (im mniejszy, tym większe szanse realizacji danej tezy). W pytaniu trzecim eksperci określali wpływ danej technologii na: wzrost dobrobytu, środowisko naturalne, jakość życia, bezpieczeństwo energetyczne i wzrost liczby przedsiębiorstw innowacyjnych w czteropunktowej skali semantycznej (różnicowania słownego). W przypadku wpływu niekorzystnego przydzielono wartość 1, a dla wysoce korzystnego 4. W artykule przyjęto założenie, że wyniki pochodzą ze skali przedziałowej, co umożliwiło wyznaczenie średniej arytmetycznej z odpowiedzi ekspertów (por. [Walesiak 1996]). W ostatnim pytaniu określano, które działania należy podjąć, by dana teza została zrealizowana. Eksperti mieli do wyboru: zwiększenie nakładów na badania podstawowe, zwiększenie nakładów na badania stosowane i innowacyjne, wprowadzenie odpowiednich mechanizmów fiskalnych, dodatkowe działania legislacyjne oraz zwiększenie akceptacji społecznej.

**Tabela 1.** Badane obszary nowych technologii energetycznych

Lp.	Obszar tematyczny	Liczba tez	Liczba ekspertów (teza główna)	Liczba ekspertów (tezy specjalistyczne)	Liczba ekspertów II tura
1	Technologie wykorzystania energii wody, wiatru, wód geotermalnych	22	44	34	9
2	Technologie energetyczne oparte na węglu kamiennym i brunatnym	15	48	38	16
3	Technologie przygotowania węgla dla celów energetyki w aspekcie nowych rozwiązań technologicznych wytwarzania energii	14	48	27	10
4	Technologie wytwarzania energii z biomasy i paliw alternatywnych	13	47	26	12
5	Technologie w przemyśle naftowym i gazowniczym	14	48	26	16
6	Technologie energetyki wodorowej	13	44	27	12
7	Technologie zagospodarowania ubocznych produktów spalania	9	32	31	11
8	Technologie energetyki jądrowej	5	54	37	11

Źródło: opracowanie własne.

W badaniu uwzględniono osiem obszarów tematycznych składających się w sumie ze 105 tez dotyczących rozpatrywanych nowoczesnych technologii energetycznych. W tabeli 1 przedstawiono poszczególne obszary tematyczne wraz

z liczbą ekspertów, którzy uczestniczyli w badaniu. Ze względu na niewystarczającą liczbę ekspertów w drugiej turze badania klasyfikację oparto na wynikach z pierwszej tury.

W każdej grupie technologii rozpatrywano technologie przyszłościowe. Dotyczy to także technologii opartych na paliwach kopalnych czy też technologiach wykorzystujących energię wody, wiatru, wód geotermalnych. W przypadku technologii opartych na węglu rozpatrywano m.in. technologie oparte na zgazowaniu węgla (IGCC), ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> o 30%, separację CO<sub>2</sub>, zastosowanie na skalę komercyjną kotłów o parametrach nadkrytycznych, wzrost sprawności uruchamianych węglowych bloków energetycznych. Wśród technologii przygotowania węgla dla celów energetyki rozpatrywano technologie usprawniające wydobycie węgla oraz produkcję jakościowo lepszego paliwa węglowego. Technologie odnawialnych źródeł energii obejmowały wykorzystanie potencjału rzek i potoków, ferm wiatrowych budowanych na lądzie i morzu, a także zasoby energii geotermalnych czy też ciepła suchych skał.

### 3. Metodologia badań

Nowe technologie energetyczne sklasyfikowano, wykorzystując następujące zmienne uzyskane na podstawie badania opinii ekspertów:

$X_1$  – prognoza punktowa najbardziej prawdopodobnego czasu wdrożenia danej technologii,

$X_2$  – prognoza przedziałowa czasu wdrożenia danej technologii,

$X_3$  – odsetek odpowiedzi „nigdy”,

$X_4$  – wpływ danej technologii na wzrost dobrobytu (średnia odpowiedzi ekspertów),

$X_5$  – wpływ danej technologii na środowisko naturalne (średnia odpowiedzi ekspertów),

$X_6$  – wpływ danej technologii na jakość życia (średnia odpowiedzi ekspertów),

$X_7$  – wpływ danej technologii na bezpieczeństwo energetyczne (średnia odpowiedzi ekspertów),

$X_8$  – wpływ danej technologii na wzrost liczby przedsiębiorstw innowacyjnych (średnia odpowiedzi ekspertów),

$X_9$  – odsetek odpowiedzi wskazujących na konieczność zwiększenia nakładów na badania podstawowe,

$X_{10}$  – odsetek odpowiedzi wskazujących na konieczność zwiększenia nakładów na badania stosowane i innowacyjne,

$X_{11}$  – odsetek odpowiedzi wskazujących na konieczność wprowadzenia odpowiednich mechanizmów fiskalnych,

$X_{12}$  – odsetek odpowiedzi wskazujących na konieczność wprowadzenia dodatkowych działań legislacyjnych,

$X_{13}$  – odsetek odpowiedzi wskazujących na konieczność zwiększenia akceptacji społecznej.

Wybrane zmienne diagnostyczne mają różne miana i zakresy zmienności (przedziały, z których przyjmują wartości), co uniemożliwia ich porównanie. W tym celu należy ujednoczyć ich zmienność i pozbyć się jednostek, w których są wyrażone. Dla tych potrzeb stosuje się formuły normalizacyjne, które pozwalają na sprowadzenie różniamiennych cech o zróżnicowanym zakresie zmienności do wzajemnej porównywalności, co pozbawia ich mian [Gatnar, Walesiak 2004].

Wszystkie zmienne były mierzone na skalach mocnych, tj. przedziałowej lub ilorazowej, a więc wykorzystano formułę unitaryzacji zerowanej:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}}, \quad (1)$$

gdzie:  $z_{ij}$  – unormowana wartość  $j$ -tej zmiennej dla  $i$ -tej technologii,  
 $x_{ij}$  – wartość (surowa)  $j$ -tej zmiennej dla  $i$ -tej technologii,  
 $\min$  – wartość minimalna  $j$ -tej zmiennej,  
 $\max$  – wartość maksymalna  $j$ -tej zmiennej.

Dolna i górna granica przedziału zmienności jest unormowana – minimum zawsze wynosi 0, a maksimum 1, co daje stały rozstęp równy jedności.

W niniejszym badaniu, po wyeliminowaniu cech *quasi*-stałych (współczynnik zmienności  $\leq 0,1$ ), do klasyfikacji użyto metod aglomeracyjnych z grupy Lance'a-Williamsa-Warda. W algorytmach aglomeracyjnych (sekwencyjnych, hierarchicznych) wstępnie każda cecha dyskryminowanego zbioru jest traktowana jako osobna podklasa. W macierzy odległości poszukuje się elementów leżących najbliżej siebie, łączy się je we wspólną klasę, tworzy się nową macierz odległości między powstałą klasą a pozostałymi cechami, sukcesywnie zmniejszając liczbę klas. Postępowanie to kontynuuje się aż do momentu, kiedy wszystkie elementy zostaną połączone w jeden zbiór. Różne wersje i nazwy metod aglomeracyjnych wynikają z różnych sposobów definiowania wartości parametrów przekształcenia, tzn. odmiennego pojmowania odległości skupisk. Zastosowana w badaniu metoda Warda uważana jest za najlepszą, przystosowaną do taksonomii cech i obiektów. Odległość definiowana jest jako moduł różnicy między sumami kwadratów odległości punktów od środka grup, do których punkty te należą. Ponieważ liczba skupień nie jest zdefiniowana, postanowiono wykorzystać względną regułę „stop” wyrażoną wzorem:

$$q_j^{(1)} = \frac{d_{st}^{(j)}}{d_{st}^{(j-1)}}, \quad (j = 2, \dots, k), \quad (2)$$

gdzie:  $q_j^{(1)}$  – miernik względnej reguły „stop” otrzymany na  $j$ -tym etapie aglomeracji,

$d_{st}^{(j)}$  – odległość pomiędzy skupiskami  $s$  i  $t$  w  $j$ -tym etapie aglomeracji.

Za najlepszy uważa się ten podział, któremu odpowiada maksymalna wartość powyższego miernika. W taksonomii obiektów ważne jest jeszcze, jak definiuje się



odległość między cechami. Wśród możliwych do zastosowania odległości przyjęto kwadrat odległości euklidesowej.

W kolejnym etapie badania przeprowadzono analizę wariancji. Ze względu na niespełnione założenia klasycznej analizy wariancji zastosowano nieparametryczną analizę wariancji (test Kruskala-Wallisa). Pozwoli ona stwierdzić, czy pomiędzy poszczególnymi klasami technologii energetycznych są istotne różnice w wartościach analizowanych zmiennych. W celu dokładniejszego zbadania różnic w wynikach zastosowano analizę *post hoc*, która umożliwi sprawdzenie, pomiędzy którymi klasami różnice są statystycznie istotne.

#### 4. Wyniki badań empirycznych

Stosując formułę stop wyrażoną wzorem (2), otrzymano podział na trzy grupy technologii energetycznych. Wyniki przedstawione są w tab. 2.

**Tabela 2.** Wyniki klasyfikacji nowych technologii energetycznych

Obszar	Liczba tez			
	klasa 1	klasa 2	klasa 3	ogółem
Technologie wykorzystania energii wody, wiatru, wód geotermalnych	1	3	18	22
Technologie energetyczne oparte na węglu kamiennym i brunatnym	11	4	0	15
Technologie przygotowania węgla dla celów energetyki w aspekcie nowych rozwiązań technologicznych wytwarzania energii	2	11	1	14
Technologie wytwarzania energii z biomasy i paliw alternatywnych	0	1	12	13
Technologie w przemyśle naftowym i gazowniczym	1	8	5	14
Technologie energetyki wodorowej	13	0	0	13
Technologie zagospodarowania ubocznych produktów spalania	0	8	1	9
Technologie energetyki jądrowej	2	1	2	5
Ogół grup	30	36	39	105

Źródło: opracowanie własne.

W klasie pierwszej zakwalifikowano wszystkie technologie energetyki wodorowej oraz większość technologii opartych na węglu kamiennym i brunatnym. W klasie drugiej znalazły się technologie przygotowania węgla dla celów energetyki, technologie w przemyśle naftowym i gazowniczym oraz technologie wykorzystujące uboczne produkty spalania. Klasę trzecią stanowiły w większości tech-

**Tabela 3.** Średnie arytmetyczne oraz odchylenia standardowe obliczone z wartości pierwotnych na podstawie obiektów tworzących daną klasę

Zmienna	Miara	Klasa 1	Klasa 2	Klasa 3	Ogół grup
$X_1$	średnie	<b>2029,7*</b>	2021,6	<b>2021,0</b>	2023,7
	odchylenie standardowe	5,70	7,39	5,81	7,37
$X_2$	średnie	<b>8,70</b>	<b>6,83</b>	8,30	7,9
	odchylenie standardowe	3,13	3,17	3,18	3,24
$X_3$	średnie	<b>0,11</b>	0,16	<b>0,16</b>	0,1
	odchylenie standardowe	0,13	0,22	0,20	0,19
$X_4$	średnie	<b>2,80</b>	<b>2,32</b>	2,78	2,6
	odchylenie standardowe	0,21	0,21	0,25	0,32
$X_5$	średnie	<b>3,17</b>	<b>2,89</b>	3,10	3,0
	odchylenie standardowe	0,19	0,33	0,22	0,28
$X_6$	średnie	2,74	<b>2,40</b>	<b>2,77</b>	2,6
	odchylenie standardowe	0,16	0,17	0,23	0,25
$X_7$	średnie	2,91	<b>2,51</b>	<b>2,98</b>	2,8
	odchylenie standardowe	0,18	0,28	0,24	0,32
$X_8$	średnie	<b>3,16</b>	<b>2,81</b>	2,94	3,0
	odchylenie standardowe	0,18	0,17	0,18	0,22
$X_9$	średnie	<b>0,73</b>	0,27	<b>0,17</b>	0,4
	odchylenie standardowe	0,13	0,19	0,14	0,28
$X_{10}$	średnie	<b>0,90</b>	0,85	<b>0,81</b>	0,9
	odchylenie standardowe	0,08	0,15	0,16	0,14
$X_{11}$	średnie	0,45	<b>0,44</b>	<b>0,73</b>	0,5
	odchylenie standardowe	0,11	0,16	0,13	0,19
$X_{12}$	średnie	<b>0,38</b>	0,46	<b>0,70</b>	0,5
	odchylenie standardowe	0,13	0,17	0,10	0,19
$X_{13}$	średnie	0,29	<b>0,24</b>	<b>0,40</b>	0,3
	odchylenie standardowe	0,13	0,15	0,17	0,16

\* W tabeli pogrubiono najmniejsze i największe wartości każdej zmiennej.

Źródło: opracowanie własne.

nologie wykorzystania energii wody, wiatru i wód geotermalnych, technologie wytwarzania energii z biomasy i paliw alternatywnych oraz częściowo technologie w przemyśle naftowym i gazowniczym. W przypadku technologii energetyki jądrowej liczba też w poszczególnych klasach ułożyła się równomiernie.

W celu opisu otrzymanych wyników wyznaczono środki ciężkości poszczególnych klas. Ponieważ wszystkie zmienne mierzone były na skali ilorazowej, możliwe było posłużenie się średnimi arytmetycznymi, obliczonymi z wartości pierwotnych każdej zmiennej na podstawie obiektów tworzących daną klasę, oraz odchyleniami standardowymi zmiennych w poszczególnych klasach. Wyniki przedstawia tab. 3.

W tabeli 4 przedstawiono wyniki nieparametrycznej analizy wariancji wraz z prawdopodobieństwami obserwowanymi testu *post hoc* porównań pomiędzy poszczególnymi klasami. Tylko w przypadku trzech zmiennych różnice pomiędzy klasami są statystycznie istotne: przedziałowej prognozy czasu realizacji tezy, odsetka odpowiedzi „nigdy” oraz odsetka odpowiedzi wskazujących na konieczność zwiększenia nakładów na badania stosowane i innowacyjne. W przypadku zmiennej  $X_8$  (wpływ danej technologii na wzrost liczby przedsiębiorstw innowacyjnych) są obserwowane różnice pomiędzy wszystkimi klasami. Dla pozostałych pytań można zaobserwować różnice tylko pomiędzy dwiema klasami, np. pierwszą a drugą, pierwszą a trzecią, i brak różnic pomiędzy drugą a trzecią.

**Tabela 4.** Prawdopodobieństwa obserwowane nieparametrycznej analizy wariancji oraz testu *post hoc*

Zmienna	$p$ Kruskal-Wallis	$p$ <i>post hoc</i>		
		1-2	1-3	2-3
$X_1$	0,000	0,000	0,000	1,000
$X_2$	0,065	0,085	0,900	0,283
$X_3$	0,816	0,992	0,944	0,992
$X_4$	0,000	0,000	0,980	0,000
$X_5$	0,000	0,001	0,572	0,034
$X_6$	0,000	0,000	0,997	0,000
$X_7$	0,000	0,000	0,921	0,000
$X_8$	0,000	0,000	0,002	0,045
$X_9$	0,000	0,000	0,000	0,266
$X_{10}$	0,070	0,742	0,101	0,564
$X_{11}$	0,000	0,997	0,000	0,000
$X_{12}$	0,000	0,456	0,000	0,000
$X_{13}$	0,000	0,615	0,023	0,000

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie wyników z tab. 3 oraz 4 poszczególne klasy można zinterpretować jako:

- Klasa 1 – odległy czas realizacji tezy, o korzystnym wpływie na: wzrost dobrobytu, środowisko naturalne, jakość życia, bezpieczeństwo energetyczne i wzrost liczby przedsiębiorstw innowacyjnych. W celu realizacji tezy konieczne jest zwiększenie nakładów na badania podstawowe. Nie jest obowiązkowe wprowadzenie dodatkowych działań legislacyjnych, mechanizmów fiskalnych ani zwiększenie akceptacji społecznej. Technologie zakwalifikowane do klasy pierwszej ze względu na odległy horyzont wdrożenia oraz konieczność zwiększenia nakładów na badania można ocenić jako o niskich szansach wdrożenia.
- Klasa 2 – dość bliski horyzont realizacji tezy, o obojętnym wpływie na: wzrost dobrobytu, środowisko naturalne, jakość życia, bezpieczeństwo energetyczne i obojętnym wpływie na wzrost liczby przedsiębiorstw innowacyjnych. W celu realizacji tezy nie jest wymagane zwiększenie nakładów na badania podstawowe, nie jest konieczne wprowadzenie dodatkowych działań legislacyjnych, mechanizmów fiskalnych ani zwiększenie akceptacji społecznej. Technologie zakwalifikowane do klasy drugiej można ocenić jako te o wysokich szansach wdrożenia.
- Klasa 3 – dość bliski horyzont realizacji tezy, o stosunkowo korzystnym wpływie na: wzrost dobrobytu, środowisko naturalne, jakość życia, bezpieczeństwo energetyczne, ale stosunkowo niskim wpływie na wzrost liczby przedsiębiorstw innowacyjnych. W celu realizacji tezy nie jest wymagane zwiększenie nakładów na badania podstawowe, konieczne jest wprowadzenie dodatkowych działań legislacyjnych, mechanizmów fiskalnych i zwiększenie akceptacji społecznej. Technologie zakwalifikowane do klasy trzeciej można ocenić jako te o umiarkowanych szansach wdrożenia.

## 5. Wnioski końcowe

Przeprowadzona analiza wskazuje, że według ekspertów poszczególne nowoczesne technologie energetyczne są zróżnicowane ze względu na przewidywany czas ich wdrożenia, wpływ na gospodarkę i środowisko oraz działania, jakie należy podjąć w celu wdrożenia danej technologii. W klasie, w której technologie mają największe szanse na wdrożenie, można wymienić technologie oparte na paliwach kopalnych (przygotowanie węgla, przemysł naftowy i gazowniczy) oraz zagospodarowaniu ubocznych produktów spalania, tzw. UPS. W przypadku wprowadzenia dodatkowych działań legislacyjnych, mechanizmów fiskalnych czy też zwiększenia akceptacji społecznej wdrożone zostaną technologie z obszaru wykorzystania odnawialnych źródeł energii czy też wytwarzania energii z biomasy. Nowoczesne technologie energetyczne oparte na węglu kamiennym i brunatnym, m.in. zgazowanie węgla, są technologiami o bardzo korzystnym wpływie na środowisko, gospodarkę i bezpieczeństwo energetyczne, niewymagającymi dodatkowych działań legislacyjnych, fiskalnych, lecz wymagającymi zwiększenia nakładów na badania podstawowe. Horyzont ich wdrożenia jest odległy.

## Literatura

- Czaplicka-Kolorz K. (red.), *Scenariusze rozwoju technologicznego kompleksu paliwowo-energetycznego dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju – część 2. Scenariusze opracowane na podstawie foresightu energetycznego dla Polski na lata 2005-2030*, Główny Instytut Górnictwa, Katowice 2007.
- Dittmann P., *Prognozowanie w przedsiębiorstwie – metody i ich zastosowanie*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2003.
- Gatnar E., Walesiak M. (red.), *Metody statystycznej analizy wielowymiarowej w badaniach marketingowych*, AE, Wrocław 2004.
- Miles I., Keenan, M., *Practical Guide to regional Foresight in the United Kingdom*, Unit „Science and Technology Foresight”, European Commission / DG Research, Brussels 2002.
- Poradowska K., *Możliwości wykorzystania rozkładu trójkątnego do konstrukcji prognoz punktowych i przedziałowych*, referat wygłoszony na Konferencji SEMPP, Osieczany 5-7.05.2008 (w druku) 2008.
- Walesiak M., *Metody analizy danych marketingowych*, PWN, Warszawa 1996.

### **CLASSIFICATION OF NEW ENERGY RELATED TECHNOLOGIES BASED ON THE DETERMINANTS OF THEIR DEVELOPMENT**

**Summary:** The article aims at classifying new energy related technologies with some emphasis paid to the impact the technologies in question exert on environment and national economy. Additionally, variables – activities that have to be undertaken to implement a new technology are discussed. Differences observed between particular groups of technologies allowed for determining which activities do play a major role in the development. Moreover, classification results made it possible to divide the technologies in question into three groups: high, moderate and low implementation probability. The analysis was carried out on the basis of data that had been obtained by means of the Delphi research conducted within the energy foresight: *Scenariusze rozwoju technologicznego kompleksu paliwowo-energetycznego dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego* performed by the Central Mining Institute in Katowice.