



POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA

KWARTALNIK WYDZIAŁU ZARZĄDZANIA



EKONOMIA I ZARZĄDZANIE

Tom 4 Nr 4

ECONOMICS AND MANAGEMENT

Quarterly Journal of the Faculty of Management

Volume 4 No. 4

Białystok 2012

Kolegium Redakcyjne

Redaktor naczelny: Marcin Smoleński (redaktor działu organizacja i zarządzanie turystyką)

Zastępca redaktora naczelnego: Wiesław Matwiejczuk (redaktor działu zarządzanie organizacjami)

Sekretarze naukowi: Janusz Leszek Sokół (zarządzanie produkcją); Zofia Tomczonek (ekonomia społeczna i polityka); Tadeusz Popławski (marketing w zarządzaniu); Danuta Tarka (zarządzanie logistyczne)

Sekretarz techniczny: Krzysztof Stepaniuk

Rada Naukowa

Przewodniczący: prof. dr hab. Joanicjusz Nazarko (Politechnika Białostocka)

Członkowie: dr hab. Włodzimierz Deluga (Politechnika Koszalińska); prof. dr hab. Adam Dobroński (Uniwersytet w Białymstoku); prof. dr hab. Mirosław Karwat (Uniwersytet Warszawski); dr inż. Maciej Dobrzyński (Politechnika Białostocka); prof. dr hab. Anatoli Gurinowicz (Białoruski Narodowy Uniwersytet Techniczny w Mińsku); prof. dr hab. Andrzej Jasiński (Uniwersytet Warszawski); prof. dr hab. Jerzy Łunarski (Politechnika Rzeszowska); dr hab. Aleksander Panasiuk (Uniwersytet Szczeciński); dr hab. Krzysztof Piliński (Politechnika Białostocka); prof. dr hab. Henryk Sasinowski (Politechnika Białostocka); dr hab. Swiełłana Selwerstowa (Uniwersytet w Grodnie); prof. dr hab. Jan Sikora (Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu); prof. dr Mirosław Skibniewski (University of Maryland); prof. dr hab. Remigiusz Sosnowski (Politechnika Śląska); dr hab. Andrzej Wasiak (Politechnika Białostocka), Victor Voronov (Daugavpils University Łotwa)

Adres Redakcji

Ekonomia i Zarządzanie

Wydział Zarządzania Politechniki Białostockiej
ul. Ojca S. Tarasiuka 2; 16-001 Kleosin-Białystok
tel. 085 746 98 52; e-mail: zneiz @ pb.edu.pl
<http://www.zneiz.pb.edu.pl>

Wersją pierwotną (referencyjną) czasopisma Ekonomia i Zarządzanie jest wersja papierowa publikowana przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Białostockiej. Artykuły zamieszczone na stronie <http://www.zneiz.pb.edu.pl> są wersją wtórną Kwartalnika.

© Copyright by Politechnika Białostocka 2012

ISSN 2080-9646

Publikacja nie może być powielana i rozpowszechniana, w jakikolwiek sposób, bez pisemnej zgody posiadacza praw autorskich

Projekt okładki: Tomasz Trochimczuk, Krzysztof Połubiński

Korekta językowa streszczeń: Katarzyna Kuźmicz

Redakcja techniczna i skład: Krzysztof Stepaniuk

Druk: Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej

Nakład: 160 egz.

SPIS TREŚCI

EKONOMIA SPOŁECZNA I POLITYKA

Artur Czech	7
Metodologiczne aspekty badań konsumpcji w ujęciu bezpośrednim Methodological aspects of consumption research in direct analysis	
Katarzyna Dębkowska	18
Wzrost gospodarczy regionów UE a ich innowacyjność The economic growth of EU regions and their innovation	
Marta Jarocka	27
Zastosowanie wybranych metod wielowymiarowej analizy porównawczej w hierarchizacji polskich uczelni Application selected methods of multidimensional comparative analysis to a hierarchy of Polish universities	
Andrzej Magruk	37
Struktury hybrydowe w studiach przyszłości Hybrids of research methods in future studies	
Danuta Tarka	47
Wpływ metody doboru cech diagnostycznych na wyniki klasyfikacji obiektów na przykładzie danych dotyczących ochrony środowiska część 2 Influence of the features selection method on the results of objects classification using environmental data on Polish voivodeships part 2	
Marta Zalewska, Wojciech Zalewski	58
Zastosowanie metody drzewa decyzyjnego w analizie problemów makroekonomicznych Application of the decision tree method in macroeconomics problems analysis	

ZARZĄDZANIE LOGISTYCZNE

Ewa Dobrzyńska	73
Kongestia transportowa a wykorzystanie miejsc w prywatnych pojazdach samochodowych – przypadek aglomeracji białostockiej Transport congestion versus private car places usage - a case of Białystok Urban complex	
Danuta Tarka	88
Infrastruktura transportowa w wybranych krajach Unii Europejskiej – analiza taksonomiczna Transport Infrastructure in UE countries – taxonomic analysis	

ZARZĄDZANIE ORGANIZACJAMI

Arkadiusz Jurczuk	103
Innowacyjność podlaskich przedsiębiorstw – wybrane aspekty Innovation of companies from Podlaskie – selected aspects	
Krzysztof Dziekoński	115
Kwalifikacje projektowe w organizacjach Organization's project capability	
Katarzyna Wardzińska	123
Stochastyczna analiza graniczna – przegląd zastosowań Stochastic Frontier Analysis – the areas of applications	

ZARZĄDZANIE PRODUKCJĄ

Wojciech Zalewski	137
Zastosowanie metody TOPSIS do oceny kondycji finansowej spółek dystrybucyjnych energii elektrycznej Application of TOPSIS method for evaluation of financial condition of the power distribution companies	

Metodologiczne aspekty badań konsumpcji w ujęciu bezpośrednim

Methodological aspects of consumption research in direct analysis

Artur Czech

Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, Katedra Informatyki Gospodarczej
i Logistyki

Abstract

The main aim of this paper is to present statistical methods that can be used in the process of the assessment of financial conditions of Polish households as measured by using direct analysis. Presented is the problem of using weights in the process of the estimation of basic statistics such as the arithmetic mean and median. The analysis of the diversification of consumption was performed using distributions of disposable income and expenditures of Polish households. An analysis of the structure of household expenditure was also performed, using the COICOP/HBS classification. Presented are statistical tools, numerical as well as graphical, which can be used in the process of direct consumption analysis.

Keywords: direct consumption, expenditures, empirical distributions, statistical measure

Wstęp

Pierwsza dekada XXI wieku przyniosła mieszkańcom Polski i innych krajów europejskich wiele zmian społeczno-gospodarczych. Pojawiły się spowolnienia gospodarcze przechodzące niejednokrotnie w recesje, które w skrajnym przypadku przyjmujące postać kryzysu i nasuwają pytania odnośnie obecnej oraz przyszłej sytuacji materialnej mieszkańców Polski i możliwości zaspokojenia ich potrzeb. Wiele odpowiedzi w tej kwestii może przynieść analiza spożycia dóbr mate-

rialnych i usług określana mianem konsumpcji. Konsumpcja może być analizowana w dwóch ujęciach¹: bezpośrednim i pośrednim.

W ujęciu pośrednim traktowana jest, jako wskaźnik zmian społecznych (np. poziomu i jakości życia). Natomiast w ujęciu bezpośrednim to analiza struktury rozkładów spożycia dóbr materialnych i usług (kryterium przedmiotowe).

Celem artykułu jest prezentacja i ocena wybranych narzędzi analizy statystycznej do badań konsumpcji w ujęciu bezpośrednim.

1. Analiza dochodów i wydatków ogółem

Podstawą analizy konsumpcji w ujęciu bezpośrednim są indywidualne rozkłady cech m.in. dochodów i wydatków zaczerpnięte z badań budżetów gospodarstw domowych GUS (Głównego Urzędu Statystycznego), które również znajdują zastosowanie w przypadku konstrukcji zbioru zmiennych diagnostycznych do badań w ujęciu pośrednim². W skład zbiorowości generalnej wchodzi wszystkie gospodarstwa domowe w Polsce. Natomiast badania odbywają się z wykorzystaniem próby, której liczebność ulega zmianie w czasie, ale zawsze przekracza 30 000 gospodarstw domowych.

Analiza danych zaczerpniętych z badań budżetów gospodarstw domowych powinna uwzględnić dwa istotne problemy metodologiczne poruszane już w literaturze przedmiotu³: kwestię uwzględnienia zjawiska ekonomii skali oraz problem niwelacji różnic, jakie powstają w wyniku odmowy uczestnictwa w badaniu przez znaczący odsetek gospodarstw domowych, które GUS stara się wyeliminować stosując odpowiednie wagi.

W analizie dochodów i wydatków powinny znaleźć zastosowanie formuły statystyk z użyciem podwójnych wag. Można stosować tzw. skalę ekwiwalentności OECD (*Organization for Economic Cooperation and Development*) według formuły 70/50. W metodzie tej zakłada się, że dla pierwszej osoby dorosłej przyjmuje się wartość 1, dla kolejnych osób dorosłych 0,7, a dla dziecka 0,5. Zastosowanie tego typu jednostek przy określaniu wag OECD pozwala na dokonywanie porównań sytuacji materialnej gospodarstw domowych różniących się wielkością i strukturą demograficzną. Powodowane jest to tym, iż część wydatków gospodarstwa domo-

¹ Słaby T., 2006. *Statystyczny pomiar konsumpcji*. (w:) M. Janoś-Kresło, B. Mróz (red.). *Konsument i konsumpcja we współczesnej gospodarce*. SGH, Warszawa 2006, s. 81.

² Słaby T., Czech A., 2011. *Zróźnicowanie regionalne konsumpcji w ujęciu pośrednim – ujęcie statyczne i przestrzenno-czasowe*. Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów 111, SGH, Warszawa, s. 7-22.

³ Słaby T., 2006. *Konsumpcja, eseje statystyczne*. Difin, Warszawa, s. 31-32.

wego charakteryzuje się stałością i nie odnotowuje się znaczącego ich wzrostu wraz ze wzrostem ilości członków gospodarstwa domowego.

Kwestia uwzględnienia wag wydaje się być oczywista i znajduje uzasadnienie w wartościach dochodów rozporządzalnych zamieszczonych w tabelach 1 i 2.

Tabela 1. Miary klasyczne bez stosowania ważenia – dochody rozporządzalne (w zł/osobę)

Cecha	Statystyki opisowe (Miesięczne dochody na członka gosp. domowego w 2007)						
	N ważnych	Średnia nieważona	Minimum	Maksimum	Odch.std	Wsp.zmn.	Skośność
Dochód rozporządzalny	37366	1026,64	-6258,56	71190,92	953,69	92,89	18,85

Źródło: opracowanie własne na podstawie z użyciem programu STATISTICA PL.

Tabela 2. Miary klasyczne podwójnie ważone – dochody rozporządzalne (w zł/osobę)

Cecha	Statystyki opisowe (Miesięczne dochody na członka gosp. domowego w 2007)						
	N ważnych	Średnia ważona	Minimum	Maksimum	Odch.std	Wsp. zmn.	Skośność
Dochód rozporządzalny	37366	956,81	-6258,56	71190,92	884,60	92,45	17,51

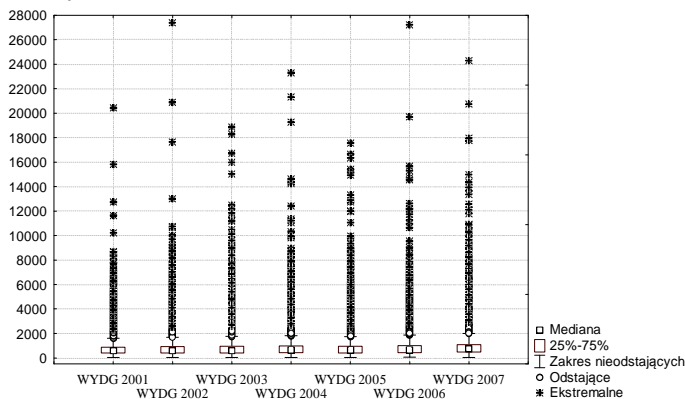
Źródło: opracowanie własne na podstawie z użyciem programu STATISTICA PL.

Analizując zamieszczone wyniki można zauważyć, że poziom średnich miesięcznych dochodów rozporządzalnych bez stosowania ważenia jest zdecydowanie wyższy w porównaniu do średniej ważonej podwójnymi wagami (OECD i GUS), co mogłoby sugerować, że konsumpcja mierzona poziomem dochodów znajdowała się na zdecydowanie wyższym poziomie. W tabeli 1 i 2 można zaobserwować również bardzo wysokie wartości współczynnika asymetrii, opartego o moment centralny trzeciego rzędu, przekraczające zwyczajowo przyjęty przedział (-2,2), który jest stosowany w badaniach konsumpcji⁴. Sugeruje to występowanie bardzo silnej asymetrii i poddaje w wątpliwość zastosowanie średniej arytmetycznej w tego typu badaniach. Wybór stosowanych miar w opisie ekwiwalentnych dochodów i wydatków powinien być zatem poprzedzony oceną asymetrii rozkładu empirycznego.

Narzędziem graficznym bardzo pomocnym do wstępnej analizy rozkładów dochodów i wydatków jest wykres ramka-wąsy. Analizę z zastosowaniem tego typu narzędzia do oceny rozkładów wydatków ekwiwalentnych przedstawiono na rys. 1. Z przedstawionego rysunku można stwierdzić, iż rozkłady wydatków ogółem w poszczególnych latach analizy charakteryzowały się występowaniem silnej asyme-

⁴ Słaby T., 2006. *Konsumpcja...*, op. cit., s. 38.

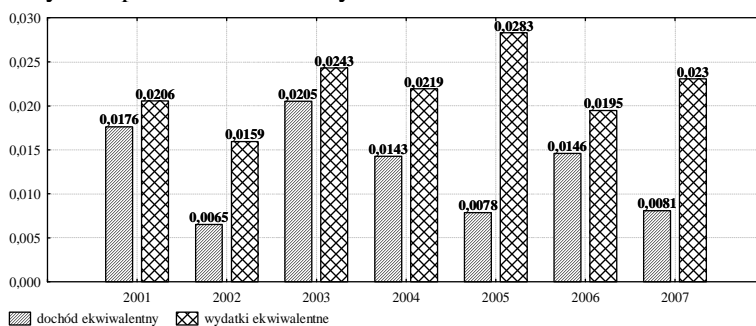
trii prawostronnej, czyli przeważały gospodarstwa domowe wydatkujące stosunkowo niskie kwoty.



Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem programu STATISTICA PL.

Rys. 1. Prezentacja graficzna rozkładów wydatków na osobę w latach 2001-2007

W celu oceny asymetrii dochodów i wydatków można zastosować również stosunek odległości międzykwartyłowej do rozstępu, który został wykorzystany do badań przez A. Młodaka⁵ i nie był jeszcze stosowany w analizie konsumpcji. Wyniki pomiaru z użyciem tego typu miary w przypadku dochodów i wydatków ekwiwalentnych zaprezentowano na rys. 2.



Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem programu STATISTICA PL.

Rys. 2. Prezentacja graficzna stosunku odległości międzykwartyłowej do rozstępu dla dochodów i wydatków ekwiwalentnych na lata 2001-2007

⁵ Młoda A., 2009. *Zróźnicowanie kapitału ludzkiego na rynku pracy*. Wiadomości Statystyczne 11, s.53-68.

Zamieszczone na rysunku bliskie zera wartości współczynników sugerują, iż źródła zmienności powinno się poszukiwać w występowaniu obserwacji nietypowych (odstających lub ekstremalnych). Z analizy wykresu można wywnioskować, że we wszystkich latach objętych analizą dochody charakteryzowały się większym zróżnicowaniem na skutek występowania większych wartości nietypowych w porównaniu do wydatków.

Uwzględniając zaprezentowane uwagi merytoryczne dokonano analizy dochodów i wydatków ekwiwalentnych ogółem z zastosowaniem różnych miar statystycznych zamieszczając wyniki w tabeli 3.

Tabela 3. Podstawowe informacje o rozkładach dochodów i wydatków gospodarstwach domowych w Polsce w latach 2001-2007 z zastosowaniem miar klasycznych i pozycyjnych

Miary opisowe	Lata							2007 (w%) 2001
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Średnia arytmetyczna z użyciem wag (w zł/os)								
Dochody	664,76	685,84	702,26	761,66	788,45	862,73	956,81	143,93
Wydatki	630,60	647,52	666,80	722,69	717,42	772,30	836,91	132,72
Odchylenie standardowe (w zł/os)								
Dochody	515,51	663,55	566,90	646,43	696,33	712,82	884,60	
Wydatki	495,97	542,36	571,54	625,56	613,03	635,02	692,44	
Klasyczny współczynnik zmienności (w%)								
Dochody	77,55	96,75	80,73	84,87	88,32	82,62	92,45	119,22
Wydatki	78,65	83,76	85,71	86,56	85,45	82,22	82,74	105,20
Współczynnik asymetrii								
Dochody	6,77	31,09	6,13	2,63	6,66	7,52	17,51	
Wydatki	5,85	7,15	6,22	6,83	6,34	6,59	6,39	
Mediany z użyciem wag (w zł/os)								
Dochody	561,11	570,00	583,90	632,78	652,50	716,67	796,53	141,96
Wydatki	508,54	511,93	522,09	567,00	567,42	615,13	668,26	131,41
Realne dochody	609,90	607,68	617,88	646,36	652,50	707,47	766,63	125,70
Realne wydatki	552,76	545,77	552,48	579,16	567,42	607,24	643,18	116,36
Pozycyjny współczynnik zmienności (w%)								
Dochody	39,50	40,63	41,49	42,20	42,07	41,14	39,22	99,29
Wydatki	41,14	42,52	43,75	45,01	43,65	43,01	41,78	101,54

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Czech A., 2010. *Modelowanie konsumpcji w ujęciu pośrednim. Aspekty metodologiczne*. Rozprawa doktorska, SGH.

Z obliczeń wynika, że w latach 2001-2007 dochody wzrosły o 43,93% w ujęciu nominalnym, zaś wydatki o 32,72%. Uwzględniając zaprezentowane uwagi odnośnie ograniczeń zastosowania średniej arytmetycznej w analizie odwołano się również do jej odpowiednika pozycyjnego w postaci mediany. Należałoby zauwa-

żyć, że poziom mediany oraz kwartyli został oszacowany również w postaci ważonej⁶.

2. Analiza wydatków konsumpcyjnych według poszczególnych celów

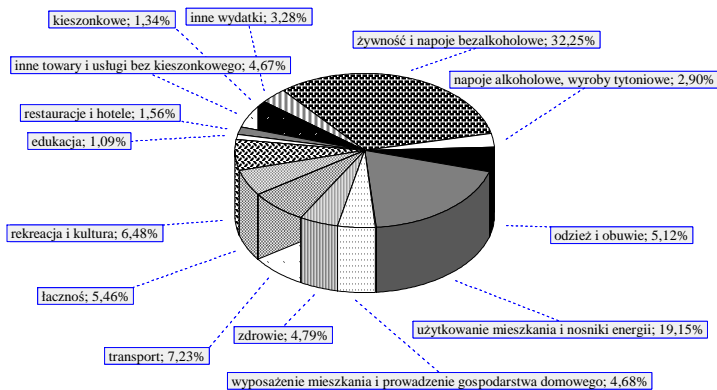
Wysokość dochodów rozporządzalnych na członka gospodarstwa domowego jest głównym czynnikiem warunkującym konsumpcję. Znajduje to swoje odzwierciedlenie w wysokości wydatków, które wpływają nie tylko na poziom konsumpcji, ale również na jej strukturę⁷. Do analizy struktury wydatków polskich gospodarstw domowych należałoby się posłużyć klasyfikacją COICOP/HBS (*Classification of Individual Consumption by Purpose for Household Budget Surveys*). Została ona wprowadzona do badań w 1998 roku i wyróżnia 14 następujących grup wydatków konsumpcyjnych:

1. żywność i napoje bezalkoholowe,
2. napoje alkoholowe i wyroby tytoniowe,
3. odzież i obuwie,
4. użytkowanie mieszkania i nośniki energii,
5. wyposażenie mieszkania i prowadzenie gospodarstwa domowego,
6. zdrowie,
7. transport,
8. łączność,
9. rekreacja i kultura,
10. edukacja,
11. restauracje i hotele,
12. inne towary i usługi, bez kieszonkowego,
13. kieszonkowe,
14. inne wydatki: dary przekazane z gospodarstwa, podatki i opłaty niebieżące.

⁶ Por. Słaby T., 2003. *Poprawna analiza statystyczna w badaniach rynku*. Handel Wewnętrzny 1, s. 7. Poziom mediany (kwartyli) także powinien być wyznaczany w postaci ważonej. Dokonywać tego trzeba „ręcznie”. Jest to związane z pewną wadą oprogramowania w pakiecie STATISTICA PL. Jeżeli włączy się opcje wagi, bez zaznaczenia procedury „momenty ważenia”, program liczy średnie, mnożąc realizacje dla poszczególnych jednostek obserwacji (gospodarstw domowych), zaokrąglając wagi do liczb całkowitych. Wtedy nie należy wyznaczać poziomu mediany (kwartyli), gdyż po „roz-mnożeniu wag” poziom mediany się zmniejsza. Jeżeli natomiast opcja „momenty ważenia” zostanie włączona, średnia zostaje wyznaczona prawidłowo, ale mediana nie uwzględnia wag.

⁷ Bywalec Cz., 2007. *Konsumpcja w teorii i praktyce gospodarowania*. PWN, Warszawa.

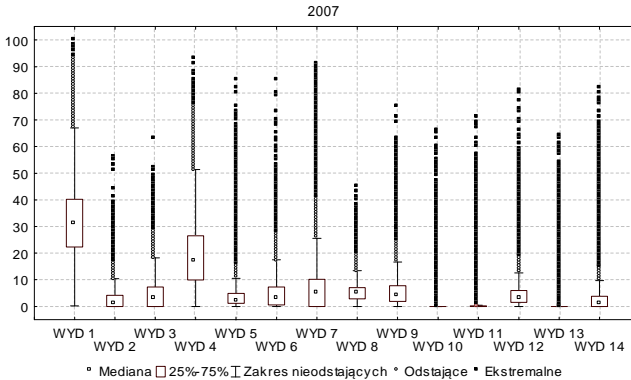
Analizę struktury wydatków konsumpcyjnych z zastosowaniem średniej arytmetycznej jako charakterystyki rozkładów poszczególnych grup wydatków obrazuje rys. 3.



Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem programu STATISTICA PL.

Rys. 3. Struktura wydatków (w %) opracowana w oparciu o średnią arytmetyczną jako charakterystykę rozkładów udziałów poszczególnych grup wydatków w 2007 roku

Sporządzony wykres może dostarczyć błędnych informacji o strukturze wydatków konsumpcyjnych gospodarstw domowych w Polsce, ze względu na zastosowanie tylko średniej arytmetycznej. Również w tym przypadku analiza struktury wydatków na poszczególne cele powinna zostać poprzedzona badaniem asymetrii rozkładu empirycznego, co potwierdza analiza rys. 4. Poprawna analiza struktury wydatków z zastosowaniem różnych miar została zamieszczona w tabeli 5.



Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem programu STATISTICA PL.

Rys. 4. Rozkład udziałów 14 rodzajów grup wydatków konsumpcyjnych w wydatkach ogółem w 2007 roku.

Tabela 5. Charakterystyki rozkładów udziałów grup wydatków na wyróżnione cele w wydatkach ogółem (w%) w 2007 roku, Polska ogółem

Cel	Średnia	Min.	Max.	$V_k(x)$	$A(x)$	Q_1	Me	Q_3	$V_p(x)$
1	32,25	0,19	100,00	41,45	0,62	22,79	30,88	40,29	28,33
2	2,90	0,00	55,62	144,53	2,50	0,00	1,17	4,16	177,80
3	5,12	0,00	63,23	121,24	1,87	0,20	3,01	7,79	126,31
4	19,15	0,00	92,95	66,63	1,10	9,91	16,77	25,82	47,43
5	4,68	0,00	85,20	145,70	3,65	1,22	2,50	4,94	74,40
6	4,79	0,00	84,56	131,10	2,70	0,51	2,72	6,48	109,76
7	7,23	0,00	90,74	125,28	3,13	0,34	5,04	10,46	100,39
8	5,46	0,00	44,59	69,27	1,73	2,95	4,76	7,13	43,93
9	6,48	0,00	75,18	109,75	2,69	2,07	4,38	8,14	69,31
10	1,09	0,00	65,97	373,80	6,16	0,00	0,00	0,00	*
11	1,56	0,00	71,05	308,05	5,32	0,00	0,00	0,37	*
12	4,67	0,00	81,32	107,29	3,70	1,62	3,30	6,03	66,85
13	1,34	0,00	64,13	387,64	5,77	0,00	0,00	0,00	*
14	3,28	0,00	81,67	203,78	3,85	0,00	0,66	3,23	246,56

Oznaczenia: $V_k(x)$ – klasyczny współczynnik zmienności w %, $A(x)$ – współczynnik asymetrii, Q_1 – pierwszy kwartyl, Me – mediana, Q_3 – trzeci kwartyl, $V_p(x)$ – pozycyjny współczynnik zmienności w%, *) – nie można obliczyć ze względu na zerowe wartości mediany.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Czech A., 2010. *Modelowanie konsumpcji...*, op. cit.

Informacje liczbowe zawarte w tabeli 5 pozwalają stwierdzić, iż tylko w przypadku czterech następujących grup wydatkowych: żywność i napoje bezalkoholowe, użytkowanie mieszkania i nośniki energii, łączność oraz

odzież i obuwanie, poprawnym jest zastosowanie do opisu średniej arytmetycznej.

Należałoby również zauważyć, że najmniejszy wpływ wartości nietypowych na asymetrię rozkładu wystąpił w grupie wydatków na żywność i napoje bezalkoholowe oraz wydatków związanych z użytkowaniem mieszkania i nośnikami energii. Zaistniałej sytuacji należy upatrywać w tym, iż wydatki te można scharakteryzować jako sztywne. Skrajna asymetria rozkładu w przypadku wydatków związanych z: edukacją, korzystaniem z usług restauracji i hoteli przez gospodarstwa domowe, czy też kieszonkowym powodowała przyjmowanie przez medianę, a niekiedy również przez wszystkie kwartyle wartości zerowych. Zaistniała sytuacja wynika z faktu, iż ponad połowa badanych gospodarstw domowych nie wydała ani złotówki na te cele, co w przypadku edukacji rzuca negatywne światło na strukturę konsumpcji w polskich gospodarstwach domowych. Osiąganie przez medianę wartości zerowych spowodowało wystąpienie sytuacji powodującej brak możliwości wykorzystania pozycyjnego współczynnika zmienności do oceny zróżnicowania w rozkładach poszczególnych grup wydatków.

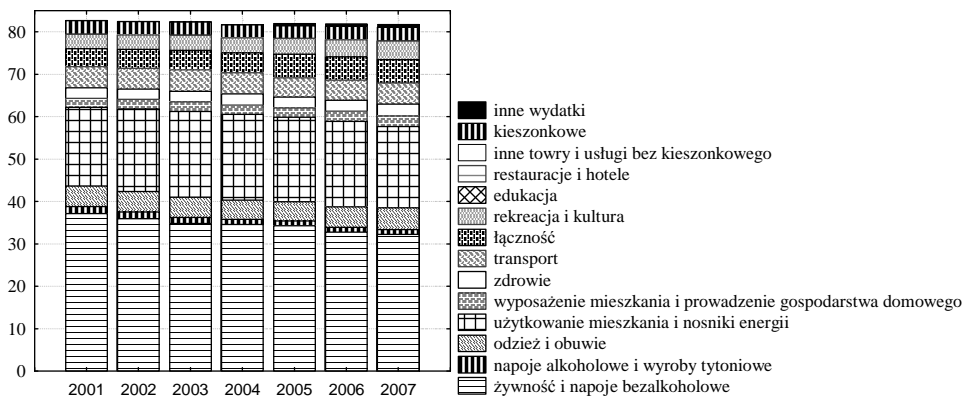
W takim przypadku przeprowadzenie oceny zróżnicowania rozkładów w wymienionych grupach wydatków możliwe jest tylko po wyeliminowaniu z analizy wydatków zerowych, co zostało zaprezentowane w tabeli 6.

Tabela 6. Udział wybranych grup wydatków (w%) po eliminacji obserwacji zerowych

Wydatek	Średnia	$V_k(x)$	$A(x)$	Q_1	Me	Q_3	$V_p(x)$
10. edukacja	6,91	117,13	2,51	1,40	4,40	9,32	89,98
11. restauracje i hotele	5,64	138,26	2,84	0,94	2,60	7,01	116,53
13. kieszonkowe	7,88	130,96	2,15	1,48	3,46	9,96	122,40
14. inne wydatki	1,93	77,85	0,85	0,98	2,38	6,37	113,30

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Czech A., 2010. *Modelowanie konsumpcji...*, op. cit.

Należałoby zauważyć, iż po eliminacji obserwacji zerowych trzy grupy wydatków cechowały się występowaniem silnej asymetrii rozkładu empirycznego oraz bardzo wysokim zróżnicowaniem. Uwzględniając zaprezentowane spostrzeżenia sporządzono w oparciu o miary klasyczne i pozycyjne wykres (rys. 5) przedstawiający strukturę wydatków konsumpcyjnych.



Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem programu STATISTICA PL.

Rys. 5. Rozkład udziałów 14 rodzajów grup wydatków w wydatkach ogółem w 2007 (w %)

Jego analiza pozwala stwierdzić, że ciągle bardzo znaczący, ale sukcesywnie zmniejszający się był w latach 2001-2007 udział wydatków na żywność i napoje bezalkoholowe oraz wysoki udział wydatków na użytkowanie mieszkania i nośniki energii. Wskazuje to na działanie prawa określanego mianem Engla-Schwabego⁸.

Podsumowanie

Uwzględniając zaprezentowane uwagi odnośnie analizy konsumpcji w ujęciu bezpośrednim można stwierdzić, iż analiza sytuacji materialnej powinna uwzględniać w przypadku dochodów i wydatków wymóg podwójnego ważenia. Zarówno średnia arytmetyczna jak i mediana powinny uwzględniać wagi GUS i OECD.

Wybór odpowiednich miar powinien również zostać poprzedzony gruntowną analizą asymetrii rozkładu empirycznego, co powinno pozwolić na wybór odpowiednich miar położenia.

W przypadku analizy struktury wydatków gospodarstw domowych w Polsce w odniesieniu do: edukacji, restauracji i hoteli, kieszonkowego oraz innych wydatków wykorzystanie mediany, jako miary położenia może być niewystarczające. Niemożliwym staje się również analiza dyspersji tej grupy wydatków z wykorzystaniem pozycyjnego współczynnika zmienności, czego przyczyną jest brak wydatków na te cele w ponad połowie badanych gospodarstw domo-

⁸ Por. Dąbrowska A., 2006. *Przemiany w strukturze konsumpcji ...*, op. cit., s. 139.

wych. W takim przypadku niezbędnym staje się wyeliminowanie gospodarstw domowych o zerowych wydatkach na te cele.

Piśmiennictwo

1. Bywalec Cz., 2007. *Konsumpcja w teorii i praktyce gospodarowania*. PWN, Warszawa.
2. Czech A., 2010. *Modelowanie konsumpcji w ujęciu pośrednim. Aspekty metodologiczne* (rozprawa doktorska), SGH.
3. Dąbrowska A., 2006. *Przemiany w strukturze konsumpcji i ich uwarunkowania*. (w:) M. Janoś-Kresło, B. Mróz (red.). *Konsument i konsumpcja we współczesnej gospodarce*. SGH, Warszawa.
4. Młodak A., 2009. *Zróżnicowanie kapitału ludzkiego na rynku pracy*. *Wiadomości Statystyczne* 11, s. 53-68.
5. Słaby T., 2003. *Poprawna analiza statystyczna w badaniach Rynu*, *Handel Wewnętrzny* 1.
6. Słaby T., 2006. *Konsumpcja, eseje statystyczne*. Difin, Warszawa.
7. Słaby T., 2006. *Statystyczny pomiar konsumpcji*. (w:) M. Janoś-Kresło, B. Mróz (red.). *Konsument i konsumpcja we współczesnej gospodarce*. SGH, Warszawa.
8. Słaby T., Czech A., 2011. *Zróżnicowanie regionalne konsumpcji w ujęciu pośrednim – ujęcie statyczne i przestrzenno-czasowe*. *Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów* 111, SGH, Warszawa, s. 7-22.

Wzrost gospodarczy regionów UE a ich innowacyjność

The economic growth of EU regions and their innovation

Katarzyna Dębowska

Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, Katedra Informatyki Gospodarczej
i Logistyki

Abstract

The purpose of this article is to assess the economic growth of regions of the European Union in terms of their innovation. As a variable describing the assumed economic growth, GDP, and innovation - the input and output indicators defined by the standards of the EIS. It was assumed that economic growth has a regional dimension. Verification was made by classification trees.

Keywords: regional economic growth, regional innovation, classification trees

Wstęp

Regiony Unii Europejskiej wykazują silne zróżnicowanie ze względu na sytuację społeczno-gospodarczą. Przyczyn zacofania lub sukcesu danego kraju poszukiwać można zarówno w uwarunkowaniach historycznych, położeniu geograficznym jak i w dostępie do ważnych gospodarczo surowców. Trendy występujące w krajach rozwiniętych pokazują, że budowanie przewagi konkurencyjnej opartej na wiedzy i innowacjach może zagwarantować regionom stały rozwój.

Celem artykułu jest ukazanie zróżnicowania regionów UE pod względem innowacyjności oraz zbadanie zależności pomiędzy innowacyjnością a wzrostem gospodarczym regionu. Realizacja tak postawionego celu była możliwa dzięki wykorzystaniu statystycznych metod analizy wielowymiarowej, w tym drzew kła-

syfikacyjnych. Badania przeprowadzono na próbie 217 regionów UE (według klasyfikacji statystycznej poziom NUTS-2).

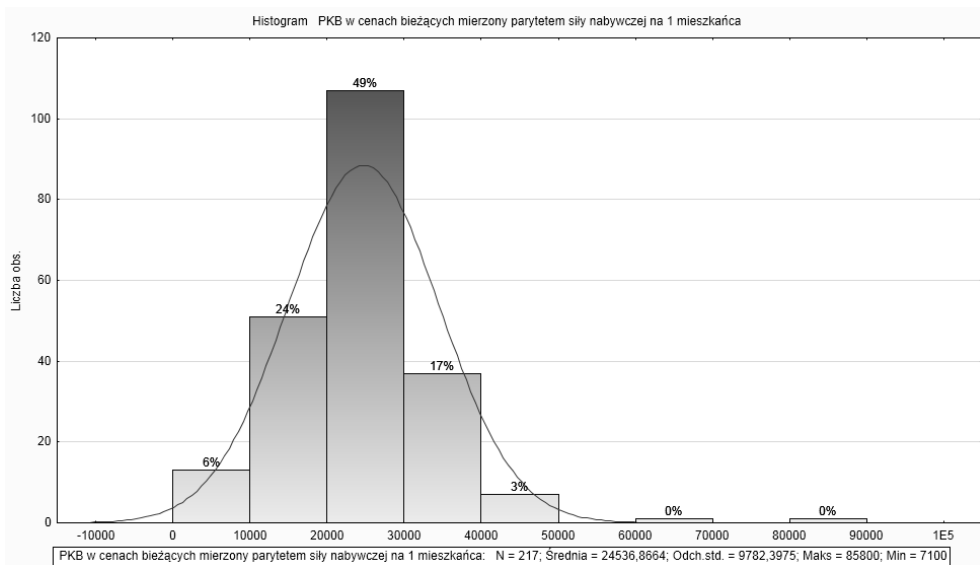
1. Wzrost gospodarczy w wybranych regionach UE

Wzrost gospodarczy może być mierzony za pomocą różnorodnych mierników makroekonomicznych. Wyróżnić tutaj można mierniki:

- Naturalne – są to mierniki np. zaproponowane przez wyspecjalizowane agendy ONZ we właściwych jednostkach miary np. zabezpieczone przez dane państwo spożycie w ciągu dnia przynajmniej 2000 kalorii. Kraj, który może zrealizować ten postulat jest krajem rozwiniętym.
- „Sztuczne”, zaproponowane przez naukę - np. HDI (Human Development Index), indeks rozwoju społecznego jako złożenie trzech elementów: PKB w dolarach USA na 1 mieszkańca, przeciętna długość życia, wykształcenie, jako zmienna złożona z dwóch elementów tj. ilość lat nauki i procent analfabetów.
- W ujęciu pieniężnym, czyli makroekonomiczne mierniki w ujęciu wartościowym, z których najbardziej znanym jest Produkt Narodowy Brutto (PKB)¹.

Na potrzeby niniejszego opracowania przyjęto, że miernikiem wzrostu gospodarczego jest PKB w cenach bieżących mierzony parytetem siły nabywczej na 1 mieszkańca. Na rys. 1 przedstawiono rozkład PKB dla badanych regionów UE. Można zaobserwować wyraźnie dominujący przedział od 20000 do 30000 euro na 1 mieszkańca. Średni poziom PKB wynosi 24 526,87 euro na mieszkańca, jednakże poszczególne wartości dla regionów są silnie zróżnicowane, o czym informuje odchylenie standardowe na poziomie 9 782,40 euro na mieszkańca oraz różnica pomiędzy maksymalnym i minimalnym poziomem PKB w regionach. Należy zauważyć, że występują nieliczne regiony o bardzo wysokim poziomie PKB, natomiast 6% badanych regionów charakteryzuje się PKB nie wyższym niż 10 000 euro na mieszkańca.

¹ Noga M., 2008. *Co decyduje o rozwoju gospodarczym*. (w:) J. Koch (red. nauk.). *Wzrost gospodarczy a innowacje*. Publikacja pokonferencyjna, Politechnika Wroclawska, Wroclawskie Centrum Transferu Technologii, Wrocław, s. 8.



Źródło: opracowanie własne.

Rys. 1. Rozkład PKB w cenach bieżących mierzony parytetem siły nabywczej na 1 mieszkańca

Biorąc pod uwagę średnią i odchylenie standardowe PKB wyznaczono cztery przedziały wzrostu gospodarczego, które posłużyły do klasyfikacji badanych regionów ze względu na poziom PKB (tabela 1).

Tabela 1. Przedziały wzrostu gospodarczego oraz liczba regionów w przedziałach

Rodzaj wzrostu gospodarczego	Przedział	Liczba regionów w przedziale
bardzo wysoki	<min; średnia – odchylenie standardowe)	22
wysoki	<średnia – odchylenie standardowe; średnia)	89
przeciętny	<średnia; średnia + odchylenie standardowe)	74
niski	<średnia + odchylenie standardowe; max>	32
Ogółem		217

Źródło: opracowanie własne.

Otrzymane klasy pozwoliły na nazwanie czterech poziomów wzrostu gospodarczego: bardzo wysoki, wysoki, przeciętny i niski. Bardzo wysokim wzrostem gospodarczym charakteryzuje się 22 regiony, wśród których znalazły się jednostki terytorialne główne z Niemiec, Wielkiej Brytanii, Holandii, Austrii, Finlandii, Da-

nii i Szwecji. Najwięcej regionów zakwalifikowano jako regiony o wysokim wzroście gospodarczym, nie było tam jednak regionów z Polski. Trzy nasze województwa (mazowieckie, śląskie i dolnośląskie) zakwalifikowano jako regiony o przeciętnym wzroście gospodarczym. Pozostałe województwa charakteryzują się niskim wzrostem gospodarczym, jak pozostałe 19 regionów z klasy o najniższym wzroście gospodarczym. W grupie tej znalazły się regiony z nowych państw członkowskich UE, takich jak Rumunia, Bułgaria czy Węgry.

2. Innowacyjność w regionach UE

Pojęcie regionalnej innowacyjności odnosi się do określenia regionalnych czynników wpływających na zdolność innowacyjną firm zwiększającą zainteresowanie analizowaniem innowacji na poziomie regionalnym. Regionalne różnice w poziomach działalności innowacyjnej polegają na identyfikowaniu głównych cech i czynników, które promują innowacje, działalność B+R określonych sektorów na poziomie regionalnym i mogą pomóc w procesach innowacyjnych oraz ocenie z punktu widzenia polityki innowacyjnej regionu².

Narzędziem oceny innowacyjności powstałym jako agregacja danych międzynarodowego programu badań statystycznych innowacji CIS (Community Innovation Survey) jest European Innovation Scoreboard³. Zalecane przez Europejską Kartę Wyników Innowacyjności 2007 (EIS2007) wskaźniki wejścia dotyczą sił napędowych innowacji, kreowania wiedzy, innowacyjności i przedsiębiorczości, zaś wskaźniki wyjścia koncentrują się wokół wdrożenia oraz własności intelektualnej.

Na potrzeby niniejszego opracowania do opisu innowacyjności początkowo rozpatrywano zbiór składający się z 23 zmiennych będących wskaźnikami wejścia i wyjścia. W rezultacie doboru merytorycznego oraz statystycznego zmiennych, do dalszej analizy wyłoniono 4 zmienne charakteryzujące regiony pod względem innowacyjności w 2008 r., tj.:

- X_1 -Personel w sektorze B+R jako procent całkowitego zatrudnienia
- X_2 -Wnioski patentowe w EPO na milion mieszkańców

² Oslo Manual. Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data. Third edition. A joint publication of OECD and Eurostat., OECD 2005, s.139.

³ Regional Innovation Scoreboard 2009. Methodology report., PRO INNO EUROPE INNO METRICS, December 2009; Regional Innovation Scoreboard 2009. PRO INNO EUROPE INNO METRICS, December 2009.

- X_3 -Nakłady na działalność badawczo-rozwojową w sektorze przedsiębiorstw w EURO na 1 mieszkańca
 - X_4 -Zatrudnienie w nauce i technice jako procent ludności aktywnej zawodowo
- Poziomy statystyk opisowych wybranych wskaźników innowacyjności przedstawiono w tabeli 2, zaś na wykresie (rys. 2.) przedstawiono kształtowanie się poszczególnych wskaźników w czterech grupach regionów o niskim, przeciętnym, wysokim i bardzo wysokim wroście gospodarczym.

Tabela 2. Podstawowe statystyki opisowe zmiennych określających innowacyjność regionów Europy

Zmienna	Średnia	Mediana	Min.	Max.	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności	Skośność
X1	0,94	0,77	0,12	3,59	0,69	72,95	1,45
X2	58,00	24,65	0,18	391,04	75,84	130,77	2,17
X3	272,53	134,80	0,40	2077,40	368,54	135,23	2,30
X4	35,92	35,60	12,80	63,10	8,28	23,05	0,09

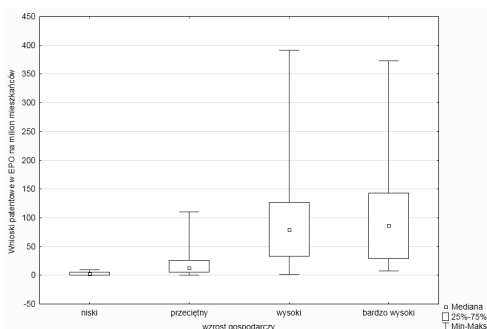
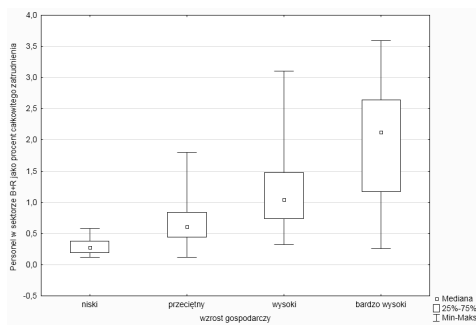
Źródło: opracowanie własne na podstawie.

Czynnikiem kształtującym innowacyjność na poziomie krajowym czy też regionalnym jest personel zatrudniony w sektorze B+R. Trudno wyobrazić sobie kreowanie wynalazków innowacji czy wdrażanie patentów z pominięciem czynnika ludzkiego. Wiedza kadry badawczej jest nie do przecenienia. Dla badanych regionów średni udział w całkowitym zatrudnieniu personelu z sektora B+R wynosi 0,94%, ale wskaźnik tej wykazuje się dość silnym zróżnicowaniem dla badanych regionów (współczynnik zmienności równy 72,95%). Większość regionów charakteryzuje się poziomem tego wskaźnika niższym od średniej (dodatnia skośność). Związek pomiędzy omawianą zmienną a wzrostem gospodarczym widać wyraźnie na wykresie (rys.2), gdzie dla klas regionów o niższym PKB obserwujemy niższy udział personelu zatrudnionego w sektorze B+R.

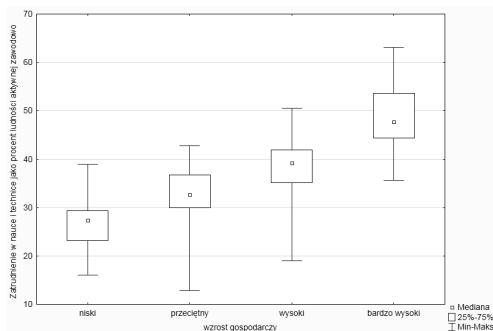
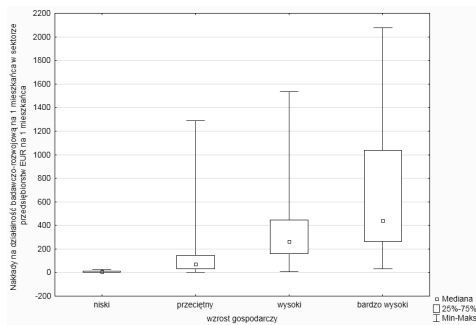
Jedynym ze sposobów pomiaru tempa wprowadzania innowacji produktowych jest wskaźnik liczby nowych wniosków patentowych. Wskaźnik mierzy liczbę patentów w Europejskim Biurze Patentowym. Dla badanych 217 regionów średni poziom omawianego wskaźnika wynosi 58 wniosków na milion mieszkańców, jednak zmienna ta charakteryzuje się bardzo silnym zróżnicowaniem, o czym informuje poziom współczynnika zmienności (130,77%). Warto zwrócić uwagę na zakres zmienności liczby wniosków patentowych, minimalny poziom 0,18 odnotowano w polskim regionie Warmińsko-Mazurskim, naj-

wyższy zaś poziom 391,04 występował w austriackim regionie Vorarlberg. Zdolność firm do wprowadzania nowych produktów niewątpliwie określa ich wzrost gospodarczy. Mediana wniosków patentowych jest wyraźnie większa w regionach charakteryzujących się wysokim oraz bardzo wysokim wzrostem gospodarczym (rys. 2).

Nakłady na działalność badawczo-rozwojową w procentach PKB w sektorze przedsiębiorstw dla badanych 217 regionów przyjęły średni poziom na 1 mieszkańca 272,52 euro, zaś wartości poszczególnych wskaźników w regionach różnią się od średniego poziomu przeciętnie o 134,80 euro. Wskazuje to na silne zróżnicowanie regionów UE pod względem nakładów na działalność B+R w sektorze przedsiębiorstw (współczynnik zmienności wynosi 135,23%). Wskaźnik ten opisuje zastosowanie nowej wiedzy w firmach. Jest to szczególnie ważne w sektorach opartych na nauce (np.: farmaceutyka, substancje chemiczne i niektóre obszary elektroniki), gdzie najnowsza wiedza jest kreowana, a także w laboratoriach B+R. Najwyższe poziomy nakładów na działalność badawczo-rozwojową w sektorze przedsiębiorstw występują w regionach niemieckich, duńskich, szwedzkich oraz regionach zlokalizowanych w Wielkiej Brytanii.. Najniższy poziom nakładów na działalność B+R w sektorze przedsiębiorstw odnotowano w regionach polskich, bułgarskich i rumuńskich. Warto też zauważyć, że wraz ze wzrostem wzrostu gospodarczego regionu wzrasta udział nakładów na działalność B+R w sektorze przedsiębiorstw (por. rys.2). Ponadto, jak ilustruje wykres, poziomy tego wskaźnika w grupie regionów o nietypowo niskim wzroście gospodarczym charakteryzują się niższym zróżnicowaniem niż regiony o wzroście wysokim. Informuje o tym wysokość „pudełka”, którego podstawy stanowią wartości kwartyli (dolnego i górnego).



cd. rys. 2.



Źródło: opracowanie własne.

Rys. 2. Poziomy środkowe oraz zróżnicowanie zmiennych diagnostycznych w badanych regionach UE w grupach wzrostu gospodarczego

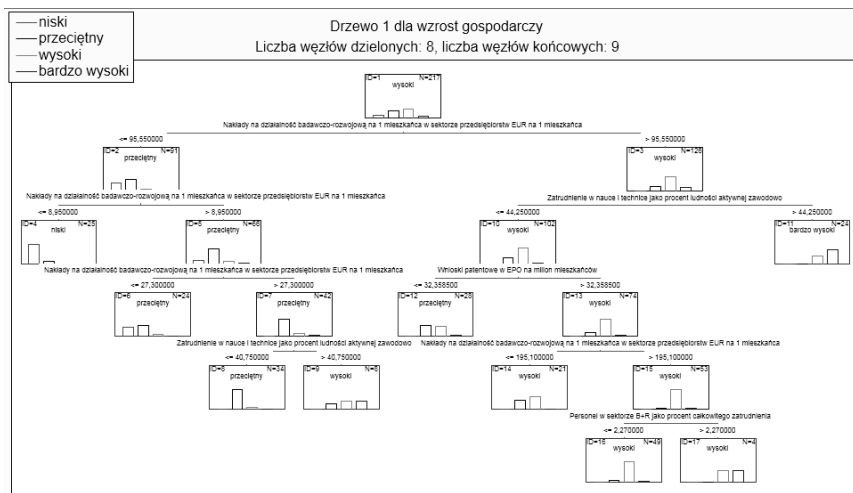
Kolejnym rozpatrywanym wskaźnikiem innowacyjności jest zatrudnienie w nauce i technice wyrażone w procencie ludności aktywnej zawodowo. Średni poziom tej zmiennej dla badanych regionów wyniósł 35,92%. Poziom tego wskaźnika jest najmniej zróżnicowany w porównaniu do innych wybranych wskaźników innowacyjności, co oznacza, że w badanych regionach zatrudnienie w nauce i technice w procentach ludności aktywnej zawodowo nie różni się znacznie od średniego poziomu.

3. Klasyfikacja regionów UE ze względu na wzrost gospodarczy przy uwzględnieniu innowacyjności – wykorzystanie drzew klasyfikacyjnych

Jedną z metod statystycznej analizy wielowymiarowej są drzewa klasyfikacyjne (classification trees), które są zbiorem warunków logicznych pozwalających zaklasyfikować badane obiekty. Drzewa klasyfikacyjne wykorzystuje się do wyznaczenia przynależności przypadków lub obiektów do klas jakościowej zmiennej zależnej na podstawie pomiarów jednej lub więcej zmiennych objaśniających (predyktorów). Drzewa klasyfikacyjne dają się prosto przedstawiać graficznie, co sprawia, że są łatwiejsze w interpretacji niż czysto liczbowe wyniki⁴.

⁴ Szczegółowe informacje na temat metody klasyfikacji za pomocą drzew klasyfikacyjnych można znaleźć m.in. w: Gatnar E., Walesiak M. (red.), 2004. *Metody statystycznej analizy wielowymiarowej w badaniach marketingowych*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław.

W ocenie wzrostu gospodarczego regionów UE za jakościową zmienną zależną przyjęto wzrost gospodarczy w czterech wariantach: niski, przeciętny, wysoki i bardzo wysoki. Zmiennymi objaśniającymi zostały wskaźniki opisujące innowacyjność regionów.



Źródło: opracowanie własne.

rys. 3. Klasyfikacja regionów UE pod względem wzrostu gospodarczego ze względu na wskaźniki innowacyjności za pomocą drzewa klasyfikacyjnego

Z otrzymanej klasyfikacji wynika, że najczęściej regiony o wysokim wroście gospodarczym charakteryzują się nakładami na działalność badawczo-rozwojową w sektorze przedsiębiorstw na 1 mieszkańca większymi niż 95,55 euro oraz zatrudnieniem w nauce i technice powyżej 44,25% aktywnych zawodowo. Natomiast regiony o najniższym wroście gospodarczym cechują się najczęściej nakładami na działalność badawczo-rozwojową w sektorze przedsiębiorstw na 1 mieszkańca mniejszymi niż 8,95 euro.

Regiony o przeciętnym wroście gospodarczym osiągają nakłady na działalność B+R w sektorze przedsiębiorstw większe niż 27,3 euro na mieszkańca, a zatrudnienie w nauce i technice wynosi poniżej 40,75% aktywnych zawodowo.

W grupie regionów o wysokim wroście gospodarczym znajdują się najczęściej takie, gdzie nakłady na działalność badawczo-rozwojową w sektorze przedsiębiorstw na 1 mieszkańca są pomiędzy 95,55 euro a 195,1 euro oraz liczba wniosków patentowych na mieszkańca jest większa niż 32,36.

Wykorzystanie drzew klasyfikacyjnych do grupowania regionów pod względem wzrostu gospodarczego pozwoliło na wskazanie poziomów liczbowych zmiennych opisujących innowacyjność, które kwalifikują regiony do odpowiednich klas wzrostu gospodarczego. Przeprowadzona analiza wykorzystując drzewa klasyfikacyjne pozwoliła na określenie poziomów wybranych wskaźników innowacyjności, które zaliczają regiony do konkretnego wymiaru wzrostu gospodarczego. Regiony odznaczające się najwyższym poziomem rozwoju innowacyjnego zostały zaliczone do wymiaru o wysokim wzroście gospodarczym. Podobnie regiony, w których najslabiej rozwija się gospodarka innowacyjna zaliczone zostały do wymiaru o niskim wzroście gospodarczym.

Piśmiennictwo

1. Gatnar E., Walesiak M. (red.), 2004. *Metody statystycznej analizy wielowymiarowej w badaniach marketingowych*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław.
2. Noga M., 2008. *Co decyduje o rozwoju gospodarczym*. (w:) J. Koch (red. nauk.). *Wzrost gospodarczy a innowacje*. Publikacja pokonferencyjna, Politechnika Wroclawska, Wrocławskie Centrum Transferu Technologii, Wrocław,
3. Oslo Manual. Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data. Third editio. A joint publication of OECD and Eurostat., OECD 2005.
4. Regional Innovation Scoreboard 2009. Methodology report., PRO INNO EUROPE INNO METRICS, December 2009.
5. Regional Innovation Scoreboard 2009. PRO INNO EUROPE INNO METRICS, December 2009.

Zastosowanie wybranych metod wielowymiarowej analizy porównawczej w hierarchizacji polskich uczelni¹

Application selected methods of multidimensional comparative analysis to a hierarchy of Polish universities

Marta Jarocka

Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, Katedra Informatyki Gospodarczej i Logistyki

Abstract

The article presents the possibility of using selected methods of multivariate analysis in the design of comparative ranking of universities. The set of potential diagnostic variables created by the Chapter of ranking of universities in Poland – ranking of “Perspektywy” and “Rzeczpospolita” by their informative value was verified. The classical and median coefficient of variation to analyze discriminative ability the variables were used, and the parametric method proposed by Z. Hellwig to investigate the degree of correlation of the variables was used. For the construction of university ranking one of the methods of multidimensional comparative analysis – miara Hellwiga was used.

Keywords: multidimensional comparative analysis, ranking, universities

Wprowadzenie

Spośród wielu różnorodnych instytucji, uczelnie są jednymi z najczęściej publicznie ocenianych i klasyfikowanych. Co roku na świecie publikowane są licz-

¹ Artykuł powstał w ramach projektu badawczego finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki, nr N N111 530140.

ne rankingi szkół wyższych. Wzbudzają one zainteresowanie nie tylko wśród kandydatów na studia, ale również wśród pracowników ocenianych uczelni, pracodawców czy też polityków. Stały się one także tematem wielu dyskusji naukowych, dotyczących przede wszystkim zagadnień związanych z doбором kryteriów i ich wag, sposobem prezentacji wyników oraz wiarygodnością danych.

Wyniki rankingów uczelni – obok wyników instytucji akredytacyjnych oceniających i kontrolujących jakość kształcenia – stanowią dodatkowe źródło informacji porównawczej. Z roku na rok, coraz bardziej oddziałują one na instytucje szkolnictwa wyższego i ich otoczenie, wpływając m.in. na rządową politykę finansowania uczelni². Dlatego też ważne jest, aby jednostki opracowujące rankingi przedstawiały opinii publicznej możliwie obiektywny obraz uczelni. Powinny one gwarantować wysoką jakość swojej pracy w zakresie pozyskiwania danych, stosowanej metodyki oraz prezentacji wyników.

Jakość oceny szkół wyższych w dużym stopniu zależy od wiarygodności informacji na ich temat, ale również od sposobu przetwarzania tych informacji. Uszeregowanie uczelni ze względu na liczne zbiory cech je charakteryzujących oraz dyskusyjność kryteriów nie jest procesem prostym. W związku z powyższym, w artykule zaprezentowano możliwość zastosowania metod wielowymiarowej analizy porównawczej w hierarchizacji szkół wyższych.

1. Wielowymiarowa analiza porównawcza w hierarchizacji uczelni

W badaniach empirycznych, w których analizuje się wiele jednostek opisanych za pomocą więcej niż jednej cechy, wykorzystuje się metody wielowymiarowej analizy porównawczej. Wielowymiarowa analiza porównawcza (WAP) stanowi „spójny formalnie zespół metod statystycznych służących do celowego doboru informacji o elementach pewnej zbiorowości i do wykrywania prawidłowości we wzajemnych relacjach między nimi”³. Inna definicja WAP mówi, że „jej zadaniem jest uporządkowanie względnie jednorodnego zbioru obiektów (lub cech) w celu podejmowania decyzji dotyczących wyboru obiektu (lub cechy) według z góry ustalonego kryterium”⁴. Problematyka badań WAP obejmuje⁵:

² Nazarko J., Kuźmicz A. K., Urban J., 2009. *Benchmarking szansą poprawy pozycji konkurencyjnej polskich uczelni*. Nauka i Szkolnictwo Wyższe 2, s. 60-72.

³ Gorzelak G., 1981. *Statystyczna analiza porównawcza – teoria a praktyka*. Wiadomości statystyczne 8, s. 16-19.

⁴ Borys T., 1982. *Przedmiot i podział statystyki i ekonometrii – artykuł dyskusyjny*. Wiadomości Statystyczne5, s. 9-12.

- hierarchizację obiektów i ich zbiorów w wielowymiarowej przestrzeni cech,
- wyodrębnienie jakościowo jednorodnych podzbiorów obiektów,
- badanie strukturalnej konfiguracji homogenicznych skupień oraz analizę relacji pomiędzy poszczególnymi obiektami, a także pomiędzy obiektami i ich skupieniami,
- wybór najistotniejszych cech, określenie wag oraz ocena siły i kierunku ich wpływu na zmienną syntetyczną,
- metody budowy zmiennych syntetycznych, zasady normowania i agregacji zmiennych, wyznaczenie wzorców rozwoju, itp.,
- badanie prawidłowości dynamiczno strukturalnych rozwoju, optymalne strategie rozwoju, itp.

Główną ideą wielowymiarowej analizy porównawczej jest stworzenie zagregowanego wskaźnika, nazywanego też zmienną syntetyczną, który stanowi podstawę hierarchizacji badanych obiektów ze względu na poziom wielocechowego zjawiska. Jako pierwszy miarę taką zaproponował Z Hellwig, konstruując tzw. *syntetyczną miarę rozwoju* do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr⁶.

Konstrukcja zmiennej syntetycznej różni się w zależności od: (i) sposobu uwzględniania stymulant i destymulant; (ii) sposobu ustalania współrzędnych wzorca rozwoju; (iii) procedury normowania zmiennych; (iv) postaci analitycznej funkcji agregującej oraz (v) wag cech diagnostycznych⁷. Etapy jej konstrukcji zostały szeroko omówione w wielu pracach. Na szczególną uwagę zasługuje publikacja przygotowana wspólnie przez OECD (the Statistics Directorate and the Directorate for Science, Technology and Industry) i Econometrics and Applied Statistics Unit of the Joint Research Centre (JRC) of the European Commission in Ispra *Handbook on Constructing Composite Indicators, 2008*⁸.

W związku z tym, iż tworzone listy rankingowe szkół wyższych bazują na wielu charakterystykach uczelni, do metodyki konstrukcji rankingu zasadne jest włączenie metod wielowymiarowej analizy porównawczej.

⁵ Kurkiewicz J., Pocięcha J., Zając K., 1991. *Metody wielowymiarowej analizy porównawczej w badaniach rozwoju demograficznego*. Szkoła Główna Handlowa, Instytut Statystyki i Demografii, Monografie i Opracowania 336, Warszawa.

⁶ Hellwig Z., 1968. *Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr*. Przegląd Statystyczny 4, s. 307-326.

⁷ Kurkiewicz J., Pocięcha J., Zając K., 1991. *Metody wielowymiarowej analizy porównawczej w badaniach rozwoju demograficznego*. Szkoła Główna Handlowa, Instytut Statystyki i Demografii, Monografie i Opracowania 336, Warszawa.

⁸ *Handbook on Constructing Composite Indicators*. OECD Publishing, 2008.

Obecne listy rankingowe w swojej metodyce wykorzystują kryteria i ich wagi, które dobierane są arbitralnie. Dodatkowo, bardzo duża liczba zmiennych kryterialnych uwzględnianych w większości rankingów – co tylko iluzorycznie wpływa na ich rzetelność – „rozmywa” klasyfikację, co skutkuje osłabieniem roli informacyjnej rankingów. Wyniki każdego rankingu w dużym stopniu zależą od prawidłowego określenia jego kryteriów. Zbiór potencjalnych cech uczelni wyłoniony przez grupę ekspertów opracowującą ranking powinien zostać poddany weryfikacji statystycznej.

Do podstawowych przesłanek stosowania metod WAP w konstrukcji rankingów szkół wyższych zaliczyć można: (i) możliwość wyboru najlepszych cech diagnostycznych; (ii) redukcję dużej ilości posiadanych informacji o szkołach wyższych do podstawowych kryteriów; (iii) szacowanie ważności cech charakteryzujących uczelnie oraz siły wpływu, jaki wywierają one na ranking; (iv) wyodrębnienie jednorodnych grup uczelni pod względem opisujących je właściwości; (v) hierarchizację uczelni; (vi) ekonomiczność, czyli zmniejszenie nakładów czasu i kosztów zbierania danych o szkołach wyższych poprzez skoncentrowanie się na najistotniejszych – zarówno z punktu widzenia merytoryczno-formalnego, jak i statystycznego – informacjach.

2. Metodyka konstrukcji rankingu szkół wyższych

Do konstrukcji listy rankingowej uczelni wykorzystano dane dotyczące 90 polskich uczelni zaprezentowane w Rankingu Szkół Wyższych „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej” 2011, w którym wykorzystano 32 cechy podzielone na sześć kryteriów podrzędnych: prestiż, innowacyjność, potencjał naukowy, efektywność naukowa, warunki studiowania oraz umiędzynarodowienie studiów (tabela 1). W zbiorze charakterystyk uczelni występują wyłącznie cechy metryczne⁹.

Tabela 1. Kryteria i cechy wykorzystane do oceny polskich uczelni w Rankingu Szkół Wyższych 2011 „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej”

Kryteria	Cechy	Oznaczenie
Prestiż	preferencje pracodawców	X1
	ocena przez kadrę akademicką	X2

⁹ Jednostki miar cech są zaprezentowane na stronie internetowej http://www.perspektywy.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=3857&Itemid=832, stan z dn. 16.02.2012.

cd. Tabeli 1.

	uznania międzynarodowe	X3
	wyбір olimpijczyków	X4
Innowacyjność	patenty, prawa ochronne i licencje	X5
	pozyskane środki z UE	X6
	zaplecze innowacyjne uczelni	X7
Potencjał naukowy	ocena parametryczna	X8
	uprawnienia do nadawania stopni naukowych	X9
	nasylenie kadry osobami o najwyższych kwalifikacjach	X10
	akredytacje	X11
Efektywność naukowa	rozwój kadry własnej	X12
	nadane stopnie naukowe	X13
	efektywność pozyskiwania zewnętrznych środków finansowych na badania	X14
	publikacje	X15
	cytowania	X16
	h-indeks	X17
	udział uczelni w 7, Programie Ramowym UE	X18
	studia doktoranckie	X19
Warunki studiowania	dostępność dla studentów kadr wysokokwalifikowanych	X20
	zbiory elektroniczne	X21
	zbiory drukowane	X22
	warunki korzystania z biblioteki	X23
	dostępność uczelni dla studentów zamiejscowych	X24
	osiągnięcia sportowe	X25
Umieździarodowienie studiów	programy studiów prowadzone w j. obcych	X26
	studiujący w j. obcych	X27
	wymiana studencka (wyjazdy)	X28
	wymiana studencka (przyjazdy)	X29
	studenci obcokrajowcy	X30
	nauczyciele akademicy z zagranicy	X31
	wykłady w j. obcych	X32

Źródło: opracowanie własne na podstawie strony internetowej „Perspektyw”: http://www.perspektywy.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=3857&Itemid=832, stan z dnia: 11. 08. 2011 r.

Konstrukcja listy rankingowej z wykorzystaniem wybranych metod wielowymiarowej analizy porównawczej składała się z dwóch głównych etapów:

ETAP 1. Statystyczny dobór zmiennych,

ETAP 2. Hierarchizacja szkół wyższych.

W pierwszym etapie badania zbiór potencjalnych zmiennych diagnostycznych opracowany przez Kapitułę Rankingu Szkół Wyższych „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej” zweryfikowano ze względu na ich wartość informacyjną. Ze zbioru wielkości kryterialnych wykluczono te, które charakteryzowały się małą zdolnością dyskryminacyjną lub powielały informacje niesione przez inne cechy. Do analizy zdolności dyskryminacyjnej cech wykorzystano klasyczny oraz pozycyjny współczynnik zmienności¹⁰. Do eliminacji cech silnie skorelowanych z innymi zaproponowano parametryczną metodę klasyfikacji cech¹¹.

Etap drugi badania, którego celem była hierarchizacja uczelni, polegał na zastosowaniu jednej z metod porządkowania liniowego – metody syntetycznego rozwoju miernika Z. Hellwiga¹². Pozwala ona uporządkować analizowane obiekty poprzez porównanie ich z obiektem wzorcem.

Następnie dokonano komparacji wyników dwóch rankingów: rankingu uzyskanego w wyniku badania empirycznego z wykorzystaniem metod wielowymiarowej analizy porównawczej oraz Rankingu Szkół Wyższych „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej”.

3. Wyniki i wnioski

W wyniku zastosowania statystycznych procedur w procesie doboru cech diagnostycznych, ze zbioru potencjalnych charakterystyk opisujących uczelnie zostało wyeliminowanych osiem: X2, X6, X11, X17, X18, X19, X20, X26. Okazało się, że są one silnie skorelowane z innymi cechami (za wartość progową współczynnika korelacji przyjęto 0,7).

W kolejnym etapie badania, w oparciu o wartości dobranych cech charakteryzujących poszczególne uczelnie, dokonano porządkowania szkół. Na podstawie macierzy wystandaryzowanych cech diagnostycznych uczelni, wyznaczono współrzędne jednostki wzorcowej, na podstawie formuły: $z_{oj} = \max_i \{z_{ij}\}$, gdzie $i = 1, \dots, n$, $j = 1, \dots, m$. Następnie, stosując metrykę euklidesową

¹⁰ Młodak A., 2006. *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*. Difin, Warszawa.

¹¹ Hellwig Z., 1981. *Wielowymiarowa analiza porównawcza i jej zastosowanie w badaniach wielowymiarowych obiektów gospodarczych*. (w:) W. Welfe (red.). *Metody i modele ekonomiczno-matematyczne w doskonaleniu zarządzania gospodarką socjalistyczną*. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, s. 46-68.

¹² Hellwig Z., 1968. *Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr*. Przegląd Statystyczny 4, s. 307-326.

$$d_{i0} = \left[\sum_{j=1}^m (z_{ij} - z_{0j})^2 \right]^{0,5}, \quad i = 1, \dots, n, \text{ obliczono odległości każdej uczelni od}$$

wzorca. Po wyznaczeniu miar syntetycznych definiowanych jako¹³

$$s_i = 1 - \frac{d_{i0}}{\bar{d}_0 + 2S(d_0)}, \text{ gdzie } \bar{d}_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_{i0}, S(d_0) = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_{i0} - \bar{d}_0)^2 \right]^{0,5}, \text{ utwo-}$$

rzono listę rankingową. W tabeli 2 przedstawiono otrzymane wartości zmiennych syntetycznych oraz pozycje pierwszych dziesięciu szkół wyższych w uzyskanej klasyfikacji.

Tabela 2. Wyniki porządkowania liniowego pierwszych 10 szkół wyższych

Uczelnia	Wartość zmiennej syntetycznej	Pozycja uczelni w rankingu (WAP)	Pozycja uczelni w rankingu „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej”
Uniwersytet Jagielloński	0,433	1	2
Uniwersytet Warszawski	0,395	2	1
Politechnika Warszawska	0,369	3	3
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu	0,337	4	4
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie	0,310	5	6
Politechnika Wrocławska	0,287	6	5
Politechnika Łódzka	0,285	7	8
Uniwersytet Wrocławski	0,266	8	7
Uniwersytet Łódzki	0,265	9	14
Akademia L. Koźmińskiego w Warszawie	0,258	10	25

Źródło: opracowanie własne.

W celu porównania uzyskanego w badaniu rankingu z oryginalnym opublikowanym w 2011 roku rankingiem obliczono współczynnik korelacji rang Spearmana, który wyniósł 0,94.¹⁴ Wynik ten świadczy o istotnym stopniu skorelowania analizowanych klasyfikacji. Ale czy dla ocenianych jednostek spadek ich pozycji chociażby o jedno lub dwa miejsca jest bez znaczenia? Na pewno nie, chociażby

¹³ Panek T., 2009. *Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej*. Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa, s. 69.

¹⁴ Stosując test istotności współczynnika korelacji rang Spearmana na poziomie istotności 0,05 okazało się, że współczynnik korelacji jest istotnie różny od zera ($u=8,868$).

z punktu widzenia tych, którzy rywalizują między sobą w pierwszej dziesiątce, a nawet dwudziestce.

Dla wyraźniejszej komparacji wyników dwóch rankingów w tabeli 3 przedstawiono liczbę uczelni, których pozycja uległa zmianie w stosunku do pozycji w Rankingu Szkół Wyższych „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej”, przypisaną liczbie „przesunięć” pozycji uczelni w utworzonym rankingu.

Tabela 3. Liczba uczelni, których pozycja uległa zmianie oraz liczba „przesunięć” pozycji uczelnie w utworzonym rankingu w stosunku do rankingu „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej”

Liczba „przesunięć” pozycji uczelni w rankingu w stosunku do rankingu Perspektyw	Liczba uczelni, których pozycja uległa zmianie w stosunku do rankingu Perspektyw		Liczba „przesunięć” pozycji uczelni w rankingu w stosunku do rankingu Perspektyw	Liczba uczelni, których pozycja uległa zmianie w stosunku do rankingu Perspektyw
0	4		11	6
1	17		12	4
2	13		13	1
3	9		14	1
4	6		15	4
5	5		...	0
6	4		27	1
7	5		...	0
8	4		31	1
9	2		...	0
10	2		37	1

Źródło: opracowanie własne.

Z zestawienia zawartego w tabeli 3 wynika, że szkoły wyższe najczęściej zmieniły swoje miejsce rankingowe o 1 pozycję (17 uczelni) oraz o 2 pozycje (13 uczelni) w stosunku do rankingu „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej”. Tylko 4 uczelnie z 90 analizowanych uplasowały się na tym samym miejscu. Wraz ze zwiększającą się liczbą „przesunięć” uczelni w klasyfikacji zaobserwowano tendencję spadkową liczby analizowanych obiektów. Porównując rankingi stwierdzono, że 3 uczelnie zmieniły swoje pozycje odpowiednio aż o 27, 31 i 37 miejsc.

Z powyższego zestawienia wynika, iż zastosowanie metod statystyki wielowymiarowej w hierarchizacji jednostek wpływa na jej wyniki. Pomimo wysokiego stopnia skorelowania analizowanych rankingów, z punktu widzenia ocenianych uczelni, przesunięcia na listach rankingowych są znaczące.

4. Podsumowanie

Bezpośrednie porównanie analizowanych uczelni ze względu na liczne zbiory cech je charakteryzujących jest zadaniem niemożliwym. Do konstrukcji rankingów przydatne są metody wielowymiarowej analizy porównawczej. Pozwalają one – poprzez stworzenie zagregowanego wskaźnika, uwzględniającego wszystkie przyjęte do oceny kryteria – uporządkować obiekty, a następnie dokonać ich porównania. W artykule w pierwszym etapie badania dokonano statystycznego doboru cech diagnostycznych do uporządkowania uczelni. Okazało się, że 8 z 32 charakterystyk szkół wyższych powieliło informacje niesione przez inne cechy. Następnie wykorzystując jedną z metod porządkowania liniowego – metody syntetycznego rozwoju miernika Z. Hellwiga – dokonano hierarchizacji uczelni. Różnice w wynikach dwóch rankingów spowodowane są głównie tym, iż twórcy rankingu „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej” wykorzystują do jego budowy zróżnicowane wagi, których metoda Hellwiga nie uwzględnia. Autorka w przyszłych swoich badaniach planuje wyjaśnić przyczyny braku stabilności ocen w przypadku obiektów, których pozycja w obu analizowanych klasyfikacjach uległa znacznej zmianie.

Piśmiennictwo

1. Borys T., 1982. *Przedmiot i podział statystyki i ekonometrii – artykuł dyskusyjny*. Wiadomości Statystyczne 5, s. 9-12.
2. Gorzelak G., 1981. *Statystyczna analiza porównawcza – teoria a praktyka*. Wiadomości statystyczne 8, s. 16-19.
3. *Handbook on Constructing Composite Indicators*, OECD Publishing, 2008.
4. Hellwig Z., 1968. *Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr*. Przegląd Statystyczny 4, 1968, s. 307-326.
5. Hellwig Z., 1981. *Wielowymiarowa analiza porównawcza i jej zastosowanie w badaniach wielowymiarowych obiektów gospodarczych*. (w:) W. Welfe (red.). *Metody i modele ekonomiczno-matematyczne w doskonaleniu zarządzania gospodarką socjalistyczną*. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, s. 46-68.
6. Kurkiewicz J., Pocięcha J., Zając K., 1991. *Metody wielowymiarowej analizy porównawczej w badaniach rozwoju demograficznego*. Szkoła Główna Handlowa, Instytut Statystyki i Demografii, Monografie i Opracowania 336, Warszawa.
7. Młodak A., 2006. *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*. Difin, Warszawa.
8. Nazarko J., Kuźmich A. K., Urban J., 2009. *Benchmarking szansą poprawy pozycji konkurencyjnej polskich uczelni*. Nauka i Szkolnictwo Wyższe 2, s. 60-72.

9. Panek T., 2009. *Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej*. Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa.
10. Strona internetowa „Perspektyw”. Dokument elektroniczny, Tryb dostępu: <http://www.perspektywy.pl>, stan z dn. 7.09.2011 r.

Hybrydy metod badawczych w studiach przyszłości

Hybrids of research methods in future studies

Andrzej Magruk

Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, Katedra Informatyki Gospodarczej i Logistyki

Abstract

In the literature, there are studies on combining research methods. It can be assumed that these combinations often form hybrid structures. This paper describes the various characteristics of hybrid concept found in the sciences of the future. The analysis consists of three fields: first, closely related to foresight methods, the second method is characterized in the context of the forecasting, third involves mixed approaches..

Keywords: foresight, hybrid concept, forecasting, synergy

Wstęp

Niniejszy artykuł ma charakter przeglądowy i może stanowić wyjściowy materiał badawczy do projektowaniu systemów hybrydowych w metodyce badawczej studiów przyszłości, w których główną rolę, w ostatnich latach odgrywa foresight.

Odnosząc się do aspektu metodycznego foresight można traktować jako zestaw narzędzi i metod badawczych, sieci współpracy i know-how stanowiących swoisty pomost między obecną działalnością (biznesową, naukową, technologiczną, etc.) i niepewną, ale pożądaną przyszłością¹.

System hybrydowy w kontekście studiów przyszłości jest nastawioną na określony wynik, konstrukcją integrującą wybrane dostępne techniki, metody, narzędzia, o odmiennej charakterystyce, w jedną spójną i określoną strukturę, stanowią-

¹ Jemala M., 2010. *Evolution of foresight in the global historical context*. Foresight, Emerald 12 (4), s. 65-81.

cą logicznie uporządkowaną całość². Zastosowane metody powinny wzajemnie się uzupełniać w celu uzyskania efektu synergii³. Polega on na tym, że współdziałające metody dają wypadkowy wynik pod jakimś względem większy niż prosta suma skutków wywołanych przez każdą technikę z osobna⁴.

1. Kombinacja metod badawczych w kontekście foresightu

W rozdziale scharakteryzowano kombinację metod foresightowych w ujęciu ogólnym oraz szczegółowym – odnoszącym się do wybranych inicjatyw.

Praktycy foresightu jako główną bezpośrednią korzyść z kombinacji metod badawczych uznają głębsze i klarowne zrozumienie przedmiotu badań i wszystkich kwestii, które są z nim bezpośrednio związane, to jest:

- przyczyn społeczno-kulturalnych – aby dostosować się do sposobu myślenia ostatecznych odbiorców badań łączy się metody ilościowe i jakościowe;
- przyczyn społeczno-politycznych – w celu zapewnienia zasadności przeprowadzania procesu foresight praktycy foresightu łączą metody bottom-up z metodami top-down;
- przyczyn społeczno-gospodarczych – w celu lepszego zrozumienia i wykorzystania wyników końcowych przez sponsorów i organizatorów foresightu kombinowane są metody rozumiane przez socjologów i polityków;
- przyczyn zasobowo-czasowych – w celu zrównoważenia wykorzystania zasobów rzeczowych (papier, tusz) oraz czasu pracy wykorzystuje się kombinację metod opartych na środowisku wirtualnym oraz opartych na środowisku realnym;
- sposobu postrzegania czasu – odnoszącego się do kombinacji metod normatywnych i eksploracyjnych⁵.

F. Tilley oraz T. Fuller synergii w kombinacji metod foresightowych i ich roli w badaniu małych firm i zrównoważonego rozwoju charakteryzowali jako:

- połączenie przeszłości, teraźniejszości i przyszłości;

² Stanek M., *Systemy hybrydowe*. Witryna internetowa. Tryb dostępu: www.scribd.com/doc/13570154/Michal-StanekSystemy-Hybrydowe, stan z dn. 12.01.2011 r.

³ Twardochleb M., 2003. *Praktyczne problemy stosowania metod hybrydowych w rozwiązywaniu zadań optymalizacji funkcji o dużej liczbie zmiennych*. Materiały VIII Naukowej Sesji Informatyki, Szczecin.

⁴ Krzyżanowski L. J., 1999. *O podstawach kierowania organizacjami inaczej: paradygmaty, modele, metafory, filozofia, metodologia, dylematy, trendy*. Wydawnictwo PWN, Warszawa, s. 194, 244.

⁵ Popper R., Korte W. B., 2004. *Xtreme Euforia: combining foresight methods*. EU-US Seminar: New Technology Foresight, Forecasting & Assessment Methods, Seville.

- określenie możliwych alternatywnych przyszłości wraz z identyfikacją i implementacją rozwiązań;
- procesową zdolność odkrywania i eksplorowania nowych percepcji starych problemów⁶.

Według M. Godeta, dzięki wspólnemu celowi – antycypacji działań – wysoki stopień synergizmu pomiędzy podejściem prospektywnym i strategicznym jest uzyskiwany między innymi dzięki kompensacji słabości jednej metody poprzez mocne strony innej metody⁷.

O. Saritas i J. Aylen w procesie kreacji polityki i strategii proponują integrację metody scenariuszowej i roadmappingu, dzięki czemu:

- roadmapping obok podejścia normatywnego staje się również metodą eksploracyjną poprzez badanie prawdopodobnych przyszłości;
- liniowy charakter roadmappingu zostaje zastąpiony podejściem opartym na kreatywności, interakcji i współpracy;
- możliwa jest reprezentacja i narracja wewnętrznie spójnych, możliwych, prawdopodobnych i pożądanых przyszłości, łatwo zrozumiałych przez szerokie grupy społeczne⁸.

W foresightcie strategicznym metody zintegrowane odpowiadają za przełamanie barier pomiędzy badaniami zorientowanymi na technologię, a badaniami zorientowanymi na rynek, jak również za znalezienie wspólnej płaszczyzny w ramach planowania strategicznego, taktycznego i operacyjnego. Najważniejsze zintegrowane metody badawcze foresightu strategicznego to: roadmapping, techniki scenariuszowe, domy jakości (*Quality Function Deployment*), wewnętrzne studia delfickie⁹. Główne typy foresightu strategicznego to: foresight konsumencki, foresight polityczny, *competitive intelligence* oraz *technology intelligence*. Trzy pierwsze można rozpatrywać w aspekcie rynkowym, a ostatnią w aspekcie technologicznym. Aspekty te mogą być zintegrowane na trzy różne sposoby: poprzez współpracę aktorów z różnych środowisk; poprzez optymalną integrację możliwych do wykorzystania metod badawczych oraz poprzez podejście systemowe¹⁰.

⁶ Tilley F., Fuller T., 2000. *Foresighting methods and their role in researching small firms and sustainability*. *Futures* 32, s. 149-161.

⁷ Godet M., 1991. *From anticipation to action. A handbook of stratégie prospective*. Préface by Joseph F. Coates, UNESCO Publishing, Paris, s. 207.

⁸ Saritas O., Aylen J., 2010. *Using scenarios for roadmapping: The case of clean production*. *Technological Forecasting & Social Change* 77, s. 1061-1075.

⁹ Rohrbeck R. H., Arnold M., Heuer J., 2007. *Strategic Foresight in multinational enterprises – a case study on the Deutsche Telekom Laboratories*. presentation, ISPIM-Asia conference, New Delhi.

¹⁰ Rohrbeck R. H., Arnold M., Heuer J., 2007. *Strategic Foresight ...*, op. cit.

W ramach charakterystyki struktur hybrydowych w obszarze studiów foresight bardzo ważne doświadczenia osiągnięto w ramach międzynarodowego projektu EU-FORIA, badającego rozwój społeczeństwa opartego na wiedzy oraz nowe sposoby organizowania, projektowania i zarządzania projektami foresight. W projekcie EU-FORIA wykorzystano i połączono dwie „twarde” (wskaźniki statystyczne, analiza wpływów krytycznych) i osiem „miękkich” (burza mózgów, panele, warsztaty, delphi, metoda scenariuszowa, SWOT, prioryteryzacja, skanowanie otoczenia) metod badawczych. Kombinacja metod odbywała się z warunkach wielokulturowych oraz ponadregionalnych, co wpłynęło na specyficzną ocenę silnych i słabych stron wynikających z zastosowania metod w pojedynkę lub w połączeniu. Ostatecznie zastosowanych metod było więcej, jednak kilka metod potraktowano jako integralną część innych¹¹.

Analiza SWOT została wykonana przez każde państwo biorące udział w projekcie. Kombinacje z innymi metodami, w szczególności obejmowały tworzenie macierzy SWOT, która była częściowym podsumowaniem pracy w ramach warsztatów eksperckich oraz wykorzystania metody wskaźników statystycznych.

Skanowanie otoczenia, w kombinacji z innymi metodami było szczególnie użyteczne przy identyfikacji nowych potencjalnych wskaźników statystycznych; przygotowaniu pytań na sesje burzy mózgów; przygotowaniu szkicu listy czynników STEEP; identyfikacji kluczowych aspektów, które powinny być brane pod uwagę przy konstrukcji scenariuszy

Krzyżową analizę wpływów połączono z modelem dynamiki systemowej, dzięki czemu model ten odzwierciedla skutki interakcji czynników zewnętrznych. Analiza wpływów krzyżowych wymaga dużej ilości opinii o warunkowym prawdopodobieństwie. Opinie te można uzyskać od ekspertów za pomocą metody delfickiej, sondaży sprofilowanych, wywiadów.

Metoda prioryteryzacji pomogła w procesie przetwarzania dużej liczby informacji uzyskanych w toku projektu. Metoda pozwoliła wyznaczyć priorytety dla każdego kraju biorącego udział w projekcie na podstawie dwóch kryteriów ważności dla kraju oraz poziomu niepewności.

W metodzie burzy mózgów wykorzystano kontekst analizy STEEP, który ukierunkował badania na konkretne czynniki. Burza mózgów odegrała znaczącą rolę w procesie projektowania i przygotowywania innych metod.

Panele narodowe były realizowane w ramach regularnych spotkań interdyscyplinarnych grup ekspertów i jednocześnie idealnym miejscem do przeprowadzania burzy mózgów, analizy SWOT, dyskusji nad tematyką delphi oraz rzetelnym środowiskiem rozwoju warsztatów międzynarodowych.

¹¹ Popper R., Korte W. B., 2004. *Xtreme Euforia ...*, op. cit.

Wskaźniki okazały się szczególnie istotne w międzynarodowych warsztatach, panelach narodowych, analizie SWOT oraz w metodzie scenariuszowej.

W wypadku analizy delfickiej zespół projektowy wykorzystywał niektóre wyniki burzy mózgów oraz analizy SWOT. Ostateczne wyniki analizy delfickiej były kształtowane w ramach krajowych paneli i warsztatów.

Scenariusze były nieodłącznym wynikiem zastosowania krajowych warsztatów i paneli czy wskaźników statystycznych.

Rezultaty metody delfickiej były użyte do przygotowania zintegrowanych scenariuszy zawierających wspólną wizję UE-15 do 2015 roku.

2. Kombinacja metod badawczych o charakterze prognostycznym

Według autorów: Ch-Ch. Lin, Y.-H. Tang, J. Z. Shyu, Y.-M. Li¹² poprzez połączenie różnych podejść prognostycznych, błędy wynikające z wadliwego założenia jednej metody, lub błędy w danych, mogą być zmniejszone zaletami drugiej metody. Przykładowo wykorzystując jednocześnie krzywe trendu i wzrostu można uzyskać cenne informacje na temat przebiegu życia danej technologii. W wypadku trendu i analogii można wykorzystać historyczne dane związane z nieprawidłowościami, w długookresowych trendach i przenieść je na potencjalne przyszłe nieprawidłowości w rozwoju danej tendencji. Scenariusze są pomocne przy łączeniu pojedynczych, szczegółowych prognoz skupiających się na różnych obszarach. Modele analiz krzyżowych są wygodnym narzędziem uwzględniającym interakcje między probabilistycznymi prognozami poszczególnych zdarzeń.

Według J. S. Armstronga¹³ wyniki z poszczególnych metod powinny być uśredniane. W takim wypadku błąd całkowity z prognozy kombinowanej nie może być większy niż średnia błędów z prognoz pojedynczych. Kombinacja prognoz powinna być dokonana w wypadku, gdy metody lub dane znacznie się od siebie różnią. R. Batchelor i P. Dua udowadniają, że dokładność prognoz jest większa, gdy liczba metod jest wysoka (do pięciu) lub gdy w obliczeniach wykorzystuje się różne typy danych.

Według M. Y. Wanga, W. T. Lana, metodami prognostycznymi, których połączenie wpływa na lepsze wyniki końcowe to analiza scenariuszowa i substytucja technologiczna. Pierwsza metoda w silny sposób zajmuje się problemem niepewnej

¹² Lin Ch-Ch., Tang Y.-H., Shyu J. Z., Li Y.-M., 2010. *Combining forecasts for technology forecasting and decision making*. Journal of Technology Management in China 5 (1), s. 69-83.

¹³ Armstrong J. S., 2006. *Findings from evidence-based forecasting: Methods for reducing forecast error*. International Journal of Forecasting 22, s. 583-598.

przeszłości, druga natomiast dostarcza prognozy o łatwych do interpretacji parametrach. Proponowany model poza zaletami metody scenariuszowej pozwala na analizę corocznego rozwoju technologicznego oraz analizę zastępowania technologii starych nowymi technologiami. Analiza scenariuszowa opiera się na niepewności nie uwzględniając często prognoz ilościowych. Metoda substytucji technologicznej tworzy z kolei prognozy ilościowe nie uwzględniając wielu czynników mających wpływ na możliwą przyszłość¹⁴.

Według J. C. Glenna i T. J. Gordona, kombinacja metod przy konstrukcji prognoz czyni je bardziej efektywnymi i solidnymi, przykładowo¹⁵:

- skanowanie otoczenia połączone z takimi metodami jak: metoda delficka, skanowanie tekstu, techniki uczestniczące potrafi zidentyfikować trendy; koło przyszłości na tej podstawie umożliwi wskazanie potencjalnych konsekwencji powodowanych tymi trendami oraz zrozumienie przebiegu tych trendów oraz potencjalnych zdarzeń; przy lepszym zrozumieniu trendów i zdarzeń możliwe jest wykorzystanie krzyżowej analizy wpływów w celu konstrukcji pytań formułowanych w procesie budowy scenariuszy;
- metoda delficka może być użyteczna przy szacowaniu prawdopodobieństwa możliwych przyszłych zdarzeń za pomocą analizy wpływu trendu;
- scenariusze mogą być całkowicie jakościowe lub w znacznym stopniu ilościowe. Gdy istnieje kilka scenariuszy konieczna jest możliwość ich integracji; istnieje wiele technik, dzięki którym jest to możliwe, na przykład analiza wpływu trendu, modelowanie i symulacje; wyniki skanowania otoczenia, opinii eksperckich, metody delfickiej są ważnymi danymi wejściowymi dla scenariuszy;
- z analizą wpływu trendów dobrze korespondują metody oparte na opiniach eksperckich; większość analiz opartych jest na szeregach czasowych w celu kreacji prognozy podstawowej; w celu jej projekcji pomocne mogą się okazać metody regresji oraz modelowania i symulacji.

W prognozowaniu, w celu minimalizacji błędów prognoz, niekiedy łączy się wybrane metody, dzięki czemu możliwe jest wyznaczenie średniej prostej lub średniej ważonej prognoz częściowych, tworząc tak zwaną prognozę kombinowaną. Umiejętna integracja kilku metod w celu stworzenia hybrydowej metody pro-

¹⁴ Wang M. Y., Lan W. T., 2007. *Combined forecast process: Combining scenario analysis with the technological substitution model*. *Technological Forecasting & Social Change* 74, s. 357-378.

¹⁵ Gordon T. J., Glenn J. C., 2004. *Integration, comparisons, and frontier of futures research methods*. presentation, EU-US Seminar: New Technology Foresight, Forecasting & Assessment Methods, Seville, s. 108, 112.

gnozowania pozwala na wykorzystanie pozytywnych cech technik składowych, przy jednoczesnej eliminacji ich wad¹⁶

3. Kombinacja różnych podejść badawczych

W ramach studiów nad przyszłością stosowanych jest wiele metod, które z założenia przejawiają cechy hybrydowości. MANOA jest kombinacją takich metod jak: koło przyszłości, mindmapping, burza mózgów, analiza wpływów krzyżowych, panele eksperckie, metoda scenariuszowa. W skład infometrii wchodzi takie metody jak: bibliometria, scientometria, cybermetria oraz webometria. Mapowanie technologii integruje wywiady/badania sondażowe z ekspertami, analizę patentową, analizę infometryczną oraz techniki wizualizacyjne. Skanowanie otoczenia realizowane jest poprzez zastosowanie takich metod jak: przegląd literatury, badanie źródeł internetowych i innych baz, warsztaty, wywiady, panele eksperckie. Analiza zawartości łączy podejście ilościowo-jakościowe na podstawie analizy informacji przekazywanych zarówno w formie: pisemnej (książki, prasa, dokumenty, strony internetowe) jak również wizualno-dźwiękowej (radio, telewizja, Internet).

Według C. Canongi, w celu budowania wizji złożonych relacji danego sektora, w celu tworzenia wartości dodanej informacji technologicznych, społecznych i rynku tendencji, a tym samym wyznaczania kierunków priorytetowego działania w krótkim, średnim i długim okresie konieczna jest synergia pomiędzy metodami analizy konkurencyjności (*competitive intelligence*), zarządzania wiedzą oraz foresightu technologicznego. Jako główne kryterium synergizmu przyjęto komplementarność pomiędzy następującymi elementami: wyznaczana wizja, cele, charakterystyczne podejścia i metody badawcze, punkt startowy oraz cel badań, spodziewane rezultaty. Łączenie metod z tych obszarów wpływa pozytywnie na wzajemne relacje pomiędzy nauką, technologią, rozwojem gospodarczym i społecznym¹⁷.

W ramach Centrum Badań Komisji Europejskiej w Sewilli (JRC-IPTS) w celu połączenia różnych podejść związanych z przyszłościowym rozwojem technologicznym wypracowano tak zwaną zorientowaną na przyszłość analizę technologiczną (*Future-Oriented Technology Analysis – FTA*) obejmującą swoim działaniem: foresight technologiczny, prognozowanie technologiczne oraz szacowanie

¹⁶ Grzeszczyk T. A., 2003. *Zintegrowana metoda prognozowania z zarządzaniu przedsiębiorstwem*. Zastosowanie metod statystycznych w badaniach naukowych II, Wydawnictwo StatSoft Polska, Kraków, bez paginacji.

¹⁷ Canongia C., 2007. *Synergy between Competitive Intelligence (CI), Knowledge Management (KM) and Technological Foresight (TF) as a strategic model of prospecting – The use of biotechnology in the development of drugs against breast cancer*. *Biotechnology Advances* 25, s. 57-74, s. 58-59.

technologiczne¹⁸. Szczególny nacisk jest położony na rozwój i twórczą kombinację metod ilościowych i jakościowych wykorzystywanych we wspomnianych trzech obszarach. Jest to proces złożony, który wymaga pełnego zrozumienia zasad epistemologicznych wynikających z kontekstu badań, przedmiotu i procesu analizy. Optymalna integracja metod badawczych wymaga solidnych przesłanek teoretycznych odpowiedniego podejścia w celu zdobycia zaufania naukowców zorientowanych w swoich badaniach na przyszłość. Jedną z najważniejszych kwestii w kontekście łączenia metod ilościowych i jakościowych jest znalezienie wspólnej płaszczyzny powiązania między nimi, oraz relacja dotycząca komplementarnych i sprzecznych aspektów stosowanych metod. W ramach FTA przyjmuje się, że nie istnieje jedna optymalna metodyka łączenia metod ilościowych i jakościowych. Wszystko zależy od kontekstu, kryteriów oraz umiejętności współdzielenia informacji przez poszczególne metody¹⁹.

Podsumowanie

R. Slaughter twierdzi, że metody związane ze studiami przyszłości stosowane pojedynczo mają wiele ograniczeń. Większość metodyk dotyczących przyszłości pozbawiona jest wymiaru paradygmatycznego. Wątpliwe jest również czy pojedyncze metody badające przyszłość mogą pozostać naprawdę pojedyncze. Założenie to wynika z natury foresightu, który opiera się na dwóch wymiarach, to jest systemie myślowym człowieka oraz na pojęciu samej przyszłości. Po trzecie, pojedyncze metody są jednostronnie racjonalistyczne. Większość metod analizuje w szczególności zewnętrzny aspekt rozwoju świata, nie badając w sposób wystarczający wymiarów wewnętrznych²⁰.

Badania autora niniejszego artykułu dowodzą, że dobierając odpowiednie metody do systemu hybrydowego, konieczne jest unikanie zjawiska ich substytucyjności przy jednoczesnym ułatwianiu integracji metod komplementarnych względem siebie.

W systemie hybrydowym łączenie, kombinacja, kojarzenie różnych typów i form wiedzy oraz informacji za pomocą metod badawczych powinno się odbywać w usys-

¹⁸ Cagnin C., Keenan M., Johnston R., Scapolo F., Barré R., 2008. *Future-Oriented Technology Analysis Strategic Intelligence for an Innovative Economy*. Publisher Springer, Berlin 2008, s. 1.

¹⁹ Oficjalna strona internetowa Centrum Badań Komisji Europejskiej (JRC-IPTS) zajmującego się europejskimi badaniami foresight. Sposób dostępu: <http://foresight.jrc.ec.europa.eu>, stan z dn. 10.01.2011 r.

²⁰ Slaughter R. A., 1998. *Futures Beyond Dystopia*. *Futures* 30 (10), s. 993-1002.

tematyzowany sposób. System hybrydowy powinien się charakteryzować złożonością strukturalną, zadaniową, komunikacyjną, funkcjonalną i metodologiczną²¹.

Konkluzją powyższego artykułu niech będzie podejście L. J. Jasińskiego, który stwierdza, że: *różne sposoby opisywania nadchodzącego czasu nie stanowią wobec siebie rozwiązań wykluczających się, niejednokrotnie jest możliwe, a nawet wskazane, sięganie po więcej niż jedną metodę badania przyszłości*²².

Piśmiennictwo

1. Armstrong J. S., 2006. *Findings from evidence-based forecasting: Methods for reducing forecast error*. International Journal of Forecasting 22, s. 583-598.
2. Cagnin C., Keenan M., Johnston R., Scapolo F., Barré R., 2008. *Future-Oriented Technology Analysis Strategic Intelligence for an Innovative Economy*. Publisher Springer, Berlin 2008, s. 1.
3. Canongia C., 2007. *Synergy between Competitive Intelligence (CI), Knowledge Management (KM) and Technological Foresight (TF) as a strategic model of prospecting – The use of biotechnology in the development of drugs against breast cancer*. Biotechnology Advances 25, s. 57-74, s. 58-59.
4. Godet M., 1991. *From anticipation to action. A handbook of strategic prospective*. Préface by Joseph F. Coates, UNESCO Publishing, Paris, s. 207.
5. Gordon T. J., Glenn J. C., 2004. *Integration, comparisons, and frontier of futures research methods*. presentation, EU-US Seminar: New Technology Foresight, Forecasting & Assessment Methods, Seville, s. 108, 112.
6. Grzeszczyk T. A., 2003. *Zintegrowana metoda prognozowania z zarządzaniu przedsiębiorstwem*. Zastosowanie metod statystycznych w badaniach naukowych II, Wydawnictwo StatSoft Polska, Kraków, bez paginacji.
7. Jasiński L. J., 2007. *Myślenie perspektywiczne. Uwarunkowania badania przyszłości typu foresight*. Wydawnictwo Instytutu Nauk Ekonomicznych Polskiej Akademii Nauk, Warszawa, s. 5.
8. Jemala M., 2010. *Evolution of foresight in the global historical context*. Foresight, Emerald 12 (4), s. 65-81.
9. Krzyżanowski L. J., 1999. *O podstawach kierowania organizacjami inaczej: paradygmaty, modele, metafory, filozofia, metodologia, dylematy, trendy*. Wydawnictwo PWN, Warszawa, s. 194, 244.

²¹ Zabawa J., 2005. *Podejście hybrydowe w analizie ekonomicznej przedsiębiorstwa*. Rozprawa doktorska napisana pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. E. Radośnińskiego, Politechnika Wrocławska, Wydział Informatyki i Zarządzania, Wrocław.

²² Jasiński L. J., 2007. *Myślenie perspektywiczne. Uwarunkowania badania przyszłości typu foresight*. Wydawnictwo Instytutu Nauk Ekonomicznych Polskiej Akademii Nauk, Warszawa, s. 5.

10. Lin Ch-Ch., Tang Y.-H., Shyu J. Z., Li Y.-M., 2010. *Combining forecasts for technology forecasting and decision making*. Journal of Technology Management in China 5 (1), s. 69-83.
11. Oficjalna strona internetowa Centrum Badań Komisji Europejskiej (JRC-IPTS) zajmującego się europejskimi badaniami foresight. Sposób dostępu: <http://foresight.jrc.ec.europa.eu>, stan z dn. 10.01.2011 r.
12. Popper R., Korte W. B., 2004. *Xtreme Euforia: combining foresight methods*. EU-US Seminar: New Technology Foresight, Forecasting & Assessment Methods, Seville.
13. Rohrbeck R. H., Arnold M., Heuer J., 2007. *Strategic Foresight in multinational enterprises – a case study on the Deutsche Telekom Laboratories*. presentation, ISPIM-Asia conference, New Delhi.
14. Saritas O., Ayles J., 2010. *Using scenarios for roadmapping: The case of clean production*. Technological Forecasting & Social Change 77, s. 1061-1075.
15. Slaughter R. A., 1998. *Futures Beyond Dystopia*. Futures 30 (10), s. 993-1002.
16. Stanek M., *Systemy hybrydowe*. Witryna internetowa. Tryb dostępu: www.scribd.com/doc/13570154/Michal-StanekSystemy-Hybrydowe, stan z dn. 12.01.2011 r.
17. Tilley F., Fuller T., 2000. *Foresighting methods and their role in researching small firms and sustainability*. Futures 32, s. 149-161.
18. Twardochleb M., 2003. Praktyczne problemy stosowania metod hybrydowych w rozwiązywaniu zadań optymalizacji funkcji o dużej liczbie zmiennych. Materiały VIII Naukowej Sesji Informatyki, Szczecin.
19. Wang M. Y., Lan W. T., 2007. *Combined forecast process: Combining scenario analysis with the technological substitution model*. Technological Forecasting & Social Change 74, s. 357-378.
20. Zabawa J., 2005. *Podejście hybrydowe w analizie ekonomicznej przedsiębiorstwa*. Rozprawa doktorska napisana pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. E. Radościńskiego, Politechnika Wroclawska, Wydział Informatyki i Zarządzania, Wrocław.

Wpływ metody doboru cech diagnostycznych na wyniki klasyfikacji obiektów na przykładzie danych dotyczących ochrony środowiska część 2

Influence of the features selection method on the results of objects classification using environmental data on Polish voivodeships part 2

Danuta Tarka

Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, Katedra Informatyki Gospodarczej i Logistyki

Abstract

The main aim of the paper is comparison of the diagnostics features selection methods influence on regional objects linear classification using as an example official environmental data on Polish voivodeships. Three methods and their variations were used. Those used methods were: Hellwig method, median Hellwig method, inverse matrix. Spearman's coefficient of correlation was used to compare results of rankings.

Keywords: empirical features selection methods, objects classification and ranking

Wstęp

Badanie typu taksonomicznego składa się z kilku podstawowych etapów. Pierwszy z nich to określenie celu i zakresu badania, i jest to etap specyficzny dla każdego badania. Następnym etapem jest dobór cech do badania. Jest to jedna z kluczowych decyzji w tego typu badaniu. Walesiak (2006) stwierdza np., że jest to jedno z „ (...) najważniejszych, a zarazem najtrudniejszych zagadnień. Od jakości zestawu zmiennych zależy bowiem wiarygodność ostatecznych wyników klasyfikacji i trafność podejmowanych na ich podstawie decyzji.” Nie jest to jednak problem zbyt często podejmowany w badaniach praktycznych i wielu badaczy podejmując

analizę nie omawia szerzej problemu wyboru cech diagnostycznych użytych w analizie.

Dobór cech (zmiennych) do badania dzieli się zasadniczo, na dwa etapy: merytoryczny i formalny. W większości badań empirycznych autorzy podają zestaw zmiennych dobranych w oparciu o kryteria merytoryczne lub formalne (najczęściej za etap formalny przyjmują użycie współczynnika zmienności) bez szerszej dyskusji problemu. Jednak już na etapie analizy merytorycznej czyli własności jakie powinny mieć „dobre” cechy diagnostyczne nie ma pełnej zgodności wśród autorów¹

Etap doboru formalnego jest jeszcze słabiej reprezentowany w literaturze. W polskiej literaturze szerzej zajmuje się tym problemem Walesiak (2005), podobnie jednak jak inni autorzy², analizuje problem od strony teoretycznej, dla zmiennych stochastycznych, tzn. zakłada typ rozkładu i za pomocą symulacji analizuje wyniki klasyfikacji. Podstawowym jednak problemem w badaniach realnych procesów społeczno- gospodarczych jest to, iż nie znamy rzeczywistych rozkładów zmiennych oraz to, że mając do czynienia z cechami empirycznymi opisującymi całą zbiorowość nie możemy przyjąć założenia o typie rozkładu zmiennych, zwłaszcza, że najpopularniejsze założenie o normalności rozkładu jest w przypadku cech społeczno-gospodarczych mocno wątpliwe do przyjęcia.

W badaniach praktycznych wszyscy, w zasadzie, autorzy zgadzają się jednak, że cechy diagnostyczne użyte do klasyfikacji i/lub porządkowania zbioru obiektów powinny od strony formalnej:

1. dobrze dyskryminować obiekty
2. być słabo skorelowane między sobą
3. być silnie skorelowane z cechami odrzuconymi (czyli być ich dobrymi reprezentantkami).

Do ceny stopnia dyskryminowania obiektów najczęściej używa się, na ogół, klasycznego współczynnika zmienności. Można jedna spotkać pogląd, iż bardziej właściwym punktem odniesienia jest nie średnia rozkładu a jego mediana⁴. Autorzy ci proponują użycie medianowego współczynnika względnego jako miary dyspersji cech.

Wielu autorów uważa, że wystarczy tylko uwzględnienie postulatu dyskryminacji cech co, jak już było wspomniane, sprowadzają do użycia wybranego współczynnika zmienności do doboru cech. Na ile jest to jednak wystarczające narzędzie

¹ Przegląd tych dyskusji autorka przedstawiła w pracy Tarka (2010).

² Np. Montanari A., Lizzani L.(2001) czy Steinly D., Brusco M.J. (2008).

³ Przyjmujemy tu za Zeliasiem (2000), że cechy i zmienne w sensie matematycznym są tożsamymi nazwami.

⁴ Patrz np. Lira J. i in. (2002), Młodak (2006).

jest pytaniem do dyskusji. Jednym z argumentów za więcej niż tylko merytoryczną analizą cech, związaną z dziedziną i zakresem badania, jest postulat by do klasyfikacji obiektów (zwłaszcza liniowej) dobierać cechy zgodnie z ogólną zasadą: maksymalny zasób informacji przy minimalnej liczbie cech. Zbyt liczny zbiór cech utrudnia lub uniemożliwia poprawną klasyfikację (Zeliaś 2002), to samo jednak można powiedzieć gdy zbiór jest zbyt mały w sensie reprezentatywności.

Jeżeli obszar badania jest wąski lub dostępna jest mała liczba cech, do kilkunastu, wówczas nie ma, w zasadzie, problemu z doбором cech do badania. Badacz bierze, na ogół, wszystkie dostępne cechy, często nawet obniżając wymagania co do własności dyskryminacyjnej⁵ gdy dostępnych cech jest niewiele.

Dobór cech zaczyna być istotny gdy cel (kryterium) badania jest określony szeroko (np. poziom rozwoju gospodarczego, społecznego, dobrobytu, życia itp.) i podstawy teoretyczne badanego zjawiska wymagają, do poprawnej analizy, dużego zbioru cech oraz badacz ma do dyspozycji duży zbiór wyjściowy cech. Analiza merytoryczna może wówczas okazać się niewystarczająca. Duża część cech wyjściowych jest w poziomach, a jak zauważali np. Fajferek (1966), Zeliaś (2004) do badań porównawczych należy brać cechy w postaci wskaźników natężenia eliminujących działania czynników ubocznych, z punktu widzenia badania, a wpływających na poziom cech. W badaniach regionalnych najczęściej eliminuje się wpływ wielkości obiektów (powierzchnie, liczba ludności itp.). Konstruując cechy w postaci wskaźników nierzadko powiększamy liczbę potencjalnych cech. Teoria nie zawsze „daje” jednoznaczne podstawy do konstrukcji wskaźników i do jednego merytorycznie zjawiska możemy skonstruować wiele alternatywnych wskaźników. Jako przykład weźmy określenie stopnia zanieczyszczenia wody ściekami możemy, w oparciu o dostępne dane, skonstruować m.in. następujące wskaźniki⁶: 1) ścieki przemysłowe i komunalne odprowadzone do wód lub ziemi w przeliczeniu na liczbę mieszkańców, 2) udział ścieków oczyszczonych w ściekach ogółem 3) udział ścieków wymagających oczyszczenia w ściekach odprowadzonych 4) udział ścieków oczyszczonych w ściekach wymagających oczyszczenia 5) podobne wskaźniki można skonstruować dla tylko ścieków przemysłowych i/lub komunalnych, niezależnie. Wszystkie te wskaźniki w sumie reprezentują jeden atrybut i zachodzi pytanie, przyjąć w badaniu wszystkie czy tylko jeden ze wskaźników by poprawnie scharakteryzować stopień zanieczyszczenia środowiska ściekami. Bez-

⁵ W literaturze przyjmuje się, na ogół, minimalny poziom współczynnika zmienności cechy dyskryminującej pomiędzy 10%—20%. Jeśli jednak jest mała liczba cech w wielu badaniach za wystarczającą uznaje się $V=5\%$ określając także w ten sposób stopień szczegółowości z jaką badacz ocenia wagę różnic pomiędzy obiektami.

⁶ Nazwy cech są, ze względu na ilość miejsca, skrócone w stosunku do nazw z rocznika statystycznego.

pośrednio trudno ocenić, który miernik będzie bardziej reprezentatywny. W takiej sytuacji należy użyć jakiejś metody doboru cech⁷ do badania, która wzięłaby pod uwagę relacje wskaźników alternatywnych między sobą oraz z pozostałymi cechami opisującymi inne atrybuty badanego zjawiska.

Od takiej metody należałoby oczekiwać, że:

1. pozostawi cechy niosące informacje komplementarne czyli jak najmniej ze sobą skorelowane;
2. wyeliminuje cechy niosące informacje substytucyjne, cechy pozostawione będą dobrze reprezentowały te wyeliminowane z badania, co wyraża się w założeniu, że cechy eliminowane będą silnie skorelowane z pozostawionymi.

Zakładając, że dokonano merytorycznego doboru cech, następnym etapem jest ocena siły dyskryminacji zbiorowości przez daną cechę. W tym celu używa się miar zmienności. Najpopularniejsza to klasyczny współczynnik zmienności (V_s), można także użyć współczynnika zmienności opartego o odchylenie przeciętne (V_d) lub któregoś ze współczynników pozycyjnych (V_{Me})⁸. Z grupy tych ostatnich coraz bardziej propagowane jest używanie medianowego odchylenia względnego⁹.

$$V_{MOB} = \frac{Me |x_{ij} - Me(x_j)|}{Me(x_j)} 100 \% = \frac{MOB}{Me(x_j)} \%$$

Kukuła (1986, 2000) zaproponował by dodatkowo (obok współczynnika zmienności), używać współczynnika względnej amplitudy wahań jako kryterium odrzucenia cechy proponując jako wartość progową $A(x) \leq 1,2^{10}$.

Generalnie rzecz biorąc istnieją dwa podejścia do wyboru cech ze zbioru cech potencjalnych, jak określa się zbiór wyjściowy oparty o analizę merytoryczną¹¹:

1. metodę doboru cech stosuje się do całego zbioru cech potencjalnych otrzymując zestaw cech reprezentujących badane zjawisko jako całość;
2. podejście dualne:
 - najpierw stosuje się dowolną metodę klasyfikacji by pogrupować cechy w podzbiory cech podobnych (reprezentujących substytucyjną informację o jakimś zjawisku cząstkowym),
 - następnie z każdej grupy wybiera się cechę –reprezentantkę grupy.

⁷ Choć logiczniej byłoby powiedzieć metody eliminacji cech zbędnych.

⁸ $V_{Me} = Me/Q$ gdzie $Q = Q_3 - Q_1$

⁹ Patrz np. Wysocki (2010), Młodak (2006).

¹⁰ Jest to iloraz wartości maksymalnej do minimalnej cechy. Patrz dokładniejsze omówienie miary np. w Kukuła (2000). Z doświadczeń autorki wynika jednak, iż jest to miara mało użyteczna albowiem na ogół cechy poniżej proponowanej wartości progowej są też eliminowane przez współczynniki zmienności (zwłaszcza klasyczny).

¹¹ W naszym przypadku tak nazwiemy zbiór pozostały po zastosowaniu współczynników zmienności i odrzuceniu cech o zmienności poniżej progu 10%.

W przypadku podejścia dualnego należy podjąć dwie kluczowe decyzje: określić jaką metodą klasyfikować cechy oraz w jaki sposób wybrać reprezentantki grup. Wadą tego podejścia jest to, że a) podział na grupy może niepoprawnie odzwierciedlać zjawisko (atrybut) w sensie merytorycznym, czyli cechy, przynajmniej w części, mogą w danej grupie nie być merytorycznie związane ze sobą; b) występuje silna redukcja zbioru cech co może w sumie dać zestaw cech słabo (mało dokładnie, niewystarczająco) reprezentujący badane zjawisko od strony merytorycznej i prowadzić do niewłaściwych wniosków.

Istnieje trzecie podejście łączące oba powyższe. Niektórzy autorzy proponują najpierw pogrupowanie cech według kryteriów merytorycznych¹² a następnie do każdej z grup niezależnie zastosowanie metody doboru. W efekcie otrzymuje się pogrupowanie wg kryteriów cząstkowych (np. odrębny dobór wskaźników gospodarczych, odrębny społecznych) a następnie cechy je reprezentujące ale bez, narzuconej z góry, konieczności wybrania jednej reprezentantki¹³.

*Pytanie podstawowe zadane w tej pracy brzmi: jak bardzo metody doboru cech wpływają na wyniki klasyfikacji obiektów*¹⁴. Aby precyzyjnie określić kryterium porównania zawężono badanie do analizy wyników porządkowania liniowego opartego o dobrane cechy a co za tym do analizy podobieństwa uporządkowania obiektów a nie podobieństwa uzyskanych zbiorów cech¹⁵

By ujednolicić sposób uzyskania wyników tak, by tylko typ użytej metody różnicował wynik końcowy¹⁶, przyjęto następujące założenia:

1. podstawowym punktem odniesienia do porównań będzie wynik rankingu uzyskany na zbiorze cech potencjalnych (bez użycia jakiegokolwiek metody doboru),
2. tam, gdzie to było niezbędne przyjęto jako progową wartość współczynnika korelacji liniowej Pearsona na poziomie $r^*=0,7$ ¹⁷,
3. wszystkie otrzymane zbiory cech diagnostycznych standaryzowano i ujednolicono zmienne do postaci stymulant poprzez odwrotność,
4. porządkowanie liniowe przeprowadzono metodą Hellwiga (1968),

¹² Podział ekspercki.

¹³ Dalszy ciąg postępowania może być dwojaki; albo badamy obiekty wg kryteriów cząstkowych, albo uzyskany zbiór cech scalamy w jeden, na podstawie którego badamy zjawisko w całości.

¹⁴ Pomijamy tu odrębny problem kiedy poszczególne podejścia (jednoetapowe, dualne, mieszane) należy stosować i czy są one równoważne. Jest to decyzja badacza podejmowana w zależności od typu problemu badawczego i stopnia szczegółowości analizy.

¹⁵ Problem od tej strony przedstawiano np. w pracach Hadasik (1993), Nowak (1981), tu autorzy prezentowali mierniki podobieństwa zbiorów cech.

¹⁶ Ranking obiektów.

¹⁷ Badanie dotyczy całej zbiorowości a nie próby losowej wobec tego przyjęto wartość progową współczynnika korelacji Pearsona uznawaną w podręcznikach statystyki za silną.

5. do porównania wyników rankingów użyto współczynnika korelacji rang Spearmana,
6. progowym kryterium odrzucenia był współczynnik zmienności nie większy niż 10%.

Materiał statystyczny i wstępna eliminacja cech

Do analizy przyjęto zbiór danych dotyczących stanu i ochrony środowiska w układzie wojewódzkim dla roku 2005. Ten rok jest ostatnim, w którym opublikowano szczegółowe dane dotyczące zanieczyszczeń powietrza w ujęciu wojewódzkim¹⁸.

Przyjętym kryterium uporządkowania jest ocena stanu i ochrony środowiska w ujęciu wojewódzkim. Jest to kryterium wystarczająco szerokie by mieć do dyspozycji duży materiał wyjściowy a jednocześnie dosyć spójny merytorycznie.

Powodem przyjęcia tego obszaru i kryterium analizy była także chęć wyeliminowania dyskusji merytorycznej związanej z wyborem zbioru pierwotnego cech opisujących proces, na podstawie którego będzie przeprowadzona analiza *metod doboru cech pod kątem ich równoważności*. Przyjęto założenie, że dane opublikowane w roczniku są to dane opisujące stan i ochronę środowiska po „dyskusji” merytorycznej dokonanej przez ekspertów. Ekspertki jest także podział cech na grupy merytoryczne. Jednym słowem zawartość rocznika uznano za pierwotny zbiór cech diagnostycznych po selekcji merytorycznej i w merytorycznym podziale na grupy opisujące cząstkowe składowe stanu i ochrony środowiska w poszczególnych województwach jako obiektach. Ekspertki wyodrębnili 8 zasadniczych działów (aspektów) w ochronie środowiska i w badaniu uznano ten podział za obowiązujący aczkolwiek badaniu podlegało 7 aspektów ochrony; ósmy – promieniowanie i hałas jako zbyt specyficzne, a w związku z tym nie spełniające jednego z warunków stawianego cechom, pominięto w analizie.

Przyjęty podział na działy w skrócie określimy jako¹⁹: I-ziemia, II-woda, III-powietrze, IV-ochrona przyrody, V-odpady, VI- inspekcja sanitarna, VII-ekonomiczne aspekty ochrony. W oparciu o ten szeroki zbiór dokonano niezbędnych przekształceń cech do postaci wskaźników uzyskując zbiór $k=80$ cech potencjalnych. Następnie użyto wspomnianych wcześniej pięciu miar zmienności V_s , V_d , V_{Me} , V_{MOB} oraz $A(x)$ do określenia stopnia zróżnicowania cech. Jako, że V_d jest

¹⁸ Z ponad 20 cech pozostało parę dotyczących tylko emisji zanieczyszczeń z zakładów szczególnie uciążliwych.

¹⁹ Są to skrócone i uproszczone nazwy działów w jakie są pogrupowane dane statystyczne w roczniku *Ochrona środowiska 2006*, GUS, Warszawa 2006, Informacje i Opracowania Statystyczne.

zawsze mniejsze niż V_s miary tej użyto do odrzucenia jednej cechy o współczynniku na granicy progu dopuszczalności $V_{s,}$. Oba współczynniki kwartyłowe dawały w większości przypadków wartości na podobnym poziomie ale nie wykazywały regularności typu jeden stale większy od drugiego. W efekcie pozostawiono V_{MOB} jako bardziej zalecany w literaturze. Współczynnik $A(x)$ okazał się mało przydatny przy sugerowanej przez Kukulę wartości progowej. Bardzo mało cech miało współczynnik względnej amplitudy wahań poniżej tej wartości a przy tym wszystkie one zostały wyeliminowane przez pozostałe współczynniki zmienności. Jeśli chodzi o relacje pomiędzy V_s i V_{MOB} to $V_s > V_{MOB}$ we wszystkich przypadkach poza trzema. Ponieważ kwestia, który ze współczynników jest lepszy w takich badaniach jest jednak nierozstrzygnięta do dalszego badania przyjęto dwa zbiory cech potencjalnych oznaczone jako Zb1- powstał w oparciu o zastosowanie V_s i zawiera $n=74$ cech i Zb2-powstał w wyniku użycia V_{MOB} a zawiera $n=71$ cech²⁰. Następnie na zbiorze Zb1 zastosowano podejście mieszane doboru cech.

Metody doboru

Prezentowane tu wyniki są etapem drugim analizy. Dotyczą porównania rankingów utworzony na zbiorach z zastosowaniem mieszanego podejścia do doboru zmiennych. Jako miar doboru cech użyto²¹:

1. parametrycznej metody Hellwiga²²,
2. medianowej modyfikacji metody Hellwiga²³,
3. metody macierzy odwrotnej.

Zbiór cech potencjalnych był podzielony na siedem działów merytorycznych. Do każdego działu zastosowano jedną z trzech metod doboru i uzyskano zmienne reprezentujące zjawisko opisane danym działem²⁴. Następnie a) zmienne scalono

²⁰ W pierwszym kroku zastosowano do tych dwóch zbiorów, niezależnie, te same procedury doboru cech, porangowano obiekty i porównano podobieństwo uzyskanych rankingów. W ten sposób sprawdzono także, na ile użycie różnych współczynników zmienności różnicowało wyniki rankingów. Następnie zastosowano szerszy zbiór metod i porównano wyniki tylko w ramach jednego zbioru (Zb1). eliminując tym samym wpływ doboru współczynnika zmienności na wyjściowy zbiór cech potencjalnych.. Wyniki tego fragmentu pracy oraz analizy porównawczej wyników otrzymanych przy użyciu metod klasyfikacji cech, a następnie wyboru reprezentantek przedstawiono w pracy złożonej w czasopiśmie *Taksonomia*.

²¹ Opis wszystkich metod patrz np. Młodak (2006).

²² Hellwig (1981).

²³ Modyfikacja polega na użyciu mediany zamiast średniej arytmetycznej.

²⁴ Cechy w zbiorze wyjściowym zostały przypisane do poszczególnych działów (ziemia, woda itd.) tak ja są umieszczone w roczniku (a więc grupowanie cech było merytoryczne, z góry ustalone) a

jako jeden zbiór i skonstruowano miarę syntetyczną, b) w oparciu o cechy reprezentujące poszczególne działy skonstruowano cząstkowe miary syntetyczne i obliczono średnią ważoną liczbą cech w dziale, jako końcową miarę syntetyczną. Rangowanie było więc przeprowadzone w oparciu o dwa typy miar syntetycznych:

- miary skonstruowane w oparciu o zbiór cech jako całość,
- miary skonstruowane jako średnia ważona z miar cząstkowych.

Pierwszym punktem odniesienia do porównań jest wynik rankingu uzyskanego bez eliminacji cech, czyli na zbiorze cech potencjalnych²⁵ Drugim punktem odniesienia jest ranking oparty o miarę syntetyczną uzyskaną jako ważona średnia z miar cząstkowych dla działów eksperckich (bez doboru)..

Wyniki poszczególnych rankingów porównano stosując współczynnik korelacji Pearsona. Tabela 1 pokazuje współczynniki korelacji rang uzyskane przy porównaniu uporządkowań na zbiorze cech jako całości.

Tabela 1 Korelacja rang Spearmana rankingów dla zbiorów cech jako całości

Metoda doboru	zb1.całość n=74	M.H całość n=47	MH medianowa całość n=46	M.odwrotna całość n=48
zb1.c	1			
M.H. całość	0,4853	1		
MH medianowa całość	0,4176	0,9029	1	
M.odwrotna całość	0,5765	0,7794	0,6588	1

Źródło: opracowanie własne. Litera n oznacza liczbę cech w zbiorze.

Ponieważ nie mamy kryterium „lepszości” z formalnego punktu widzenia, porównania wyników poszczególnych rankingów będziemy dokonywali w stosunku do wyników uzyskanych na zbiorze cech potencjalnych a więc bez doboru cech. Dobór, poprzez eliminację cech „zbędnych” powoduje pewną utratę informacji związanej z usuniętymi cechami. Zakładając, że zbiór wyjściowy zawiera pełną, a nawet nadmiarową z punktu widzenia procesu poznawczego, informację sprawdzamy jaką część tej informacji tracimy stosując dobór cech. „Utrata” informacji związana jest ze zróżnicowaniem zbiorów cech diagnostycznych, w oparciu o które porządkuje się obiekty²⁶.

Jak widać z tabeli 1 związek pomiędzy rankingami z doбором cech a rankingiem na zbiorze wyjściowym jest niezbyt duży. Wynik najbliższy rankingowi wy-

następnie do każdego działu zastosowano metodę doboru cech uzyskując cechy reprezentujące poszczególne działy.

²⁵ Przypomnijmy jest to zbiór otrzymany po zastosowaniu współczynnika zmienności.

²⁶ Poszczególne metody redukowały od 35% do 38% cech zbioru wyjściowego.

ściowemu dała metoda macierzy odwrotnej ale $r_s=57,65\%$ oznacza dużą różnicę w uporządkowaniach obiektów. Stosując w ten sposób metody doboru cech należy się liczyć z dużą utratą informacji²⁷. Analizując współczynniki korelacji pomiędzy wynikami uzyskanymi za pomocą różnych metod doboru, czyli pod kątem substytucyjności metod, można uznać, że metoda Hellwiga i jej medianowa modyfikacja dając wyniki zbliżone na poziomie $r_s=90,29\%$ są w miarę substytucyjne. Wyniki metody macierzy odwrotnej różnią się zdecydowanie od pozostałych, choć w przypadku metody Hellwiga mniej niż w stosunku do jej medianowej modyfikacji. Jednak procedura doboru cech działami a następnie ich scalenie w jeden zbiór daje zdecydowanie różniące się wyniki od zbioru bez doboru cech.

Gdy badane zagadnienie jest bardzo szerokie jak np. poziom rozwoju²⁸ wówczas często sugeruje się analizę poszczególnych składowych tego zagadnienia a następnie scalenie wyników w postaci uśrednionej miary syntetycznej. W tabeli 2 przedstawiono zbiorcze wyniki porównań rankingów opartych o kryteria cząstkowe.

Tabela 2 Korelacja rang Spearmana rankingów w oparciu o średnią z miar cząstkowych

Metoda doboru	zb1.działy bez doboru	M.H działy	MH medianowa działy	M. odwrotna działy
zb1.działy bez doboru	1			
M.H. działy	0,7	1		
MH medianowa. działy	0,9265	0,8324	1	
M.odwrotna działy	0,7971	0,8471	0,8618	1

Źródło: opracowanie własne. Liczebność cech w zbiorze jak podana w nagłówkach tabeli 1.

Najsilniejszy związek z rankingiem bez doboru cech wykazuje medianowa modyfikacja Hellwiga, współczynnik korelacji $r_s=92,65\%$ pokazuje silne podobieństwo pomiędzy rankingami. Dużo słabiej plasuje się metoda macierzy odwrotnej, zaś metoda Hellwiga, co jest pewnym zaskoczeniem, nie tylko daje najbardziej różniące się wyniki ale też silnie różniące się od wyników dla zbioru wyjściowego, w przypadku jej stosowania do konstrukcji miary syntetycznej opartej o analizy cząstkowe .

Porównując też wyniki tych metod między sobą zauważamy, że użycie macierzy odwrotnej daje wyniki bliższe uzyskanym za pomocą medianowej metody

²⁷ Na ile jest ona istotna z merytorycznego punktu widzenia jest problem do odrębnej analizy. W niniejszej pracy porównujemy metody od strony formalnej.

²⁸ Patrz np. Zeliaś A. (2004).

Hellwiga niż oryginalnej. Oryginalna metoda Hellwiga w zastosowaniu do działów merytorycznych daje najbardziej odbiegające wyniki od rankingu bez doboru cech. W przypadku konstrukcji miary syntetycznej jako średniej z miar cząstkowych bardzo podobne wyniki daje użycie metody Hellwiga z medianową modyfikacją. Najgorzej wypada oryginalna metoda Hellwiga²⁹. Należy oczywiście pamiętać, że na wyniki miały wpływ konkretne dane empiryczne, na podstawie których przeprowadzono badanie, wobec tego nie można przeprowadzać zbyt zdecydowanych uogólnień. Widać też wyraźnie, że decyzja czy badanie prowadzimy na całym zbiorze cech czy też ma miejsce dobór działami jest decyzją istotnie wpływającą na wyniki badania a więc i wnioski.

Podsumowanie

Jeżeli założymy, że zbiór cech potencjalnych daje uporządkowanie liniowe obiektów w oparciu o najpełniejszą informację to jego redukcja, jeżeli uznamy, że jest potrzebna lub niezbędna, powinna dawać taki zbiór cech, porządkowanie obiektów na którym powinno być zbliżone do uporządkowania na zbiorze wyjściowym. Na ile ono jest “poprawne” czy “dobre” nie jest kwestią metod ilościowych a wiedzy merytorycznej i intuicji badacza.

Prezentowane tu wyniki analizy pokazują, że wyniki porządkowania oparte o dobór cech dla poszczególnych działów odrębnie a następnie konstrukcję jednej miary syntetycznej są bardzo oddalone od miary obliczonej na całym zbiorze, bez doboru cech, wobec czego podejmując decyzję według jakiej procedury przeprowadzamy badanie musimy mieć świadomość, że będzie to miało wpływ na wyniki porządkowania.

Piśmiennictwo

1. Fajferek A., 1966. *Region ekonomiczny i metody analizy regionalnej*. PWE, Warszawa.
2. Gan G., Ma Ch., Wu J., 2007. *Data Clustering Theory, Algorithms, And Applications*. ASA-SIAM Series on Statistics and Applied Probability.

²⁹ Podobnie słabiej wypadła metoda Hellwiga (co nie znaczy, że źle) gdy ją stosowano do konstrukcji standardowej miary syntetycznej na całości zbioru cech w porównaniu do metody z medianą. Najlepiej wypadła jednak prosta metoda grafowa (pomimo silniejszej niż metoda Hellwiga redukcji cech). Dawała ona najbardziej zbieżne wyniki z całym zbiorem cech potencjalnych. Te wyniki przedstawiono w pracy *Wpływ metody doboru cech diagnostycznych na wyniki klasyfikacji obiektów na przykładzie danych dotyczących ochrony środowiska złożonej do czasopisma Taksonomia*.

3. Grzeża U., 2008. *Poziom życia ludności w Polsce i krajach ościennych*. Prace naukowe Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice.
4. Hadasik D., 1993. *Kilka uwag na temat porównywalności wyników różnych badań taksonomicznych*. Przegląd Statystyczny 2, s. 233-236.
5. Hellwig Z., 1968. *Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr*. Przegląd Statystyczny 4.
6. Hellwig Z., 1981. *Wielowymiarowa analiza porównawcza i jej zastosowanie w badaniach wielocechowych obiektów gospodarczych*. (w:) W. Welfe (red.). *Metody i modele matematyczno-ekonomiczne w doskonaleniu zarządzania gospodarką socjalistyczną*. PWE, Warszawa.
7. Hellwig, Z., Siedlecka U., Siedlecki J., 1995. *Taksonometryczne modele zmian struktury gospodarczej Polski*. Instytut Rozwoju i Studiów Strategicznych, Warszawa.
8. Lira J., Wagner W., Wysocki F., 2002. *Mediana w zagadnieniach porządkowania obiektów wielocechowych*. (w:) J. Paradysz (red.). *Statystyka regionalna w służbie samorządu lokalnego i biznesu*. Internetowa Oficyna Wydawnicza Centrum Statystyki Regionalnej, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań.
9. Malina A., 2004. *Wielowymiarowa analiza przestrzennego zróżnicowania struktury gospodarki Polski według województw*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków.
10. Młodak A., 2006. *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*. Difin, Warszawa.
11. Montanari A., Lizzani L., 2001. *A Projection Pursuit Approach to Variable Selection*. Computational Statistics And Data Analysis. 35, s. 463-473.
12. Nowak E., 1981. *Badanie zgodności metod wyboru cech diagnostycznych*. Przegląd Statystyczny 3-4, s. 301-309.
13. *Ochrona środowiska* 2006. GUS, Warszawa, Informacje i Opracowania Statystyczne
14. Romesburg H. Ch., 2004. *Cluster Analysis For Researches*. Lulu Press North Carolina.
15. Steinly D., Brusco M.J., 2008. *Selection of variables In Cluster Analysis: An Empirical Comparison of Eight Procedures*. Psychometrika 73 (1), s.125-144.
16. Tarka D., 2010. *Własności cech diagnostycznych w badaniach typu taksonomicznego*. *Ekonomia i Zarządzanie*, Politechnika Białostocka, Białystok 2 (4), s. 194-205.
17. Walesiak M., 2006. *Rekomendacje w zakresie strategii postępowania w procesie klasyfikacji zbioru obiektów*. XXVII seminarium nt. „Przestrzenno-czasowe modelowanie zjawisk gospodarczych”, s. 185-203.
18. Walesiak M., 2005. *Problemy selekcji i ważenia zmiennych w zagadnieniu klasyfikacji*. *Taksonomia* 12, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław.
19. Zeliaś A., 2002. *Uwagi na temat wyboru metody normowania zmiennych diagnostycznych*. (w:) Kufel T. i M. Piłatowska (red.). *Analiza szeregów czasowych na początku XXI wieku*. Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń.
20. Zeliaś A. (red.), 2004. *Poziom życia w Polsce i krajach Unii Europejskiej*. PWE, Warszawa.

Zastosowanie metody drzewa decyzyjnego w analizie problemów makroekonomicznych

Application of the decision tree method in macroeconomics problems analysis

Marta Zalewska

Szkoła Główna Handlowa w Warszawie

Wojciech Zalewski

Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, Katedra Informatyki Gospodarczej
i Logistyki

Abstract

Decision tree is a method of data mining analysis based on extensive set of independent variables. Main advantage of this approach is that not only does it provide an interesting visualization of the problem, but also creates a model of a very good quality. This paper presents the decision tree method in an multi-criteria analysis of determinants of foreign direct investment inflows. The analysis is based on data from the World Bank and Doing Business reports for the years 2006-2010.

Keywords: decision making, decision tree, foreign direct investment, data mining

Wstęp

Wykorzystanie data mining jest dobrą metodą analizy dużych zbiorów danych przy skromnym zestawie warunków początkowych. W celu wyodrębnienia szerokiej gamy powiązań unika się ustalania ograniczeń *a priori*. Artykuł ma na celu prezentację metody J48, która używa algorytmu C4.5 do wygenerowania drzewa klasyfikującego.

Zastosowanie metody drzewa J48 zaprezentowano na przykładzie analizy determinant napływu bezpośrednich inwestycji zagranicznych. Analiza ilościowa opiera się na danych uzyskanych z Raportu *Doing Business* oraz z Banku Światowego. Są to dane roczne z lat 2006-2010 na poziomie kraju. Zawierają zarówno informacje o stanie gospodarki takie jak PKB lub populacja, ale również parametry swobody prowadzenia działalności gospodarczej w danym kraju. Zmienną objaśnianą jest wysokość FDI (ang. *Foreign Direct Investment* – bezpośrednie inwestycje zagraniczne).

Na podstawie uzyskanych danych wygenerowano drzewo decyzyjne przy użyciu oprogramowania Weka udostępnianego przez Uniwersytet w Waikato w Nowej Zelandii. Otrzymany model charakteryzuje się współczynnikiem Kappa powyżej 60%, a macierz pomyłek wskazuje na dużą liczbę poprawnie sklasyfikowanych instancji, co oznacza bardzo dobrą jakość drzewa.

1. Dotychczasowe metody badania FDI

Dotychczasowe badania bezpośrednich inwestycji zagranicznych wykorzystywały wnioski z obszaru teorii makroekonomii. W tym ujęciu zidentyfikowano takie determinanty FDI jak polityka fiskalna państwa, poziom zaufania do obcej gospodarki oraz różnice w funkcjonowaniu rynków kapitałowych krajów¹. Większość badań w literaturze przedmiotu ma charakter jedynie rozważań teoretycznych, opartych głównie o teorię makroekonomii, część zaś stanowi jedynie powierzchowną analizę tego wielowymiarowego zjawiska, opartą na wąskim zestawie zmiennych objaśniających. Aby wypełnić tę lukę, zebrane dane poddano analizie ilościowej metodą uczenia się maszynowego (*machine learning*).

W programie Weka wygenerowano drzewo klasyfikacyjne. Taki wybór metody podyktowany został względami praktycznymi – drzewo decyzyjne stanowi ciekawą wizualizację zaobserwowanych zależności przy zadowalającej jakości modelu.

¹ Mankiw G., 2009. *Principles of Macroeconomics*. South-Western Cengage Learning, s. 389

2. Algorytm C4.5

Drzewo J48 jest generowane przy użyciu algorytmu C4.5², który dzieli pierwotny zestaw danych względem każdej ze zmiennych. W ten sposób powstaje tyle wariantów podziału, ile w zestawie jest zmiennych objaśniających. Dla każdego podziału liczona jest wartość metryki *information gain*, która zdefiniowana jest jako przyrost entropii w każdym z podzbiorów. Zmienna o najwyższym współczynniku *information gain* staje się pierwszym węzłem drzewa. Następnie dla wszystkich podzbiorów powtarza się tę operację aż do wyczerpania wszystkich instancji. Przebieg procesu można przedstawić w następujących krokach:

- należy podzielić zestaw danych E według każdej zmiennej i policzyć wartość *information gain*, czyli przyrostu entropii uzyskanych podzbiorów w stosunku do zbioru pierwotnego według wzoru $p[\log(p/t) - \log(P/T)]$;
- należy wybrać zmienną a , zapewniającą najwyższy przyrost informacji i według niej podzielić zbiór pierwotny;
- na każdym podzbiórze należy powtarzać operację aż do wyczerpania instancji.

3. Mierniki jakości modelu

W metodyce *data mining* najczęściej wykorzystuje się następujące mierniki: *TP Rate*, *FP Rate*, *Precision*, *Recall*, *F-measure* oraz statystykę *Kappa*. Miara *TP Rate* pokazuje, jaki odsetek obserwacji z danej klasy jest poprawnie sklasyfikowany przez model, czyli liczy przypadki *true positive*. *FP Rate* opisuje, jaka część obserwacji nienależących do danej klasy to obserwacje błędnie do niej zaklasyfikowane – *false positive*. *Precision* to miernik precyzji przyporządkowania danej obserwacji do adekwatnej klasy. Kategoria *Recall* pokazuje poprawne pokrycie danej klasy. Miara *F-measure* to ogólny wskaźnik jakości, który wylicza się na podstawie wzoru:

$$F - measure = \frac{2 \cdot recall \cdot precision}{recall + precision}$$

Statystyka *Kappa* mierzy zgodność między proponowanym przydziałem instancji do klasy a stanem faktycznym, co stanowi o ogólnej trafności modelu. Kształt krzywej ROC pokazuje jak wygenerowany model tłumaczy rzeczywistość – im bardziej wygięta jest krzywa, tym model lepszy jest od składnika losowego.

² Witten I. H., Eibe F., 2005. *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Morgan Kaufmann.

4. Źródło danych wykorzystanych w modelu

Do budowy modelu wykorzystano dane zawarte w raporcie *Doing Business*, tworzone corocznie przez Bank Światowy. Opracowanie ma na celu ocenę regulacji i ograniczeń, na jakie napotykają prowadzący działalność gospodarczą w danym kraju. Raport ma postać zestawienia tabelarycznego, w którym każdemu państwu przyporządkowane są wartości odpowiednich mierników. Badanie swym zasięgiem obejmuje 183 kraje świata. Na potrzeby budowy modelu dane wzbogacono o dodatkowe informacje pochodzące również z Banku Światowego, który z wyjątkową dokładnością zbiera dane ekonomiczne i społeczne w wielu krajach, z uwzględnieniem tych najbardziej biednych³. Wybór źródła danych był podyktowany renomą Banku Światowego oraz ogólnie uznaną rzetelnością jego badań. Z kolei bazy danych raportu *Doing Business* charakteryzują się ukierunkowanymi i przejrzysto opisanymi badaniami, co jest dodatkowym walorem.

Zbiór danych wykorzystany w analizie liczy 901 obserwacji. Jego zakres czasowy to 5 lat (od 2006 do 2010 roku). Są to dane roczne dla 183 państw świata, pogrupowane w 37 kategorii zmiennych objaśniających. Za zmienną objaśnianą w badaniu przyjęto FDI – napływy zagranicznych inwestycji bezpośrednich netto w danym kraju, w dolarach amerykańskich w wartości bieżącej. Zmienną objaśnianą przekształcono do postaci nominalnej, dokonując dyskretyzacji za pomocą nie nadzorowanego filtru *Discretize* z opcją równej częstości w każdym z trzech przedziałów, którym nadano etykiety „niskie”, „średnie” i „wysokie”.

Jako atrybutów objaśniających w modelu użyto zmiennych z raportu *Doing Business* z lat 2006-2010, które przedstawiono w Tabeli 1.

Tabela 1. Zmienne objaśniające pozyskane z raportu Doing Business

Kategoria	Zmienne objaśniające
Zakładanie firmy (starting a business)	<ul style="list-style-type: none"> ○ procedury (<i>procedures1</i>) – zdefiniowane jako interakcje między założycielami firmy a jednostkami zewnętrznymi, ilość procedur; ○ czas (<i>time1</i>) – mierzony w dniach potrzebny na zrealizowanie danej procedury; ○ koszt (<i>cost1</i>) – mierzony jako procent zysku per capita koszt wynikający z obowiązkowych płatności przedsiębiorstwa, regulowany prawnie; ○ minimalny wkład własny (<i>paid in minimum capital</i>) – kapitał zdeponowany przez przedsiębiorcę przed zarejestrowaniem firmy, procent zysku per capita.

³ Strona Banku Światowego. Tryb dostępu: <http://www.worldbank.org>, stan z dn. 01.06.2012.

cd. Tabeli 1.

Uzyskiwanie pozwoleń na budowę (dealing with construction permits)	<ul style="list-style-type: none"> ○ procedury (<i>procedures2</i>) – ilość procedur opisanych jak wcześniej; ○ czas (<i>time2</i>) – czas zrealizowania danej procedury mierzony w dniach; ○ koszt (<i>cost2</i>) – procent wartości danego dobra, zidentyfikowany jak wcześniej.
Rejestrowanie własności (registering property) – proces kupna nieruchomości i transferu praw własności ze sprzedającego na nabywcę	<ul style="list-style-type: none"> ○ procedury (<i>procedures3</i>) – jak wcześniej, ○ czas (<i>time3</i>) – jak wcześniej, ○ koszt (<i>cost3</i>) – mierzony jako procent wartości danego dobra
Otrzymywanie kredytu (getting credit) – opisuje łatwość w otrzymaniu kredytu wynikającą z przepisów oraz łatwość dostępu do informacji o kredycie	<ul style="list-style-type: none"> ○ siła regulacji prawnych (<i>strength of legal rights index</i>) – wartości 0-10, im wyższa, tym łatwiej jest otrzymać kredyt; mierzy, jak przepisy chronią prawa pożyczkodawców i jak wpływa to na łatwość dostępu do kredytu, ○ dostęp do informacji o kredycie (<i>depth of credit information index</i>) – wartości 0-6, im większa wartość, tym lepszy dostęp do informacji o kredycie, ○ publiczny rejestr kredytów (<i>public credit registry coverage</i>) – ilość osób i firm, których historia kredytowa z ostatnich 5 lat jest zarejestrowana w rejestrze publicznym, wyrażony jako procent z populacji dorosłych, ○ prywatny rejestr kredytów (<i>private credit bureau coverage</i>) – ilość osób i firm, których historia kredytowa z ostatnich 5 lat jest zarejestrowana w rejestrach prywatnych, wskaźnik wyrażony jako procent z populacji dorosłych
Ochrona inwestorów (protecting investors) – mierzy siłę ochrony drobnych inwestorów i udziałowców przed przejęciem firmowych środków dla osobistej korzyści przez kadry kierownicze	<ul style="list-style-type: none"> ○ poziom ujawnienia (<i>extent of disclosure index</i>) – wartości 0-10, mierzy stopień wyjawiania szczegółów transakcji w firmie, ○ poziom odpowiedzialności dyrektora (<i>extent of director liability index</i>) – wartości 0-10, wyższe oznaczają większą odpowiedzialność dyrektora za podejmowane przez firmę decyzje, ○ siła udziałowców (<i>ease of shareholder suits index</i>) – wartości 0-10, wyższy oznacza większą siłę udziałowców do kwestionowania transakcji, ○ poziom ochrony inwestorów (<i>strength of investor protection index</i>) – stanowi średnią arytmetyczną powyższych wskaźników i mierzy ogólnie pojęty poziom ochrony inwestorów, wartości 0-10

cd. Tabeli 1.

Płacenie podatków (paying taxes) – dotyczy podatków i obowiązkowych opłat, które firma średniej wielkości musi uiścić w ciągu roku	<ul style="list-style-type: none"> ○ płatności (<i>payments</i>) – odzwierciedla ilość wszystkich podatków i opłat, które przedsiębiorstwo musi uiścić w ciągu roku, zmierzona wyrażona jako ilość opłat, ○ czas (<i>time6</i>) – wyrażony w godzinach w roku, mierzy czas potrzebny do przygotowania i zapłaty podatku od zysków, VAT-u oraz składek społecznych, ○ ogólna stopa podatkowa (<i>total tax rate</i>) – wskaźnik wyrażający procent wszystkich podatków i opłat w odniesieniu do całego rocznego zysku firmy
Handel zagraniczny (trading across borders) – dotyczy importu i eksportu ładunku drogą morską	<ul style="list-style-type: none"> ○ dokumenty do eksportu (<i>documents to eksport</i>) – ilość dokumentów potrzebnych do eksportu ○ czas eksportu (<i>time to eksport</i>) – czas potrzebny na eksport jednego ładunku, wyrażony w dniach ○ koszt eksportu (<i>cost to eksport</i>) – zawiera opłaty związane z eksportem oraz opłaty za transport, wyrażony w dolarach za kontener ○ dokumenty do importu (<i>documents to import</i>) – ilość dokumentów potrzebnych do importu ○ czas importu (<i>time to import</i>) – czas potrzebny na import jednego ładunku, w dniach ○ koszt importu (<i>cost to import</i>) – zawiera opłaty związane z importem oraz za transport, wyrażone w dolarach za kontener
Zawieranie umów (enforcing contracts) – wskaźniki mierzące skuteczność systemu sądowego w dziedzinie handlowych sporów	<ul style="list-style-type: none"> ○ procedury (<i>procedures8</i>) – ilość zrealizowanych procedur potrzebna przed przedstawieniem sprawy przed sądem ○ czas (<i>time8</i>) – czas liczony od momentu wniesienia pozwu do zakończenia sprawy, mierzony w dniach ○ koszt (<i>cost8</i>) – liczony jako procent wartości przedmiotu sprawy
Likwidacja przedsiębiorstwa (closing a business) – dotyczy procesów związanych z niewypłacalnością i zakończeniem działalności gospodarczej	<ul style="list-style-type: none"> ○ czas (<i>time9</i>) – czas potrzebny na odzyskanie kredytu przez pożyczkodawcę wyrażony w dniach ○ koszt (<i>cost9</i>) – koszt procesu - procent wartości własności dłużnika ○ stopa odzysku (<i>recovery rate</i>) – wskaźnik liczony jako centy z dolara odzyskane przez pożyczkodawców przez restrukturyzację, upłynnienie majątku lub odzyskanie długu

Źródło: opracowanie własne.

Dodatkowo, w celu rozszerzenia analizy, do zbioru dołączono statystyki z Banku Światowego opisujące gospodarki:

- liczba ludności (*population*) – liczba osób przebywających w kraju oprócz uchodźców niezarejestrowanych w danym kraju,
- tempo wzrostu PKB (*GDP growth*) – roczny procentowy wzrost PKB kraju,
- PKB per capita (*GDP per capita*) – zmienna wyrażona w dolarach.

Tak skompletowany zestaw danych wykorzystano w dalszej analizie.

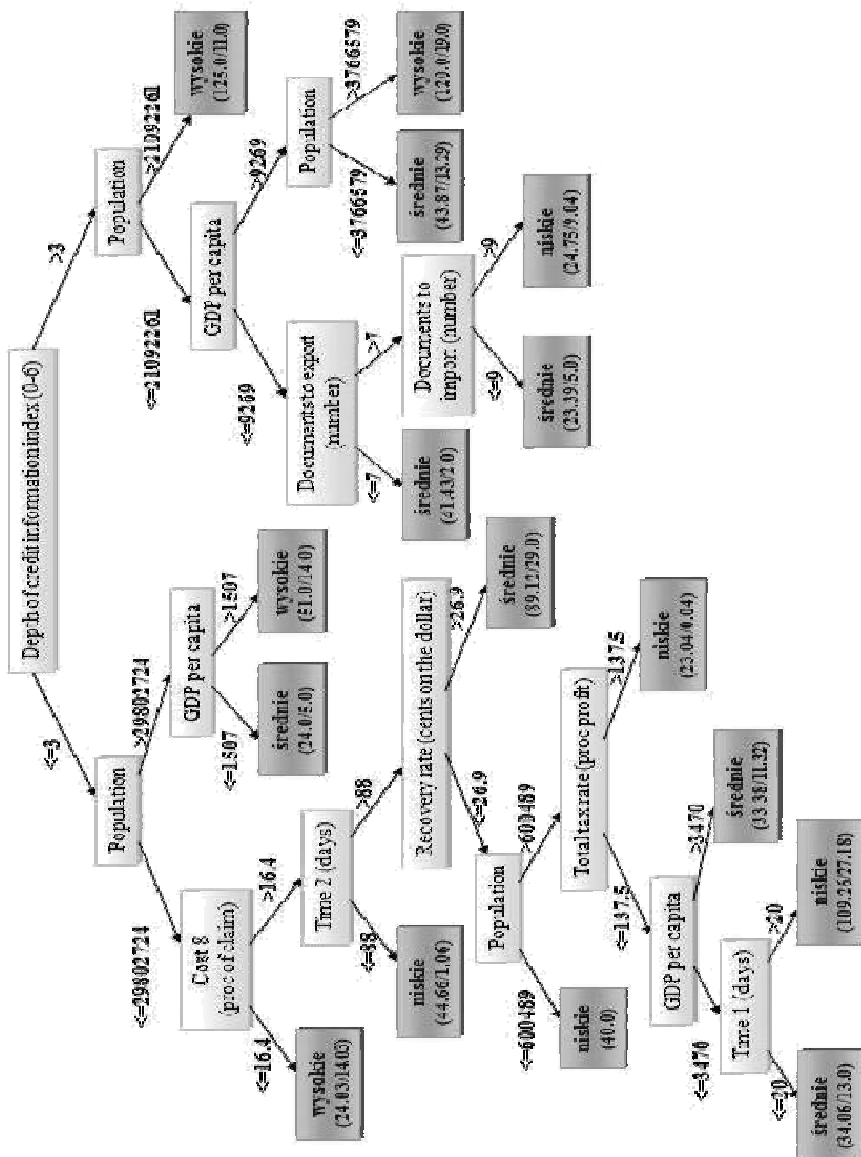
5. Postać wygenerowanego drzewa J48

Wygenerowane drzewo decyzyjne J48 ma głębokość równą 8 poziomów oraz w sumie 16 liści. W korzeniu drzewa znajduje się atrybut „*Credit information index*”. Test przeprowadzony na tym atrybucie dzieli zbiór na dwa podzbiory: państw w których indeks ten przyjmuje wartość wyższą od 3 oraz niższą bądź równą 3. Otrzymane w ten sposób poddrzewa są niesymetryczne. Poddrzewo, do którego trafiły państwa z niższą wartością indeksu jest głębsze i bardziej rozczłonkowane. W sumie 4 liście drzewa dotyczą klasy „wysokie”, 7 liści wskazuje na klasę „średnie”, natomiast 5 na „niskie”. Pełną postać otrzymanego drzewa przedstawiono na rys. 1. W Tabeli 2. przedstawiono zestaw mierników jakości modelu J48. Dla każdej klasy ilość instancji *true positive* przekracza 60%, co jest zadowalającym wynikiem. Stopa *false positive* może być uznana za niską, co także świadczy pozytywnie o jakości wygenerowanych modeli.

Tabela 2. Mierniki jakości modelu J48

Klasa	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure
wysokie	0,866	0,106	0,803	0,866	0,833
średnie	0,634	0,203	0,610	0,634	0,622
niskie	0,658	0,11	0,745	0,658	0,699

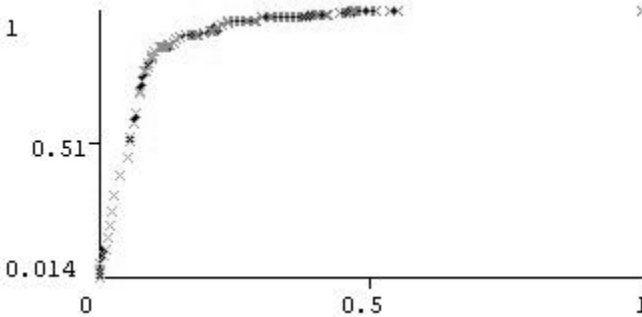
Źródło: opracowanie własne.



Źródło: opracowanie własne.

Rys. 1. Drzewo decyzyjne wygenerowane w programie Weka 6.4 z wykorzystanie algorytmu J48

Dobrą jakość wygenerowanego drzewa potwierdza krzywa ROC (*Receiver Operating Characteristic*) przedstawiona na rys 2. Warto zwrócić uwagę na jej pożądany wygląd – wyraźna wklęsłość, która świadczy o dużej trafności klasyfikacji i wskazuje, iż model jest dużo lepszy niż klasyfikator losowy.



Źródło: opracowanie własne.

Rys. 2. Krzywa ROC dla drzewa J48 przy wartości klasy równej „wysokie FDI”

Pierwszym etapem oceny jakości modelu jest analiza jego kluczowych statystyk. Pozwala to na wstępne określenie trafności wygenerowanych reguł decyzyjnych oraz dostarcza informacji na temat rodzaju i struktury ewentualnych błędów. Tabela 3. zawiera zestawienie najistotniejszych wielkości dla uzyskanego drzewa decyzyjnego.

Tabela 3. Statystyki dotyczące modelu J48

Czynnik	Wartość
Statystyka <i>Kappa</i>	0,5787
Poprawnie sklasyfikowane instancje	71,91%
Błędnie sklasyfikowane instancje	28.08%
MAE	0.2402
RMSE	0.3646

Źródło: opracowanie własne.

Jak widać statystyka *Kappa* jest bliska 60%. Fakt ten świadczy o tym, że otrzymany model jest o blisko 2/3 lepszy niż klasyfikator losowy, czyli że poprawnie klasyfikuje niemal 60% obserwacji, z którymi klasyfikator losowy sobie nie poradził. Odsetek instancji poprawnie sklasyfikowanych przez drzewo decyzyjne przekracza 70%. Średni błąd absolutny (MAE) modeli wynosi 0,24. Pierwiastek

błędu średniokwadratowego ma wartość 0,36. W Tabeli 4. przedstawiono macierz kontyngencji dla modelu J48.

Tabela 4. Macierz kontyngencji dla modelu J48

wysokie	średnie	niskie	J48
245	36	2	wysokie
42	180	62	średnie
18	79	187	niskie

Źródło: opracowanie własne.

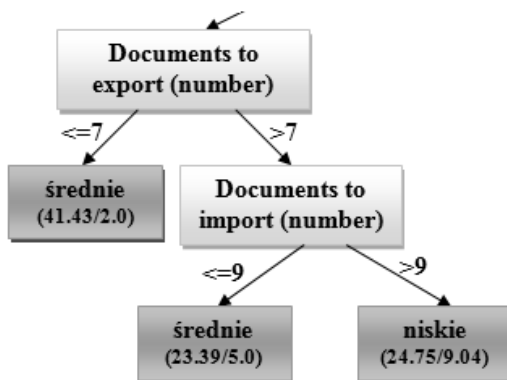
W wierszach znajdują się wartości prognozowane, w kolumnach zaś empiryczne. Na uwagę zasługują wartości elementów na głównej przekątnej, które znacznie przewyższają wartości pozostałych komórek, oznaczających poprawnie sklasyfikowane instancje, co przemawia na rzecz dużej trafności drzewa decyzyjnego.

6. Interpretacja wyników

Zastosowanie metody drzewa decyzyjnego ujawniło różny wpływ zmiennych objaśniających na bezpośrednie inwestycje zagraniczne (FDI). Istotną relacją, jaką przedstawia drzewo jest dość intuicyjny związek pomiędzy populacją i PKB *per capita* a wysokością napływu FDI do kraju. Kraje ludne – a więc o dużym rynku zbytu i potencjale siły roboczej – przyciągają zagraniczne inwestycje i zostały zakwalifikowane jako kraje o „wysokim” napływie FDI. Podobnie ma się rzecz z państwami o wysokim PKB *per capita*, z czego wynika, że kraje rozwinięte, stabilne i ekonomicznie bezpieczne również są atrakcyjne z punktu widzenia inwestorów. Źródeł tej prawidłowości można doszukiwać się utożsamiając wysokie PKB na mieszkańca z wyższą jakością siły roboczej (także wyższą produktywnością), wyższym poziomem wykształcenia oraz lepszym zapleczem technologicznym i infrastrukturalnym. Duża populacja kraju wiąże się zaś z chłonnym rynkiem wewnętrznym i potencjałem gospodarczym.

Otrzymany model potwierdza wpływ liberalizacji handlu zagranicznego na atrakcyjność inwestycyjną. W drzewie J48 pojawiają się zmienne określające łatwość handlu, jak na przykład ilość dokumentów niezbędna przy przywozie i wywozie dóbr. Więcej niż 7 (odpowiednio 9) takich dokumentów wiąże się z kategorią niskich FDI, w przeciwnym razie – średnich. Te zmienne występują jedynie w prawym poddrzewie, gdzie zgrupowano kraje o wartości indeksu informacji kredy-

towej nie mniejszej niż 3 na 6 punktów możliwych. Przedstawiono to rys. 3., gdzie znajduje się przytoczony fragment drzewa decyzyjnego J48.



Źródło: opracowanie własne.

Rys. 3. Fragment drzewa decyzyjnego J48

Kolejnym istotnym czynnikiem jest *Credit Information Index*. W drzewie J48 indeks informacji kredytowej znajduje się w samym korzeniu drzewa, jest zatem zmienną na której przeprowadza się pierwszy test dzielący obserwacje na dwie podgrupy. Do lewej gałęzi trafiają obserwacje, dla których wartość indeksu jest niższa bądź równa 3 (na skali od 0 do 6), do prawej zaś instancje, dla których jest ona wyższa od 3 (Tabela 5.).

Tabela 5. Poziom napływów FDI w zależności od indeksu informacji kredytowej

Wartość indeksu informacji kredytowej	Poziom napływu bezpośrednich inwestycji zagranicznych						Ogółem Liczebność
	niski		średni		wysoki		
	Liczebność	Liczebność jako % z wiersza	Liczebność	Liczebność jako % z wiersza	Liczebność	Liczebność jako % z wiersza	
(0;3>	245	52%	170	36%	57	12%	472
(3;6>	39	10%	114	30%	226	60%	379

Źródło: opracowanie własne.

Co ważne, jak pokazuje Tabela 5., do lewej gałęzi trafia relatywnie więcej instancji zaklasyfikowanych jako „niskie FDI” zaś do prawej jako „wysokie”. Można

wnioskować, że w państwach z wysokimi napływami FDI, indeks ten osiąga wartości powyżej 3, to znaczy powyżej połowy możliwych do zdobycia punktów.

Kolejne gałęzie drzewa decyzyjnego ukazują wpływ na FDI takich grup zmiennych jak proces nabycia i rejestracji nieruchomości, liczba procedur i biurokracja, opodatkowanie czy też egzekucja postanowień kontraktowych.

Podsumowanie

Jak widać z zaprezentowanego badania, drzewo decyzyjne sprawdza się jako metoda analizy dużych zestawów danych. Atutem nie do przecenienia jest szybkość wygenerowania modelu przy jednoczesnej dbałości o wysoką jakość otrzymanych wyników. Ponadto drzewo stanowi ciekawą wizualizację zauważonych relacji, stąd może być wykorzystywane przy rozwiązywaniu problemów biznesowych, kiedy przejrzystość jest równie ważna co dokładność. Data mining oferuje także inne sposoby analizy, na przykład za pomocą metod decyzyjnych, które również warte są uwagi. Wybór jednej najlepszej dla opisu zadanego zagadnienia często zależy od efektów, które chce się uzyskać oraz grupy docelowych odbiorców wyniku przeprowadzonej analizy.

Piśmiennictwo

1. Blonigen B. A., 2005. *A Review of the Empirical Literature on FDI Determinants*; University of Oregon and NBER.
2. Moosa I. A., 2009. *Foreign Direct Investment: Theory, Evidence and Practice*, Palgrave.
3. Mankiw G., 2009. *Principles of Macroeconomics*; South-Western Cengage Learning.
4. Mankiw G., 2009. *Macroeconomics*, Worth Publishers.
5. *OECD Benchmark Definition of Foreign Direct Investment – Third Edition*, OECD, Paris 1996.
6. Witten I. H., Eibe F., 2005. *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*; Morgan Kaufmann.
7. Raport Doing business, <http://www.doingbusiness.org>.
8. Strona Banku Światowego, <http://www.worldbank.org>.

Pomiar i analiza wykorzystania samochodów osobowych w ruchu miejskim – przypadek aglomeracji białostockiej

Measurement and analysis of the use of cars in city traffic - the case of Białystok urban area

Ewa Dobrzyńska

Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, Katedra Zarządzania i Inżynierii Produkcji

Abstract

Transport congestion is inherent to the transport system of the urban areas. Congestion increased due to population growth prosperity. This phenomenon also occurs in the city of Białystok, but so far has not been studied and described. This article is a summary of the research program conducted by the author. The analyzes allowed to determine an individual transport development trends in Białystok. These trends seem to be different from those published by other authors dealing with the problems of congestion. Conclusions of the study indicate a different development of individual transport in Białystok.

Keywords: transport congestion, vehicle occupancy, urban transport system, Białystok urban area

Wstęp

Kongestia transportowa (czy też nagromadzenie, przeciążenie, skupienie, zatłoczenie popularnie zwane korkiem) to według definicji podanej w Słowniku Pojęć Transportowych SRT Ministerstwa Infrastruktury chroniczne zjawisko większego natężenia ruchu środków transportu od przepustowości wykorzystywanej przez nie infrastruktury. Kongestia jest uważana za zjawisko niepożądane, powodujące zbędne koszty zarówno o charakterze ekonomicznym, jak i społecznym czy ekologicznym. Zjawisko kongestii jest nieodłącznie związane z węzłami transportowy-

mi, których szczególnie zagęszczenie obserwujemy na terenach wysoko zurbanizowanych (aglomeracje miejskie).

Zjawisko kongestii transportowej jest związane z dobrobytem społeczeństwa i niektórymi przejawami tego dobrobytu jak np. liczbą samochodów, szczególnie przypadającą na jedno gospodarstwo domowe. W związku z ogólnoswiatowym wzrostem zamożności społeczeństw i procesami globalizacji zaobserwowano swoisty „import” tego zjawiska – najwcześniej wystąpiło ono w USA, następnie w Europie Zachodniej, a obecnie jest zauważane w krajach szybko rozwijających się jak Chiny czy Indie¹.

Zjawisko kongestii ze względu na negatywne skutki dla rozwoju społeczeństw było obiektem badań zarówno praktyków, jak i badaczy akademickich. Pierwsze publikacje poświęcone kongestii pojawiły się już w latach sześćdziesiątych dwudziestego wieku w USA, przy czym za jedną z fundamentalnych uważa się pracę Vicky'ego². Wczesne badania dotyczące kongestii wyraźnie koncentrowały się na grupie problemów techniczno-organizacyjnych i czerpały z dorobku nauk technicznych np. inżynierii ruchu. Z biegiem czasu coraz więcej projektów badawczych dotyczyło kosztów ekonomicznych kongestii i korzystało z dorobku nauk ekonomicznych.

Kongestia w transporcie miejskim odnosi się do dużych skupisk miejskich i jej oddziaływanie na mieszkańców ma charakter bezpośredni zarówno w aspekcie nacisku środowiskowego jak i bezpośredniego związanego z traktowaniem mieszkańców jako uczestników ruchu drogowego. Celem autorki publikacji jest przedstawienie wyników badań jednego z aspektów ruchu drogowego związanego ze zjawiskiem kongestii – wykorzystania miejsc w prywatnych pojazdach samochodowych. Badania dotyczą aglomeracji białostockiej i zostały przeprowadzone w latach 2010-2012. Zrealizowany projekt badawczy ma charakter pilotażowy i będzie kontynuowany.

1. Kongestia a cele miejskiej polityki transportowej

Polityka transportowa w miastach i aglomeracjach składa się ze zbioru celów, które mogą być względem siebie wykluczające się a ich realizacja może prowadzić

¹ np. Gong H., Xinmiao Y., 2011. *Jams Are Just Starting in China*. China Today 60 (8), s. 49-51.

² Vickrey W. S., 1969. *Congestion theory and transport investment*. American Economic Review 59 (2), s. 251.

do konfliktów. W rozdziale posłużono się zbiorem celów zaproponowanych przez Maya i Nasha³.

Efektywność ekonomiczna – w większości analiz ekonomicznych pojęcie efektywności jest związane z problemami alokacji zasobów. Alokacja zasobów prowadzi jednak do konfliktów, gdyż obywateli się zwykle w celu osiągnięcia celów jednej grupy np. mieszkańców kosztem innej. Asymetrię w zaspokajaniu potrzeb mieszkańców można zmniejszyć poprzez kompensację dla grupy poszkodowanych (przegranych). Efektywność ekonomiczną transportu miejskiego mierzy się zarówno wskaźnikami o pozytywnym oddziaływaniu na populację jak np. krótszy czas podróży, jak i negatywnymi jak wzrost zanieczyszczeń czy hałasu. Efektywność transportu miejskiego nie zawsze może być wyrażona za pomocą wskaźników kosztowych (monetarnych), szczególnie w przypadku oddziaływania transportu na jakość życia (np. wskaźniki związane z bezpieczeństwem czy wypadkami transportowymi). Wskaźniki ekonomiczne w odniesieniu do zjawiska kongestii nie są więc efektywne i nie odzwierciedlają całej złożoności procesu, a mogą jedynie odnosić się do wybranych efektów kongestii.

Ochrona środowiska – celami ochrony środowiska jest redukcja (lub całkowita likwidacja) wpływu środków transportu i infrastruktury transportowej na środowisko zarówno użytkowników tej infrastruktury, jak i mieszkańców z niej nie korzystających. Na poziomie lokalnym nacisk środowiskowy dotyczy takich aspektów, jak hałas, zanieczyszczenie atmosfery, wibracje, oddziaływanie na układ nerwowy mieszkańców, oddziaływanie na faunę i florę, budynki zarówno historyczne jak i współczesne, wykluczenie ze współużytkowania obszarów miejskich. Na niektóre z tych czynników (np. hałas czy zanieczyszczenia) kongestia oddziałuje w sposób bezpośredni, jej wpływ na inne jest trudny do zdefiniowania czy analizy. Wyrażenie tego wpływu w jednostkach monetarnych jest więc utrudnione, chociaż w niektórych krajach dokonuje się takich prób (np. w Niemczech czy Wielkiej Brytanii⁴).

Bezpieczeństwo – celem miejskiej polityki transportowej w dziedzinie bezpieczeństwa jest redukcja zagrożenia życia i zdrowia oraz uszkodzeń własności w rezultacie wypadków transportowych. Bezpieczeństwo ruchu drogowego jest związane z grupą celów środowiskowych. Wpływ kongestii na bezpieczeństwo jest trudny do oceny, gdyż nie prowadzono dokładnych badań w zakresie wzajemnych powiązań pomiędzy poziomem kongestii a liczbą wypadków transportowych.

³ May A. D., Nash C. A., 1996. *URBAN CONGESTION: A European Perspective on Theory and Practice*. Annual Review Of Energy & The Environment 21(1), s. 239.

⁴ Tinch R., 1995. *The Valuation of Environmental Externalities*. London: Dep. Transp.

Dostępność- jest definiowana jako łatwość osiągnięcia celów. Polityka miejska dąży do większej dostępności zarówno samej infrastruktury transportowej, jak i przy jej pomocy celów cząstkowych użytkowników np. dojazdu do określonych lokalizacji czy miejsc⁵. Dostępność jest mierzona w doniesieniu do wymagań mieszkańców związanych z osiągnięciem przez nich miejsc o określonych funkcjach (edukacyjnych, rekreacyjnych, handlowych, kultu religijnego itp.). Dostępność może być również mierzona z perspektywy osób prowadzących działalność gospodarczą, którzy pragną być dostępni zarówno dla pracowników jak i interesantów np. klientów. Kongestia zmniejsza dostępność.

Zrównoważony rozwój – w odniesieniu do transportu miejskiego zrównoważony rozwój jest identyfikowany jako sposób osiągnięcia celów systemu transportu bez długoterminowych skutków środowiskowych lub naruszenia zasobów naturalnych. Celami cząstkowymi zrównoważonego rozwoju są redukcja emisji dwutlenku węgla czy zmniejszenie konsumpcji paliw i zasobów nieodnawialnych (zarówno w odniesieniu do procesów transportu, jak i elementów konstrukcji infrastruktury transportowej czy pojazdów). Kongestia wpływa negatywnie na cele zrównoważonego rozwoju zwiększając zużycie zarówno paliw płynnych, jak i powodując zwiększone zużycie infrastruktury transportowej.

Atrakcyjność ekonomiczna – może być definiowana różnorodnie, w zależności od lokalnych uwarunkowań. Najczęściej jest ona definiowana jako zbiór uwarunkowań służących realizacji założeń polityki miejskiej w zakresie wykorzystania terenu zgodnie z planami zagospodarowania. Strategia transportowa wspomaga rozwój terenów miejskich i określonego ich wykorzystania np. do działalności biznesowej, handlowej czy mieszkalnej. Strategia transportowa dostarcza usług niezbędnych do rozwoju nowych terenów miejskich (lub rewitalizacji już wykorzystywanych). Atrakcyjność ekonomiczna jest bezpośrednio powiązana z dostępnością i ochroną środowiska. Kongestia zmniejsza atrakcyjność poszczególnych regionów miasta do celów gospodarczych, handlowych, rekreacyjnych czy mieszkalnych.

Równość – system transportowy oddziałuje na grupy mieszkańców w różny sposób. Równość zakłada równomierną dystrybucję korzyści z wdrożenia strategii transportowych lub ich zogniskowanie na grupach o specjalnych potrzebach (np. na osobach o niskich dochodach, niepełnosprawnych, starszych czy mieszkających w specyficznych lokalizacjach), jak również równą redystrybucję ewentualnych strat czy utrudnień spowodowanych zarówno przez pojazdy uczestniczące w ruchu, jak i infrastrukturę transportową. . Oddziaływanie kongestii na zasady równości

⁵ Jones S. R., 1981. *Accessibility measures: a literature review*. Lab. Rep. 987. Crowthorne, UK: Transp. Road Res. Lab.

korzyści jest wielowymiarowe i nie może być jednoznacznie zdefiniowane czy ocenione.

2. Stopień wykorzystania miejsc w samochodach prywatnych – metodyka pomiaru

Metody pomiaru wykorzystania miejsc w samochodach prywatnych można podzielić na dwie główne kategorie:

- zautomatyzowane,
- ręczne (manualne).

Metody zautomatyzowane posługują się narzędziami telematyki, często wykorzystując już istniejące elementy infrastruktury logistycznej np. systemy monitoringu wizyjnego. Systemy automatycznego monitorowania liczby miejsc zajętych w pojeździe są rozwijane głównie w Stanach Zjednoczonych jako systemy monitorowania i kontroli pojazdów poruszających się wydzielonymi pasami ruchu dla pojazdów z określoną liczbą pasażerów – tzw. pasy High Occupancy Vehicle (HOV) lub High Occupancy Toll (HOT). Systemy automatycznego monitorowania zajętości miejsc w pojeździe można podzielić na dwie kategorie:

- wewnętrzne systemy pojazdu – detektory liczby pasażerów są wbudowane w pojeździe; stanowią one zwykle elementy zintegrowanych systemów monitorowania pojazdów zwanych Vehicle-Infrastructure Integration lub Connected Vehicles Concept; koncepcja czujników wewnętrznych nie wydaje się perspektywiczną i w ciągu najbliższych 10-15 lat nie należy spodziewać się jej wprowadzenia; poważną przeszkodą jest również niekompatybilność tej koncepcji z już istniejącymi pojazdami – zintegrowane systemy monitorowania pojazdów mogą być wprowadzane wyłącznie w pojazdach nowych;
- systemy zewnętrzne – są powiązane z elementami infrastruktury drogowej; wdrażane lub testowane obecnie systemy opierają się na dwóch technologiach – czujników wizyjnych (kamer) i czujników podcierwieni.

W obu przypadkach znacznym wyzwaniem dla systemów jest określenie liczby pasażerów podróżujących na tylnych siedzeniach. W systemach wewnętrznych pojazdów można wykorzystać informacje o aktywacji tylnych poduszek powietrznych, ale jest to możliwe wyłącznie w odniesieniu do pojazdów o nowoczesnej, zaawansowanej konstrukcji.

Systemy automatycznej weryfikacji liczby zajętych miejsc (automated vehicle occupancy verification AVOV) są rozwijane głównie w USA. Za jeden z pierwszych systemów należy uznać system monitorowania rozwijany przez De-

partament Transportu Stanu Georgia od roku 1995⁶ we współpracy z Georgia Tech Research Institute w Atlancie. Pierwotnie wykorzystywano czujniki podczerwieni i podczas testów w latach 1995-1998 system wykazywał 95% dokładność w zakresie detekcji pasażerów w pojazdach. Ze względu na praktykę stosowania w samochodach przyciemnionych szyb wymagana jest modyfikacja systemu (czujników). System nie wyszedł poza etap wstępnego opracowania i testów. Uniwersytet Minnesota wspólnie z korporacją Honeywell opracowało system monitorowania stosujący zarówno czujniki podczerwieni jak i czujniki wizyjne (kamery)⁷. System wykazuje duży potencjał rozwojowy, ale wymaga dalszych prac rozwojowych.

Za najbardziej zaawansowany projekt w dziedzinie automatycznej identyfikacji liczby pasażerów w pojeździe należy uznać projekt PATH, realizowany ma Uniwersytecie Kalifornijskim i współfinansowany przez stan Kalifornia, Transportation, and Housing Agency, Department of Transportation, the United States Department of Transportation oraz Federal Highway Administration⁸. W odniesieniu do infrastruktury technologicznej autorzy projektu wybrali systemy identyfikacji z czujnikami optycznymi zwielokrotnione w celu poprawnej identyfikacji przy dużych szybkościach pojazdów, charakterystycznych dla ruchu drogowego na autostradach i drogach ekspresowych. System posiadał zaawansowane funkcje pozwalające określić nie tylko dokładną liczbę pasażerów, ale również ich płeć. Automatyczną identyfikację rozszerzono również na określenie rodzaju pojazdu i identyfikację typów pojazdów używanych przez indywidualnych użytkowników. Systemy automatycznej weryfikacji liczby pasażerów w pojazdach nie zostały wdrożone w praktyce zarządzania ruchem drogowym. Głównymi przeszkodami są: wysokie koszty zarówno instalacji, jak i utrzymania;

- mała skuteczność przy bardzo dużych prędkościach poruszających się pojazdów np. na autostradach;
- możliwość detekcji pasażerów wyłącznie przez powierzchnie oszklone – brak możliwości detekcji przez powierzchnie metalowe, z tworzyw sztucznych czy materiałów tekstylnych.

⁶ *Georgia Vehicle Occupancy System*, Final Report, Georgia Tech Research Institute, Atlanta, Georgia. 1998, oraz W. Daley, *Proposal: HOV Lane Monitoring*, Georgia Tech Research Institute, Atlanta, Georgia. March 2007.

⁷ Pavlidis et al., 1999. *Automated Passenger Counting in the HOV Lane*. MN/RC-2000-6, Final Report. Minnesota Department of Transportation, June.

⁸ Chan Ch., Bu F., Singa K., Wang H., 2011. *Implementation and Evaluation of Automated Vehicle Occupancy Verification*. California PATH Research Report, UCB-ITS-PRR-2011-04, May.

Za dominującą metodykę pozyskiwania danych o stopniu wykorzystania miejsc w pojazdach należy uznać technologie oparte o bezpośrednie obserwacje dokonywane przez badaczy (obserwatorów). Typowym przykładem pozyskania danych w ramach projektu badawczego mogą być publikacje badaczy nowozelandzkich Sullivana i O'Fallon⁹. Autorzy dokonywali pomiaru poprzez obserwację pojazdów w wybranych miejscach, a następnie wykorzystali dane z innych badań (np. miejskich departamentów transportu).

3. Wykorzystanie samochodów prywatnych w wybranych miastach świata

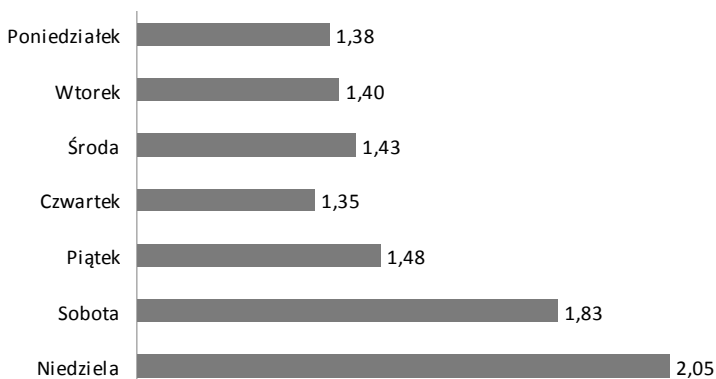
Dane pozyskane w wyniku realizacji programów badawczych prezentowane są w różnych układach i klasyfikacjach, jednakże można wydzielić kilka układów danych wspólnych dla większości badań.

Rozkład tygodniowy i dzienny wykorzystania pojazdów – badacze prezentują pozyskane dane w formie szeregów czasowych, przedstawiając różnice wykorzystania miejsc w pojazdach w różnych układach czasowych.

Rys. 1 prezentuje rozkład wykorzystania miejsc w układzie dni tygodnia dla trzech największych aglomeracji Nowej Zelandii. Wskaźnik wykorzystania miejsc odzwierciedla średnią liczbę pasażerów w pojeździe wliczając kierujących. Dane świadczą o lepszym wykorzystaniu dostępnych miejsc w weekend, przy czym najwyższe wykorzystanie pojazdów jest obserwowane w niedzielę (i jest wyższe niż w sobotę. W dni robocze od poniedziałku do piątku wykorzystanie pojazdów jest niższe i kształtuje się na podobnym poziomie pomiędzy 1,35 a 1,48.

W tabeli 1 przedstawiono podobne dane dla obszaru Wielkiego Manchesteru (Wielka Brytania) w ujęciu historycznym od roku 1984 do 2005. Autorzy raportu zastosowali zróżnicowanie danych według pór dnia, wydzielając dwie strefy czasowe – godziny porannego szczytu oraz godziny przedpołudniowe poza szczytem. Dane nie są kompletne.

⁹ Sullivan Ch., O'Fallon C., 2003. *Vehicle occupancy in New Zealand's three largest urban areas*. 26th Australasian Transport Research Forum, Wellington, New Zealand, 1-3 October 2003, dokument dostępny w formie elektronicznej.



Źródło: Sullivan Ch., O'Fallon C., 2003. *Vehicle occupancy in New Zealand's three largest urban areas*. 26th Australasian Transport Research Forum, Wellington, New Zealand, 1-3 October 2003, dokument dostępny w formie elektronicznej.

Rys. 1. Wykorzystanie miejsc w pojazdach wybranych aglomeracji Nowej Zelandii

Tabela 1. Wykorzystanie miejsc w pojazdach aglomeracji Wielkiego Manchesteru (Wielka Brytania)

Rok	Średnie wykorzystanie		% pojazdów wyłącznie z kierowcą	
	godziny szczytu 8.00-9.00	poza szczytem 10.00-12.00	godziny szczytu 8.00-9.00	poza szczytem 10.00-12.00
1984	1,31	-	76	-
1989	1,23	-	81	-
1990	1,24	-	81	-
1991	1,24	-	80	-
1992	1,24	-	80	-
1993	1,24	-	80	-
1994	1,23	1,40	81	69
1995	1,25	1,37	80	69
1996	1,23	1,30	81	74
1997	1,22	1,32	83	72
1998	1,21	1,33	83	73
1999	1,21	1,33	83	72
2000	1,22	1,36	83	71
2002	1,21	1,30	83	75
2004	1,18	1,27	85	76
2005	1,19	1,30	84	74

Źródło: Ellis E., Castle A., Morewood J., Farrer K., Boncinelli R., Wharf J., 2006. *GMTU Report 1138*, Great Manchester Transportation Unit, June, s. 59.

Dane dla obszaru Manchesteru mają charakter przekrojowy, a ich analiza pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

- wskaźniki wykorzystania miejsc w pojazdach wykazują zróżnicowanie w zależności od pory dnia, w godzinach porannego szczytu komunikacyjnego są one zawsze gorsze;
- w okresie 1984-2005 nastąpiło pogorszenie wskaźników zarówno średniego wykorzystania pojazdów, jak i wskaźnika procentowego pojazdów wyłącznie z kierującym;
- na początku XXI wieku można zaobserwować stabilizację wskaźników wykorzystania pojazdów na poziomie 1,20-1,30.

Cel podróży – powiązanie wskaźników wykorzystania pojazdów z celem podróży jest możliwe wyłącznie w przypadku kompleksowych badań, finansowanych przez jednostki administracji rządowej czy terytorialnej. Gromadzenie danych jest możliwe wyłącznie przy aktywnej współpracy kierujących pojazdami. Stosuje się dwie podstawowe metody gromadzenia danych: badania ankietowe wśród kierujących (przeważnie jednorazowe) oraz regularna współpraca polegająca na wypełnianiu przez kierujących dokumentów w postaci dziennika, w którym odnotowują dane dotyczące odbywanych podróży. Niekiedy dane są pozyskiwane poprzez porównanie z wynikami badań o charakterze ogólnym dotyczących procesów transportowych (tabela 2). Badania przeprowadzone dla różnych miast (np. aglomeracji Nowej Zelandii oraz ogólne dane dla ruchu pojazdów w Zjednoczonym Królestwie) wykazują dużą zbieżność otrzymanych wskaźników.

Czynniki demograficzne – podobnie jak w przypadku celu podróży, porównanie to jest możliwe wyłącznie przy realizacji dużych projektów badawczych.

W literaturze znanych jest dosłownie kilka realizacji, z których najpełniejszą wydają się rezultaty badań Sullivana i O’Fallon (Tabela 3).

Tabela 2. Cel podróży a wskaźniki wykorzystania pojazdów

Cel podróży	Wykorzystanie pojazdu	
	Średnie	% pojazdów wyłącznie z kierującym
Dojazd do pracy	1,2	86
Działalność gospodarcza	1,2	86
Edukacja	2,0	36
Zakupy	1,7	50
Sprawy osobiste	1,4	68
Wypoczynek/rozrywka	1,7	53
Wyjazdy wakacyjne	2,0	40

cd. Tabeli 2.

Inne	2,0	35
Średnia	1,6	61

Źródło: Departament of Transport, *Car occupancy by trip purpose: Great Britain*, 28 July 2011, dokument w formie elektronicznej.

Tabela 3. Wpływ czynników demograficznych na wskaźniki wykorzystania pojazdu

Czynnik	Wskaźnik wykorzystania pojazdu
Średni wskaźnik dla całego badania	1,41
Płeć	
Kobiety	1,48
Mężczyźni	1,36
Kryteria etniczne	
Rasy regionu Pacyfiku	1,73
Nowozelandczycy pochodzenia maoryskiego	1,63
Nowozelandczycy pochodzenia europejskiego	1,37
Inni	1,44
Wiek	
15-24	1,49
25-39	1,47
40-59	1,35
60+	1,48

Źródło: Ch. Sullivan, C. O'Fallon, *Vehicle occupancy in New Zealand's three largest urban areas*, 26th Australasian Transport Research Forum, Wellington, New Zealand, 1-3 October 2003, p. 9, dokument w formie elektronicznej.

Dane uwzględniające kryteria demograficzne mogą być podstawą do kształtowania zachowań kierujących pojazdami np. poprzez politykę miasta czy próby oddziaływań na poszczególne grupy ludności za pomocą czynników ekonomicznych czy edukacyjnych. Takie ujęcie danych stwarza możliwość segmentacji populacji miasta czy aglomeracji, co wspomaga kształtowanie pożądaných wzorców zachowań czy przyzwyczajęń. Inne czynniki – poza wymienionymi wcześniej w literaturze przedmiotu można spotkać następujące kryteria klasyfikacji i zestawień danych dotyczących stopnia wykorzystania pojazdów:

- rodzaj gospodarstwa domowego (osoby samotne, małżeństwa z dziećmi bezdzietne itp.);
- liczba osób w gospodarstwie domowym;
- liczba pojazdów w gospodarstwie domowym;
- średnia dochodów w rodzinie;

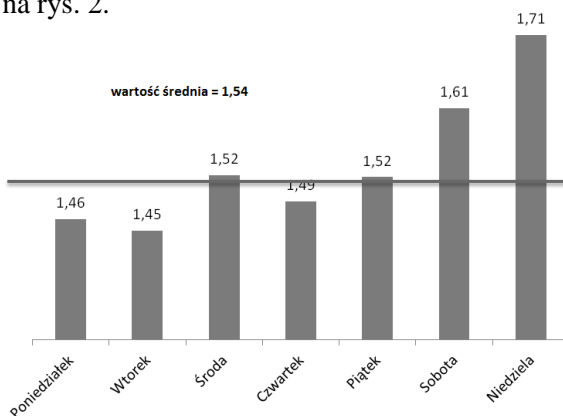
- rodzaj zawodu wykonywanego przez kierującego.

3. Aglomeracja białostocka – wybrane wskaźniki wykorzystania pojazdów

Metodyka gromadzenia danych – podstawową metodyką była bezpośrednia obserwacja, dokonywana przez ankierów. Miejsca obserwacji położone na terenie aglomeracji białostockiej były wybierane w ten sposób, aby zminimalizować występowanie błędów klasyfikacji celów podróży. Wybrane zostały miejsca położone na wyjazdach z osiedli mieszkaniowych, a dalszy kierunek podróży był skierowany w stronę centrum miasta. W miarę możliwości punkty obserwacji były tak dobrane, aby w ich pobliżu nie występowały obiekty jednoznacznie determinujące cel podróży (np. szkoły czy przedszkola, obiekty handlowe, sakralne itp.). Obserwacje były dokonywane w cyklach półgodzinnych w ok. 20 wybranych lokalizacjach. Dane wykorzystane w artykule dotyczą okresu maj-czerwiec 2011 r. Dane pozyskane na podstawie obserwacji ankierów zostały przedstawione w dwóch układach, dominujących w opracowaniach opisujących problemy miejskiej kongestii:

- wskaźnik średniej liczby osób w pojeździe;
- wskaźnik pojazdów z kierowcą jako jedyną podróżującą osobą, wyrażany zwykle procentowym wskaźnikiem liczby pojazdów jedynie z kierowcą do całkowitej liczby pojazdów.

Wskaźnik średniej liczby osób w pojeździe i jego zmienność w ciągu tygodnia przedstawiono na rys. 2.



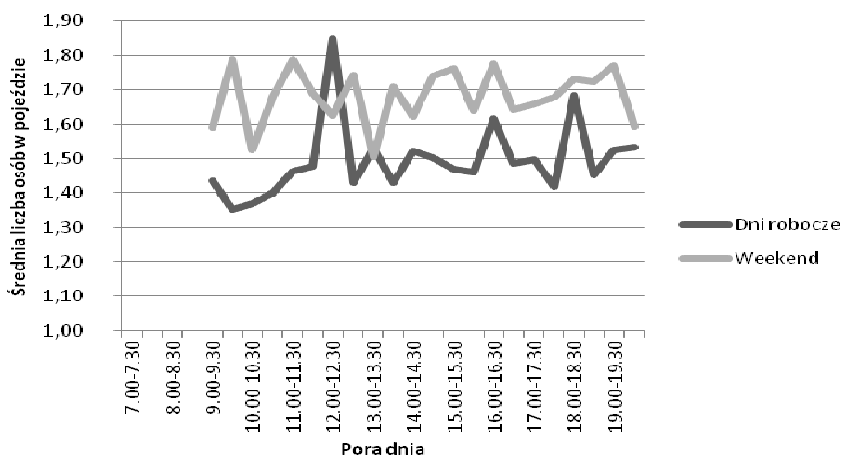
Źródło: badania własne maj-czerwiec 2011 r.

Rys. 2. Zmiany wskaźnika średniej liczby osób w pojeździe w ujęciu tygodniowym

Wskaźnik średniej liczby osób w pojeździe wykazuje zmienność w okresie tygodnia od 1,45 we wtorki do 1,71 w niedzielę. Podobnie jak w przypadku badań aglomeracji Europy Zachodniej zauważa się różnice pomiędzy wartością tego wskaźnika w dni robocze od poniedziałku do piątku i weekend (soboty i niedziele). Różnica pomiędzy dniami roboczymi i weekendami nie jest jednak tak znacząca jak w przypadku aglomeracji zachodnich. W dni robocze najniższy wskaźnik liczby pasażerów przypadających na jeden pojazd przypada na wtorek, co jest zgodne z obserwacjami innych badaczy. W weekend najwyższa średnia liczba pasażerów jest obserwowana w niedzielę, w której wartość wskaźnika jest najwyższa ze wszystkich obserwowanych dni.

Zmienność wskaźnika średniej liczby pasażerów w pojeździe w ujęciu tygodniowym jest podobna do innych aglomeracji świata, co potwierdza wspólne tendencje rozwoju transportu indywidualnego. Zmienność wskaźnika jest jednak w przypadku Białegostoku mniejsza – amplituda zmienności w dni robocze i weekend jest zauważalnie mniejsza.

Zaobserwowane różnice spowodowały wprowadzenie zróżnicowania zregulowanych danych i ich podziału na dni tygodnia i weekendowe. Dalsza analiza danych była ukierunkowana na różnice wskaźnika w cyklu dziennym. Zestawienie danych według dwóch kryteriów: pory dnia oraz dni tygodnia przedstawia rys. 3.



Źródło: badania własne maj-czerwiec 2011 r.

Rys. 3. Zmiany wskaźnika średniej liczby osób w pojeździe w ujęciu dziennym

W aglomeracji białostockiej odnotowano niewielkie wahania wartości wskaźnika średniej liczby podróżujących w pojeździe w czasie dnia. Również różnice

zmienności tego wskaźnika dla dni roboczych i weekendu są niewielkie. Postępując się zasadą grupowania danych zaproponowaną przez Sullivana i O'Fallona w tabeli 4 przedstawiono wskaźnik średniej liczby pasażerów w pojeździe w różnych porach dnia.

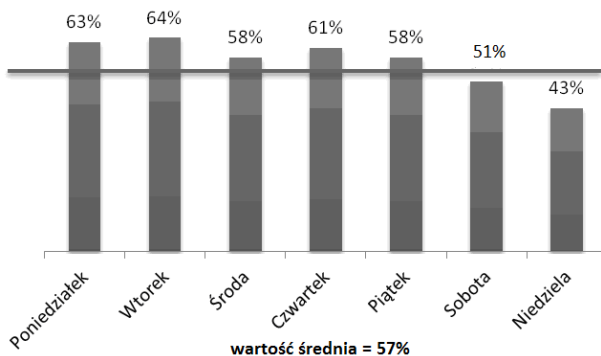
Tabela 4. Średnia liczba pasażerów w różnych porach dnia

Pora dnia	Dni robocze	Weekend
do 7:30	1,46	b/d
7:30 – 9:30	1,47	1,54
9:30 – 15:00	1,48	1,67
15:00 – 18:30	1,52	1,70
18:30 i później	1.50	1,70

Źródło: badania własne maj-czerwiec 2011 r.

Obserwacje poczynione w aglomeracji białostockiej wykazują małą zmienność wskaźnika liczby pasażerów w pojeździe – różnice zarówno w ciągu dni roboczych jak i weekendu są małe. Nie zaobserwowano znaczącego obniżenia tego wskaźnika w porze dojazdów czy powrotów ze szkoły, co jest charakterystyczne dla innych aglomeracji (w Nowej Zelandii dla trzech największych aglomeracji wskaźnik ten w porze do godziny 7:30 wynosi zaledwie 1,17).

Wskaźnik liczby pojazdów wyłącznie z osobą kierującą należy uznać za pochodny w stosunku do wskaźnika średniej liczby podróżujących w pojeździe. Wartości tego wskaźnika dla aglomeracji białostockiej w ujęciu tygodniowym przedstawiono na rys. 4.



Źródło: badania własne maj-czerwiec 2011 r.

Rys. 4. Zmienność wskaźnika liczby pojazdów wyłącznie z kierowcą

Dokonane analizy wskaźnika pojazdów wyłącznie z kierującym nie poszerzyły wiedzy o procesach kongestii, potwierdzając jedynie wcześniejsze spostrzeżenia.

Zakończenie

Porównując uzyskane wyniki dla aglomeracji białostockiej z innymi badaniami opublikowanymi w literaturze przedmiotu a odnoszącymi się do metropolii świata należy podkreślić odmienną wybranych aspektów tendencji rozwoju indywidualnego transportu miejskiego. Średni wskaźnik liczby pasażerów w pojeździe wynosi 1,54. Jest on niższy niż w przypadku innych miast. Porównując jego wartość do danych historycznych Wielkiego Manchesteru należy zauważyć, że w roku 1984 wyniósł on 1,41, a następnie w ciągu 20 lat ustabilizował się na poziomie 1,20. W większości publikacji średnia wartość tego wskaźnika wynosi ok. 1,20 i prawdopodobnie do tej wartości będzie zdążać jego wartość również w Białymstoku. Oznacza to dalszy wzrost kongestii w mieście.

W aglomeracji białostockiej nie zaobserwowano zmian wartości wskaźnika liczby zajętych miejsc w pojeździe w ujęciu dziennym – wartość ta w dni robocze zmieniała się od 1,46 do 1,52. Obserwowana w aglomeracjach światowych silna zmienność tego wskaźnika, jak również jego zależność od pory dnia, w Białymstoku jest niezauważalna. Spostrzeżenie to odnosi się również do weekendu.

W Białymstoku nie występuje zjawisko niskiego wykorzystania miejsc w pojazdach w porze porannej (dojazdu do pracy) oraz popołudniowej (powroty). W aglomeracjach światowych wykorzystanie pojazdu w dni robocze jest zwykle większe niż w weekendy – zjawisko to zaobserwowano również w aglomeracji białostockiej, ale różnice te nie są aż tak duże.

Przeprowadzone badania oraz wnioski z nich świadczą o specyfice systemu komunikacyjnego aglomeracji białostockiej oraz roli transportu osobowego indywidualnego. Konieczne są dalsze ukierunkowane badania zmierzające do wyjaśnienia czynników wpływających na zachowanie właścicieli i pasażerów pojazdów samochodowych. Identyfikacja tych czynników pozwoli zmienić zachowanie uczestników ruchu, co może wpłynąć na niektóre niekorzystne zjawiska występujące na terenie aglomeracji np. zjawisko kongestii. Ostatecznym celem badań powinno być opracowanie strategii rozwoju transportu na terenie aglomeracji białostockiej uwzględniającej specyfikę rozwoju systemów transportu miejskiego Białegostoku, co wpływa na odmienną trendów rozwojowych również jego podsystemu transportu indywidualnego.

Piśmiennictwo

1. Chan Ch., Bu F., Singa K., Wang H., 2011. *Implementation and Evaluation of Automated Vehicle Occupancy Verification*. California PATH Research Report, UCB-ITS-PRR-2011-04.,
2. Daley W., 2007. *Proposal: HOV Lane Monitoring*. Georgia Tech Research Institute, Atlanta, Georgia.
3. *Georgia Vehicle Occupancy System, Final Report*. Georgia Tech Research Institute, Atlanta Georgia. 1998.
4. Gong H., Xinmiao Y., 2011. *Jams Are Just Starting in China*. China Today 60 (8).
5. Jones S.R., 1981. *Accessibility measures: a literature review*. Lab. Rep. 987. Crowthorne, UK: Transp. Road Res. Lab.
6. May A. D., Nash C. A., 1996, *URBAN CONGESTION: A European Perspective on Theory and Practice*. Annual Review Of Energy & The Environment 21(1).
7. Pavlidis et al. 1999. *Automated Passenger Counting in the HOV Lane*. MN/RC-2000-6, Final Report. Minnesota Department of Transportation.
8. Sullivan Ch., O'Fallon C., 2003. *Vehicle occupancy in New Zealand's three largest urban areas*. 26th Australasian Transport Research Forum, Wellington, New Zealand,
9. Tinch R., 1995. *The Valuation of Environmental Externalities*. London: Dep. Transp.
10. Vickrey W. S., 1969. *Congestion theory and transport investment*. American Economic Review 59 (2).

Infrastruktura transportowa w wybranych krajach Unii Europejskiej – analiza taksonomiczna

Transport Infrastructure in UE countries – taxonomic analysis

Danuta Tarka

Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, Katedra Informatyki Gospodarczej i Logistyki

Abstract

This paper aims at comparing transportational infrastructure in chosen UE countries. Two synthetic measures have been used to evaluate and order the objects under consideration: one based on Hellwig's proposition and the other based on standardised sum method. There have been used 16 diagnostic variables in years 2003 - 2006. The conclusion of the research is that Poland and Greece have had the worstest, of 20 countries under consideration, infrastructure.

Keywords: transportation infrastructure, EU infrastructure comparison, linear classification

Wstęp

We współczesnym świecie transport jest jednym z podstawowych elementów struktury życia gospodarczego i społecznego. Z biegiem lat czynności związane z usługami transportowymi zostały wyodrębnione i od setek lat świadczone są odpłatnie przez wyspecjalizowane podmioty gospodarcze. Bez transportu nie byłoby, de facto, rozwoju gospodarczego.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie i porównanie istniejącego stanu infrastruktury transportowej w wybranych krajach Unii Europejskiej oraz ocena sytuacji Polski na tym tle.

W ekonomii, transport ogólnie definiowany jest jako przewóz materiałów i ludzi oraz wykonywanie usług pomocniczych, za które pobierane są opłaty. Sprawne usługi transportowe oraz sam transport powodują efektywne i sprawne działanie wszystkich gałęzi gospodarki krajowej. Transport jest więc elementem gospodarki wspomagającym rozwój ekonomiczny każdego kraju.

Ze względu na środowisko, w którym dokonywane jest przemieszczanie osób lub ładunku, wyróżnia się transport: lądowy, wodny (morski, śródlądowy) i powietrzny.

Wszystkie drogi i stałe urządzenia dla trzech rodzajów transportu, które są konieczne do zapewnienia przepływu i bezpieczeństwa ruchu określane są terminem „infrastruktura transportowa”. W literaturze spotyka się wiele definicji infrastruktury o różnym stopniu szczegółowości¹. J. Kristiansen np. twierdził, że „ (...) infrastruktura transportu obejmuje środki i warunki wymagane w celu umożliwienia fizycznego przepływu osób i towarów, przez co jej funkcją jest zapewnienie ogólnych warunków produkcji i usług. W szczególności stanowi ona zespół uwarunkowań usług transportu, dzielonych na techniczne oraz instytucjonalne, co jest rozwinięciem podejścia do infrastruktury w ogóle. W rozumieniu J. Kristiansena, warunki techniczne składają się z dwojakiego rodzaju składników: wyposażenia rzeczowego oraz programowego. Te pierwsze są synonimem infrastruktury transportu w tradycyjnym znaczeniu, a więc jej zasobów materialnych, fizycznych, jak np. autostrady, sieć kolejowa, porty, terminale lotnicze, itd., a także środków transportu. Środki rzeczowe służą stworzeniu warunków wstępnych dla możliwości zaistnienia aktywności transportowej i procesów logistycznych. Wyposażenie programowe (...) to według J. Kristiansena ogólne struktury organizacyjne (*orgware*) oraz całościowy system informacyjny funkcjonujący w obrębie tego sektora. W tej kategorii mieszczą się także ogólne usługi badań naukowych oraz wiedzy informatycznej. Natomiast warunki instytucjonalne – w rozumieniu tego autora – odpowiadają ogólnym „zasadom gry” dla tego działu gospodarki i oznaczają całościowe ramy legislacyjne i instrumenty ustawowe regulujące usługi transportowe oraz systemy zarządzania i kontroli ruchu”². Z kolei D. Biehl uważa infrastrukturę za bezpośrednie narzędzie polityki rządu, „ (...) której długookresowa strategia zawsze wymaga powiększenia zasobów publicznych, co zasadniczo oznacza inwestycje w infrastrukturę, a planowanie, realizowanie i finansowanie tych inwestycji stanowi najważniejszy instrument polityki regionalnej”³. Dlatego też rozwój infra-

¹ Szersze omówienie problemu można znaleźć np. w Domańska (2006), Wojewódzka-Król K., Rolbiecki R., (2008).

² J. Kristiansen za: Domańska (2006).

³ Tamże, s. 22-23.

struktury transportowej w państwie nie jest wyłącznie przedmiotem działań rynku ale istotnym elementem polityki wspierania rozwoju kraju.

Dla celów niniejszego badania przyjmujemy węższą definicję infrastruktury, w tradycyjnym znaczeniu, rozumianej jako wyposażenie rzeczowe obszaru państwa w elementy materialne umożliwiające przemieszczanie towarów i ludzi.

Współzależność gospodarki i transportu

Sytuacja ekonomiczna w gałęzi transport jest postrzegana jako jeden z barometrów koniunktury gospodarczej obok np. sytuacji w budownictwie. Sprawny system transportu aktywizuje gospodarkę i mobilność społeczeństwa. Związek pomiędzy rozwojem gospodarki i transportu można podzielić na:

- bierny - transport reaguje na zmiany poziomu aktywności gospodarczej,
- czynny – transport wpływa na aktywność gospodarczą.

Transport w gospodarce pełni rolę dawcy i biorcy. „Jako dawca, transport umożliwia wymianę dóbr i usług. Przewozi surowce, materiały i półfabrykaty przeznaczone do zużycia produkcyjnego oraz gotowe wyroby przeznaczone do konsumpcji osobistej. Oba rodzaje przemieszczeń obsługują sferę wymiany towarowej, zarówno krajowej, jak i zagranicznej. Transport jest więc kontynuacją produkcji w sferze obrotu jako ostatnia faza szeroko rozumianego cyklu produkcyjnego. Poza obsługą działów produkcji materialnej transport obsługuje też działy nieprodukcyjne (np. ochrona zdrowia, oświata, wymiar sprawiedliwości, administracja państwowa), a także świadczy usługi dla ludności, zaspokaja indywidualne potrzeby komunikacyjne ludności, aktywizuje życie społeczno-gospodarcze i kulturalne, sprzyja rozwojowi turystyki.”⁴ Jako biorca, z kolei, sektor transportu zgłaszając popyt jest obsługiwany przez pozostałe działy gospodarki. A więc zależności między transportem a innymi działami produkcji są wzajemne.⁵ System transportowy pełni więc w gospodarce następujące funkcje⁶:

- konsumpcyjną – oznacza zaspokajanie potrzeb przewozowych przez świadczone usługi transportowe,
- produkcyjną – oznacza zaspokajanie potrzeb produkcyjnych przez świadczenie usług transportowych, tzn. przez stworzenie warunków działalności gospodarczej, jej stymulację oraz wpływ na funkcjonowanie rynku i wymianę,

⁴ Szczepaniak T. (red), 1985. *Transport i spedycja międzynarodowa*. PWE, Warszawa, s. 20.

⁵ Tamże, s. 21.

⁶ Rydzkowski W., Wojewódzka-Król K., 2009. *Transport*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, s.21.

- integracyjną – pozwalającą zintegrować państwo i społeczeństwo poprzez usługi transportowe.

Podane wyżej funkcje wskazują, że transport i inne sektory gospodarcze uzupełniają się wzajemnie. W obrotach zagranicznych polityka transportowa jest tym elementem polityki gospodarczej kraju, który związany jest z jego światowymi stosunkami gospodarczymi. Jest też związana z polityką handlową. Jej najważniejszym podmiotem jest Państwo. Przystąpienie Państwa do danego ugrupowania gospodarczego krajów, oznacza funkcjonowanie w strefie gospodarczej i transportowej według zasad i wytycznych określonych przez władze tego ugrupowania. Na całą politykę transportową kraju mają także wpływ rządowe oraz pozarządowe stowarzyszenia przewozowe. Poza tym założenia i wytyczne polityki transportowej kraju powinny brać pod uwagę uchwały światowych umów oraz ustaleń odnoszących się do przewozów. Podmiotami polityki transportowej w wymiarze makroekonomicznym są więc centralne organy państwowe i ponadpaństwowe. Głównym założeniem polityki transportowej jest budowanie i zachowanie spójnego systemu transportowego, jego działalność wewnątrz państwa oraz połączenie z transportem światowym. Powszechne założenia polityki transportowej odnoszą się do wykonania takich czynności jak: unowocześnienie systemu transportowego, niezakończony jego wzrost z działaniami kraju i systemem gospodarczym, budowa sprawnych konstrukcji powodujących rozwój gospodarczy. Wykonywane są one zazwyczaj w długim okresie i posiadają wymiar strategiczny. W ich zakres wchodziły czynności mające na celu między innymi:

- rozwój sieci dróg i stacji (punktów) oraz węzłów transportowych;
- zapewnienie lepszego bezpieczeństwa ruchu dzięki zastosowaniu najnowocześniejszych parametrów technologicznych;
- zabezpieczenie ekosystemu;
- przeciwstawianie się powstawaniu monopolu w systemie transportowym;
- stwarzanie dobrych okoliczności do konkurencyjnego transportu wewnątrzgałęziowego i międzygałęziowego, dzięki zapewnieniu takich samych szans.

Pomimo dotychczasowych działań wspólna polityka transportowa Unii Europejskiej pozostaje wciąż niezintegrowana⁷ z resztą polityk UE, zwłaszcza z polityką ochrony środowiska. Preferowane są duże projekty infrastrukturalne, choć często, ze względu na stosunkowo małe, dofinansowanie ze środków unijnych, realizowane były w niewielkim stopniu. Ujednoczenie zarówno polityki transportowej jak i samej infrastruktury jest jednym z istotniejszych elementów scalania poszcze-

⁷ Bliżej patrz np. Wysokińska i Witkowska (2002).

gólnych państw UE w jedną, sprawną gospodarczo i społecznie strukturę⁸. Wymaga to znajomości braków i niedomagań infrastruktury w poszczególnych krajach UE.

Opis zbioru cech diagnostycznych

Na infrastrukturę transportową składają się: infrastruktura drogowa, infrastruktura kolejowa, c) infrastruktura wodna śródlądowa, infrastruktura transportu lotniczego, infrastruktura transportu morskiego.

Ze względu na położenie geograficzne, nie wszystkie kraje mają podobne możliwości rozwoju wszystkich rodzajów transportu. Wobec tego badanie będzie dotyczyło, przede wszystkim, infrastruktury lądowej transportu. Nie wzięto pod uwagę infrastruktury wodnej śródlądowej, także ze względu na brak porównywalnych danych.

W pracy przeanalizowano zróżnicowanie stanu infrastruktury transportowej w 20 wybranych krajach Unii Europejskiej, takich jak: Austria, Belgia, Czechy, Dania, Finlandia, Francja, Grecja, Hiszpania, Holandia, Irlandia, Litwa, Luksemburg, Niemcy, Polska, Portugalia, Słowenia, Szwecja, Węgry, Wielka Brytania i Włochy.

Do badania infrastruktury transportowej w badanych krajach Unii Europejskiej przyjęto następujące zmienne⁹ w wybranych krajach¹⁰ dla lat 2003 - 2006:

X_1 – Samochodowy transport w mln pasażerokilometrów/ 1000 osób,

⁸ Bliżej o tej problematyce patrz np. Bąk (1997), Domańska (2006), Rydzkowski i Wojewódzka-Król (2009).

⁹ Nie znaleziono więcej wspólnych, dla badanych krajów, kompletnych danych opisujących stan infrastruktury transportowej.

¹⁰ Nie udało się przeprowadzić analizy na podstawie zmiennych pochodzących z jednego roku. Dane odnosiły się do poszczególnych lat: – 2003 r. : liczba samochodów osobowych/ 1000 mieszkańców, gęstość autostrad (km/ 100km²), gęstość sieci kolejowej (km/100 km²), długość sieci kolejowej w relacji do liczby ludności w km/ 1000 osób; – 2005 r. : samochodowy transport w mln tonokilometrów/ 1000 osób, samochodowy transport w mln pasażerokilometrów/ 1000 osób, wielkość przewozów kolejowych towarowych na osobę w tonokilometrach/ 1000 osób, wielkość przewozów kolejowych pasażerskich w relacji do liczby ludności w pasażerokilometrach/ 1000 osób, wielkość przewozów kolejowych pasażerskich w relacji do liczby ludności w pasażerach/ 1000 osób, lotnicze przewozy pasażerskie w relacji do liczby ludności w pasażerach/ 1000 osób, morski transport ładunków w tysiącach ton/ 1000 osób; – 2006 r. : gęstość sieci drogowej (km/ 100km² powierzchni kraju), długość sieci drogowej w relacji do liczby ludności w km/ 1000 osób, długość sieci autostrad w relacji do liczby ludności w km/1000 osób, długość sieci autostrad w relacji do wielkości przewozów samochodowych w km/ mln tonokilometrów, długość sieci drogowej w relacji do wielkości przewozów samochodowych w km/ mln tonokilometrów.

- X_2 – Samochodowy transport w mln tonokilometrów/ 1000 osób,
- X_3 – Liczba samochodów osobowych/ 1000 mieszkańców,
- X_4 – Gęstość autostrad (km/ 100km²),
- X_5 – Gęstość sieci kolejowej (km/100 km²),
- X_6 – Gęstość sieci drogowej (km/ 100km² powierzchni kraju),
- X_7 – Długość sieci drogowej w relacji do liczby ludności w km/ 1000 osób,
- X_8 – Długość sieci autostrad w relacji do liczby ludności w km/1000 osób,
- X_9 – Długość sieci drogowej w relacji do wielkości przewozów samochodowych w km/ mln tonokilometrów,
- X_{10} – Długość sieci autostrad w relacji do wielkości przewozów samochodowych w km/ mln tonokilometrów,
- X_{11} – Długość sieci kolejowej w relacji do liczby ludności w km/ 1000 osób,
- X_{12} – Wielkość przewozów kolejowych towarowych na osobę w tonokilometrach/1000 osób,
- X_{13} – Wielkość przewozów kolejowych pasażerskich w relacji do liczby ludności w pasażerokilometrach/ 1000 osób,
- X_{14} – Wielkość przewozów kolejowych pasażerskich w relacji do liczby ludności w pasażerach/ 1000 osób,
- X_{15} – Lotnicze przewozy pasażerskie w relacji do liczby ludności w pasażerach/1000 osób,
- X_{16} – Morski transport ładunków w tysiącach ton/ 1000 osób.

Dane liczbowe pochodziły z danych z Europejskiego Urzędu Statystycznego (Eurostat), z danych Komisji Europejskiej oraz z danych Euromonitora.

Klasyczne współczynniki zmienności dla wszystkich zmiennych przekraczały 20% więc do badania przyjęto wszystkie zmienne. Wszystkie też przyjęte do analizy infrastruktury transportowej zmienne uznano, z ekonomicznego punktu widzenia, za stymulanty¹¹.

¹¹ Stymulanty to zmienne (cechy), których rosnący poziom jest uznawany za pozytywny i odpowiednio destymulanty, to zmienne, wysoki poziom których uznawany jest za negatywny dla rozwoju, patrz oryginalna praca Hellwiga (1968) lub np. Ostasiewicz (1998), Kolenda (2006).

Porównanie infrastruktury transportowej w wybranych krajach UE

Do rangowania krajów i oceny stopnia rozwoju posiadanej infrastruktury transportowej zastosowano dwie miary syntetyczne: opartą o klasyczną wzorcową miarę Hellwiga¹² oraz tzw. bezwzorcową metodę sum standaryzowanych¹³.

Biorąc pod uwagę uporządkowane nierosnąco wartości syntetycznego miernika rozwoju dokonano podziału obiektów, ze względu na poziom badanego zjawiska, na cztery grupy typologiczne. Granice podziałów zmiennej syntetycznej wyznacza się w oparciu o dwa parametry: średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe miernika syntetycznego. Zbiór badanych obiektów podzielono na grupy obejmujące obiekty o wartościach zmiennej syntetycznej (x_i) z następujących przedziałów¹⁴:

– I grupa: obiekty o bardzo wysokich wartościach miary syntetycznej $x_i \geq \bar{x} + s_d$;

– II grupa: obiekty o wysokich wartościach miary syntetycznej $\bar{x} + s_d > x_i \geq \bar{x}$;

– III grupa: obiekty o średnich wartościach miary syntetycznej $\bar{x} > x_i \geq \bar{x} - s_d$;

– IV grupa: obiekty o niskich wartościach miary syntetycznej $x_i < \bar{x} - s_d$,

gdzie \bar{x} – średnia arytmetyczna, s_d – odchylenie standardowe.

¹² Miara syntetyczna ma postać $d_i = 1 - \frac{d_{i0}}{d_0}$ dla $i=1,2,\dots,n$ gdzie: $d_{i0} = d(x_i, x_0) = \left[\sum_{j=1}^n (x_{ij} - x_{0j})^2 \right]^{1/2}$ odległość euklidesowa obiektu x_i od wzorca, zaś $d_0 = \bar{d}_0 + 2s_d$, gdzie $\bar{d}_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_{i0}$ średnia z

odległości obiektów od wzorca oraz $s_d = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_{i0} - \bar{d}_0)^2 \right]^{1/2}$ odchylenie standardowe

odległości poszczególnych miar od średniej dla zbiorowości. Im wartości miary d_i są bliższe jedności tym bliżej wzorca znajduje się badany obiekt. Wzorcem są x_{0j} maksymalne wartości poszczególnych cech-stymulant. Bliższy opis patrz np. Hellwig (1968), Ostasiewicz (1998), Nowak (1990), Grabiński i in. (1989).

¹³ Dla każdego obiektu uśredniono wartości wszystkich cech po ich uprzedniej klasycznej standaryzacji. Bliżej o metodach bezwzorcowych patrz np. Balicki (2009), Grabiński i in. (1989), Ostasiewicz (1998).

¹⁴ Nowak E (1990). Bardziej szczegółowy podział uzyskuje się przyjmując szerokość przedziału wynoszącą 0,5 odchylenia standardowego otrzymując podział na osiem grup typologicznych.

Grupy znajdujące się w przedziałach $\bar{x} + s_d > x_i \geq \bar{x}$; oraz $\bar{x} > x_i \geq \bar{x} - s_d$; możemy zinterpretować jako zbiór obiektów typowych.

Wyniki rankingów miarą Hellwiga i bezwzorcową przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Ranking krajów z zastosowaniem miar syntetycznych

Pozycja w rankingu	Ranking krajów UE	Miara bezwzorcową	Ranking krajów UE	Miara Hellwiga
1	Luksemburg	0,345	Szwecja	0,344
2	Szwecja	0,257	Luksemburg	0,337
3	Belgia	0,234	Austria	0,319
4	Austria	0,213	Belgia	0,312
5	Holandia	0,153	Holandia	0,254
6	Francja	0,152	Francja	0,252
7	Niemcy	0,099	Hiszpania	0,219
8	Dania	0,037	Słowenia	0,216
9	Włochy	0,026	Dania	0,205
10	Hiszpania	0,015	Finlandia	0,196
11	Słowenia	0,006	Niemcy	0,187
12	Portugalia	-0,0095	Włochy	0,174
13	Finlandia	-0,0098	Irlandia	0,152
14	Wielka Brytania	-0,081	Portugalia	0,150
15	Czechy	-0,129	Wielka Brytania	0,149
16	Irlandia	-0,172	Czechy	0,124
17	Węgry	-0,174	Węgry	0,101
18	Litwa	-0,2289	Litwa	0,0996
19	Grecja	-0,291	Grecja	0,0386
20	Polska	-0,446	Polska	-0,0247

Źródło: obliczenia własne.

Przy zastosowaniu obu miar czołówkę krajów z najlepiej rozwiniętą infrastrukturą transportową tworzą: Luksemburg, Szwecja, Belgia, Austria, Holandia oraz Francja. W mierze bezwzorcowej na pierwszym miejscu znajduje się Luksemburg przed Szwecją. Natomiast miara Hellwiga pokazuje odwrotną kolejność. Na ostatnich 4 miejscach w obu miarach znajdują się kolejno: Węgry, Litwa, Grecja oraz Polska, czyli kraje które później wstąpiły do struktur Unii Europejskiej oraz Grecja

– stary przedstawiciel Unii. Pozostałe pozycje różnią się nieznacznie, od 1 do 3 pozycji, z wyjątkiem Niemiec, które w rankingu miarą bezwzorcową zajmują siódmą pozycję a w rankingu miarą Hellwiga jedenastą, jest to nieco zaskakujący wynik albowiem Niemcy uchodzą, w potocznej świadomości, za kraj z dobrze rozwiniętą strukturą transportową. Na uwagę zasługuje, też fakt iż w obu rankingach Polska jest na ostatnim miejscu.

Kolejnym etapem analizy jest podział krajów na grupy przy wykorzystaniu wyników poszczególnych metod. Kraje podzielono na cztery grupy o podobnym poziomie infrastruktury transportowej z wykorzystaniem wartości miar syntetycznych.

Według miary Hellwiga w poszczególnych grupach ($\bar{x} \pm s_d$) znajdują się:

- I grupa – Szwecja, Luksemburg, Austria, Belgia;
- II grupa – Holandia, Francja, Hiszpania, Słowenia, Dania, Finlandia;
- III grupa – Niemcy, Włochy, Irlandia, Portugalia, Wielka Brytania, Czechy, Węgry, Litwa;
- IV grupa – Grecja, Polska.

Podział krajów według miary bezwzorcowej nie różni się wiele od podziału miarą Hellwiga i przedstawia się następująco:

- I grupa – Luksemburg, Szwecja, Belgia, Austria;
- II grupa – Holandia, Francja, Niemcy, Dania, Włochy, Hiszpania, Słowenia;
- III grupa – Portugalia, Finlandia, Wielka Brytania, Czechy, Irlandia, Węgry;
- IV grupa – Litwa, Grecja, Polska.

Z obu tych miar wynika, że krajami posiadającymi najlepiej rozwiniętą infrastrukturę transportową są Luksemburg, Szwecja, Belgia i Austria. Natomiast kraje o najgorszej infrastrukturze transportowej to: Litwa, Grecja i Polska.

Wyniki grupowania obu miarami przedstawiono na rys. 1 i rys. 2.



Źródło: opracowanie własne.

Rys. 1. Klasyfikacja krajów Unii Europejskiej według miary Hellwiga



Źródło: opracowanie własne.

Rys. 2. Klasyfikacja krajów Unii Europejskiej według miary bezwzorcowej

Krajem, który osiągnął znacznie lepsze wyniki od pozostałych krajów był Luksemburg. W mierze bezwzorcowej zajmował pierwsze miejsce, natomiast w mierze Hellwiga był drugi. Luksemburg jest jednym z najbogatszych krajów UE. Tak dobre wyniki osiągnięte przez Luksemburg wynikają także stąd, że jest on jednym z najmniejszych państw w Europie. Wpływa to pozytywnie na poziom rozwoju transportu, ponieważ im mniejsza powierzchnia kraju, tym mniejsze są wymagane wydatki na infrastrukturę transportową. Wpływ na sytuację transportu w Luksemburgu ma również położenie geograficzne. Leży on w samym środku Europy. Graniczy z Francją, Belgią i Niemcami. W Luksemburgu znajdują się instytucje UE takie jak: Trybunał Sprawiedliwości Wspólnot Europejskich, Trybunał Obrachunkowy, Rada Unii Europejskiej oraz Sekretariat Generalny Parlamentu Europejskiego co znacząco wpłynęło na rozwój infrastruktury tego państwa finansowanej nie tylko z własnego dochodu narodowego.

W celu sprawdzenia, czy kraj ten, jako nietypowy, ma wpływ na ranking pozostałych państw wykluczono go i przeprowadzono to samo badanie jeszcze raz. Wyniki uporządkowania nie zmieniły się istotnie¹⁵. Luksemburg nie miał większego wpływu na wyniki rankingu. Zarówno przy jednej, jak i przy drugiej mierze najlepszym wówczas krajem była Szwecja. Tuż za nią były Belgia i Austria. Krajami, które znalazły się w czwartej grupie, czyli krajami najsłabszymi pod względem infrastruktury transportowej w tych metodach okazały się Polska, Grecja i Węgry. Pozostałe kraje zanotowały niewielkie zmiany w stosunku do poprzedniego badania. Były to różnice jednej lub dwóch pozycji.

Podsumowanie

W celu uporządkowania krajów pod względem poziomu infrastruktury transportowej, skonstruowano syntetyczną miarę Hellwiga oraz syntetyczną miarę bezwzorcową. Na podstawie otrzymanych rankingów, kraje podzielono na cztery grupy. Z badania tego wynika, że krajami najlepiej rozwiniętymi pod względem infrastruktury transportowej są Luksemburg oraz Szwecja. Takie potęgi gospodarcze jak Niemcy, Francja czy Wielka Brytania znalazły się w środkowej części rankingów. Państwem, wyróżniającym się na tle pozostałych jest Luksemburg.

W czołówce znalazły się także kraje skandynawskie Szwecja, Finlandia i Dania. Zaskoczeniem była dalsza pozycja Wielkiej Brytanii oraz bardzo słaby wynik Grecji. Jest to kraj o rozwiniętej turystyce a więc, przynajmniej w teorii, można oczekiwać, że będzie miał w miarę dobrze rozwiniętą infrastrukturę transportową

¹⁵ Z braku miejsca nie prezentuje się tych wyników.

nie tylko morską. Z drugiej strony rozwój transportu lądowego utrudnia fakt, że jest to kraj górzysty co wymaga dużych nakładów inwestycyjnych. Wyraźnie nie był to priorytet rządu greckiego, biorąc pod uwagę problemy gospodarcze tego kraju.

Zaskakująco dobrze wypadły Czechy, które do struktur UE wstąpiły razem z Polską. Czechy mają dobrze rozwinięty transport drogowy i kolejowy. Podobnie jak w Luksemburgu niewielkie rozmiary tego kraju wpływają pozytywnie na możliwości rozwoju infrastruktury ponieważ wymagają mniejszych nakładów w stosunku do powierzchni kraju. Najlepsze wyniki pod względem poziomu infrastruktury transportowej, spośród krajów, które przystąpiły do wspólnoty UE 1 maja 2004 roku, uzyskała Słowenia. Kraj, wchodzący, do niedawna w skład Jugosławii, uzyskał wyniki na poziomie takich państw jak np. Wielka Brytania, Niemcy czy Francja.

Państwami o najgorszym poziomie infrastruktury transportowej okazały się Węgry, Litwa, Grecja oraz Polska. Oprócz Grecji są to nowi członkowie UE, którzy pełnoprawnymi członkami wspólnoty stali się 1 maja 2004 roku. Polska, podobnie jak pozostałe kraje kandydujące do wstąpienia do struktur UE, już w okresie przedakcesyjnym otrzymywały bezzwrotną pomoc z UE na realizację inwestycji infrastrukturalnych z funduszy PHARE i ISPA. W Polsce, jak również w pozostałych krajach Europy Środkowo-Wschodniej zakładano, że do przewozu towarów wykorzystywany będzie głównie transport kolejowy. W wyniku tego Polska ma lepiej rozwiniętą infrastrukturę kolejową od wielu członków UE. Pomimo to stan polskiej infrastruktury transportowej nie jest najlepszy. Ograniczona nośność polskiej infrastruktury drogowej i niski udział dróg o podwyższonym standardzie w polskiej sieci drogowej powodują problemy z przepustowością transportową. Taka sytuacja wpływa negatywnie na rozwój gospodarczy i zmniejsza konkurencyjność Polski na rynku europejskim¹⁶.

Położenie geograficzne Polski może przyczynić się w najbliższych latach do rozwoju transportu jako działu gospodarki narodowej, wywołanego przybyciem nowych zagranicznych inwestorów. Warunkiem tego muszą być nakłady finansowe na renowacje istniejących oraz budowę nowych elementów infrastruktury transportowej. Ulepszenie istniejącego stanu infrastruktury może spowodować zwiększenie inwestycji na terytorium Polski. Polska jako współorganizator Mistrzostw Europy w 2012 roku poniosła olbrzymie nakłady na rozwój infrastruktury transportowej. Na ile, w związku z tym, nastąpiła poprawa istniejącej sytuacji w polskiej infrastrukturze transportowej w stosunku do poziomu lepiej rozwiniętych krajów, można będzie określić w najbliższych latach, zwłaszcza po dokończeniu

¹⁶ Patrz także inne analizy np. Strojny (2005).

rozpoczętych inwestycji oraz uzyskaniu porównywalnych danych statystycznych dla pozostałych krajów UE.

Piśmiennictwo

1. Balicki A., 2009. *Statystyczna analiza wielowymiarowa i jej zastosowania społeczno-ekonomiczne*. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
2. Bąk M., 1997. *Transport jako przedmiot i czynnik integracji europejskiej*. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
3. Domańska A., 2006. *Wpływ infrastruktury transportu drogowego na rozwój regionalny*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
4. Eurostat. Witryna internetowa <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>.
5. Euromonitor. Witryna internetowa www.euromonitor.com.
6. Grabiński T., Wydymus S., Zeliaś A., 1989. *Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych*. PWN, Warszawa.
7. Hellwig Z., 1968. *Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr*. Przegląd Statystyczny 4.
8. Januszkiewicz W. (red.), 1995. *Europejska polityka transportowa i jej wpływ na transport Polski*. Prace i Materiały 130, Wydawnictwo SGH, Warszawa.
9. Kolenda M., 2006. *Taksonomia numeryczna*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław.
10. Nowak E., 1990. *Metody taksonomiczne w klasyfikacji obiektów gospodarczych*, PWE, Warszawa.
11. Ostasiewicz W. (red.), 1998. *Statystyczne metody analizy danych*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław.
12. Rydzkowski W., Wojewódzka-Król K., 2009. *Transport*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
13. Strojny J., 2005. *Opóźnienie rozwojowe infrastruktury transportowej Polski w relacji do zachodnioeuropejskich krajów UE*. Wiadomości Statystyczne 7.
14. Szczepaniak T. (red.), 1985. *Transport i spedycja międzynarodowa*. PWE, Warszawa.
15. Wojewódzka-Król K., Rolbiecki R., 2008. *Infrastruktura transportu*. Wydaw. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
16. Wysokińska Z., Witkowska J., 2002. *Integracja europejska. Rozwój rynków*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Łódź.

Innowacyjność podlaskich przedsiębiorstw – wybrane aspekty

Innovation of companies from Podlaskie – selected aspects

Arkadiusz Jurczuk

Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, Katedra Informatyki Gospodarczej i Logistyki

Abstract

Knowledge and innovation are key stimulants of economic development. These aspects are particularly important for regions with low saturation of industry. Analysis of the situation in the north-eastern Polish provinces revealed that they are “moderate innovators”. The paper presents a diagnosis of enterprises innovation from key-sectors in podlaskie province, such as food and metal industry (including machinery and metal equipment). Analysis is focused on expenditures on research and development (R & D), share of companies introducing new products and services, sales of new products and services as key stimulants of innovation. The actions that should be taken to change the present situation are also identified and submitted.

Keywords: innovation, R+D, companies, regional development, podlaskie province

Wstęp

Jednym z priorytetów wskazanych przez Komisję Europejską w strategii *Europa 2020* jest inteligentny jej rozwój oznaczający rozwój gospodarki opartej na wiedzy i innowacji. Komisja Europejska wyraźnie podkreśla konieczność zwiększania nakładów na działalność badawczo-rozwojową i poprawy warunków prywatnej działalności badawczo-rozwojowej w UE. Polska według danych opublikowanych w raporcie *Innovation Union Scoreboard 2011* należy do tzw. umiarkowanych innowatorów (trzecia z czterech grup) i zajmuje niestety odległe 23 miejsce

(UE27)¹. Analizując sytuację w regionie północno-wschodniej Polski uzyskuje się zbliżony do krajowego obraz stanu innowacyjności. Jedną z głównych barier rozwoju innowacyjności może być niski poziom wydatków publicznych na B+R pociągający za sobą spadek nakładów prywatnych czy też istniejąca luka w zasobach ludzkich, których zadaniem jest współpraca z przemysłem i wsparcie merytoryczne przy badaniu i wdrażaniu innowacji. Nie mniej ważnym aspektem jest dostosowanie finansowego systemu wsparcia rozwoju innowacyjności².

Celem pracy jest przedstawienie poziomu innowacyjności podlaskich przedsiębiorstw przemysłowych z wybranych kluczowych sektorów, tj. przemysłu spożywczego i maszynowego. Opracowanie przedstawia wybrane aspekty badania przygotowanego przez autora na potrzeby raportu „Dobre praktyki innowacji i transferu technologii w kluczowych branżach województwa podlaskiego” wykonanego w ramach projektu „Podlaska strategia innowacji – budowa systemu wdrażania”.

1. Sytuacja gospodarczej województwa podlaskiego - synteza

Podlasie jest regionem typowo rolniczym, w którym dominuje przemysł przetwórczy. Województwo podlaskie charakteryzuje się słabą dywersyfikacją przemysłu i silnym uzależnieniem od dominującej branży. Do kluczowych branż w województwie należy zaliczyć przemysł spożywczy (produkcję artykułów spożywczych i napojów); produkcję wyrobów tytoniowych; produkcję wyrobów z drewna, korka, słomy i wikliny; produkcję wyrobów z gumy i tworzyw sztucznych oraz produkcję wyrobów z metalu (łącznie z działami pochodnymi). Trzy kluczowe branże skupiają około 60% produkcji sprzedanej i zatrudniają prawie połowę pracowników³. Pod względem liczby podmiotów działających na terenie województwa dominującymi sektorami są handel, budownictwo i przetwórstwo przemysłowe. Analiza wartości produkcji sprzedanej podlaskiego przemysłu w okresie rocznym (sierpień 2011 r. – sierpień 2012 r.) ujawniła jej wzrost. W strukturze działowej przemysłu podlaskiego największy udział stanowi jednak

¹ *Innovation Union Scoreboard 2011. Research and Innovation Union scoreboard*. 2012. The Enterprise & Industry. Komisja Europejska, ec.europa.eu [on-line], s. 12.

² Bukowski M., Szpor A., Śniegocki A., 2012. *Potencjał i bariery polskiej innowacyjności*. Instytut Badań Strukturalnych, Warszawa, s. 7-14.,

³ Domański B., Dej. M., Działek K. Gwosdz K., Gwosdz-Sobała A., 2011. *Znaczenie przemysłu dla „inteligentnego i trwałego” rozwoju regionu Polski Wschodniej oraz podejmowanych działań dotyczących jego restrukturyzacji i modernizacji*. Ekspertyza wykonana na zlecenie Ministerstwa Rozwoju Regionalnego. Dokument elektroniczny. Tryb dostępu: www.mrr.gov.pl. cit., s. 36

przemysł spożywczy (ok. 48% udziału produkcji sprzedanej). W badanym okresie zanotowano tendencję wzrostową w zakresie przychodów ze sprzedaży wyrobów i usług w przedsiębiorstwach przemysłowych. Odnotowano wzrost produkcji sprzedanej w 17 na 27 działów przemysłu działających w województwie. Odnośząc te wyniki do kluczowych działów województwa, największy wzrost produkcji zanotowano w produkcji wyrobów z drewna, korka, słomy i wikliny (o 14,9%); maszyn i urządzeń (o 9,6%) oraz artykułów spożywczych (o 9,3%).

Biorąc pod uwagę dominację branż w rozwoju gospodarczym województwa podlaskiego należy stwierdzić, że zdecydowanym liderem pod względem wartości produkcji sprzedanej byli producenci artykułów spożywczych (54,8% udziału w sprzedaży)⁴. Przedsiębiorstwa sektora spożywczego charakteryzuje stosunkowo wysoka dynamika produkcji sprzedanej. Łącznie z sektorem produkcji wyrobów z drewna, korka, słomy i wikliny (8,7%), produkcji wyrobów z gumy i tworzyw sztucznych (6,8%) oraz produkcji maszyn i urządzeń (5,2%) grupy te wypracowały 75,5% wartości produkcji sprzedanej przemysłu podlaskiego. Według danych GUS działały te zatrudniają około 56,5% pracowników tego przemysłu.

Przeciętne zatrudnienie w sektorze przedsiębiorstw w sierpniu 2012 roku wzrosło nieznacznie w odniesieniu do analogicznego miesiąca 2011 roku (ok. 1%). Należy wskazać, że wzrost ten wystąpił m.in. w przedsiębiorstwach świadczących usługi transportowe i gospodarki magazynowej, dostawy wody; gospodarowania ściekami i odpadami; rekultywacją; przetwórstwa przemysłowego, a także informacji i komunikacji. Spadek zatrudnienia zaobserwowano m.in. w górnictwie i wydobywaniu oraz sektorze handlu.

Pomimo dobrych wyników kluczowych działów analiza potencjału gospodarczego województwa podlaskiego wykazała, że zajmuje ono w skali kraju przedostatnie miejsce pod tym względem. Udział podlaskiego w wytwarzaniu produktu krajowego brutto w 2009 roku wyniósł zaledwie 2,3%⁵, a według szacunków BIEC w 2010 poziom ten nie uległ zmianie.⁶ Analizując syntetyczny miernik czyli wartość produktu krajowego brutto na jednego mieszkańca należy stwierdzić, że podlaskie plasuje się na 14 miejscu pod tym względem w skali kraju (dotyczy 2009 r.)⁷. Nie jest to zapewne sytuacja zadawalająca ale warto na jej tle poddać analizie wybrane aspekty decydujące o innowacyjności podlaskich przedsiębiorstw i w efekcie przyczyniające się do rozwoju gospodarczego regionu.

⁴ W okresie pierwszych trzech kwartałów 2011 r.

⁵ Główny Urząd Statystyczny, Bank Danych Lokalnych, www.stat.gov.pl, stan z dnia 15.10.2012 r.

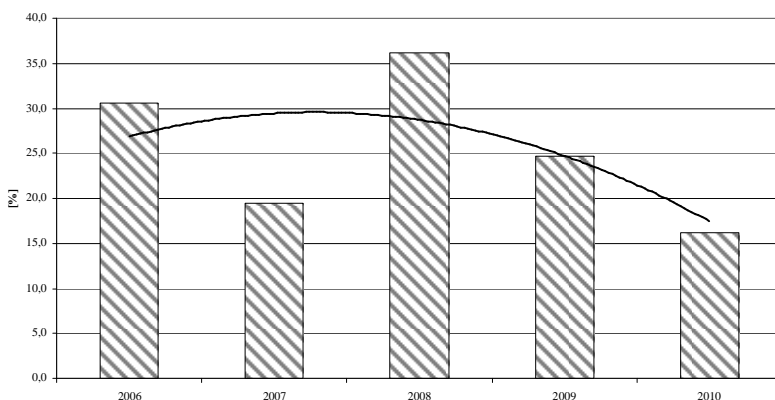
⁶ *Szacunek PKB per capita i bezpośrednich inwestycji zagranicznych w województwach oraz wskaźniki wyprzedzające koniunktury*. 2011. Biuro Inwestycji i Cykli Ekonomicznych, Warszawa.

⁷ Główny Urząd Statystyczny, www.stat.gov.pl, stan z dn. 15.10.2012 r.

2. B+R w województwie podlaskim – nakłady i zasoby

W województwie podlaskim nakłady przeznaczone na B+R stanowiły zaledwie 0,26% nakładów w skali kraju. Należy w tym miejscu wspomnieć, że w latach 2007-2009 ok. 20% podlaskich przedsiębiorstw deklaruowało wdrożenie rozwiązań innowacyjnych. W porównaniu z wynikami poprzednich badań innowacyjności podlaskich przedsiębiorstw (2001) sytuacja w tym zakresie uległa nieznacznemu pogorszeniu. Warto także zaznaczyć, że pod względem nakładów na działalność innowacyjną w przedsiębiorstwach przemysłowych (środki własne) podlaskie uplasowało się na 10 miejscu (dane za rok 2008) wśród wszystkich województw. Natomiast nakłady finansowe na działalność innowacyjną w przedsiębiorstwach usługowych należą do jednych z najniższych w skali kraju. Warto podkreślić, że pod względem wielkości zatrudnienia jest to sektor dominujący w województwie podlaskim (ok. 46% rynku).

W przeliczeniu na jednego mieszkańca nakłady na działalność B+R są jednymi z najniższych w Polsce. Biorąc pod uwagę zakres przedmiotowy nakładów to w 2009 roku największa kwota została wydatkowana na nauki inżynierskie i techniczne. Przy czym w porównaniu z rokiem poprzednim nakłady te zmniejszyły się o blisko 30%. Udział nakładów na działalność B+R w dziedzinie nauk przyrodniczych i społeczno-humanistycznych nie przekroczył w analizowanym okresie 20%. Na rys. 1 przedstawiono udział podmiotów gospodarczych ponoszących nakłady na działalność B+R w ogólnej liczbie podmiotów województwa podlaskiego.



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez Urząd Statystyczny w Białymstoku oraz danych GUS.

Rys. 1. Udział podmiotów gospodarczych z województwa podlaskiego ponoszących nakłady na działalność B+R w ogólnej liczbie podmiotów

Działalność innowacyjna obejmuje zadania o charakterze naukowym, technicznym/technologicznym, organizacyjnym, finansowym i komercyjnym realizowane w celu opracowania i wdrożenia nowych lub istotnie ulepszonych wyrobów bądź procesów⁸. Zaledwie 28,8% przedsiębiorstw wydatkowało środki na ten cel. Nakłady na działalność innowacyjną w zakresie innowacji produktowych i procesowych w przemyśle w 2010 roku spadły o blisko 10% w porównaniu z rokiem poprzednim i taka tendencja utrzymuje się. Udział podmiotów gospodarczych, które ponoszą nakłady na działalność B+R ma tendencją spadkową (rys. 1).

W 2009 r. w województwie podlaskim w sferze B+R zatrudnionych było 1555 osób, z czego prawie 90% to pracownicy naukowo-badawczy uczelni wyższych. Zaledwie ok. 7% pracowników zajmujących się badaniami i rozwojem jest zatrudnionych w sektorze przedsiębiorstw (w skali kraju ok. 20%). Liczba jednostek prowadzących działalność B+R w 2010 roku wynosiła 36, z czego w sektorze przedsiębiorstw było ich 19. Sytuacja ta, jak podkreślano w raporcie o stanie innowacyjności województwa podlaskiego może wynikać ze zbytnej koncentracji na badaniach podstawowych kosztem badań stosowanych i prac rozwojowych⁹. Warto w tym miejscu podkreślić, że ogółem w Polsce Wschodniej około 9% mieszkańców posiada wykształcenie wyższe, natomiast w województwie podlaskim 9,5% (średnia w kraju 9,9%).¹⁰

Analizując liczbę zgłoszonych wynalazków i udzielonych patentów w okresie 2000-2009 widać poprawę w tym zakresie. W 2009 r. firmom z województwa podlaskiego udzielono 15 patentów przy 50 zgłoszonych wynalazkach. Jednak w skali kraju województwo pod tym względem zajmuje nadal odległe 13 miejsce¹¹.

Intensywność działalności badawczo-rozwojowej, mierzona stosunkiem pomiędzy nakładami na B+R a wartością produkcji sprzedanej lub wartością dodaną przekłada się na stopień zaawansowania technologicznego przedsiębiorstw przemysłowych. Według klasyfikacji dziedzin przemysłu według OECD podlaskie firmy na podstawie „zawartości B+R” są zaliczane do średnio-niskiej techniki i rzadko do średnio-wysokiej (np. Biażet). Porównując dodatkowo sytuację w zakresie zaawansowanej technologicznie działalności przemysłowej i usługowej tylko w województwach Polski Wschodniej należy stwierdzić, że podlaskie charakteryzuje się niestety najmniej zaawansowanym technologicznie przemysłem.

⁸ *Podręcznik OSLO. Zasady gromadzenia i interpretacji danych dotyczących innowacji. Pomiar działalności naukowej i technicznej. 2005.* ODCE, epp.eurostat.ec.europa.eu, s. 18

⁹ *Diagnoza stanu innowacyjności województwa podlaskiego. 2004.* Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok.

¹⁰ Tamże.

¹¹ Główny Urząd Statystyczny, Bank Danych Lokalnych, www.stat.gov.pl, stan z dn. 20.10.2012 r.

3. Działalność innowacyjna podlaskich przedsiębiorstw – nakłady i efekty

Według danych przedstawionych przez GUS około 19% podlaskich przedsiębiorstw sektora przemysłowego można zaklasyfikować jako innowacyjne. Natomiast w przypadku przedsiębiorstw usługowych kryteria firmy innowacyjnej spełniało ok. 10% (aktualizacja danych 21.09.2011 r.). Na 176 producentów artykułów spożywczych i napojów, zaledwie 10% jest klasyfikowana jako przedsiębiorstwo innowacyjne. W przypadku sektora maszynowego udział podmiotów innowacyjnych jest zdecydowanie większy. W przypadku producentów maszyn dla rolnictwa i leśnictwa było to blisko 70%. Województwo podlaskie charakteryzuje się jednym z najniższych wskaźników udziału przedsiębiorstw innowacyjnych (sektor usług – 10%, przedsiębiorstwa przemysłowe – 19%). Należy także zaznaczyć, że dane GUS ilustrujące wprowadzanie innowacji produktowych i/lub procesowych zarówno w przypadku przedsiębiorstw przemysłowych jak i z sektora usług potwierdzają tendencję spadkową.¹²

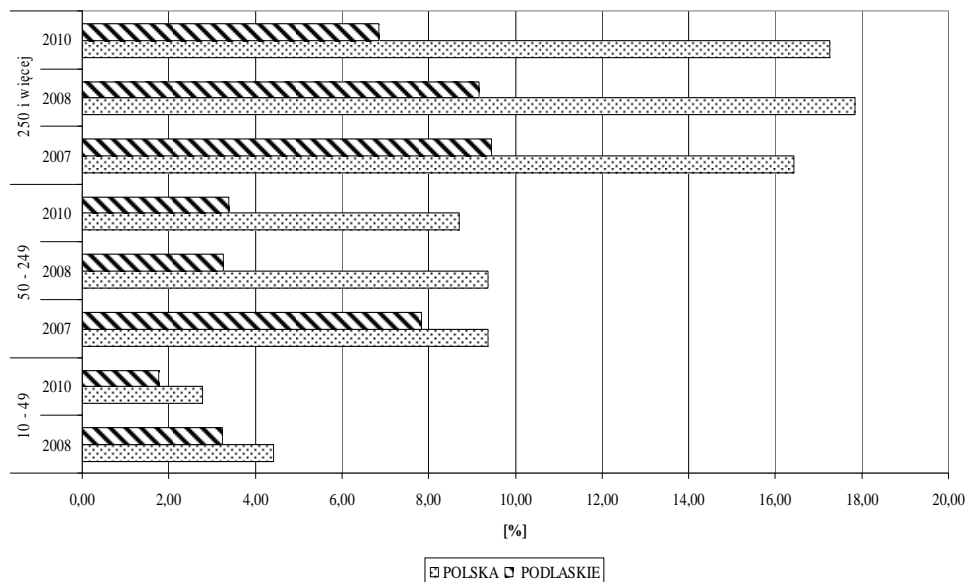
Struktura wielkości nakładów na działalność innowacyjną podlaskich przedsiębiorstw w sektorze maszynowym jest zdecydowanie zdominowana przez wydatki ponoszone na budynki i budowli oraz grunty, stanowiły one w 2009 r. blisko 58%. W przypadku drugiego działu, tj. produkcji artykułów spożywczych 84% nakładów było związanych z rozwojem parku maszynowego (maszyny, urządzenia, narzędzia oraz środki transportu). Pod względem struktury nakładów na działalność innowacyjną, podlaskie przedsiębiorstwa przemysłowe wyraźnie odbiegają od sytuacji obserwowanej w kraju w zakresie wydatków na szkolenia personelu (średnia krajowa - 1,6%), zakup wiedzy ze źródeł zewnętrznych czy też marketing nowych lub ulepszonych produktów. Zaledwie 7,24% przedsiębiorstw z sektora usługowego i 13,86% przedsiębiorstw produkcyjnych poniosło w 2010 r. wydatki na działalność innowacyjną.

Największe nakłady na działalność innowacyjną w 2008 r. i 2009 r. poniosły mazowieckie przedsiębiorstwa przemysłowe i usługowe. Najmniejsze nakłady na działalność innowacyjną w przemyśle w 2008 r. poniosły jednostki z województwa opolskiego, natomiast w sektorze usług - z województwa podlaskiego. Pod względem wielkości nakładów na działalność innowacyjną przypadające na jedno przedsiębiorstwo prowadzące działalność innowacyjną, podlaskie plasuje się na 13 miejscu wśród wszystkich województw Polski (ok. 55% średniej krajowej).

Za istotny wskaźnik uznaje się udział przychodów ze sprzedaży produktów nowych i istotnie ulepszonych w wartości sprzedaży ogółem. Na rys. 2 przedsta-

¹² *Działalność innowacyjna przedsiębiorstw w latach 2006-2009*. 2010. Opracowania i informacje Statystyczne, Główny Urząd Statystyczny, Urząd Statystyczny w Szczecinie, Warszawa.

wiono dane ilustrujące sytuację w tym zakresie w zależności od klasy wielkości przedsiębiorstwa.

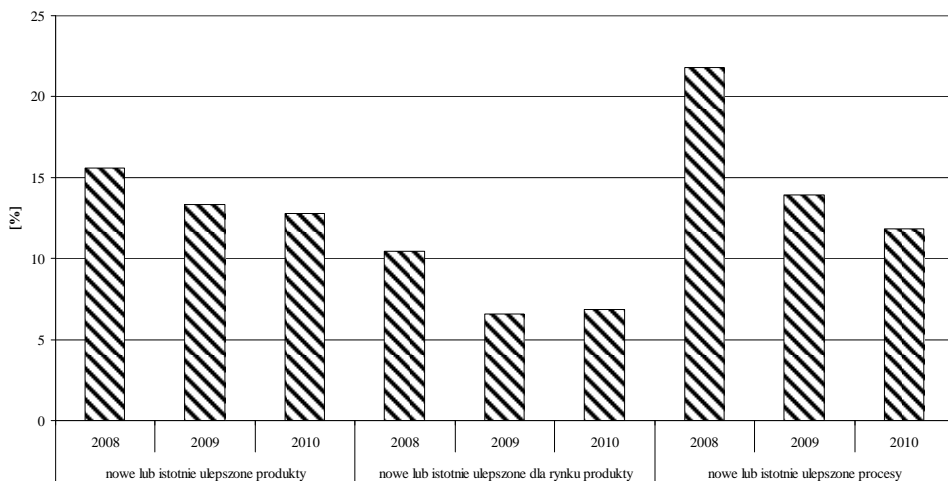


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Rys. 2. Udział produkcji sprzedanej wyrobów nowych/istotnie ulepszonych w przedsiębiorstwach przemysłowych w wartości sprzedaży wyrobów ogółem [%]

W porównaniu z sytuacją kraju, przedsiębiorstwa podlaskie wypadają stosunkowo korzystnie. Przeciętnie w przypadku przedsiębiorstw przemysłowych wskaźnik ten w skali kraju wyniósł w 2009 r. 10,6%, natomiast w województwie podlaskim – 8,5%. Najwyższy wskaźnik osiągnęły, zarówno w skali regionu jak i kraju, przedsiębiorstwa zatrudniające 250 osób i więcej. Analiza danych wskazała, że liderami innowacji w województwie podlaskim są przedsiębiorstwa z sektora maszynowego.

Badając strukturę wprowadzonych rozwiązań innowacyjnych należy stwierdzić, że ich wiodącym dostawcą są przedsiębiorstwa zatrudniające 250 i więcej pracowników. Sytuacja ta dotyczy zarówno nowych lub istotnie ulepszonych produktów jak i procesów. Pod tym względem przedsiębiorstwa podlaskie nie odbiegają istotnie od sytuacji w kraju (rys. 3).



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez Urząd Statystyczny w Białymstoku oraz danych GUS.

Rys. 3. Przedsiębiorstwa innowacyjne przemysłowe w województwie podlaskim wg rodzajów wprowadzonych innowacji (aktualizacja danych 18.10.2011)

Najbardziej liczną grupę stanowią przedsiębiorstwa, które wprowadziły rozwiązania innowacyjne w zakresie ulepszenia istniejących bądź wprowadzenia nowych produktów (rys. 3). Według danych GUS najwięcej innowacji procesowych wprowadzonych przez przedsiębiorstwa przemysłowe dotyczyło nowych lub istotnie ulepszonych metod produkcji wyrobów i usług. W sektorze usług wprowadzone rozwiązania innowacyjne dotyczyły głównie systemów wspierających zarządzanie przedsiębiorstwem (procesy utrzymania, zakupowe, rachunkowość, systemy obliczeniowe).¹³

Głównym źródłem pozyskiwania środków na działalność innowacyjną podlaskich przedsiębiorstw przemysłowych są środki własne. Analiza wielkości nakładów pozyskiwanych z poszczególnych źródeł potwierdza wskazaną wcześniej tendencję spadkową. Istotnym źródłem finansowania działalności innowacyjnej podlaskich przedsiębiorstw są także kredyty bankowe. Praktycznie nie korzystają one ze środków budżetowych. Niski udział środków zagranicznych w finansowaniu działalności innowacyjnej wskazuje na niewielkie zainteresowanie kapitału

¹³ *Działalność innowacyjna przedsiębiorstw w latach 2006-2009*. Opracowania i Informacje Statystyczne, Główny Urząd Statystyczny, Urząd Statystyczny w Szczecinie, Warszawa 2010.

zagranicznego inwestycjami w regionie.¹⁴ Podlaskie pod względem wielkości bezpośrednich inwestycji zagranicznych napływających do Polski zajmuje 14 miejsce w rankingu województw.¹⁵ Struktura finansowania działalności innowacyjnej podlaskich przedsiębiorstw jest zbliżona do ogólnie panującej w kraju. Według danych GUS w 2009 r. przedsiębiorstwa przemysłowe pokrywały ze środków własnych 68,4% wszystkich wydatków poniesionych na działalność innowacyjną (w sektorze usługowym 84,2%).

Przedsiębiorstwa podlaskie nie wykazują się dużą aktywnością i efektywnością aplikacyjną w zakresie pozyskiwania środków na działalność badawczą i proinnowacyjną. Przeprowadzony benchmarking efektywności aplikacyjnej¹⁶ firm w zakresie złożonych projektów dla Działania 1.4-4.1 POIG (Wsparcie na prace badawcze i rozwojowe oraz wdrożenie wyników tych prac) sklasyfikował pod tym względem województwo podlaskie dopiero na piętnastym miejscu. Według danych przedstawionych w raporcie z realizacji projektu „Akademia Zarządzania Innowacjami” żadna podlaska firma nie zawarła w 2010 roku umów o dofinansowanie ani też nie otrzymała rekomendacji do wsparcia na realizację projektów w ramach Działania 3.3.2 POIG (Tworzenie systemu ułatwiającego inwestowanie w MSP) oraz Działania 5.4.1 POIG (Zarządzanie własnością intelektualną). Sytuacja ta wygląda zdecydowanie lepiej w przypadku projektów związanych z uzyskiwaniem wsparcia inwestycji B+R w przedsiębiorstwach (działanie 4.2 POIG). Efektywność aplikacyjna podlaskich firm w ramach tego działania była bardzo wysoka – czwarte miejsce w rankingu. Natomiast w zakresie pozyskiwania środków na nowe inwestycje o wysokim potencjale innowacyjnym¹⁷ skuteczność i aktywność podlaskich firm była zdecydowanie niższa (11 i 12 miejsce w rankingu). Biorąc pod uwagę skumulowany wskaźnik łącznego otrzymanego i rekomendowanego wsparcia na realizację projektów związanych m.in. z wejściem na nowe rynki i wzmocnieniem pozycji konkurencyjnej przedsiębiorstw na rynkach zagranicznych (Działanie 6.1 POIG) oraz rozwojem gospodarki elektronicznej (Działanie 8.1 POIG) firmy podlaskie znalazły się na końcu rankingu. Podobnie wygląda sytuacja w zakresie pozy-

¹⁴ Szacunek PKB per capita i bezpośrednich inwestycji zagranicznych w województwach oraz wskaźniki wyprzedzające koniunktury. 2011. Biuro Inwestycji i Cykli Ekonomicznych, Ekspertyza wykonana na zlecenie Ministerstwa Rozwoju Regionalnego, Warszawa.

¹⁵ Dotyczy okresu 2007–2010. Wielkości napływu BIZ zbierane były metodą miejsca rejestracji firmy, a nie metodą zakładową.

¹⁶ Raport *Akademia Zarządzania Innowacjami. Doświadczenia projektowe*. Wydawnictwo Społecznej Wyższej Szkoły Przedsiębiorczości i Zarządzania w Łodzi, Łódź, 2011.

¹⁷ Projekty inwestycyjne związane z zastosowaniem nowych rozwiązań technologicznych, produktowych, usługowych lub organizacyjnych, projekty szkoleniowe oraz doradcze niezbędne dla realizacji projektów inwestycyjnych, tworzenie nowych miejsc pracy związanych z nowymi inwestycjami.

skiwania środków na wspieranie wdrażania elektronicznego biznesu typu B2B (Działanie 8.2 POIG).¹⁸

Należy podkreślić, że ocena uwzględnia wskaźniki ilościowe opisujące działalność innowacyjną przedsiębiorstw oraz wyniki tej działalności a także czynniki umożliwiające rozwój innowacji. Kompleksowa diagnoza powinna uwzględniać czynniki jakościowe, do których można zaliczyć dostęp do nowoczesnych form mediów, mobilność i pluralizm społeczny, kreatywność, kapitał społeczny czy też zachowania i postawy organizacyjne (zachowawcze, konformistyczne, skłonność do ryzyka).¹⁹

Uwagi końcowe

Województwo podlaskie charakteryzuje się jednym z najniższych w skali kraju nakładów przeznaczonych na badania i rozwój (B+R). Przeprowadzona analiza danych wykazała niekorzystną, z punktu widzenia poprawy innowacyjności podlaskich przedsiębiorstw tendencję spadkową w tym zakresie. Wraz ze redukcją nakładów wyraźnie spadała ilość zadeklarowanych rozwiązań o charakterze innowacyjnym. W porównaniu z sytuacją w 2007 r. w 2010 zanotowano spadek o blisko 50% liczby nowych lub istotnie ulepszonych produktów oraz nowych lub istotnie ulepszonych produktów dla rynku. Podobna sytuacja miała miejsce w przypadku wdrażenia innowacyjnych zmian w procesach. Czynnikiem, który może mieć wpływ na taką sytuację jest niski poziom zatrudnienia w obszarze B+R w sektorze przedsiębiorstw (ponad dwukrotnie mniej niż średnia w kraju) stanowiący barierę rozwoju i komercjalizacji wyników badań stosowanych. Przedsiębiorstwa podlaskie nie wykazują się dużą aktywnością i skutecznością aplikacyjną w zakresie pozyskiwania środków strukturalnych na działalność B+R i projekty innowacyjne. Zdecydowana większość ponoszonych wydatków na działalność innowacyjną związana jest z zakupem budynków i budowli oraz gruntów oraz z rozwojem parku maszynowego (maszyny, urządzenia, narzędzia oraz środki transportu). Przedsiębiorstwa w bardzo małym stopniu, w porównaniu z sytuacją w wiodących województwach Polski, inwestują w podnoszenie kwalifikacji pracowników, pozyskiwaniu wiedzy ze źródeł zewnętrznych. Udział produkcji sprzedanej wyrobów in-

¹⁸ Fabińska M., 2011. *Benchmarking efektywności aplikacyjnej firm w ramach złożonych projektów dla wybranych działań i poddziałań POIG oraz RPO z województwa łódzkiego i pozostałych piętnastu województw*. (w:) Raport Akademia Zarządzania Innowacjami. Doświadczenia projektowe. Wydawnictwo Społecznej Wyższej Szkoły Przedsiębiorczości i Zarządzania w Łodzi, Łódź.

¹⁹ Bukowski M., Szpor A., Śniegocki A., 2012. *Potencjał i bariery polskiej innowacyjności*. Instytut Badań Strukturalnych, Warszawa, s. 13-18.

nowacyjnych przez podlaskie przedsiębiorstwa był w 2010 roku ponad dwukrotnie mniejszy (4,97%) od średniej krajowej (11,34%). Według ekspertów Deloitte stagnację w zakresie wydatków na badania i rozwój oraz spadająca liczba małych i średnich przedsiębiorstw inwestujących w B+R należy traktować jako sygnał niepokojący, bowiem tendencja ta może znaleźć swoje niekorzystne odbicie w tempie rozwoju gospodarczego i konkurencyjności gospodarki.

Przenosząc rozważania na obszar europejski można dostrzec pozytywne reakcje na istniejącą sytuację. W strategii Europa 2020 wskazuje się, że wiedza i innowacje są kluczowymi stymulantami rozwoju gospodarczego. Podkreśla się jednocześnie, że niezbędna jest poprawa jakości kształcenia i wyników działalności badawczej oraz wspieranie transferu innowacji i wiedzy w krajach UE²⁰. Na poziomie krajowym i regionalnym konieczne jest przede wszystkim zreformowanie istniejących systemów prowadzenia działalności badawczo-rozwojowej i innowacyjnej. Efektem tych działań powinno być zacieśnienie współpracy między uczelniami, społecznością badawczą i biznesem. Komisja Europejska wskazuje także zasadność wprowadzenia zmian w systemie edukacji i wprowadzanie elementów innowacji i przedsiębiorczości. Ponadto zaleca się promowanie wydatków na wiedzę i ich stymulowanie poprzez wdrożenie systemu ulg podatkowych i innych instrumentów finansowych umożliwiających wzrost prywatnych inwestycji w badania i rozwój²¹.

Biorąc pod uwagę sytuację w województwie podlaskim proponowane kierunki zmian budzą duże nadzieje, tworząc nowe perspektywy rozwoju innowacyjności przedsiębiorstw, szczególnie z sektora MSP.

Piśmiennictwo

1. Bukowski M., Szpor A., Śniegocki A., 2012. *Potencjał i bariery polskiej innowacyjności*. Instytut Badań Strukturalnych, Warszawa.
2. *Diagnoza stanu innowacyjności województwa podlaskiego*. Badania przeprowadzono na zlecenie Urzędu Marszałkowskiego Województwa Podlaskiego w ramach realizacji opracowania „Regionalnej Strategii Innowacji Województwa Podlaskiego”, Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok, 2004.
3. Domański B., Dej. M., Działek K. Gwosdz K., Gwosdz-Sobala A., 2011. *Znaczenie przemysłu dla „inteligentnego i trwałego” rozwoju regionu Polski Wschodniej oraz podejmowanych działań dotyczących jego restrukturyzacji i modernizacji*. Ekspertyza

²⁰ *Europe 2020. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth*, 2010, Komisja Europejska, www.eur-lex.europa.eu.

²¹ Tamże.

- wykonana na zlecenie Ministerstwa Rozwoju Regionalnego. Dokument elektroniczny. Tryb dostępu: www.mrr.gov.pl, stan z dn. 14.02.2013 r.
4. *Działalność innowacyjna przedsiębiorstw w latach 2006-2009*. 2010. Opracowania i Informacje Statystyczne, Główny Urząd Statystyczny, Urząd Statystyczny w Szczecinie.
 5. *Europe 2020. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth*. 2010. Komisja Europejska. Tryb dostępu: www.eur-lex.europa.eu, stan z dn. 14.02.2013 r.
 6. Fabińska M., 2011. *Benchmarking efektywności aplikacyjnej firm w ramach złożonych projektów dla wybranych działań i poddziałań POIG oraz RPO z województwa łódzkiego i pozostałych piętnastu województw*. (w:) Raport Akademia Zarządzania Innowacjami. Doświadczenia projektowe. Wydawnictwo Społecznej Wyższej Szkoły Przedsiębiorczości i Zarządzania w Łodzi, Łódź,.
 7. Główny Urząd Statystyczny, Bank Danych Lokalnych. Dokument elektroniczny. Tryb dostępu: www.stat.gov.pl, stan z dn. 14.02.2013 r..
 8. *Innovation Union Scoreboard 2011. Research and Innovation Union scoreboard*. 2012. The Enterprise & Industry. Komisja Europejska. Dokument elektroniczny. Tryb dostępu: ec.europa.eu.
 9. *Komunikat o sytuacji społeczno-gospodarczej województwa podlaskiego w sierpniu 2012 r.*, nr 8/2012, Urząd Statystyczny w Białymstoku, wrzesień 2012, Dokument elektroniczny. Tryb dostępu: www.stat.gov.pl.
 10. *Podręcznik OSLO. Zasady gromadzenia i interpretacji danych dotyczących innowacji. Pomiar działalności naukowej i technicznej*. 2005. Wydanie trzecie, ODCE.
 11. Raport Akademia Zarządzania Innowacjami. Doświadczenia projektowe. 2011. Wydawnictwo Społecznej Wyższej Szkoły Przedsiębiorczości i Zarządzania w Łodzi, Łódź.
 12. *Szacunek PKB per capita i bezpośrednich inwestycji zagranicznych w województwach oraz wskaźniki wyprzedzające koniunktury*. 2011. Biuro Inwestycji i Cykli Ekonomicznych, Ekspertyza wykonana na zlecenie Ministerstwa Rozwoju Regionalnego, Warszawa.

Kwalifikacje projektowe w organizacjach

Organization's project capability

Krzysztof Dziekoński

Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, Katedra Informatyki Gospodarczej i Logistyki

Abstract

The increase in the number of projects indicates the growing importance of organizations implementing projects in the economy. This raised the question which organizations carry out projects best. Literature shows that these are the organizations that are effective in the implementation of non-routine, complex tasks, have the ability to reconfigure the organizational structure, ability to flexibly respond to customer needs and the integration of diverse knowledge. A set of these skills is referred to in the literature as project capability. Project capabilities are formed within the organization, along with the process of creating and implementing project plans. That is with the process of organizational learning during the implementation of projects. Typically organizations with project capability can utilize a specific form of scale economies that with respect to the projects is defined as economies of repetition. In the paper the literature review of the organization's project capability concept is presented.

Keywords: project capability, project management, organizational learning

Wstęp

Osiągnięcie i utrzymanie przez przedsiębiorstwo odpowiedniej pozycji na rynku wymusza jego ciągły rozwój. Zazwyczaj rozwój ten wymaga celowych i planowanych zmian działalności¹. Rozwój i wzrost konkurencyjności przedsiębiorstw może się stać motorem napędowym polskiej gospodarki. Rozwój ten jest szczególnie istotny w świetle trwającego w ostatnich latach w Polsce spowolnienia

¹ Flamholtz E., Hua W., 2002. *Strategic Organizational Development and the Bottom Line: Further Empirical Evidence*. *European Management Journal* 20 (1), s. 72–81.

wzrostu gospodarczego. Rozwój ten możliwy będzie poprzez inwestycje i wdrażanie projektów innowacyjnych². Wzrost liczby tych projektów wskazuje na wzrost znaczenia organizacji realizujących projekty w gospodarce, zwłaszcza w odniesieniu do przedsiębiorstw realizujących projekty innowacyjne. Spowodowało to wzrost zainteresowań badaczy organizacjami które realizują projekty najlepiej³. Wyniki tych analiz wskazują, że są to te organizacje, które są efektywne w realizacji nierutynowych, złożonych zadań, mają zdolność do częstej rekonfiguracji struktury organizacyjnej, możliwości elastycznego reagowania na potrzeby klientów i integracji zróżnicowanych zasobów wiedzy⁴. Posiadanie takich zdolności organizacyjnych umożliwia organizacjom projektowym korzystanie ze specyficznej formy ekonomiki skali, która określana jest mianem ekonomiki powtórzeń to jest możliwością realizacji przy niższych kosztach i z większą skutecznością kolejnych projektów. Zestaw tych umiejętności określany jest w literaturze mianem kwalifikacji projektowych. W artykule przedstawiono występujące w literaturze poglądy na pojęcie kwalifikacji projektowych organizacji oraz proces zdobywania tych kwalifikacji.

Kwalifikacje projektowe w organizacji projektowej

Kwalifikacje projektowe są zazwyczaj definiowane jak umiejętność realizacji projektów. Z założenia organizacje projektowe określone są jako te które kwalifikacje te posiadają.

Organizacje projektowe zazwyczaj powstają gdy spełnione są następujące trzy warunki:

- występują zróżnicowane i dynamiczne rynki z dużym stopniem zaangażowania klientów w proces innowacji,
- klienci oczekują zindywidualizowanych wyrobów, partie produkcyjne są małe,
- procesy wytwarzania i rozwoju produktów stają się złożonymi problemami⁵.

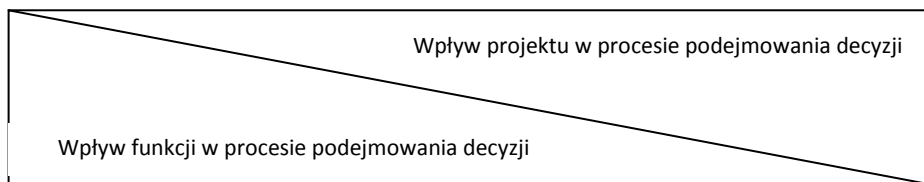
² Dziekoński K., 2010. *Zarządzanie projektami w małych i średnich przedsiębiorstwach*. *Ekonomia i Zarządzanie* 2 (4), s. 97-104.

³ Lindkvist L., Söderlund J., Tell F., 1998. *Managing product development projects: On the significance of fountains and deadlines*. *Organization Studies* 19 (6), s. 931-951.

⁴ Hobday M., 2000. *The Project based organisation: An ideal form for managing complex products and systems?* *Research Policy* 27 (7-8), s. 871-893.

⁵ Nightingale P., Baden-Fuller C., Hopkins M., 2001. *Projects, Project capabilities and project organizations*. (in:) *Project-Based Organizing and Strategic Management, Advances in Strategic Management* 28, s. 215-234.

Na rys. 1 przedstawiono rozpiętość struktur organizacyjnych w zarządzaniu projektami.



Organizacja funkcjonalna

- ciągły przepływ produktów i usług,
- standardowy produkt,
- ekonomika skali,
- trwałość i specjalizacja,
- rutynowe zadania.

Organizacja macierzowa

Organizacja projektowa

- produkcja jednostkowa/male partie produkcyjne,
- produkt indywidualizowany,
- ekonomika „powtarzalności”,
- różnorodność i niepewność,
- zadania nieszablonowe.

Źródło: opracowanie na podstawie: Davies A., Brady T., 2000. *Organisational capabilities and learning in complex product systems: towards repeatable solutions*. Research Policy 29, s. 931–953.

Rys. 1. Rozpiętość struktur organizacyjnych w zarządzaniu projektami

W literaturze wciąż jest wiele niejasności w definicji kwalifikacji projektowych.

W wielu wypadkach projekty są wykorzystywane jako mechanizmy koordynujące wewnątrz organizacji projektowej w celu zbudowania przewagi konkurencyjnej, a w innych przypadkach organizacje projektowe wykorzystują umiejętności swoich partnerów, i wreszcie projekty są poręczne administracyjnie i funkcjonują jako specyficzny podmiot prawny rozwiązywany po zakończeniu realizacji działań. Wskazuje to na różne możliwości stosowania projektów, stawiając jednocześnie pytanie o typy działań które powinno się realizować jako projekty oraz jakie kwalifikacje/umiejętności powinna mieć organizacja która projekty realizuje⁶.

Projekt, jest „pożądaną potrzebą”. Oznacza to, że projekty są bardziej zorientowane na przyszłość i osiągane poprzez zmianę otoczenia tak by pasowało do idei/myśli czy wyobrażenia stanu przyszłego. Proces realizacji projektu od inicjującej go idei do finalnego produktu często związany jest z zastosowaniem nieokre-

⁶ Nightingale P., 2000. *The product-process-organization relationship in complex development projects*. Research Policy 29 (7-8), s. 913-930.

ślonych wcześniej, z uwagi nowatorstwo projektu, zasad działania. Stosowanie tych zasad może prowadzić do ślepych zaułków lub pętli które wpływają na wydajność i efektywność realizacji projektu mierzonych kosztem, czasem i jakością produktu projektu. Organizacje, które potrafią zredukować zmienność w kosztach projektu poprzez zmniejszenie liczby powtórzeń i zakresu ponownych opracowań mogą wytworzyć wartość. Może to zostać osiągnięte poprzez efektywne zarządzanie projektem, wybór, rozwój i testy. Na tej samej zasadzie, przedsiębiorstwa które są w stanie zaprezentować możliwe do realizacji opracowania, które rozwiązują potrzeby klientów w nowy sposób również mogą dodać wartość. Zależy to jest od tego czy klient jest w stanie w pełni określić jakiego sposobu realizacji projektu oczekuje, w tym wypadku kontrola kosztów jego realizacji będzie ceniona, czy też definiuje problem i oczekuje rozwiązania. W tym drugim przypadku ceniona będzie kreatywność w opracowaniu rozwiązań i planowaniu realizacji projektu.

Kwalifikacje projektowe określać więc można jako umiejętności organizacji do redukcji zmienności w wydajności (czas, koszt i jakość) projektu oraz tworzeniu wartości dla użytkowników. Mają one zarówno element wydajności statycznej związanej z oceną jak dobrze organizacja jest w stanie realizować projekt i wydajności dynamicznej, określającej na ile dobrze i kreatywnie organizacja jest w stanie zaproponować rozwiązania problemu i wytworzyć dodatkową wartość. Na rysunku 2 przedstawiono umiejętności organizacji.



Źródło: opracowanie na podstawie Davies A., Brady T., Organisational capabilities and learning in complex product systems: towards repeatable solutions, Research Policy 29, 2000, s. 931–953.

Rys. 2. Umiejętności organizacji

Kwalifikacje organizacji do realizacji projektów związane są więc z indywidualnymi, „osobniczymi” umiejętnościami organizacji do redukcji zmienności w efektywności realizacji projektu lub dodawania wartości klientom⁷. Ma to swoje implikacje organizacyjne. Zazwyczaj organizacje projektowe mają odwróconą klasyczną sekwencję: koncepcja, wytwarzanie, marketing. W przypadku projektów, dział marketingu organizacji nie sprzedaje produktu ale założenie, „obietnicę”, że firma jest w stanie odpowiedzieć na potrzebę klienta. Produkt jest tworzony po złożeniu zlecenia, a jego wytwarzanie i koncepcja dostosowywane do wymagań klienta. W klasycznych organizacjach rozwój produktu jest oddzielony od jego wytwarzania. Są to zazwyczaj działy badawczo rozwojowe firm. W przypadku projektów, wytwarzanie i rozwój produktu są zbieżne⁸.

Zdobycie kwalifikacji projektowych

Wzrost zapotrzebowania organizacji projektowych na stałą poprawę wiedzy i umiejętności w obliczu dynamicznie zmieniających się warunków rynkowych. Uczenie się organizacji stało się ważnym aspektem działalności organizacji projektowych. Zdolność organizacji do zdobywania wiedzy szybciej niż jej konkurenci jest w przypadku organizacji projektowych formą tworzenia przewagi konkurencyjnej⁹.

Można wyróżnić trzy płaszczyzny uczenia się organizacji:

- poznawcza - dotyczy wiedzy, zrozumienia i spostrzeżeń, tj. organizacja zdobywania wiedzy, niezależnie od tego, czy ta wiedza jest przekształcana w działania. Płaszczyzna ta, to proces przetwarzania informacji w organizacji.
- behawioralna (zachowania i działania) – skupia się na rezultatach działań jako efektach uczenia się. Może to być zarówno obecnie dokonująca się przemiana lub potencjał do zmiany w funkcjonowaniu organizacji (zazwyczaj są to zdobyte doświadczenia które, które mogą mieć wpływ na przyszłe zachowania organizacji).
- socjologiczna - działania i uczenie się (zarówno indywidualne, jak i organizacyjne) są wynikiem rozmów i interakcji osób w określonej kulturze

⁷ Winter S.G., 2003. *Understanding dynamic capabilities*. Strategic Management Journal 24 (10), s. 991-995.

⁸ Nightingale P., Baden-Fuller C., Hopkins M., 2011. *Projects, Project capabilities and project organizations*. (w:) *Project-Based Organizing and Strategic Management*. Advances in Strategic Management 28, s. 215-234.

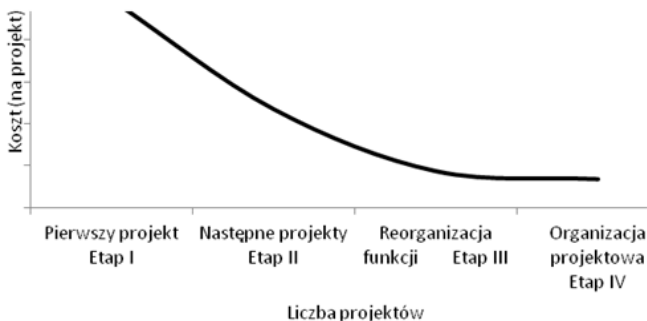
⁹ Koskinen K. U., 2012. *Organizational Learning in Project-Based Companies: A Process Thinking Approach*. Project Management Journal 43 (3), s. 40-49.

organizacyjnej. Ten aspekt uczenia się wskazuje na to, że nauka ma miejsce nie tylko w głowach ludzi lub w strukturach organizacji ale również poprzez proces rozwijania się w działaniu. Zdobywanie doświadczeń poprzez działania jest częścią procesu uczenia się organizacji i jako taki również wymaga wsparcia¹⁰.

Zdobywanie kwalifikacji projektowych, uczenie się organizacji, odbywa się zazwyczaj w następujących po sobie czterech etapach:

1. Powołana jest pierwsza struktura organizacyjna do zarządzania projektem. Zazwyczaj powodem jest konieczność zmiany dotychczasowego sposobu funkcjonowania organizacji, reakcja na zmiany na rynku lub zmiany technologiczne, rozwój produktu czy usługi.
2. Doświadczenia zdobyte podczas realizacji projektu zostają przeniesione do równoległe realizowanych w organizacji projektów lub do kolejnych przedsięwzięć.
3. Realizacja projektów może stać się stałym, często nowym, źródłem generowania przychodów. Wymaga to wówczas zmian w strukturze organizacyjnej.
4. Wraz ze wzrostem kwalifikacji projektowych konieczne może być wydzielenie jednostki projektowej z macierzystych struktur organizacyjnych i stworzenie nowej organizacji zajmującej się tylko realizacją projektów¹¹.

Na rys. 3 przedstawiono etapy zdobywania kwalifikacji projektowych organizacji.



Źródło: opracowanie na podstawie: Davies A., Brady T., 2000. *Organisational capabilities and learning in complex product systems: towards repeatable solutions*. Research Policy 29, s. 931–953.

Rys. 3. Etapy zdobywania kwalifikacji projektowych organizacji

¹⁰ Sense A.J., 2011. *The project workplace for organizational learning development*. International Journal of Project Management 29, s. 986-993.

¹¹ Davies A., Brady T., 2000. *Organizational capabilities and learning in complex product systems: towards repeatable solutions*. Research Policy 29, s. 931–953.

Przedstawione na rys. 3 etapy uczenia się nie kończą się w chwili powołania wyspecjalizowanej organizacji projektowej. Cykl uczenia się rozpoczyna się od nowa, teraz dotyczy organizacji specjalizującej się w realizacji projektów. Jest to często łączone ze strategicznym uczeniem się organizacji podczas realizacji awangardowych projektów¹². Efektywność realizacji projektów w organizacji, mierzona kosztami złożenia oferty czy realizacji przedsięwzięcia, wzrasta dzięki „ekonomice powtórzenia” to jest niższymi kosztami i większą skutecznością złożenia podobnej oferty lub realizacji kolejnego podobnego projektu przez organizację. Powtórna realizacja projektu umożliwi wykorzystanie już rozpoznanych wzorów zachowań organizacyjnych. Wyniki niektórych działań mogą być przewidywalne, a ryzyka nieosiągnięcia celu projektu zmniejszone dzięki stworzonym na podstawie doświadczeń procedurom czy wzorcom. Ekonomika powtórzeń i kwalifikacje projektowe organizacji różnią się od ekonomiki skali. Faktem jest, że niektóre z elementów kwalifikacji projektowych organizacji będą mogły podlegać zasadom ekonomiki skali (np. podział wysokich kosztów wyposażenia na wiele realizowanych projektów) ale nie wszystkie muszą¹³.

Zakończenie

Kwalifikacje projektowe organizacji określane są jako te umiejętności organizacji które zmniejszają zmienność kosztów realizowanego projektu lub wnoszą dodatkową wartość do produktów projektu przez co podnoszą wydajność i efektywność organizacji. Kwalifikacje projektowe tworzą się wewnątrz organizacji, wraz z procesami tworzenia i realizacji planów projektów. Zdobywanie kwalifikacji projektowym jest procesem uczenia się organizacji podczas realizacji projektów. W tradycyjnych organizacjach wzrost kompetencji i umiejętności organizacji objawia się zazwyczaj występowaniem ekonomiki skali. Występuje ona wtedy gdy koszty wytwarzania dwóch i więcej wyrobów łącznie, jest niższy niż wytwarzanie ich oddzielnie. Ekonomika skali możliwa jest również do osiągnięcia w realizacji projektów. W przypadku wielu projektów pewne ich etapy mogą być powtarzalne, na przykład działania związane z konserwacją czy obsługą urządzeń, dostarczaniem produktów do różnych lokalizacji geograficznych lub projekty które mają wspólny algorytm/procedurę postępowania przy realizacji zadań. Występo-

¹² Brady T., Davies A., 2004. *Building project capabilities: From exploratory to exploitative learning*. *Organization studies* 25 (9), s. 1601-1621.

¹³ Loasby B., 2010. *Capabilities and strategy: Problems and prospects*. *Industrial and Corporate Change* 19 (4), s. 1301-1316.

wanie tych wspólnych elementów podczas realizacji wielu projektów jednocześnie umożliwia ich wcześniejszą koordynację, efektywne wykorzystanie zasobów i wiedzy organizacji i osiągnięcie efektu ekonomiki skali. Natomiast pojęcie kwalifikacji projektowych organizacji wynikają z relatywnie wyższej wydajności. Organizacja może mieć umiejętności do realizacji jednego projektu z wyższą wydajnością i przy niższych kosztach niż konkurent, co wcale nie oznacza że realizacja kolejnego projektu i następnych będzie realizowana przy niższych kosztach jednostkowych. Ilościowego pomiaru i oceny kwalifikacji projektowych organizacji dokonuje się zazwyczaj poprzez ocenę efektywności finansowej projektów.

Piśmiennictwo

1. Brady T., Davies A., 2004. *Building project capabilities: From exploratory to exploitative learning*. Organization studies 25 (9).
2. Davies A., Brady T., 2000. *Organisational capabilities and learning in complex product systems: towards repeatable solutions*. Research Policy 29.
3. Dziekoński K., 2010. *Zarządzanie projektami w małych i średnich przedsiębiorstwach*. Ekonomia i Zarządzanie 2 (4).
4. Flamholtz E., Hua W., 2002. *Strategic Organizational Development and the Bottom Line: Further Empirical Evidence*. European Management Journal 20 (1).
5. Hobday M., 2000. *The Project based organisation: An ideal form for managing complex products and systems?* Research Policy 27 (7-8).
6. Koskinen K.U., 2012. *Organizational Learning in Project-Based Companies: A Process Thinking Approach*. Project Management Journal 43 (3).
7. Lindkvist L., Söderlund J., Tell F., 1998. *Managing product development projects: On the significance of fountains and deadlines*. Organization Studies 19(6).
8. Loasby B., 2010. *Capabilities and strategy: Problems and prospects*. Industrial and Corporate Change 19 (4), s. 1301-1316.
9. Nightingale P., Baden-Fuller C., Hopkins M., 2011. *Projects, Project capabilities and project organizations*. (in:) Project-Based Organizing and Strategic Management, Advances in Strategic Management 28.
10. Nightingale P., 2000. *The product-process-organization relationship in complex development projects*. Research Policy 29 (7-8).
11. Sense A.J., 2011. *The project workplace for organizational learning development*, International Journal of Project Management 29.
12. Winter S.G., 2003. *Understanding dynamic capabilities*. Strategic Management Journal 24 (10).

Stochastyczna analiza graniczna – przegląd zastosowań

Stochastic Frontier Analysis – the areas of applications

Katarzyna Wardzińska

Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, Katedra Informatyki Gospodarczej
i Logistyki

Abstract

The purpose of this article is one of the benchmarking methods - SFA (Stochastic Frontier Analysis) and overview of the areas of applications. This article discussed the idea of the method and the basis of economics. The literature review of previous achievements on the areas of application was researched. SFA is compared to most popular DEA method (Data Envelopment Analysis). The interest method over the last decade and the industries that are the subject of analysis is presented. The summary contains the conclusions of the analysis.

Keywords: stochastic frontier analysis, SFA, DEA, technical efficiency, cost efficiency

Wstęp

W dzisiejszych czasach, charakteryzujących się dużą i agresywną konkurencją, każda jednostka funkcjonująca na rynku, zmuszona jest do szczegółowego przyglądania się uzyskiwanym przez siebie wynikom, jak również osiągnięciom swoich konkurentów. Bezpośrednie porównywanie np. wielkości sprzedaży nie daje jednak na ogół wystarczających informacji. Na te potrzeby nauka dostarcza nam szeregu metod wspomagających ocenę efektywności bazujących na analizie działalności przedsiębiorstw na tle ich konkurencji (Kozieradzka, Lis 2000).

Jednym z przykładów takich metod są wykorzystywane w benchmarkingu: analiza obwiedni danych (DEA – Data Envelopment Analysis), skorygowana me-

toda najmniejszych kwadratów (COLS – Corrected Ordinary Least Squares) czy też będąca przedmiotem rozważań artykułu – stochastyczna analiza graniczna (SFA – Stochastic Frontier Analysis).

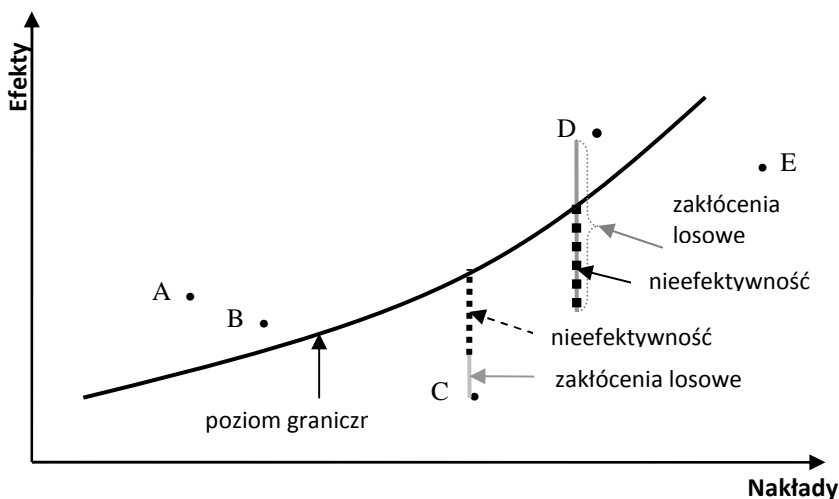
Celem artykułu jest zaprezentowanie jednej z tych metod – stochastycznej analizy granicznej oraz usystematyzowanie wiedzy na temat obszarów jej wykorzystania w Polsce i na świecie. Omówiono ideę metody oraz podstawy ekonomiczne. Poruszono tematykę efektywności technicznej i kosztowej oraz związanych z tym pojęć produkcji granicznej i kosztu granicznego. Dokonany został przegląd dotychczasowego dorobku literaturowego dotyczącego wykorzystania metody SFAna tle zastosowań analizy obwiedni danych (DEA – Data Envelopment Analysis). Przeanalizowano zainteresowanie metodą w ostatnim dziesięcioleciu oraz branżę będące przedmiotem analiz. W podsumowaniu zawarto wnioski z analizy.

1. Stochastyczna analiza graniczna

Stochastyczna analiza graniczna pozwala na opis relacji w danej branży przez porównywanie nakładów i efektów działalności jednostek z uwzględnieniem występowania dwóch składników w danych: czynnika losowego i nieefektywności (Ruggiero 1999). W rozdziale pokazano miejsce SFA w klasyfikacji metod benchmarkingowych oraz omówiono główną ideę metody.

SFA należy do grupy metod wykorzystywanych w benchmarkingu. Zaliczana jest do metod całościowych, a więc stosowanych do oceny ogólnej działalności przedsiębiorstwa, poprzez określanie różnych zależności pomiędzy nakładami a efektami. SFA jest metodą graniczną, czyli opartą na założeniu, że wszystkie jednostki powinny być zdolne do działania na określonym poziomie efektywności. Poziom ten, zwany często granicznym jest wyznaczony przez wzorcowe, efektywnie działające jednostki danego sektora. Stanowią one odniesienie dla pozostałych, wskazując na docelowy zakres (granice) poprawy efektywności. Obiekty wzorcowe, to takie, które tworzą wzorcowy poziom efektywności, to znaczy, że przy najmniejszych nakładach wejściowych osiągają najlepsze wyniki lub przy określonych nakładach ponoszą najniższe koszty. SFA jest metodą parametryczną. Oznacza to, że do oszacowania funkcji produkcji lub kosztów służy funkcjonalna postać wartości granicznych. Takie metody wymagają dokładniejszej znajomości produkcji i ponoszonych kosztów. SFA szacuje efektywny koszt lub produkcję uwzględniając stochastyczny charakter danych wejściowych (Aigner, Lovell, Schmidt 1997).

Najistotniejszą cechą, wyróżniającą stochastyczną analizę graniczną wśród innych metod, jest oddzielanie błędów pomiaru od składnika odpowiedzialnego za nieefektywność. W odróżnieniu od pozostałych parametrycznych metod benchmarkingu uwzględnia się zakłócenia losowe, mogące wpływać na ostateczne wyniki pomiaru efektywności. Ten fakt z pewnością można uznać za główną zaletę tej metody. Graficzną ilustrację idei metody przedstawiono na rys. 1. Literami oznaczono analizowane jednostki. Zarówno obiekty leżące ponad poziomem granicznym (A, B, D) jak i poniżej (C, E) wykazują się pewną nieefektywnością. Problemem jest zidentyfikowanie w jakim stopniu na efektywność wpływają zakłócenia losowe. Podejście to wymaga czasami niełatwego określenia oddzielnych założeń co do rozkładu błędów i nieefektywności (Sarafidis 2002). Potencjalnie prowadzi to do poprawniejszych wyników, ale równocześnie stanowi duże utrudnienie dla niedoświadczonych analityków.



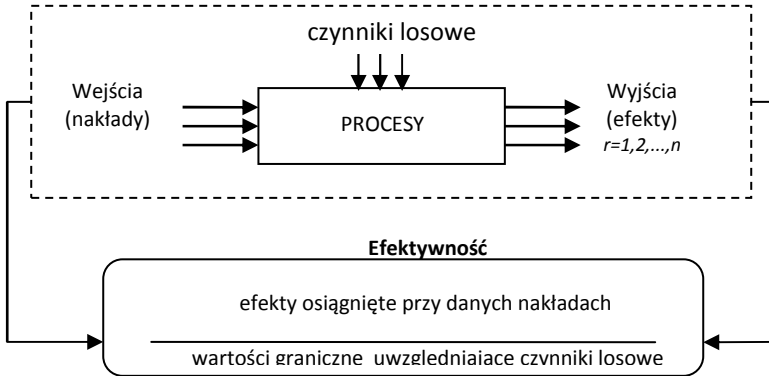
Źródło: opracowanie na podstawie (Sarafidis 2002).

Rys. 1. Idea stochastycznej analizy granicznej

2. Podstawy ekonomiczne

Omawiając stochastyczną analizę graniczną należy wyjaśnić podstawowe pojęcia związane z efektywnością oraz produkcją graniczną i kosztem granicznym. Miara efektywności działania systemu w ujęciu technicznym pojmowana jest jako produktywność (Kozieradzka, Lis 2000). Produktywność odnosi się

do wszelkich rodzajów działalności: produkcji dóbr, działalności usługowej (na przykład szkolnictwo czy usługi przemysłowe), administracji, przetwarzania informacji itp. Produktywność może być odnoszona do systemów różnych stopni, na przykład gospodarki narodowej, gałęzi, sektora, przedsiębiorstwa i do pojedynczych stanowisk prac. Dla celów praktycznej analizy efektywności zbudowano uproszczony model przedstawiony na rys. 2.



Źródło: opracowanie własne na podstawie: Lis S. (red.), 1999. *Vademecum produktywności*. Agencja Wydawniczo-Poligraficzna PLACET, Warszawa; oraz Osiewalski J., 2001. *Ekonometria bayesowska w zastosowaniach*. Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Kraków.

Rys. 2. Graficzna ilustracja koncepcji efektywności technicznej z uwzględnieniem zakłóceń losowych.

Wyjścia systemu oznaczają produkty lub usługi wytwarzane i sprzedawane odbiorcom. Wejścia systemu to różnego rodzaju zasilenia, takie jak materiały, energia, informacje oraz zasoby systemu, takie jak m.in.: ludzie świadczący pracę i kapitał wykorzystywany do wytwarzania produktu wyjściowego. Czynnikiem losowym mogą być na przykład warunki atmosferyczne. Mogą one również być spowodowane błędem pomiaru wielkości wejść i wyjść lub też być wynikiem błędów w kierowaniu procesem produkcji. Złe gospodarowanie jest przyczyną powstawania odchyłeń o ujemnym znaku i znane jest w literaturze pod nazwą nieefektywności technicznej. Efektywność techniczną w przypadku stochastycznej analizy granicznej definiuje się jako stosunek osiągniętych efektów przy danych nakładach do granicznej wielkości efektu, w środowisku uwzględniającym czynnik losowy określony przez stochastyczną funkcję graniczną. Składa się ona ze wspólnej dla wszystkich producentów części deterministycznej oraz części specyficznej dla każdego producenta odzwierciedlającej efekt losowy (Osiewalski 2001).

W literaturze poruszano wiele sposobów oceny efektywności działania przedsiębiorstwa lub instytucji non-profit takich jak na przykład biblioteka czy szkoła. W przypadku stochastycznej analizy granicznej można oceniać efektywność na dwa sposoby:

- przez porównanie aktualnej wielkości produkcji z maksymalną, jaką dałoby się uzyskać przy ustalonych nakładach czynników (analiza efektywności technicznej na podstawie granicznej funkcji produkcji);
- przez porównanie faktycznie poniesionego kosztu z najmniejszym, przy którym dałoby się uzyskać ustaloną wielkość produkcji (analiza efektywności kosztowej na podstawie granicznej funkcji kosztu, wyznaczającej minimalny koszt danej produkcji przy danych cenach czynników).

Opisując produkcję graniczną należy uwzględnić funkcjonalną formę obszaru granicznego na wykresie technologii produkcji. Granicę tę wyznacza maksymalna wartość wyjścia osiągnięta przy danym wektorze wejść. Graniczna funkcja produkcji to maksymalna wielkość produkcji możliwa do uzyskania przy danych nakładach czynników. Produkcja graniczna dopuszcza granicę wyższą niż wynikającą z możliwości producenta. Efektywność techniczną otrzymuje się przez porównanie aktualnej wielkości produkcji z maksymalną, jaką dałoby się uzyskać przy ustalonych nakładach czynników produkcji (Kumbhakar 2000).

Przy swobodnym dostępie wszystkich badanych jednostek do tej samej technologii, graniczna funkcja kosztu reprezentuje minimalny koszt, jaki musiał być poniesiony przy danych cenach czynników i danym (zrealizowanym) poziomie produkcji. Gdy produkcja graniczna opisuje najlepszy możliwy do osiągnięcia pod względem technicznym produkt, koszt graniczny opisuje efekt produkcji pod względem ekonomicznym. Graniczną funkcję kosztu można zdefiniować jako minimalny koszt jaki musi być poniesiony przy danych cenach czynników i danym poziomie produkcji. Efektywność kosztową uzyskuje się przez porównanie faktycznie poniesionego kosztu z najmniejszym, przy którym dałoby się uzyskać ustaloną wielkość produkcji. Normą oceny działalności jednostek jest zmiana, jaka powstaje na skutek uwzględnienia przy produkcji granicznej kosztu granicznego. Osiągnięcie efektywności technicznej jest konieczne, ale niewystarczające do osiągnięcia efektywności kosztowej. Dzieje się tak, dlatego, że technicznie efektywny producent, może używać nieodpowiednich proporcji nakładów (wejść), biorąc pod uwagę ich ceny. Miara efektywności kosztowej zadana jest przez ułamek powstający w wyniku podzielenia kosztu minimalnego przez koszt zaobserwowany. Nie cała nieefektywność kosztowa jest koniecznie spowodowana nieefektywnością techniczną. Pozostała część nieefektywności i jest spowodowana złą alokacją nakładów w świetle odpowiadających im cen. Jednostka jest nieefektywna

kosztowo (ponosi koszty większe niż niezbędne) jeżeli jest nieefektywna technicznie, to znaczy angażuje zbyt duże (w stosunku do wymagań technologicznych) nakłady czynników produkcji w celu osiągnięcia danej wielkości produkcji, lub jest nieefektywna alokacyjnie, tj. proporcje nakładów czynników produkcji nie odpowiadają relacji ich cen rynkowych np. w zbyt dużym stopniu angażowane są czynniki o wysokiej cenie) (Kumbhakar 2000).

W zależności od potrzeb i dostępnych danych dobierana jest odpowiednia postać funkcji produkcji lub funkcji kosztu – stochastyczny model graniczny (ang. stochastic frontier model). W przypadku oceny efektywności technicznej stosowane są modele zbudowane na podstawie funkcji produkcji, a w przypadku efektywności kosztowej, na podstawie funkcji kosztu. Charakterystyka modeli nie jest jednak tematem tego artykułu. Zagadnienia związane ze stochastycznymi modelami granicznymi były już omawiane w literaturze zagranicznej (Aigner, Lovell, Schmidt 1977) oraz podejmowane w nauce polskiej (Wróbel-Rotter 2002).

3. Obszary zastosowań stochastycznej analizy granicznej

W tej części artykułu dokonano przeglądu literatury dotychczasowego dorobku nauki związanego z tematyką metody SFA. Analiza bibliograficzna była możliwa dzięki dostępowi do pełnotekstowych oraz bibliograficzno-abstraktowych baz danych czasopism elektronicznych. Wyszukiwanie przeprowadzono w bazach ELSEVIER, EBSCO, SPRINGER i Wiley Online.

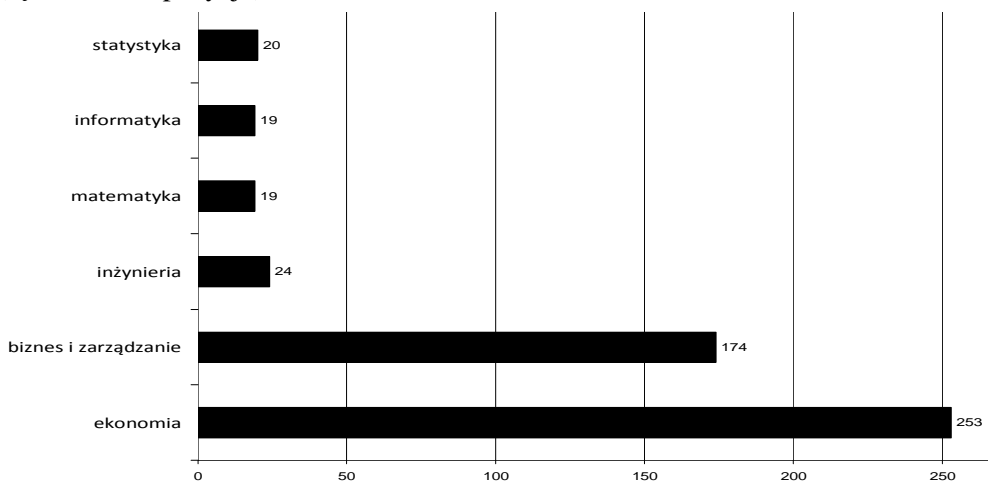
Tabela 1. Liczba rezultatów uzyskanych przy wyszukiwaniu wg słów kluczowych „stochastic frontier analysis” oraz „data envelopment analysis”.

zakres	w całym tekście		w tytule	
	„stochastic frontier analysis”	„data envelopment analysis”	„stochastic frontier analysis”	„data envelopment analysis”
Baza				
ELSEVIER	785	4760	21	529
EBSCO	457	5965	97	1470
SPRINGER	380	2343	24	238
Wiley	377	1176	14	83
Suma	1999	14244	156	2320

Źródło: opracowanie własne, stan baz na dzień 13.11.2012 r.

Zainteresowanie stochastyczną analizą graniczną odzwierciedlają w znacznym stopniu zagraniczne publikacje naukowe. Przegląd literatury opierał się na wyszukaniu w bazach bibliograficznych pozycji zawierających w tytule lub w treści anglojęzyczną nazwę metody czyli „stochastic frontier analysis”. Dla porównania wyszukiwano również publikacje dotyczące nieparametrycznej metody benchmarkingowej tj. analizy obwiedni danych DEA stosując jako słowo kluczowe anglojęzyczną nazwę metody. Uzyskane rezultaty potwierdzają ukazują dużo mniejsze zainteresowanie metodą SFA niż DEA. Publikacje związane z tematyką stochastycznej analizy granicznej występują w każdej bazie około sześć razy rzadziej. Średnio liczba wystąpień metody SFA stanowi ok. 17% liczby wystąpień metody DEA. Filtrując wyniki poprzez wybór dyscypliny naukowej ekonomia otrzymano 253 pozycje. Według klasyfikacji wydawnictwa Springer, stochastyczna analiza graniczna, właśnie w ekonomii, najczęściej znajduje swoje zastosowanie (ok. 66% dostępnych pozycji). Liczne publikacje ukazują się także w obszarze biznesu i zarządzania (174). Znacznie rzadziej metoda znajduje zwolenników wśród nauk takich jak inżynieria, matematyka, statystyka czy informatyka (rys. 3).

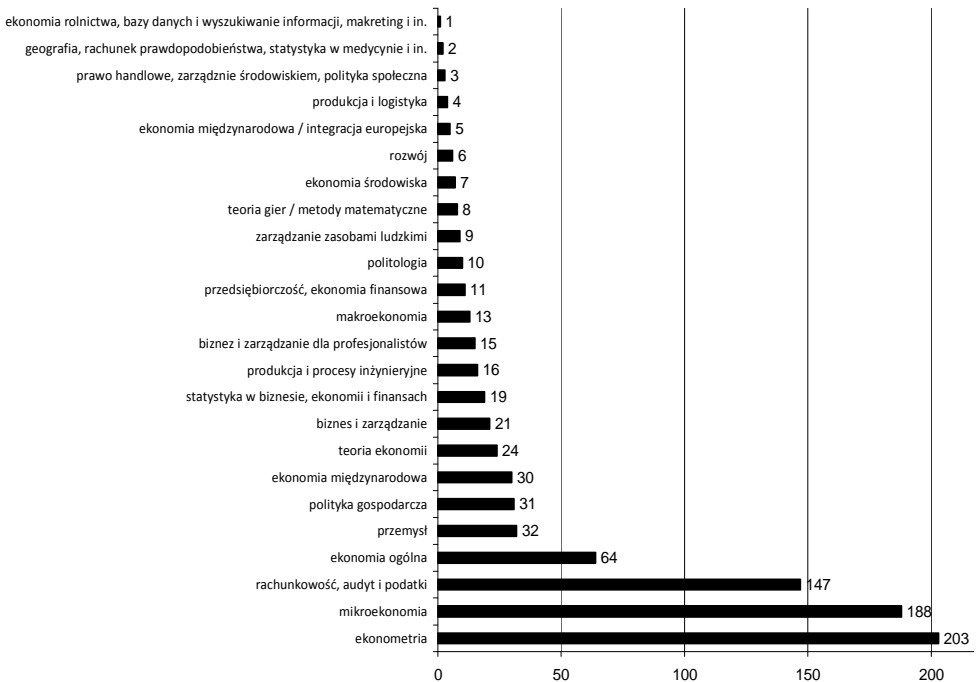
W bazie Springer znajduje się 289 artykułów dotyczących lub nawiązujących do stochastycznej analizy granicznej oraz 91 rozdziałów książek (łącznie 380 pozycji). Dla porównania rezultaty dla analizy obwiedni danych wskazują na 1462 artykuły, 837 rozdziałów, 14 książek i 30 wpisów encyklopedycznych (łącznie 2343 pozycje).



Źródło: opracowanie własne, stan bazy SPRINGER na dzień 13.11.2012 r.

Rys. 3. Liczba publikacji dotyczących stochastycznej analizy granicznej w różnych dyscyplinach naukowych.

Aby określić obszary zastosowania metody w ekonomii zastosowano filtr w wyszukanych publikacjach i ograniczono się do 253 publikacji. Dzięki czemu możliwa stała się dalsza analiza z podziałem na kolejne kategorie (rys. 4). Najczęściej prace, w których uwzględniana była stochastyczna analiza graniczna dotyczyły ekonometrii (203), mikroekonomii (188) oraz rachunkowości, audytu i podatków (147). Rzadziej w pracach z dyscypliny ekonomia wystąpiły prace dotyczące przemysłu, polityki gospodarczej czy biznesu i zarządzania (poniżej 10% publikacji ogółem). Bardzo rzadkimi kategoriami (poniżej 1% publikacji ogółem) była m.in. produkcja i logistyka czy prawo handlowe.

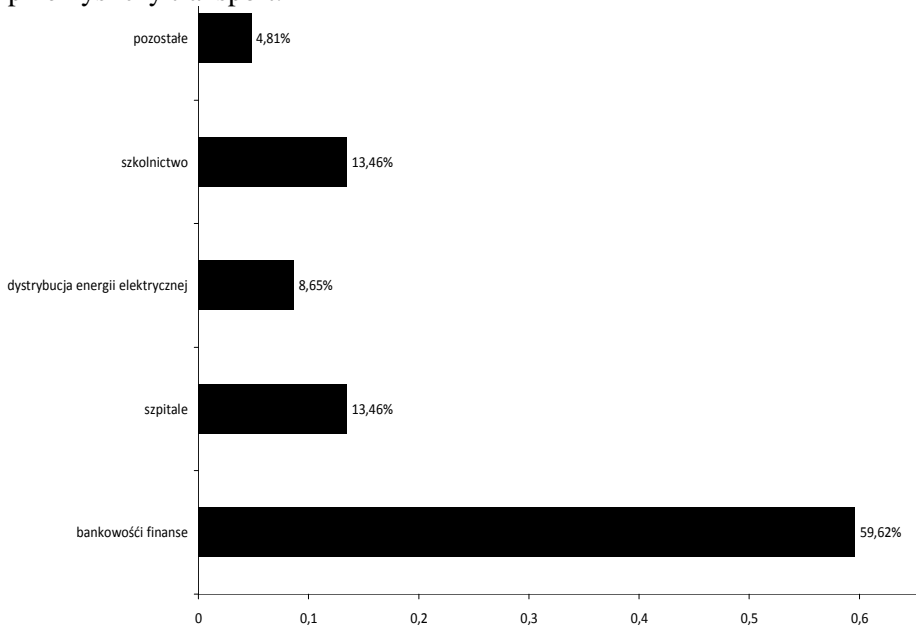


Źródło: opracowanie własne, stan bazy na dzień 13.11.2012 r.

Rys. 4. Liczba publikacji dotyczących stochastycznej analizy granicznej w ekonomii w bazie SPRINGER.

Na podstawie wyników uzyskanych w bazie EBCSO wyróżniono przedmiot badań stochastycznej analizy granicznej (rys. 5). Wśród rezultatów najczęściej analizowaną branżą były banki (ok. 60% publikacji branżowych). Na podobnym poziomie kształtowało zainteresowanie się wykorzystania metody w szkolnictwie,

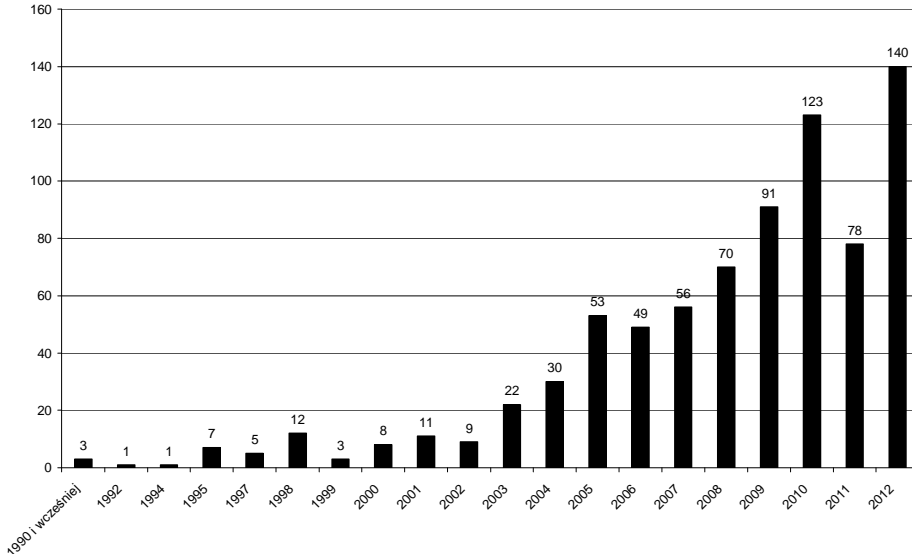
szpitalach (ok. 13%) oraz do efektywności działania dystrybutorów energii elektrycznej (9%). Wśród pozostałych zastosowań (ok. 5%) znalazły się takie branże jak przemysł czy transport.



Źródło: opracowanie własne, stan bazy na 13.11.2012 r.

Rys. 5. Przedmiot badań stochastycznej analizy granicznej na podstawie rezultatów uzyskanych w bazie EBSCO.

Dokonano również analizy liczby publikowanych prac na przełomie ostatnich lat (rys. 6). Wykorzystano w tym celu rezultaty otrzymane w bazie ELSEVIER (wyszukiwanie wg słów kluczowych „stochastic frontier analysis” we wszystkich polach). Analiza pokazała tendencję wzrostową zainteresowania metodą w ostatniej dekadzie. W 2012 r. opublikowano najwięcej jak do tej pory pozycji związanych tematycznie ze stochastyczną analizą graniczną (140 publikacji). Należy się spodziewać jeszcze większej liczby publikacji w roku kolejnym.



Źródło: opracowanie własne, stan bazy na 13.11.2012 r.

Rys. 6. Liczba publikacji dotyczących stochastycznej analizy granicznej w bazie ELSEVIER.

Przegląd obszarów zastosowania stochastycznej analizy granicznej uwzględnił również publikacje polskich badaczy. Nie było ich wiele. Wśród głównych autorów publikujących w tej tematyce należy z pewnością wyróżnić prace profesora Osiewalskiego z zakresu oceny efektywności kosztowej polskich bibliotek oraz banków czy efektywności spółek dystrybucyjnych energii elektrycznej (Osiewalski, Osiewalska 2003, 2006; Marzec, Osiewalski 2003; Osiewalski, Wróbel-Rotter 2002, 2012) Innymi twórcami podejmującymi tematykę SFA na polskim gruncie są m.in.: Nazarko, Barbarski, Bezat (Nazarko, Chrabołowska 2005; Barbarski 2010; Bezat 2011). Polskie publikacje ograniczają się przede wszystkim do zastosowań w zakresie bankowości i finansów, bibliotek publicznych oraz systemów dystrybucji energii. Nikt na gruncie polskim nie podejmował do tej pory, tak popularnej na świecie, tematyki oceny efektywności kosztowej szpitali. Z pewnością duży wpływ na ten fakt może mieć specyfika polskiej opieki zdrowotnej oraz trudność z pozyskaniem danych do analizy.

Podsumowanie

W literaturze odnaleźć można różne przykłady zastosowań metod benchmarkingowych. Stochastyczna analizą graniczną zajmują się w większości badacze za granicą. Zdecydowanie więcej uwagi poświęca się jednak metodzie obwiedni danych (DEA). Taki stan wynikać może z trudności związanych z zastosowaniem stochastycznej analizy danych (znajomość postaci funkcyjnej, złożoność obliczeniowa) oraz brakiem gotowych narzędzi, które mogłyby wspomóc pracę analityków.

Stochastyczną analizę graniczną wykorzystuje się przede wszystkim w naukach ekonomicznych oraz biznesie i zarządzaniu. Najliczniejsze publikacje wykorzystujące SFA dotyczą ekonometrii i mikroekonomii. Podmiotami będącymi najczęściej podmiotami analizy są banki, szpitale, szkoły oraz dystrybutorzy energii elektrycznej. Zauważalny jest wzrost zainteresowania metodą na świecie. Z roku na rok przybywa kolejnych publikacji związanych z SFA.

Do chwili obecnej, oprócz opracowań Osiewalskiego, pojawiły się zaledwie pojedyncze przykłady wykorzystania metody w polskich warunkach. Jednak wraz ze wzrostem zainteresowania metodą na świecie, wzrosnąć powinno zainteresowanie metodą w Polsce. Ciekawym przykładem zastosowania metody mogłoby okazać się wykorzystanie SFA do oceny efektywności kosztowej szpitali polskich. Istnieją liczne publikacje zagraniczne, w których to właśnie szpitale poddaje się analizie tą metodą. Podążając za badaczami na świecie należałoby podjąć się takiej próby również na gruncie polskim.

Piśmiennictwo

1. Aigner D., Lovell C.A., Schmidt P., 1997. *Formulation and estimation of stochastic frontier production function models*. Journal of Econometrics 6.
2. Barburski J., 2010. *Ekonometryczny pomiar efektywności ekonomicznej instytucji finansowych. Stochastyczny model graniczny kosztów*. Bank i Kredyt 41 (1), s. 31–56.
3. Bezat A., 2011. *Estimation of technical efficiency by application of the SFA method for panel data*. Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego tom 11(26), nr 3, s. 5-13.
4. Kozieradzka A., Lis S., 2000. *Produktywność. Metody analizy oceny i tworzenia programów poprawy*, Oficyna Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
5. Kumbhakar S.C., 2000. *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge University Press.
6. Lis S. (red.), 1999. *Vademecum produktywności*. Agencja Wydawniczo-Poligraficzna PLACET, Warszawa.

7. Marzec J., Osiewalski J., 2003. *Bayesowskie graniczne modele kosztów dla oddziałów banku. Wnioskowanie o efektywności kosztowej i jej determinantach*. Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie 628, s. 23-51.
8. Nazarko J., Chraubołowska J., 2005. *Benchmarking w ocenie efektywności krajowych spółek dystrybucyjnych energii elektrycznej*. Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Taksonomia 12, Wrocław.
9. Osiewalski J., 2001. *Ekonometria bayesowska w zastosowaniach*. Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Kraków.
10. Osiewalski J., Wróbel-Rotter R., 2002. *Bayesowski model efektów losowych w analizie efektywności kosztowej (na przykładzie elektrowni i elektrociepłowni polskich)*. Przegląd Statystyczny 49, s. 47-68.
11. Osiewalski J., Wróbel-Rotter R., 2012. *Model ekonometryczny – narzędzie oceny efektywności operatorów systemów dystrybucyjnych elektroenergetycznych*. Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki 1 (79).
12. Osiewalski J., Osiewalska A., 2003. *Ocena efektywności kosztowej bibliotek akademickich na podstawie danych przekrojowo-czasowych*. Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie 628, s. 5-21.
13. Osiewalski J., Osiewalska A., 2006. *Stochastyczna graniczna funkcja kosztu dla polskich bibliotek publicznych*. (w:) A. Zeliaś (red.). *Przestrzenno-czasowe modelowanie i prognozowanie zjawisk gospodarczych*. Materiały z XXVII Ogólnopolskiego Seminarium Naukowego. Zakopane 26-29.04.2005. Akademia Ekonomiczna w Krakowie, s. 179-193.
14. Ruggiero J., 1999. *Efficiency estimation and terror decomposition in the stochastic frontier model: A Monte Carlo analysis*. European Journal of Operational Research 115.
15. Sarafidis V., 2002. *An Assessment of Comperative Efficiency Measurment Techniques*. Europe Economics.

Zastosowanie metody TOPSIS do oceny kondycji finansowej spółek dystrybucyjnych energii elektrycznej

Application of TOPSIS method for evaluation of financial condition of the power distribution companies

Wojciech Zalewski

Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, Katedra Informatyki Gospodarczej i Logistyki

Abstract

There are several methods to solve multiple attribute decision making cases. These can be also used for evaluation of enterprises based simultaneously on several different criteria. This paper presents an application of the TOPSIS method for evaluation of power distribution companies. To verification of the proposed method of multiple attribute decision making was based on the data from financial reports of distribution companies.

Keywords: TOPSIS method, power distribution companies, multiple attribute decision making

Wstęp

Wiedza na temat sytuacji finansowej przedsiębiorstw jest bardzo istotna z punktu widzenia inwestorów, wpływa na obraz przedsiębiorstwa na rynku, pozwala porównać je między sobą. Budowane są rankingi wybranych grup przedsiębiorstw lub całych gospodarek. W wielu publikacjach prasowych pojawiają się opracowane zestawienia opierające się na jednorodnych kryteriach, które obrazują sytuację przedsiębiorstw jednowymiarowo, co utrudnia ocenę wielokryterialną. W wielu przypadkach interesuje nas kilka czynników wpływających na funkcjonowanie

przedsiębiorstwa przy różnym stopniu ich ważności (często bardzo subiektywnym). Istnieje grupa metod służąca do porządkowania liniowego obiektów, które mogą być wykorzystane do oceny przedsiębiorstw z jednoczesnym uwzględnieniem wielu czynników. Jedną z nich jest metoda TOPSIS (The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) opracowana przez C.-L. Hwang i K. Yoon¹.

Celem pracy jest zastosowanie metody TOPSIS do uporządkowania liniowego przedsiębiorstw dystrybucyjnych działających na polskim rynku energii elektrycznej według ich kondycji finansowej w roku 2010. Dane do obliczeń uzyskano ze sprawozdań spółek dystrybucyjnych² oraz z publikacji w czasopiśmie „Rynek energii”³.

1. Wieloatrybutowa analiza sytuacji decyzyjnych

Celem wszystkich metod wielokryterialnej analizy problemu decyzyjnego jest dostarczenie decydentowi narzędzi umożliwiających rozwiązanie problemu, w którym występuje jednocześnie wiele konfliktowych kryteriów decyzyjnych. Wielu autorów dzieli metody wielokryterialnego wspomaganiania decyzji na: wielokryterialne podejmowanie decyzji (*MODM – Multi Objective Decision Making*) oraz wieloatrybutowe podejmowanie decyzji (*MADM – Multi Attribute Decision Making*). Wielokryterialne podejmowanie decyzji (*MODM*) bada problemy decyzyjne, w których zbiór wszystkich dopuszczalnych decyzji jest zbiorem ciągłym zawierającym nieskończoną liczbę możliwych wariantów rozwiązania. Wieloatrybutowe podejmowanie decyzji (*MADM*) skupia się na problemach decyzyjnych, w których zbiór wszystkich dopuszczalnych decyzji jest zbiorem dyskretnym, zawierającym skończoną, określoną z góry, liczbę możliwych wariantów rozwiązania⁴.

Metody rozwiązywania wieloatrybutowych problemów decyzyjnych (*MADM*) można podzielić na dwa podejścia związane ze sposobem interpretacji kryteriów nieporównywalnych bezpośrednio z uwagi na różne dziedziny atrybutów. Szkoła francuska klasyfikuje obiekty wykorzystując mechanizm ustalania odpowiednich progów wzajemnych zależności. Natomiast metody szkoły amerykańskiej, nazywane często

¹ Hwang C.-L., Yoon K., 1981. *Multiple Attribute Decision Making*. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems 186, Springer.

² Sprawozdania spółek dystrybucyjnych za rok 2010. Strony internetowe spółek.

³ Halicka K., 2012. *Budowa i analiza rankingu spółek dystrybucyjnych z wykorzystaniem metod porządkowania liniowego*. Rynek Energii 2.

⁴ Bewszko T., 2004. *Wielokryterialna analiza zasilania w energię odbiorcy komunalno-bytowego*. Rozprawa doktorska, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów.

metodami syntezy jednokryterialnej, starają się zunifikować dziedziny porównywanych kryteriów i dzięki temu umożliwić bezpośrednie porównywanie ich ze sobą⁵.

Wiele publikacji dotyczy porównania i oceny skuteczności poszczególnych metod. Należą do nich metoda SAW, TOPSIS, AHP, ELECTRE, COPRAS. Jedną z najbardziej popularnych jest metoda TOPSIS. W literaturze polskiej metoda TOPSIS jest zaliczana do podstawowych metod wzorcowych porządkowania liniowego obiektów wielocechowych⁶

2. Etapy postępowania w metodzie TOPSIS

Idea metody TOPSIS polega na określeniu odległości rozpatrywanych obiektów od rozwiązania idealnego i antyidealnego. Końcowym rezultatem analizy jest wskaźnik syntetyczny tworzący ranking badanych obiektów. Za najlepszy obiekt uważa się ten, który ma najmniejszą odległość od rozwiązania idealnego i jednocześnie największą od rozwiązania antyidealnego⁷.

W procesie decyzyjnym zakładamy, że rozpatrujemy m -elementowy zbiór spółek dystrybucyjnych energii elektrycznej (obiektów) przy użyciu n cech. Tworzy to macierz danych $\mathbf{X}[m \times n]$ wartości osiąganych przez objekty w każdej z cech. Dodatkowo określa się arbitralnie wektor wag przypisanych kolejnym cechom $\mathbf{w}[1 \times n]$ oraz ich rodzaj (stymulanta lub destymulanta). Procedura obliczeniowa przebiega w następujących etapach:

1. Utworzenie znormalizowanej macierzy danych według formuły:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad \text{dla } i = 1, 2, \dots, m \text{ oraz } j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

2. Uwzględnienie wag przypisanych poszczególnym cechom:

$$v_{ij} = w_j \cdot z_{ij} \quad (2)$$

3. Ustalenie wektora wartości rozwiązania idealnego \mathbf{a}^+ i antyidealnego \mathbf{a}^- :

⁵ Szlarczyńska J., 2005. *Przegląd metod rozwiązywania wielokryterialnych problemów decyzyjnych – zastosowania w procesach nawigacyjnych*. Prace Wydziału Nawigacyjnego Akademii Morskiej w Gdyni, Gdynia.

⁶ Wysocki F., 2010. *Metody taksonomiczne w rozpoznawaniu typów ekonomicznych rolnictwa i obszarów wiejskich*. Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Poznań.

⁷ Hwang C.-L., Yoon K., 1981. *Multiple Attribute Decision Making*. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems 186, Springer.

$$a^+ = (a_1^+, a_2^+, \dots, a_n^+) := \{(\max_{i=1, \dots, m} v_{ij} | j \in J_Q), (\min_{i=1, \dots, m} v_{ij} | j \in J_C)\}, \quad (3)$$

$$a^- = (a_1^-, a_2^-, \dots, a_n^-) := \{(\min_{i=1, \dots, m} v_{ij} | j \in J_Q), (\max_{i=1, \dots, m} v_{ij} | j \in J_C)\}, \quad (4)$$

gdzie J_Q to zbiór stymulant, J_C to zbiór destymulant.

4. Obliczenie odległości euklidesowych badanych obiektów od rozwiązania idealnego i antyidealnego:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - a_j^+)^2} \dots \text{ dla } i = 1, 2, \dots, m \text{ oraz } j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - a_j^-)^2} \dots \text{ dla } i = 1, 2, \dots, m \text{ oraz } j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

5. Wyznaczenie współczynnika rankingowego określającego podobieństwo obiektów do rozwiązania idealnego:

$$R_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \dots \text{ dla } i = 1, 2, \dots, m, \text{ przy czym } 0 \leq R_i \leq 1 \quad (7)$$

Największa wartość współczynnika R_i wskazuje na rozwiązanie (obiekt) najlepsze w rozpatrywanym problemie porządkowania liniowego.

3. Ocena sytuacji finansowej spółek dystrybucyjnych energii elektrycznej

Tworzenie rankingów przedsiębiorstw ma na celu porównanie ich działalności z punktu widzenia wybranych wskaźników finansowych. Rankingi przedsiębiorstw energetycznych są prezentowane rzadko i najczęściej głównym kryterium jest przychód ze sprzedaży⁸. W wielu przypadkach interesujące z punktu widzenia oceniającego są inne wskaźniki, których waga może się zmieniać w zależności od przyjętych preferencji. Jednocześnie poszukiwany jest ranking uwzględniający wszystkie wybrane cechy mimo ich różnych właściwości.

W ramach zadania badawczego przeanalizowano dostępne dane finansowe wszystkich spółek dystrybucyjnych według stanu na rok 2010⁹ (tabela 1) oraz wybra-

⁸ Halicka K., 2012. *Budowa i analiza rankingu spółek dystrybucyjnych z wykorzystaniem metod porządkowania liniowego*. Rynek Energii 2.

⁹ Sprawozdania spółek dystrybucyjnych za rok 2010. Strony internetowe spółek.

ne wskaźniki rentowności i zadłużenia¹⁰ (tabela 2). Wykorzystano wskaźnik ROA (ang. *return on assets*) – wskaźnik rentowności aktywów, ROE (ang. *return on equity*) – wskaźnik rentowności kapitału własnego, DR (ang. *debt ratio*) – wskaźnik ogólnego zadłużenia, CG (ang. *capital gearing*) – wskaźnik zadłużenia kapitału własnego.

Tabela 1. Dane finansowe spółek dystrybucyjnych energii elektrycznej w Polsce w 2010 roku (tys. zł)

Spółka dystrybucyjna	Wynik operacyjny	Aktywa	Zobowiązania długoterminowe	Zobowiązania krótkoterminowe
PGE Dystrybucja	451,095	16 159,489	80,339	799,752
Energa Operator S.A.	201,568	8 557,297	1 030,353	786,720
Energia S.A.	269,064	4 451,743	795,087	612,372
EnergiaPro S.A.	208,300	4 275,127	32,844	462,575
ENEA Operator	276,381	5 865,636	935,335	644,362
Vattenfall Poland S.A.	156,779	3 364,619	151,974	217,575
RWE Stoen Operator	45,437	3 096,946	10,977	164,103
PKP Energetyka Sp. z o.o.	136,584	1 743,910	41,742	644,696

Źródło: sprawozdania spółek dystrybucyjnych za rok 2010.

Tabela 2. Wskaźniki rentowności i zadłużenia spółek dystrybucyjnych energii elektrycznej w Polsce w 2010 roku

Obiekt	Spółka dystrybucyjna	ROE	ROA	DR	CG
1	PGE Dystrybucja	2,80%	2,41%	5,45%	6,345
2	Energa Operator S.A.	5,00%	2,28%	21,23%	46,54%
3	Energia S.A.	6,58%	4,50%	31,62%	46,23%
4	EnergiaPro S.A.	5,36%	3,70%	11,59%	16,78%
5	ENEA Operator	5,12%	3,74%	26,93%	36,86%
6	Vattenfall Poland S.A.	4,76%	4,24%	10,98%	12,345
7	RWE Stoen Operator	1,34%	1,18%	5,65%	6,40%
8	PKP Energetyka Sp. z o.o.	16,65%	7,54%	39,36%	86,85%

Źródło: Halicka K., 2012. *Budowa i analiza rankingu spółek dystrybucyjnych z wykorzystaniem metod porządkowania liniowego*. Rynek Energii 2.

Z analiz ekonomicznych wynika, że wartości wskaźników ROE i ROA powinny być jak największe (będą stymulantami), wartości wskaźników DR powinna się zawierać w przedziale 40%-70% (przyjęto 60% i będzie to nominanta), wskaźnik CG obrazuje zdolność kredytową (będzie stymulantą). Wektor wag poszczegół-

¹⁰ Halicka K., 2012. *Budowa i analiza rankingu spółek dystrybucyjnych z wykorzystaniem metod porządkowania liniowego*. Rynek Energii 2.

nych cech dobrano subiektywnie dla różnych przypadków oceny spółek w zależności od preferencji oceniającego (tabela 3.). Obliczenia przeprowadzono przy dominacji wskaźników rentowności (przypadek I), przy dominacji wskaźników zadłużenia (przypadek II) oraz przy jednakowej ważności wszystkich wskaźników (przypadek III).

Tabela 3. Współczynniki wagowe cech ustalone dla różnych preferencji oceny

Przypadek	ROE	ROA	DR	CG
I	0,30	0,30	0,20	0,20
II	0,20	0,20	0,30	0,30
III	0,25	0,25	0,25	0,25
Rodzaj kryterium	max	max	nom	max

Źródło: opracowanie własne.

Następnie zgodnie z formułą (1) algorytmu metody TOPSIS obliczono znormalizowaną macierz Z , którą przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Znormalizowana macierz danych

Obiekt	ROE	ROA	DR	CG
1	0,1347	0,2071	0,0857	0,0541
2	0,2404	0,1962	0,3340	0,3974
3	0,3164	0,3869	0,4973	0,3947
4	0,2579	0,3185	0,1823	0,1432
5	0,2461	0,3216	0,4236	0,3147
6	0,2291	0,3647	0,1728	0,1053
7	0,0645	0,1018	0,0889	0,0547
8	0,8001	0,6485	0,6192	0,7415

Źródło: opracowanie własne.

W kolejnym kroku obliczono macierze wagone dla każdego rozpatrywanego przypadku (tabela 3) oraz rozwiązania (obiekty) idealne i antyidealne, które przedstawiono w tabeli 5. Wartość dla cechy DR w rozwiązaniu antyidealnym wynosi 0 (przedsiębiorstwo prowadzi politykę nierozwojową).

Tabela 5. Rozwiązania idealne a^+ i antyidealne a^- dla różnych przypadków oceny

Przypadek	Rozwiązanie	ROE	ROA	DR	CG
I	a^+	0,2400	0,1946	0,1888	0,1483
I	a^-	0,0193	0,0306	0,0	0,0108
II	a^+	0,1600	0,1297	0,2831	0,2224
II	a^-	0,0129	0,0204	0,0	0,0162
III	a^+	0,2000	0,1621	0,2359	0,1854
III	a^-	0,0161	0,0255	0,0	0,0135

Źródło: opracowanie własne.

Po obliczeniu odległości poszczególnych obiektów od rozwiązania idealnego i antyidealnego według formuły (5) i (6) uzyskano syntetyczne mierniki kondycji finansowej spółek dystrybucyjnych dla każdego przypadku oceny (tabela 6.).

Tabela 6. Wartości syntetycznego miernika kondycji finansowej spółek dystrybucyjnych

Spółka dystrybucyjna	Przypadek I	Ranking	Przypadek II	Ranking	Przypadek III	Ranking
PGE Dystrybucja	0,1135	7	0,0896	7	0,1011	7
Energa Operator S.A.	0,3051	4	0,3693	4	0,3407	4
Energia S.A.	0,4536	2	0,4925	2	0,4747	2
EnergiaPro S.A.	0,2614	6	0,2097	5	0,2343	5
ENEA Operator	0,3580	3	0,4002	3	0,3811	3
Vattenfall Poland S.A.	0,2651	5	0,2016	6	0,2323	6
RWE Stoen Operator	0,0481	8	0,0662	8	0,0586	8
PKP Energetyka Sp. z o.o.	0,8362	1	0,7735	1	0,8005	1

Źródło: opracowanie własne.

Jak wynika z analizy wartości współczynników rankingowych zawartych w tabeli 6 wartość wag przypisanych poszczególnym cechom nie wpływa na uporządkowanie poszczególnych obiektów w zaprezentowanych trzech przypadkach oceny. We wszystkich przypadkach największą wartość syntetycznego miernika kondycji finansowej uzyskano dla spółki PKP Energetyka, zaś najmniejszą dla RWE Stoen Operator i zbliżoną dla PGE Dystrybucja. Przy innym doborze wag przypisanych poszczególnym cechom wartości syntetycznego wskaźnika mogą być inne. Istotną cechą zastosowanej metody jest jednoczesne uwzględnienie wielu, często przeciwstawnych, cech do uszeregowania badanych obiektów. Na podstawie wartości współczynników rankingowych można także grupować obiekty pod kątem ich podobieństwa. Jak widać w tabeli 6 można wyodrębnić cztery typy rozwojowe. Pierwszy, do którego należy PKP Energetyka charakteryzuje się najwyższymi wskaźnikami rentowności co świadczy o

dużej sprawności finansowej przedsiębiorstwa oraz wysokimi wskaźnikami DR i CG co wskazuje na dużą zdolność kredytową i ewentualne wykorzystanie mechanizmu dźwigni finansowej. Do drugiego typu obiektów należą spółki, których wskaźnik syntetyczny zawiera się w przedziale 0,3 – 0,5 (są to Energia S.A., ENEA Operator, Energa Operator S.A.). Przedsiębiorstwa te mają podobne wskaźniki rentowności (ROE od 5% do 6,58%, ROA od 2,3% do 4,5%) oraz wskaźniki zadłużenia (DR powyżej 20% i CG powyżej 36%). Przedsiębiorstwa te mają dobrą kondycję finansową. Poziom zadłużenia świadczy o korzystaniu z kapitału obcego w działalności gospodarczej. Trzeci typ to obiekty, których wskaźnik syntetyczny zawiera się w przedziale 0,2 – 0,3 (są to Vattenfall Poland S.A., EnergiaPro S.A.). Przedsiębiorstwa te mają dobrą kondycję finansową (wskaźniki rentowności zbliżone do średniej dla całego sektora wytwarzania i zaopatrywania w energię elektryczną), ale w niewielkim stopniu korzystają z zewnętrznych źródeł finansowania. Czwarty typ to obiekty, których wskaźnik syntetyczny jest mniejszy od 0,2 (są to PGE Dystrybucja, RWE Stoen Operator). Przedsiębiorstwa te mają słabszą kondycję finansową (wskaźniki rentowności poniżej średniej dla całego sektora wytwarzania i zaopatrywania w energię elektryczną). Również w niewielkim stopniu korzystają z zewnętrznych źródeł finansowania, co może być przyczyną niskiej rentowności i braku zysku.

Podsumowanie

Ocena kondycji finansowej badanych przedsiębiorstw została przeprowadzona na podstawie metody TOPSIS, która należy do metod porządkowania liniowego obiektów wielocechowych. Otrzymane rezultaty wskazują na możliwość budowy rankingu badanych spółek z wykorzystaniem kilku niejednorodnych cech. Współczynniki wagowe przypisane poszczególnym cechom mogą być ustalone arbitralnie przez decydenta lub wynikać z opinii (np. uśrednionej) pozyskanej od ekspertów w danej dziedzinie. Można także wykorzystać istniejące metody niezależnego wyznaczenia wag poprzez porównanie kryteriów między sobą. Przeprowadzone badania pozwoliły wyodrębnić cztery typy rozwojowe spółek dystrybucyjnych energii elektrycznej. Analiza byłaby pełniejsza przy dodatkowych wskaźnikach określających płynność finansową oraz sprawność działania spółek.

Piśmiennictwo

1. Hwang C.-L., Yoon K., 1981. *Multiple Attribute Decision Making*. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems 186, Springer.
2. Sprawozdania spółek dystrybucyjnych za rok 2010.
3. Halicka K., 2012. *Budowa i analiza rankingu spółek dystrybucyjnych z wykorzystaniem metod porządkowania liniowego*. Rynek Energii 2.
4. Bewszko T., 2004. *Wielokryterialna analiza zasilania w energię odbiorcy komunalno-bytowego*. Rozprawa doktorska, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów.
5. Szłapczyńska J., 2005. *Przegląd metod rozwiązywania wielokryterialnych problemów decyzyjnych – zastosowania w procesach nawigacyjnych*. Prace Wydziału Nawigacyjnego Akademii Morskiej w Gdyni, Gdynia.
6. Wysocki F. 2010, *Metody taksonomiczne w rozpoznawaniu typów ekonomicznych rolnictwa i obszarów wiejskich*. Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Poznań.