

# PRACE NAUKOWE

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

# RESEARCH PAPERS

of Wrocław University of Economics

Nr 328

**Taksonomia 23**

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

Redaktorzy naukowci

Krzysztof Jajuga, Marek Walesiak



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
Wrocław 2014

Redaktor Wydawnictwa: Barbara Majewska

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Barbara Cibis

Łamanie: Beata Mazur

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:

[www.ibuk.pl](http://www.ibuk.pl), [www.ebscohost.com](http://www.ebscohost.com),

w Dolnośląskiej Bibliotece Cyfrowej [www.dbc.wroc.pl](http://www.dbc.wroc.pl),

The Central and Eastern European Online Library [www.ceeol.com](http://www.ceeol.com),

a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon

[http://kangur.uek.krakow.pl/bazy\\_ae/bazekon/nowy/index.php](http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php)

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się  
na stronie internetowej Wydawnictwa

[www.wydawnictwo.ue.wroc.pl](http://www.wydawnictwo.ue.wroc.pl)

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

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie  
wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu  
Wrocław 2014

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

**ISSN 1505-9332** (Taksonomia)

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

## Spis treści

<b>Wstęp</b> .....	11
<b>Małgorzata Rószkiewicz</b> , Wykorzystanie metaanalizy w budowaniu modelu pomiarowego w przypadku braku niezmienniczości zasad pomiaru na przykładzie pomiaru zadowolenia z życia.....	13
<b>Elżbieta Sobczak</b> , Harmonijność inteligentnego rozwoju regionów Unii Europejskiej .....	21
<b>Ewa Roszkowska, Renata Karwowska</b> , Analiza porównawcza województw Polski ze względu na poziom zrównoważonego rozwoju w roku 2010.....	30
<b>Tadeusz Kufel, Magdalena Osińska, Marcin Błażejowski, Paweł Kufel</b> , Analiza porównawcza wybranych filtrów w analizie synchronizacji cyklu koniunkturalnego.....	41
<b>Marcin Salamaga</b> , Próba konstrukcji tablic „wymierania scenicznego” spektakli operowych na przykładzie Metropolitan Opera.....	51
<b>Iwona Foryś</b> , Wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej do typowania rynków podobnych w procesie wyceny nieruchomości niemieszkalnych .....	59
<b>Jerzy Korzeniewski</b> , Selekcja zmiennych w klasyfikacji – propozycja algorytmu .....	69
<b>Sabina Denkowska</b> , Testowanie wielokrotne przy weryfikacji wieloczynnikowych modeli proporcjonalnego hazardu Coxa.....	76
<b>Ewa Chodakowska</b> , Teoria równań strukturalnych w klasyfikacji zmiennych jawnych i ukrytych według charakteru ich wzajemnych oddziaływań .....	85
<b>Iwona Konarzewska</b> , Model PCA dla rynku akcji – studium przypadku .....	94
<b>Katarzyna Wójcik, Janusz Tuchowski</b> , Dobór optymalnego zestawu słów istotnych w opiniach konsumentów na potrzeby ich automatycznej analizy	106
<b>Aleksandra Łuczak</b> , Zastosowanie metody AHP-LP do oceny ważności determinant rozwoju społeczno-gospodarczego w jednostkach administracyjnych .....	116
<b>Aleksandra Witkowska, Marek Witkowski</b> , Klasyfikacja pozycyjna banków spółdzielczych według stanu ich kondycji finansowej w ujęciu dynamicznym .....	126
<b>Adam Depta</b> , Zastosowanie analizy korespondencji do oceny jakości życia ludności na podstawie kwestionariusza SF-36v2 .....	135
<b>Marek Lubicz, Maciej Zięba, Konrad Pawelczyk, Adam Rzechonek, Marek Marciniak, Jerzy Kołodziej</b> , Indukcja reguł dla danych niekompletnych i niezbalansowanych: modele klasyfikatorów i próba ich zastosowania do predykcji ryzyka operacyjnego w torakochirurgii .....	146

<b>Małgorzata Misztal</b> , Wybrane metody oceny jakości klasyfikatorów – przegląd i przykłady zastosowań.....	156
<b>Anna M. Olszewska</b> , Wykorzystanie wybranych metod taksonomicznych do oceny potencjału innowacyjnego województw .....	167
<b>Iwona Bąk</b> , Porównanie jakości grupowań powiatów województwa zachodniopomorskiego pod względem atrakcyjności turystycznej.....	177
<b>Agnieszka Kozera, Joanna Stanisławska, Romana Głowicka-Wołoszyn</b> , Segmentacja gospodarstw domowych według wydatków na turystykę zorganizowaną.....	186
<b>Agnieszka Wałęga</b> , Podejście syntetyczne w analizie spójności ekonomicznej gospodarstw domowych.....	196
<b>Joanna Banaś, Małgorzata Machowska-Szewczyk, Bożena Mroczek</b> , Zastosowanie analizy korespondencji do badania wpływu elektrowni wiatrowych na jakość życia ludności .....	205
<b>Joanna Banaś, Krzysztof Małecki</b> , Klasyfikacja punktów pomiarów ankietowych kierowców na granicy Szczecina z wykorzystaniem zmiennych symbolicznych.....	214
<b>Aneta Becker</b> , Wykorzystanie informacji granularnej w analizie wymagań rynku pracy.....	222
<b>Katarzyna Cheba, Joanna Holub-Iwan</b> , Wykorzystanie analizy korespondencji w segmentacji rynku usług medycznych.....	230
<b>Adam Depta, Iwona Staniec</b> , Identyfikacja czynników decydujących o jakości życia studentów łódzkich uczelni.....	238
<b>Katarzyna Dębowska, Jarosław Kilon</b> , Reguły asocjacyjne w analizie wyników badań metodą Delphi.....	247
<b>Anna Domagała</b> , O wykorzystaniu analizy głównych składowych w metodzie <i>Data Envelopment Analysis</i> .....	254
<b>Alicja Grześkowiak</b> , Analiza wykluczenia cyfrowego w Polsce w ujęciu indywidualnym i regionalnym.....	264
<b>Anna M. Olszewska, Anna Gryko-Nikitin</b> , Pomiar postrzegania jakości kształcenia uczelni wyższej na danych porządkowych z wykorzystaniem środowiska R.....	273
<b>Karolina Paradysz</b> , Hierarchiczna metoda grupowania powiatów jako podejście benchmarkowe w ocenie bezrobocia według BAEL-u w wybranych typach małych obszarów .....	282
<b>Radosław Pietrzyk</b> , Porównanie metod pomiaru efektywności zarządzania portfelami funduszy inwestycyjnych.....	290
<b>Agnieszka Przedborska, Małgorzata Misztal</b> , Wybrane metody statystyki wielowymiarowej w ocenie skuteczności terapeutycznej głębokiej stymulacji elektromagnetycznej u pacjentów z chorobą zwyrodnieniową stawów.....	299

<b>Wojciech Roszka, Marcin Szymkowiak</b> , Podejście kalibracyjne w statystycznej integracji danych .....	308
<b>Iwona Skrodzka</b> , Zastosowanie wybranych metod klasyfikacji do analizy kapitału ludzkiego krajów Unii Europejskiej .....	316
<b>Agnieszka Stanimir</b> , Wielowymiarowa analiza czynników sprzyjających włączeniu społecznemu .....	326
<b>Dorota Strózik, Tomasz Strózik</b> , Przestrzenne zróżnicowanie poziomu życia w województwie wielkopolskim.....	334
<b>Izabela Szamrej-Baran</b> , Identyfikacja przyczyn ubóstwa energetycznego w Polsce przy wykorzystaniu modelowania miękkiego.....	343
<b>Janusz Tuchowski, Katarzyna Wójcik</b> , Klasyfikacja obiektów w systemie Krajowych Ram Kwalifikacji opisanych za pomocą ontologii .....	353
<b>Aleksandra Matuszewska-Janica</b> , Grupowanie krajów Unii Europejskiej ze względu na poziom feminizacji sektorów gospodarczych .....	361
<b>Monika Rozkrut, Dominik Rozkrut</b> , Identyfikacja strategii innowacyjnych przedsiębiorstw usługowych w Polsce .....	369

## Summaries

<b>Małgorzata Rószkiewicz</b> , The use of meta-analysis in building the measurement model in case of the absence of measurement invariance on the example of measuring of life satisfaction.....	20
<b>Elżbieta Sobczak</b> , Harmonious smart growth of European Union regions.....	29
<b>Ewa Roszkowska, Renata Karwowska</b> , The comparative analysis of Polish voivodeships with respect to sustainable development in 2010.....	40
<b>Tadeusz Kufel, Magdalena Osińska, Marcin Błażejowski, Paweł Kufel</b> , Comparative analysis of chosen filters in business cycles analysis .....	50
<b>Marcin Salamaga</b> , The attempt of construction of the life tables for opera works on the example of the Metropolitan Opera .....	58
<b>Iwona Foryś</b> , Using discriminant analysis to select similar markets in non-residential property valuation process.....	68
<b>Jerzy Korzeniewski</b> , Variable selection in classification – algorithm proposal .....	75
<b>Sabina Denkowska</b> , Multiple testing in the verification process of multifactorial Cox proportional hazards models .....	84
<b>Ewa Chodakowska</b> , The theory of structural equations modelling in the classification of observed variables and latent constructs according to the character of their relationship.....	93
<b>Iwona Konarzewska</b> , Modelling stock market by PCA factor model – case study .....	105

<b>Katarzyna Wójcik, Janusz Tuchowski</b> , Selection of the optimal set of relevant words in consumers opinions in the context of the opinion mining ..	115
<b>Aleksandra Łuczak</b> , Application of AHP-LP to the evaluation of importance of determinants of socio-economic development in the administrative units .....	125
<b>Aleksandra Witkowska, Marek Witkowski</b> , A dynamic approach to the ranking of cooperative banks by their financial condition .....	134
<b>Adam Depta</b> , Application of correspondence analysis for the measurement of quality of life – questionnaire SF-36v2 based research .....	145
<b>Marek Lubicz, Maciej Zięba, Konrad Pawelczyk, Adam Rzechonek, Marek Marciniak, Jerzy Kołodziej</b> , Classification rules extraction for missing and imbalance data: models of classifiers and initial results in the rules-based thoracic surgery risk prediction.....	155
<b>Małgorzata Misztal</b> , Selected methods for assessing the performance of classifiers – an overview and examples of applications.....	166
<b>Anna M. Olszewska</b> , The application of selected quantitative methods to the evaluation of voivodeship innovation level potential.....	176
<b>Iwona Bąk</b> , The comparison of the quality of groupings of poviats of West Pomeranian Voivodeship in terms of tourism attractiveness .....	185
<b>Agnieszka Kozera, Joanna Stanisławska, Romana Głowicka-Wołoszyn</b> , Household segmentation with respect to the expenditure on organized tourism.....	195
<b>Agnieszka Wałęga</b> , Synthetic approach in the analysis of economic coherence of households .....	204
<b>Joanna Banaś, Małgorzata Machowska-Szewczyk, Bożena Mroczek</b> , Using the correspondence analysis to examine the impact of wind turbines on the quality of life.....	213
<b>Joanna Banaś, Krzysztof Małecki</b> , Classification of measurement survey points of drivers on the boundary of Szczecin using symbolic variables...	221
<b>Aneta Becker</b> , The use granular information in the analysis of the requirements of the labor market.....	229
<b>Katarzyna Cheba, Joanna Hołub-Iwan</b> , The application of the correspondence analysis of patients segmentation on the medical service market .....	237
<b>Adam Depta, Iwona Staniec</b> , Identification of the factors that determine the quality of students life at universities in Lodz.....	246
<b>Katarzyna Dębkowska, Jarosław Kilon</b> , Association rules in the analysis of research results the Delphi method .....	253
<b>Anna Domagała</b> , About using Principal Component Analysis in Data Envelopment Analysis .....	263
<b>Alicja Grześkowiak</b> , Analysis of the digital divide in Poland at the individual and regional level .....	272

<b>Anna M. Olszewska, Anna Gryko-Nikitin</b> , Assessment of perception of quality of teaching at an institution of higher learning based on the ordinal data with the utilization of R environment.....	281
<b>Karolina Paradysz</b> , The hierarchical method of grouping poviats as a benchmark approach in the assessment of unemployment by BAEL in selected types of small areas .....	289
<b>Radosław Pietrzyk</b> , Comparison of methods of measuring the performance of investment funds portfolios.....	298
<b>Agnieszka Przedborska, Małgorzata Misztal</b> , Selected multivariate statistical analysis methods in the evaluation of efficacy of deep electromagnetic stimulation in patients with degenerative joint disease .....	307
<b>Wojciech Roszka, Marcin Szymkowiak</b> , A calibration approach in statistical data integration .....	315
<b>Iwona Skrodzka</b> , Application of some methods of classification to the analysis of human capital in the European Union.....	325
<b>Agnieszka Stanimir</b> , Multivariate analysis of social inclusion factors.....	333
<b>Dorota Strózik, Tomasz Strózik</b> , Spatial differentiation of the standard of living in Great Poland Voivodeship .....	342
<b>Izabela Szamrej-Baran</b> , Identification of fuel poverty causes in Poland using soft modelling .....	352
<b>Janusz Tuchowski, Katarzyna Wójcik</b> , Classification of objects in the National Classification Framework described by the ontology.....	360
<b>Aleksandra Matuszewska-Janica</b> , Clustering of European Union states taking into consideration the levels of feminization of economic sectors..	368
<b>Monika Rozkrut, Dominik Rozkrut</b> , Identification of service sector innovation strategies in Poland.....	379

**Izabela Szamrej-Baran**

Uniwersytet Szczeciński

---

## **IDENTYFIKACJA PRZYCZYŃ UBÓSTWA ENERGETYCZNEGO W POLSCE PRZY WYKORZYSTANIU MODELOWANIA MIĘKKIEGO<sup>1</sup>**

---

**Streszczenie:** Ubóstwo energetyczne jest zjawiskiem niełatwo kwantyfikowalnym. Za podstawowe przyczyny występowania tego zjawiska uznaje się niewystarczające dochody gospodarstw domowych, wysokie ceny energii oraz niską efektywność energetyczną budynków, dodatkowo na ubóstwo energetyczne wpływają niekorzystne warunki klimatyczne. W pracy zaproponowano koncepcję modelu miękkiego, ujmującą te przyczyny oraz ubóstwo energetyczne jako zmienne ukryte, w badaniu empirycznym poszukiwano dla województw Polski adekwatnego zestawu indyktorów (zmiennych obserwowalnych), odzwierciedlających owe zjawiska.

**Słowa kluczowe:** modele równań strukturalnych, modelowanie miękkie, ubóstwo energetyczne.

### **1. Wstęp**

Zjawisko ubóstwa energetycznego zostało rozpoznane pod koniec lat siedemdziesiątych XX wieku w Wielkiej Brytanii w wewnętrznym raporcie Ministerstwa Zdrowia i Spraw Społecznych (DHSS) [Hancock, Isherwood 1979, za: Hills 2011, s. 25]. Stwierdzono w nim, że zagrożeni ubóstwem energetycznym są konsumenci, u których udział opłat za energię przekracza dwukrotność mediany udziałów tych opłat w dochodzie (wówczas owa dwukrotność mediany wynosiła 12% dochodów), najpowszechniej zaś cytowana definicja, mówiąca o ubóstwie energetycznym jako „niemożności zapewnienia właściwej temperatury za 10% dochodów”, pojawiła się w roku 1991 [por. Boardman 1991, s. 227] i od tego momentu datuje się wyraźniejsze zainteresowanie badaczy tematyką ubóstwa energetycznego, będącej osobną kategorią w opisie jakości życia. Wciąż brakuje spójnej metodologii

---

<sup>1</sup> Pracę sfinansowano w ramach grantu MNiSW (obecnie NCN) nr NN 114 190540 nt. „Wpływ ubóstwa energetycznego na warunki życia gospodarstw domowych w Polsce”.



badania tego zjawiska, a istniejące propozycje są dalece niewystarczające. Autorzy licznych prac<sup>2</sup> podejmują próby tworzenia własnych koncepcji bądź adaptacji rozwiązań brytyjskich, które – choć najbardziej okrzepte i najpełniejsze – nie w pełni nadają się do bezpośredniego przeniesienia do innych krajów, na inne rynki. Należy przy tym zauważyć, że problem pomiaru ubóstwa energetycznego nie występuje tylko w Polsce, mierzą się z nim badacze i urzędnicy w całej Unii Europejskiej. Niniejsza praca częściowo wpisuje się w ten nurt, a zaproponowany miękki model zależności między ubóstwem energetycznym a tworzącymi je zjawiskami nie ma odpowiednika w polskiej literaturze. Zasadniczym celem pracy była konstrukcja modelu opisującego przyczyny ubóstwa energetycznego, w tym jego związki z warunkami oraz jakością życia w przekroju województw.

Funkcjonujące zarówno w literaturze przedmiotu, jak i w prawie definicje i metody badania ubóstwa energetycznego wykorzystują dwie grupy mierników tego zjawiska: subiektywne i obiektywne. Wśród subiektywnych miar ubóstwa energetycznego znajdują się zmienne (informacje takie pozyskiwane są w ramach badania warunków życia EU-SILC) dotyczące na przykład odpowiedzi respondentów na pytanie o możliwość ogrzania mieszkania stosownie do potrzeb. Obiektywne miary obejmują m.in.: wielkości zużycia i wydatków na energię czy efektywność energetyczną budynków. W pracy wykorzystano zestaw 11 zmiennych, wśród których tylko jedną można uznać za subiektywną miarę ubóstwa energetycznego, wśród pozostałych dziesięciu natomiast występują miary obiektywne oraz zmienne, składające się na opis innych modelowanych zjawisk. Szczegółowy opis charakteru i źródeł pochodzenia zmiennych zamieszczony został w kolejnych punktach. Obliczenia wykonano w pakiecie WarpPLS 3.0.

## 2. Modelowanie miękkie

Na modelowanie równań strukturalnych (SEM) i modelowanie miękkie (*soft modelling*) składają się: analiza ścieżek i konfirmacyjna analiza czynnikowa<sup>3</sup>. Analiza ścieżkowa pozwala na prezentację graficzną struktury modelowanych zjawisk, natomiast konfirmacyjna analiza czynnikowa umożliwia rozwiązywanie problemów związanych z estymacją parametrów modelu. Przy wykorzystaniu tego podejścia można modelować struktury zjawisk, które nie są lub nie mogą być mierzone bezpośrednio [Rocki 2008]. Nazwa „modelowanie miękkie” (tj. bez założeń dotyczących rozkładów zmiennych) stosowana jest zwykle wówczas, gdy parametry modelu szacowane są częściową metodą najmniejszych kwadratów

---

<sup>2</sup> Między innymi w przeglądowej pracy [Tirado-Herrero 2013, s. 48 i n.] autor krytycznie omawia dziewięć definicji ubóstwa energetycznego różnych autorów, podaje również własną propozycję. Jednocześnie prezentuje trzy główne koncepcje analizy owego zjawiska, cytując ponadto siedem innych prac źródłowych.

<sup>3</sup> Definicje i oznaczenia za: [Korol 2008]. Por. także [Korol, Szczuciński 2005].

(PLS)<sup>4</sup>. W przypadku modelowania miękkiego stosuje się również nazwy „model wewnętrzny” dla modelu relacji między zmiennymi ukrytymi oraz „model zewnętrzny” dla modelu relacji między zmiennymi ukrytymi a ich obserwowalnymi indykatorami.

Model wewnętrzny, tj. opisujący zależności między zmiennymi ukrytymi, jest dany zależnością

$$E_{ri} = BE_i^* + \Gamma F_i + \zeta_i, \quad (1)$$

gdzie:  $E_{ri}$  – wektor wartości zmiennej ukrytej endogenicznej,  $E_i^*$  – macierz wartości odpowiednich zmiennych endogenicznych,  $F_i$  – macierz wartości zmiennych egzogenicznych,  $B$  i  $\Gamma$  – wektory parametrów strukturalnych modelu,  $\zeta_i$  – wektor składników losowych,  $i$  – numer obserwacji.

Model zewnętrzny definiuje zmienne ukryte jako funkcje liniowe zmiennych obserwowalnych, zgodnie z zależnościami:

$$F_{si} = w_s X_i \text{ i } E_{ri} = w_r Y_i, \quad (2)$$

gdzie:  $w_s$  i  $w_r$  – macierze wag oraz  $X_i$  i  $Y_i$  – macierze wartości zmiennych indykatorów.

Relacje odzwierciedlania indykatorów przez zmienną ukrytą są postaci:

$$X_{ji} = \Lambda_{xj} F_{si} + \varepsilon_{ji} \text{ i } Y_{ki} = \Lambda_{yk} E_{ri} + \delta_{ki}, \quad (3)$$

gdzie:  $\varepsilon_{ji}$  i  $\delta_{ki}$  – wektory składników losowych.

Estymacja modelu metodą PLS wymaga zastosowania jednej z kilku procedur iteracyjnych, stąd dodatkowy indeks  $i$  w numeracji elementów.

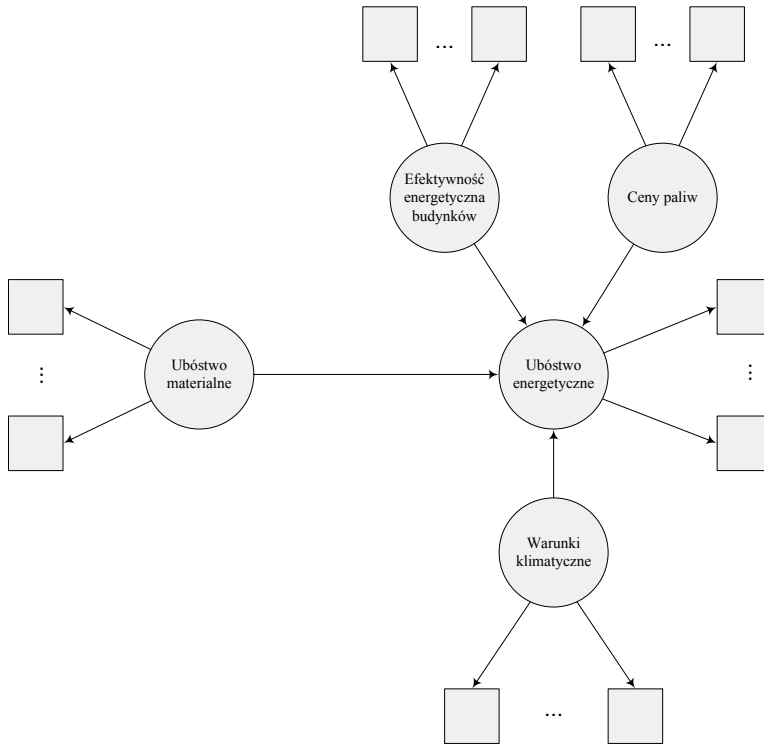
W ramach weryfikacji modelu sprawdza się m.in.: istotność parametrów, współczynnik determinacji oraz statystykę  $Q^2$  (nazywaną także indeksem Stone’a-Geissera).

### 3. Koncepcja badania

W ramach niniejszej pracy proponowany jest model miękkiej, opisujący zależności między ubóstwem energetycznym a kilkoma zjawiskami, które mają na nie istotny wpływ. Merytoryczne przesłanki sugerują, że ubóstwo energetyczne zależy od skali ubóstwa materialnego, a dodatkowo przyczyn tego zjawiska upatrywać należy wśród takich wielkości i zjawisk, jak ceny paliw używanych do ogrzewania mieszkań, efektywność energetyczna budynków, a nawet warunki klimatyczne. Przejawy każdej z tych trzech grup przyczyn oraz samego ubóstwa energetycznego zaobser-

<sup>4</sup> Szczegółowo różnicę między SEM a modelami miękkimi omawiają autorzy prac: [Korol, Szczuciński 2011; Monecke, Leisch 2012], podział taki stosują też m.in. [Gil-García i in. 2011; Falk, Tonkin 2001].

wować można w kształtowaniu się szerokiej puli indyktorów, zmiennych obserwowalnych, za pomocą których uzewnętrznia się charakter zmiennych ukrytych modelu. W związku z powyższym model może przyjąć postać przedstawioną na rysunku 1. Postać modelu wewnętrznego, tj. powiązań między zmiennymi ukryty-



**Rys. 1.** Schemat powiązań między zmiennymi ukrytymi i ich indykatorami w modelu postulowanym

Źródło: opracowanie własne.

mi, wynika z przedstawionych powyżej w skrócie rozważań. Nieznana pozostaje pełna lista indyktorów odzwierciedlających, przy czym należy tu zwrócić uwagę, że to od dostępności danych dotyczących zmiennych obserwowalnych zależy ostateczna postać modelu zewnętrznego, co w konsekwencji będzie również rzutować na postać modelu wewnętrznego, który w sytuacji braku danych będzie musiał ulec modyfikacji (uproszczeniu). Model z rysunku 1 w dalszej części pracy będziemy nazywać modelem postulowanym. Zawiera on cztery zależności między zmiennymi ukrytymi i kilkanaście (co najmniej 10) zależności zmienna ukryta – zmienna obserwowalna.

#### 4. Charakterystyka indyktorów

Zgromadzenie danych do modelu nie było łatwe. Właściwie jedynym systematycznie prowadzonym badaniem, które pozwala uzyskać informacje na temat ubóstwa energetycznego na poziomie gospodarstw domowych, jest wspomniane powyżej Europejskie Badanie Warunków Życia Ludności – EU-SILC; niektóre zmienne dotyczące przyczyn ubóstwa energetycznego gromadzone są w ramach bieżących badań statystycznych. Z uwagi na trudności w dostępie do danych ujmujących wszystkie wymiary wymagane w zaproponowanym powyżej modelu postulowanym – spowodowane bądź ich całkowitym brakiem, bądź faktem, że często dostępne są wyłącznie dane o większym stopniu agregacji (np. dla krajów lub regionów NUTS 1, w Polsce obejmujących grupy województw), nieprzydatne w poniższym badaniu – zestaw zmiennych wykorzystanych w niniejszej pracy musiał zostać dość istotnie ograniczony. Lista rozpatrywanych w pracy zmiennych wraz ze źródłami ich pochodzenia przedstawiona została w tabeli 1.

**Tabela 1.** Zmienne i źródła pochodzenia danych

Oznaczenie zmiennej	Nazwa zmiennej	Źródło danych
X <sub>1</sub>	przychody netto na osobę w gospodarstwie domowym	GUS – wyniki badania budżetów gospodarstw domowych (2011)
X <sub>2</sub>	dochód rozporządzalny na osobę w gospodarstwie domowym	GUS – wyniki badania budżetów gospodarstw domowych (2011)
X <sub>3</sub>	wydatki na użytkowanie mieszkania i nośniki energii na osobę w gospodarstwie domowym	GUS – wyniki badania budżetów gospodarstw domowych (2011)
X <sub>4</sub>	stopa bezrobocia	GUS – wyniki badania budżetów gospodarstw domowych (2011)
X <sub>5</sub>	wskaźnik deprivacji materialnej (prognoza na rok 2013 na poziomie roku 2008)	GUS – informacja o wynikach badania EU-SILC (2008)
X <sub>6</sub>	udział osób, które nie mogą ogrzać mieszkania stosownie do potrzeb (prognoza na rok 2013 na poziomie roku 2008)	GUS – informacja o wynikach badania EU-SILC (2008)
X <sub>7</sub>	wskaźnik ciężkiej deprivacji materialnej związanej z mieszkaniem (dane za 2012 r.)	Eurostat – baza danych wyników badania EU-SILC
X <sub>8</sub>	udział nowych budynków (wybudowanych po 2003 r.) w ogólnej liczbie budynków mieszkalnych (dane za 2012 r.)	GUS – Bank Danych Lokalnych, opracowanie własne
X <sub>9</sub>	liczba stopniodni grzania w sezonie grzewczym 2012/13 (dla miast-reprezentantów województw)	artykuł [Dopke 2013]
X <sub>10</sub>	średnia cena 1m <sup>3</sup> ciepłej wody	GUS – biuletyny statystyczne województw (II kwartał 2013)
X <sub>11</sub>	średnia cena 1t węgla kamiennego	GUS – biuletyny statystyczne województw (II kwartał 2013)

Źródło: opracowanie własne na podstawie źródeł w kolumnie: „źródło danych”.

Niektóre zmienne wymagają dodatkowego objaśnienia. Zmienne  $X_5$  i  $X_6$  pochodzą z jedyne go dostępnego opracowania wyników polskiej części badania EU-SILC, w którym zawarto dane zagregowane do poziomu województw (NUTS 2). Wyniki tego badania zwykle prezentowane są w postaci zagregowanej do poziomu krajów członkowskich (NUTS 0) lub regionów (NUTS 1, w Polsce są to grupy województw). Poziom zmiennych, a zwłaszcza zróżnicowanie między województwami jest w kolejnych latach względnie stałe, dlatego przyjęto wartości odnotowane w roku 2008 za prawdziwe także w latach kolejnych. Zmienna  $X_7$  jest jedyną zmienną z zakresu badania EU-SILC w części związanej z ubóstwem energetycznym, która prezentowana jest w postaci zagregowanej do poziomu NUTS 2 (województw). Zmienna  $X_8$  została wygenerowana z szeregów za lata 2004-2012 dla poszczególnych województw dotyczących liczby budynków mieszkalnych oddanych do użytku oraz z liczby budynków mieszkalnych ogółem będących w eksploatacji w 2012 r. Przyjęto założenie, że nowe (niespełna dziesięcioletnie) budynki nie są na ogół wycofywane z eksploatacji. Zmienną tę utworzono dla wychwycenia wśród województw zróżnicowania struktury budynków według wieku, a zatem również – implikowanej – przeciętnej energooszczędności zasobu mieszkaniowego. Zmienna  $X_9$  została utworzona w następujący sposób: na podstawie artykułu Dopkego [2013] arbitralnie wybrano 16 miast (po jednym z każdego województwa, najczęściej są to ich stolice), a wyznaczoną dla każdego z nich liczbę stopniodni grzania przypisano odpowiedniemu województwu. Listę województw i ich miast-reprezentantów zawiera tabela 2.

**Tabela 2.** Województwa i miasta-reprezentanci oraz liczba stopniodni grzania w sezonie 2012/2013

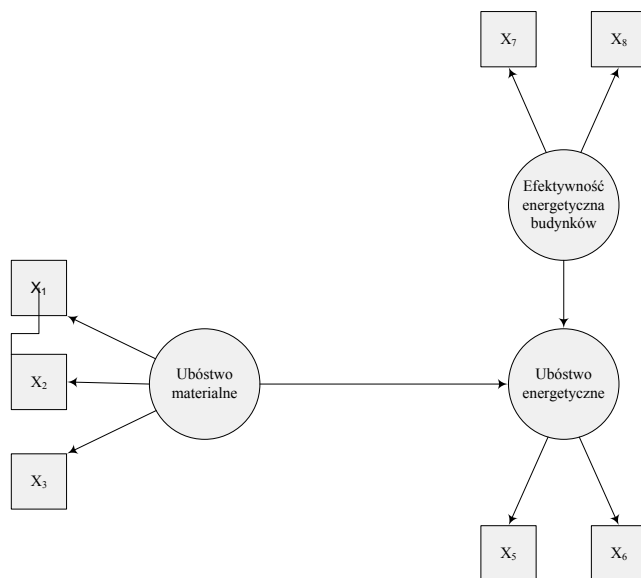
Województwo	Miasto-reprezentant	Liczba stopniodni grzania w sezonie grzewczym 2012/13
Dolnośląskie	Wrocław	2507,7
Kujawsko-pomorskie	Toruń	2893,8
Lubelskie	Lublin	3011,2
Lubuskie	Zielona Góra	2715,5
Łódzkie	Łódź	2906,8
Małopolskie	Kraków	2817,8
Mazowieckie	Warszawa	2889,5
Opolskie	Opole	2628,2
Podkarpackie	Rzeszów	2742,7
Podlaskie	Suwałki	3343,3
Pomorskie	Gdynia	2816,1
Śląskie	Katowice	2826,9
Świętokrzyskie	Kielce	2978,9
Warmińsko-mazurskie	Olsztyn	3105,9
Wielkopolskie	Poznań	2721,4
Zachodniopomorskie	Szczecin	2762,8

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Dopke 2013].

## 5. Badanie przyczyn ubóstwa energetycznego

Dysponując z jednej strony teoretycznym modelem, z drugiej zaś ograniczoną liczbą zmiennych, należy uznać konieczność ograniczenia modelu postulowanego, usuwając część zależności i zmiennych ukrytych. Konieczność taka pojawia się w rozpatrywanym przypadku. Lista zmiennych jest stosunkowo krótka, stąd też niewielkie pole manewru w doborze zmiennych do modelu.

W ramach przeprowadzonego badania analizie poddano 20 hipotez modelowych, różniących się od siebie zestawem indykatorów, ich przypisaniem do zmiennych ukrytych oraz samą liczbą zmiennych ukrytych. Podstawowe wymogi stawiane modelom spełniało 8 modeli, jednak żaden nie wykazywał się istotnością wszystkich parametrów. Poniżej dokonano bliższej prezentacji jednego z modeli, jego specyfikację przedstawiono na rys. 2. Występują w nim trzy zmienne ukryte i siedem indykatorów. Zwiększanie ich liczby poprzez dołączenie do definicji ubóstwa energetycznego indykatorów zastępujących usunięte zmienne ukryte znacznie pogorszyło ocenę modelu. Trzy zmienne ukryte modelu 17 to ubóstwo energetyczne, ubóstwo materialne i efektywność energetyczna budynków. Jako indykatory dla ubóstwa energetycznego występują zmienne  $X_5$  oraz  $X_6$ . Indykatory dla ubóstwa materialnego to zmienne  $X_1$ ,  $X_2$  i  $X_3$ . Dla efektywności energetycznej indykatorami są  $X_7$  i  $X_8$ .



**Rys. 2.** Schemat powiązań między zmiennymi ukrytymi a ich indykatorami w oszacowanym modelu 17

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3. Wyniki modelowania metodą PLS

Relacja	Ocena parametru	Błąd standardowy	Poziom $p$
Model zewnętrzny zmiennej ubóstwo energetyczne			
$X_5$ – wskaźnik deprivacji materialnej	0,528	0,118	<0,001
$X_6$ – udział osób, które nie mogą ogrzać mieszkania stosownie do potrzeb	0,528	0,116	<0,001
Model zewnętrzny zmiennej ubóstwo materialne			
$X_1$ – przychody netto na osobę w gosp. domowym	-0,359	0,102	0,002
$X_2$ – dochód rozporządzalny na osobę w gosp. dom	-0,381	0,070	<0,001
$X_3$ – wydatki na użytkowanie mieszkania i nośniki energii na osobę w gospodarstwie domowym	-0,335	0,356	0,181
Model zewnętrzny zmiennej efektywność energetyczna budynków			
$X_7$ – wskaźnik ciężkiej deprivacji materialnej związanej z mieszkaniem	-0,568	0,204	0,007
$X_8$ – udział nowych budynków w ogólnej liczbie budynków mieszkalnych	0,568	0,175	0,003
Model wewnętrzny			
Ubóstwo materialne – ubóstwo energetyczne	0,110	0,253	0,335
Efektywność energetyczna – ubóstwo energetyczne	-0,605	0,218	0,007
Miary dobroci modelu	$R^2 = 0,445$ $Q^2 = 0,454$		

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych z tabeli 1.

Podsumowanie wyników estymacji parametrów modelu zawiera tabela 3. Niemal wszystkie parametry są istotne statystycznie, wyjątek stanowi parametr przy zmiennej  $X_3$ . Z uwagi na merytoryczną istotność nie został on usunięty z modelu. Występują silne i dość silne korelacje przyczynowe między zmiennymi ukrytymi a ich indykatorami. Dla zmiennej ubóstwo energetyczne korelacje są dodatnie i wynoszą po 0,947. Kwadrat tej wielkości oznacza, że niemal 90% zmienności zmiennych wskaźnikowych jest wyjaśniane przez model. Model zewnętrzny dla zmiennej ubóstwo materialne pozwala wyjaśnić od 75% do 97% zmienności swoich indykatorów, zaś model dla efektywności energetycznej wyjaśnia niemal 78% zmienności indykatorów tej zmiennej ukrytej. Model zewnętrzny jest słabszej jakości, korelacje wynoszą: 0,39 między obydwooma kategoriami ubóstwa, -0,62 między ubóstwem energetycznym a efektywnością energetyczną i -0,45 między ubóstwem materialnym a efektywnością energetyczną. Model jest niezbyt dobrze dopasowany do danych, współczynnik determinacji wyniósł 0,445, a indeks  $Q^2$  Stone’a-Geissera 0,454.

## 6. Podsumowanie i wnioski

Modelowanie miękkie ubóstwa energetycznego należy – zdaniem autorki niniejszej pracy – potraktować przede wszystkim jako przykład wskazujący na występowanie określonych przez teorię związków między ubóstwem energetycznym i współtworzącymi je zjawiskami. Nie stanowi ono propozycji ścisłego, ekonometrycznego opisu owych związków, ale materiał poglądowy i przyczynek do dyskusji. Za takim poglądem przemawiają trudności natury statystycznej oraz przesłanki merytoryczne, zwłaszcza trudności w jednoznacznym oddzieleniu ubóstwa energetycznego od innych form ubóstwa oraz charakteryzujących je zmiennych. Konsekwencją takiego podejścia jest uwzględnienie w dyskusji także modeli słabszych, niespełniających formalnych wymogów statystycznej adekwatności. Biorąc to pod uwagę, nie można uznać, że prezentowany model dobrze opisuje strukturę zależności między elementami generującymi zjawisko ubóstwa energetycznego. Można jednak sformułować przypuszczenie, że tego rodzaju model, odpowiednio skalibrowany i bazujący na spójnych, licznych danych, może stanowić wartościowy element w dyskusji o poziomie i składowych ubóstwa energetycznego. Estymacja modelu ograniczonego do trzech zmiennych ukrytych wskazuje, że modelowanie takie jest możliwe, a jego wyniki (przynajmniej w sensie koincydencji) są poprawne.

Kwestiami technicznymi do rozwiązania w kolejnych pracach pozostaje określenie właściwej postaci uproszczonego modelu oraz pozyskanie odpowiedniej liczby danych, która pozwoli na szacowanie modelu zarówno w wersji ograniczonej, jak i pełnej.

## Literatura

- Boardman B. (1991), *Fuel Poverty: From Cold Homes to Affordable Warmth*, Belhaven, London.
- Dopke J. (2013), *Różnice w zużyciu energii na ogrzewanie budynków w wybranych polskich miastach w sezonie grzewczym 2012/13*, [www.cire.pl](http://www.cire.pl) (26.06.2013).
- Falk R.F., Tonkin P. (2001), *Soft Modelling the Predictors of Drug Treatment Use*, „Social Research Update”, nr 32, University of Surrey.
- Gil-García C.J., Rigol A., Vidal M. (2011), *The use of hard- and soft-modelling to predict radiostrontium solid-liquid distribution coefficients in soils*, *Chemosphere*, 85/8.
- Hancock R., Isherwood B. (1979), *Household Expenditure on Fuel: Distributional Impacts*, DHSS, London (raport niepublikowany).
- Hills J. (2011), *Fuel poverty: the problem and its measurement*. CASEreport, 69. Department for Energy and Climate Change, London.
- Korol J. (2008), *Modelowanie równań strukturalnych w identyfikacji przyczynowej struktury regionalnego ładu zrównoważonego*, „Przegląd Statystyczny” 3.
- Korol J., Szczuciński P. (2005), *Modele równań strukturalnych i sieci neuronowe w modelowaniu rozwoju zrównoważonego*, Akademickie Wydawnictwo Ekonomiczne, Gorzów Wielkopolski.
- Korol J., Szczuciński P. (2011), *Sektor małych i średnich przedsiębiorstw w przestrzeni regionalnej Polski*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń.
- Monecke A., Leisch F. (2012), *semPLS: Structural Equation Modeling Using Partial Least Squares*, „Journal of Statistical Software”, 48/3.



- Rocki M. (2008), *Miękkie wskaźniki stanu gospodarki*, [w:] *Koniunktura gospodarcza – 20 lat doświadczeń Instytutu Rozwoju Gospodarczego SGH*, E. Adamowicz (red.), „Prace i Materiały Instytutu Rozwoju Gospodarczego”, IRG SGH, Warszawa.
- Tirado-Herrero S. (2013), *Fuel poverty alleviation as a co-benefit of climate investments: evidence from Hungary*, Central European University, Budapest.

## **IDENTIFICATION OF FUEL POVERTY CAUSES IN POLAND USING SOFT MODELLING**

**Summary:** Fuel poverty is a phenomenon which is not easy to quantify. Households' insufficient income, high prices of energy and low energy efficiency of dwellings as well as adverse climate conditions are commonly considered the main causes of fuel poverty. The paper presents a soft model concept in which those causes and fuel poverty are considered as latent variables. In the empirical survey a set of adequate indicators (observables) for Polish voivodeships reflecting these phenomena has been searched.

**Keywords:** structural equations modelling, soft modelling, fuel poverty.