

PRACE NAUKOWE

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

RESEARCH PAPERS

of Wrocław University of Economics

Nr 427

Taksonomia 27

**Klasyfikacja i analiza danych –
teoria i zastosowania**



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2016

Redaktor Wydawnictwa: Agnieszka Flasińska

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Barbara Cibis

Łamanie: Beata Mazur

Projekt okładki: Beata Dębska

Tytuł dofinansowany ze środków Narodowego Banku Polskiego
oraz ze środków Sekcji Klasyfikacji i Analizy Danych PTS

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania
znajdują się na stronach internetowych
www.pracenaukowe.ue.wroc.pl
www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Publikacja udostępniona na licencji Creative Commons
Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 3.0 Polska
(CC BY-NC-ND 3.0 PL)



© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2016

ISSN 1899-3192 (Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu)

e-ISSN 2392-0041

ISSN 1505-9332 (Taksonomia)

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Zamówienia na opublikowane prace należy składać na adres:
Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
ul. Komandorska 118/120, 53-345 Wrocław
tel./fax 71 36 80 602; e-mail:econbook@ue.wroc.pl
www.ksiegarnia.ue.wroc.pl

Druk i oprawa: TOTEM

Spis treści

Wstęp	9
Beata Bal-Domańska: Propozycja procedury oceny zrównoważonego rozwoju w układzie <i>presja – stan – reakcja</i> w ujęciu przestrzennym / Proposal of the assessment of poviats sustainable development in the pressure – state – response system in spatial terms.....	11
Tomasz Bartłomowicz: Pomiar preferencji konsumentów z wykorzystaniem metody <i>Analytic Hierarchy Process</i> / Analytic Hierarchy Process as a method of measurement of consumers’ preferences.....	20
Maciej Beręsewicz, Marcin Szymkowiak: Analiza skupień wybranych lokalnych rynków nieruchomości w Polsce z wykorzystaniem internetowych źródeł danych / Cluster analysis of selected local real estate markets in Poland based on Internet data sources.....	30
Beata Bieszk-Stolorz: Wybrane modele przeciętnego efektu oddziaływania w analizie procesu wychodzenia z bezrobocia / Chosen average treatment effect models in the analysis of unemployment exit process.....	40
Justyna Brzezińska: Modele IRT i modele Rascha w badaniach testowych / IRT and Rasch models in test measurement.....	49
Mariola Chrzanowska, Nina Drejerska: Geograficznie ważona regresja jako narzędzie analizy poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego na przykładzie regionów Unii Europejskiej / Geographically weighted regression as a tool of analysis of socio-economic development level of regions in the European Union.....	58
Sabina Denkowska: Zastosowanie analizy wrażliwości do oceny wpływu nieobserwowanej zmiennej w <i>Propensity Score Matching</i> / The application of sensitivity analysis in assessing the impact of an unobserved confounder in Propensity Score Matching.....	66
Adam Depta: Zastosowanie analizy czynnikowej do wyodrębnienia aspektów zdrowia wpływających na jakość życia osób jękających się / The application of factor analysis to the identification of the health aspects affecting the quality of life of stuttering people.....	76
Mariusz Doszyń, Sebastian Gnat: Taksonomiczno-ekonometryczna procedura wyceny nieruchomości dla różnych miar porządkowania / Taxonomic and econometric method of real estate valuation for various classification measures.....	84

Marta Dziechciarz-Duda, Anna Król: Segmentacja konsumentów smartfonów na podstawie preferencji wyrażonych / Segmentation of smartphones' consumers on the basis of stated preferences	94
Ewa Genge: Zmienne towarzyszące w ukrytym modelu Markowa – analiza oszczędności polskich gospodarstw domowych / Latent Markov model with covariates – Polish households' saving behaviour	103
Joanna Górna, Karolina Górna: Modelowanie wzrostu gospodarczego z wykorzystaniem narzędzi ekonometrii przestrzennej / Economic growth modelling with the application of spatial econometrics tools	112
Alicja Grześkowiak: Wielowymiarowa analiza kompetencji zawodowych według grup wieku ludności / Multivariate analysis of professional competencies with respect to the age groups of the population	122
Agnieszka Kozera, Feliks Wysocki: Problem ustalania współrzędnych obiektów modelowych w metodach porządkowania liniowego obiektów / The problem of determining the coordinates of model objects in object linear ordering methods	131
Mariusz Kubus: Lokalna ocena mocy dyskryminacyjnej zmiennych / Local evaluation of a discrimination power of the variables.....	143
Paweł Lula, Katarzyna Wójcik, Janusz Tuchowski: Analiza wydźwięku polskojęzycznych opinii konsumenckich ukierunkowanych na cechy produktu / Feature-based sentiment analysis of opinions in Polish.....	153
Aleksandra Łuczak, Agnieszka Kozera, Feliks Wysocki: Ocena sytuacji finansowej jednostek samorządu terytorialnego z wykorzystaniem rozmytych metod klasyfikacji i programu R / Assessment of financial condition of local government units with the use of fuzzy classification methods and program R	165
Dorota Rozmus: Badanie stabilności taksonomicznej czynnikowej metody odległości probabilistycznej / Stability of the factor probability distance clustering method	176
Adam Sagan, Aneta Rybicka, Justyna Brzezińska: <i>Conjoint analysis</i> oparta na modelach IRT w zagadnieniu optymalizacji produktów bankowych / An IRT-approach for conjoint analysis for banking products preferences.....	184
Michał Stachura: O szacowaniu centrum populacji określonego obszaru na przykładzie Polski / On estimating centre of population of a given territory. Poland's case	195
Michał Stachura, Barbara Wodecka: Wybrane aspekty i zastosowania modeli zdarzeń ekstremalnych / Selected facets and application of models of extremal events	205
Iwona Staniec, Jan Żółtowski: Wykorzystanie analizy log-liniowej do wyboru czynników determinujących współpracę w przedsiębiorczości	

technologicznej / Use of log-linear analysis for the selection determinants of cooperation in technological entrepreneurship.....	215
Marcin Szymkowiak, Wojciech Roszka: Potencjał gospodarczy gmin aglomeracji poznańskiej w ujęciu taksonomicznym / The economic potential of municipalities of the Poznań agglomeration in the light of taxonomy analysis.....	224
Lucyna Wojcieszka: Zastosowanie modeli klas ukrytych w badaniu opinii respondentów na temat roli państwa w gospodarce / Implementation of latent class models in the respondents' survey on the role of the country in economy.....	234

Wstęp

W dniach 14–16 września 2015 r. w Hotelu Novotel Gdańsk Marina w Gdańsku odbyła się XXIV Konferencja Naukowa Sekcji Klasyfikacji i Analizy Danych PTS (XXIX Konferencja Taksonomiczna) „Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania”, zorganizowana przez Sekcję Klasyfikacji i Analizy Danych Polskiego Towarzystwa Statystycznego oraz Katedrę Statystyki Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Gdańskiego.

W trakcie dwóch sesji plenarnych oraz 13 sesji równoległych wygłoszono 58 referatów poświęconych aspektom teoretycznym i aplikacyjnym zagadnienia klasyfikacji i analizy danych. Odbyła się również sesja plakatowa, na której zaprezentowano 14 plakatów.

Teksty 24 recenzowanych artykułów naukowych stanowią zawartość prezentowanej publikacji z serii Taksonomia nr 27. Teksty 25 recenzowanych artykułów naukowych znajdują się w Taksonomii nr 26.

Krzysztof Jajuga, Marek Walesiak

Iwona Staniec, Jan Żółtowski

Politechnika Łódzka
e-mails: {iwona.staniec; jan.zoltowski}@p.lodz.pl

**WYKORZYSTANIE ANALIZY LOG-LINIOWEJ
DO WYBORU CZYNNIKÓW
DETERMINUJĄCYCH WSPÓŁPRACĘ
W PRZEDSIĘBIORCZOŚCI TECHNOLOGICZNEJ¹**

**USE OF LOG-LINEAR ANALYSIS
FOR THE SELECTION DETERMINANTS
OF COOPERATION IN TECHNOLOGICAL
ENTREPRENEURSHIP**

DOI: 10.15611/pn.2016.427.22

Streszczenie: Celem prezentowanych rozważań jest zidentyfikowanie czynników decydujących o podjęciu współpracy w przedsiębiorczości technologicznej. Z rozważań teoretycznych wiadomo, że współpraca jest determinowana przez wiele wielowymiarowych czynników i do jej pomiaru konieczna jest skala złożona. Współpracę w przedsiębiorczości technologicznej determinuje np.: wybór partnera, warunki kontraktu, doświadczenie, elastyczność, szybkość reakcji, innowacyjność, technologia, finanse itp. Badania empiryczne przeprowadzono na 300 elementowej próbie losowej. W badaniu wykorzystano technikę wywiadu kwestionariuszowego prowadzonego bezpośrednio w firmie, a narzędziem badawczym był specjalnie przygotowany kwestionariusz. Ze względu na jakościowy charakter zmiennych zdecydowano się na wykorzystanie analizy logarytmiczno-liniowej. W wyniku przeprowadzonych eksperymentów stwierdzono, że w modelu współpracy przy wyborze partnera istotne są interakcje dwuczynnikowe oraz trzyczynnikowe między analizowanym determinantami i stwierdzono, że są one uzależnione od realizacji procesu zarządzania ryzykiem.

Słowa kluczowe: analiza log-liniowa, czynniki determinujące współpracę, przedsiębiorczość technologiczna.

Summary: The aim of the paper was to identify factors contributing to cooperation in technological entrepreneurship. Empirical research was conducted on a random sample of 300 elements. The study used a technique questionnaire interviews conducted directly in the company, and a research tool was specially prepared questionnaire. Due to the qualitative character of the variables we decided to make the log-linear analysis. As a result of the ex-

¹ Praca zrealizowana w ramach projektu 2014/13/B/HS4/01517 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki.

periments it was found out that in the cooperation model, when choosing a partner, two- and three-factors interactions between the analyzed determinants are important and they are dependent on the risk management process.

Keywords: log-linear analysis, determinants of cooperation, technological entrepreneurship.

1. Wstęp

Małe i średnie firmy cechujące się skłonnością do innowacyjnych działań i dużą aktywnością we wprowadzaniu na rynek nowych rozwiązań technologicznych z zaplecza naukowo – technicznego realizują przedsiębiorczość technologiczną. Proces, w którym podmioty wymieniają się informacjami, zasobami i odpowiedzialnościami, aby wspólnie realizować plan lub zamierzone przedsięwzięcie technologiczne, zmierzające do osiągnięcia wspólnego celu, a zarazem wspólnie generować wartość, musi charakteryzować zaufanie poprzedzone podjęciem decyzji o współpracy. Nie jest łatwo w tym przypadku zidentyfikować czynniki determinujące współpracę. Po pierwsze dlatego, że ma ona charakter wielowymiarowy, a po drugie dlatego, że jej składowe to cechy jakościowe.

W prezentowanej pracy podjęto próbę zidentyfikowania czynników determinujących współpracę w aspekcie wyboru partnera na podstawie badań przeprowadzonych na 300-elementowej próbie losowej. W badaniu wykorzystano technikę wywiadu kwestionariuszowego prowadzonego bezpośrednio w firmie, a narzędziem badawczym był specjalnie przygotowany kwestionariusz. Ze względu na jakościowy charakter identyfikowanych zmiennych do ich pomiaru wykorzystano 7-stopniową skalę Likerta. Ze względu na małą liczbę danych oraz brak istotnego różnicowania analizowanych zmiennych w tej pracy zagregowano je do dwóch kategorii. Dla tak skonstruowanego zestawu zmiennych wykorzystano analizę log-liniową, która pozwala na konstrukcję modeli opisujących związki między wieloma zmiennymi jakościowymi [Stanisz 2007, s. 269–307]. W tym przypadku zastosowanie modelu log-liniowego pozwoli na identyfikację nie tylko czynników głównych determinujących współpracę w przedsiębiorczości technologicznej, ale również ich interakcji. Co pozwoli na bardziej precyzyjną identyfikację czynników determinujących współpracę w porównaniu z miernikami stosowanymi do oceny współzależności cech jakościowych.

W niniejszej pracy postawiono następujące hipotezy badawcze:

H1: postrzeżenie interakcji wybranych czynników w istotny sposób wpływa na decyzję o współpracy w przypadku przedsiębiorczości technologicznej.

H2: postrzeżenie interakcji wybranych czynników determinujących współpracę w przedsiębiorczości technologicznej jest uzależnione od realizacji procesu zarządzania ryzykiem.

Celem badania jest określenie parametrów charakteryzujących firmy, z którymi częściej i chętniej podejmuje się współpracę w przypadku przedsiębiorczości technologicznej. Uzyskane wyniki mogą być wykorzystane w ocenie atrakcyjności współpracy z danym partnerem oraz w budowie modelu współpracy.

2. Współpraca w przedsiębiorczości technologicznej

Ostatnio coraz więcej miejsca w literaturze poświęca się rozwojowi przedsiębiorczości technologicznej. Przedsiębiorczość technologiczna to proces zapewnienia większej użyteczności praktycznej wynikom badań naukowych poprzez skuteczną współpracę między ośrodkami naukowymi, badawczo-rozwojowymi, instytucjami rynku kapitałowego i strefy okołobiznesowej oraz małymi i średnimi przedsiębiorstwami zajmującymi się wytwarzaniem i sprzedażą wyrobów bądź usług [Lachiewicz, Matejun, Walecka (red.) 2013, s. 7]. Inaczej mówiąc, są to transfer i adaptacja nowych rozwiązań technologicznych z uczelni i szeroko rozumianego zaplecza naukowo-technologicznego do przedsiębiorstw małej i średniej wielkości, których w Polskiej gospodarce jest ok. 200 tys. i ich roczne tempo wzrostu wynosi ok. 1,5%. Zatem istotne jest zidentyfikowanie czynników decydujących o tej współpracy. Przegląd literatury pokazał (tab. 1), że współpraca jest determinowana przez wiele wielowymiarowych i różnorodnych czynników. Warto jednak zauważyć, że są one indywidualnie zróżnicowane i związane z uprzednimi wyborami celów i strategii.

Tabela 1. Literaturowy przegląd czynników determinujących współpracę

Czynniki determinujące współpracę	Autor
Wybór partnera, warunki kontraktu, doświadczenie, elastyczność, szybkość reakcji, innowacyjność, technologia, finanse	[Lachiewicz, Matejun, Walecka (red.) 2013, s. 21–24]
Umiejętności pracowników i kierownictwa, poziom techniki, zarządzanie zasobami i przedsiębiorczość kadry	[Danielak 1999, s. 87–91]
System kadrowy, sposób zarządzania, rodzaj struktury organizacyjnej	[Nogalski, Wójcik-Karpacz 2003, s. 15–22]
Cechy osobowościowe, atrybuty organizacyjne, tradycje kulturowe	[Slatter, Lovett 2001, s. 46]

Źródło: opracowanie własne.

W pracy I. Staniec [2015] pokazano, że podstawowe źródła wpływające na kształtowanie ryzyka współpracy to: brak wykwalifikowanego personelu, słabe kontakty firmy z sektorem finansowym i ubezpieczeniowym, pozycja negocjacyjna firmy, brak narzędzi skutecznej kontroli, niewystarczające działania marketingowe, możliwości finansowe oraz nieodpowiednie kwalifikacje właścicieli, konkurencja oraz nieprzewidywalność otoczenia zewnętrznego jak i działalność w niszy. Agre-

gując zebrane informacje, można uznać za determinanty współpracy następujące czynniki:

- system decyzyjny – kompetencje i kwalifikacje kadry zarządzającej, stosowane techniki i style zarządzania,
- atrybuty organizacyjne pozwalające na bieżące funkcjonowanie wynikające ze struktury organizacyjnej, jej efektywności oraz posiadane i zarządzane zasoby, szczególnie istotne są: narzędzia kontroli, działania marketingowe, możliwości finansowe,
- kapitał relacyjny firmy – strategia i umiejętność nawiązywania i utrzymania relacji, ze szczególnym uwzględnieniem tych długoterminowych.

3. Analiza log-liniowa w identyfikacji czynników determinujących współpracę

Analiza log-liniowa to jeden z bardziej wyrafinowanych sposobów patrzenia na tabele krzyżowe, który w szczególności pozwala testować istotność statystyczną wpływu różnych czynników ujętych w tabeli kontyngencji i ich interakcji. Analiza log-liniowa znajduje zastosowanie do analizy zjawisk, których opis ma charakter jakościowy [Stanisz 2007, s. 269–307]. Z przeglądu literatury wynika, że wykorzystywana jest w badaniach ekonomicznych do:

- badania populacyjnego występowania rozszczepów podniebienia pierwotnego i/lub wtórnego [Kaczmarek, Małkiewicz 2005],
- wyboru czynników psychologicznych decydujących o intensywności używania alkoholu przez studentów [Półtorak 2007],
- wyboru czynników opisujących sytuację ekonomiczną gospodarstw domowych [Salamaga 2008],
- estymacji modeli cen oraz indeksów cen nieruchomości mieszkaniowych [Tomczyk, Widłak 2010],
- badania przyczyn umieralności [Brzezińska 2012],
- wyboru czynników determinujących atrakcyjność cenową mieszkań w obrocie wtórnym [Foryś 2012],
- wyboru czynników determinujących wydatki gospodarstw domowych emerytów na rekreację i kulturę [Bąk 2013],
- wyboru czynników decydujących o jakości życia studentów [Depta, Staniec 2014].

Istotą modelu log-liniowego jest analiza wielowymiarowych tabel wielozmiennych umożliwiającą testowanie istotności statystycznej wpływu zmiennych jakościowych i ich wzajemnych interakcji na zmienną reakcji. Punktem wyjścia w tej analizie jest wyznaczenie liczebności oczekiwanych dla poszczególnych poziomów zmiennych kategoryzacyjnych na podstawie częstości brzegowych w tablicach wielozmiennych. Analiza log-liniowa zwraca uwagę, że jeżeli człony interakcyjne

są nieistotne, a liczebność w klasach zależy tylko od czynników głównych, to brak jest wzajemnych oddziaływań pomiędzy zmiennymi kategoryzacyjnymi [Daniel, Freeman 1987]. Ma charakter hierarchiczny, a zatem jeżeli określony człon interakcyjny jest włączony do modelu, to wszystkie pozostałe kombinacje czynników występujących w tym członie muszą być uwzględnione w modelu. Poprawnie zbudowany model logarytmiczno-liniowy umożliwia najlepszą predykcję liczebności, przy uwzględnieniu w modelu jak najmniejszej liczby interakcji [Dobosz 2004, s. 365–376]. Istnieją dwa rodzaje modeli log-liniowych [Półtorak 2007, s. 28]:

- model, w którym nie rozróżnia się zmiennych zależnych i niezależnych, a frekwencje oczekiwane są analizowane jako funkcje wszystkich zmiennych występujących w modelu,
- model logitowy, co najmniej jedna ze zmiennych jest określana jako zmienna zależna, analizowane są wtedy oczekiwane szanse tej zmiennej jako funkcja zmiennych niezależnych.

Ponadto z punktu widzenia analizy istotne jest, czy zakładamy, że mamy do czynienia z modelami:

- nasyconymi tzn. tymi, w których występują efekty wszystkich możliwych czynników,
- nienasyconymi, zakładającymi, że część zmiennych nie wywiera wpływu na frekwencje.

Do wyznaczania liczebności oczekiwanych w modelach log-liniowych wykorzystuje się algorytm Deminga-Stephana [Deming, Stephan 1940] oraz algorytm Newton-Raphsona [Ryaben'kii, Tsynkov 2006]. Miarą dopasowania modelu do wyników są statystyka χ^2 Pearsona oraz L^2 największej wiarygodności [Goodman 1978]. Obydwie statystyki mają asymptotyczny rozkład prawdopodobieństwa χ^2 , z tą samą liczbą stopni swobody równą liczbie niezależnych parametrów wpływu. Statystyka L^2 jest preferowana w stosunku do χ^2 , ponieważ: frekwencje oczekiwane są estymowane metodami największej wiarygodności, może być wyznaczona jednoznacznie dla testów niezależności w wielozmiennowych tabelach kontyngencji.

Im większa wartość statystyki L^2 w stosunku do liczby stopni swobody, tym bardziej frekwencje oczekiwane różnią się od zaobserwowanych, tak więc, aby model mógł być zaakceptowany jako dobrze odzwierciedlający dane, stosunek wartości L^2 do liczby stopni swobody musi być dostatecznie mały. Ograniczeniem do korzystania z modelowania log-liniowego jest konieczność dużych prób, gdyż na podstawie rozkładów frekwencji zaobserwowanych w próbie szacowane są rozkłady w populacji.

4. Eksperyment badawczy i dyskusja wyników

W eksperymencie wykorzystano dane zebrane podczas badań realizowanych przez pracowników Katedry Zarządzania Politechniki Łódzkiej w latach 2014 i 2015. Badania empiryczne zostały przeprowadzone na 300 elementowej próbie wybranej

w sposób losowy. Losowanie zostało przeprowadzone przez GUS na podstawie PKD. Wylosowano 2000 firm z całej Polski (po 125 z województwa), z prośbą o przeprowadzenie badań zwrócono się do wszystkich, ale ostatecznie wywiady udało się zrealizować tylko w 300 firmach. Zatem zwrotność wynosi ok. 15%. W próbie na podstawie arkuszy diagnostycznych wykonywanych w trakcie badania wyróżniono dwie grupy: firmy realizujące proces zarządzania ryzykiem (PZR = 1) i firmy nierealizujące procesu zarządzania ryzykiem (PZR = 0). Jednym z obszarów badawczych była ocena na 7-stopniowej skali Likerta, czy wymienione w kwestionariuszu wywiadu (lub podane przez respondenta) czynniki wpływają w sposób istotny na wybór partnera do współpracy. Analizowanych czynników było wiele jednak na potrzeby pracy zagregowano je w pięć wyróżnianych w literaturze zmiennych wielowymiarowych²: kapitał relacyjny firmy (1), narzędzia kontroli (2), działania marketingowe (3), system decyzyjny (4), możliwości finansowe (5).

W kolejnym kroku analizowane zmienne zagregowano do dwóch kategorii, przyjmując skale 1–4 jako dolną kategorię i 5–7 jako górną. Uczyniono tak, ponieważ w wyniku podziału mało licznej próby na bardzo wiele podgrup większość z nich była o liczebności zero. Zatem analizowano dane zagregowane do 32-polowej tabeli wielodzzielczej³.

Analizy zostały przeprowadzone z użyciem programu Statistica wykorzystującego algorytm Deminga-Stephana. Poziom istotności w analizie ustalono jako 0,05, zaś poziom p , powyżej którego program Statistica przyjmuje, że model pasuje do danych, jako 0,1. Przyjęto, że mamy do czynienia z modelem nasyconym, czyli ważne są wszystkie interakcje oraz, że nie ma zmiennej zależnej. Analizowano wszystkie czynniki poza procesem zarządzania ryzykiem.

Pierwszy wiersz tab. 2 pokazuje, że hipoteza, według której analizowane czynniki są od siebie niezależne, musi zostać odrzucona. Oznacza to, że współpracę

Tabela 2. Wyniki dopasowania wszystkich interakcji k czynników

Liczba czynników w interakcji	df	χ^2	p	L^2	p
1	5	60,8284	0,000000	331,7044	0,000000
2	10	500,5689	0,000000	969,7284	0,000000
3	10	31,2087	0,000542	38,1008	0,000036
4	5	9,8095	0,080818	10,6401	0,059002
5	1	0,0537	0,816789	0,0541	0,816073

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Statistica.

² W nawiasach podano numery zmiennych, do których później odwołano się w tab. 4.

³ W związku tym, że w analizowanej tabeli kontyngencji występowały komórki o zerowej frekwencji, do frekwencji we wszystkich komórkach tabeli dodano 0,01 [Goodman 1970; Burke, Knoke 1986].

objaśnimy lepiej, przyjmując, że częstotliwości różnią się w zależności od poziomów badanych czynników. Drugi i trzeci wiersz pokazują, że model bez interakcji dwu- i trzyczynnikowych też odrzucamy ($p < 0,05$). Włączenie więc interakcji rzędu drugiego oraz trzeciego do modelu poprawia jego dopasowanie. Jednak rozszerzenie modelu o interakcje rzędu czwartego i piątego nie daje istotnej poprawy ($p > 0,05$). Oznacza to, że najmniej złożony model, który pasuje do tabeli liczebności, to model bez żadnych powiązań czterowymiarowych. Wymagane są natomiast niektóre zależności dwu- i trzywymiarowe.

Przeprowadzając identyczną analizę tylko w grupie firm nieposiadających systemu zarządzania ryzykiem, zauważamy, że w modelu współpracy istotne są czynniki główne oraz interakcji rzędu drugiego i trzeciego tych czynników. W grupie firm posiadających system zarządzania ryzykiem w modelu współpracy istotne są interakcje główne i tylko interakcje drugiego rzędu między analizowanymi czynnikami. Zatem poziom interakcji zależy od posiadania systemu zarządzania ryzykiem. W kolejnym kroku dla każdej z grup oszacowano najlepsze modele (tab. 3).

Tabela 3. Wyniki analizy log-liniowej dla najlepszych modeli w poszczególnych grupach

Grupa*	Model**	Statystyka L^2 oraz χ^2	df	p
Ogół firm (300)	21, 31, 42, 532, 541	17,03939 18,45147	15	0,316515 0,239674
PZR = 0(184)	21, 31, 42, 532, 41, 54, 51	14,74483 14,12973	16	0,543401 0,589050
PZR = 1 (116)	21, 31, 42, 41, 54 52, 32	18,36859 28,18036	19	0,497957 0,080018

* W nawiasach podano liczebności prób; pogrubioną czcionką podano interakcje niewystępujące w innych modelach; ** przyjęto następujące oznaczenie determinant: kapitał relacyjny firmy (1), narzędzia kontroli (2), działania marketingowe (3), system decyzyjny (4), możliwości finansowe (5).

Źródło: opracowanie własne.

Otrzymane modele pokazują, że niezależnie od grupy firm istotne są w modelu współpracy interakcje dwuczynnikowe między: system decyzyjnym a narzędziami kontroli, narzędziami kontroli a kapitałem relacyjnym firmy, kapitałem relacyjnym firmy a działaniami marketingowymi.

W modelu współpracy w grupie przedsiębiorstw realizujących proces zarządzania ryzykiem i nierealizujących procesu zarządzania ryzykiem istotne są interakcje dwuczynnikowe między: system decyzyjnym a kapitałem relacyjnym firmy, kapitałem relacyjnym firmy a systemem decyzyjnym.

W modelu współpracy w grupie ogółu przedsiębiorstw i przedsiębiorstw realizujących proces zarządzania ryzykiem istotne są interakcje trzyczynnikowe między: możliwościami finansowymi a narzędziami kontroli i działaniami marketingowymi.

Ogół przedsiębiorstw wyróżnia interakcja trzyczynnikowa między możliwościami finansowymi, systemem decyzyjnym a kapitałem relacyjnym firmy. Przedsiębiorstwa realizujące proces zarządzania ryzykiem wyróżnia interakcja dwuczynnikowa między działaniami marketingowymi a narzędziami kontroli oraz narzędziami kontroli a możliwościami finansowymi. Dla ogółu firm korzystniejsza jest interakcja trzyczynnikowa tych zmiennych. Przedsiębiorstwa nierealizujące procesu zarządzania ryzykiem wyróżnia interakcja dwuczynnikowa między możliwościami finansowymi a kapitałem relacyjnym firmy. Warto zauważyć, że firmy częściej nawiązują współpracę, jeżeli lepiej postrzegają partnera w zakresie sprawności systemu decyzyjnego, skuteczności narzędzi kontroli oraz działań marketingowych, a to ma istotny wpływ na zwiększenie jej kapitału relacyjnego.

5. Zakończenie

Zastosowanie modelu log-liniowego pozwoliło na identyfikację nie tylko czynników głównych determinujących współpracę w przedsiębiorczości technologicznej, ale również ich interakcji drugiego i trzeciego rzędu. Najlepszy model udało się zbudować dla ogółu firm. Przedstawione najlepsze modele współpracy oszacowane przy użyciu metody log-liniowej pokazały, że w wyborze partnera istotne są nie tyle czynniki główne, ile interakcje drugiego i trzeciego rzędu między nimi. Zatem *postrzeganie interakcji wybranych czynników w istotny sposób wpływa na decyzję o współpracy w przypadku przedsiębiorczości technologicznej*, co potwierdza hipotezę H1. Przeprowadzony eksperyment badawczy potwierdził, że w grupie firm nierealizujących procesu zarządzania ryzykiem istotne są interakcje do trzeciego rzędu włącznie, a w grupie firm realizujących proces zarządzania ryzykiem tylko drugiego rzędu. Co jednocześnie potwierdza hipotezę H2: *postrzeganie interakcji wybranych czynników determinujących współpracę w przedsiębiorczości technologicznej jest uzależnione od realizacji procesu zarządzania ryzykiem*.

Ograniczeniem stosowanego eksperymentu był brak możliwości wprowadzenia jako dodatkowej zmiennej do modelu procesu zarządzania ryzykiem ze względu na liczne komórki o wartościach zero oraz dużą liczbę frekwencji do oszacowania – mała liczebność próby. W dalszych badaniach warto zwrócić uwagę na to, iż często cenne może okazać się rozważenie większej liczby modeli, gdyż pozwala to na głębsze i dokładniejsze zbadanie problemu oraz uniknięcie wysnuwania pochopnych wniosków, co też może być związane z liczebnością próby.

Literatura

- Bąk I., 2013, *Czynniki determinujące wydatki gospodarstw domowych emerytów na rekreację i kulturę*, Wiadomości Statystyczne, nr 1, s. 16–28.
- Brzezińska J., 2012, *Analiza logarytmiczno-liniowa w badaniu przyczyn umieralności w krajach UE*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 242, Taksonomia 19: *Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania*, s. 240–246.

- Burke P.J., Knoke D., 1986, *Log-linear models*, Sage University Paper Series on Quantitative Applications in Social Sciences, no. 07-020, Sage Publications, Beverly Hills–London.
- Daniel A., Freeman J., 1987, *Applied Categorical Data Analysis*, Marcel Decker, New York.
- Danielak W., 1999, *Problemy rozwoju małych i średnich przedsiębiorstw*, [w:] *Nowoczesne zarządzanie przedsiębiorstwem*, Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra, s. 87–91.
- Deming W.E.; Stephan F.F., 1940, *On a least squares adjustment of a sampled frequency table when the expected marginal totals are known*, *Annals of Mathematical Statistics*, vol. 11, no. 4, s. 427–444, doi:10.1214/aoms/1177731829.
- Depta A., Staniec I., 2014, *Identyfikacja czynników decydujących o jakości życia studentów łódzkich uczelni*, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, nr 328, *Taksonomia 23: Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania*, s. 238–246.
- Dobosz M., 2004, *Wspomagana komputerowo statystyczna analiza wyników badań*, Akademicka Oficyna Wydawnicza ELIT, Warszawa.
- Foryś I., 2012, *Wykorzystanie analizy log-liniowej do wyboru czynników determinujących atrakcyjność cenową mieszkań w obrocie wtórnym na przykładzie lokalnego rynku mieszkaniowego*, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, nr 242, *Taksonomia 19: Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania*, s. 426–435.
- Goodman L.A., 1970, *The multivariate analysis of qualitative data: Interactions among multiple classifications*, *Journal of the American Statistical Association*, vol. 65, s. 225–256.
- Goodman L.A., Magidson J., 1978, *Analyzing Qualitative/Categorical Data: Log-Linear Models and Latent-Structure Analysis*, Abt Books, Cambridge, MA.
- Kaczmarek E., Małkiewicz E., 2005, *Przydatność modelowania log-liniowego do wieloczynnikowej analizy epidemiologicznej – przykład badania populacyjnego występowania rozszczepów podniebienia pierwotnego i/lub wtórnego w latach 1998–1999 w Polsce*, *Dental and Medical Problems*, vol. 42, no. 3, s. 419–424.
- Lachiewicz S., Matejun M., Walecka A. (red.), 2013, *Przedsiębiorczość technologiczna w małych i średnich firmach. Czynniki rozwoju*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Nogalski B., Wójcik-Karpacz A., 2003, *Pozafinansowe uwarunkowania wewnętrzne rozwoju małych przedsiębiorstw*, [w:] J. Stankiewicz (red.), *Zarządzanie kapitałem i informacją*, Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2003, s. 15–22.
- Półtorak M., 2007, *Modele log-liniowe i ich zastosowania w psychologii*, *Przegląd Psychologiczny*, t. 50, nr 1, s. 25–44.
- Ryaben'kii V.S., Tsynkov S.V., 2006, *A Theoretical Introduction to Numerical Analysis*, CRC Press, Boca Raton.
- Salamaga M., 2008, *Wykorzystanie analizy log-liniowej do wyboru czynników opisujących sytuację ekonomiczną gospodarstw domowych*, *Przegląd Statystyczny*, t. 55, nr 4, s. 40–51.
- Slatter S., Lovett D., 2001, *Restrukturyzacja firmy. Zarządzanie przedsiębiorstwem w sytuacjach kryzysowych*, WIG-Press, Warszawa.
- Staniec I., 2015, *Wykorzystanie analizy czynnikowej w identyfikacji konstruktyw ukrytych determinujących ryzyko współpracy*, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, nr 385, *Taksonomia 25: Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania*, s. 248–256.
- Stanisz A., 2007, *Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem Statistica PL na przykładach z medycyny*, t. 3: *Analizy wielowymiarowe*, StatSoft, Kraków.
- Tomczyk E., Widlak M., 2010, *Konstrukcja i własności hedonicznego indeksu cen mieszkań dla Warszawy*, *Bank i Kredyt*, nr 41 (1), s. 99–128.