

MAŁGORZATA MARKOWSKA

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, Polska • Wrocław University of Economics, Poland

ANDRZEJ SOKOŁOWSKI

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Polska • Cracow University of Economics, Poland

Metoda dekompozycji zmian struktury¹

Decomposition Method for Changes in the Structure

Streszczenie: Pojęcie struktury jest na ogół używane w dwojakim znaczeniu. Pierwsze to konfiguracja punktów w przestrzeni wielowymiarowej, a drugie to ciąg liczb nieujemnych, sumujących się do jedności. Rozpatrujemy strukturę w tym drugim sensie. Struktura jest wówczas pewnym efektem rachunkowym istniejącym tylko w wyniku porównań części z całością i mówimy wówczas o „kształcie”. Wartości elementów struktury definiują jej „rozmiar”. Do istnienia nietrywialnej struktury potrzeba co najmniej dwóch jej składników. Zmiana rozmiaru nie musi powodować zmiany kształtu, jeżeli zmiany składników następują w tej samej proporcji. Natomiast zmiana kształtu nie może odbyć się bez zmiany rozmiaru. W pracy zaproponowano miary udziału elementu struktury w jej zmianach przy porównywaniu struktur w dwóch obiektach (lub okresach), zarówno w odniesieniu do rozmiaru, jak i do kształtu. Określają one udział składnika w zmianach, a ich znak wskazuje, czy był to wzrost, czy spadek udziału. Suma modułów wartości miar dla wszystkich składników struktury jest równa jedności. W pracy poddano analizie zmiany sektorowej struktury zatrudnienia w regionach Republiki Czeskiej w latach 2008–2014.

Abstract: Structure can be understood in two ways. The first one means the configuration of points in a multidimensional space, and the second one is a sequence of nonnegative numbers summing to one. In the paper the authors analyse the latter meaning of structure. It is in fact an arithmetic result of comparing parts with the whole and only then can we talk about “shape”. Values of structure elements define its “size”. We need at least two elements to have a nontrivial structure. A change in size does not have to cause a change in shape if changes in size are proportional for all elements. The change in shape must follow the change in size. Two measures have been proposed in the paper to reflect both types of changes while comparing two structures. They show the share of each structure element in changes and their sign define the direction of influence (positive or negative). Absolute values of each measure sum up to one. As an example, the analysis of structural employment changes in the regions of Czech Republic, between 2008 and 2014 is presented in the paper.

Słowa kluczowe: dekompozycja zmian; porównywanie struktur; taksonomia struktur; zatrudnienie

Keywords: change decomposition; clustering structures; comparing structures; employment

Otrzymano: 28 stycznia 2016

Received: 28 January 2016

Zaakceptowano: 5 lipca 2016

Accepted: 5 July 2016

¹ Praca wykonana w ramach grantu Narodowego Centrum Nauki: 2015/17/B/HS4/01021.

Sugerowana cytacja / Suggested citation:

Markowska, M., Sokołowski, A. (2016). Metoda dekompozycji zmian struktury, *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 30(3), 25–32.

WSTĘP

W analizach statystycznych pojęcie struktury rozumiane jest na ogół dwojako. W jednym ujęciu struktura rozumiana jest jako konfiguracja punktów w przestrzeni wielowymiarowej. Przestrzeń ta tworzona jest przez cechy statystyczne i owe punkty można grupować lub porządkować (czyli ustalać ich hierarchię). W tym celu stosuje się metody analizy skupień oraz metody liniowego porządkowania obiektów wielocechowych. W drugim rozumieniu struktura to zbiór elementów jednocechowych, które tworzą pewną całość. Wartości cechy (zmiennej) określają *rozmiar* struktury. Jeżeli podzielimy wartości elementów struktury przez sumę całości, to otrzymujemy udziały, które określają *kształt* struktury (Walesiak, 1983a). *Kształt* może być opisany przez ciąg liczb nieujemnych sumujących się do jedności, a po pomnożeniu przez 100 wyrażony w procentach.

Zmiany (lub zróżnicowanie) struktur można zmierzyć za pomocą różnych miar (np. Chomątowski, Sokołowski, 1978; Walesiak, 1983b; Kukuła, 1986). Te różne współczynniki mierzą całościowo zmiany struktury. Interesujące jest wszakże wskazanie udziałów poszczególnych składników w zmianach struktury.

Celem pracy jest przedstawienie propozycji miary umożliwiającej ocenę udziału poszczególnych składowych struktury w jej zmianach, wraz z przykładową ilustracją jej zastosowania.

PROPOZYCJA MIARY DEKOMPOZYCJI ZMIAN STRUKTURY

Proponowana w pracy miara pozwala na dekompozycję zmian struktury oraz na zidentyfikowanie udziału poszczególnych składników w tych zmianach. Dla uproszczenia zapisu przyjmijmy, że porównujemy struktury w dwóch momentach czasowych oznaczonych jako 1 i 2. Miara dekompozycji zmian struktury, biorąca pod uwagę *rozmiar* struktury, jest definiowana wzorem (1):

$$UR_i = \frac{x_{2i} - x_{1i}}{\sum_{i=1}^m |x_{2i} - x_{1i}|} \quad [1]$$

gdzie:

i – numer składnika struktury,

m – liczba składników struktury,

x_{1i} – wartość i -tego składnika struktury w pierwszym momencie (okresie),

x_{2i} – wartość i -tego składnika struktury w drugim momencie (okresie).

Suma modułów UR_i jest równa jedności, natomiast znak pokazuje, czy wartość danego elementu struktury wzrosła (wartość dodatnia), czy spadła (wartość ujemna).

Moduł wartości miary wskazuje na udział danego składnika w zmianach struktury i umożliwia dekompozycję wartości miary zróżnicowania struktur.

PRZYKŁAD (UMOWNY) ZASTOSOWANIA MIARY

Rozpatrzmy umowny przykład dotyczący sektorowej struktury zatrudnienia. Gospodarka badanej jednostki terytorialnej składa się z trzech sektorów: przemysłu, usług oraz rolnictwa (tab. 1).

Tab. 1. Wylizanie wartości miary dekompozycji rozmiaru struktury – przykład 1

Sektor	Zatrudnienie 1 (x_{1i})	Struktura 1	Zatrudnienie 2 (x_{2i})	Struktura 2	$x_{2i} - x_{1i}$	UR_i
Przemysł	10	0,065	10	0,056	0	0,0000
Usługi	124	0,800	150	0,833	26	0,9630
Rolnictwo	21	0,135	20	0,111	-1	-0,0370
Razem	155	1,000	180	1,000		

Źródło: obliczenia własne

W przykładzie 1 zatrudnienie w przemyśle nie zmieniło się, zatrudnienie w usługach wzrosło o 26, zaś zatrudnienie w rolnictwie minimalnie spadło o 1. Mimo zachowania tego samego poziomu udział zatrudnienia w przemyśle spadł z 6,5% na 5,6%. Zostało to spowodowane głównie przez przyrost zatrudnienia w usługach. Ostatnia kolumna w tab. 1 wskazuje, że udział usług w zmianie rozmiaru struktury zatrudnienia wyniósł 96,3%, natomiast rolnictwa 3,7%, przy czym w pierwszym przypadku mieliśmy do czynienia ze wzrostem, a w drugim – ze spadkiem zatrudnienia. Wartość miary zróżnicowania struktur (w wersji Chomąkowski, Sokołowski, 1978) wynosi:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^3 \min_i \{s_{1i}, s_{2i}\} = 1 - (0,056 + 0,800 + 0,111) = 0,033,$$

z czego $0,033 \times 0,963 = 0,032$ zostało spowodowane przez zmiany zatrudnienia w usługach, zaś $0,001$ – przez zmiany zatrudnienia w rolnictwie. Zwróćmy uwagę, że miara D wykorzystuje tylko udziały, a więc uwzględnia tylko *kształt* struktur. Jak jednak widać, miara zmian *rozmiaru* może być wykorzystana do dekompozycji globalnej miary zmiany *kształtu*. Analogicznie do wzoru (1) można jednakże zdefiniować miarę dekompozycji dotyczącą bezpośrednio zmian *kształtu*. Ma ona postać (2):

$$UK_i = \frac{s_{2i} - s_{1i}}{\sum_{i=1}^m |s_{2i} - s_{1i}|} \quad [2]$$

gdzie s_{1i} oraz s_{2i} są udziałami i -tego składnika struktury odpowiednio w pierwszym i drugim okresie analizy.

Dla danych z przykładu 1 miary te obliczane są w sposób wskazany w tab. 2.

Tab. 2. Wyliczenie wartości miary dekompozycji kształtu struktury – przykład 1

Sektor	Zatrudnienie 1 (x_{1i})	Struktura 1	Zatrudnienie 2 (x_{2i})	Struktura 2	$s_{2i}-s_{1i}$	UK_i
Przemysł	10	0,065	10	0,056	-0,009	-0,1344
Usługi	124	0,800	150	0,833	0,033	0,5000
Rolnictwo	21	0,135	20	0,111	-0,024	-0,3656
Suma	155	1,000	180	1,000	0,000	1,0000

Źródło: obliczenia własne

Suma modułów $|UK_i|$ jest, podobnie jak w przypadku $|UR_i|$, równa jedności, natomiast suma wartości UK_i jest równa zero, gdyż globalnie „wielkość” struktury w sensie *kształtu* jest zawsze równa 1 i przyrosty udziałów jednych składników są rekompensowane przez spadki innych. Zjawisko to nie ma miejsca przy rozpatrywaniu *rozmiaru* struktury. Zobaczmy jeszcze przykład 2 zamieszczony w tab. 3.

Tab. 3. Wyliczenie wartości miary dekompozycji rozmiaru struktury – przykład 2

Sektor	Zatrudnienie 1 (x_{1i})	Struktura 1	Zatrudnienie 2 (x_{2i})	Struktura 2	$x_{2i}-x_{1i}$	UR_i
Przemysł	10	0,065	20	0,065	10	0,0645
Usługi	124	0,800	248	0,800	124	0,8000
Rolnictwo	21	0,135	42	0,135	21	0,1355
Suma	155	1,000	180	1,000		

Źródło: obliczenia własne

W przykładzie 2 zatrudnienie w każdym sektorze wzrosło dwukrotnie. Nie zmienił się zatem *kształt* struktury ($UK_i = 0$ dla każdego i), a zmienił się tylko jej *rozmiar*. W tej zmianie największy udział (80%) miał przyrost zatrudnienia w usługach.

OCENA ZMIAN SEKTOROWEJ STRUKTURY ZATRUDNIENIA W CZESKICH REGIONACH SZCZEBŁA NUTS 2 – ZASTOSOWANIE W PRAKTYCE

Przykładowa analiza dotyczy porównania zmian sektorowej struktury zatrudnienia w regionach szczebla NUTS 2 w Republice Czeskiej. Jest to kraj o relatywnie niewielkiej liczbie regionów szczebla NUTS 2 – jest ich osiem (*Regions...*, 2011).

W Eurostacie dane na temat zatrudnionych prezentowane są w ujęciu ogółem oraz na podstawie NACE Rev. 2 – statystycznej klasyfikacji działalności gospodarczej² w następujących sekcjach (jeśli wymieniono więcej niż jedną, oznacza to, że w bazie Eurostatu dane dla tej grupy podawane są łącznie): A – rolnictwo, leśnictwo i rybołówstwo, B-E – przemysł (bez budownictwa), F – budownictwo, G-I – handel hurtowy

² Rozporządzenie (WE) nr 1893/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie statystycznej klasyfikacji działalności gospodarczej NACE Rev. 2 i zmieniające rozporządzenie Rady (EWG) nr 3037/90 oraz niektóre rozporządzenia WE w sprawie określonych dziedzin statystycznych (Dz. Urz. UE L/393/1).

i detaliczny, transport, zakwaterowanie i gastronomia, J – informacja i komunikacja, K – finanse i ubezpieczenia, L – pośrednictwo o obrocie nieruchomościami, M–N – działalność naukowa i techniczna oraz usługi administracyjne i wspierające, O–Q – administracja publiczna, obronność, edukacja, opieka zdrowotna i socjalna, R–U – sztuka, rozrywka i rekreacja; inne usługi, działalność gospodarstw domowych oraz organizacji i gremiów eksterytorialnych. Dla porządku należy dodać, że w bazie jest jeszcze informacja o NRP (brak informacji). Nie jest to bez znaczenia, ponieważ w skali UE jest to np. w 2008 roku ponad 1,3 mln, a w 2014 roku ponad 1,23 mln osób.

Na potrzeby pracy przyjęto, że sektor rolniczy obejmuje sekcję A, sektor przemysłu – sekcje B–E i F, a sektor usług to sekcje G–I, J, K, L, M–N, O–Q oraz R–U. Grupa wiekowa to osoby w wieku 15–64 lata.

Porównujemy zmiany pomiędzy rokiem 2008 a rokiem 2014. Dane statystyczne zawarto w tab. 4, zaś struktury w tab. 5.

Tab. 4. Zatrudnienie w regionach Republiki Czeskiej (w tys. osób)

Region	2008			2014		
	Rolnictwo	Przemysł	Usługi	Rolnictwo	Przemysł	Usługi
Praga	0,7	118,8	526,1	1,5	122,6	523,9
Środkowe Czechy	18,2	241,4	339,7	15,7	216,6	401,2
Południowy Zachód	31,4	254,7	308,7	27,2	243,0	310,4
Północny Zachód	13,3	223,6	282,9	10,0	198,4	299,1
Północny Wschód	26,2	336,8	346,8	24,8	315,1	363,2
Południowy Wschód	38,5	332,2	414,1	31,1	311,0	453,8
Środkowe Morawy	18,6	265,0	295,8	15,4	257,9	283,2
Region Morawsko-Śląski	11,8	254,7	302,3	11,1	227,6	310,4
Republika Czeska	158,8	2027,2	2816,2	136,7	1892,1	2945,2

Źródło: na podstawie danych z bazy Eurostatu (2015, 20 października)

Tab. 5. Struktura zatrudnienia w regionach Republiki Czeskiej (udziały)

Region	2008			2014		
	Rolnictwo	Przemysł	Usługi	Rolnictwo	Przemysł	Usługi
Praga	0,0011	0,1840	0,8149	0,0023	0,1892	0,8085
Środkowe Czechy	0,0304	0,4028	0,5668	0,0248	0,3419	0,6333
Południowy Zachód	0,0528	0,4282	0,5190	0,0468	0,4185	0,5346
Północny Zachód	0,0256	0,4302	0,5442	0,0197	0,3909	0,5894
Północny Wschód	0,0369	0,4745	0,4886	0,0353	0,4482	0,5166
Południowy Wschód	0,0491	0,4233	0,5277	0,0391	0,3908	0,5702
Środkowe Morawy	0,0321	0,4574	0,5105	0,0277	0,4634	0,5089
Region Morawsko-Śląski	0,0207	0,4478	0,5315	0,0202	0,4145	0,5653

Źródło: obliczenia własne

We wszystkich czeskich regionach sektorem dominującym, jeżeli chodzi o zatrudnienie, zarówno w 2008 roku, jak i w 2014 roku, były usługi, a zdecydowanie najmniej był udział rolnictwa. W ciągu sześciu lat struktury zatrudnienia w regionach nie

uległy poważnym zmianom, co ilustruje tabela 6, zawierająca wartości miary niepodobieństwa struktur D, która odzwierciedla tylko zmiany *kształtu* struktury. Szczególnie stabilna okazała się sektorowa struktura zatrudnienia w Pradze oraz na Środkowych Morawach.

Tab. 6. Wartości miary niepodobieństwa struktur. Porównanie lat 2008 i 2014

Region	Wartość miary D
Praga	0,0064
Środkowe Czechy	0,0665
Południowy Zachód	0,0156
Północny Zachód	0,0451
Północny Wschód	0,0280
Południowy Wschód	0,0425
Środkowe Morawy	0,0061
Region Morawsko-Śląski	0,0338

Źródło: obliczenia własne

Miary dekompozycji zmian struktury przedstawiono w tab. 7.

Tab. 7. Miary dekompozycji zmian struktury zatrudnienia w regionach Republiki Czeskiej w okresie 2008–2014

Region	Rolnictwo		Przemysł		Usługi	
	Rozmiar <i>UR</i>	Kształt <i>UK</i>	Rozmiar <i>UR</i>	Kształt <i>UK</i>	Rozmiar <i>UR</i>	Kształt <i>UK</i>
Praga	0,118	0,096	0,559	0,404	-0,324	-0,500
Środkowe Czechy	-0,028	-0,042	-0,279	-0,458	0,693	0,500
Południowy Zachód	-0,239	-0,190	-0,665	-0,310	0,097	0,500
Północny Zachód	-0,074	-0,065	-0,564	-0,435	0,362	0,500
Północny Wschód	-0,035	-0,029	-0,549	-0,471	0,415	0,500
Południowy Wschód	-0,108	-0,117	-0,310	-0,383	0,581	0,500
Środkowe Morawy	-0,140	-0,365	-0,310	0,500	-0,550	-0,135
Region Morawsko-Śląski	-0,019	-0,008	-0,755	-0,492	0,226	0,500

Źródło: obliczenia własne

W tab. 7 oznaczono największe wartości modułów miar dla każdego regionu. Suma wartości miary *UK* dla pojedynczego regionu jest równa zero, gdyż przyrosty wartości udziałów muszą być równe spadkom udziałów innych składników. Przy trzech składnikach struktury prowadzi to do sytuacji, że jedna z wartości UK_i musi być równa 0,5 lub -0,5. Efekt ten nie występuje przy wartościach miary zmian *rozmiaru* *UR*. Tu mogą mieć one ten sam znak, moduły sumują się do jedności.

Z wartości zawartych w tab. 7 wynika wiele ciekawych spostrzeżeń. Zaskakujące jest, że w Pradze spadło zatrudnienie w usługach, a wzrosło w przemyśle oraz – oczywiście w mniejszym stopniu – w rolnictwie. Efekt zmiany *kształtu*, najbardziej widoczny w usługach, został jednak spowodowany głównie przyrostem zatrudnienia w przemyśle. Spadek zatrudnienia w usługach obserwowano jeszcze tylko w Środkowych

Morawach i to wywołało relatywnie większy udział przemysłu. Zauważmy, że rzeczywiste zmiany zachodzą w *rozmiarze*, natomiast zmiany w *kształcie* struktury są w pewnym sensie efektem arytmetycznym.

„Najpopularniejsze” zmiany w sektorowej strukturze zatrudnienia w regionach Republiki Czeskiej to spadek zatrudnienia w przemyśle, a (mniejszy) wzrost w usługach, co jednak dało relatywny wyraźny wzrost udziału usług. Takie zmiany zanotowano w regionach: Południowy i Północny Zachód, Północny Wschód oraz – najwyraźniej – w Regionie Morawsko-Śląskim. W regionie Południowy Wschód wzrost zatrudnienia w usługach był tak wyraźny, że zdominował zmiany zarówno *rozmiaru*, jak i *kształtu* struktury.

ZAKOŃCZENIE

Przytoczone przykłady wskazują na użyteczność miary dekompozycji zmian struktury. Ważne jest rozróżnienie zmian określanych jako zmiany *rozmiaru* oraz zmian *kształtu*. Zmiany wielkości zjawiska w poszczególnych składnikach decydują o *rozmiarze* struktury, a udział poszczególnych składników w zmianie *kształtu* może być aktywny – gdy wielkość tego składnika rośnie/maleje szybciej niż innych, lub pasywny – gdy wielkość bezwzględna pozostaje taka sama, ale zmiany *rozmiaru* innych składników powodują zmiany wszystkich udziałów. Struktura zatrudnienia jest tu wdzięcznym przykładem rozumienia działania zaproponowanych miar, bo jej *rozmiar* tworzą konkretne jednostki (zatrudnieni).

Literatura

References

- Chomątowski, S., Sokołowski, A. (1978). Taksonomia struktur. *Przegląd Statystyczny*, 2, 217–226.
- Eurostat (2015, 20 października). Pozyskano z [http://ec.europa.eu/eurostat/web/regions/data/database\[lfst_r_lfe2en2\]](http://ec.europa.eu/eurostat/web/regions/data/database[lfst_r_lfe2en2])
- Kukuła, K. (1986). Przegląd wybranych miar zgodności struktur. *Przegląd Statystyczny*, 4, 384–401.
- Regions in the European Union. Nomenclature of territorial unit for statistics NUTS 2010/EU-27* (2011). Luxembourg: European Commission.
- Walesiak, M. (1983a). Podobieństwo wielkości (skali) oraz kształtu (formy) w złożonych badaniach strukturalnych. *Wiadomości Statystyczne*, 3, 26–28.
- Walesiak, M. (1983b). Propozycja rodziny miar odległości struktur udziałowych. *Wiadomości Statystyczne*, 10, 23–24.

Małgorzata Markowska, dr hab., profesor Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, w Katedrze Gospodarki Regionalnej. Jest członkiem Sekcji Klasyfikacji i Analizy Danych oraz Regional Studies Association – sekcja polska. Realizuje badania naukowe dotyczące pomiaru, oceny, zróżnicowania i dynamiki zmian takich zjawisk, jak m.in.: rozwój, konkurencyjność, gospodarka oparta na wiedzy, inteligentne specjalizacje, konwergencja i innowacyjność w europejskiej przestrzeni na szczeblu regionalnym z wykorzystaniem metod ekonometrycznych. Jest autorem lub współautorem ponad 100 artykułów naukowych, monografii (*Dynamiczna taksonomia innowacyjności regionów*) oraz 25 rozdziałów w monografiach. Współpracowała przy realizacji 12 grantów finansowanych z funduszy ministerialnych i NCN oraz kilku projektów unijnych.

Małgorzata Markowska, Ph.D., an associate professor at the Regional Economics Chair of Wrocław University of Economics. She is a member of Polish Classification Society and Polish section of Regional Studies Association. Her research deals with econometric measurement, evaluation, variability and dynamics of development, competitiveness, knowledge-based economy, smart specializations, convergence and innovativeness in European regional space. As an author or co-author she has published more than 100 papers and 25 chapters in books, and recently her own dissertation "Dynamic Taxonomy of Regions' Innovativeness". She took part in 12 projects financed by Polish National Centre of Science and European Union, and in projects for governmental, local administration and business units.

Adres/Address:

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wydział Ekonomii, Zarządzania i Turystyki w Jeleniej Górze
Katedra Gospodarki Regionalnej
ul. Nowowiejska 3, 58-500 Jelenia Góra, Polska
e-mail: małgorzata.markowska@ue.wroc.pl

Andrzej Sokołowski, prof. dr hab., profesor na Uniwersytecie Ekonomicznym w Krakowie i kierownik Zakładu Statystyki w tej uczelni. Jego zainteresowania naukowe obejmują szeroki zakres zastosowań statystyki, w naukach ekonomicznych, medycynie, sporcie i kulturze fizycznej, polityce i muzyce. W zakresie teoretycznych zagadnień statystycznych jego głównym polem zainteresowań jest statystyka matematyczna, metody analiz wielowymiarowych oraz statystyka medyczna. Jest autorem ponad 60 rozdziałów w monografiach lub książek, 150 artykułów naukowych oraz 140 wystąpień na konferencjach naukowych. Przez trzy kadencje był przewodniczącym Sekcji Klasyfikacji i Analizy Danych Polskiego Towarzystwa Statystycznego, a od ponad 12 lat jest członkiem Rady International Federation of Classification Societies.

Andrzej Sokolowski, Professor and the Head of Department of Statistics at the Cracow University of Economics. His academic activity is concentrated around the application of statistical methods in fields such as economics and management, medicine, sports, politics and music. In theoretical statistics his main interests lie in mathematical statistics, multivariate analysis and medical statistics. He is an author of more than 60 chapters in books and monographs, 150 papers and he has participated in 140 conferences. He was the President of Polish Classification Society for three terms and a member of International Federation of Classification Societies Council for more than twelve years.

Adres/Address:

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie
Wydział Zarządzania
Zakład Statystyki
ul. Rakowiecka 27, 31-510 Kraków, Polska
e-mail: andrzej.sokolowski@uek.krakow.pl