

Komitet Redakcyjny

*Andrzej Matysiak (przewodniczący),  
Tadeusz Borys, Jan Lichtarski, Adam Nowicki, Zdzisław Pisz,  
Waldemar Podgórski, Wanda Ronka-Chmielowiec, Jan Skalik, Stanisław Urban*

Recenzenci

*Eugeniusz Gatnar, Danuta Kisperska-Moroń, Władysław Milo,  
Barbara Podolec, Marek Walesiak, Michał Woźniak*

Redaktor Wydawnictwa

*Aleksandra Śliwka*

Korektor

*Barbara Cibis*

Projekt okładki

*Maciej Szlapka*

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie  
wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu  
Wrocław 2007

**PL ISSN 0324-8445**

**PL ISSN 1507-3866**

Druk i oprawa: Zakład Graficzny AE we Wrocławiu. Zam. 525/2007

## Spis treści

Słowo wstępne .....	7
<b>Danuta Strahl:</b> Propozycja miary efektywności innowacyjności w hierarchicznym przekroju regionalnym z wykorzystaniem <i>European Innovation Scoreboard</i> .....	9
<b>Małgorzata Markowska:</b> Wykorzystanie miary Braya-Curtisa do oceny miejsca Polski w UE pod względem innowacyjności gospodarki .....	19
<b>Alicja Grześkowiak, Agnieszka Stanimir:</b> Możliwości wykorzystania zróżnicowanych metod wielowymiarowej analizy statystycznej w badaniach społeczno-ekonomicznych. Analiza porównywalności wyników .....	31
<b>Aneta Rybicka:</b> Przygotowanie danych w badaniach preferencji konsumentów metodami wyborów dyskretnych .....	43
<b>Iwona Kasprzyk:</b> Graficzna prezentacja modeli klas ukrytych .....	56
<b>Alicja Grześkowiak:</b> Wykorzystanie reguł dyskryminacyjnych do określania typu heteroskedastyczności w liniowym modelu ekonometrycznym .....	66
<b>Łukasz Kuźmiński, Anna Nikodem:</b> Estymacja parametrów rozkładów w mieszance dwóch rozkładów Poissona .....	75
<b>Aleksandra Szpulak:</b> Organizacja procesu budowy systemów wczesnego ostrzegania .....	85
<b>Ladislav Košík:</b> Steel Service Center – New Phenomenon .....	97
<b>Sebastian Kot:</b> B2B Exchanges – Opportunity for Purchasing Process? .....	106
<b>Maciej Kotula, Krzysztof Romanowski:</b> Planning the Supplies of Production Material Purchased in Constant Size of Delivery Package .....	115
<b>Andrea Samolejová:</b> The Effectiveness of Czech Research Outputs .....	126
<b>Agata Kobyłt:</b> Category Management – a Supply Chain Strategy .....	138
<b>Łukasz Gliński:</b> The Development of Land-based Wheel Transport Market in the Light of Polish Transport Policy .....	147

## Summaries

<b>Danuta Strahl:</b> The Proposal for the Measurement of Innovation Effectiveness in a Hierarchical Regional Cross-section with the Use of the European Innovation Scoreboard .....	18
<b>Małgorzata Markowska:</b> Implementation of Bray-Curtis Measure for the Assessment of Polish Position in the EU with Regard to Economy Innovation .....	30
<b>Alicja Grześkowiak, Agnieszka Stanimir:</b> Possibilities of Applications of Chosen Multivariate Techniques to Socio-economic Researches. The Analysis of Comparability of Results .....	42
<b>Aneta Rybicka:</b> Data Preparation in Consumer Preference Analysis with Discrete Choice Methods .....	55
<b>Iwona Kasprzyk:</b> Graphical Presentation of Results of Latent Class Models .	64
<b>Alicja Grześkowiak:</b> The Application of Discriminant Rules to the Determination of Heteroscedasticity Type in the Linear Econometric Model .....	74
<b>Łukasz Kuźmiński, Anna Nikodem:</b> Parameter Estimation for a Mixture of Two Poisson Distribution .....	84
<b>Aleksandra Szpulak:</b> The Organization of the Early Warning System Building Process .....	96
<b>Ladislav Košík:</b> Centra servisowe stali – nowe zjawisko .....	105
<b>Sebastian Kot:</b> Transakcje B2B – szansą dla procesu zaopatrzenia? .....	114
<b>Maciej Kotula, Krzysztof Romanowski:</b> Planowanie dostaw materiału produkcyjnego nabywanego w stałym co do wielkości opakowaniu dostawczym .....	125
<b>Andrea Samolejová:</b> Efektywność wyników czeskich badań naukowych .....	137
<b>Agata Kobyłt:</b> Zarządzanie kategoriami a strategia w łańcuchu dostaw .....	146
<b>Łukasz Gliński:</b> Rozwój rynku drogowych przewozów ładunków w świetle polskiej polityki transportowej .....	152

## Słowo wstępne

W dziewiętnastym numerze PN Ekonometria zamieszczono czternaście artykułów. Prace autorstwa Danuty Strahl oraz Małgorzaty Markowskiej prezentują miary oceny innowacyjności gospodarki. Artykuł Alicji Grześkowiak i Agnieszki Stanimir jest poświęcony analizie porównywalności wyników zróżnicowania metod statystyki wielowymiarowej. Aneta Rybicka przedstawiła zagadnienia dotyczące przygotowania danych w badaniach preferencji konsumentów. Artykuł Iwony Kasprzyk dotyczy modeli klas ukrytych. Alicja Grześkowiak prezentuje kolejny artykuł dotyczący analizy dyskryminacyjnej. Autorzy następnej pracy zajęli się zagadnieniem estymacji parametrów rozkładu w mieszance dwóch rozkładów Poissona. Systemy wczesnego ostrzegania są przedmiotem pracy Aleksandry Szpulak. W dalszej części zeszytu zamieszczono artykuły poświęcone tematyce zarządzania logistycznego, np. odnośnie do łańcuchów dostaw, planowania zaopatrzenia produkcyjnego czy transakcji B2B.

Wrocław, październik 2007

*Józef Dziechciarz*

**Danuta Strahl**

**PROPOZYCJA MIARY EFEKTYWNOŚCI  
INNOWACYJNOŚCI W HIERARCHICZNYM PRZEKROJU  
REGIONALNYM Z WYKORZYSTANIEM  
*EUROPEAN INNOVATION SCOREBOARD***

**1. Wstęp**

W pracy [11] zaproponowano podejście do pomiaru innowacyjności regionalnej wykorzystujące z jednej strony strukturalną miarę rozwoju jako narzędzie wielowymiarowej analizy statystycznej, a z drugiej – Europejską Tablicę Wyników (*European Innovation Scoreboard*), w dziedzinie innowacji, będącą dorobkiem statystyki unijnej (por. [1; 2; 3]).

W dyskusji nad pomiarem innowacyjności regionalnej pojawia się jeszcze wiele problemów do rozwiązania. Jednym z nich jest z pewnością ujęcie innowacyjności regionalnej jako relacji między wskaźnikami innowacyjności typu INPUT a wskaźnikami innowacyjności typu OUTPUT (por. [6]). Pozwoli to na określenia efektywności innowacyjności regionalnej. W artykule zostanie przedstawiona propozycja budowy miary efektywności innowacyjności regionalnej. Propozycja ta obejmuje:

- budowę macierzy danych typu INPUT i OUTPUT na podstawie *European Innovation Scoreboard*,
- budowę miary efektywności innowacyjności regionu,
- budowę miary efektywności innowacyjności w hierarchicznym przekroju regionalnym.



$x_3^1$  – wskaźnik penetracji szerokopasmowej (liczba linii szerokopasmowych na 100 mieszkańców),

$x_4^1$  – procent ludności w wieku 25-64 lata korzystającej z kształcenia ustawicznego,

$x_5^1$  – poziom osiągniętego wykształcenia ludzi młodych (% ludności w wieku 20-24 lata z ukończonym przynajmniej wykształceniem średnim policealnym),  
czyli:  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ .

Dla  $i = 2$ :

– kreowanie wiedzy:

$x_1^2$  – udział wydatków publicznych na B+R w %, w ogólnej wartości PKB,

$x_2^2$  – udział wydatków na B+R w % w biznesie, w ogólnej wartości PKB,

$x_3^2$  – udział średnio i wysoko zaawansowanych projektów naukowo-badawczych (mierzony % wydatków na B+R) w przemyśle produkcyjnym,

$x_4^2$  – udział przedsiębiorstw otrzymujących fundusze publiczne na innowacje w ogólnej liczbie przedsiębiorstw,

$x_5^2$  – wydatki na uniwersyteckie ośrodki naukowo-badawcze finansowane przez sektor biznesowy,

czyli  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ .

Dla  $i = 3$ :

– innowacje i przedsiębiorczość:

$x_1^3$  – udział innowacyjnych małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP) w %, w ogólnej liczbie MŚP,

$x_2^3$  – udział innowacyjnych MŚP współpracujących z innymi MŚP w %,

$x_3^3$  – wydatki przedsiębiorstw na innowacje (w % obrotu),

$x_4^3$  – kapitał wysokiego ryzyka we wczesnym etapie (mierzony udziałem w stosunku do PKB),

$x_5^3$  – wydatki na technologie informatyczne (mierzone udziałem w % PKB),

$x_6^3$  – MŚP wprowadzające zmiany inne niż technologiczne (% udziału w ogólnej liczbie MŚP),

czyli  $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ .

Macierz danych dla pomiaru innowacyjności OUTPUT przybiera postać:

$$X_i^2: \begin{matrix} \begin{matrix} \text{M} \\ \text{M} \\ \text{M} \\ \text{M} \\ \text{M} \end{matrix} \begin{matrix} x_{i1}^{2in} \\ x_{i2}^{2in} \\ x_{i3}^{2in} \\ x_{i4}^{2in} \\ x_{i5}^{2in} \end{matrix} \dots x_{1m}^{2in} \\ \begin{matrix} \text{M} \\ \text{M} \\ \text{M} \\ \text{M} \\ \text{M} \end{matrix} \begin{matrix} x_{kj}^{2in} \\ \vdots \\ x_{km}^{2in} \end{matrix} \end{matrix} \begin{matrix} \text{U} \\ \text{U} \\ \text{U} \\ \text{U} \\ \text{U} \end{matrix} \quad i = 1, 2, \quad (6)$$

gdzie:  $x_{kj}^{2in}$  – wartość  $j$ -tego ( $j = 1, \dots, m$ ) miernika OUTPUT w  $k$ -tym regionie ( $k = 1, \dots, K$ ) w  $i$ -tej grupie ( $i = 1, 2$ ) w  $n$ -tym kraju ( $n = 1, \dots, N$ ).

Europejska Tablica Wyników pokazuje, że:

Dla  $i = 1$ ,

– zastosowania:

$x_1^4$  – zatrudnienie w usługach *high-tech* (% siły roboczej ogółem),

$x_2^4$  – eksport *high-tech* – eksport produktów zaawansowanych technicznie jako udział w eksporcie ogółem,

$x_3^4$  – sprzedaż produktów nowych na rynku (% obrotu),

$x_4^4$  – sprzedaż produktów nowych dla firmy, ale nie nowych na rynku (% obrotu),

$x_5^4$  – zatrudnienie w przemyśle produkcyjnym średnio i wysoko zaawansowanym technicznie (% siły roboczej ogółem),

czyli:  $j = 1, \dots, 5$ .

Dla  $i = 2$ :

– własność intelektualna:

$x_1^5$  – (nowe) patenty EPO na milion ludności,

$x_2^5$  – (nowe) patenty USPTO na milion ludności,

$x_3^5$  – (nowe) triadyczne rodziny patentów na milion ludności,

$x_4^5$  – (nowe) patenty EPO wysoko zaawansowane technicznie na milion ludności,

$x_5^5$  – (nowe) patenty USPTO wysoko zaawansowane technicznie na milion ludności,

czyli  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ .

### 3. Budowa miary innowacyjności regionu typu INPUT i OUTPUT

Budowa indeksu regionalnej innowacyjności typu INPUT opierać się będzie na indeksach cząstkowych określonych dla trzech grup mierników (por. [6; 10]):

- czynniki stymulujące innowacje,
- kreowanie wiedzy,
- innowacje i przedsiębiorczość.

A. Cząstkowy indeks innowacyjności regionalnej INPUT dla każdej  $i$ -tej ( $i = 1, 2, 3$ ) grupy mierników z wykorzystaniem danych dla wszystkich regionów we wszystkich krajach przybiera postać:

$$\beta_{ki}^{ln} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m y_{kj}^{lin}, \quad (7)$$



gdzie:

$$y_{kj}^{lin} = \frac{x_{kj}^{lin} - \min_{k \in P} x_{kj}^{lin}}{\max_{k \in P} x_{kj}^{lin} - \min_{k \in P} x_{kj}^{lin}}, \quad k \in P; \quad k = 1, \dots, K, \quad j = 1, \dots, m, \quad n = 1, \dots, N, \quad i = 1, 2, 3, \quad (8)$$

gdzie:  $x_{kj}^{lin}$  – wartość  $j$ -tego miernika dla  $k$ -tego regionu w  $n$ -tym kraju.

Budowa indeksu regionalnej innowacyjności typu OUTPUT opierać się będzie na indeksach cząstkowych dla określonych dwóch grup mierników:

- zastosowania,
- własność intelektualna.

B. Cząstkowy indeks innowacyjności regionalnej OUTPUT dla każdej  $i$ -tej ( $i = 1, 2$ ) grupy mierników z wykorzystaniem danych dla wszystkich regionów, we wszystkich krajach przybiera postać:

$$\beta_{ki}^{2n} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m y_{kj}^{2in}, \quad (9)$$

gdzie:

$$y_{kj}^{2in} = \frac{x_{kj}^{2in} - \min_{k \in P} x_{kj}^{2in}}{\max_{k \in P} x_{kj}^{2in} - \min_{k \in P} x_{kj}^{2in}}, \quad k = 1, \dots, K, \quad j = 1, \dots, m, \quad n = 1, \dots, N, \quad i = 1, 2, 3, \quad (10)$$

gdzie:  $x_{kj}^{2in}$  – wartość  $j$ -tego miernika dla  $k$ -tego regionu w  $n$ -tym kraju.

Zbudowane indeksy cząstkowe posłużą teraz do ujęcia syntetycznego, czyli do budowy indeksów obejmujących mierniki INPUT oraz mierniki OUTPUT innowacyjności regionalnej.

Indeksy te będą miały postać:

- europejski indeks innowacyjności regionalnej INPUT:

$$EIIR_k^{1n} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \beta_{ki}^{1n}, \quad (11)$$

gdzie:  $\beta_{ki}^{1n}$  – zadane przez (7);

- europejski indeks regionalnej innowacyjności OUTPUT:

$$EIIR_k^{2n} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 \beta_{ki}^{2n}, \quad (12)$$

gdzie:  $\beta_{ki}^{2n}$  – zadane przez (9).

Wartości indeksu INPUT oraz wartości indeksu OUTPUT należą do przedziału liczbowego [0, 1]. Wszystkie ujęte w Europejskiej Tablicy Wyników mierniki innowacyjności mają charakter stymulant, dlatego interpretacja wartości indeksów jest następująca: bliższa jedności wartość indeksu oznacza wyższą innowacyjność typu INPUT lub OUTPUT. Oba indeksy pozwalają zatem na uporządkowanie regionów według poziomu regionalnej innowacyjności, w skali europejskiej, ze względu na nakłady na innowacyjność i ze względu na efekty innowacyjności.

Ważnym kryterium w ocenie innowacyjności regionalnej będzie jej efektywność, a więc relacja między nakładami a efektami, czyli relacja między indeksem INPUT i indeksem OUTPUT. Relacja ta zbuduje miarę efektywności innowacyjności regionalnej.

#### 4. Miara efektywności innowacyjności regionu

Podstawą oceny efektywności innowacyjności regionu będzie relacja indeksów typu INPUT i OUTPUT ujętych wzorami (11) oraz (12). Relację tę ująć można zapisem:

$$\frac{EIIR_k^{1n}}{EIIR_k^{2n}}, \quad (13)$$

gdzie:  $EIIR_k^{1n}$  – określone wzorem (11),

$EIIR_k^{2n}$  – określone wzorem (12),

przy czym zakłada się, iż oba indeksy: (11) i (12), są różne od zera:

$$EIIR_k^{1n} \neq 0 \text{ i } EIIR_k^{2n} \neq 0.$$

Wartości europejskich indeksów regionalnej innowacyjności typu INPUT (indeks określony wzorem (11)) oraz OUTPUT (indeks określony wzorem (12)) pozwolą na podział europejskiej przestrzeni regionalnej na trzy następujące klasy:

Klasa I zawierać będzie regiony, dla których wartość indeksu INPUT będzie wyższa od wartości indeksu OUTPUT, czyli:

$$\frac{EIIR_k^{1n}}{EIIR_k^{2n}} > 1 + \alpha, \quad (14)$$

gdzie:  $\alpha \in [0; 0,5]$  – wartość zadana *a priori*,

$EIIR_k^{1n}$  – określone wzorem (11),

$EIIR_k^{2n}$  – określone wzorem (12).

Klasa II zawierać będzie regiony, dla których wartość indeksu INPUT jest równa z założoną dokładnością  $\alpha$  wartości indeksu OUTPUT, czyli:

$$1 - \alpha \leq \frac{EIRR_k^{1n}}{EIRR_k^{2n}} \leq 1 + \alpha, \quad (15)$$

gdzie:  $\alpha \in [0; 0,5]$ ,

$EIRR_k^{1n}$  – określone wzorem (11),

$EIRR_k^{2n}$  – określone wzorem (12).

Klasa III zawierać będzie regiony, dla których wartość indeksu INPUT jest niższa od wartości indeksu OUTPUT, czyli:

$$\frac{EIRR_k^{1n}}{EIRR_k^{2n}} < 1 - \alpha, \quad (16)$$

gdzie:  $\alpha \in [0; 0,5]$ ,

$EIRR_k^{1n}$  – określone wzorem (11),

$EIRR_k^{2n}$  – określone wzorem (12).

Wprowadzenie parametru  $\alpha$  do pomiaru efektywności innowacyjności regionu pozwoli na indywidualizację oceny poprzez przyjęcie przez badacza określonych założeń tej oceny. Przedstawiona procedura pomiaru innowacyjności regionalnej pozwala na wprowadzenie miary efektywności innowacyjności regionu, która przybiera postać:

$$M_k^n = 10^{c_k}, k = 1, \dots, K; n = 1, \dots, N, \quad (17)$$

gdzie:  $c = 0, 1, 2$ ,

$M_k^n$  – miara efektywności innowacyjności regionu  $p$ , należącego do kraju  $P$ .

Przy czym:

$c = 0$ , jeżeli  $k$ -ty region  $n$ -tego kraju UE należy do klasy I, co oznacza, że relacja między indeksami innowacyjności regionalnej typu INPUT i OUTPUT spełnia warunek (14),

$c = 1$ , jeżeli  $k$ -ty region  $n$ -tego kraju należy do klasy II, czyli relacja między indeksami innowacyjności regionalnej typu INPUT i OUTPUT spełnia warunek (15),

$c = 2$ , jeżeli  $k$ -ty region  $n$ -tego kraju należy do klasy III, czyli relacja między indeksami innowacyjności regionalnej typu INPUT i OUTPUT spełnia warunek (16).

Jak łatwo zauważyć, miara  $M$  przybiera następujące wartości:

$M = 1$ , jeżeli  $k$ -ty region  $n$ -tego kraju należy do klasy I, czyli gdy indeks innowacyjności typu INPUT (11) przewyższa wartość indeksu innowacyjności typu OUTPUT (12),

$M = 10$ , jeżeli  $k$ -ty region  $n$ -tego kraju należy do klasy II, czyli wartość indeksu innowacyjności typu INPUT (11) jest zbliżona, w sensie relacji (15), do wartości indeksu innowacyjności typu OUTPUT (12),

$M = 100$ , jeżeli  $k$ -ty region  $n$ -tego kraju należy do klasy III, czyli wartość indeksu typu INPUT (11) jest niższa od wartości indeksu typu OUTPUT (12).

Bardziej precyzyjna interpretacja efektywności innowacyjności regionalnej wymaga uszczegółowienia procedury klasyfikacji regionów ze względu na wartości relacji (13). Uszczegółowienie to pozwoli na określenie poziomu efektywności innowacyjności regionalnej, co będzie treścią kolejnych artykułów.

Sformułowana za pomocą wzoru (17) miara efektywności innowacyjności regionu pozwoli na określenie miary efektywności innowacyjności kraju w przekroju regionalnym.

## 5. Budowa miary efektywności innowacyjności kraju w hierarchicznym przekroju regionalnym

Idea miary efektywności innowacyjności kraju w hierarchicznym przekroju regionalnym zasadza się na uwzględnieniu zróżnicowania międzyregionalnego. Jak wiadomo, innowacyjność regionalna może być postrzegana w dwóch wymiarach, jako:

- odnosząca się do regionu oraz
- odnosząca się do kraju z uwzględnieniem wymiaru regionalnego, a więc zróżnicowania międzyregionalnego.

Pomiar innowacyjności regionalnej w ujęciu hierarchicznym uwzględnia oddziaływanie regionu na poziom krajowy w zakresie innowacyjności.

Objektami hierarchicznymi nazywać będziemy obiekty  $P_n$ , które spełniają zależności ujęte relacjami (18) i (19).

$$P_n = \{p_1^n \cup p_2^n \cup \dots \cup p_k^n \cup \dots \cup p_K^n\}, \quad k = 1, \dots, K; \quad n = 1, \dots, N; \quad j = 1, \dots, m, \quad (18)$$

gdzie:  $p_k^n$  – obiekt niższego rzędu należący do  $n$ -tego obiektu hierarchicznego,

$P_n$  – obiekt hierarchiczny.

$$x_{nj} = \sum_{k=1}^K x_{kj}^n, \quad (19)$$

gdzie:  $x_{nj}$  – wartość  $j$ -tej zmiennej w  $n$ -tym obiekcie hierarchicznym,

$x_{kj}^n$  – wartość  $j$ -tej zmiennej w  $k$ -tym obiekcie niższego rzędu należącym do  $n$ -tego obiektu hierarchicznego.

Zatem pomiar efektywności innowacyjności powinien również uwzględniać zróżnicowanie międzyregionalne. W tym celu zaproponować można miarę efektywności innowacyjności regionalnej, która uwzględni:

- relacje między krajem a regionami tworzącymi strukturę hierarchiczną, jak np. klasyfikacja NUTS – *The Nomenclature of Territorial Units for Statistics* [8],
- relacje między indeksem innowacyjności regionu typu INPUT a indeksem innowacyjności regionu typu OUTPUT.

Miara efektywności innowacyjności kraju  $P$  w hierarchicznym przekroju regionalnym przybiera postać:

$$MEIK_k^n = \frac{\sum_{k=1}^K M_k^n}{K \cdot 100}, \quad (20)$$

gdzie:  $MEIK$  – miara efektywności innowacyjności kraju  $P$ ,

$M_k^n$  – określona przez (17),

$K$  – liczba regionów  $n$ -tego kraju,  $n = 1, 2, \dots, N$ .

Jak łatwo zauważyć, wartości miary efektywności innowacyjności w hierarchicznym przekroju regionalnym należą do przedziału liczbowego  $[0,01; 1]$ . Wartości miary bliższe minimum oznaczają, iż kraj ma słabą pozycję ze względu na efektywność innowacji w przekroju regionalnym, a bliższe jedności wartości miary oznaczają wysoką efektywność innowacyjności kraju w przekroju regionalnym.

## 6. Podsumowanie

Zaprezentowane podejście do pomiaru efektywności innowacyjności w hierarchicznym przekroju regionalnym podejmuje próbę pomiaru zjawiska wielowymiarowego. Ujęcie to opiera się na narzędziach wielowymiarowej analizy statystycznej (por. [4; 5; 8; 10; 12; 13]) oraz zasobach informacyjnych statystyki unijnej, tj. na Europejskiej Tablicy Wyników w dziedzinie innowacyjności (*European Innovation Scoreboard*, por. [1; 2; 3; 6; 7]). Ze względu na proces tworzenia *European Innovation Scoreboard* nie można było przeprowadzić pełnych badań empirycznych.

## Literatura

- [1] *2002 European Innovation Scoreboard: EU Regions*, European Trend Chart on Innovation, Technical Paper No 3, European Commission, 2002.
- [2] *2003 European Innovation Scoreboard: Indicators and Definitions*, European Trend Chart on Innovation, Technical Paper No 1, European Commission, 2003.

- 
- [3] *Commission Regulation (EC) No 1450/2004 of 13 August 2004 Implementing Decision No 1608/2003/EC of the European Parliament and of the Council Concerning the Production and Development of Community Statistics on Innovation.*
  - [4] Jajuga K., *Statystyczna analiza wielowymiarowa*, PWN, Warszawa 1993.
  - [5] Luszniwicz A., Słaby T., *Statystyka stosowana*, PWE, Warszawa 1998.
  - [6] Markowska M., Strahl D., *Przegląd koncepcji pomiaru regionalnej innowacyjności w unijnej statystyce*, PN AE, Poznań (złożone do druku).
  - [7] *Methodology Report on European Innovation Scoreboard 2005*, European Trend Chart on Innovation, European Commission, 2005.
  - [8] *Metody oceny rozwoju regionalnego*, red. D. Strahl, AE, Wrocław 2006.
  - [9] *Oslo Manual, the Measurement of Scientific and Technological Activities. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*, European Commission, Eurostat, Organization for Economic Co-operation and Development, Paris 1997.
  - [10] Strahl D., *Strukturalna miara obiektów hierarchicznych*, Ekonometria, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu (złożone do druku).
  - [11] Strahl D., *Wykorzystanie strukturalnej miary rozwoju oraz mierników European Innovation Scoreboard do pomiaru innowacyjności regionalnej*, Ekonometria, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu (złożone do druku).
  - [12] *Taksonomiczna analiza przestrzennego zróżnicowania poziomu życia w Polsce w ujęciu dynamicznym*, red. A. Zeliaś, AE, Kraków 2000.
  - [13] Walesiak M., *Uogólniona miara odległości w statystycznej analizie wielowymiarowej*, AE, Wrocław 2002.

## **THE PROPOSAL FOR THE MEASUREMENT OF INNOVATION EFFECTIVENESS IN A HIERARCHICAL REGIONAL CROSS-SECTION WITH THE USE OF THE EUROPEAN INNOVATION SCOREBOARD**

### **Summary**

The article presents the proposal of the measurement of regional innovation effectiveness. The proposal is based on the tools of multidimensional statistical analysis as well as on the European Innovation Scoreboard. The measure of innovation effectiveness is presented in a regional dimension following two concepts: as the measure referring to a region and as the measure related to a hierarchical system in a regional cross-section that is e.g. to a country in its regional cross-section. Such a measure allows one to consider interregional diversification in a specific country and define the influence of such diversification on the system innovation. Innovation effectiveness is referred to as the relation between regional innovation indices INPUT and OUTPUT type, taking into consideration classification of regions.

**Małgorzata Markowska**

## **WYKORZYSTANIE MIARY BRAYA-CURTISA DO OCENY MIEJSCA POLSKI W UE POD WZGLĘDEM INNOWACYJNOŚCI GOSPODARKI**

### **1. Wstęp**

W dobie globalizacji, na podstawie postfordowskiego modelu organizacyjnego świata, za najważniejsze atuty gospodarki regionalnej można uznać: potencjał badawczo-rozwojowy, jakość kapitału ludzkiego, potencjał innowacyjny, potencjał organizacyjny. Kategoria innowacyjności nie ma jeszcze ugruntowanej metodologii badawczej, a szczególnie metod pomiaru. Statystyka unijna ma już znaczny dorobek w zakresie zarówno mierników ilustrujących poziom innowacyjności, jak i indeksów jego pomiaru.

Celem artykułu jest przedstawienie procedury pozwalającej na podstawie miary odległości Braya-Curtisa grupować kraje w zbiory o strukturach skali innowacyjności zbliżone i odległe od wybranego obiektu, jakim będzie w jednym ujęciu Polska, a w drugim kraj – „lider”. W dalszej części artykułu zawarto empiryczną weryfikację procedury, co pozwoliło na wydzielenie grup krajów o różnym dystansie do Polski pod względem innowacyjności i na ustalenie miejsca polskiej gospodarki w stosunku do kraju – „lidera” innowacyjności.

### **2. Innowacyjność i jej pomiar**

Znaczenie innowacji dla wzrostu gospodarczego dostrzeżono już dawno. Za ojca pojęcia „innowacja” uznawany jest J.A. Schumpeter [11], który wskazywał, iż zmiany powstałe w wyniku ciągłych dostosowań nie prowadzą do „ukształtowania nowego zjawiska ani do rozwoju w naszym rozumieniu”. Uważał, że dla rozwoju typowe są nowe kombinacje powstałe w sposób nieciągły i to one są innowacjami. Według J.A. Schumpetera – określającego innowacje jako „twórczą destrukcję” –

innowacja i przedsiębiorca, postrzegany jako główny agent zmian, to elementy bardzo istotne dla rozwoju i wzrostu gospodarczego.

Współautor *The Global Competitiveness Report 2001-2002* [14], J. Sachs, wskazuje na trzy szczególnie ważne czynniki wpływające na wzrost gospodarczy w długim okresie, a mianowicie na:

- stabilność makroekonomiczną,
- jakość instytucji publicznych (czyli otoczenia instytucjonalno-prawnego) oraz
- czynnik określany mianem technologii, tj. możliwość kreowania, absorpcji i dystrybucji innowacji.

Zaznacza przy tym, iż wzrost znaczenia innowacji jako czynnika wzrostu jest powodowany przez rozwój, w miarę bowiem rozwoju gospodarczego rola innowacji w stymulowaniu wzrostu gospodarczego rośnie.

W terminologii OECD (na podstawie *Oslo Manual* [10]) działalność innowacyjna to szereg działań o charakterze naukowym (badawczym), technicznym, organizacyjnym, finansowym i handlowym (komercyjnym), których celem jest opracowanie i wdrożenie nowych lub istotnie ulepszonych produktów i procesów. Niektóre z tych działań są innowacyjne same w sobie, inne zaś mogą nie zawierać elementu nowości, lecz są niezbędne do opracowania i wdrożenia innowacji. Działalność innowacyjna związana jest z opracowywaniem i wdrażaniem innowacji technicznych i obejmuje: prace badawcze i rozwojowe, zakup licencji, prace wdrożeniowe, zakup i montaż maszyn i urządzeń oraz budowę, rozbudowę lub modernizację budynków służących wdrażaniu innowacji, szkolenie personelu, marketing nowych i zmodernizowanych wyrobów.

Na coraz większe znaczenie dla rozwoju gospodarczego inwestycji w wiedzę technologiczną wskazują przykłady szybko rozwijających się krajów – innowacje miały ogromne znaczenie jako czynnik rozwoju gospodarczego w krajach takich jak Irlandia czy Finlandia.

Duży dorobek w zakresie poszukiwania mierników oceny poziomu innowacyjności ma statystyka unijna. W Eurostacie ciągle dostosowuje się mierniki innowacyjności do możliwości statystyki. Ważnym badaniem jest **European Innovation Scoreboard** (Europejska Tablica Wyników w dziedzinie innowacji) – przedsięwzięcie wdrożone przez Komisję Europejską w ramach realizacji projektu DG Enterprise's TrendChart Project, zwane w skrócie EIS [1; 2; 3; 9]. Jest to zestaw wskaźników ustalonych w celu zaspokojenia potrzeb polityki gospodarczej i naukowo-technicznej UE. Na podstawie wskaźników pochodzących z EIS opracowywany jest złożony wskaźnik innowacyjności, pozwalający ocenić zarówno innowacyjność, jak i efektywność innowacyjną regionów i krajów członkowskich. Zmodyfikowana metodologia pozwala uwzględnić więcej aspektów związanych z poziomem innowacyjności w danym kraju, przy jednoczesnym zachowaniu ciągłości z poprzednimi edycjami raportu. Zmiany w układzie wskaźników oraz w metodologii badania opisano w pracach D. Strahl i M. Markowskiej [5; 6; 7].



Jedną z głównych zmian jest wprowadzenie metody opartej na analizie nakładów i wyników. Takie podejście, jak podkreślają prowadzący projekt, umożliwia lepsze zrozumienie procesu wykorzystania atutów, takich jak edukacja oraz inwestycje w B+R, a także wynikających z nich korzyści innowacyjnych, w tym obrotu handlowego nowymi produktami, zatrudnienia w branżach zaawansowanych technologii i patentów. 26 wskaźników wykorzystanych do opracowania raportu podzielono na pięć kategorii [3; 10]. Interesujące modyfikacje tych wskaźników zaproponowała D. Strahl [12; 13].

Trzy pierwsze zbiory mierników stanowią zmienne z warstwy INPUT, a dwa ostatnie z warstwy OUTPUT. W grupie „czynniki stymulujące innowacje” proponuje się w EIS następujące mierniki [3; 10]:

$X_1$  – absolwenci szkół wyższych na 1000 ludności w wieku 20-29 lat,

$X_2$  – udział ludności z wykształceniem wyższym w % (w ludności ogółem w wieku 25-64 lata),

$X_3$  – wskaźnik penetracji szerokopasmowej (liczba linii szerokopasmowych na 100 mieszkańców),

$X_4$  – procent ludności w wieku 25-64 lata uczestniczącej w kształceniu ustawicznym,

$X_5$  – poziom osiągniętego wykształcenia ludzi młodych (% ludności w wieku 20-24 lata z ukończonym przynajmniej wykształceniem średnim policealnym).

Drugą grupę czynników stanowią zebrane w bloku „kreowanie wiedzy” zmienne, takie jak:

$X_6$  – udział wydatków publicznych na B+R w %, w ogólnej wartości PKB,

$X_7$  – udział wydatków na B+R w % w biznesie, w ogólnej wartości PKB,

$X_8$  – udział średnio i wysoko zaawansowanych projektów naukowo-badawczych (mierzony % wydatków na B+R) w przemyśle produkcyjnym,

$X_9$  – udział przedsiębiorstw otrzymujących fundusze publiczne na innowacje w ogólnej liczbie przedsiębiorstw,

$X_{10}$  – wydatki na uniwersyteckie ośrodki naukowo-badawcze, finansowane przez sektor biznesowy.

Grupę zmiennych zaliczonych do bloku „innowacje i przedsiębiorczość” tworzą:

$X_{11}$  – udział innowacyjnych małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP) w %, w ogólnej liczbie MŚP,

$X_{12}$  – udział innowacyjnych MŚP współpracujących z innymi MŚP w %,

$X_{13}$  – wydatki przedsiębiorstw na innowacje (w % obrotu),

$X_{14}$  – kapitał wysokiego ryzyka we wczesnym etapie tworzenia innowacji (mierzony udziałem wydatków w stosunku do PKB),

$X_{15}$  – wydatki na technologie informatyczne (mierzone udziałem w % PKB),

$X_{16}$  – MŚP wprowadzające zmiany inne niż technologiczne (% udziału w ogólnej liczbie MŚP),

Wskaźniki zaliczone do grupy OUTPUT z zakresu „zastosowania” są następujące:

$X_{17}$  – zatrudnienie w usługach *high-tech* (% siły roboczej ogółem),

$X_{18}$  – eksport *high-tech* – eksport produktów zaawansowanych technicznie jako udział w eksporcie ogółem,

$X_{19}$  – sprzedaż produktów nowych na rynku (% obrotu),

$X_{20}$  – sprzedaż produktów nowych dla firmy, ale nie nowych na rynku (% obrotu),

$X_{21}$  – zatrudnienie w przemyśle produkcyjnym średnio i wysoko zaawansowanym technicznie (% siły roboczej ogółem).

Ostatni zbiór mierników to zmienne z grupy „własność intelektualna”, do których zaliczono:

$X_{22}$  – nowe patenty EPO na milion ludności,

$X_{23}$  – nowe patenty USPTO na milion ludności,

$X_{24}$  – nowe triadyczne rodziny patentów na milion ludności,

$X_{25}$  – nowe wspólne krajowe znaki handlowe na milion ludności,

$X_{26}$  – nowe wspólne krajowe wzory przemysłowe na milion ludności.

Szczegółową analizę zróżnicowania krajów UE pod względem każdej z wymienionych zmiennych (w odniesieniu zarówno do wartości maksymalnej, minimalnej, średniej dla UE 25 i UE 15, jak i zmienności i rozpiętości), a także pozycję Polski ze względu na wartość rozpatrywanych czynników na tle krajów Unii przedstawiono w innej pracy współautorstwa M. Markowskiej [8].

### 3. Metodologia badań krajów UE pod względem wskaźników innowacyjności

Proponowana w pracy procedura badawcza zmierza do poszukiwania, z wykorzystaniem miary odległości Braya-Curtisa, grup krajów podobnych ze względu na:

- wartości mierników innowacyjności,
- wartości mierników innowacyjności INPUT,
- wartości mierników innowacyjności OUTPUT.

Wydzielenie grup krajów Unii Europejskiej pod względem podobnej skali innowacyjności polega na realizacji poniższych zadań.

#### 1. Zebranie i analiza danych statystycznych

Ustalony zostanie zbiór obiektów i zmiennych opisujących obiekty ze względu na poziom innowacyjności. W przypadku proponowanego zagadnienia będą to kraje Unii Europejskiej ( $i = 1, \dots, 25$ ), z których każdy zostanie scharakteryzowany przez wymienione wyżej zmienne  $X_1$ - $X_{26}$  (bez zmiennej  $X_{14}$  – kapitał wysokiego

ryzyka we wczesnym etapie (mierzony udziałem w PKB)), co oznacza, że  $j = 1, \dots, 25$ . Pozwoli to zapisać macierz danych, w której dowolny element oznacza się przez  $x_{ij}$  ( $i = 1, \dots, k; j = 1, \dots, m$ ) i jest to wartość  $j$ -tej zmiennej w  $i$ -tym obiekcie (kraju). Wielowymiarowa obserwacja ( $m$ -wymiarowa,  $m = 25$ ) będzie dla  $i$ -tego obiektu zapisywana w formie wektora [4]:

$$\mathbf{x}_i = x_{i1} \ x_{i2} \ \dots \ x_{im}^T, \quad (1)$$

gdzie:  $i = 1, \dots, k$ .

## 2. Normalizacja zmiennych

Wykorzystanie formuły normalizacyjnej – unitaryzacja zerowana, która (por. [15]) zapewnia znormalizowanym wartościom zmiennych zróżnicowaną zmienność i jednocześnie stały rozstęp dla wszystkich zmiennych:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{r_j}, \quad (2)$$

gdzie:  $r_j$  – rozstęp dla  $j$ -tej zmiennej,

$z_{ij}$  – znormalizowana wartość  $j$ -tej zmiennej na  $i$ -tym obiekcie.

A zatem znormalizowana macierz danych przybierze następującą postać:

$$z_{ij} = \begin{matrix} & \begin{matrix} z_{11} & \dots & z_{1m} \\ z_{22} & \dots & z_{2m} \\ \vdots & & \vdots \\ z_{k2} & \dots & z_{km} \end{matrix} \end{matrix} \quad (3)$$

a znormalizowana wielowymiarowa obserwacja ( $m$ -wymiarowa) dla  $i$ -tego obiektu będzie zapisywana w formie wektora:

$$\mathbf{z}_i = z_{i1} \ z_{i2} \ \dots \ z_{im}^T. \quad (4)$$

## 3. Ustalenie grup obiektów zbliżonych pod względem innowacyjności

### 3.1. Wyznaczenie grup krajów UE zbliżonych do Polski pod względem innowacyjności

Pierwszym krokiem będzie wskazanie obiektu – kraju ( $p$ ), dla którego poszukujemy grupy krajów podobnych. Może być to dowolny kraj z grupy  $k$  krajów – w tym przypadku będzie to Polska.

Do oceny zróżnicowania innowacyjności opisywanej przez 25 mierników mogą być wykorzystane miary proponowane przez wielowymiarową analizę statystyczną – np. miara Braya-Curtisa, w wyniku zastosowania której odległość mię-

dzy  $p$ -tym a  $k$ -tym krajem pod względem poziomu innowacyjności będzie ustalana następująco:

$$d_{pk} = \frac{\sum_{j=1}^m |z_{pj} - z_{kj}|}{\sum_{j=1}^m \delta_{pj} + z_{kj} \mathbf{1}}, \quad (5)$$

wówczas:

$$d_{pk} \in [0; 1]. \quad (6)$$

Bliskie zeru wartości miary Braya-Curtisa można ocenić jako podobieństwo obiektów ze względu na wartości 25 analizowanych mierników innowacyjności dla Polski i  $k$ -tego kraju. Zbliżone zaś do jedności wartości miary Braya-Curtisa oznaczają istotne różnice (dystans) między obiektami ze względu na wartości mierników innowacyjności gospodarki analizowanej pary krajów.

Kraje uporządkowane pod względem dystansu do Polski dzielone są na grupy, z wykorzystaniem następującej formuły:

$$\frac{\max d_{pk} - \min d_{pk}}{4}, \quad (7)$$

przy czym:

- w grupie pierwszej znajdują się obiekty (kraje) najbardziej do Polski podobne ze względu na rozmiary 25 zmiennych obrazujących innowacyjność gospodarki,
- do grup drugiej i trzeciej zaliczone zostaną kraje różne od obiektu wzorca (Polski) pod względem innowacyjności,
- czwarta grupa zawierać będzie kraje najbardziej od Polski „odległe” ze względu na wartości zmiennych wybranych do ilustracji innowacyjności gospodarki.

3.2. Wyznaczenie grup krajów UE podobnych do „lidera” pod względem innowacyjności

Na wstępie niezbędne jest wskazanie obiektu (kraju)  $l$  – „lidera” pod względem innowacyjności. Syntetyczny wskaźnik innowacyjności (*SWIK*), z wykorzystaniem danych dla krajów, ustala się na podstawie następującego równania:

$$SWIK_k = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m z_{kj}, \quad (8)$$

gdzie: oznaczenia jak wyżej.

„Liderem” jest kraj, dla którego syntetyczny indeks innowacyjności przyjmuje wartość najwyższą, a zatem kryterium wyboru obiektu może być zadane jako:

$$SWIK_k^* = \max_k SWIK_k, \quad (9)$$

Do oceny dystansu między krajami UE a „liderem” innowacyjności można ponownie wykorzystać miarę Braya-Curtisa, co pozwoli na ustalenie odległości między  $l$ -tym a  $k$ -tym krajem pod względem poziomu innowacyjności:

$$d_{lk} = \frac{\sum_{j=1}^m |z_{lj} - z_{kj}|}{\sum_{j=1}^m \delta_j + z_{kj} \mathbf{1}}, \quad (10)$$

wówczas:

$$d_{lk} \in [0; 1]. \quad (11)$$

Bliższa zeru miara Braya-Curtisa oznacza wówczas podobieństwo między „liderem” innowacyjności w UE a  $k$ -tym krajem pod względem wartości analizowanych mierników innowacyjności. Bliska jedności miara Braya-Curtisa oznacza znaczny dystans pod względem poziomu innowacyjności gospodarki analizowanej pary krajów („lidera”  $l$  i kraju  $k$ ).

Kraje uporządkowane według dystansu do „lidera” podzielone zostaną na grupy z wykorzystaniem następującej formuły:

$$\frac{\max d_{lk} - \min d_{lk}}{4}, \quad (12)$$

przy czym:

- grupę pierwszą tworzą obiekty (kraje) najbardziej do „lidera” podobne pod względem rozmiarów 25 zmiennych obrazujących innowacyjność gospodarki,
- w grupach drugiej i trzeciej znajdują się obiekty względnie różne od obiektu wzorca w zakresie innowacyjności,
- grupę czwartą utworzą obiekty (kraje) najbardziej od „lidera” oddalone ze względu na wartości zmiennych wybranych do ilustracji innowacyjności gospodarki.

Analogiczne postępowanie przeprowadza się dla:

- 15 zmiennych opisujących innowacyjność INPUT –  $X_1$ - $X_{16}$  (bez zmiennej  $X_{14}$  – kapitał wysokiego ryzyka we wczesnym etapie, mierzony udziałem wydatków w PKB),
- 10 mierników ilustrujących innowacyjność OUTPUT (zmienne  $X_{17}$ - $X_{26}$ ).

Zastosowanie zaproponowanej procedury przedstawiono poniżej.

#### 4. Odległość Polski od krajów UE pod względem innowacyjności gospodarki

Do ustalenia miar odległości (5) między Polską a każdym krajem Unii Europejskiej pod względem wartości cech wybranych do oceny innowacyjności wykorzystano dane opublikowane w raporcie EIS 2005 [3]. Przy czym, jak już wspomniano wcześniej, nie uwzględniono, ze względu na braki w danych, zmiennej  $X_{14}$  – kapitał wysokiego ryzyka we wczesnym etapie tworzenia innowacji. Wyniki grupowania przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1. Grupy krajów UE wydzielone ze względu na wartość miary Braya-Curtisa (5) dla wszystkich 25 zmiennych

Wartość miary	Średnia odległość	Liczebność grupy	Kraje
0,1200-0,2662	0,1913	8	Słowacja, Litwa, Łotwa, Czechy, Grecja, Węgry, Estonia, Słowenia
0,2663-0,4118	0,3683	4	Cypr, Portugalia, Malta, Hiszpania
0,4119-0,5674	0,4865	7	Dania, Wielka Brytania, Włochy, Irlandia, Belgia, Austria, Francja
0,5675-0,7166	0,6212	5	Finlandia, Niemcy, Szwecja, Holandia, Luksemburg

Źródło: opracowanie własne.

Grupę ośmiu krajów o wartościach charakterystyk innowacyjności najbardziej zbliżonych do Polski stanowi 8 państw ostatniego rozszerzenia i Grecja, a średnia odległość od Polski na poziomie 0,368 cechuje Cypr, Portugalię, Malte i Hiszpanię. Państwa, w których wartości mierników innowacyjności były w stosunku do tych samych mierników notowanych w naszym kraju odmienne, to: Finlandia, Niemcy, Szwecja, Holandia i Luksemburg – średnia odległość tych krajów od Polski wynosiła 0,62.

Wyniki ustalania miar odległości (5) między Polską a krajami UE, uwzględniające zróżnicowanie innowacyjności INPUT, przedstawiono w tab. 2.

Tabela 2. Grupy krajów UE wydzielone ze względu na wartość miary Braya-Curtisa (5) dla 15 zmiennych z grupy wskaźników INPUT

Wartość miary	Średnia odległość	Liczebność grupy	Kraje
0,0688-0,2260	0,1569	10	Słowacja, Czechy, Litwa, Słowenia, Łotwa, Węgry, Estonia, Grecja, Wielka Brytania, Malta
0,2261-0,3833	0,2807	9	Irlandia, Cypr, Francja, Belgia, Portugalia, Hiszpania, Włochy, Austria, Dania
0,3834-0,5406	0,4612	4	Szwecja, Finlandia, Niemcy, Holandia
0,5406-0,6979	-	1	Luksemburg (0,6979)

Źródło: opracowanie własne.

Krajem najbardziej pod względem mierników innowacyjności INPUT odległym od Polski jest Luksemburg, wszystkie zaś (poza Cypr) kraje ostatniego rozszerzenia oraz Grecja i Wielka Brytania są w grupie krajów o zbliżonej do Polski strukturze skali mierników INPUT.

Grupy krajów wydzielonych ze względu na podobieństwo do Polski innowacyjności OUTPUT przedstawiono w tab. 3.

Tabela 3. Grupy krajów UE wydzielone ze względu na wartość miary Braya-Curtisa (5) dla 10 zmiennych z grupy wskaźników OUTPUT

Wartość miary	Średnia odległość	Liczebność grupy	Kraje
0,1995-0,3483	0,2609	2	Litwa, Grecja
0,3484-0,4972	0,4039	4	Łotwa, Czechy, Słowacja, Estonia
0,4973-0,6460	0,5766	4	Węgry, Portugalia, Słowenia, Cypr
0,6461-0,7948	0,7548	14	Malta, Hiszpania, Luksemburg, Francja, Włochy, Niemcy, Belgia, Finlandia, Wielka Brytania, Dania, Holandia, Irlandia, Austria, Szwecja

Źródło: opracowanie własne.

Najbardziej liczna (14-elementowa) jest grupa krajów o przeciętnej odległości od Polski ze względu na wartości cech charakteryzujących innowacyjność OUTPUT na poziomie 0,7548. Są to poza Maltą kraje z UE 15. Najbardziej odległe struktury skali ma w porównaniu z Polską Szwecja. Litwa i Grecja tworzą grupę państw o zbliżonych wartościach 15 mierników innowacyjności INPUT.

## **5. Odległość krajów UE od „lidera” pod względem innowacyjności gospodarki**

W celu oceny odległości (dystansu), jaki dzieli Polskę i inne kraje UE od „lidera” pod względem innowacyjności, ustalono, z wykorzystaniem danych oraz formuły (8) wartości *SWIK*, kraj o najwyższym poziomie innowacyjności – Szwecja, gdzie wskaźnik *SWIK* wynosił 0,72. Najniższy wskaźnik innowacyjności otrzymano dla Malty – 0,20. Polska plasuje się na piątym od końca miejscu wśród krajów UE pod względem innowacyjności gospodarki, ze wskaźnikiem (8) równym 0,23.

Po ustaleniu miar odległości (9) między Szwecją a każdym krajem Unii Europejskiej pod względem 25 cech dotyczących innowacyjności dokonano podziału krajów na grupy o zróżnicowanym podobieństwie do „lidera” (por. tab. 4).

Wśród 11 krajów o najbardziej „odległej” od „lidera” strukturze skali jest poza Portugalią i Grecją dziewięć krajów ostatniego rozszerzenia, w tym Polska. Do krajów, gdzie podobieństwo obiektów ze względu na wartości cech dotyczących innowacyjności w stosunku do „lidera” jest duże, należą (według bliskości): Finlandia, Niemcy, Holandia, Francja i Dania.

Tabela 4. Grupy krajów UE wydzielone ze względu na wartość miary Braya-Curtisa (10) dla wszystkich 25 zmiennych

Wartość miary	Średnia odległość	Liczebność grupy	Kraje
0,0652-0,2059	0,1398	5	Finlandia, Niemcy, Holandia, Francja, Dania
0,2060-0,3465	0,2466	3	Belgia, Wielka Brytania, Austria
0,3466-0,4872	0,4233	5	Włochy, Irlandia, Luksemburg, Słowenia, Hiszpania
0,4872-0,6278	0,5805	11	Estonia, Czechy, Malta, Cypr, Węgry, Portugalia, Grecja, <b>Polska</b> , Słowacja, Łotwa, Litwa

Źródło: opracowanie własne.

Grupy krajów wydzielonych ze względu na stopień podobieństwa do „lidera” ze względu na wartości cech ilustrujących innowacyjność INPUT przedstawiono w tab. 5.

Tabela 5. Grupy krajów UE wydzielone ze względu na wartość miary Braya-Curtisa (10) dla 15 zmiennych z grupy wskaźników INPUT

Wartość miary	Średnia odległość	Liczebność grupy	Kraje
0,0845-0,1982	0,1174	4	Finlandia, Holandia, Dania, Niemcy
0,1983-0,3118	0,2865	2	Austria, Francja
0,3119-0,4254	0,3816	9	Hiszpania, Wielka Brytania, Belgia, Włochy, Malta, Irlandia, Cypr, Luksemburg, Słowacja
0,4254-0,5389	0,4961	9	<b>Polska</b> , Czechy, Słowenia, Litwa, Łotwa, Węgry, Grecja, Estonia, Portugalia

Źródło: opracowanie własne.

Polska otwiera grupę krajów najbardziej od „lidera” odległych ze względu na wartości mierników innowacyjności INPUT, przy czym krajem o najmniej podobnej strukturze skali jest Portugalia. W grupie tej z krajów UE 15 jest jeszcze Grecja. O najbardziej zbliżonych wartościach cech wybranych do opisu innowacyjności INPUT świadczy zaliczenie do grupy pierwszej (gdzie odległość od lidera przyjmuje wartości z przedziału 0,085-0,198) Finlandii, Holandii, Danii i Niemiec. Średnia odległość od lidera na poziomie 0,2866 charakteryzuje Austrię i Francję.

Równomierne rozłożenie krajów otrzymano w grupach wydzielonych według odległości od „lidera” ze względu na wartości mierników OUTPUT (por. tab. 6).

Silne gospodarczo kraje UE 15 tworzą sześćelementową grupę pierwszą o średniej odległości od „lidera” równej 0,17. Do krajów najmniej podobnych do Szwecji pod względem wartości mierników OUTPUT należą, poza Polską, także Cypr, Litwa, Łotwa i Słowacja.



Tabela 6. Grupy krajów UE wydzielone ze względu na wartość miary Braya-Curtisa (10) dla 10 zmiennych z grupy wskaźników OUTPUT

Wartość miary	Średnia odległość	Liczebność grupy	Kraje
0,0699-0,2673	0,1734	6	Finlandia, Niemcy, Francja, Belgia, Holandia, Wielka Brytania
0,2673-0,4647	0,3968	7	Dania, Słowenia, Austria, Estonia, Irlandia, Włochy, Luksemburg
0,4647-0,6622	0,5826	6	Portugalia, Hiszpania, Czechy, Malta, Grecja, Węgry
0,6623-0,8596	0,7984	5	Cypr, <b>Polska</b> , Litwa, Łotwa, Słowacja

Źródło: opracowanie własne.

## 6. Podsumowanie

Wykorzystanie miary Braya-Curtisa pozwoliło na wydzielenie grup krajów bardzo podobnych do Polski oraz odległych od Polski, ze względu na wartości cech opisujących innowacyjność oraz innowacyjność INPUT i OUTPUT. I tak jak pod względem poziomu rozwoju Europa dzieli się na kraje ostatniego rozszerzenia, Grecję i Portugalię oraz pozostałe kraje UE 15, również pod względem poziomu innowacyjności podział ten jest bardzo wyraźny. Szczególnie, jeśli ocenić odległość krajów ostatniego rozszerzenia od lidera pod względem innowacyjności – Szwecji.

Wśród krajów najbardziej podobnych do Polski ze względu na wartości cech opisujące zarówno innowacyjność gospodarki (niska wartość miary Braya-Curtisa), jak i innowacyjność INPUT i OUTPUT wymienić należy takie państwa, jak: Litwa, Grecja, Łotwa, Czechy, Słowacja, Estonia, Węgry i Słowenia.

Do grupy państw zaliczanych każdorazowo do najbardziej odległych od Polski ze względu na wartości cech ilustrujących różne aspekty innowacyjności należą: Finlandia, Niemcy, Szwecja, Holandia, Luksemburg.

## Literatura

- [1] *2002 European Innovation Scoreboard: EU Regions*, European Trend Chart on Innovation, Technical Paper No 3, European Commission, 2002.
- [2] *2003 European Innovation Scoreboard: Indicators and Definitions*, European Trend Chart on Innovation, Technical Paper No 1, European Commission, 2003.
- [3] *European Innovation Scoreboard 2005. Comparative Analysis of Innovation Performance*, European Trend Chart on Innovation, European Commission, 2005.
- [4] Jajuga K., *Statystyka ekonomicznych zjawisk złożonych – wykrywanie i analiza niejednorodnych rozkładów wielowymiarowych*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 371, Seria: Monografie i Opracowania nr 39, AE, Wrocław 1987.

- [5] Markowska M., *Tendencje w pomiarze regionalnej innowacyjności – podejście amerykańskie*, [w:] *Gospodarka lokalna i regionalna w teorii i w praktyce*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1124, AE, Wrocław 2006.
- [6] Markowska M., *Statystyczny pomiar innowacyjności w krajach Unii Europejskiej*, [w:] *Zastosowania metod ilościowych*, red. J. Dziechciarz, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1100, Ekonometria 16, AE, Wrocław 2006.
- [7] Markowska M., Strahl D., *Przegląd koncepcji pomiaru regionalnej innowacyjności w unijnej statystyce*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1142, AE, Wrocław 2006.
- [8] Markowska M., Strahl D., *Poziom innowacyjności krajów zjednoczonej Europy*, [w:] *Integracja europejska*, red. M. Klamut, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1127, AE, Wrocław 2006.
- [9] *Methodology Report on European Innovation Scoreboard 2005*, European Trend Chart on Innovation, European Commission, 2005.
- [10] *Oslo Manual, the Measurement of Scientific and Technological Activities. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*, European Commission, Eurostat, Organization for Economic Co-operation and Development, Paris 1997.
- [11] Schumpeter J.A., *Capitalism, Socialism and Democracy* (1942), 3rd ed. Introduction by T. Bottomore, J.A. Schumpeter, 1942, 1947, Harper & Row, Publishers, Inc., 1950, G.A.&Unwin (Publishers) Ltd., 1976, New York, NY: Harper & Row, Publishers, Inc. (Originally pub. by Harper & Brothers).
- [12] Strahl D., *Propozycja miary efektywności innowacyjności w hierarchicznym przekroju regionalnym z wykorzystaniem European Innovation Scoreboard*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1180, Ekonometria 19, AE, Wrocław 2007.
- [13] Strahl D., *Wykorzystanie strukturalnej miary rozwoju oraz mierników European Innovation Scoreboard do pomiaru innowacyjności regionalnej*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Ekonometria (złożone do druku).
- [14] *The Global Competitiveness Report 2001-2002*, New York, Oxford University Press, World Economic Forum 2002.
- [15] Walesiak M., *Uogólniona miara odległości w statystycznej analizie wielowymiarowej*, AE, Wrocław 2002.

## **IMPLEMENTATION OF BRAY-CURTIS MEASURE FOR THE ASSESSMENT OF POLISH POSITION IN THE EU WITH REGARD TO ECONOMY INNOVATION**

### **Summary**

The article presents the procedure, based on Bray-Curtis distance measure, which facilitates grouping countries into sets representing different distance from a selected object (Poland, „leader”) with regard to economy innovation. It also presents the empirical example allowing for distinguishing groups of countries with respect to a distance which separates Poland from these countries in the field of innovation. The paper also includes an assessment of both distance and position of Polish economy in relation to Sweden – the innovation „leader”.

---

**Małgorzata Markowska** – dr, adiunkt w Katedrze Gospodarki Regionalnej Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu – Wydział w Jeleniej Górze.

**Alicja Grześkowiak, Agnieszka Stanimir**

**MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ZRÓŻNICOWANYCH  
METOD WIELOWYMIAROWEJ ANALIZY STATYSTYCZNEJ  
W BADANIACH SPOŁECZNO-EKONOMICZNYCH.  
ANALIZA PORÓWNYWALNOŚCI WYNIKÓW**

**1. Wstęp**

„Metody analizy wielowymiarowej są obecnie fundamentem empirycznych badań *prawdziwej nauki*” [1] (tłum. własne). Zaprezentowane stwierdzenie otwiera drogę do szerokiego stosowania bardzo wielu metod, które dzięki rozwojowi techniki komputerowej stale są doskonalone. Jednocześnie przedstawione stanowisko zmusza do zastanowienia się, czy wystarczy dysponować danymi oraz wiedzą o algorytmach metod, by móc je poprawnie zastosować. Otóż problem ten jest o wiele bardziej skomplikowany, niż można by się spodziewać po przeczytaniu cytowanego zdania. Metody statystycznej analizy wielowymiarowej mają bowiem ściśle uwarunkowane zakresy stosowania, odnoszące się do skali pomiaru danych wykorzystywanych w analizie. Rozpoznanie skali pomiaru zmiennych odnosi się do przyporządkowania pomiaru do jednej ze skal zaproponowanych w 1956 r. przez Stevensa: nominalnej, porządkowej, przedziałowej, ilorazowej (w kolejności od najsłabszej do najmocniejszej). Każda metoda statystyki wielowymiarowej ma dokładnie zdefiniowane możliwości skorzystania z określonej jednej skali lub warunki łączenia pomiarów pochodzących z różnych skal. Wymienione skale charakteryzują się warunkiem kumulatywności, czyli przechodzenia dopuszczalnych przekształceń na zmiennych na skale wyższego poziomu. Możliwe jest również przekształcenie pomiaru dokonanego na skali mocniejszej na skalę słabszą, jednak nie odwrotnie. Ta dogodność posługiwania się skalami pomiaru może niejednokrotnie być jednak rozumiana jako utrata informacji o kształtowaniu się zmiennych, gdyż w literaturze związanej z wielowymiarową analizą statystyczną można znaleźć stwierdzenie, że „skale nominalne stanowią najmniej precyzyjny sposób pomiaru” [2].

Kolejny warunek stosowania metod wielowymiarowej analizy statystycznej dotyczy określenia, czy rozpatrywana technika ma charakter analizujący czy odkrywający strukturę badanego zjawiska. W pierwszej grupie metod identyfikowane są zależności między zmiennymi ze wskazaniem zmiennych zależnych i niezależnych. Celem drugiej grupy metod jest rozpoznanie współwystąpień zmiennych lub obiektów, bądź nawet zmiennych i obiektów jednocześnie.

W świetle przedstawionych uwarunkowań i trudności związanych ze stosowaniem zróżnicowanych metod wielowymiarowej analizy statystycznej autorki niniejszego artykułu postawiły sobie za cel poszukiwanie odpowiedzi na pytanie, czy zastosowanie metod analizy zależności lub współwystępowania dla zmiennych różnego typu prowadzi do wyciągnięcia odmiennych wniosków? Problem ten można również rozważać pod kątem uzupełniania się konkluzji płynących z wybranych technik analizy. Przedstawiony w artykule przykład posłużył ilustracji rozpatrywanych zagadnień.

## 2. Charakterystyka wykorzystanych metod

W celu przeprowadzenia analiz zróżnicowanych ze względu na skalę pomiaru i zakres w badaniu wykorzystano klasyfikację metodą Warda, analizę dyskryminacyjną, regresję logistyczną i analizę korespondencji. Analiza korespondencji i metody klasyfikacyjne służą badaniu współwystąpień, przy czym pierwsza z nich wykorzystuje zmienne nominalne, a druga zmienne przedziałowe i ilorazowe. Analiza dyskryminacyjna i regresja logistyczna są metodami umożliwiającymi opis związku między zależną zmienną nominalną ze słabej skali pomiarowej a zestawem niezależnych zmiennych mierzonych na skali mocnej.

Metody klasyfikacji z grupy hierarchicznych procedur aglomeracyjnych, do których należy technika Warda, polegają na pogrupowaniu obiektów na podstawie jednoczesnego sprawdzenia wszystkich dostępnych ich charakterystyk (zmiennych), co stanowi niewątpliwie ich wielką zaletę. W metodach aglomeracyjnych grupowanie obiektów rozpoczyna się od wyznaczenia jednoelementowych klas, których liczba odpowiada liczbie rozpatrywanych obiektów, następnie łączy się je zgodnie z wybranym algorytmem w grupy coraz liczniejsze aż do uzyskania klasy zawierającej wszystkie obiekty. Metoda klasyfikacyjna Warda prowadzi do wyznaczenia grup o zbliżonej liczbie obiektów. W porównaniu z innymi technikami algorytm Warda umożliwia bardzo trafne przyporządkowanie obiektów do klas.

Analiza dyskryminacyjna umożliwia rozpoznanie różnic między znanymi grupami, a zatem prowadzi do stwierdzenia, czy obiekty z różnych klas różnią się znacznie ze względu na wartości zmiennych je opisujących. W analizie dyskryminacyjnej możliwe jest również wskazanie tych zmiennych, które w najbardziej istotny sposób przyczyniają się do separacji grup. Konstrukcja funkcji dyskryminujących przynależność obiektów do grup wymaga wskazania zmiennych niezależ-

nych, które muszą być zmierzone na skalach przedziałowej lub ilorazowej, oraz nominalnej zmiennej zależnej. „Analiza dyskryminacyjna może być zatem formalnie scharakteryzowana jako metoda badająca zależność zmiennej nominalnej (zmiennej grupującej) od zmiennych metrycznych” [1].

Model regresji logistycznej pozwala określić, z jakim prawdopodobieństwem i w zależności od jakich zmiennych obiekty trafiają do określonych grup. Jako zmienne niezależne mogą występować zmienne zarówno niemetryczne, jak i metryczne.

Analiza korespondencji umożliwia rozpoznanie współwystąpień kategorii zmiennych nominalnych lub, co najwyżej, porządkowych. W metodzie tej ważne jest, że wyniki można zaprezentować graficznie jako rozrzut punktów w przestrzeni o małym wymiarze. W celu wyznaczenia współrzędnych rzutowania korzysta się tu z rozkładu macierzy według wartości osobliwych. Wykorzystanie tego algorytmu powoduje, że utrata informacji w trakcie zmniejszania wymiaru prezentacji rzeczywistych powiązań między kategoriami zmiennych jest jak najmniejsza. W przypadku analizy małej próby można na jednym wykresie zaprezentować obiekty i kategorie zmiennych i dzięki temu wnioskować o najbardziej istotnych kategoriach cech dla badanych obiektów.

### 3. Zakres przedmiotowy badania

Aby osiągnąć postawiony w artykule cel, posłużono się danymi dostępnymi w 2002 r., na podstawie których oceniano systemy edukacji w krajach Unii Europejskiej, państwach kandydujących i stowarzyszonych. Są to wskaźniki ilościowe zawarte w programie lizbońskim<sup>1</sup>:

- 1) procentowy udział osób mających pełne wykształcenie średnie w 2001 r. ( $Z_1$ );
- 2) przeciętna umiejętność czytania w 2000 r. ( $Z_2$ );
- 3) przeciętna umiejętność liczenia w 2000 r. ( $Z_3$ );
- 4) przeciętna umiejętność uczenia się w 2000 r. ( $Z_4$ );
- 5) liczba absolwentów kierunków ścisłych i technicznych na 1000 mieszkańców w wieku 20-29 lat w 2000 r. ( $Z_5$ );
- 6) wydatki publiczne na edukację jako % PKB w 1999 r. ( $Z_6$ );
- 7) odsetek osób w wieku 25-64 lata uczestniczących w szkoleniach w 2000 r. ( $Z_7$ );
- 8) odsetek osób kształcących się w szkołach wyższych w 2000 r. ( $Z_8$ );
- 9) odsetek osób w wieku 18-24 lata jedynie z wykształceniem średnim, które nie uczestniczyły w szkoleniach w 1999 r. ( $Z_9$ ).

---

<sup>1</sup> Ustalenia Rady Europejskiej na posiedzeniu w 2000 r. w Lizbonie.

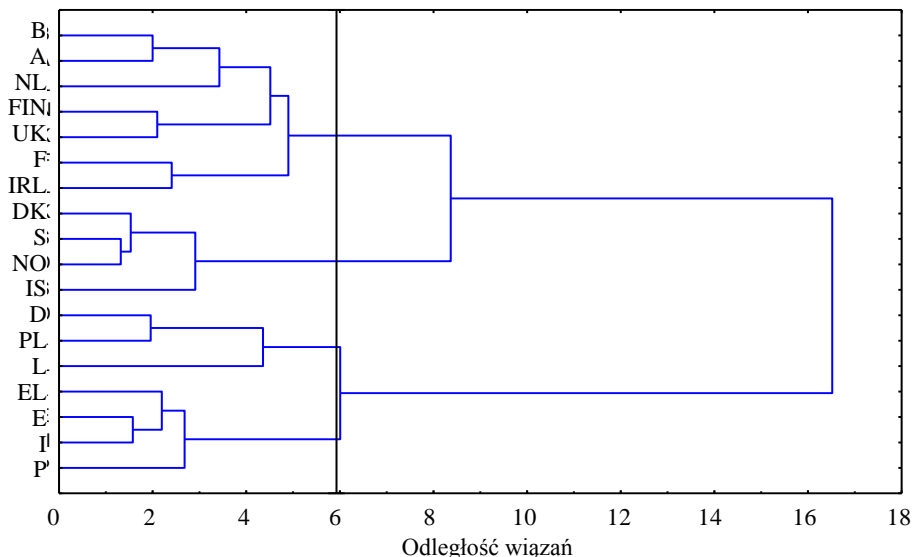
Jednostki miary zaprezentowanych zmiennych są różne. Jednak wszystkie zmierzono na skali ilorazowej (zmiennie  $Z_2$ - $Z_4$  również, gdyż możliwe było przyznanie punktów dziesiętnych). Aby przeprowadzić klasyfikację metodą Warda, konieczne było znormalizowanie zmiennych. W tym celu wybrano formułę standaryzacji. Analiza korespondencji wymagała przedstawienia zmiennych zmierzonych na skali co najwyżej porządkowej. Z tego względu wartościom zmiennych nadano rangi. Rangę o wartości 1 otrzymało państwo o najgorszej wartości cechy, a rangę o wartości 18 państwo o najlepszych wynikach (dla stymulant). Jeżeli zmienna miała charakter destymulanty, to najwyższej wartości przypisano wartość 1, a najniższej 18. W przypadku wystąpienia tych samych wartości zmiennej w dwóch lub większej liczbie państw zastosowano rangi powiązane.

Dane zaczerpnięto z raportów PISA i ODCE, które opublikowano na stronach internetowych Eurostatu i OECD.

## 4. Rezultaty zastosowanych metod

### 4.1. Aglomeracyjna klasyfikacja metodą Warda

Pierwszą przeprowadzoną analizą była klasyfikacja metodą Warda. Dendrogram obrazujący łączenia kolejnych klas prezentuje rys. 1.



Legenda: B – Belgia, DK – Dania, D – Niemcy, EL – Grecja, E – Hiszpania, F – Francja, IRL – Irlandia, I – Włochy, L – Luksemburg, NL – Holandia, A – Austria, P – Portugalia, FIN – Finlandia, S – Szwecja, UK – Wielka Brytania, IS – Islandia, NO – Norwegia, PL – Polska.

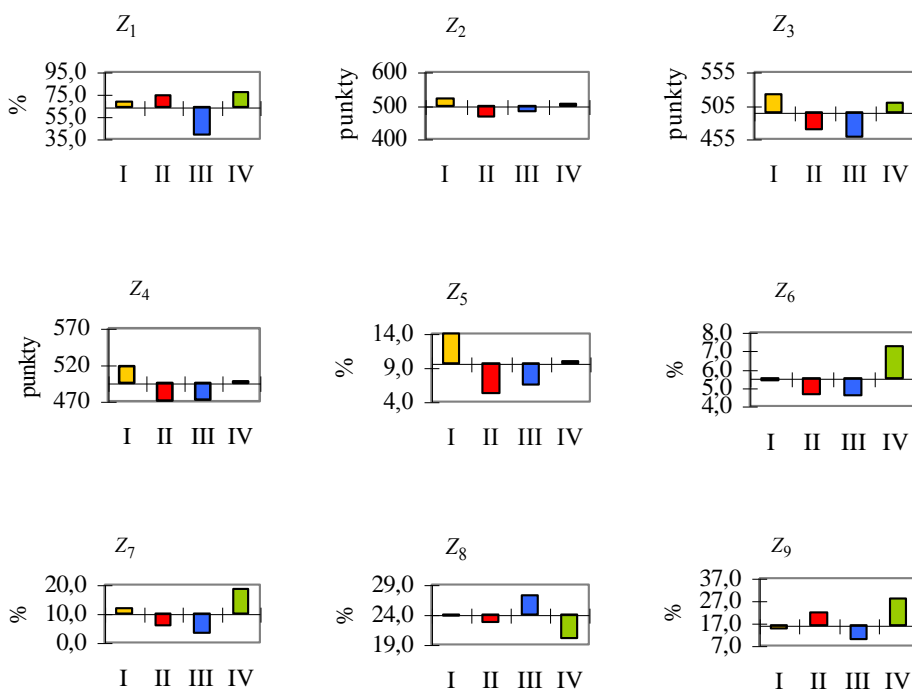
Rys. 1. Przebieg klasyfikacji analizowanych państw

Źródło: obliczenia własne.

Zaprezentowane na rys. 1 drzewo klasyfikacyjne przedstawia grupowanie od klas zawierających po jednym z analizowanych państw aż do jednej klasy zawierającej wszystkie kraje. Na rysunku 1 zaznaczono miejsce przerwania aglomeracji. W celu wybrania optymalnego miejsca podziału posłużono się metodą proponowaną przez Grabińskiego [3], odcinając najdłuższe gałęzie drzewa. Powstały cztery klasy:

- I:** Belgia, Austria, Holandia, Finlandia, Wielka Brytania, Francja, Irlandia;
- II:** Niemcy, Polska, Luksemburg;
- III:** Grecja, Hiszpania, Włochy, Portugalia;
- IV:** Dania, Szwecja, Norwegia, Islandia.

Dla każdej wyróżnionej grupy państw możliwe jest wyznaczenie średnich arytmetycznych poszczególnych zmiennych i porównanie ich ze sobą. Rysunek 2 prezentuje średnie wartości w porównaniu ze średnią unijną.



Rys. 2. Średnie wartości zmiennych wyznaczone dla wyodrębnionych grup państw w porównaniu do średniej unijnej

Oznaczenia zmiennych  $Z_1$ - $Z_9$  odpowiadają nazwom wskaźników prezentowanych na rys. 1-9.

Źródło: obliczenia własne.

Zmienne  $Z_1$ - $Z_8$  mają charakter stymulant, zmienna  $Z_9$  zaś jest destymulantą, a zatem wartości przewyższające średnią unijną w przypadku tej zmiennej wskazują na negatywną ocenę sytuacji państw należących do określonej grupy.

Na podstawie wykresów przedstawionych na rys. 2 należy stwierdzić, że państwa należące do grup I i IV wykazują się w większości przypadków lepszymi systemami edukacji niż państwa z pozostałych dwóch grup.

Państwa tworzące pierwszą grupę mają lepsze rezultaty od pozostałych krajów w ocenie przeciętnych umiejętności oraz liczbie absolwentów kierunków ścisłych i technicznych.

Grupa II ma wyniki lepsze niż średnia unijna tylko w przypadku jednej zmiennej, a mianowicie procentowego udziału osób posiadających pełne wykształcenie średnie. Jednak nie są to wartości najlepsze ze wszystkich analizowanych państw (zob. gr. IV).

Państwa grupy III osiągają dla zmiennych  $Z_8$  i  $Z_9$  najlepsze wyniki ze wszystkich analizowanych krajów, jednak przeciętne wartości pozostałych zmiennych są znacznie gorsze od średniej unijnej.

Państwa grupy IV uzyskały bardzo dobre wartości zmiennych, z wyjątkiem dwóch ostatnich zmiennych.

Na podstawie wartości średnich arytmetycznych wyznaczonych dla grup w kolejnych zmiennych można stwierdzić, że najlepszą grupą jest klasa I, a następnie IV, III i II.

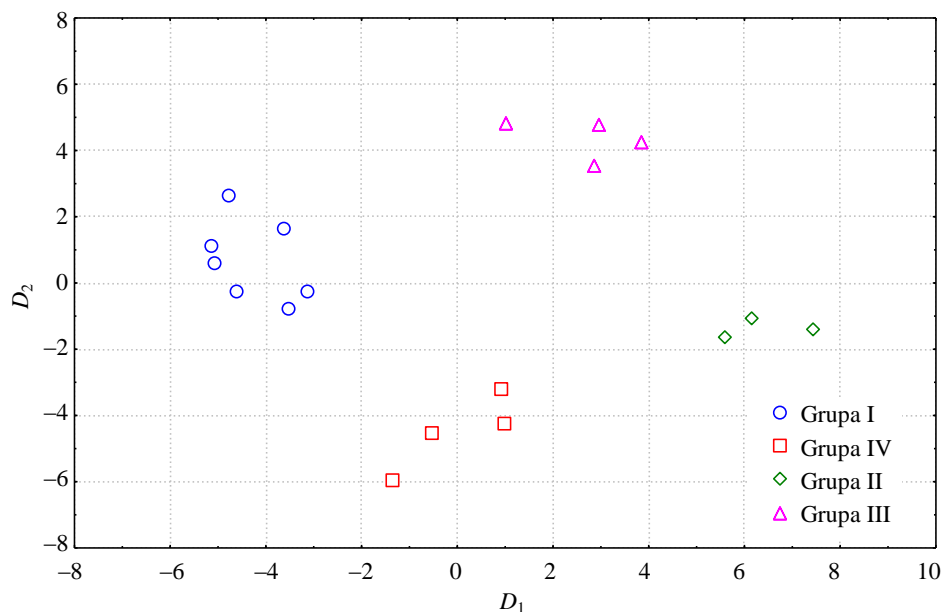
#### 4.2. Analiza dyskryminacyjna

Analizę dyskryminacyjną dla wszystkich czterech grup łącznie oparto na kryterium dyskryminacyjnym Fishera, na podstawie którego wyznaczono kanoniczne funkcje dyskryminacyjne ze standaryzowanymi współczynnikami, będące liniowymi kombinacjami zmiennych diagnostycznych i najlepiej separujące klasy. Ze względu na istnienie czterech klas można było wyznaczyć co najwyżej trzy kanoniczne funkcje dyskryminacyjne.

Test przeprowadzony na podstawie współczynnika lambda Wilksa (na poziomie istotności 0,05) wskazuje na istotność wszystkich trzech funkcji dyskryminacyjnych, jednakże na podstawie wartości własnych odpowiadających poszczególnym funkcjom dyskryminacyjnym:  $\lambda_1 = 19,88$ ,  $\lambda_2 = 11,81$ ,  $\lambda_3 = 3,13$  można stwierdzić, że dwie pierwsze funkcje reprezentują 91% udział w zdolności dyskryminacyjnej zbioru, dlatego w interpretacji można oprzeć się jedynie na  $D_1$  i  $D_2$ , a pominąć  $D_3$ . Wykres wartości kanonicznych dla  $D_1$  i  $D_2$  przedstawia rys. 3.

Na podstawie wartości pierwszej funkcji  $D_1$  wyraźnie można oddzielić grupę I od II, jednocześnie sytuując grupę IV bliżej grupy I, a grupę III w pobliżu grupy II. Wartości drugiej funkcji  $D_2$  mocno separują grupy III i IV.





Rys. 3. Położenie punktów reprezentujących państwa w przestrzeni kanonicznych funkcji dyskryminacyjnych  $D_1$  i  $D_2$

Źródło: obliczenia własne.

Siłę i kierunek zależności pomiędzy zmiennymi diagnostycznymi a wartościami kanonicznymi oceniono na podstawie współczynników korelacji (*Total Structure Coefficients*) ujętych w tab. 1.

Tabela 1. Współczynniki korelacji między zmiennymi diagnostycznymi a wartościami kanonicznymi

	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$	$Z_5$	$Z_6$	$Z_7$	$Z_8$	$Z_9$
$D_1$	-0,07	<b>-0,35</b>	<b>-0,47</b>	<b>-0,3</b>	-0,19	-0,11	-0,13	0,02	0,06
$D_2$	<b>-0,39</b>	-0,09	-0,3	-0,08	-0,03	<b>-0,35</b>	-0,27	0,23	<b>-0,43</b>

Źródło: obliczenia własne.

Najsilniej powiązane (zależności ujemne) z pierwszą funkcją dyskryminacyjną są zmienne reprezentujące tzw. umiejętności podstawowe (czytanie, liczenie, uczenie się). Najniższymi wartościami  $D_1$  charakteryzują się kraje grupy I (większość państw Europy Zachodniej) i grupy IV (Skandynawia), co oznacza, że rezultaty osiągnięte w procesie edukacyjnym są na tych obszarach najlepsze. Klasy II i III osiągają wyniki słabsze. Największe różnice występują pomiędzy grupą I a II, przy czym ta ostatnia odznacza się najgorszym stopniem opanowania umiejętności podstawowych.

Z kolei druga funkcja dyskryminacyjna reprezentuje przede wszystkim (zależność ujemna):

- procent ludności z wykształceniem pełnym średnim,
- wydatki publiczne na edukację jako procent PKB,
- procent ludności z wykształceniem średnim nie uczestniczącej w dalszym kształceniu.

Najgorsza sytuacja w tym zakresie występuje na południu Europy (grupa III). Na drugim „biegunie” znajdują się kraje skandynawskie. Zwracają uwagę niewielkie różnice w wartościach drugiej funkcji dyskryminacyjnej dla grup I i II.

Wydaje się, że pierwsza funkcja dyskryminacyjna reprezentuje raczej „wyniki – skutki” nauczania (57-procentowy udział w sile dyskryminacyjnej zbioru), druga funkcja (34-procentowy udział w sile dyskryminacyjnej zbioru) odzwierciedla raczej strukturę ludności pod względem wykształcenia oraz stopień finansowego zaangażowania państwa w proces edukacji.

### 4.3. Regresja logistyczna

Regresja logistyczna pozwala na modelowanie prawdopodobieństwa przynależności obiektów do poszczególnych klas. Umożliwia także ocenę wpływu poszczególnych zmiennych niezależnych na prawdopodobieństwo przynależności do danej grupy.

Za pomocą analizy logistycznej oceniono wpływ relatywnych wskaźników oceniających systemy edukacji, czyli:  $Z_1$ ,  $Z_5$ ,  $Z_6$ ,  $Z_7$ ,  $Z_8$ ,  $Z_9$ .

Na dendrogramie (rys. 1) powstałym podczas przeprowadzania hierarchicznej procedury aglomeracyjnej ostatnie połączenie wiąże ze sobą dwie najbardziej odmienne grupy państw. Każda z dwóch dużych klas została ostatecznie podzielona na dwie mniejsze, co dało końcowy rezultat w postaci czterech grup (I, II, III, IV). Zbudowane modele logistyczne pozwalają ocenić, które czynniki wpływają na przynależność do wyodrębnionych grup.

Najbardziej ogólny podział sugeruje istnienie znacznych różnic pomiędzy państwami sklasyfikowanymi ostatecznie do grup I i IV (oznaczone dalej I+IV) oraz krajami wchodzącymi w skład grup II i III (oznaczone dalej II+III). Prawdopodobieństwo przynależności do grupy I+IV (w porównaniu z grupą II+III) zostało zbadane za pomocą regresji logistycznej oszacowanej metodą największej wiarygodności. Test ilorazu wiarygodności (na poziomie istotności 0,05) wskazuje, iż wektor parametrów tego modelu istotnie różni się od zera. Współczynniki stojące przy zmiennych pozwalają wnioskować, wzrost których cech sprzyja przynależności do klasy I+IV, a wzrost których wskaźników przeciwnie – powoduje przynależność do klasy II+III (tab. 2).

Wyższe wartości większości wskaźników (mających charakter stymulant) sprzyjają zaklasyfikowaniu państwa do klasy I+IV. Cechami sprzyjającymi alokacji do klasy II+III są tylko: większy odsetek kształcących się osób w szkołach

Tabela 2. Czynniki wpływające na przynależność do klas I+IV oraz II+III

Czynniki sprzyjające przynależności do grupy:	
I+IV	II+III
<ul style="list-style-type: none"> <li>– wyższy procentowy udział osób mających pełne wykształcenie średnie;</li> <li>– wyższa liczba absolwentów kierunków ścisłych i technicznych na 1000 mieszkańców w wieku 20-29 lat;</li> <li>– wyższe wydatki publiczne na edukację jako % PKB;</li> <li>– wyższy odsetek osób w wieku 25-64 lata uczestniczących w szkoleniach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wyższy odsetek osób kształcących się w szkołach wyższych;</li> <li>– wyższy odsetek osób w wieku 18-24 lata jedynie z wykształceniem średnim, które nie uczestniczą w szkoleniach</li> </ul>

Źródło: opracowanie własne.

wyższych, osoby nie podejmujące kształcenia (desytmulanta). Wyraźnie widoczne jest, iż kraje z klasy II+III dzieli dystans edukacyjny od pozostałych państw.

Czynniki decydujące o dalszych podziałach wewnątrz „dużych” klas, dających separację na cztery grupy, mogą zostać zidentyfikowane w analogiczny sposób. Model regresji logistycznej opisujący prawdopodobieństwo przynależności do grupy I w porównaniu z grupą IV charakteryzuje się istotnym wektorem parametrów, co pozwala wskazać zmienne decydujące o przynależności do poszczególnych grup (tab. 3).

Tabela 3. Czynniki wpływające na przynależność do klas I oraz IV

Czynniki sprzyjające przynależności do grupy:	
I	IV
<ul style="list-style-type: none"> <li>– wyższy procentowy udział osób mających pełne wykształcenie średnie;</li> <li>– wyższa liczba absolwentów kierunków ścisłych i technicznych na 1000 mieszkańców w wieku 20-29 lat;</li> <li>– wyższy odsetek osób w wieku 25-64 lata uczestniczących w szkoleniach;</li> <li>– wyższy odsetek osób kształcących się w szkołach wyższych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wyższe wydatki publiczne na edukację jako % PKB;</li> <li>– wyższy odsetek osób w wieku 18-24 lata jedynie z wykształceniem średnim, które nie uczestniczą w szkoleniach</li> </ul>

Źródło: opracowanie własne.

Kraje skandynawskie charakteryzują się wyższymi wydatkami na edukację, ale też niższym zainteresowaniem szkoleniami dla osób jedynie z wykształceniem średnim (na tle krajów z grupy I). Z kolei grupa I odznacza się wysokimi pozostałymi wskaźnikami, co może wynikać z poniesionych wcześniej nakładów na ten cel.

Wektor parametrów modelu regresji logistycznej opisującego prawdopodobieństwo przynależności do grupy II w porównaniu z grupą III nie różni się istotnie od wektora zerowego (poziom istotności 0,05), co może być uwarunkowane małą liczebnością klas, a co za tym idzie – niewielką liczbą stopni swobody. Mimo to, warto przyjrzeć się, które wskaźniki decydują o podziale (tab. 4).

Tabela 4. Czynniki wpływające na przynależność do klas II oraz III

Czynniki sprzyjające przynależności do grupy:	
II	III
<ul style="list-style-type: none"> <li>– wyższy procentowy udział osób mających pełne wykształcenie średnie;</li> <li>– wyższy odsetek osób w wieku 18-24 lata jedynie z wykształceniem średnim, które nie uczestniczą w szkoleniach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wyższa liczba absolwentów kierunków ścisłych i technicznych na 1000 mieszkańców w wieku 20-29 lat;</li> <li>– wyższe wydatki publiczne na edukację jako % PKB;</li> <li>– wyższy odsetek osób w wieku 25-64 lata uczestniczących w szkoleniach;</li> <li>– wyższy odsetek osób kształcących się w szkołach wyższych</li> </ul>

Źródło: opracowanie własne.

Kraje Europy Południowej (III) charakteryzują się wyższymi wskaźnikami z zakresu edukacji, szczególnie dotyczącymi wyższych szczebli szkolnictwa. Studiuje tam procentowo więcej osób, wyższa jest liczba absolwentów kierunków ścisłych i technicznych, więcej osób bierze udział w kształceniu ustawicznym. Wydaje się że kraje te starają się rekompensować niższy procent ludzi z wykształceniem średnim za pomocą podnoszenia jakości kształcenia na dalszych szczeblach edukacji. Rozwój systemu edukacji jest możliwy dzięki większym wydatkom na edukację (% PKB).

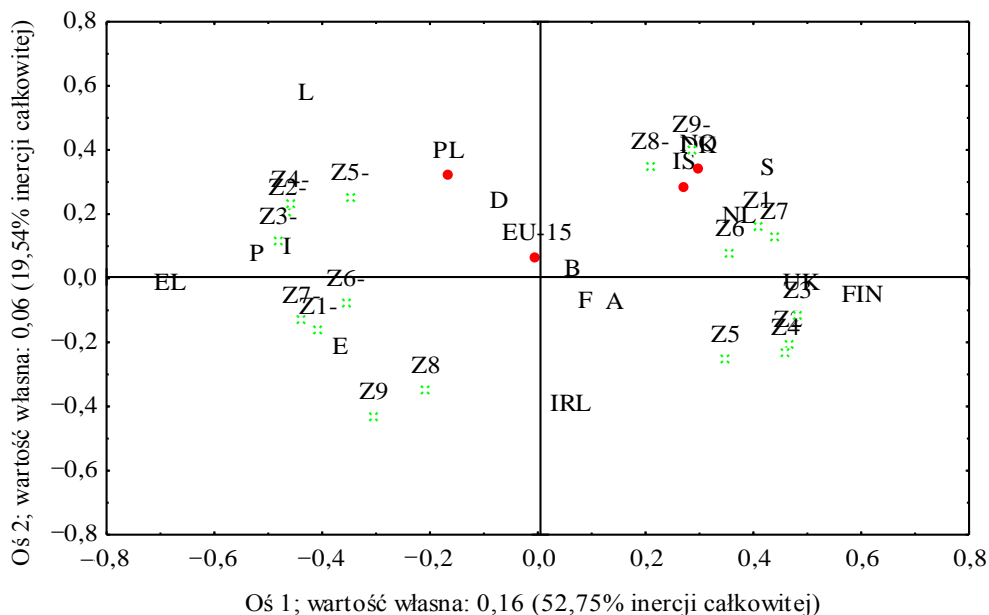
#### 4.4. Analiza korespondencji

Ostatnią z wybranych metod wielowymiarowej analizy statystycznej jest analiza korespondencji. Po wstępnym przygotowaniu zmiennych dokonano także podwojenia przyznanych państwom rang w zmiennych. Wprowadzono tzw. antycychę, która umożliwiła rozpoznanie słabych i mocnych stron w zakresie edukacji każdego z analizowanych państw. Wynik przeprowadzonej analizy zaprezentowano na rys. 4.

Przeprowadzona analiza korespondencji zgodnie z zasadą podwajania umożliwiła jednocześnie rozpoznanie wzajemnych powiązań nie tylko obiektów, ale również obiektów i cech.

Należy zwrócić uwagę na bliskość położenia na rys. 4 punktów obrazujących państwa należące do grup wyznaczonych w trakcie klasyfikacji Warda. Dodatkowo dla każdej grupy można wskazać najistotniejsze zmienne.

Dla zaliczenia krajów do pierwszej grupy (Belgia, Austria, Holandia, Finlandia, Wielka Brytania, Francja, Irlandia) najbardziej istotne były pozytywne oceny w zmiennych  $Z_1$ - $Z_7$ .



Rys. 4. Graficzna prezentacja wyników analizy korespondencji

Źródło: opracowanie własne.

Dla drugiej grupy państw (Niemcy, Polska, Luksemburg) najbardziej charakterystyczne są niestety negatywne oceny wartości zmiennych  $Z_2$ - $Z_5$ .

Szczególną charakterystyką grupy trzeciej (Grecja, Hiszpania, Włochy, Portugalia), powodującą jej wyodrębnienie z grupy pozostałych państw, są pozytywne oceny zmiennych  $Z_8$  i  $Z_9$  oraz negatywne dla zmiennych  $Z_1$ - $Z_4$ ,  $Z_6$ ,  $Z_7$ .

Ostatnią z analizowanych grup państw (Dania, Szwecja, Norwega, Islandia) charakteryzują pozytywne oceny zmiennych  $Z_1$  i  $Z_7$  oraz negatywne, przyznane zmiennym  $Z_8$  i  $Z_9$ .

## 5. Podsumowanie

Mimo że w analizie korespondencji skorzystano z danych porządkowych, narażając tym samym jakość wnioskowania na utratę informacji o zmiennych, ostatecznie otrzymano te same wyniki co w przypadku pozostałych przeprowadzonych analiz. Punkty obrazujące państwa należące do tych samych grup są na wykresie analizy korespondencji położone bardzo blisko siebie, co sugeruje zbliżoną ich ocenę ze względu na rozpatrywane zmienne. Wzbogacając wnioskowanie o negatywne i pozytywne oceny zmiennych, otrzymano wnikliwą charakterystykę wskazanych w klasyfikacji Warda grup państw.

Ze względu na przytoczone powyżej wyniki przeprowadzonych analiz autorki skłaniają się do stwierdzenia, że przekształcenie pomiaru zmiennych przeprowadzonego na skali mocnej na pomiar wykonany na skali słabszej nie musi nieść ze sobą utraty informacji o badanym zjawisku. W przypadku dokładnej znajomości metod i wysokiej umiejętności ich stosowania można oczekiwać otrzymania wyników szczegółowo i trafnie rozwiązujących i opisujących badany problem.

## Literatura

- [1] Backhaus K., Erichson B., Plinke W., Weiber R., *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2003.
- [2] Bazarnik W., Grabiński T., Kąciak E., Mynarski S., Sagan A., *Badania marketingowe. Metody i oprogramowanie komputerowe*, FOGRA Oficyna Wydawnicza, Kraków 1992.
- [3] Grabiński M., *Metody taksonometrii*, AE, Kraków 1992.
- [4] Gruszczyński M., *Modele i prognozy zmiennych jakościowych w finansach i bankowości*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2002.
- [5] Hubert C.J., *Applied Discriminant Analysis*, Wiley, New York 1994.
- [6] Jobson J.D., *Applied Multivariate Data Analysis, Vol. II*, Springer Verlag, Berlin 1994.
- [7] Lebart L., Morineau A., Warwick K.M., *Multivariate Descriptive Statistical Analysis. Correspondence Analysis and Related Techniques for Large Matrices*, Wiley, New York 1984.
- [8] Marida K.V., Kent J.T., Bobby J.M., *Multivariate Analysis*, Academic Press, London 1979.

## POSSIBILITIES OF APPLICATIONS OF CHOSEN MULTIVARIATE TECHNIQUES TO SOCIO-ECONOMIC RESEARCHES. THE ANALYSIS OF COMPARABILITY OF RESULTS

### Summary

This paper presents the implementation of some multivariate techniques whose applications are determined by the measurement scales of analyzed variables. Some characteristic techniques were chosen according to the measurement scales: cluster analysis for ratio scale, correspondence analysis for nominal scale, logit and discriminant analysis for different types of scales. The analyzes were performed on the grounds of the same set of variables after carrying out the appropriate transformations of scales. This approach allowed us to compare the results obtained by usage of procedures for which application targets are specified.

---

**Alicja Grześkowiak** – dr, asystentka w Katedrze Ekonometrii Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu.

**Agnieszka Stanimir** – dr, adiunkt w Katedrze Ekonometrii Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu.

**Aneta Rybicka**

## **PRZYGOTOWANIE DANYCH W BADANIACH PREFERENCJI KONSUMENTÓW METODAMI WYBORÓW DYSKRETNYCH**

### **1. Wstęp**

Metody wyborów dyskretnych obejmują różnorakie techniki projektów eksperymentów, procedury gromadzenia danych oraz statystyczne procedury, które wykorzystywane są w celu określenia wyborów, jakich dokonują konsumenci (respondenci) między alternatywami (profilami). Tę grupę metod dekompozycyjnych stosujemy, gdy respondenci mają możliwość wyboru między różnymi alternatywami [14, s. 1]. Zatem dane otrzymane w wyniku zastosowań metod wyborów dyskretnych to dane o wyborach respondentów, a nie dane o ich opiniach i ocenach o przedstawianych im profilach [11, s. 94]. Projekt eksperymentu dla modelu wyboru składa się ze zbiorów profilów, z których każdy zawiera profile wyboru opisane kombinacją poszczególnych poziomów każdego z atrybutów. Respondenci proszeni są o wybranie najbardziej preferowanego profilu z każdego zbioru. Metoda ta pozwala również, w odróżnieniu od metod *Conjoint Analysis*, na rezygnację z wyboru w sytuacji, gdy żaden z oferowanych profilów nie spełnia oczekiwań respondenta.

Metody wyborów dyskretnych mają kilka zalet. Pierwszą zaletą jest wspomniana już technika badania preferencji konsumentów, która w sposób rzeczywisty przedstawia procesy zachodzące na rynku (wybór jednego ze zbioru profilów bądź rezygnacja z wyboru). Drugą zaletą jest to, że metody te pozwalają na bezpośredni pomiar udziałów w rynku. Z zaletami tymi wiążą się dwie największe wady tychże metod. Pierwszą z nich jest to, że w związku z tym, że w trakcie badania respondenci dokonują wyboru jednego z profilów bądź też rezygnują z wyboru, nie uzyskujemy informacji o preferencjach co do pozostałych profilów. Drugą zaś istotną wadą jest to, że parametry modelu szacowane są na poziomie zagregowanym

(w przekroju całej próby), co nie pozwala na bezpośrednie oszacowanie preferencji każdego z konsumentów (preferencji indywidualnych) [15, s. 6].

## 2. Eksperyment czynnikowy

Proces eksperymentu wyboru (*Choice Experiment*) można przedstawić w kilku etapach [6; 7; 8; 12, s. 111]:

1. Najpierw określamy, czy nasze badanie jest badaniem markowym<sup>1</sup> (*Branded Study, Alternative-specific, Labelled Choice Experiment*) czy też badaniem rodzajowym, ogólnym<sup>2</sup> (*Generic Study, Unlabelled Choice Experiment*).

2. Następnie precyzujemy atrybuty i ich poziomy. Atrybuty wykorzystane w badaniu mogą być symetryczne (o takiej samej liczbie poziomów) lub też asymetryczne (o różnej liczbie poziomów).

3. Podejmujemy decyzję o tym, czy w zbiorze profilów będzie zawarty profil stały (bazowy)<sup>3</sup>, np. opcja rezygnacji z wyboru, bądź też profil, który w każdym zbiorze będzie opisany tymi samymi poziomami atrybutów.

4. Określamy, czy profile w zbiorach będą opisane poziomami wszystkich atrybutów (metoda wyboru ze zbiorów profilów pełnych) lub też – w przypadku dużej liczby atrybutów – poziomami tylko wybranych atrybutów (metoda wyboru ze zbiorów profilów częściowych). Decydujemy również o tym, czy zbiory będą zawierały taką samą (*Fixed Choice Set*) lub zróżnicowaną (*Variable Choice Set*) liczbę profilów, oraz o tym, czy zbiory profilów będą dzielone na bloki (w przypadku dużej liczby zbiorów).

5. Precyzujemy rozmiar badania: obliczamy liczbę zbiorów w pełnym eksperymencie, minimalną liczbę zbiorów oraz optymalną liczbę zbiorów w badaniu.

6. Przeprowadzamy eksperyment. Układy czynnikowe generujemy z wykorzystaniem jednostopniowych bądź dwustopniowych procedur (w przypadku dużej liczby zbiorów profilów, dokonujemy redukcji rozmiaru eksperymentu pełnego, wykorzystując częściowy eksperyment czynnikowy).

7. Sprawdzamy własności eksperymentu (testujemy eksperyment przed gromadzeniem danych).

8. Gromadzimy dane (przeprowadzamy badanie wśród respondentów), następnie przetwarzamy je z wykorzystaniem odpowiedniego oprogramowania komputerowego.

---

<sup>1</sup> Badanie (eksperyment) markowe charakteryzuje się tym, że składa się np. z nazwy marki bądź innej etykiety [8, s. 96]. Marką bądź też etykietą mogą być również inne atrybuty, np. „przeznaczenie” w przypadku badania dotyczącego wypoczynku.

<sup>2</sup> Badanie przedstawia eksperyment, w którym profile nie są opisane atrybutem określającym markę [8, s. 71].

<sup>3</sup> Jest to tzw. profil odniesienia (*Reference Profile, Based Profile*), w stosunku do którego są szacowane prawdopodobieństwa wyboru pozostałych profilów [1, s. 110].



9. Szacujemy parametry modelu (zazwyczaj modelu logitowego z wykorzystaniem metody największej wiarygodności).

10. Szacujemy prawdopodobieństwa wyboru profilów w każdym ze zbiorów oraz prawdopodobieństwa wyboru każdego profilu z całego ocenianego zestawu (szacujemy udziały w rynku). Określamy również, z wykorzystaniem ilorazu hazardu, który z parametrów (z poziomów atrybutów) wpływa stymulująco bądź też destymulująco na prawdopodobieństwo wyboru danego profilu.

### 3. Przygotowanie danych

Jednym z ważniejszych etapów procedury badawczej w metodach wyborów dyskretnych jest przygotowanie danych, które zostaną wykorzystane w dalszych etapach badania: estymacji parametrów modelu oraz interpretacji otrzymanych wyników.

Na etapie przygotowania danych wykorzystywane są metody wyboru ze zbiorów profilów pełnych oraz metody wyboru ze zbiorów profilów częściowych. W celu zaś wygenerowania zbiorów profilów korzysta się z jedno- i dwustopniowych procedur generowania układów czynnikowych.

Pierwsza grupa metod wyboru – **metody wyboru ze zbiorów profilów pełnych** (*Full-profiles Choice Experiments, Experimental Choice Approach*) – jest najczęściej wykorzystywaną metodą gromadzenia danych w badaniach preferencji konsumentów metodami wyborów dyskretnych. Metoda ta polega na prezentacji respondentom zbioru profilów, które opisane są wszystkimi atrybutami (po jednym z poziomów każdego atrybutu) (tab. 1). Zbiór zawiera profile charakteryzujące produkt lub usługę oraz jeden profil bazowy (stały), np. pozwalający na rezygnację z wyboru, jeśli żaden z prezentowanych profilów w zbiorze nie spełnia oczekiwań respondenta.

Tabela 1. Zbiór profilów opisanych wszystkimi atrybutami

	Marka	Kawa Jacobs	Kawa Tchibo	Kawa Elite
Atrybuty	rodzaj	kawa mielona	kawa rozpuszczalna	kawa mielona
	opakowanie	opakowanie próżniowe	opakowanie szklane	opakowanie miękkie
	rodzaj	kawa kofeinowa	kawa bezkofeinowa	kawa kofeinowa
	waga	opakowanie 500 g	opakowanie 200 g	opakowanie 250 g
	cena	15,50 zł	23,20 zł	6,50 zł
	smak	kawa lekko palona	kawa mocno palona	kawa mocno palona

Źródło: opracowanie własne.

Druga grupa metod wyboru to **metody wyboru ze zbiorów profilów częściowych** (*Partial Profiles Choice Experiments*). Polegają one na prezentacji respondentom zbioru profilów, które są opisane tylko wybranymi atrybutami (po jednym

z poziomów z każdego wybranego atrybutu). Do badania zazwyczaj wybiera się od 2 do 5 atrybutów spośród całego zestawu (tab. 2).

Niektóre badania wymagają wykorzystania większej liczby atrybutów (czasami nawet więcej niż 20). Badania takie mogłyby być uciążliwe dla respondentów, ponieważ byłiby zmuszeni (w trakcie dokonywania wyboru) do rozpatrzenia równocześnie wielu atrybutów. Dlatego też zaproponowano metodę wyborów ze zbiorów profilów częściowych, która pozwala na wykorzystanie w badaniu tylko wybranych atrybutów. Stosowanie tej metody tłumaczy się również tym, że w trakcie dokonywania wyborów na rynku ostateczny zbiór kilku produktów lub usług rzadko różni się wszystkimi atrybutami. Bardzo często produkty lub usługi pod względem wielu atrybutów są tak samo satysfakcjonujące, a różnią się w rzeczywistości tylko kilkoma najważniejszymi atrybutami [2, s. 20].

Tabela 2. Zbiór profilów opisanych wybranymi atrybutami

Marki		Kawa Jacobs	Kawa Tchibo	Kawa Elite
Atrybuty	rodzaj	kawa mielona	kawa rozpuszczalna	kawa mielona
	waga	opakowanie 500 g	opakowanie 200 g	opakowanie 250 g

Źródło: opracowanie własne.

Metoda wyborów ze zbiorów profilów częściowych zachowuje wiele cech i zalet metody wyborów ze zbiorów profilów pełnych. Metoda ta charakteryzuje się również innymi, pożądanymi cechami [2, s. 20]:

- każdemu respondentowi wszystkie atrybuty prezentowane są z taką samą częstotliwością (tak samo często);
- atrybuty wykorzystywane w badaniu są tak samo często przydzielane do pierwszego produktu lub usługi co do drugiego itd. Pozwala to na automatyczną kontrolę porządku w przeprowadzanej prezentacji wyboru;
- poszczególne wersje ankiet są generowane w prosty sposób, a respondent otrzymuje tylko jedną wersję ankiety;
- w całej próbie respondentów każda możliwość kombinacji atrybutów w profilach jest prezentowana tak samo często. To gwarantuje, że wyniki badania nie będą niesymetryczne;
- wybory dokonywane przez respondentów (pytania o preferencje) nie pociągają za sobą zdominowanych alternatyw. Oznacza to, że w każdym zbiorze profilów jeden z profilów wyboru jest lepszy od pozostałych przynajmniej pod względem jednego z atrybutów.

Eksperyment czynnikowy, wykorzystujący metodę wyborów ze zbiorów profilów częściowych, można generować na kilka sposobów. W swoich pracach Chrzan i Elrod [2] oraz Kuhfeld [7] przedstawiają metody wyboru jednego z dwóch (w zbiorze) profilów częściowych (*Pair-wise Partial Profile Choice Design*, *Par-*

tial Profile with Pairwise Choice Question), metody wyboru z liniowych zbiorów profilów częściowych (*Linear Partial Profile Design*), metody wyboru jednego z trzech (w zbiorze) profilów częściowych (*Choice from Triples Partial Profile*) oraz metody wyboru spośród sześciu alternatyw. Jednak najbardziej popularną metodą wyboru spośród zbiorów profilów częściowych jest metoda wyboru spośród dwóch profilów [5, s. 8].

Przykład eksperymentu z wykorzystaniem profilów częściowych, w którym wykorzystano 20 atrybutów dwupoziomowych, przy 5 atrybutach zmieniających się cyklicznie, przedstawia tab. 3 W poniższym układzie czynnikowym nie został zawarty profil stały.

Tabela 3. Projekt układu czynnikowego do metod wyboru ze zbiorów profilów częściowych

Profile	Atrybuty																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	2	.	2	.	1	.	.	2	.
2	.	.	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	2	2	.	.
3	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	2	1
4	.	.	2	.	2	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1	.	.
5	1	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	2	.	.	.	1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
36	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	1	.	.	.	.	1	.	2	1	.
37	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	2	1	.	1	.	.	.	.	.	.
38	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	2	1	.	.	.
39	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	1	2	2
40	.	.	.	2	.	.	.	2	.	2	.	.	1	.	2	.	.	.	.	.

Źródło: [7, s. 331-332].

Zbiory profilów wyboru (układy czynnikowe) w metodach wyborów dyskretnych można generować na dwa sposoby: z wykorzystaniem procedur jedno- oraz dwustopniowych.

Procedury **jednostopniowe**<sup>4</sup> pozwalają na wygenerowanie cząstkowego układu czynnikowego. Procedura ta nazywana jest strategią  $L^{MN}$  [3, s. 165]. W planie tym  $N$  oznacza liczbę profilów w każdym z podzbiorów,  $M$  liczbę wszystkich atrybutów,  $L$  zaś oznacza liczbę poziomów każdego z atrybutów. Po zastosowaniu tej procedury jednostopniowej otrzymamy układ czynnikowy o  $N \times M$  kolumn oraz  $L$  wierszy. Przyjmując, że liczba profilów w każdym z podzbiorów wynosi 3 ( $N = 3$ ), liczba poziomów każdego atrybutu wynosi 3 ( $L = 3$ ), natomiast liczba wszystkich

<sup>4</sup> Po raz pierwszy procedurę tę zastosowano w Australii w latach 1978-1980, następnie zaś na Uniwersytecie Iowa w latach 1980-1981 [13, s. 203].

atrybutów wynosi 4 ( $M = 4$ ), otrzymujemy  $3^{4 \times 3}$  podzbiorów w układzie czynnikowym (12 kolumn i 3 wiersze – w jednym zbiorze). W tak przyjętym układzie czynnikowym minimalna liczba podzbiorów wynosi 27 [3, s. 165]. Tabela 4 przedstawia tak przygotowany przykładowy układ czynnikowy<sup>5</sup>.

Tabela 4. Częstkowy układ czynnikowy typu  $L^{MN}$  dla  $3^{4 \times 3}$

Zbiór	Profil 1				Profil 2				Profil 3			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	2	1	3	2	2	3	1	1	3	3	2
2	3	2	3	1	3	1	3	1	2	3	1	2
3	1	2	3	3	2	3	2	2	2	1	2	3
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
27	3	3	2	1	3	2	1	2	1	1	3	3

Źródło: [3, s. 165].

Procedura typu  $L^{MN}$  jest procedurą jednostopniową, ponieważ wszystkie profile w poszczególnych zbiorach otrzymujemy bezpośrednio z każdego rzędu cząstkowego układu czynnikowego. Pierwsze cztery kolumny prezentują profil 1 w zbiorze, następne cztery kolumny (5-8) przedstawiają profil 2, a ostatnie cztery kolumny (9-12) opisują ostatni, 3 profil w każdym ze zbiorów.

Procedury dwustopniowe pozwalają na wygenerowanie zbiorów profilów w dwóch etapach. W pierwszym etapie generowany jest tradycyjny cząstkowy eksperyment czynnikowy (taki sam jak w przypadku badania z wykorzystaniem *Conjoint Analysis* metodą pełnych profilów). Przyjmując, jak w procedurze jednostopniowej, że w badaniu wykorzystujemy 4 atrybuty ( $M = 4$ ), a każdy z atrybutów reprezentowany jest przez 3 poziomy ( $L = 3$ ), to otrzymujemy pełny eksperyment czynnikowy o rozmiarze  $3^4 = 81$  profilów. Z pełnego eksperymentu czynnikowego generowany jest cząstkowy eksperyment o rozmiarze 9 profilów, przedstawiony w tab. 5.

W drugim etapie, przy wykorzystaniu profilów z tab. 5, generowane są zbiory profilów m.in. metodami [3, s. 163-164]: cykliczną (inaczej przesuwaną) oraz metodą „wymieszaj i podbieraj”.

Pierwsza **metoda cykliczna (przesuwana)** (*Shifted Design, Cyclic Design*) przebiega w następujących etapach:

1. Wygenerowany cząstkowy układ czynnikowy, np. ortogonalny (tab. 5), wykorzystywany jest w celu wygenerowania przesuwanego układu profilów, zawierającego

<sup>5</sup> Sposób obliczania minimalnej liczby zbiorów wykorzystanych w badaniach będzie przedstawiony w dalszej części artykułu.

Tabela 5. Układ ortogonalny dla eksperymentu 3<sup>4</sup>

Profil	Atrybut 1	Atrybut 2	Atrybut 3	Atrybut 4
1	1	1	1	1
2	1	2	2	3
3	1	3	3	2
4	2	1	2	2
5	2	2	3	1
6	2	3	1	3
7	3	1	3	3
8	3	2	1	2
9	3	3	2	1

Źródło: [3, s. 163].

jącego zbiory profili. Każdy z profili z tab. 5 jest pierwszym profilem generowanych zbiorów (zatem profil 1 z tab. 5 jest pierwszym profilem w zbiorze 1, profil 2 z tab. 5 jest pierwszym profilem w zbiorze 2 itd., a 9 profil z tab. 5 jest pierwszym profilem w 9 zbiorze). Zatem liczba wygenerowanych zbiorów jest równa liczbie profili w układzie, który uzyskujemy po pierwszym etapie procedury dwustopniowej.

2. Otrzymujemy zatem układ z 4 kolumnami (każdy profil opisany jest 4 atrybutami) oraz 9 wierszami (9 zbiorów profili). Do tak otrzymanego układu dodajemy kolejne cztery kolumny (które będą zawierać kolejny 2 profil w każdym ze zbiorów). Profile te otrzymuje się w wyniku „przesuwania” numeru poziomego atrybutu o 1 w górę (zatem 1 przechodzi w 2, 2 w 3, z poziomu 3 zaś wracamy do 1).

3. Powtarzamy krok 2, uzyskując w ten sposób trzeci profil w każdym z 9 zbiorów<sup>6</sup>. W ten sposób uzyskujemy przesuwany układ zbiorów profili, przedstawiony w tab. 6.

Tabela 6. Układ przesuwany zbiorów profili dla układu z tabeli 5

Zbiór	Profil 1				Profil 2				Profil 3			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
2	1	2	2	3	2	3	3	1	3	1	1	2
3	1	3	3	2	2	1	1	3	3	2	2	1
4	2	1	2	2	3	2	3	3	1	3	1	1
5	2	2	3	1	3	3	1	2	1	1	2	3
6	2	3	1	3	3	1	2	1	1	2	3	2
7	3	1	3	3	1	2	1	1	2	3	2	2
8	3	2	1	2	1	3	2	3	2	1	3	1
9	3	3	2	1	1	1	3	2	2	2	1	3

Źródło: [3, s. 164].

<sup>6</sup> Liczba profili w każdym zbiorze nie może być większa od liczby poziomów atrybutów [1, s. 112-113].

Drugim ze sposobów wygenerowania zbiorów profili jest **metoda „wymieszaj i podobieraj”** („*Mix and Match*”) [3, s. 164-165]:

1. Wygenerowany układ cząstkowy, np. ortogonalny z tab. 5, wykorzystujemy do zbudowania 1 „słupka” profili (o 4 kolumnach i 9 wierszach, podobnie jak w metodzie cyklicznej).

2. Pierwszy „słupek” (pierwsze 4 kolumny) wykorzystujemy ponownie, tylko tym razem zamieniamy 3 poziom atrybutu na 1 poziom w jednej (bądź więcej) kolumnie, a 1 poziom na 3 itd. W ten sposób otrzymujemy drugi „słupek” (kolumny 5-8).

3. Powtarzamy krok drugi, w wyniku którego otrzymujemy słupek 3.

4. Następnym krokiem jest „przetasowanie” każdego ze „słupków” oddzielnie.

5. W kolejnym kroku należy wybrać po jednym profilu z każdego „słupka”. W ten sposób otrzymujemy pierwszy zbiór profili (zawierający 3 profile).

6. Powtarzamy wybór profili z poszczególnych „słupków” (wybór bez powtarzania) aż do momentu uzyskania 9 zbiorów profili.

Dwie inne metody wykorzystywane w drugim etapie dwustopniowych procedur generowania układów czynnikowych przedstawił w swojej pracy Zwerina [15, s. 59-68]. Metody te to: wymiana poziomów atrybutów (*Swapping Attribute Levels, Swapped Choice Design*) oraz przeetykietowanie poziomów atrybutów (*Relabeling Attribute Levels*).

**Metoda wymiany poziomów atrybutów** polega na wymianie jednego poziomu atrybutu wewnątrz zbioru profili, by m.in. zredukować dominację jednej z alternatyw w zbiorze (aby prawdopodobieństwa wyboru poszczególnych profili w zbiorze nie różniły się tak znacznie). Program komputerowy generuje projekt (układ czynnikowy) przez wymianę poziomów atrybutów do momentu, aż miara *D*-efektywności<sup>7</sup> będzie możliwie najlepsza.

**Metoda przeetykietowania poziomów atrybutów** polega na przeznakovaniu etykiet poziomów układu czynnikowego. Metoda ta stosowana jest raczej do większych układów czynnikowych.

Po wybraniu atrybutów, które będą charakteryzowały badany produkt lub usługę, należy określić rozmiar eksperymentu. Należy zatem sprecyzować liczbę zbiorów w pełnym eksperymencie, liczbie profili (obserwacji) kandydujących (jest to wstępnie przyjęty zbiór do redukcji z pełnego eksperymentu)<sup>8</sup>, minimalną liczbę profili oraz optymalną liczbę profili, jaka powinna być zawarta w badaniu.

<sup>7</sup> Miary efektywności (optymalności) oparte na macierzy informacyjnej lub bazujące na odległości układu czynnikowego od wstępnie wytypowanego zbioru (tzw. obserwacji kandydujących) stosuje się do oceny jakości statystycznej generowanych układów [1, s. 86].

<sup>8</sup> Zbiór ten wybierany jest z wykorzystaniem oprogramowania komputerowego. Zbiór kandydujący redukowany jest do rozmiaru optymalnego (ostatecznie przyjętego do badania) za pomocą iteracyjnego zmodyfikowanego algorytmu Fedorova (*Modified Fedorov Algorithm*) [6, s. 110]. Zbiór kandydujący z liczbą profili do 2000 określany jest jako mały, od 2000 do 5000 jako rozsądny, a od 5000 do 10 000 jako duży [6, s. 108].

W zależności od tego, czy w badaniu wykorzystamy projekt markowy czy też rodzajowy (ogólny) oraz czy atrybuty wybrane do badania będą symetryczne bądź też asymetryczne, rozmiar eksperymentu będzie szacowany na różne sposoby.

W przypadku eksperymentu symetrycznego, np. dla 5 marek opisanych 4 atrybutami po 3 poziomy każdy, całkowity rozmiar eksperymentu równałby się  $3^{5 \times 4} = 3^{20}$ , a minimalny rozmiar eksperymentu wyniósłby  $5 \times 2 \times (3 - 1) + 1 = 41$  zbiorów. Natomiast w przypadku eksperymentu niesymetrycznego, np. dla 5 marek opisanych 2 atrybutami po 4 poziomy, 2 atrybutami po 2 poziomy oraz 1 atrybutem z 3 poziomami, całkowity rozmiar eksperymentu równałby się  $4^{5 \times 2} \times 2^{5 \times 2} \times 3^{5 \times 1}$ , a minimalny rozmiar eksperymentu wyniósłby  $5 \times 2(4 - 1) + 5 \times 2(2 - 1) + 5 \times 1(3 - 1) + 1 = 41$  zbiorów.

Tak przyjęty rozmiar eksperymentu wykorzystujemy do badania preferencji konsumentów. Z każdego zbioru profilów respondent dokonuje wyboru jednego z profilów, bądź też rezygnuje z wyboru.

Plan eksperymentu cząstkowego jest macierzą  $\mathbf{Q}$ , która została utworzona z wybranych wierszy planu pełnego eksperymentu (który odnosi się do tych samych czynników i ich replikacji) [10, s. 210]. Jednak wybór wierszy planu  $\mathbf{Q}$  nie może być zupełnie dowolny. Powinien on podlegać formalnym ograniczeniom, które wynikają z dążenia do zwiększenia efektywności eksperymentu.

Najważniejszym z tych ograniczeń jest ortogonalność wektorów kolumnowych, dzięki której macierz kowariancji jest diagonalna (a co za tym idzie – oszacowania poszczególnych parametrów są nieskorelowane) [4, s. 108]. Ortogonalność kolumn macierzy prowadzi do uproszczenia obliczeń współczynników funkcji regresji.

Kolejnym wymogiem jest to, by w serii prób, z jakich składa się eksperyment cząstkowy, każdy z czynników był testowany symetrycznie (tzn. z jednakową liczbą razy na poziomie niższym i wyższym względem poziomu średniego) [10, s. 210]. Założenie to prowadzi do formalnego warunku, by sumy elementów w poszczególnych kolumnach macierzy  $\mathbf{Q}$  równe były średniemu poziomowi czynnika<sup>9</sup>. Układy, w których warunek ten nie jest zachowany, nazywane są asymetrycznymi schematami czynnikowymi [1, s. 85; 15, s. 12].

Jeśli mamy do czynienia z eksperymentem wielopoziomowym jednorodnego typu, to dodatkowym wymogiem może być to, żeby badanie każdego czynnika było takie samo, czyli żeby każdy poziom danego czynnika występował tyle samo razy z każdym poziomem innego czynnika; dotyczy to wszystkich par czynników (co formalnie oznacza, że suma kwadratów elementów każdej kolumny macierzy  $\mathbf{Q}$  powinna być taka sama) [1, s. 85]. Układ jest zrównoważony, jeżeli wszystkie pozadiagonalne elementy macierzy kowariancji odpowiadające wyrazowi wolnemu (z

<sup>9</sup> Jeżeli poziomy czynnika wyrażone są w wartościach zmiennych standardowych, to sumy elementów w poszczególnych kolumnach macierzy  $\mathbf{Q}$  powinny być równe zeru [10, s. 210].

reguły w pierwszym wierszu i pierwszej kolumnie) są zerowe. Jeśli macierz ta jest diagonalna, to układ eksperymentu jest ortogonalny i zrównoważony.

Powyższe warunki charakteryzują eksperymenty liniowe, eksperymenty wyboru zaś charakteryzują się jeszcze dwoma warunkami. A mianowicie [15, s. 54; 13, s. 206]:

1. Minimalna część wspólna zbioru (*Minimal Level Overlap*), który zakłada, że prawdopodobieństwo tego, że poziom atrybutu powtórzy się w każdym zbiorze profilów, powinno być jak najmniejsze.

2. Zrównoważenie użyteczności (*Utility Balance*). Warunek ten jest zachowany, jeśli użyteczności poszczególnych alternatyw (profilów) w zbiorach są jak najbardziej równe sobie.

Jeśli wymagany, ortogonalny i zrównoważony układ czynnikowy nie istnieje, to w badaniu wykorzystujemy efektywny nieortogonalny układ czynnikowy. Eksperyment czynnikowy może być wybierany nie pod względem tego, czy jest ortogonalny czy też nieortogonalny, lecz pod względem tego, czy jest efektywny.

Do najczęściej spotykanych w literaturze kryteriów optymalności planu eksperymentu należą miary:  $A$ ,  $D$  oraz  $G$ -efektywności [9; 15, s. 21-22].

Miara  $A$ -efektywności jest to funkcja średniej arytmetycznej wariancji, które są określone przez ślad macierzy informacyjnej  $\mathbf{M} = \mathbf{X}^T \mathbf{Q} \mathbf{Q}^{-1}$ . Maksymalizacja śladu macierzy informacyjnej jest tutaj kryterium wyboru układu punktów, a miara ta jest obliczana na podstawie wzoru [7, s. 42]:

$$A = 100 \times \frac{1}{n \times \text{tr} \mathbf{X}^T \mathbf{X} \mathbf{Q}^{-1} / m}, \quad (1)$$

gdzie:  $n$  – liczba układów (punktów, profilów, serii);

$m$  – liczba czynników (atrybutów).

Druga z miar, miara  $D$ -efektywności, jest funkcją średniej geometrycznej wektora wartości własnych macierzy informacyjnej  $\mathbf{M} = \mathbf{X}^T \mathbf{Q} \mathbf{Q}^{-1}$ . Maksymalna wartość wyznacznika macierzy informacyjnej jest tutaj kryterium wyboru (im bliższy zera jest wyznacznik, tym silniej skorelowane są czynniki eksperymentu) [1, s. 86]. Miara ta obliczana jest na podstawie wzoru [7, s. 42]:

$$D = 100 \times \frac{1}{n \times \left| \mathbf{X}^T \mathbf{X} \mathbf{Q}^{-1} \right|^{1/m}}. \quad (2)$$

Natomiast miara  $G$ -efektywności jest oparta na maksymalnym standardowym błędzie predykcji [7, s. 42]. Błąd ten wyznaczony jest ze zbioru wszystkich punktów kandydujących układu. Minimalizacja maksymalnej wartości błędu standardo-



wego obliczonego dla wybranych do układu punktów jest tutaj kryterium wyboru układu [1, s. 87]. Miara ta wyznaczana jest z następującego wzoru [7, s. 42]:

$$G = 100 \times \frac{\sqrt{\frac{m}{n}}}{\sigma_{\max}}, \quad (3)$$

gdzie:  $\sigma_{\max}$  – maksymalny standardowy błąd predykcji wyznaczony ze zbioru punktów kandydujących.

Uzyskane wartości dla miar efektywności mieszczą się w przedziale (0; 100) dla odpowiednio zakodowanych planów czynnikowych. Przy czym wyższe wartości wskazują na efektywniejszy układ czynnikowy, informując o względnej optymalności układu w stosunku do hipotetycznego układu ortogonalnego [1, s. 87].

W związku z tym, że pełny eksperyment czynnikowy bardzo często zawiera zbyt dużą do oceny liczbę profilów, badacze wykorzystują cząstkowy eksperyment czynnikowy. Pozwala on na precyzyjniejsze oszacowania jednych (istotnych) efektów, przy jednoczesnej rezygnacji z oszacowań innych efektów. Efekty, które nie mogą być oszacowane niezależnie od siebie, są określane jako „pomieszane” bądź „uwikłane” (*Confounded, Aliased Effects*) [15, s. 24].

Poziom rozdzielczości cząstkowego układu czynnikowego (*Resolutions*) oznacza klasyfikację ortogonalnych cząstkowych układów czynnikowych. Poziom ten wskazuje, które efekty są oszacowane (efekty niuwikłane)<sup>10</sup>. Generalnie, wyższy poziom rozdzielczości wymaga większego układu czynnikowego.

Dla poziomu rozdzielczości III wszystkie efekty główne, niuwikłane z innymi efektami głównymi, są możliwe do oszacowania (jednak istnieje możliwość uwikłania efektów głównych z efektami iteracji pierwszego rzędu) [8, s. 50].

Poziom rozdzielczości IV cząstkowego układu czynnikowego oznacza, że możliwe do oszacowania są wszystkie efekty główne, niuwikłane z innymi efektami głównymi oraz z efektami iteracji pierwszego rzędu (istnieje jednak możliwości wzajemnego uwikłania efektów iteracji pierwszego rzędu).

Natomiast poziom rozdzielczości V oznacza, że do oszacowania możliwe są wszystkie efekty główne, niuwikłane z innymi efektami głównymi oraz wszystkie efekty iteracji pierwszego rzędu, również niuwikłane z innymi efektami [8, s. 50].

Jeśli poziom rozdzielczości ( $r$ ) jest nieparzysty, to efekt (interakcje) rzędu  $e = (r - 1)/2$  lub mniejszego jest możliwy do oszacowania (efekty główne wolne od uwikłań z innymi efektami głównymi; jednakże istnieje możliwość wzajemnego uwikłania efektów rzędu  $e$  z efektami iteracji rzędu  $e + 1$ ). Jeśli natomiast poziom ( $r$ ) rozdzielczości jest parzysty, to efekty (interakcje) rzędu  $e = (r - 2)/2$  są możliwe do oszacowania (efekty główne niuwikłane z innymi efektami głównymi oraz z efektami iteracji rzędu  $e + 1$ ) [8, s. 50].

<sup>10</sup> Inaczej poziom rozdzielczości informuje o zakresie efektów zarówno głównych, jak i interakcyjnych, które są uwzględnione w eksperymencie [1, s. 85].

W badaniach marketingowych poziom rozdzielczości III cząstkowego układu czynnikowego jest wykorzystywany najczęściej.

## Literatura

- [1] Bąk A., *Dekompozycyjne metody pomiaru preferencji w badaniach marketingowych*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1013, Seria: Monografie i Opracowania nr 157, AE, Wrocław 2004.
- [2] Chrzan K., Elrod T., *Choice-based Approach for Large Number of Attributes*, „Marketing News” 1995, Vol. 29, No. 1, American Marketing Association.
- [3] Chrzan K., Orme B., *An Overview and Comparison of Design Strategies for Choice-based Conjoint Analysis*, Proceedings of the Sawtooth Software Conference, artykuł dostępny w Internecie na stronie: [www.sawtoothsoftware.com/download/techpap/2000Proceedings.pdf](http://www.sawtoothsoftware.com/download/techpap/2000Proceedings.pdf), 161-177, 2000.
- [4] Gajek L., Kałuszka M., *Wnioskowanie statystyczne – modele i metody*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1994.
- [5] Hauser J.R., Rao V.R., *Conjoint Analysis, Related Modeling, and Applications*, artykuł dostępny w Internecie na stronie: <http://web.mit.edu/hauser/www/Papers/GreenTributeConjoint092302.pdf>, 2002.
- [6] Kuhfeld W.F., *Multinomial Logit, Discrete Choice Modeleng. An Introduction to Designing Choice Experiments, Collecting, Proccesing, and Analyzing Choice Data with the SAS® System*, artykuł dostępny w Internecie na stronie: <http://ftp.sas.com/techsup/download/technote/ts643/ts643.pdf>, Cary, SAS Institute, 2001.
- [7] Kuhfeld W.F., *Marketing Research Methods in SAS. Experimental Design, Choice, Conjoint, and Graphical Techniques*, artykuł dostępny w Internecie na stronie: <http://support.sas.com/techsup/technote/ts689.pdf>, Cary, SAS Institute, 2003.
- [8] Kuhfeld W.F., *Marketing Research Methods in SAS. Experimental Design, Choice, Conjoint, and Graphical Techniques*, artykuł dostępny w Internecie na stronie: <http://http://support.sas.com/techsup/technote/ts722.pdf>, Cary, SAS Institute, 2005.
- [9] Kuhfeld W.F., Tobias R.D., Garratt M., *Efficient Experimental Design with Marketing Research Applications*, „Journal of Marketing Research” 1994, 31 (November), 545-557.
- [10] Kulikowski J.L., *Komputery w badaniach doświadczalnych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993.
- [11] Louviere J.J., *Conjoint Analysis Modelling of Statek Preferences*, „Journal of Transport Economics and Policy” 1988, January, 93-119.
- [12] Louviere J.J., Hensher D.A., Swait J.D., *Stated Choice Methods. Analysis and Application*, Cambridge University Press, 2000.
- [13] *Marketing Research and Modeling: Progress and Prospects*, eds. Y.J. Wind, P.E. Green, Springer, New York 2004.
- [14] Riedesel P., *A Brief Introducion to Discrete Choince Analysis In Marketing Research*, artykuł dostępny w Internecie na stronie: [www.action-research.com/discrete.htm](http://www.action-research.com/discrete.htm), 2001.
- [15] Zwerina K., *Discrete Choice Experiments in Marketing*, Physica-Verlag, Heidelberg-New York 1997.

## **DATA PREPARATION IN CONSUMER PREFERENCE ANALYSIS WITH DISCRETE CHOICE METHODS**

### **Summary**

Discrete choice methods include varied experiments designs, varied procedures of generating factorial designs.

The paper presents the process of choice experiments and data preparation to be used in next steps of research: full profiles choice experiments, partial profiles choice experiments and one-step and two-step procedures of generating factorial designs.

---

**Aneta Rybicka** – dr, asystentka w Katedrze Ekonometrii i Informatyki Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu – Wydział w Jeleniej Górze.

Iwona Kasprzyk

## GRAFICZNA PREZENTACJA MODELI KLAS UKRYTYCH

### 1. Wstęp

Analiza klas ukrytych (*Latent Class Analysis*) jest zbiorem metod, która mogą być wykorzystywane do analizy danych marketingowych uzyskanych za pomocą np. badania ankietowego. Pozwala ona na odkrycie pewnych nieznanymi cech konsumentów (respondentów), których bezpośrednio nie można zaobserwować. Takimi cechami ukrytymi mogą być np.: nastawienie do danego produktu (marki), osobowość itp.

Istotą modelowania klas ukrytych jest badanie związków między kategoriami zmiennych nominalnych i porządkowych. Metoda ta została wprowadzona przez Lazarsfelda [5] w latach pięćdziesiątych. Wykorzystuje ona dane zawarte w tablicy kontyngencji. W ramach tej analizy wyróżnia się dwa różne podejścia pozwalające na budowę modelu klas ukrytych: podejście probabilistyczne oraz podejście oparte na modelowaniu log-liniowym.

Celem artykułu jest omówienie możliwości graficznej prezentacji wyników analizy za pomocą tzw. wykresu współrzędnych barycentrycznych.

### 2. Dwa podejścia do modelowania klas ukrytych

Analiza klas ukrytych może zostać przeprowadzona na dwa sposoby. Pierwszy z nich – podejście probabilistyczne – został wprowadzony przez Goodmana [1], drugi zaś opiera się na modelowaniu log-liniowym, zaproponowanym przez Habermana [2], a następnie rozwijanym przez Hagenarsa [3] oraz Vermunta [8; 9].

#### 2.1. Podejście probabilistyczne

Założmy, że mamy daną tablicę kontyngencji  $N$  z czterema zmiennymi  $Z$  ( $i = 1, 2, \dots, I$ ),  $S$  ( $j = 1, 2, \dots, J$ ),  $D$  ( $k = 1, 2, \dots, K$ ) oraz  $P$  ( $l = 1, 2, \dots, L$ ). Zmienna ukryta  $X$  przyjmuje wartości  $t = 1, 2, \dots, T$ , gdzie  $T$  oznacza liczbę klas.

Model z jedną zmienną ukrytą  $X$  można przedstawić za pomocą poniższego równania:

$$\pi_{ijkl} = \sum_{t=1}^T \pi_{ijkl}^{ZSDPX}, \quad (1)$$

gdzie:  $\pi_{ijkl}^{ZSDPX}$  – prawdopodobieństwo warunkowe tego, że  $i$ -ta,  $j$ -ta,  $k$ -ta,  $l$ -ta kategoria zmiennej  $Z, S, D$  oraz  $P$  znajdzie się w klasie ukrytej  $t$ .

Tabela 1. Przykład czterowymiarowej tablicy kontyngencji wraz z oznaczeniami

			Czy Pan/i pije kawę codziennie?		Zmienna $P$				
Płeć	Czy Pan/i pali papierosy codziennie?	Czy Pan/i pije herbatę codziennie?	tak	nie	Zmienna $Z$	Zmienna $S$	Zmienna $D$	$P_1$	$P_2$
Mężczyzna	tak	tak	12	14	$Z_1$	$S_1$	$D_1$	$n_{1111}$	$n_{1112}$
		nie	96	125			$D_2$	$n_{1121}$	$n_{1122}$
	nie	tak	54	12		$S_2$	$D_1$	$n_{1211}$	$n_{1212}$
		nie	19	21			$D_2$	$n_{1221}$	$n_{1222}$
Kobieta	tak	tak	48	98	$Z_2$	$S_1$	$D_1$	$n_{2111}$	$n_{2112}$
		nie	2	9			$D_2$	$n_{2121}$	$n_{2122}$
	nie	tak	71	31		$S_2$	$D_1$	$n_{2211}$	$n_{2212}$
		nie	11	7			$D_2$	$n_{2221}$	$n_{2222}$

Źródło: opracowanie własne.

Wykorzystanie wzoru (1) wymaga spełnienia założenia o lokalnej niezależności zmiennych:

$$\pi_{ijkl}^{ZSDPX} = \pi_t^X \pi_{it}^{Z \setminus X} \pi_{jt}^{S \setminus X} \pi_{kt}^{D \setminus X} \pi_{lt}^{P \setminus X}, \quad (2)$$

gdzie:  $\pi_t^X$  – prawdopodobieństwo przynależności danych obserwacji do klasy  $t$  zmiennej ukrytej  $X$ ,

$\pi_{it}^{Z \setminus X}$  – prawdopodobieństwo warunkowe tego, że  $i$ -ta kategoria zmiennej  $Z$  znajdzie się w opisie klasy ukrytej  $t$ .

Prawdopodobieństwa po prawej stronie równania (2) wymagają spełnienia założenia:

$$\sum_{t=1}^T \pi_t^X = \sum_{i=1}^I \pi_{it}^{Z \setminus X} = \sum_{j=1}^J \pi_{jt}^{S \setminus X} = \sum_{k=1}^K \pi_{kt}^{D \setminus X} = \sum_{l=1}^L \pi_{lt}^{P \setminus X} = 1. \quad (3)$$

## 2.2. Podejście log-liniowe

Model log-liniowy ze zmienną ukrytą  $X$  zaproponowany przez Habermana [2] uwzględnia jedynie efekt drugiego rzędu, tzn. interakcje pomiędzy zmiennymi obserwowalnymi a zmienną ukrytą  $X$ . Taki model można zapisać w poniższy sposób:

$$\log \mathfrak{E}_{ijkl} \ominus u + u_t^X + u_i^Z + u_j^S + u_k^D + u_l^P + u_{it}^{ZX} + u_{jt}^{SX} + u_{kt}^{DX} + u_{lt}^{PX}, \quad (4)$$

gdzie:  $m_{ijkl} = n \sum_{t=1}^T \pi_{ijkl}^{ZSDPX}$ ,

$u$  – średnia logarytmów częstości oczekiwanych,

$u_t^X$  – główny efekt zmiennej  $X$  ze względu na  $t$  klasę,

$u_i^Z$  – główny efekt  $i$ -tej kategorii zmiennej  $Z$ ,

$u_j^S$  – główny efekt  $j$ -tej kategorii zmiennej  $S$ ,

$u_k^D$  – główny efekt  $k$ -tej kategorii zmiennej  $D$ ,

$u_l^P$  – główny efekt  $l$ -tej kategorii zmiennej  $P$ ,

$u_{it}^{ZX}$  – efekt interakcji  $i$ -tej kategorii zmiennej  $Z$  oraz klasy  $t$  zmiennej ukrytej  $X$ .

W analogiczny sposób definiowane są pozostałe efekty interakcji.

Parametry modelu (4) spełniają następujące warunki:

$$\begin{aligned} \sum_{t=1}^T u_t^X &= \sum_{i=1}^I u_i^Z = \sum_{j=1}^J u_j^S = \sum_{k=1}^K u_k^D = \sum_{l=1}^L u_l^P = 0, \\ \sum_{i=1}^I u_{it}^{ZX} &= \sum_{j=1}^J u_{jt}^{SX} = \sum_{k=1}^K u_{kt}^{DX} = \sum_{l=1}^L u_{lt}^{PX} = 0, \\ \sum_{t=1}^T u_{it}^{ZX} &= \sum_{t=1}^T u_{jt}^{SX} = \sum_{t=1}^T u_{kt}^{DX} = \sum_{t=1}^T u_{lt}^{PX} = 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Dla  $T=1$  model opisany równaniem (4) sprowadza się do modelu wzajemnie niezależnego (*Mutually Independent Model*). W przypadku czterech zmiennych obserwowalnych będziemy rozpatrywać model następującej postaci:

$$\log \mathfrak{E}_{ijkl} \mathbf{1} = u + u_i^Z + u_j^S + u_k^D + u_l^P. \quad (6)$$

Haberman [2] wykazał, że istnieje związek pomiędzy parametrami dwóch różnych od siebie podejść do modelowania klas ukrytych. Na przykład prawdopodobieństwo warunkowe tego, że  $i$ -ta kategoria zmiennej  $Z$  znajdzie się w klasie ukrytej  $t$ , można zapisać:

$$\pi_{it}^{Z \setminus X} = \frac{\exp \{ \beta_i^Z + u_{it}^{ZX} \} \varphi}{\sum_{i=1}^I \exp \{ \beta_i^Z + u_{it}^{ZX} \} \varphi}. \quad (7)$$

Za pomocą równania (7) można powrócić do podejścia probabilistycznego zaproponowanego przez Lazarsfelda (zob. [5]) i dzięki temu model staje się łatwiejszy w interpretacji.

W przypadku wyboru modelu najlepiej dopasowanego do danych empirycznych można się kierować statystyką chi-kwadrat ( $\chi^2$ ), statystyką największej wiarygodności ( $L^2$ ) oraz statystyką CR (Cressie-Reada). Jeżeli  $n_{ijkl}$  są obserwowanymi liczebnościami, to oczekiwane liczebności są oznaczone przez  $\hat{m}_{ijkl}$  i przybierają następującą postać:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \frac{(n_{ijkl} - \hat{m}_{ijkl})^2}{\hat{m}_{ijkl}}, \quad (8)$$

$$L^2 = 2 \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L n_{ijkl} \log \frac{n_{ijkl}}{\hat{m}_{ijkl}}, \quad (9)$$

$$CR = \frac{2}{\lambda(\lambda+1)} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L n_{ijkl} \left( \frac{n_{ijkl}}{\hat{m}_{ijkl}} \right)^{\lambda} - 1, \quad (10)$$

gdzie  $\lambda$  przyjmuje wartość  $2/3$ .

Dodatkowymi statystykami stosowanymi w wyborze modelu są kryteria informacyjne: bayesowskie kryterium informacyjne (*BIC*) oraz kryterium informacji Akaikego (*AIC*):

$$BIC = L^2 - \ln(n) \cdot (df), \quad (11)$$

$$AIC = L^2 - 2 \cdot (df), \quad (12)$$

gdzie *df* oznacza liczbę stopni swobody, a *n* liczbę obserwacji.

W przypadku obydwu kryteriów bardziej preferowany jest taki model, dla którego wartość statystyki (11) lub (12) jest najmniejsza.

### 3. Wizualizacja danych

Van der Heijden, Gilula oraz van der Ark [4] pokazali, że modele klas ukrytych można przedstawić za pomocą wykresu współrzędnych barycentrycznych (*Bary-*

*centric Coordinates*). Wykresem tego rodzaju współrzędnych jest trójkąt równoboczny, którego wierzchołki (trzy niewspółliniowe punkty  $P_1, P_2, P_3$ ) tworzą bazę przestrzeni. Każdemu z tych punktów przyporządkowana jest pewna waga (w tym przypadku zakładamy, że wszystkie wagi są równe 1).

Dowolny punkt w przestrzeni trójwymiarowej można wyrazić jako sumę ważoną:

$$P = xP_1 + yP_2 + zP_3.$$

Współczynniki  $x, y, z$  są nazywane współrzędnymi barycentrycznymi, przyjmującymi wartości z przedziału  $[0, 1]$ , a ich suma jest równa 1 ( $x + y + z = 1$ ). Kategorię danej zmiennej można potraktować jako taki punkt  $P$  o współrzędnych  $x, y, z$ .

Poprzez odpowiednie przekształcenie poszczególnych prawdopodobieństw warunkowych:  $\pi_{it}^{Z \setminus X}, \pi_{jt}^{S \setminus X}, \pi_{kt}^{D \setminus X}, \pi_{lt}^{P \setminus X}$  model klas ukrytych można przedstawić za pomocą poniższego równania:

$$\frac{\pi_{ijkl}}{\pi_{i\dots}} = \sum_{t=1}^T \pi_{it}^{X/Z} \pi_{jt}^{S/X} \pi_{kt}^{D/X} \pi_{lt}^{P/X}, \quad (13)$$

gdzie:

$$\pi_{it}^{X/Z} = \frac{\pi_t^X \pi_{it}^{Z/X}}{\sum_{t=1}^T \pi_t^X \pi_{it}^{Z/X}} = \frac{\pi_t^X \pi_{it}^{Z/X}}{\pi_{i\dots}}. \quad (14)$$

W ten sposób przekształcone prawdopodobieństwa warunkowe pozwalają na naniesienie punktów na wykresie współrzędnych barycentrycznych i odczytanie zależności pomiędzy poszczególnymi kategoriami zmiennych obserwowalnych.

## 4. Zastosowanie

Analizę klas ukrytych oraz jej graficzną prezentację przeprowadzono na podstawie danych uzyskanych z bezpłatnej bazy danych Polskiego Generalnego Sondażu Społecznego (PGSS) 1992-2002<sup>1</sup>. W niniejszym artykule pod uwagę zostały wzięte dane za rok 2002. Uwzględniono pytania, które zostały zadane wśród osób pracujących. Analiza została przeprowadzona z uwzględnieniem czterech zmiennych i z pominięciem odpowiedzi „nie wiem”. Badana próba liczyła 461 osób.

Tabela 2. Modele klas ukrytych dla czterech klas

Model	$T$	$df$	$\chi^2$	$p$	$L^2$	$p$	$CR$	$p$	$AIC$
Model I	1	63	254,2838	0,0000	124,5380	0,0000	172,4849	0,0000	-1,4620

<sup>1</sup> <http://pgss.iss.uw.edu.pl/>.



Model II	2	54	75,5634	0,0280	61,9370	0,2140	65,6927	0,1322	46,0630
<b>Model III</b>	<b>3</b>	<b>45</b>	<b>39,3478</b>	<b>0,7094</b>	<b>39,5405</b>	<b>0,7018</b>	<b>36,9000</b>	<b>0,7995</b>	<b>-50,4595</b>
Model IV	4	36	36,3189	0,4538	34,1396	0,5573	33,3593	0,5948	-37,8604

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem programu *LEM*.

Obliczenia przeprowadzono dla czterech klas ( $T = 1, 2, 3, 4$ ) zgodnie ze wzorem (1). Model pierwszy (tab. 2) dany równaniem (4) jest modelem podstawowym w analizie klas ukrytych. Pozwala na określenie, czy pomiędzy zmiennymi występuje zależność, czy też nie. Jak pokazują statystyki  $L^2$ ,  $\chi^2$  oraz  $CR$ , należy przyjąć, że zależność pomiędzy zmiennymi występuje, co w efekcie daje możliwość przeprowadzenia właściwej analizy.

Następnie sprawdzono model dla  $T = 2, 3$  oraz 4. Jak pokazują statystyki, model z trzema klasami ukrytymi jest modelem najlepiej dopasowanym do danych empirycznych ( $L^2 = 39,5405$ ,  $df = 45$ ). Można to dodatkowo stwierdzić na podstawie kryterium informacji Akaikego ( $AIC$ ). Został wybrany model, dla którego wartość  $AIC$  jest najmniejsza.

W wyniku przeprowadzenia analizy klas ukrytych uzyskano błąd klasyfikacji 16,45%, co oznacza, że poprawnie zostało sklasyfikowanych 83,55% badanych respondentów.

Klasa druga jest klasą najliczniejszą. Należy do niej prawie 55% respondentów. W klasie tej znalazły się osoby, których miesięczne zarobki nie przekraczają 750 zł. Prawie 88% badanych z tej grupy nie pracuje dodatkowo. Są oni raczej zadowoleni ze swojej pracy, a zapytani: „czy łatwo mógłby Pan/i znaleźć inną pracę zapewniającą takie same dochody i świadczenia, jakie ma Pan/i z obecnej pracy”, większość z nich odpowiedziała, że to nie jest takie łatwe (93,56%).

Do klasy pierwszej należą respondenci, których dochód wynosi więcej niż 1200 zł na miesiąc. Tutaj znalazły się te osoby, które raczej są zadowolone z wykonywanej obecnie pracy i nie dorabiają do swojej podstawowej pensji. 84,63% z badanych, którzy znaleźli się w tej grupie, uważa, że w ogóle nie jest łatwo znaleźć podobną pracę.

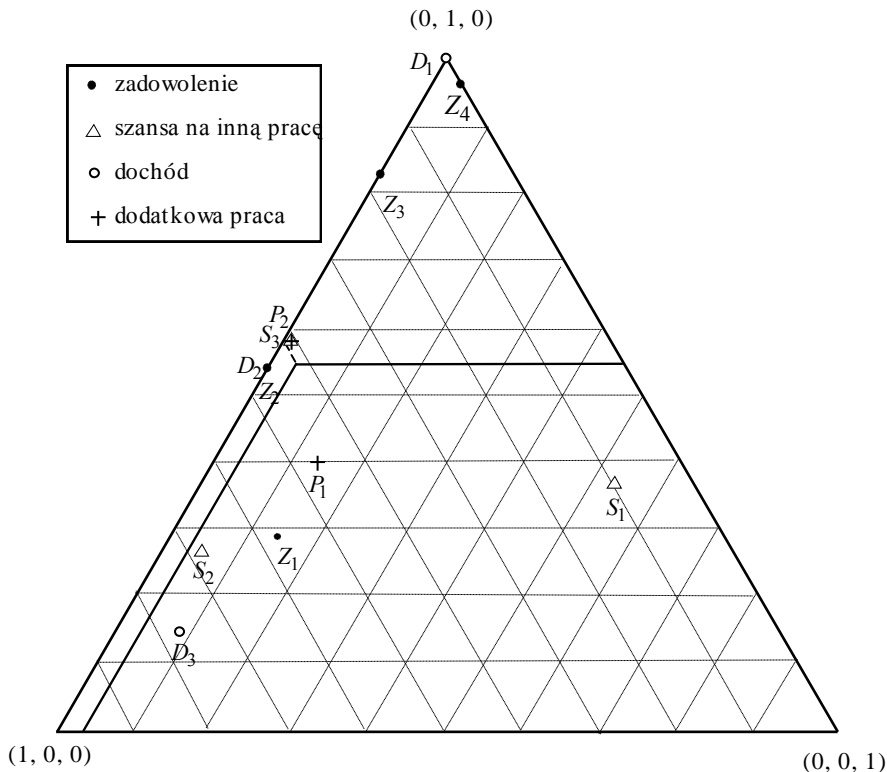
Do klasy trzeciej należy najmniej liczna grupa, ok. 3% badanych. Są to osoby bardzo zadowolone ze swojej pracy. Większość osób w tej grupie (67,27%) podejmuje się różnego rodzaju prac zleconych. Miesięczne wynagrodzenie respondentów, którzy znaleźli się w tej klasie zarabia więcej niż 1200 zł miesięcznie.

W wyniku przekształcenia prawdopodobieństw warunkowych można było przeprowadzić graficzną prezentację danych zawartych w tab. 3. Za pomocą wykresu współrzędnych barycentrycznych można zinterpretować zależności zachodzące pomiędzy kategoriami zmiennych  $Z$ ,  $S$ ,  $D$  oraz  $P$  (rys. 1).

Tabela 3. Wyniki segmentacji dla trzech klas ukrytych

Pytania		Odsetek respondentów			Przeskalowane wartości zgodnie ze wzorami (13), (14)		
		klasa I	klasa II	klasa III	klasa I	klasa II	klasa III
Zadowolenie	1) Jak bardzo Pan/i jest zadowolony/a z wykonywanej przez siebie pracy? a) bardzo zadowolony/a ( $Z_1$ )	<b>0,4199</b>	<b>0,5476</b>	<b>0,0325</b>			
	b) raczej zadowolony/a ( $Z_2$ )	0,2704	0,1017	<b>0,9345</b>	0,57	0,28	0,15
	c) raczej niezadowolony/a ( $Z_3$ )	<b>0,6742</b>	<b>0,5962</b>	0,0000	0,46	0,54	0,00
	d) bardzo niezadowolony/a ( $Z_4$ )	0,0555	0,2070	0,0000	0,17	0,83	0,00
Szansa na inną pracę	2) Jak łatwo mógłby Pan/i znaleźć inną pracę zapewniającą takie same dochody i świadczenia, jakie ma Pan/i z obecnej pracy? a) bardzo łatwo ( $S_1$ )	0,0000	0,0951	0,0655	0,00	0,96	0,04
	b) raczej łatwo ( $S_2$ )	0,0087	0,0225	<b>0,5758</b>	0,11	0,36	0,54
	c) w ogóle niełatwo ( $S_3$ )	0,1450	0,0418	0,1585	0,68	0,26	0,06
Dochód	3) Biorąc pod uwagę ostatnie 12 miesięcy, ile wyniosły Pana/i przeciętne miesięczne zarobki (dochody) netto pochodzące z obecnej Pana/i pracy? a) do 750 zł ( $D_1$ )	<b>0,8463</b>	<b>0,9356</b>	0,2657	0,41	0,58	0,01
	b) 760-1150 zł ( $D_2$ )	0,0000	<b>0,6060</b>	0,0000	0,00	1,00	0,00
	c) powyżej 1200 zł ( $D_3$ )	0,3252	0,2973	0,0000	0,46	0,54	0,00
Dodatkowa praca	4) Czy w ciągu ostatnich 12 miesięcy wykonywał(a) Pan/i jakiegś inne stałe, dorywcze lub zleczone prace przynoszące dochód? a) tak ( $P_1$ )	<b>0,6748</b>	0,0967	<b>1,0000</b>	0,77	0,14	0,09
	b) nie ( $P_2$ )	0,1907	0,1268	<b>0,6727</b>	0,47	0,41	0,13
<b>Błąd klasyfikacji</b>		<b>0,1645</b>					

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem programu LEM.



Rys. 1. Wykres współrzędnych barycentrycznych na podstawie danych z tab. 3

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem programu R.

Na podstawie wykresu można się dowiedzieć dodatkowo, że osoby, które są niezadowolone z pracy, to te, które zarabiają najmniej, tzn. do 750 zł miesięcznie ( $D_1$ ). Osoby, które twierdzą, że są raczej zadowolone z pracy, zarabiają od 760 zł do 1160 zł netto ( $D_2$ ). Ich głównym źródłem utrzymania jest tylko pensja ( $P_2$ ). Mają przeświadczenie, że w przypadku utraty przez nich pracy, nie będzie im łatwo znaleźć podobnej do wykonywanej obecnie ( $S_3$ ).

Jak można zauważyć na rys. 1, kategoria  $S_1$  znacznie odbiega od innych punktów prezentowanych na wykresie. Prawdopodobnie wynika to z tego, że w klasie trzeciej, która jest najmniej liczna, większość z respondentów uważa, że bardzo łatwo jest znaleźć pracę przynoszącą ten sam dochód co w obecnym miejscu zatrudnienia.

## 5. Podsumowanie

Analiza klas ukrytych jest metodą, która może być wykorzystywana do badania zależności pomiędzy zmiennymi niemetrycznymi. Analiza ta pozwala na pokazanie tych zależności za pomocą wykresu współrzędnych barycentrycznych poprzez odpowiednie przekształcenie prawdopodobieństw warunkowych.

Przedstawiony przykład pokazuje, że wyniki analizy dostarczają dodatkowej interpretacji poprzez graficzną ich wizualizację.

Program *LEM* [8; 9], za pomocą którego dokonane zostały obliczenia w tej pracy, pozwala na estymację parametrów modeli klas ukrytych ze względu na podejście zarówno probabilistyczne, jak i log-liniowe.

## Literatura

- [1] Goodman L.A., *Exploratory Latent Structure Analysis Using Both Identifiable and Unidentifiable Models*, „Biometrika” 1974 nr 61, s. 215-231.
- [2] Haberman S.J., *Analysis of Qualitative Data*, Vol. 2, New Developments, Academic Press, New York 1979.
- [3] Hagenaars J.A., *Categorical Longitudinal Data: Log-linear Panel, Trend, and Cohort Analysis*, Sage, Newbury Park, CA: 1990.
- [4] Heijden P.G.M. van der, Gilula Z., Ark L.A. van der, *An Extended Study into the Relationship between Correspondence Analysis and Latent Class Analysis*, „Sociological Methodology” 1999 nr 29, s. 147-186.
- [5] Lazarsfeld P.F., Henry N.W., *Latent Structure Analysis*, Houghton Mill, Boston 1968.
- [6] McCutcheon A.L., *Latent Class Analysis, Quantitative Applications in the Social Sciences*, Sage, Newbury Park, CA 1987.
- [7] Read T.R.C., Cressie N.A.C., *Goodness-of-fit Statistics for Discrete Multivariate Data*, Springer, New York 1988.
- [8] Vermunt J.K., *LEM: A General Program for the Analysis of Categorical Data*, Tilburg University, Tilburg 1997.
- [9] Vermunt J.K., *Log-linear Models for Event Histories*, Sage, Thousand Oaks 1997.

## GRAPHICAL PRESENTATION OF RESULTS OF LATENT CLASS MODELS

### Summary

Latent class modeling is one of a multivariate analysis techniques of the contingency table. This method was introduced first by Lazarsfeld and Henry [5] and developed by Goodman [1], McCutcheon [6], Habermann [2], Hagenaars [3], and Vermunt [8; 9].

The main purpose of this article is to show some results of latent class modeling by means of barycentric coordinates graph. This kind of presentation permits to describe the relations between categories variable.

The main software used here is *LEM* that allows us to estimate parameters of latent class model.

---

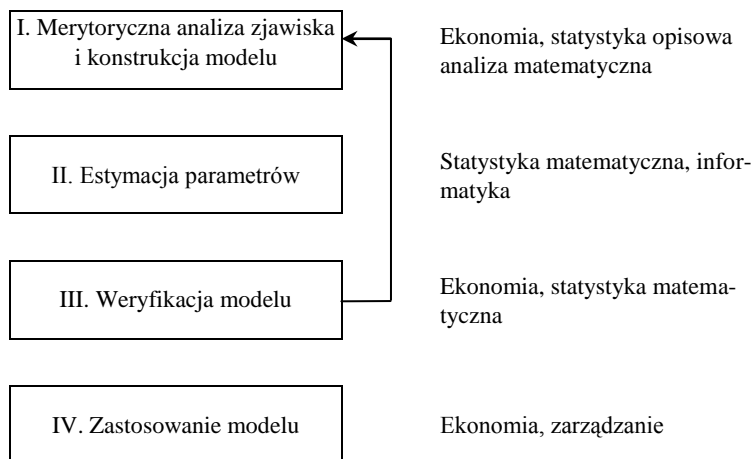
**Iwona Kasprzyk** – mgr, doktorantka w Katedrze Statystyki Akademii Ekonomicznej w Katowicach.

**Alicja Grześkowiak**

## **WYKORZYSTANIE REGUŁ DYSKRYMINACYJNYCH DO OKREŚLANIA TYPU HETEROSKEDASTYCZNOŚCI W LINIOWYM MODELU EKONOMETRYCZNYM\***

### **1. Wstęp**

Modelowanie ekonometryczne przebiega wieloetapowo, lecz w literaturze ekonometrycznej nie ma zgodności co do liczby etapów, gdyż różni autorzy operują różnym stopniem szczegółowości. Podział modelowania na cztery fazy proponowany przez Gruszczyńskiego i Podgórską [3, s. 13], przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Etapy modelowania ekonometrycznego

Źródło: [3, s. 13].

---

\* Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2005/2006 jako projekt badawczy 1 H02B 025 29.

Mimo różnego stopnia uszczegółowienia kolejnych faz idea modelowania pozostaje niezmienna. Po sformułowaniu celu badania, określeniu jego przedmiotu i zakresu ustala się, jakie zmienne objaśniane i objaśniające mogą służyć wyjaśnianiu mechanizmu kształtowania się rozpatrywanego zjawiska. Niniejsza praca dotyczy kroku III, czyli weryfikacji, w którym sprawdza się, czy abstrakcyjna konstrukcja, którą stanowi model, jest dostatecznie zgodna z fragmentem rzeczywistości, który opisuje. Pozytywne wnioski z tego etapu stanowią warunek konieczny aplikacji modelu w praktyce. W razie wystąpienia niezgodności z założeniami istnieje możliwość korygowania błędów po ustaleniu przyczyn ich występowania. Jedną z części procedury weryfikacji stanowi badanie założeń dotyczących rozkładu składników losowych. Ponieważ są one wielkościami nieobserwowalnymi, istnieją trudności w formułowaniu wniosków na ich podstawie. W ujęciu klasycznym stosuje się w tym celu testy statystyczne, które nie zawsze prowadzą do rozstrzygnięcia problemu. W niniejszej pracy proponuje się połączenie wnioskowania opartego na testach z zastosowaniem analizy dyskryminacyjnej do rozwiązywania zagadnienia związanego z występowaniem heteroskedastyczności składników losowych. Celem pracy jest zaprezentowanie postulowanej procedury. Sugerowane rozwiązanie zostało zilustrowane wynikami badania empirycznego.

## **2. Koncepcja zastosowania reguły dyskryminacyjnej do wykrywania rodzaju heteroskedastyczności składników losowych**

Założenie klasycznej metody najmniejszych kwadratów dotyczące jednorodności wariancji składników losowych weryfikuje się za pomocą testów statystycznych opartych na resztach modelu. Jeżeli podczas tego etapu modelowania nastąpi wykrycie niesferyczności, pojawi się konieczność zmiany metody estymacji parametrów modelu na uogólnioną metodę najmniejszych kwadratów, która wymaga znajomości postaci macierzy kowariancji składników losowych (bądź jej oszacowania).

W literaturze proponuje się różne testy umożliwiające wykrywanie heteroskedastyczności, a ich przegląd można znaleźć np. w pracach [1; 8]. Istnieją dwa odmienne sposoby przeprowadzania testów weryfikujących hipotezę o równości wariancji. Pierwsza możliwość to zastosowanie testu konstruktywnego, w którym rodzaj heteroskedastyczności jest określony w hipotezie alternatywnej. W razie jej przyjęcia można od razu sformułować wniosek o postaci macierzy kowariancji i metodzie estymacji. Drugi rodzaj testów charakteryzuje się większym stopniem ogólności – pozwala na stwierdzenie, czy heteroskedastyczność istnieje, lecz nie daje żadnych wskazówek co do jej kształtowania się.

Zastosowanie testu konstruktywnego jest z jednej strony bardzo dogodnym postępowaniem – przeprowadzając test, od razu otrzymuje się wskazówki dotyczące ewentualnego dalszego postępowania. Z drugiej strony stanowi bardzo znaczne

zawężeniu problemu – nieodrzućcenie hipotezy zerowej pozwala wnioskować jedynie, że schemat niejednorodności wariancji określony w tym teście nie występuje, natomiast nie uprawnia do sformułowania sądu o jednorodności wariancji.

Z kolei testy niekonstruktywne pozwalają na stwierdzenie występowania zjawiska heteroskedastyczności składników losowych (gdy przyjmuje się hipotezę alternatywną) lub wnioskowania o homoskedastyczności (gdy nie odrzuca się hipotezy zerowej). Niedogodnością tego rodzaju postępowania jest natomiast brak informacji o kształtowaniu się wariancji w przypadku jej niejednorodności, co uniemożliwia zastosowanie uogólnionej metody najmniejszych kwadratów.

Wskazane byłoby zastosowanie narzędzia opartego na obiektywnym kryterium, pomocnego w dokonaniu wyboru rodzaju heteroskedastyczności, po uprzednim stwierdzeniu jej występowania za pomocą testu konstruktywnego. Do rozwiązania tego problemu może zostać zastosowana analiza dyskryminacyjna. Jeśli hipoteza o homoskedastyczności zostanie odrzucona, należy zaproponować możliwe modele opisujące kształtowanie się wariancji i oszacować ich parametry. Posiadając oszacowania elementów diagonalnych macierzy kowariancji składników losowych, wykonuje się drugą część procedury, polegającą na zastosowaniu reguły dyskryminacyjnej, w celu wyboru „najlepszego” wariantu.

Odrzućcenie hipotezy o sferyczności składników losowych w standardowym modelu liniowym oznacza, że macierz kowariancji składników losowych jest nieskalarna, postaci  $\sigma^2 \mathbf{V}$ . Przy założeniu normalności rozkładu funkcja gęstości wyraża się wzorem:

$$f(\boldsymbol{\varepsilon}) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} |\sigma^2 \mathbf{V}|^{\frac{1}{2}}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \boldsymbol{\varepsilon}^T \sigma^2 \mathbf{V}^{-1} \boldsymbol{\varepsilon} \right\} \quad \mathbf{V} \neq \mathbf{I}. \quad (1)$$

Funkcja (1) będzie miała różną postać, w zależności od przyjętego modelu heteroskedastyczności, pociągającego za sobą określoną konstrukcję macierzy  $\sigma^2 \mathbf{V}$ . Modele heteroskedastyczności proponowane w literaturze zestawiono w tab. 1.

Dla każdego proponowanego modelu można określić postać macierzy  $\mathbf{V}$ . W zależności od przyjętego schematu można ją wyznaczyć bezpośrednio lub oszacować niezbędne elementy na podstawie modelu wyjaśniającego kształtowanie się wariancji, wykorzystując do tego wartości bezwzględne lub kwadraty reszt uzyskanych przy szacowaniu parametrów modelu metodą najmniejszych kwadratów. Znając postaci macierzy  $\mathbf{V}$  dla  $g$  rozpatrywanych możliwości, można określić  $g$  funkcji gęstości postaci odpowiadających poszczególnym rodzajom heteroskedastyczności składników losowych.

Zgodnie z dyskryminacyjną regułą największej wiarygodności (zob. [5]) wektor  $\boldsymbol{\varepsilon}$  należy przydzielić do rozkładu o numerze  $j$ , dla którego wiarygodność  $L$  jest maksymalna:



Tabela 1. Modele heteroskedastyczności składników losowych modelu ekonometrycznego

Postać modelu	Charakterystyka modelu	Literatura
$\sigma_i^2 = \sigma^2  X_{iu} $ lub $\sigma_i^2 = \sigma^2  X_{iu}^2 $	wariancja proporcjonalna do wartości bezwzględnych wybranej zmiennej objaśniającej lub jej kwadratów	Johnston Judge <i>et al.</i> Greene
$\sigma_i^2 = \sigma^2 E(Y)$ lub $\sigma_i^2 = \sigma^2 E^2(Y)$	wariancja proporcjonalna do wartości oczekiwanej zmiennej objaśnianej lub jej kwadratów	Prais i Houthakker Amemiya Theil
$\sigma_i = \alpha_0 + \alpha_1 E(Y)$	odchylenie standardowe zależy liniowo od wartości oczekiwanych zmiennej objaśnianej	Geary
$\sigma_i^2 = \alpha^T z_i$	addytywny model heteroskedastyczności – wariancja zależy liniowo od zmiennych objaśniających modelu heteroskedastyczności	Amemiya Jobson i Fuller Buse Amemiya
$\sigma_i^2 = \sigma^2 \mathcal{E}^T z_i \mathcal{C}$	odchylenie standardowe zależy liniowo od zmiennych objaśniających modelu heteroskedastyczności	Rutemiller i Bowers
$\sigma_i^2 = \alpha_0 + \alpha_1 Z_i + \alpha_2 Z_i^2 + \dots + \alpha_h Z_i^h$	wariancja opisana za pomocą wielomianu zmiennej $Z$ będącej funkcją zmiennej lub zmiennych objaśniających	Glejser
$\sigma_i^2 = \sigma^2 Z_i^\alpha$	multiplikatywny model heteroskedastyczności	Fisher Park
$\sigma_i^2 = \sigma^2 \exp \mathcal{E}^T z_i \mathcal{C}$	multiplikatywny model heteroskedastyczności (wykładniczy)	Rutemiller i Bowers Harvey

Źródło: opracowanie własne.

$$L_j(\boldsymbol{\varepsilon}) = \max_i L_i(\boldsymbol{\varepsilon}) \text{ dla } i = 1, 2, \dots, g \quad (2)$$

lub równoważnie:

$$f_j(\boldsymbol{\varepsilon}) = \max_i f_i(\boldsymbol{\varepsilon}) \text{ dla } i = 1, 2, \dots, g. \quad (3)$$

Jeżeli  $m$  funkcji wiarygodności ( $2 \leq m \leq g$ ) osiąga maksymalną wartość przy ustalonym  $\boldsymbol{\varepsilon}$ , to można wybrać którykolwiek z  $m$  rozkładów o największej wiarygodności.

W przypadku porównywania modeli charakteryzujących się normalnością rozkładu składników losowych zagadnienie sprowadza się do wyboru tego wariantu, dla którego funkcja określona wzorem (1) osiąga największą wartość wśród wszystkich  $g$  zaproponowanych możliwości.

Ze względu na własność monotoniczności funkcji logarytmicznej można przedstawić postępowanie równoważne do przedstawionego powyżej. Postępując zgodnie z dyskryminacyjną regułą największej wiarygodności, wektor  $\boldsymbol{\varepsilon}$  przydziela się do rozkładu o numerze  $j$ , dla którego jest spełniony warunek (4) lub (5):

$$\ln L_j(\boldsymbol{\varepsilon}) = \max_i \ln L_i(\boldsymbol{\varepsilon}) \quad \text{dla } i = 1, 2, \dots, g, \quad (4)$$

$$\ln f_j(\boldsymbol{\varepsilon}) = \max_i \ln f_i(\boldsymbol{\varepsilon}) \quad \text{dla } i = 1, 2, \dots, g. \quad (5)$$

Przedstawiona idea może zostać zaadaptowana do wyboru najlepszego spośród zaproponowanych modeli heteroskedastyczności. Modyfikacja koncepcji polega na porównywaniu wiarygodności poszczególnych modeli z wiarygodnością wektora  $\boldsymbol{\varepsilon}$ , otrzymaną z zastosowaniem estymatora macierzy kowariancji składników losowych proponowanego przez Domowitza i White'a. W pracy poświęconej m.in. poszukiwaniu metody szacowania macierzy kowariancji estymatora metody najmniejszych kwadratów (zob. [2]) przedstawiono konstrukcję estymatora zgodnego, do budowy którego wykorzystuje się oszacowanie macierzy kowariancji składników losowych, które może również znaleźć zastosowanie w konstrukcji reguł dyskryminacyjnych. Zasadniczym problemem jest to, iż elementy macierzy kowariancji nie są znane. Jakubczyc [4, s. 143] zauważa: „Wyłania się zatem potrzeba wyznaczenia estymatora tej macierzy. Może się wydawać, że z rozwiązaniem tego zagadnienia nie powinno być większych problemów. Macierz utworzoną następująco:

$$\mathbf{e}\mathbf{e}^T = \begin{pmatrix} e_1^2 & e_1e_2 & \dots & e_1e_n \\ e_2e_1 & e_2^2 & \dots & e_2e_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ e_ne_1 & e_ne_2 & \dots & e_n^2 \end{pmatrix} \quad (6)$$

można bowiem potraktować jako estymator macierzy  $\mathbf{V}$ . Główna trudność tkwi jednak w tym, że rząd macierzy  $\mathbf{e}\mathbf{e}^T$  jest równy jedności, a więc nie istnieje macierz odwrotna  $\mathbf{e}\mathbf{e}^T{}^{-1}$ , wobec czego nie ma żadnych szans na to, aby w tak prosty sposób można było sformułować estymator macierzy”.

Jednakże okazuje się, że ograniczenie wynikające z zależności liniowych kolumn (i wierszy) macierzy (6) można stosunkowo łatwo zniwelować. We wspomnianej wyżej pracy Domowitza i White'a zaproponowano rozwiązanie wywodzące się z macierzy postaci (6), eliminujące problem jej osobliwości. Sugerowana idea opiera się na swoistym „ucinianiu” macierzy (6) doprowadzającym do postaci  $\boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\varepsilon})_{DW}$  o elementach równych:

$$s_{tk} = \begin{cases} \sum_{k=t-l}^t e_k & \text{dla } |t-k| \leq l, \\ \bar{e} & \text{dla } |t-k| > l. \end{cases}$$

Wybór wartości  $l$  stanowi dla twórców omawianej koncepcji „interesującą otwartą kwestię”. Niemniej jednak autorzy wskazują, że  $l$  powinno się zwiększać w miarę wzrostu liczby obserwacji, lecz wolniej niż  $n^{1/3}$ .

Model heteroskedastyczności, którego funkcja wiarygodności różni się najmniej od funkcji wiarygodności wektora  $\epsilon$  otrzymanej z użyciem macierzy  $\Sigma(\epsilon)_{DW}$ , jest najlepszy wśród wszystkich zaproponowanych przez badacza rozwiązań. Powinien zostać wybrany jako najlepszy spośród schematów określonych przez prowadzącego badanie i wykorzystany do estymacji parametrów modelu uogólnioną metodą najmniejszych kwadratów lub uogólnioną metodą najmniejszych kwadratów z estymacją.

### 3. Rezultaty badania empirycznego

Przeprowadzone badanie dotyczyło modeli opisujących zależności wydatków na różne towary i usługi od dochodów. Analizą objęto grupę państw europejskich należących do strefy euro, dla których były dostępne dane dotyczące przeciętnych dochodów i wydatków w bazie *Euromonitor*. Zestawienie krajów i lat, dla których możliwe było uzyskanie danych statystycznych, prezentuje tab. 2.

Tabela 2. Państwa, dla których przeprowadzono analizę zależności dochodów i wydatków

Państwo	Lata, dla których były dostępne dane
Austria	1990, 1995, 2000, 2005
Belgia	1995, 2000, 2005
Finlandia	1990, 1995, 2000, 2005
Francja	1990, 1995, 2000, 2005
Grecja	1995, 2000
Hiszpania	2000, 2005
Holandia	1990, 1995, 2000, 2005
Irlandia	1990, 1995, 2000, 2005
Niemcy	1995, 2000, 2005
Portugalia	1990, 1995, 2000, 2005
Włochy	1995, 2000, 2005

Źródło: opracowanie własne.

Wybór krajów ze strefy euro gwarantuje porównywalność danych – zarówno dochody, jak i wydatki podane są we wspólnej walucie. Stopień szczegółowości dostępnych informacji odnośnie do wydatków obejmuje dwanaście grup towarów i

usług zgodnych z klasyfikacją przychodów i rozchodów stosowaną przez Europejski Urząd Statystyczny EUROSTAT, a opartą na *COICOP/HBS (Classification of Individual Consumption by Purpose/Households Budgets Survey)* – Klasyfikacji Spożycia Indywidualnego według Cech dla Badań Budżetów Gospodarstw Domowych. Na dwanaście podstawowych grup towarów i usług, według których prezentowane są informacje o wydatkach, składają się następujące kategorie:

- żywność i napoje bezalkoholowe,
- napoje alkoholowe i wyroby tytoniowe,
- odzież i obuwie,
- użytkowanie mieszkania i nośniki energii,
- wyposażenie mieszkania i prowadzenie gospodarstwa domowego,
- zdrowie,
- transport,
- łączność,
- rekreacja i kultura,
- edukacja,
- restauracje i hotele,
- inne towary i usługi.

W pierwszym etapie badania metodą najmniejszych kwadratów oszacowano liniowe zależności wydatków ponoszonych na różne kategorie dóbr i usług od dochodów osiąganych przez gospodarstwa domowe. W rozpatrywanych modelach można spodziewać się wystąpienia zjawiska heteroskedastyczności składników losowych. Modele budowane są na bazie danych przekrojowo-czasowych, co może stanowić źródło niejednorodności wariancji. Przeprowadzenie niekonstruktywnego testu heteroskedastyczności Harrisona-McCabbę'a ujawniło występowanie niejednorodności wariancji w modelach dla następujących kategorii: żywność i napoje bezalkoholowe, napoje alkoholowe i wyroby tytoniowe, wyposażenie mieszkania i prowadzenie gospodarstwa domowego, łączność, edukacja, rekreacja i kultura, inne towary i usługi (poziom istotności 0,1).

Do opisu kształtowania się wariancji składników losowych zaproponowano rozważenie następujących modeli:

1.  $\sigma_i = \alpha_0 + \alpha_1 X$ ,
2.  $\sigma_i^2 = \alpha_0 + \alpha_1 X$ ,
3.  $\sigma_i^2 = \sigma_0^2 X^\alpha$ ,
4.  $\sigma_i^2 = \sigma_0^2 \exp(\alpha X)$ ,
5.  $\sigma_i = \alpha_0 + \alpha_1 X + \alpha_2 X^2$ ,
6.  $\sigma_i^2 = \alpha_0 + \alpha_1 X + \alpha_2 X^2$ .

Parametry modeli (1-6) zostały oszacowane metodą najmniejszych kwadratów, a ich wartości teoretyczne posłużyły do budowy głównej przekątnej macierzy **V**.

Do konstrukcji funkcji dyskryminacyjnych zastosowano macierze  $\Sigma(\epsilon)_{DW}$  i  $V$  oraz wektor reszt, traktując go jako dobre przybliżenie wektora składników losowych. Rezultaty otrzymane na podstawie takiego postępowania prezentuje tab. 3. Wytłuszczonym drukiem zaznaczono wartości minimalne, wskazujące na odpowiedniość danego modelu do opisu zjawiska heteroskedastyczności w konkretnym przypadku.

Tabela 3. Wartości bezwzględne różnic pomiędzy wartością logarytmu przybliżonej funkcji gęstości wektora  $\epsilon$  a wartościami funkcji wiarygodności dla modeli 1-6

Rodzaj modelu, w którym wystąpiła heteroskedastyczność	Moduł różnicy logarytmów					
	model 1	model 2	model 3	model 4	model 5	model 6
Ogólny	91,377	91,003	163,741	162,887	91,296	<b>89,908</b>
Żywność i napoje bezalkoholowe	82,584	70,835	90,562	90,366	82,586	<b>69,988</b>
Napoje alkoholowe i wyroby tytoniowe	92,084	<b>74,867</b>	108,894	108,616	92,027	74,922
Wyposażenie mieszkania i prowadzenie gospodarstwa domowego	91,673	<b>74,289</b>	89,234	94,341	92,678	74,949
Łączność	97,820	69,456	77,693	75,387	97,920	<b>66,595</b>
Rekreacja i kultura	86,365	<b>71,159</b>	89,125	90,346	86,234	71,679
Edukacja	111,299	<b>69,789</b>	84,447	83,040	110,693	71,351
Inne towary i usługi	85,465	<b>73,979</b>	100,260	102,579	85,466	75,123

Źródło: obliczenia własne.

Aplikacja rozpatrywanej metody ma na celu selekcję najlepszego modelu opisującego kształtowanie się wariacji składników losowych z zestawu proponowanych możliwości. Po zastosowaniu macierzy  $\Sigma(\epsilon)_{DW}$  i implementacji sugerowanej procedury można wnioskować, że do opisu zmian wariacji składników losowych rozpatrywanych relacji dochodów i wydatków znajdują zastosowanie modele nr 2 lub nr 6.

#### 4. Podsumowanie

Prezentowana koncepcja stanowi uzupełnienie podejścia klasycznego, w którym o rodzaju heteroskedastyczności wnioskuje się na podstawie testów statystycznych. Przewaga sugerowanego podejścia polega na umożliwieniu badaczowi korzystania z jak najbardziej ogólnego testu wykrywającego niejednorodność wariacji bez utraty możliwości określenia jej charakteru. Wybór odpowiedniego modelu następuje dzięki porównaniu wiarygodności dla poszczególnych modeli z wiarygodnością wektora składników losowych, możliwą do wyznaczenia dzięki zastosowaniu estymatora macierzy kowariancji proponowanego przez Domowitza i White'a.

## Literatura

- [1] Adijbolosoo S.B.-S.K., *Estimation of Parameters of Heteroscedastic Error Models Under Various Hypothesized Error Structures*, „The Statistician” 1993 vol. 42, s. 123-133.
- [2] Domowitz I., White H., *Nonlinear Regression with Dependent Observations*, „Econometrica” 1984 vol. 52, s. 143-161.
- [3] *Ekonometria*, red. M. Gruszczyński, M. Podgórska, Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej, Warszawa 2000.
- [4] Jakubczyc J., *Jednorównaniowe modele ekonometryczne*, PWE, Warszawa 1982.
- [5] Mardia K.V., Kent J.T., Bibby J.M., *Multivariate Analysis*, Academic Press, London 1979.
- [6] McLachlan G.J., *Discriminant Analysis and Statistical Pattern Recognition*, Wiley, New York 1992.
- [7] Theil H., *Zasady ekonometrii*, PWN, Warszawa 1979.
- [8] Tomaszewicz A., *Jednorównaniowe modele ekonometryczne przy nieklasycznych założeniach*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1985.

### THE APPLICATION OF DISCRIMINANT RULES TO THE DETERMINATION OF HETEROSCEDASTICITY TYPE IN THE LINEAR ECONOMETRIC MODEL

#### Summary

This paper considers the utility of the application of discriminant functions to determine the best possible heteroscedasticity model of disturbances. Likelihood functions of certain models were proposed to determine the solution which was gained by conducting a comparison with the likelihood function of the vector  $\boldsymbol{\varepsilon}$  obtained with the usage of covariance matrix estimator suggested by Domowitz and White.

---

**Alicja Grześkowiak** – dr, asystentka w Katedrze Ekonometrii Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu.

Łukasz Kuźmiński, Anna Nikodem

## ESTYMACJA PARAMETRÓW ROZKŁADÓW W MIESZANCE DWÓCH ROZKŁADÓW POISSONA

### 1. Wstęp

Rozkład skończonej mieszanki jednowymiarowych rozkładów jest określony za pomocą funkcji gęstości wyrażającej się następującym wzorem:

$$f(x) = \sum_{j=1}^r \alpha_j f_j(x), \quad (1)$$

przy czym

$$\sum_{j=1}^r \alpha_j = 1, \quad (2)$$

gdzie:  $r$  – liczba rozkładów w mieszance,  
 $\alpha_j$  – parametr udziału  $j$ -tego rozkładu w mieszance zwany parametrem mieszającym,  
 $f_j(x)$  – gęstość  $j$ -tego rozkładu.

W przypadku mieszanki dwóch rozkładów Piossona funkcja rozkładu (1) jest liniową kombinacją funkcji rozkładu Poissona z parametrem  $\lambda_1$  i  $\lambda_2$ , tj.

$$f(x|\lambda) = \sum_{j=1}^2 \alpha_j f_j(x|\lambda_j) = \alpha_1 \frac{\lambda_1^x}{x!} e^{-\lambda_1} + \alpha_2 \frac{\lambda_2^x}{x!} e^{-\lambda_2}, \quad (3)$$

gdzie  $\lambda$  jest wektorem  $\lambda_1 \lambda_2$ , a wagi spełniają warunek  $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ .

W artykule przedstawione zostaną estymatory parametrów rozkładów Poissona oraz estymatory parametrów mieszających przy użyciu metody największej wiarygodności i metody momentów.

## 2. Metoda największej wiarygodności

Estymując wektor nieznanych parametrów  $\lambda$  metodą największej wiarygodności, należy znaleźć takie wartości oceny szacowanych parametrów, aby wiarygodność próby była największa. Funkcja wiarygodności dla  $n$ -elementowej próby  $\{\beta_1, x_2, \dots, x_n\}$  jest równa

$$L(\beta_1, x_2, \dots, x_n | \theta) = \prod_{i=1}^n f(\beta_i | \theta), \quad (4)$$

przy czym  $f(\beta_i | \theta)$  jest wartością funkcji gęstości dla obserwacji  $x_i$ .

Rozważając mieszkankę składającą się z dwóch rozkładów Poissona, otrzymuje się funkcję wiarygodności postaci

$$L(\beta_1, x_2, \dots, x_n | \lambda) = \prod_{i=1}^n f(\beta_i | \lambda) = \prod_{i=1}^n \left[ \alpha_1 \frac{\lambda_1^{x_i}}{x_i!} e^{-\lambda_1} + \alpha_2 \frac{\lambda_2^{x_i}}{x_i!} e^{-\lambda_2} \right] \quad (5)$$

gdzie logarytm naturalny funkcji (5) jest równy

$$\ln L(\beta_1, x_2, \dots, x_n | \lambda) = \sum_{i=1}^n \ln f(\beta_i | \lambda) = \sum_{i=1}^n \ln \left[ \alpha_1 \frac{\lambda_1^{x_i}}{x_i!} e^{-\lambda_1} + \alpha_2 \frac{\lambda_2^{x_i}}{x_i!} e^{-\lambda_2} \right] \quad (6)$$

Warunki konieczne istnienia maksimum logarytmu funkcji wiarygodności są następujące:

$$\hat{\alpha}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \hat{p}(\beta_i | x_i) \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^n \hat{p}(\beta_i | x_i) \frac{\partial \ln f_j(\beta_i | \lambda_j)}{\partial \hat{\lambda}_j} = 0, \quad (8)$$

gdzie  $\hat{\alpha}_j$ ,  $\hat{\lambda}_j$  jest estymatorem  $\alpha_j$ ,  $\lambda_j$ , a prawdopodobieństwo  $\hat{p}(\beta_i | x_i)$ , interpretowane jako prawdopodobieństwo *a posteriori*, że obserwacja  $x_i$  pochodzi z  $j$ -tego rozkładu mieszkanki, wyraża się za pomocą wzoru Bayesa

$$\hat{p}(\beta_i | x_i) = \frac{\hat{\alpha}_j f_j(\beta_i | \hat{\lambda}_j)}{\sum_{l=1}^2 \hat{\alpha}_l f_l(\beta_i | \hat{\lambda}_l)} \quad (9)$$



Z warunku (8) wynika, że ocena parametru mieszającego  $\hat{\alpha}_j$  jest średnią arytmetyczną prawdopodobieństw *a posteriori* dla  $j$ -tego rozkładu. We wzorze (9) zaś do określenia prawdopodobieństw *a posteriori* potrzebna jest znajomość ocen parametrów rozkładów mieszanki. Oceny tych parametrów zależą z kolei od prawdopodobieństw *a posteriori*. Ten problem rozwiązywany jest za pomocą algorytmu iteracyjnego wyznaczania prawdopodobieństw *a posteriori*, który zostanie przedstawiony w dalszej części artykułu.

## 2.1. Algorytm iteracyjny wyznaczania prawdopodobieństw *a posteriori*

Algorytm rozpoczyna się od wyznaczenia wartości początkowych prawdopodobieństw *a posteriori*  $\hat{p}^0 \beta_{x_i}$ . Każda  $r$ -ta iteracja algorytmu polega na wyznaczeniu kolejno:

1. Ocen parametrów rozkładu przy wykorzystaniu prawdopodobieństwa *a posteriori* otrzymanego w poprzedniej iteracji.

2. Nowych wartości prawdopodobieństw *a posteriori*, liczonych według wzoru (9) oraz oceny parametrów rozkładów mieszanki obliczone w tej iteracji. Prawdopodobieństwa te oznacza się  $\hat{p}^r \beta_{x_i}$ , gdzie  $r$  oznacza numer iteracji, a  $\hat{p}^r \beta_{x_i}$  to prawdopodobieństwo *a posteriori*, że obserwacja  $x_i$  pochodzi z  $j$ -tego rozkładu mieszanki, wyznaczone w  $r$ -tej iteracji.

Procedurę iteracyjną zatrzymuje się, gdy prawdopodobieństwa *a posteriori* otrzymane w dwóch kolejnych iteracjach różnią się nieznacznie. Można przyjąć następujący warunek

$$\max_{i,j} |\hat{p}^r \beta_{x_i} \gamma - \hat{p}^{r-1} \beta_{x_i} \gamma| < \varepsilon, \quad (10)$$

po spełnieniu którego procedurę zatrzymuje się. W warunku (10)  $\varepsilon$  jest niewielką liczbą dodatnią, równą np. 0,005.

W algorytmie problem wyznaczania wartości początkowych prawdopodobieństw *a posteriori*  $\hat{p}^0 \beta_{x_i}$  można rozwiązać, stosując m.in. następujące sposoby:

1) ustalenie prawdopodobieństwa *a posteriori* na podstawie wiedzy merytorycznej badacza,

2) losowe określenie prawdopodobieństw *a posteriori* na podstawie  $nK$  liczb losowych o rozkładzie jednostajnym na odcinku  $[0; 1)$  według wzoru

$$\hat{p}^0 \beta_{x_i} \gamma = \frac{los_{ij}}{\sum_{l=1}^K los_{il}}, \quad (11)$$

gdzie  $los_{ij}$  jest liczbą losową o numerze  $(i-1)K + j$ .

Opisany algorytm wyznaczania prawdopodobieństw *a posteriori* jest zbieżny w skończonej liczbie iteracji.

### Przykład 1

Do badania pobrana została próba losowa o liczebności 10, pochodząca z dwóch rozkładów Poissona z parametrami  $\lambda_1$  i  $\lambda_2$ . Udział (parametr mieszający) obserwacji w próbie pochodzących z rozkładu pierwszego oznaczony zostanie przez  $\alpha_1$  i odpowiednio – pochodzący z rozkładu drugiego przez  $\alpha_2$ . Parametry te są jednocześnie parametrami udziału obu rozkładów w mieszance.

Obserwacje podane są w tab. 1.

Tabela 1. Wartości obserwacji w próbie

Numer obserwacji	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$x_i$	4	3	3	1	2	2	2	16	14	13

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 2 przedstawione są wartości początkowe prawdopodobieństw *a posteriori*, wyznaczone zgodnie z opisanym wcześniej sposobem II.

Tabela 2. Wartości początkowe prawdopodobieństw *a posteriori*

<i>A posteriori</i> dla rozkładu 1	<i>A posteriori</i> dla rozkładu 2
0,459880577	0,540119423
0,568164066	0,431835934
0,346013488	0,653986512
0,401588297	0,598411703
0,759941576	0,240058424
0,238314711	0,761685289
0,370712149	0,629287851
0,412762457	0,587237543
0,587779509	0,412220491
0,108949226	0,891050774
<b>0,425410605</b>	<b>0,574589395</b>

Źródło: opracowanie własne.

Wartości początkowe estymatorów parametrów mieszających wynoszą  $\hat{\alpha}_1^0 = 0,42$ ,  $\hat{\alpha}_2^0 = 0,58$ . Funkcje gęstości prawdopodobieństwa dla rozpatrywanych rozkładów Poissona przybierają postać:

$$f_1 \beta_1 | \lambda_1 \gamma = \frac{\lambda_1^{x_i}}{x_i!} e^{-\lambda_1}, \quad f_2 \beta_2 | \lambda_2 \gamma = \frac{\lambda_2^{x_i}}{x_i!} e^{-\lambda_2}.$$

Logarytmy naturalne z tych funkcji oraz pierwsze pochodne liczone po parametrach  $\lambda_j$  wynoszą:

$$\ln f_1(\beta | \lambda_1) \gamma = x_i \ln \lambda_1 + \ln x_i - \lambda_1, \quad \ln f_2(\beta | \lambda_2) \gamma = x_i \ln \lambda_2 + \ln x_i - \lambda_2,$$

$$\frac{\partial \ln f_1(\beta | \lambda_1) \gamma}{\partial \lambda_1} = \frac{x_i}{\lambda_1} - 1, \quad \frac{\partial \ln f_2(\beta | \lambda_2) \gamma}{\partial \lambda_2} = \frac{x_i}{\lambda_2} - 1.$$

Wykorzystując powyższe obliczenia oraz warunek (8), otrzymamy równania

$$\sum_{i=1}^n \hat{p}(\beta | x_i) \gamma \left( \frac{x_i}{\lambda_1} - 1 \right) = 0, \quad \sum_{i=1}^n \hat{p}(\beta | x_i) \gamma \left( \frac{x_i}{\lambda_2} - 1 \right) = 0.$$

Przekształcając powyższe równania, uzyskuje się estymatory  $\hat{\lambda}_1^r$ ,  $\hat{\lambda}_2^r$  parametrów rozkładów Poissona z mieszanki obliczonej w  $r$ -tej iteracji na podstawie prawdopodobieństw *a posteriori*  $\hat{p}^{r-1}(\beta | x_i) \gamma$ ,  $\hat{p}^{r-1}(\beta | x_i) \gamma$  z poprzedniej iteracji. Estymatory te wynoszą:

$$\hat{\lambda}_1^r = \frac{\sum_{i=1}^n \hat{p}^{r-1}(\beta | x_i) \gamma x_i}{\sum_{i=1}^n \hat{p}^{r-1}(\beta | x_i) \gamma}, \quad \hat{\lambda}_2^r = \frac{\sum_{i=1}^n \hat{p}^{r-1}(\beta | x_i) \gamma x_i}{\sum_{i=1}^n \hat{p}^{r-1}(\beta | x_i) \gamma}. \quad (12)$$

### Iteracja I

Wykorzystując wartości prawdopodobieństw *a posteriori* z tab. 2, wartości obserwacji z tab. 1 oraz wzory (12), oblicza się ocenę parametrów dla obu rozkładów mieszanki. Wartości ocen w pierwszej iteracji wynoszą  $\hat{\lambda}_1^1 = 5,63$ ,  $\hat{\lambda}_2^1 = 5,27$ .

Uwzględniając powyższe wartości estymatorów parametrów, średnie arytmetyczne początkowych prawdopodobieństw *a posteriori* z tab. 1  $\hat{\alpha}_1^0 = 0,42$ ,  $\hat{\alpha}_2^0 = 0,58$  oraz wzór (9), oblicza się wartości prawdopodobieństw *a posteriori* dla tej iteracji. Wyniki przedstawia tab. 3.

Przybliżone wartości estymatorów parametrów mieszających iteracji I wynoszą odpowiednio  $\hat{\alpha}_1^1 = 0,43$ ,  $\hat{\alpha}_2^1 = 0,57$ . W kolejnych iteracjach schemat postępowania jest analogiczny. Poniżej prezentowane są wyniki dla kolejnych iteracji.

### Iteracja II

Wartości estymatorów parametrów rozkładów mieszanki obliczone w iteracji II wynoszą odpowiednio  $\hat{\lambda}_1^2 = 4,29$  i  $\hat{\lambda}_2^2 = 7,3$ . Wartości prawdopodobieństw *a posteriori* obliczone w tej iteracji z uwzględnieniem powyższych wartości estymatorów parametrów przedstawia tab. 4.

Estymatory parametrów mieszających w tej iteracji wynoszą  $\hat{\alpha}_1^2 = 0,62$ ,  $\hat{\alpha}_2^2 = 0,38$ .

Tabela 3. Wartości prawdopodobieństw *a posteriori* uzyskane w iteracji I

<i>A posteriori</i> dla rozkładu 1	<i>A posteriori</i> dla rozkładu 2
0,476886497	0,523113503
0,503589022	0,496410978
0,503589022	0,496410978
0,556781230	0,443218770
0,530271090	0,469728910
0,530271090	0,469728910
0,530271090	0,469728910
0,201807517	0,798192483
0,238434264	0,761565736
0,258379820	0,741620180
<b>0,433028064</b>	<b>0,566971936</b>

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4. Wartości prawdopodobieństw *a posteriori* uzyskane w iteracji II

<i>A posteriori</i> dla rozkładu 1	<i>A posteriori</i> dla rozkładu 2
0,649146180	0,350853820
0,758855056	0,241144944
0,758855056	0,241144944
0,901024608	0,098975392
0,842578109	0,157421891
0,842578109	0,157421891
0,842578109	0,157421891
0,003146842	0,996853158
0,009049498	0,990950502
0,015294777	0,984705223
<b>0,623090174</b>	<b>0,376909826</b>

Źródło: opracowanie własne.

### Iteracja III

Wartości estymatorów parametrów rozkładów mieszanki obliczone w iteracji III wynoszą odpowiednio  $\hat{\lambda}_1^3 = 2,4$ ,  $\hat{\lambda}_2^3 = 10,6$ . Wartości prawdopodobieństw *a posteriori* uzyskane w iteracji III prezentuje tab. 5.

Estymatory parametrów mieszających w tej iteracji wynoszą  $\hat{\alpha}_1^3 = 0,69$ ,  $\hat{\alpha}_2^3 = 0,31$ .

### Iteracja IV

Wartości estymatorów parametrów rozkładów mieszanki obliczone w iteracji IV wynoszą odpowiednio  $\hat{\lambda}_1^4 = 2,41$ ,  $\hat{\lambda}_2^4 = 14$ . Wartości prawdopodobieństw *a posteriori* uzyskane w iteracji IV prezentuje tab. 6.

Tabela 5. Wartości prawdopodobieństw *a posteriori* uzyskane w iteracji III

<i>A posteriori</i> dla rozkładu 1	<i>A posteriori</i> dla rozkładu 2
0,941422770	0,058577230
0,986157427	0,013842573
0,986157427	0,013842573
0,999286140	0,000713860
0,996843368	0,003156632
0,996843368	0,003156632
0,996843368	0,003156632
2,79237E-07	0,999999721
5,48678E-06	0,999994513
2,43211E-05	0,999975679
<b>0,690358396</b>	<b>0,309641604</b>

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 6. Wartości prawdopodobieństw *a posteriori* uzyskane w iteracji IV

<i>A posteriori</i> dla rozkładu 1	<i>A posteriori</i> dla rozkładu 2
0,995290639	0,004709361
0,999184638	0,000815362
0,999184638	0,000815362
0,999975729	2,42706E-05
0,999859286	0,000140714
0,999859286	0,000140714
0,999859286	0,000140714
1,46319E-07	0,999999854
4,91941E-06	0,999995081
2,8524E-05	0,999971476
<b>0,699324709</b>	<b>0,300675291</b>

Źródło: opracowanie własne.

Estymatory parametrów mieszających w tej iteracji wynoszą  $\hat{\alpha}_1^4 = 0,699$ ,  $\hat{\alpha}_2^4 = 0,301$ .

### Iteracja V

Wartości estymatorów parametrów rozkładów mieszanki obliczone w iteracji V wynoszą odpowiednio  $\hat{\lambda}_1^5 = 2,43$ ,  $\hat{\lambda}_2^5 = 14,3$ .

Estymatory parametrów mieszających w tej iteracji wynoszą  $\hat{\alpha}_1^5 = 0,6995$ ,  $\hat{\alpha}_2^5 = 0,3005$ .

Wartości prawdopodobieństw *a posteriori* z VI i V iteracji spełniają warunek (10), dlatego procedurę iteracyjną zatrzymuje się, stąd wartości estymatorów parametrów mieszających wynoszą

Tabela 7. Wartości prawdopodobieństw *a posteriori* uzyskane w iteracji V

<i>A posteriori</i> dla rozkładu 1	<i>A posteriori</i> dla rozkładu 2
0,996422758	0,003577242
0,999391335	0,000608665
0,999391335	0,000608665
0,999982473	1,75271E-05
0,999896692	0,000103308
0,999896692	0,000103308
0,999896692	0,000103308
1,58252E-07	0,999999842
5,49885E-06	0,999994501
3,24132E-05	0,999967587
<b>0,699491605</b>	<b>0,300508395</b>

Źródło: opracowanie własne.

$$\hat{\alpha}_1 = 0,6995, \hat{\alpha}_2 = 0,3005,$$

natomiast wartości estymatorów parametrów rozkładów mieszanki równają się

$$\hat{\lambda}_1 = 2,43, \hat{\lambda}_2 = 14,3.$$

### 3. Metoda momentów

W metodzie momentów za estymator nieznanego parametru będącego  $k$ -tym momentem rozkładu populacji przyjmuje się  $k$ -ty moment z próby. Dla skończonej mieszanki rozkładów dyskretnych o rozkładzie określonym w (1) i przy warunku (2),  $k$ -ty moment rozkładu mieszanki wyraża się jako liniowa kombinacja  $k$ -tych momentów  $j$ -tych rozkładów wchodzących w skład tej mieszanki, tzn.

$$E\mathfrak{X}^k \mathfrak{P} \sum_{x=0}^{\infty} x^k f(x) = \sum_{x=0}^{\infty} x^k \sum_{j=1}^r \alpha_j f_j(x) = \sum_{j=1}^r \alpha_j \sum_{x=0}^{\infty} x^k f_j(x) = \sum_{j=1}^r \alpha_j E\mathfrak{X}_j^k \mathfrak{C}, \quad (13)$$

gdzie  $\sum_{j=1}^r \alpha_j = 1$ . W przypadku mieszanki dwóch rozkładów Poissona z parametrami

$\lambda_1$  i  $\lambda_2$ , pierwszy, drugi oraz trzeci moment wynoszą odpowiednio:

$$E\mathfrak{X}_j \mathfrak{P} = \lambda_j, E\mathfrak{X}_j^2 \mathfrak{P} = \lambda_j^2 + \lambda_j, E\mathfrak{X}_j^3 \mathfrak{P} = \lambda_j^3 + 3\lambda_j^2 + \lambda_j. \quad (14)$$

Zakładając, że  $\alpha_1 = \alpha$  i  $\alpha_2 = 1 - \alpha$ , estymatory  $\hat{\alpha}$ ,  $\hat{\lambda}_1$ ,  $\hat{\lambda}_2$  parametrów  $\alpha$ ,  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  metodą momentów uzyskuje się, rozwiązując układ równań

$$\begin{cases} \bar{X} = \alpha\lambda_1 + (1-\alpha)\lambda_2, \\ \bar{X}^2 = \alpha\mathcal{E}_1^2 + \lambda_1\Phi(1-\alpha)\mathcal{E}_2^2 + \lambda_2\Phi \\ \bar{X}^3 = \alpha\mathcal{E}_1^3 + 3\lambda_1^2\lambda_1\Phi(1-\alpha)\mathcal{E}_2^3 + 3\lambda_2^2\lambda_2\Phi \end{cases} \quad (15)$$

lub równoznacznie

$$\begin{cases} \alpha\lambda_1 + (1-\alpha)\lambda_2 = \bar{x}, \\ \alpha\lambda_1^2 + (1-\alpha)\lambda_2^2 = \overline{x^2} - \bar{x}, \\ \alpha\lambda_1^3 + (1-\alpha)\lambda_2^3 = \overline{x^3} - 3\overline{x^2} + 2\bar{x}. \end{cases} \quad (16)$$

W celu porównania metody momentów z metodą największej wiarygodności w przykładzie 2 zostaną znalezione estymatory parametru mieszającego oraz parametrów rozkładów Poissona pierwszą metodą do danych z przykładu 1.

### Przykład 2

Na podstawie wylosowanej próby w przykładzie 1 średnia, drugi oraz trzeci moment z próby wynoszą odpowiednio  $\bar{x} = 6$ ,  $\overline{x^2} = 66,8$ ,  $\overline{x^3} = 918$ . Rozwiązując układ równań z trzema niewiadomymi

$$\begin{cases} \alpha\lambda_1 + (1-\alpha)\lambda_2 = 6, \\ \alpha\mathcal{E}_1^2 + \lambda_1\Phi(1-\alpha)\mathcal{E}_2^2 + \lambda_2\Phi = 66,8, \\ \alpha\mathcal{E}_1^3 + 3\lambda_1^2\lambda_1\Phi(1-\alpha)\mathcal{E}_2^3 + 3\lambda_2^2\lambda_2\Phi = 918, \end{cases}$$

otrzymuje się wartości oceny szacowanych parametrów, tj.  $\hat{\alpha} = 0,6313$ ,  $\hat{\lambda}_1 = 2,1939$ ,  $\hat{\lambda}_2 = 12,5158$ .

## 4. Podsumowanie

Do podsumowania wyników uzyskanych dwiema opisywanymi w tej pracy metodami potrzebna będzie informacja dotycząca pochodzenia danych zawartych w tab. 1. Obserwacje od 1-7 pochodzą z populacji o rozkładzie Poissona z  $\lambda_1 = 2$ , natomiast obserwacje od 8-10 z populacji o rozkładzie Poissona z  $\lambda_2 = 15$ . Z tej informacji wywnioskować można również, że parametry udziału (parametry mieszające) dla danych w badanej próbie pochodzących z pierwszego rozkładu i dla danych z drugiego rozkładu wynoszą odpowiednio  $\alpha_1 = 0,7$  i  $\alpha_2 = 0,3$ .

Porównując wyniki uzyskane metodą największej wiarygodności oraz metodą momentów, można stwierdzić, że oszacowanie wartości parametrów mieszających

uzyskane przy użyciu metody największej wiarygodności jest bardziej dokładne aniżeli w metodzie momentów. Wartości estymatorów parametrów mieszających uzyskane metodą największej wiarygodności są bliższe rzeczywistym wartościom parametrów udziału dla badanej próby.

Jeżeli chodzi o oszacowanie wartości parametrów  $\lambda$  dla obu rozkładów Poissona w mieszance, to wyniki uzyskane obiema metodami wyraźnie różnią się od rzeczywistych wartości parametrów. Na uwagę zasługuje jednak to, iż wartości estymatorów  $\hat{\lambda}_1$  i  $\hat{\lambda}_2$  uzyskane za pomocą metody największej wiarygodności są bliższe rzeczywistym wartościom parametrów  $\lambda_1$  i  $\lambda_2$ , aniżeli te uzyskane za pomocą metody momentów, która daje mało efektywne estymatory.

Ostatecznie można powiedzieć, że metoda największej wiarygodności z algorytmem iteracyjnym jest dobrym narzędziem do estymacji parametrów udziału rozkładów w mieszance rozkładów.

## Literatura

- [1] Bartos J., Dyczka W., Królikowska K., Krywicki W., Wasilewska M., *Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna w zadaniach – część II, Statystyka matematyczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.
- [2] Everitt B.S., Hand D.J., *Finite Mixture Distributions*, Chapman and Hall, London 1981.
- [3] Feler W., *Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa*, PWN, Warszawa 1966.
- [4] Fisz M., *Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna*, PWN, Warszawa 1967.
- [5] Jajuga K., *Statystyczna analiza wielowymiarowa*, PWN, Warszawa 1993.

## PARAMETER ESTIMATION FOR A MIXTURE OF TWO POISSON DISTRIBUTION

### Summary

For a heterogeneous portfolio we assume that the number of claims has the Poisson distribution with a variable parameter  $\lambda$ . The claim intensity  $\lambda$  is the outcome of a mixing variable  $A$ . Then the claim number distribution is the mixed Poisson distribution with a mixing parameter  $A$ .

Two estimation methods for the case of the mixture of two Poisson distributions will be compared in this paper: the maximum likelihood and the method of moments.

---

**Łukasz Kuźmiński** – mgr inż., doktorant w Katedrze Statystyki Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu.

**Anna Nikodem** – mgr, asystentka w Katedrze Statystyki Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu.



**Aleksandra Szpulak**

## **ORGANIZACJA PROCESU BUDOWY SYSTEMÓW WCZESNEGO OSTRZEGANIA**

### **1. Wstęp**

Podstawową funkcją realizowaną przez system wczesnego ostrzegania (SWO) jest wspieranie procesu podejmowania decyzji w przedsiębiorstwie, a jego głównymi użytkownikami są podmioty zewnętrzne względem przedsiębiorstwa oraz menedżerowie.

Celem stosowania SWO przez podmioty zewnętrzne jest ocena przyszłej sytuacji przedsiębiorstwa w wybranym obszarze jego funkcjonowania, np. ocena przyszłej sytuacji finansowej przedsiębiorstwa dokonywana przez banki. Celem zaś zastosowania SWO przez menedżerów jest:

- podjęcie takich działań, które zapobiegą dalszemu niekorzystnemu rozwojowi analizowanego zjawiska w przyszłości,
- podjęcie takich działań, które zapobiegą zajściu przewidywanej niekorzystnej zmiany w rozwoju analizowanego zjawiska,
- przygotowanie przedsiębiorstwa na wystąpienie niekorzystnych sytuacji, jeśli nie ma możliwości skutecznego im przeciwdziałania.

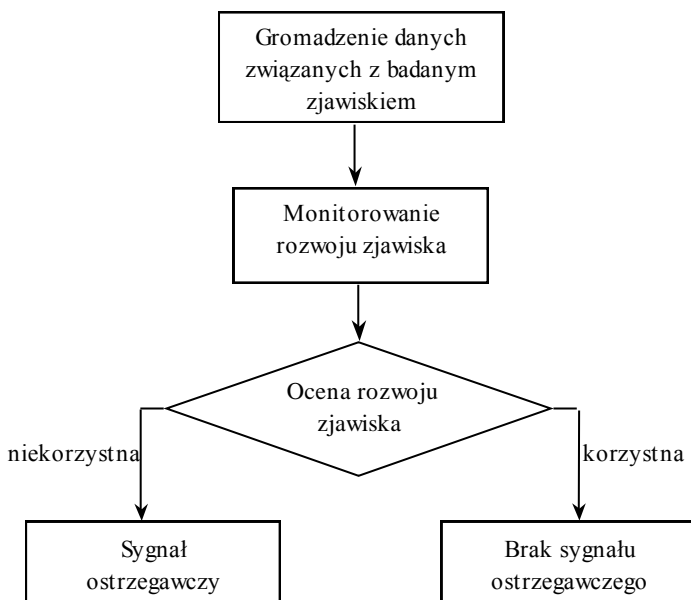
W artykule opisano proces budowy SWO, który zastosowany w praktyce może doprowadzić do budowy systemu o niebanalnych możliwościach aplikacyjnych w zarządzaniu. Menedżerowie mogą bowiem wykorzystać zbudowany system w następujących przykładowych sytuacjach:

- ocena aktualnie stosowanych metod zarządzania,
- podjęcie decyzji o zmianie lub poprawie dotychczasowych metod zarządzania,
- weryfikacja planów (strategii) działania przed ich zatwierdzeniem poprzez dokonywanie symulacji z wykorzystaniem systemu.

## 2. Definicja systemów wczesnego ostrzegania

W dziedzinie ekonomii SWO zaczęły się rozwijać w latach trzydziestych XX w. w Stanach Zjednoczonych w dobie wielkiego kryzysu. Załamanie się gospodarki i bankructwo wielu przedsiębiorstw uświadomiło ówczesnym menedżerom, że ich firmy nie są przygotowane do tego, by odpowiednio wcześnie wykryć symptomy zbliżającego się kryzysu gospodarczego. W tym okresie powstały pierwsze prace popularyzujące wykorzystanie SWO w prognozowaniu upadłości oraz w ocenie kondycji ekonomicznej przedsiębiorstwa, a wśród nich najwcześniejsza z 1932 r. autorstwa P.J. Fitz Patricka. Kolejnym czynnikiem determinującym rozwój SWO był gwałtowny wzrost burzliwości otoczenia gospodarczego lat siedemdziesiątych, który znacznie utrudniał sprawne zarządzanie przedsiębiorstwem. Wówczas SWO stał się częścią systemu informacyjnego przedsiębiorstwa.

**System wczesnego ostrzegania** zgodnie z ustalonymi procedurami gromadzi dane, monitoruje je i w ściśle określonych sytuacjach generuje sygnały ostrzegawcze. Zadaniem systemu jest ostrzeganie użytkownika systemu przed takim rozwojem badanego zjawiska, który został uprzednio uznany przez niego za niekorzystny<sup>1</sup> (zob. rys. 1).



Rys. 1. Schemat funkcjonowania systemu wczesnego ostrzegania

Źródło: opracowanie własne.

<sup>1</sup> Przyjęta w artykule definicja systemu wczesnego ostrzegania czyni problematykę SWO zbieżną z zagadnieniami prognozowania ostrzegawczego, gdzie „zapowiada się wystąpienie zdarzenia traktowanego przez odbiorcę prognozy jako niekorzystne” (Cieślak w [7, s. 199]).

### **Gromadzenie danych związanych z badanym zjawiskiem**

Przedmiotem analizy w systemie wczesnego ostrzegania jest zjawisko, którego rozwój podlega monitorowaniu. Badane zjawisko jest opisywane przez *zmienną objaśnianą*. Rozwój zjawiska może być kształtowany przez wiele czynników, które są opisywane przez *zmiennie objaśniające*. Wśród zmiennych objaśniających mogą występować *zmiennie objaśniające opóźnione w czasie*, które z wyprzedzeniem informują o tym, jakie zmiany zajdą w zmiennej objaśnianej.

Dane związane z badanym zjawiskiem są w systemie wczesnego ostrzegania gromadzone w postaci szeregów czasowych zmiennej objaśnianej i zmiennych objaśniających. Źródłem tych danych są bazy danych funkcjonujące w systemie informacyjnym przedsiębiorstwa, do którego należy także system wczesnego ostrzegania. Gromadzone przez SWO dane mogą mieć charakter retrospektywny i prospektywny. Źródłem danych retrospektywnych jest system informacji marketingowej, który gromadzi informacje z badań marketingowych oraz wewnętrznych i zewnętrznych źródeł danych [3, s. 183]. Dostarczone przez ten system informacje wspierają proces podejmowania decyzji marketingowej w przedsiębiorstwie. Źródłem danych prospektywnych jest baza danych systemu prognostycznego przedsiębiorstwa, którego zadaniem jest tworzenie prognoz dotyczących czynników bliższego i dalszego otoczenia przedsiębiorstwa oraz zmiennych charakteryzujących jego działalność [3, s. 180].

O tym, które dane – retrospektywne czy prospektywne – będą niezbędne do pracy systemu wczesnego ostrzegania decyduje rodzaj monitorowanych w nim zmiennych.

### **Monitorowanie rozwoju zjawiska**

Użytkownika systemu może interesować nie tylko wartość, ale także prawidłowość rozwoju analizowanej zmiennej. Monitorowaniu mogą zatem podlegać aktualne lub przyszłe wartości zmiennych objaśnianych lub objaśniających bądź prawidłowość ich rozwoju. Mogą to zatem być:

- prognozowane wartości (przyszły rozwój) zmiennych objaśniających opóźnionych w czasie,
- bieżące wartości (dotychczasowy rozwój) zmiennych objaśniających opóźnionych w czasie,
- prognozowane wartości (przyszły rozwój) zmiennej objaśnianej,
- bieżące wartości (dotychczasowy rozwój) zmiennej objaśnianej.

Szerzej zasadność tego podziału autorka wyjaśni w punkcie 4.

Jeśli wartość lub prawidłowość rozwoju zmiennej jest dla użytkownika systemu niekorzystna, to wówczas system wysyła sygnał ostrzegawczy. W przeciwnym razie nie dochodzi do emisji sygnału ostrzegawczego. Jednak sytuacje, w których system wczesnego ostrzegania będzie emitował sygnał ostrzegawczy, definiuje użytkownik systemu zgodnie z przeznaczeniem tworzonego systemu. Tym samym

SWO nie będzie generować sygnałów ostrzegawczych w sytuacji, która wcześniej nie została w systemie zdefiniowana.

W literaturze przedmiotu można znaleźć liczne przykłady systemów wczesnego ostrzegania, w których monitorowaniu podlegają wyróżnione wcześniej zmienne. Monitorowanie prognozowanych wartości zmiennych objaśniających opóźnionych w czasie zastosowała w swojej pracy H. Pollak [6], w celu wykrycia wczesnych symptomów kryzysu w gospodarce żywnościowej zachodzącego w Polsce na początku lat dziewięćdziesiątych. Monitorowanie bieżących wartości zmiennych objaśniających opóźnionych w czasie jest stosowane m.in. w jednowymiarowych modelach prognozowania bankructwa, z których pierwszy to wspomniany już model Fitz Patricka z 1932 r. Podobnie w celu ostrzegania przed bankructwem lub kryzysem gospodarczym stosuje się monitorowanie prognozowanej wartości zmiennej objaśnianej. Prognozy tych zmiennych są wyznaczane za pomocą wielowymiarowych modeli prognozowania bankructwa, z których pierwszy i najpopularniejszy to model Altmana z 1968 r. [1], oraz modeli prognozowania koniunktury gospodarczej. Monitorowanie bieżących wartości zmiennej objaśnianej jest wykorzystywane w planowaniu, gdy obserwuje się faktyczne odchylenie jej wartości od planowanego poziomu.

Z wyróżnieniem zmiennych, które mogą podlegać monitorowaniu, łączy się zagadnienie **horyzontu ostrzegania**. Horyzont ostrzegania to suma liczby okresów opóźnienia monitorowanych zmiennych objaśniających opóźnionych w czasie i liczby okresów, na które wyznaczana jest prognoza monitorowanej zmiennej. Na przykład gdy monitorowaniu w systemie podlegają prognozy zmiennej objaśniającej opóźnionej w czasie, której opóźnienie wynosi dwa okresy, a prognoza wyznaczana jest na jeden okres, wówczas horyzont ostrzegania jest równy ich sumie, czyli trzem okresom. Gdy monitorowaniu podlega bieżąca wartość zmiennej objaśnianej, wtedy horyzont ostrzegania jest równy zero.

W czasie określonym przez horyzont ostrzegania może zostać podjęta decyzja, która może np. zapobiec wystąpieniu sytuacji, przed którą system ostrzega lub zminimalizować negatywne skutki wystąpienia tej sytuacji, jeśli nie można jej zapobiec. Jeśli horyzont ostrzegania jest równy zero, to może być podjęta decyzja, która będzie np. przeciwdziałać dalszemu niekorzystnemu rozwojowi zjawiska w przeszłości.

### 3. Etapy budowy systemu wczesnego ostrzegania

W literaturze dotyczącej systemów wczesnego ostrzegania można znaleźć wiele procedur ich budowy. Inaczej wygląda taka procedura, gdy do budowy SWO wykorzystuje się funkcję dyskryminacyjną (zob. np. [5]), inaczej gdy system bazuje na monitorowaniu bieżących wartości wskaźników finansowych (zob. np. [2, s. 103-113]), a jeszcze inaczej, gdy bazuje na prognozowaniu szeregów – sygnaliza-

torów nadchodzących zmian (zob. np. [6, s. 10]). Można jednak wskazać pewne cechy wspólne wspomnianych procedur i na tej podstawie podać następujące etapy budowy systemu wczesnego ostrzegania:

- a) sformułowanie problemu badawczego,
- b) podanie listy potencjalnych zmiennych objaśniających,
- c) zebranie i wstępna analiza materiału statystycznego,
- d) identyfikacja zmiennych objaśniających opóźnionych w czasie,
- e) wybór zmiennej monitorowanej,
- f) konstrukcja systemu wczesnego ostrzegania,
- g) weryfikacja trafności ostrzegania.

### **Sformułowanie problemu badawczego**

Na wstępie prac nad budową SWO należy zdefiniować: cel konstrukcji systemu, użytkownika systemu, obiekt, badane zjawisko, zmienną objaśnianą identyfikującą to zjawisko, horyzont ostrzegania, definicję sytuacji, w których ma nastąpić emisja sygnału ostrzegawczego, oraz kryteria oceny trafności ostrzegania.

### **Podanie listy potencjalnych zmiennych objaśniających**

W tym etapie należy podać listę potencjalnych zmiennych objaśniających powiązanych ze zmienną objaśnianą, ze szczególnym uwzględnieniem zmiennych objaśniających opóźnionych w czasie. Wśród zmiennych objaśniających dominujące znaczenie powinny mieć te, które powodują w rozwoju zmiennej objaśnianej występowanie sytuacji prowadzących do emisji sygnału ostrzegawczego. W celu ułatwienia prac nad formułowaniem listy potencjalnych zmiennych objaśniających można odwołać się do właściwych dla badanego zjawiska innych, konstruowanych wcześniej systemów wczesnego ostrzegania.

### **Zebranie i wstępna analiza materiału statystycznego**

Materiał statystyczny gromadzimy w postaci szeregów czasowych zmiennej objaśnianej i zmiennych objaśniających. Szereg czasowy zmiennej objaśnianej powinien być na tyle długi, by można było:

- wskazać w nim okres (okresy), w którym zachodzą sytuacje powodujące emisję sygnału ostrzegawczego,
- wskazać okres (okresy), najczęściej wcześniejszy względem ww., w którym zachodzą sytuacje niepowodujące emisji sygnału ostrzegawczego,
- przeprowadzić analizę pozwalającą na wyłonienie zmiennych objaśniających opóźnionych w czasie, które z wyprzedzeniem informują o pojawieniu się sytuacji powodującej emisję sygnału ostrzegawczego.

Z tego wynika, że również szeregi czasowe zmiennych objaśniających powinny być dostatecznie długie.

Przy zbieraniu materiału statystycznego występują na ogół dwa problemy. Pierwszy – natury empirycznej – polega na tym, że bardzo często nie ma możliwości zgromadzenia wystarczająco długich szeregów czasowych. Drugi problem –

natury merytorycznej – związany jest z niewystarczającym rozpoznaniem badanego zjawiska na gruncie teorii i wynikającymi stąd kłopotami z podaniem listy potencjalnych zmiennych objaśniających. Problemy te proponuje się rozwiązać w ten sposób, by dodatkowo poza szeregami czasowymi opisującymi badany obiekt zgromadzić szeregi charakteryzujące inny podobny obiekt, taki, w którym występują tylko sytuacje niepowodujące emisji sygnału ostrzegawczego. Pierwszy obiekt określa się w literaturze mianem „chorego” lub „złego”, natomiast drugi mianem „zdrowego” lub „dobrego”. Zestawiając obiekt zdrowy z chorym, można rozpoznać, jakie cechy szczególne charakteryzują obiekty chore, i na tej podstawie wnioskować o czynnikach generujących sytuacje powodujące emisję sygnału ostrzegawczego. Za gromadzeniem danych w podziale na grupę obiektów zdrowych i chorych przemawia także to, że w ten sposób można zminimalizować ryzyko wykrycia zmiennych przypadkowo zbieżnych ze zmienną objaśnianą. Uwzględnienie tych bowiem zmiennych w systemie może prowadzić do emisji błędnych sygnałów ostrzegawczych polegających na tym, że sygnał zostaje wyemitowany, podczas gdy faktycznie nie dochodzi do sytuacji, przed którą system ostrzegał.

Im dłuższe są szeregi czasowe i im więcej par obiektów podobnych badamy, tym większa jest szansa, że system będzie w przyszłości funkcjonował poprawnie.

### **Identyfikacja zmiennych objaśniających opóźnionych w czasie**

W tym etapie należy przeprowadzić wnikliwą analizę zgromadzonego materiału statystycznego w celu określenia wpływu potencjalnych zmiennych objaśniających na zmienną objaśnianą, ze szczególnym naciskiem na znalezienie wśród nich zmiennych opóźnionych w czasie, czyli takich, które z dostatecznym wyprzedzeniem informują o możliwości zaistnienia sytuacji powodującej emisję sygnału ostrzegawczego. Jeśli badanie prowadzone jest w dwóch grupach – zdrowej i chorej – to bada się, czy faktycznie wyłonione zmienne statystycznie istotnie różnicują (dyskryminują) te grupy.

Wyłonienie zmiennych objaśniających opóźnionych w czasie ma decydujące znaczenie w systemie wczesnego ostrzegania, gdyż to właśnie te zmienne będą uruchamiały emisję sygnałów ostrzegawczych. Jednak w wielu przypadkach takich zmiennych nie udaje się znaleźć.

### **Wybór zmiennej monitorowanej**

W etapie tym należy ustosunkować się do następujących pytań:

- a) Czy występują zmienne objaśniające opóźnione w czasie?
- b) Czy istnieje możliwość modelowego ujęcia wykrytych związków między zmiennymi objaśniającymi opóźnionymi w czasie a zmienną objaśnianą?
- c) Czy istnieje możliwość prognozowania zmiennych objaśniających opóźnionych w czasie?
- d) Czy istnieje możliwość prognozowania zmiennej objaśnianej?

Odpowiedzi na te pytania formułujemy w kontekście wyników uzyskanych w poprzednich etapach oraz takich warunków wstępnych, jak: horyzont ostrzegania, dostępność danych (najczęściej ich liczba), dostępne oprogramowanie komputerowe i jego znajomość, koszty pozyskiwania danych itp. Od informacji wynikających z tego etapu będzie zależał ostateczny kształt konstruowanego systemu wczesnego ostrzegania. Na przykład jeśli nie występują zmienne objaśniające opóźnione w czasie, to pozostaje tylko możliwość monitorowania prognozowanej wartości zmiennej objaśnianej. W najlepszym przypadku monitorowanie będzie wówczas polegało na wykryciu w szeregu czasowym symptomów zapowiadających zajście zdarzeń niekorzystnych. Jeśli jednak nie będzie można prognozować zmiennej objaśnianej, to pozostanie tylko monitorowanie jej bieżącej wartości.

### **Konstrukcja systemu wczesnego ostrzegania**

Konstrukcja systemu wczesnego ostrzegania sprowadza się do opracowania uniwersalnych dla badanego zjawiska, precyzyjnie określonych procedur gromadzenia danych, ich monitorowania i emisji sygnałów ostrzegawczych. W szczególnych przypadkach konstrukcja systemu wczesnego ostrzegania będzie wymagała budowy modelu prognostycznego, który posłuży wyznaczaniu prognoz zmiennych monitorowanych.

### **Weryfikacja trafności ostrzegania**

Weryfikacja trafności ostrzegania skonstruowanego systemu wczesnego ostrzegania odbywa się na danych z próby, dla której był budowany system, oraz w miarę możliwości na tzw. próbie odłożonej, która nie była podstawą konstrukcji weryfikowanego systemu. Weryfikacji podlegają zarówno sytuacje, w których doszło do emisji sygnału ostrzegawczego, jak i sytuacje, w których sygnału nie było, oraz związane z tymi sytuacjami błędy. Weryfikacji powinny także podlegać prognozy, jeśli były stawiane, bowiem ich jakość bezpośrednio przekłada się na jakość trafności ostrzegania. Szerzej o weryfikacji SWO napisano w punkcie 5.

Bardzo ważną rzeczą, o której należy pamiętać przy stosowaniu systemów wczesnego ostrzegania (niezależnie od tego, kto jest użytkownikiem systemu – podmioty zewnętrzne czy menedżerowie), jest fakt, iż wyznaczanie prognoz monitorowanych zmiennych oraz emitowanie sygnałów ostrzegawczych następuje zawsze przy założeniu postawy pasywnej, czyli przy założeniu, że nic się w okresie objętym ostrzeganiem nie zmieni. Zatem zakładamy jednocześnie, że menedżerowie nie wpłyną na zmianę procesów i zjawisk zachodzących w przedsiębiorstwie, co niejednokrotnie może być błędne. Przyjęcie postawy pasywnej może stać się źródłem nietrafności ostrzegania.

## 4. Sygnały ostrzegawcze

Sygnały ostrzegawcze są generowane w ściśle określonych sytuacjach, które definiuje użytkownik systemu. Przy definiowaniu tych sytuacji użytkownik musi zdecydować, jaki wpływ na poziom badanego zjawiska mają zmiany monitorowanych zmiennych, np. czy pożądanym jest ich wzrost czy spadek. Wówczas oczywista będzie definicja tego, co jest, a co nie jest dla obiektu pożądane i korzystne.

Sytuacje, w których system generuje sygnał ostrzegawczy, różnią się w zależności od tego, jaki jest charakter monitorowanej w nim zmiennej. Dlatego punktem wyjścia w tych rozważaniach jest podział zmiennych ze względu na sposób oddziaływania ich zmian na poziom badanego zjawiska. Wyróżnia się następujące rodzaje zmiennych [9, s. 23-24]:

- stymulanty,
- stymulanty z progiem weta,
- destymulanty,
- destymulanty z progiem weta,
- nominanty z wartością nominalną,
- nominanty z dopuszczalnym przedziałem wartości ograniczonym progami weta,
- nominanty z zalecaną wartością nominalną i dopuszczalnym przedziałem wartości ograniczonym progami weta.

Procedury emisji sygnałów można podzielić na takie, które są oparte na:

- monitorowaniu tylko wartości zmiennej,
- monitorowaniu tylko prawidłowości rozwoju zmiennej,
- monitorowaniu wartości i prawidłowości rozwoju zmiennej.

Jeśli w systemie monitorowana jest wartość zmiennej, to system może w określonych sytuacjach generować tzw. mocny sygnał ostrzegawczy. Jeśli w systemie monitorowana jest prawidłowość rozwoju zmiennej, to system może w określonych sytuacjach generować tzw. słaby sygnał ostrzegawczy. Jeśli w systemie monitorowana jest zarówno wartość, jak i prawidłowość rozwoju zmiennej, to system może generować mocne oraz słabe sygnały ostrzegawcze.

Mocne sygnały ostrzegawcze są generowane w przypadku, gdy nastąpi niekorzystnie wpływające na poziom badanego zjawiska odchylenie wartości monitorowanej zmiennej od progu weta (wartości nominalnej). Na przykład emisja mocnego sygnału ostrzegawczego nastąpi, jeśli wartości destymulanty z progiem weta będą większe od progu weta lub jeśli wartości nominanty z dopuszczalnym przedziałem wartości ograniczonym progami weta wykrócą poza ten przedział.

Słabe sygnały ostrzegawcze są generowane na podstawie monitorowania prawidłowości rozwoju zmiennej. Sygnał taki zostanie wygenerowany, gdy prawidłowość rozwoju monitorowanej zmiennej nie jest zgodna z charakterem tej zmiennej (czyli stymulantą, destymulantą itp.), np. gdy zmienna o charakterze stymulanty będzie rozwijała się zgodnie z trendem malejącym. Jeśli jednak wartości zmien-



nych są ograniczone przez progi weta lub wartość nominalną, to trzeba brać je pod uwagę przy definiowaniu sytuacji, w których zostanie wygenerowany słaby sygnał ostrzegawczy. Na przykład gdy wartości zmiennej o charakterze stymulanta z progiem weta są mniejsze od progu weta, to taka sytuacja wpływa niekorzystnie na poziom badanego zjawiska, jednak wówczas nie zawsze zostanie wygenerowany słaby sygnał ostrzegawczy (w przeciwieństwie do mocnego sygnału ostrzegawczego, który w tym przypadku zostanie wygenerowany bezwzględnie). Generowanie słabego sygnału ostrzegawczego w analizowanym przykładzie będzie zależało od tego, jaki rodzaj prawidłowości rozwoju tej zmiennej zaobserwujemy. Znacznie korzystniej na poziom badanego zjawiska wpływa bowiem wynikający z trendu rosnącego wzrost wartości tej zmiennej niż wynikający z trendu malejącego ich spadek. Jeśli założymy, że prawidłowości te nie ulegną zmianie, to w pierwszym przypadku jest szansa, że ta zmienna osiągnie wartość progu weta, podczas gdy w drugim przypadku taka sytuacja nie wystąpi. Dlatego w pierwszym przypadku nie dojdzie do emisji słabego sygnału ostrzegawczego, a w drugim sygnał zostanie wygenerowany. Gdy monitorujemy zmienne o innym charakterze, np. nominantę z dopuszczalnym przedziałem wartości ograniczonym progami weta, to takich sytuacji, jak ta opisana wyżej, jest znacznie więcej. Jeśli np. wartości nominanty z dopuszczalnym przedziałem wartości ograniczonym progami weta są większe od górnego progu weta i jednocześnie rosną zgodnie z trendem rosnącym, to słaby sygnał ostrzegawczy zostanie wygenerowany. Jeśli zaś zaobserwujemy, że wartości te maleją zgodnie z trendem malejącym, to słaby sygnał ostrzegawczy nie zostanie wygenerowany. Niezależnie od emisji słabego sygnału ostrzegawczego w obu tych sytuacjach zostanie wygenerowany mocny sygnał ostrzegawczy, ponieważ wartości nominanty są większe od górnego progu weta.

Gdy procedury emisji sygnałów ostrzegawczych są oparte na monitorowaniu wartości i prawidłowości rozwoju zmiennej, może dojść do różnych sytuacji emisji sygnału ostrzegawczego lub jej braku. Wyróżnione sytuacje przedstawia tab. 1.

Tabela 1. Słabe i mocne sygnały ostrzegawcze

Sygnały		Mocne sygnały ostrzegawcze	
		emisja sygnału	brak sygnału
Słabe sygnały ostrzegawcze	emisja sygnału	rozwój zmiennej jest niezgodny z jej charakterem i następuje niekorzystne odchylenie wartości zmiennej od progu weta (wartości nominalnej)	rozwój zmiennej jest niezgodny z jej charakterem, ale jeszcze nie wystąpiło niekorzystne odchylenie wartości zmiennej od progu weta (wartości nominalnej)
	brak sygnału	rozwój zmiennej jest zgodny z jej charakterem, ale nadal występuje niekorzystne odchylenie wartości zmiennej od progu weta (wartości nominalnej)	rozwój zmiennej jest zgodny z jej charakterem i nie wystąpiło niekorzystne odchylenie wartości zmiennej od progu weta (wartości nominalnej)

Źródło: opracowanie własne.

W sytuacji, gdy nie doszło do emisji słabego sygnału ostrzegawczego i doszło do emisji mocnego sygnału ostrzegawczego, można mówić o zaistniałej szansie. Jeśli zaobserwowane prawidłowości rozwoju monitorowanej zmiennej nie ulegną zmianie, to w przyszłości nie dojdzie do emisji żadnych sygnałów ostrzegawczych. Będzie to np. sytuacja, gdy wartości nominanty z dopuszczalnym przedziałem wartości ograniczonym progami weta znajdują się poniżej dolnego progu weta i obserwujemy w nich trend rosnący.

W sytuacji, gdy doszło do emisji słabego sygnału ostrzegawczego i nie doszło do emisji mocnego sygnału ostrzegawczego, można mówić o zaistniałym zagrożeniu. Jeśli prawidłowości rozwoju zmiennej nie ulegną zmianie, to dojdzie do emisji obu sygnałów – mocnego i słabego. Będzie to np. sytuacja, gdy wartości stymulanty z progiem weta znajdują się powyżej progu weta i obserwujemy w nich trend malejący.

## 5. Weryfikacja sygnałów ostrzegawczych

Weryfikacji sygnału ostrzegawczego można dokonać poprzez sprawdzenie trafności sygnału po upływie czasu, który jest określony przez horyzont ostrzegania. Jeśli np. horyzont ostrzegania wynosił 2 okresy, to oceny tego, czy sygnał był trafny czy nie, można dokonać po upływie tych dwóch okresów. Możemy mieć wówczas do czynienia z jedną z następujących sytuacji [6, s. 72-73]:

A – sygnał ostrzegawczy zostaje wyemitowany i faktycznie sytuacja, przed którą system ostrzegął, wystąpiła,

B – sygnał ostrzegawczy zostaje wyemitowany, a faktycznie sytuacja, przed którą system ostrzegął, nie wystąpiła,

C – sygnał ostrzegawczy nie został wyemitowany, a faktycznie sytuacja, przed którą powinien ostrzegać system, wystąpiła,

D – sygnał ostrzegawczy nie został wyemitowany i faktycznie nie wystąpiła sytuacja, przed którą system ostrzega.

Jeśli oznaczymy literami a, b, c i d odpowiednio liczbę zaistniałych sytuacji A, B, C i D w całym okresie funkcjonowania systemu, to możemy wyznaczyć:

– częstość wystąpienia sytuacji A jako:

$$\omega_A = \frac{a}{a+b}, \quad (1)$$

– częstość wystąpienia sytuacji B jako:

$$\omega_B = \frac{b}{a+b}, \quad (2)$$

– częstość wystąpienia sytuacji C jako:

$$\omega_C = \frac{c}{c+d}, \quad (3)$$

– częstość wystąpienia sytuacji D jako:

$$\omega_D = \frac{d}{c+d}. \quad (4)$$

Jakość SWO będzie tym lepsza, im większa będzie częstość wystąpienia sytuacji A i D, co będzie oznaczało, że wskazania systemu są trafne. Wysoka częstość wystąpienia sytuacji A dowodzi, że istnieją czynniki lub ich wiązki, których menedżerowie nie biorą pod uwagę, i dlatego wskazania systemu są trafne. Wysoka częstość sytuacji D dowodzi, że system jest poprawnie skonstruowany. Odwrotnie można powiedzieć, że jakość klasyfikacyjnego SWO będzie tym gorsza, im większa będzie częstość wystąpienia sytuacji B i C, które są przeciwieństwami odpowiednio sytuacji A i D. Wysoka częstość wystąpienia sytuacji B wskazuje, że większość menedżerów zdaje sobie sprawę z zagrożeń i nawet, jeśli nie znają oni wskazań systemu, potrafią przewidywać, co się stanie, i podjąć odpowiednie działania zapobiegawcze. Wysoka częstość sytuacji C świadczy o błędnej konstrukcji systemu.

Zanim system wczesnego ostrzegania zacznie funkcjonować na stałe w zarządzaniu, powinien być poddany weryfikacji (testowaniu). W pierwszej kolejności weryfikacja ta odbywa się na danych historycznych, a następnie na danych bieżących. Można też przeprowadzić weryfikację systemu w innym, podobnym przedsiębiorstwie na danych historycznych lub bieżących. Jednak w przypadku testowania systemu w innym przedsiębiorstwie wiele sygnałów może być pominiętych, gdyż każde przedsiębiorstwo charakteryzuje się różnymi, właściwymi tylko jemu zdarzeniami.

Wysoka liczba trafnych wskazań w przypadku testowania systemu wczesnego ostrzegania spowoduje, że menedżerowie nabrają do niego zaufania.

## 6. Zakończenie

Zaprezentowane w artykule etapy budowy SWO zostały wypracowane na podstawie studiów literatury oraz badań empirycznych nad płynnością finansową polskich przedsiębiorstw produkcyjnych (szerzej zob. [10]). W badaniach tych poszukiwano czynników, które w warunkach polskiej gospodarki wywołują zagrażające bezpieczeństwu finansowemu przedsiębiorstwa zmiany poziomu jego płynności finansowej. W efekcie tych badań powstał system wczesnego ostrzegania, który może ostrzegać menedżerów przedsiębiorstwa o możliwej utracie płynności finansowej z wyprzedzeniem równym nawet pięć kwartałów.

## Literatura

- [1] Altman E.I., Corporate Financial Distress. A Complete Guide to Predicting, Avoiding and Dealing with Bankruptcy, John Wiley&Sons, New York 1983.
- [2] Bartkowiak R., Kryteria i metody oceny zagrożenia wypłacalności banku. Wnioski z doświadczeń Bankowego Funduszu Gwarancyjnego dla budowy systemu wczesnego ostrzegania, „Bezpieczny Bank” 1997 nr 1.
- [3] Dittmann P., *Prognozowanie w przedsiębiorstwie. Metody i ich zastosowanie*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2004.
- [4] Fitz Patric P.J., *A Comparison of Ratios of Successful Industrial Enterprises with Those of Failed Firms*, Certified Public Accountant 1932.
- [5] Hadasik D., *Upadłość przedsiębiorstw w Polsce i metody jej prognozowania*, PN nr 153, AE, Poznań 1998.
- [6] Pollak H., *Konstrukcja systemu prognoz wczesnego ostrzegania w gospodarce żywnościowej*, Z Prac Zakładu Badań Statystyczno-Ekonomicznych GUS i PAN, Warszawa 1990.
- [7] *Prognozowanie gospodarcze*, red. M. Cieślak, PWN, Warszawa 2004.
- [8] Rogowski W., *Możliwości wczesnego rozpoznawania symptomów zagrożenia zdolności płatniczej przedsiębiorstwa*, „Bank i Kredyt” 1999 nr 6.
- [9] Strahl D., *Modele zarządzania bankiem (model Triada)*, AE, Wrocław 1996.
- [10] Szpulak A., *Systemy wczesnego ostrzegania w zarządzaniu płynnością finansową przedsiębiorstw produkcyjnych*, rozprawa doktorska, AE, Wrocław 2005.

## THE ORGANIZATION OF THE EARLY WARNING SYSTEM BUILDING PROCESS

### Summary

This article presents the main steps of building an early warning system process. These steps are based on the literature studies and empirical research on Polish companies corporate liquidity. The author also defines some crucial ideas connected with building early warning system such as an early warning system, warning horizon or possible warning signals. She points out its interpretation and application in management.

---

**Aleksandra Szpulak** – mgr, doktorantka w Katedrze Prognoz i Analiz Społecznych Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu.

**Ladislav Košík**

## **STEEL SERVICE CENTER – NEW PHENOMENON**

### **1. Introduction**

Trying to offer better services, the steel industry often develops new business relations and forms of cooperation with their customers. Primary intentions of the steel contractors are to take orders from their customers and offer them solutions for their manufacturing problems. In principle, this means extension of the production chain in the steel industry.

The steel market will have to further rely on the broaden profile of the performance. The producer who will offer a portfolio with wide range of materials, variety of services, and effective performances will have the best chances to succeed on the market in the future. That is the reason metallurgical plants do not offer only their essential products but also other components, systems and services. This kind of development is now known as the „Steel Plus”. Pro-customer orientation brings success to the steel industry.

In the nineties, there was an unprecedented boom of companies, which were engaged in treating and refining products of the steel industry. Taking foreign companies as an example, they started to offer services that were new and mostly unknown to their customers. More and more steel service centers started to operate on the Czech market: new companies, new processing facilities, new technologies, and a new business spirit. As well as in other spheres of business, there were some companies, which were taking advantage of the less informed customers and were benefiting from them. Service centers had to experience both positive and negative aspects of business during the period of their progress.

### **2. Service center characteristics**

There are some companies which are interested in full improvement services in the field of purchase, sale and modify of metallurgical materials, which means that

they increase quality of material produced by steel plants. These companies are also known as the service centers. These commercial units are not only independent service centers (independent entrepreneurial unit), but also wholesales and steel plants within the frame of their divisions. They are filling the niche of the market by providing services and they are reacting on market requirements.

### **2.1. Reason for creation of service centers**

One of the few reasons for the creation of the service centers and wholesale trade was integration of the operations, mainly in means of shifting down the stream. Shifting up the stream became less popular in the last few years and it has proved the changes of the state. Integration down the stream includes not only decision of the few steelmakers to add value to their operations but can also include shipping to the distribution activities and the activities of the service centers. The ability of the steelmakers to profit from their network depends essentially on the ability of the steel plant to approach their customers, support the range of their own products secured by their logo, and satisfy their customers in means of product specification, measurements as well as cost and to be flexible to the new trends. Negligence of the company could result in profit loss or other company gains.

Another impulse for the creation of the service centers is to create an inquiry of postproduction, which is based on specific customer requirements. A steel plant either does not have the necessary equipment or the amount of the order exceeds the manufacturing capacity of the plant. Here is the chance for the wholesalers who own their service centers to seize the opportunity and to serve the unshielded part of the market. Another impulse is intentional creation of the quotation. The construction of the new service center or the operating unit in the warehouse is realized, and starts to produce a product, which had not existed on the market before. Of course, the first thing prior to the realization of such a project is a thorough analysis of the market scene.

### **2.2. Orientation of steel service centers**

The wholesale trade, with its specialization of broad range metallurgical products has strictly limited orientation. The basic business article of almost all wholesale companies is a storehouse sale, which focuses on purchasing, stocking, modifications, and selling of the metallurgical products, metallurgical secondary products and non-ferrous metals. Circle of the customers is composed of thousands of small and midsize industrial, construction, commercial, and agricultural companies for whom is not effective to buy straight from the maker. Most of service centers are orientated on tabular products that have the highest service ability. This is proof by the first place in consumption of the metallurgical products in the Czech Republic, which takes up to 46%. The second largest percentage maintain long products with 31% followed by pipes with 11% and then the rest (drawn wire, forged pieces, pressed pieces, sheeted steel, etc.).

### 2.3. Value increasing services

There are many methods in which a steel plant can add value to their manufacturing operations. In principle, there are two methods. The first method is to enhance a structure of the production by concentrating on higher added value and consequently, but not always, the products with higher margin or by reduction of the products made from common steel.

The second method is a change of the company organization or the way a company merchandizes, manufactures, and exercises its workmanship in individual areas. Companies (service centers, warehouses, steel plants in the framework of divisions) provide the servicing in the field of the purchase, sell and adjustment of metallurgical materials. I am listing activities that are increasing the value of the basic products from the steel industry (domestic and foreign).

Value increasing services:

1. Guaranteed straightness
  - by warming of material, steel straightening up to 130 mm,
  - by press up to 130mm.
2. Separation
  - by accurate angular cutting,
  - by rectangular slitting on the strip,
  - by trapezoidal slitting,
  - structural steel (is softer) scissors, burning,
  - 2 PH materials-flame cutting (oxygen, acetylene),
  - AK metal sheets-plasma burning and cutting.
3. Cleaning edges
  - by hands (grinder),
  - by grinding units,
  - charring machines.
4. Curing the surface after hot-rolling
  - the surface is scalded-sharpening by blasting (manual or blasting line).
5. Exact forge
  - heat forging,
  - cold forging.
6. Protective coat application
  - lacquer, paint, plastic,
  - galvanizing, heated zinc-coating.
7. Parting of bar material.
8. Treating of the concrete reinforcing bar and net treatment.
9. Material testing
  - spectral analysis,
  - testing of the material homogeneity by ultrasound method.

10. Packing of material-material protection during transportation.
  11. Other activities
- bimetal plates-combined stainless steel and common steel-high servicing value of this material especially in the food processing industry.
  - device for pairing of matchboards-company is creating a construction units, they supply matchboards (on the picture) with the connecting profiles and welding material.

#### **2.4. Customers of the service centers**

Most customers of the service centers and warehouses are companies from the automobile and building industry. They usually require long products (concrete reinforcing bars, bar steel, etc.), tabular products (strap iron, heavy plates and reels, sheet metal and rolls, etc.).

### **3. Recent stage of service centers**

#### **3.1. Situation in the Czech Republic**

**During a period of the planned economy** (before 1990), there were market roads of the metallurgical products distorted by managing of the fund production. The flow of the material from the metallurgical plants were primarily determined by destinations of the fund schedules. Most of the volume was distributed from the metallurgical plants straight to thee subscribers of all branches. A significant part (about 1/3) was marketed through a monopoly consumption company Ferona with warehouses spread across a great portion of the one time Czechoslovakia. More than 10% of the consumption of metallurgical material (about 300 000 tons) were realized by trains and so called easy manipulation. Without the manipulation in the warehouses the why even the large machinery industries were supplied through Ferona was that funds of their consumption were placed in Ferona without the matter of size of the delivery. This was contributed to the fact that the indicators of the company and own interests of the industrial concerns in the stock evolution will not be so strict for the consumption company preferred indicators of the company activity survey were indicators of quantity (tons, earnings, etc.), which did not incite the consumption company to divide or to adjust material delivery accordingly to the individual needs of the customers. By directing fault to this fact, every industrial concern (among them MSV Studenka, Tatra, etc.) or the construction companies were setting up index lines forming machineries. For concrete reinforcing bars, forging lines etc., which were used only for establishing company, the idea of the service centers was brought up at the end of the eighties as a new perspective.

**After 1989**, the cooperation with the foreign companies was eased and the elements of the modern warehouse style trade with metallurgical products started to flow to the ČSFR and to Ferona. Often visits of neighboring Austria and Germa-



ny lead to the search of foreign exchanges not only for the investments into warehouse technologies, but also for the progressive installments of the indexing, straightening and forging capacities right in this company. Feron had invested in the indexing attachments for high-grade expensive steel.

During a time the company had finished its indexing, straightening and other capacities in all secondary plants. Large-scale indexing attachments for cold tabular products are the top of these investments. We can say that today, warehousing capacities of Feron are the biggest capacities of the service center's style. The progressive development of the machinery started also in the competitors companies with Czech financial capital as well as in the companies with foreign funds that started to penetrate our republic. For example, Scholz Centrum Kladno, branch of West Alpine Vyškov, Klöckner Stahlhandel Praha, Alu-Koenig Frankstahl Modletice etc. These commercial, storing and producing companies brought their know-how from their essential companies in Germany and Austria. Through the chain of the wholesalers and service centers in the Czech Republic goes about 15-20% of the used metallurgical production, comparing to the world, where about 40-50% of this production goes through the chain of warehouses and service centers.

### **3.2. Service centers around the world**

The cold-rolled coated sheet metal used for the car bodies is a very important part of the world metallurgical production. According to the Eurofer, this market covers about 28% of the steel production in the European Union. Steel for the car bodies is of top quality and is not usually used in any other industries. Supplies of this steel are more or less straight in between the steel plants and the carmakers. Excluding the special service centers and the sale-representatives, responsible for the international transportation and the logistics, most of the sale-representatives are not involved in this kind of trade. There are a few markets with the special steel that are influenced only by specialized salesman. These markets are defined either by their specific character of their meaning – ex. the military department – or by overweighting technical aspects – ex. matchboards, where the specific knowledge and craft are needed. On these markets the steel plants and the end users are usually using the direct trade. Large groups of other branches using the steel are customers of the wholesalers.

#### **3.2.1. Steel wholesalers**

Because most of the steel plants concentrate their production only to the smooth-rolled, mostly steel thin sheets or other long products and then on thin or heavy products, only steel wholesalers are offering broad assortments of steel products to the customers. We can call this kind of company the next door steel plant, which is capable to deliver „Just in time” whatever, whenever, and wherever, the customer needs are. With its output in the field of global and material supply, stor-

ing and offering the services in the field of „Just in time” deliveries and at least, but not last, in the financing of not only their own, but also their customers funds in the time period of four weeks, this group of wholesalers is a very important part of the global economical system.

More than any others the wholesalers and service centers in the EU, which have about 11 million tons of steel in stock with corresponding amounts exceeding 4 billion USD, mainly target to fulfilling this role. According to the value of their funds, this group is very sensitive to the changes in the price of steel.

I would like to bring up another fact from abroad. It is a formation of the micro-steel plants and the service centers in their neighborhood. Micro-steel plants are producing rolls of heat-rolled steel and that is why the pickling, oiling, slitting, and galvanizing operations accumulate around these plants. Advantages of these relationships are a lower cost of transportation ever because of very close co-existence.

The steelmaking plants and the service centers do not have any mutual obligations and are able to change their strategies in case of new requirements. Another important aspect is a fact that lower stocks can be held by producers and can be realized „just in time”. Deliveries another recognition is that the sector of the wholesaling and service centers is busy with the investments, takeovers, fusions, and changes in the management. For example the Joint-venture in between Luxemburg company Arbed and the French storage company Champion or taking over the French company Arus of France by the German Klöckner Stahl Und Metallhandel and other.

First group is formed by the independent international wholesalers, which buy and sell large amounts of steel from one country to another. In most cases they do not have a sense of cost situations in the different markets. This might be because of the fact that they are partly marketing with steel as well as with other commodities like gas or rice. This kind of business can be considered a kind of trade, which does not have its essential function on the market with steel, which means that connecting the steelmakers with the users of the steel.

The second group of wholesalers is those whose main reason for their existence is the export of steel from one or more important steel plants to their international customers. In many cases, these wholesalers are practicing a clean merchandise business, which means they buy and sell steel from one foreign country to another, but mostly with a mutual linkage. This category of the representatives in steel has their specific product and pro-market oriented functions on the steel market, mainly in marketing and distribution of the product for makers in the foreign market.

Finally, there is a category of the wholesalers with the warehouse or service center for steel or other materials such as nonferrous metals or plastics. Unlike the first two types, their politics is pro-customer orientated. Deliveries „Just in time” are according to the customers needs very binding task for this type of company.

---

This ground plays a very important role in the steel distribution. It is a vital commitment between the steelmaker and the customer. It takes up almost 30-40% a fraction of the steel market inside of the EU and a 50% fraction of the North American market.

#### **4. Recommendations for the further development in the Czech Republic**

The market of the Czech Republic is very specific. Most of the steel producers attempt to compete with the existing and well known service centers. They are creating their own manufacturing capacities and the communication between the producers and the service centers is not very good. From the view of the service centers the steel plants are attempting to take the biggest piece from the production, sell on the market, sell ratio in our republic is 80:20, for the EU this ratio is 60:40 and in the USA it is 50:50.

The Czech Republic should be moving in the same direction – the service centers are calling for. Disadvantage of the Czech Republic is a relatively small business market. Most of the service centers and the wholesalers are targeting only the Czech market and very small percentage of their sales is coming from the export to the countries of the EU or other countries of the Central and Eastern Europe. Their production capacities, professional skills of their employees and storage capacities are on the worldwide level and there is nothing to be ashamed of. One problem that could become an obstacle when exporting is the Czech currency, which is becoming slightly stronger and thus lower the ability of the potential domestic exporter to compete.

Sometimes, the Czech service centers and wholesalers are complaining about lower quality of steel made by domestic steel plants and the necessity to buy steel of better quality from foreign producers, if this is what the customer requires. Solution to this problem could be in better communication and better exchange of information and know-how between the service centers and the steel plants. It is important to focus on the needs and demands of the customers, to increase sale of the Czech steel plants and to lower import.

Many new investor activities, that are offering new opportunities for our companies, went to realization in the Czech Republic. Important purchasers of steel products are automobile and building industries. It should be priority to the domestic companies to ensure the sale of their products to those companies that have been already existing on the Czech market (Škoda Auto, TPCA Kolín) or to the companies that are planning to enter the Czech market in the near future, for example the new Kia factory in Žilina, or possible realization of the automobile plant Hyundai in North Moravia.

Steel plants and service centers alone are not able to compete with low-cost import of metallurgical products from the countries of the EU and former Eastern Block, which are often imported to our country for dumping prices. This is where government has to intervene with import regulations or to offer to the Czech companies the same concessions that are offered to the foreign investors.

I would like to mention the outsourcing as well, the new solution of the old problems. Yes, sometimes „expulsion” of some activities out of the company can solve a long-lasting problem and today, the outsourcing is becoming a very fashionable „tool” in Czech business conditions. The steel plant does not have to get rid of their production capacity for the benefit of the service center, but only to rent this capacity for a provision. Steel plant itself will focus on its own production program and will pass the continuing operations to the cooperating company. Worldwide, there is a common type of the cooperation in between the producers and wholesalers: Joint – venture, companies that are owned in the 50:50 ratio. It would be possible to apply the same principal in the Czech republic. Steel plants will gain their „very own” distributor with his own net of clients, the good name of the distributor. Wholesale company will gain an exclusive business conditions, goodwill of the steel plant and an open door to the new markets. As well as establishing Joint – venture companies, also fusion is very popular worldwide. If there are not good conditions for a similar plan, it is possible, if there is sufficient capital coverage, to take over functioning service centers or the net of the wholesalers. I can see the same possibility for the wholesalers in here. They can extend their capacity by purchasing other service centers, net of the warehouses or the wholesale companies. This way they will extend their capacity, lose a part of their competition and will penetrate to those parts of the market, where they have not had any representation yet. At the same time they keep the customers of the former company and do not have to search for new contacts.

Customers complaints addressed to the service centers are usually pointed to the delivering conditions. The service centers are not always able to deliver requested material on time and some shipments are delivered to its destinations later than it was stated. Also certificates of the material attestation are the cause of problems to the customers. Some service centers fail to deliver on time therefore some customers cannot start their production on time. Only solution of this problem is to change a service center.

One of the ways how to improve services from the side of the service centers, wholesalers and steel plants is to establish new communication methods and to expand the communication system EDI in first place. The customers of the service centers and the centers themselves often say that non-compatibility of the systems prohibits them from their wide spread. Here is the chance for the clearing centers to provide their services in the EDI system, VAN net, to the customers, wholesalers, service centers and the steel plants. This can eliminate problems with the compati-

bility of the computer systems (IS/IT) and better cooperation of the marketing subjects.

Another possibility and the recommendation at the same time is a use of the new methods of the material records such as barcodes, which will make the material operations more effective. For example, in the textbook „Logistics” [4] there is written: probability that the mistake will occur when using a barcode is presumed from 1:10 000 to 1:1 000 000. When entering data manually, this probability is from 1:25 to 1:30.

I hope that the current situation on the market with the metallurgical products will improve in the future. That the mutual relation between the steel plants and the service centers will be less competitive and that the companies will become cooperating partners with friendly relationships and that the customers will be more involved in this manufacturing process.

## References

- [1] Buchtová J., Stibor M., *Vybrané kapitoly z ekonomiky podniku*, VŠB – Technická Univerzita Ostrava, 1998.
- [2] Cepl M., *K pojmu outsourcingu a základním problémům jeho smluvního práva*, Buletin Advokacie, č. 9/1998, str. 40.
- [3] *Database of Paper Resumes from the Field of Metallurgy by The Steel Federation, Inc Information Provided by Companies: Nová Hut' – Hutní prodejna*, Feron, a.s.
- [4] Lambert D.M., Stock J.R., Ellram L.M., *Logistika*, Computer Press, Praha 2000.
- [5] Ptáček S., *Logistika*, VŠB – Technická Univerzita Ostrava, 1998.
- [6] *Thrall Vagónka Studénka, a.s., Nářad'ovna Tatra, s.r.o., Tatra a.s., ČKD Vagonka Ostrava, Škoda Auto, a.s.*
- [7] Viestová K., *Distribúcia a logistika*, Vydavateľstvo ALFA, Bratislava 1993.

## CENTRA SERWISOWE STALI – NOWE ZJAWISKO

### Streszczenie

Artykuł ten prezentuje centra serwisowe stali jako przedsiębiorstwa, które są odpowiedzialne za wzrost sprzedaży i modyfikację w materiałach metalurgicznych oferowanych na rynku i sprzyjają tworzeniu nowych rynków zbytu. Ze względu na ich charakterystykę i zorientowanie, z powodu ich kreacji i specyfikacji, czynności w nich wykonywane powodują wzrost wartości podstawowych produktów oraz liczby klientów. Podsumowując obecny stan centrów serwisowych, ich sytuacja w Czechach i na całym świecie umacnia się. Artykuł ten proponuje pewne zalecenia związane z przyszłym rozwojem centrów serwisowych w Republice Czeskiej.

---

**Ladislav Košík** – mgr inż., doktorant w Department of Economics and Management in Metallurgy, VŠB – Technical University of Ostrava.

**Sebastian Kot**

## **B2B EXCHANGES – OPPORTUNITY FOR PURCHASING PROCESS?**

### **1. Introduction**

Traditional purchasing process seems to be neither suitable nor effective, in most large production enterprises supplied materials and services can participate 55-75% of all costs [3]. Therefore enterprises have been looking for the solutions to decrease purchasing costs and enlarge the profit margin of their products, in effect. Participating in Business-to-Business (B2B) exchanges can be one of the solution.

Business-to-Business (B2B) exchanges are electronic marketplaces on the Internet where suppliers and buyers interact to conduct transactions. Many B2B exchanges sprung up in 1999 and 2000, each generally focusing on industry vertical, such as electronic components, plastics, or auto parts [2].

B2B Internet trading platforms may take many different forms. They include all Internet-based technical solutions that aim at facilitating the establishment of new trading relationships between companies or at supporting existing relationships. Some B2B Internet trading platforms focus on completing business transactions while others support the integration of IT systems and a third group simply provides information.

B2B Internet trading platforms can take following forms [4]:

- **Company web sites:** Company sites can be thought of as round-the-clock mini-trade exhibits. In some cases, company web sites serve as the entrance to an exclusive Extranet, available only to customers and registered site users. In other cases, company web sites have direct access allowing them to effectively retail to other businesses. In this sense, company web sites could be considered as a forerunner of Internet trading platforms.
- **Product supply and procurement exchanges:** A company can shop for supplies from vendors, request proposals, and, in some cases, bid to make a purchase at

a desired price. Sometimes referred to as e-procurement sites, some serve a range of industries and others focus on a niche market.

- Specialized or vertical industry portals: These sites provide a „sub-web” of information, product listing, discussion groups and other features. They have a broader purpose than the procurement sites although they may also support buying and selling. A special form of this type of activities is brokering sites, which act as an intermediary between someone wanting a product or service and potential providers. Equipment leasing is an example.
- Web-EDI: The most basic Electronic Data Interchange (EDI) level consists of a computer-to-computer exchange over dedicated lines of normal business transactions including payments, information exchange and purchase order requests. The second level incorporates an application-to-application design where individual companies link a minimum of one of their in-house systems to the EDI interface, gaining optimal productivity. A new type of EDI is based on real-time data exchange over the Internet between customers, partners and suppliers. Evolving from basic EDI, the solutions are becoming more complex. Participants in the data exchange may use different software, utilize different protocols, and data formats.
- E-marketplaces: They are defined as an online service run by a third party where several buyers and sellers meet to buy and/or sell products and/or services – the famous „butterfly” model (Figure 1).

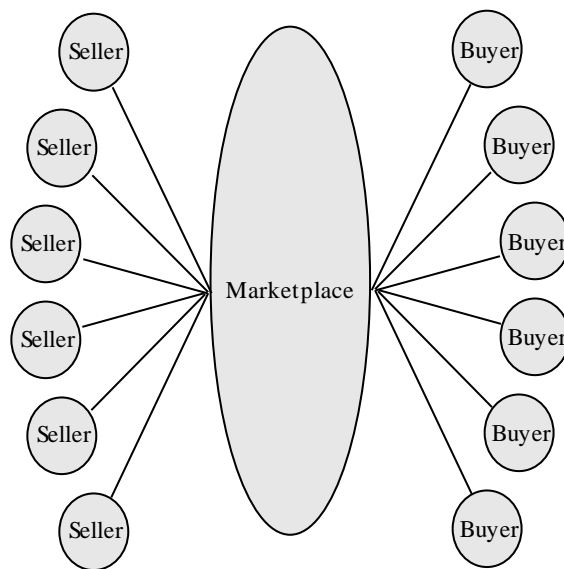


Fig. 1. The butterfly model

Source: [5].

Many B2B Internet platforms have two things in common: they can be used with a web browser and they bring together many suppliers and many buyers. These platforms are called business-to-business (B2B) portals.

Many B2B Internet platforms offer a combination of the different functionalities described below. Therefore platforms offering only one of these functionalities are rather rare. The different functionalities are [10]:

- supplier directories and search engines for finding suppliers and getting leads,
- tendering services for finding orders and placing requests,
- classifieds for finding and publishing discrete offers,
- auctions to achieve the highest price when selling,
- reverse auctions for determining the cheapest supplier.

## 2. B2B exchanges development

Since the beginning, B2B exchanges have had a tremendous growth, Goldman, Sachs and Co. had projected that US B2B sales on the Internet would reach \$1,5 trillion by 2004 compared with \$114 billion in 1999 [9, p. 36]. The growing interest in B2B e-business is also reflected by the fact that in 1999, venture capitalists poured \$17 billion into B2B endeavors, compared with \$11 billion in Business-to-Customer (B2C) ventures [9].

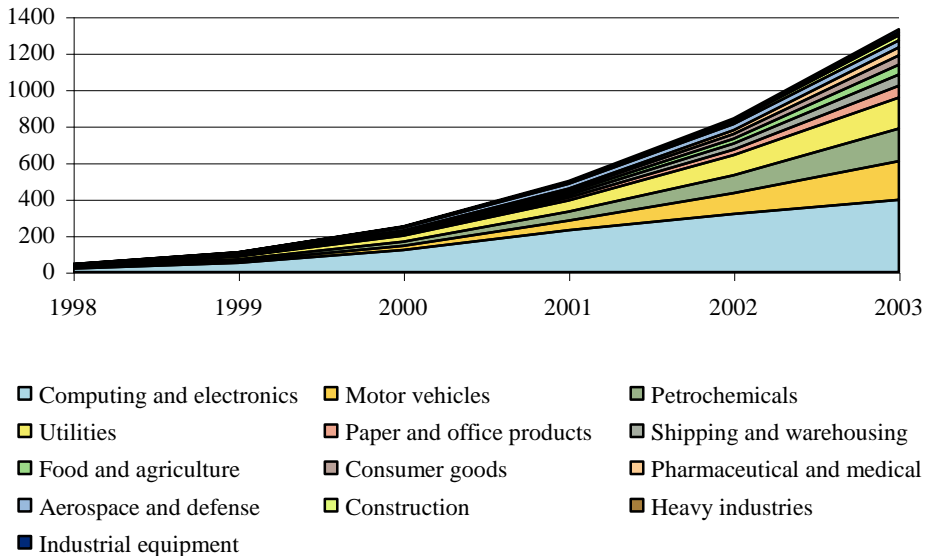


Fig. 2. U.S. Business-to-Business e-Commerce Revenue [\$Bn]

Source: author's elaboration based on [11].



Real growth of B2B sales has met above mentioned forecasting. In 2003 US B2B exchanges was estimated on \$1,33 trillion (Figure 2). The largest participation in this amount had B2B platform trading computing and electronics, motor vehicles, petrochemicals and utilities.

Despite of rising trade value reached via B2B platform we can observe that since 2000, a consolidation process has started which seems not yet fully completed. It is estimated there are around one thousand B2B e-marketplaces worldwide, with about 300-500 active in Europe (Table 1).

Table 1. Estimated numbers of active B2B marketplaces by region of activity \*

Active in	Berlecon Research		eMarketServices	
	4/2002	2/2003	4/2002	6/2003
World	1060	889	1189	1008
North America	669	556	619	447
Europe	381	324	540	516

\* Note: The regional information denotes activity within the respective region, not necessarily the headquarters.

Sources: B2B marketplace databases from Berlecon Research ([www.berlecon.de](http://www.berlecon.de)), and eMarketServices ([www.emarketservices.com](http://www.emarketservices.com)).

Concerning the usage of B2B Internet trading platforms by enterprises, the *e-Business Watch* reports for the 4 largest EU Member States (Germany, France, UK and Italy) that around 5% of European enterprises used e-marketplaces in mid-2002 and early 2003 and that a further 3-4% are planning to do so in the near future. These figures suggest that the overall impact of B2B e-marketplaces is still relatively low, but considerable differences exist between different industry sectors.

In the Information and Communication Technologies (ICT) services sector, for example, 7-12% is regularly trading via e-marketplaces, while a further 6-9% has reported that they are planning to do so (Table 2). Also the tourism industry shows an above-average use of e-marketplaces. It is also interesting to note that the plans to use e-markets seem to be more developed in those industries that already use them to a larger extent, such as in ICT services, tourism or business services. This suggests that e-marketplaces are more suited to the Internet trading demands for some sectors than for others.

Some industries show considerable differences between the e-marketplace use of small and large companies (Table 3). Generally, large enterprises are more likely to use e-marketplaces than SMEs.

While almost 10% of the large enterprises confirm that they use e-marketplaces for selling or purchasing products and services, only about 5% of the SMEs do so. This picture prevails in the data available for early 2003. The respective ratio is 7%

Table 2. Participation in B2B e-marketplaces by sector (2002/03)

Sectors (EU-4*)	Trading on e-marketplaces		Planning to trade on e-marketplaces within 12 months	
	6/2002	3/2003	6/2002	3/2003
Food, beverages and tobacco	0.7	0.6	2.7	1.1
Publishing, printing & AV services	4.7	–	3.9	–
Chemical industries	4.3	2.9	2.7	4.4
Metal products	0.8	–	2.4	–
Machinery and equipment	3.0	–	2.7	–
Electrical machinery and electronics	4.6	4.0	3.8	4.7
Transport equipment manufacturing	4.1	3.6	3.2	4.1
Retail	6.6	4.9	2.0	4.3
Tourism	8.6	5.5	5.0	4.2
Financial sector	3.7	–	1.6	–
Insurance and pension funding	4.2	–	5.0	–
Real estate activities	2.5	–	1.3	–
Business services	5.0	–	5.1	–
ICT services	11.9	7.2	9.0	5.7
Health and social services	3.8	–	2.3	–
<b>Total (EU-4*)</b>	<b>5.3</b>	<b>4.9</b>	<b>3.4</b>	<b>4.2</b>

Regional coverage: EU-4 (Germany, France, Italy, UK).

\* Note that the sector composition of the EU-4 is a different one in 2003 (7 sectors,  $N = 2815$ ) than in 2002 (15 sectors,  $N = 5917$ ).

Source: [7].

to 5% for a subset of the industries studied in 2002. Among current non-users, the percentage of enterprises that plan to start using marketplaces is higher among large enterprises (5%) than among SMEs (about 4%), but not as significant as in terms of active participation. Also this picture is the same in 2003.

Less interest in on line and B2B trading platforms usage is noticed when comprising B2B purchasing in Poland to situation in other EU countries. 12% of all enterprises (with 19% employees) in Poland make purchases on line. But 2% of enterprises do it via B2B trading platforms. This share is relatively higher in other presented countries (Table 4). Comparable or even higher share of enterprises in Poland to other EU countries exchange their documents online with suppliers but there is a few enterprises in Poland using supply chain management systems.

The reasons of such a low interest in online purchases and B2B trading platforms usage can be lower share of enterprises with the computer and the internet access. The percentage of enterprises using computers in Poland amounts to 77% (86% of employees) while in Germany 93%, in UK 80% but with staff of 94% of total employees number in both countries. The Internet access has 66% of total enterprises in Poland while in Germany 80% and in UK 75% almost 90% employees in both countries. Moreover the internet access in Poland is realized applying tech-

Table 3. Participation in B2B e-marketplaces by sector and size class (mid 2002)

Participation in e-marketplaces	0-49 employees	50-249 employees	250+ employees
Food & beverages, tobacco	0.5	4.4	6.9
Media & printing	4.6	5.1	13.8
Chemical industries	3.8	2.4	23.2
Metal products	0.6	7.1	13.5
Machinery and equipment	2.6	5.0	19.5
Electronics	4.3	11.0	7.6
Transport equipment	3.6	3.9	20.6
Retail	6.6	5.2	5.5
Tourism	8.6	11.2	8.8
Banking and leasing	3.7	4.7	1.5
Insurance and pension funding	4.0	4.6	6.4
Real estate activities	2.5	2.5	10.5
Business services	5.0	2.9	3.5
ICT services	11.9	14.5	7.8
Health and social services	3.8	0.0	0.8
<b>Total (EU-4*)</b>	5.3	5.1	9.8
<i>Total (EU-15)</i>	5.3	5.2	8.6
<i>Total EU-4 in 3/2003</i>	4.9	6.0	7.3

\* Regional coverage: EU-4 (Germany, France, Italy, UK).

Source: [7].

Table 4. Online purchasing, B2B connectivity and supply chain management in 2003/04

	Online procurement / sourcing						B2B connectivity / SCM					
	Make online purchases		Online purchases >5%		Buy on B2B trading platforms		Exchange documents online with suppliers*		IT system integrated with supplier		Use SCM system	
	% firms	% empl.	% firms	% empl.	% firms	% empl.	% firms	% empl.	% firms	% empl.	% firms	% empl.
Germany	39	56	27	30	12	20	25	33	5	8	2	7
Spain	20	28	11	15	8	9	38	46	6	8	6	13
France	27	37	14	16	6	7	35	50	2	7	1	4
Italy	27	30	17	15	4	6	25	30	9	8	1	3
United Kingdom	48	58	25	29	5	8	46	52	2	9	1	5
Estonia	28	35	6	11	2	3	47	56	3	12	1	4
Poland	12	19	5	9	2	4	40	44	2	3	0	2

Source: author's elaboration based on [8].

nologically less advanced analogue modem [8]. Considering lack of ICT infrastructure one should remember important assertion made by Carr that it was no longer possible to gain strategic advantages from ICT, since their use has become a commonplace [1].

Many Polish and European enterprises still hesitate to fully engage themselves in electronic trade. In some cases, they may have good reasons not to, based on a clear assessment of potential costs and benefits. In other cases, they may underestimate the dynamics that lie behind the transition from paper-based to electronic transactions. The following problems seem to be of particular relevance [8]:

- Lack of awareness of the risks and benefits: Searching for information is not a priority for most of enterprises. It is often unclear whether e-business is beneficial to them.
- Difficulties in identifying the most relevant B2B Internet trading platforms. In most sectors, a great number of trading platforms exists, with some of them of dubious character. Due to the lack of market transparency, it is not always easy to select the right ones, as this would require time and money. This may result in the need to participate in many different Internet trading platforms, with multiple fees and higher investment costs.
- Insufficient clarity of product definitions and incompatible technical standards: The diversity of standards makes it difficult to choose the most stable solution.
- New commercial risks resulting from incomplete information about market rules, business partners and unfair practices: E-marketplaces have their own rules that are sometimes distinct from usual business, e.g. for electronic auctions.
- Financial barriers to enter into e-business: The cost of implementing a secured transaction protocol and to maintain IT systems and websites can be very high. Larger companies can usually better afford these costs, spreading them more widely and benefiting from the economies of scale. The costs of ICT usage are lower for large enterprises, even though their systems are more sophisticated, as smaller enterprises are forced to invest six times more human capital in their poorer ICT infrastructure and medium-sized enterprises have to invest about twice as much.
- Lack of qualified personnel: Qualified personnel are either not directly available within the existing staff of the enterprise, or hard to find on the job market. High salaries required by qualified IT experts are often not affordable.

### **3. Conclusion**

Corporations' acceptance of the Internet in the new economy has sparked a revolution in the way businesses buy and sell products from each other. These business-to-business transactions are increasingly being done over Internet-based net markets or B2B exchanges. If today's bricks and mortar companies are to survive, they must reinvent themselves to integrate the Internet into everything they do and connect with one or more B2B exchanges. The first marks of the change could be noticed – the incredible increase of purchasing value made using B2B in last few

years, in computing, motor vehicles and petrochemicals industries, mainly. Considering the presented effects of B2B marketplaces for purchasing, it can be stated that various forms of B2B solutions can be used, the share of enterprises using B2B platforms depends on the branch and the functioning scale (employees' number), the usage of B2B platforms in larger enterprises are more common. There is a clear difference in apply of B2B platform to procurement in Poland and other EU countries. Usage of B2B platforms for business activity is quite scarce then in developed European countries; in exchange documents online with suppliers, Polish enterprises can be compared to the level of other countries. There are still many problems to solve to make B2B exchanges more common in purchasing process organizing the main of them are as follows: lack of awareness of the risks and benefits, difficulties in identifying the most relevant B2B Internet trading platforms and new commercial risks resulting from incomplete information about market rules, business partners and unfair practices. Considering future development of B2B it could be interesting to refer to W.D. Raisch [6] suggest, he thinks that exchanges those until now have been focusing on goods exchanges and transaction systems, will evolve to embrace the exchange of knowledge. In fact, intra-enterprise knowledge exchange systems have been evolving for some time now (with mixed results, but inexorable forward progress overall). Knowledge exchange of information in context, which is usable for decision making as well as for learning (for example, best practices will be exchanged between willing enterprises, affecting the development of professionalism and management skills).

## References

- [1] Carr N.G., *It Doesn't Maste*, „Harvard Business Review”, May 2003.
- [2] Chopra S., Meindl P., *Supply Chain Management. Strategy, Planning, and Operation*, Prentice Hall, New Jersey 2001.
- [3] Emiliani M.L., *Business-to-business Online Auctions: Key Issues for Purchasing Process Improvement. Supply Chain Management*, „An International Journal” 2000 5(4).
- [4] *Report of the Expert Group on B2B Internet Trading Platforms. Final Report*, <http://europa.eu.int/comm/enterprise/ict/policy/b2b/index.htm>.
- [5] *Opportunities and barriers for SMEs – A First Assessment*, Commission Staff Working Paper on B2B Internet trading platforms, Commission of the European Communities, Brussels, 11.11.2002.
- [6] Raisch W.D., *The eMarketplace. Strategies for Success in B2B eCommerce*, McGraw-Hill, New York 2001.
- [7] *The European e-Business Report 2004 Edition*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, September 2003.
- [8] *The European e-Business Report 2004 Edition*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, September 2004.
- [9] *To B2B or not to B2B*, U.S. News & World Report 2000, February 7.

[10] *Trading Functions on Business-to-business Portals*, <http://www.emarketservices.com/>.

[11] *Utility B2B Exchanges Elements for Success*, [www.carilec.org/conf\\_archive.htm](http://www.carilec.org/conf_archive.htm).

## TRANSAKCJE B2B – SZANSĄ DLA PROCESU ZAOPATRZENIA?

### Streszczenie

Artykuł prezentuje założenia transakcji B2B wraz z przeglądem ich form i pełnionych przez nie funkcji. Szybki wzrost przychodów z handlu za pośrednictwem internetowych platform obsługujących przedsiębiorstwa jest następnym obszarem poruszonym w artykule. Autor porównuje również skalę zastosowania platform internetowych z realizacją zaopatrzenia przedsiębiorstw w Polsce i w wybranych krajach Unii Europejskiej. Próbuje również wyjaśnić przyczyny mniejszego zainteresowania zaopatrzeniem za pośrednictwem platform internetowych w Polsce w porównaniu z innymi krajami UE, wskazuje także na problemy ich zastosowania. W zakończeniu zaprezentowano również jeden z ciekawszych scenariuszy rozwoju platform B2B.

---

**Sebastian Kot** – dr inż., adiunkt, kierownik Zakładu Eurologistyki Politechniki Częstochowskiej.

**Maciej Kotula, Krzysztof Romanowski**

## **PLANNING THE SUPPLIES OF PRODUCTION MATERIAL PURCHASED IN CONSTANT SIZE OF DELIVERY PACKAGE**

### **1. Introduction**

Today, if one wishes to manage the company effectively, it is necessary to dedicate much more time and attention to the tools of planning, control and management. A new group of tools is required, providing better clarity of the company's costs and revenues, which in turn means that the results and expenses should be planned and controlled even more carefully than so far.

In many companies, it is easy to notice the need for developing new tools supporting the decision process already on the stage of production planning and supply of materials. In practice, determining the size of production lots, or the material supplies and their schedule are often one of the least appreciated and badly executed planning activities. This fact is mainly caused by the lack of knowledge as to the possibilities, conditions and consequences of applying the methods selected.

This study is totally devoted to the issue of material supply planning in relation to the production requirements of the company. This work is an attempt to search for a methodological approach assisting the decision process. The assumption is that the proposed procedure should be simple enough to avoid any significant cost while putting it into practice.

### **2. Planning the supply of production materials – decision process**

The fundamental purpose of planning material procurement is to assure the continuity of production. In other words, planning is aimed at meeting the requirements of production regarding the kind of materials, their size and terms of delivery. Such decisions also have to be economically justified.

Literature gives many methods supporting this decision process, however, in practice they are not applied in Polish companies to a larger extent or they are not used at all. The reason for this state of things most often lies in the lack of abilities to adapt certain methods to the operating conditions of a given company. However, each person responsible for the control of production materials supplies, sometimes even unconsciously, creates some repeatable outline of the procedure. Therefore, a question arises automatically, whether it is possible to design a general method, which would at the same time be flexible enough to be used in practice by various companies. Certainly, every general solution still needs to be adjusted to the specific activity of any given company. The following work is an attempt to find such a method.

In the beginning, it is necessary to point out that this procedure refers to the selection of the optimal (according to the criterion accepted) delivery plan of a single material.

The proposed method of making decisions consists of the two consecutive stages. The role of the first one is to generate all feasible variants of the material delivery plan. In the next stage, based on a subjective criterion, the choice of the optimal solution is being made. The cost criterion is the one most often applied. In other words, the company tries to determine the quantities and dates of material deliveries in such a way that production needs are satisfied in 100%, while at the same time incurring the lowest expenses related to the flow of this material.

### **3. Stage 1 – generating the set of acceptable decisions**

On the first stage of the proposed procedure, a set of alternative, acceptable decisions related to the quantities and dates of deliveries of a given material in a given period of time should be generated. Only those decisions, which cover the production needs in 100%, are considered acceptable. In reality, the feasibility of alternative solutions and their acceptability should also be considered with respect of other criteria specific to a given company, for instance in the context of its storage capacity or financial capabilities. Practice often shows that a constraint of some kind appears in the purchasing process, which in many cases significantly affects the whole purchasing planning procedure. A typical case here could be for example the size of commercial packages in which the given material can be purchased from a certain supplier. Therefore, in the proposed procedure an assumption is made that the material from the particular supplier can only be bought in multiples of the commercial package. For more clarity, it is further assumed that the supplier can offer only one and unchangeable size of the package. Moreover, an infinite availability of the material is also assumed.



In order to enter the first stage of the procedure, it is essential to establish some basic assumptions. This study was based on the general principles applied in formulating the assumptions for dynamic programming [1, pp. 165-167]:

1) the replenishment plan (purchase orders) refers to the procurement of one purchased material only, in one type of commercial packaging of size „S”. The quantity of a single purchase must be a multiple of the commercial packaging size;

2) planning is carried out for a finite number of  $n$  periods (e.g.: of months). Every period can be identified by the starting and ending point. We are assuming that the period numbered  $i$  is determined by the interval  $[i - 1, i]$  what we read: period  $i$  has its beginning at moment  $i - 1$  and ending at moment  $i$ ;

3) the supply of the material is being transferred to the warehouse where it is being added to the available stock in the beginning of the period. The available stock at the end of a period is becoming the available supply in the beginning of the next period. Let  $z_i$  mean the available stock at the moment  $i$ ,  $i = 0, 1, \dots, n$ . We are interpreting  $z_0$  as the available stock in the beginning of period 1.  $z_1$  means the available stock at the end of the period 1 what is equal to the available stock in the beginning of the period 2;

4) we represent the quantity purchased in period  $i$  with  $x_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  (in multiples of a single distribution package „S”). The purchase can be made within the whole period. Based on the principle of adding it to the stock available at the beginning of the period, we are deciding that we have the right to make use of it as if it was available in the beginning of the period;

5) we assume that we know the orders for the material in every period. We represent the order in period  $i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  with  $d_i$ .

In the model:

- size of the order is treated as external data resulting from the real orders or from the forecast,
- we will be treating the available stock of the material as a result figure, calculated on the basis of purchased quantities and consumption resulting from production orders,
- size of a single purchase of the material is a variable decision.

It is possible to find a simple balancing equation between the introduced values:

$$z_i = z_{i-1} + x_i - d_i, i = 1, 2, \dots, n,$$

which we read directly – available stock at the end of the period  $i$  is equal to available stock in the beginning of the period increased by the purchase in this period and decreased by the size of the realized production order in this period. We are receiving a set of recursive equations, which show the changes in stock quantities resulting from the purchase decisions and production requirements.

Having determined the basic assumptions of the method, it is possible to start formulating the task of the first stage of the procedure, and then finding the method of its solution:

**TASK:**

Assuming that the sequence of production orders for the material is known for  $n$  periods, and knowing the size of commercial packaging of the material, the task is to determine the quantity purchased in each period in such a way that it will be possible to carry out production orders with the stock available at the warehouse.

**SOLUTION TO THE TASK:**

1. Determine the total number of purchased distribution packages in the analyzed  $n$  periods.

2. Determine feasible variants of the quantity of purchased distribution packages in every period, so that it is possible to carry out production orders using the stock at the warehouse.

We assume that the available stock at the beginning of the first period  $z_0 = 0$ .

The process of determining legal variants of purchase quantities in periods  $i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  will be presented in more detail using the example of planning of supplies of the material „T” in one of production companies.

**Example:**

Material „T” is being purchased in multiples of constant, 25 kilogram distribution packages.

Planning of supplies of the material „T” will be conducted for twelve consecutive periods (in this case months).

**Initial data:**

Size of commercial package [kgs]	25
----------------------------------	----

Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Quantity drawn from stock [kgs]	5	3	4	6	6	5	6	5	6	4	3	4

**Auxiliary data:**

Total quantity drawn from stock [kgs]	57
Number of commercial packages [pcs]	3

Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cumulative quantity drawn from stock [kgs]	5	8	12	18	24	29	35	40	46	50	53	57
Cumulative number of packages [pcs]	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3

**Solution:**

In the analyzed example of supplies of material „T”, the generation of acceptable variants gave the following results:

Table 1. Acceptable variants of supplies of material „T”

Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Variant 1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variant 2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variant 3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variant 4	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Variant 5	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Variant 6	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Variant 7	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Variant 8	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Variant 9	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Variant 10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Variant 11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Variant 12	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variant 13	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variant 14	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Variant 15	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Variant 16	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Variant 17	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Variant 18	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Variant 19	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Variant 20	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Variant 21	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Variant 22	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variant 23	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Variant 24	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Variant 25	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Variant 26	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Variant 27	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Variant 28	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Variant 29	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Variant 30	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Variant 31	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Variant 32	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Variant 33	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Variant 34	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Variant 35	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Variant 36	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Variant 37	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Variant 38	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Variant 39	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Variant 40	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Variant 41	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Variant 42	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Variant 43	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Variant 44	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Variant 45	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Variant 46	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Variant 47	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Variant 48	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Variant 49	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Variant 50	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Variant 51	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0

Source: own study.

Having determined the set of acceptable decisions – variants of supplies of material „T” in the analyzed period of twelve months – it is possible to initiate the second stage of the procedure, i.e. to the selection of the optimal variant of supplies.

#### **4. Stage 2 – indicating the best variant of material supplies**

The aim of the second stage of the proposed procedure is to indicate which solution from the group of previously established acceptable solutions is the optimal one, from the point of view of a criterion approved by a given company. Most often, this type of decisions is made on the basis of cost criteria which are reliable and which were designed especially for the needs of a given company. The proposed procedure was based on cost related components, most often used by companies when planning material supplies. These components were divided into 3 basic groups: material costs, stock creation costs and stock holding costs. Three combined basic groups of costs, in the presented model calculation, comprise a decision cost value called „the calculated supply consumption cost”. To make the results clearer and to simplify the procedure of calculating the costs in the presented „model calculation” only these components of the three standard groups were indicated, which in practice play the biggest part during the process of making this type of planning decisions.

#### **5. Calculation of cost for decision purposes – model form**

The calculation of expenses of each variant of material supplies is based on the following classification of cost elements in the presented method:

##### **1. Material costs**

- a) direct materials,
- b) buying costs.

The position „direct materials” includes expenses for materials which serve for direct product manufacturing.

The value of direct materials is being established according to the actual purchase prices.

„Buying costs” includes the area of the company’s activity related to the purchase of materials for the needs of its production operations. In general, this item includes the costs, not included in the purchase price, of all activities of the company resulting in the receipt of the materials to their first place of storage. Example expenses being acknowledged as costs of this item are shipment costs, services and wages for loading and unloading, costs of packaging necessary to protect the delivery, customs fees, etc.

Costs of the material purchase will be represented in the presented model calculation as „shipment costs”.

## 2. Stock creation costs

They will be represented in the model calculation as a separate cost element. They will be represented as „constant costs of material delivery receipt”.

## 3. Stock maintenance costs

Costs of maintaining the stock of the material in the model calculation will be represented as insurance costs, storage costs and the cost of binding capital in material stocks. In order to calculate the aforementioned costs, a formula of average cost assignment will be used, which is calculated as a fraction of the value of the materials in stock. As a result, there is a need to handle relative ratios of the storage. The amount of these three components will be represented as „relative ratio of the costs of storage”.

Recapitulating the accepted pricing criterion – „calculated cost of material consumption” – will consist of 4 main cost elements:

1. Direct materials.
2. Shipment costs.
3. Constant costs of material delivery receipt.
4. Stock maintenance costs.

### Example:

In the discussed example of supplies of the material „T”, the acceptable variants of size of purchases generated on the first stage, result in considerably diversified values of costs. This variety of obtained results is a consequence of the assumptions accepted previously. In the analyzed example of supplies of the material „T” these assumptions are introduced in the following way:

It is assumed that the company purchases material „T” only from one supplier X.

## 4. Direct materials

Supplier X made his selling price of material „T” dependent on the size of a single purchase:

Single purchase [kg]	(0; 10>	(10; 20>	(21; 30>	(30; 40>	(40; 50>	(50;80 >
Purchasing price per unit [pln/kg]	710	680	660	615	585	570

## 5. Shipment costs

In the proposed method it was assumed in the beginning, that we analyze the procurement of only one material which is being purchased exclusively from a single, constant supplier. In other words, we assume a constant shipping point of the material to our company.

The shipping warehouse of supplier X is located at a distance of 317 km from the company being analyzed. The company receives the material at its own cost,

using the services of one of the forwarding agents available in the market. Settlements with the forwarding agent are being made according to a price list of transportation services specified in the contract – the table of fees. This table is a matrix of transport fees, where individual costs depend on the distance and the weight of the shipment. It is assumed that the volume requirements of the shipment are always satisfied (Table 2).

Table 2. Table of transport fees

		WEIGHT (KG)						
		1-30	31-60	61-100	101-150	151-200	201-250	...
DISTANCE (KM)	1-50	30	33	38	45	51	60	...
	51-100	33	34	39	47	53	62	...
	101-150	41	42	51	58	71	79	...
	151-200	42	44	56	89	108	125	...
	201-250	43	45	60	96	115	132	...
	251-300	44	46	62	101	122	141	...
	301-350	45	47	68	104	128	150	...
	351-400	46	49	70	110	133	158	...
	401-450	47	50	73	113	136	164	...
	451 - 500	48	51	76	115	140	170	...
...	...	...	...	...	...	...	...	

Source: own study.

## 6. Constant cost of material delivery receipt

In the presented example of supplies of material „T” it was assumed that the constant cost of receiving a single delivery of the material is 300 zlotys.

## 7. Stock maintenance costs

Monthly rate of the expense of binding the capital	1,67%
Monthly rate of insurance	0,21%
Monthly rate of storage costs	0,63%
<b>Monthly relative ratio of costs of storage</b>	<b>2,51%</b>

### Solution:

The values of the calculated cost of consumption of material „T”, for each of the acceptable variants of deliveries, are presented in table 3.

In the analyzed example, „Variant 11” of planning the supply of materials „T” turned out to be the most profitable variant, according to the accepted criterion, i.e. two deliveries in the analyzed twelve months – first delivery of two packages in the 1<sup>st</sup> period and the second delivery of one package in the 11<sup>th</sup> period.

When studying the above results, it is worth noticing that except for the fourth and tenth line, the first twelve lines consist only of the variants presenting various combinations of two supplies in the analyzed period of twelve months – one

Table 3. Calculated cost of material consumption

No.	Variant	Raw materials [pln]	Shipment cost [pln]	Material cost [pln]	Delivery receipt cost [pln]	Storage cost [pln]	Calculated cost of material consumption [pln]
1	Variant 11	45 750,00	88,00	45 838,00	600,00	4 305,92	50 743,92
2	Variant 46	45 750,00	88,00	45 838,00	600,00	4 326,29	50 764,29
3	Variant 10	45 750,00	88,00	45 838,00	600,00	4 745,71	51 183,71
4	Variant 1	42 750,00	68,00	42 818,00	300,00	8 136,87	51 254,87
5	Variant 39	45 750,00	88,00	45 838,00	600,00	5 152,77	51 590,77
6	Variant 9	45 750,00	88,00	45 838,00	600,00	5 196,54	51 634,54
7	Variant 8	45 750,00	88,00	45 838,00	600,00	5 658,68	52 096,68
8	Variant 31	45 750,00	88,00	45 838,00	600,00	5 999,99	52 437,99
9	Variant 7	45 750,00	88,00	45 838,00	600,00	6 132,42	52 570,42
10	Variant 51	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	2 534,26	53 054,26
11	Variant 6	45 750,00	88,00	45 838,00	600,00	6 618,05	53 056,05
12	Variant 22	45 750,00	88,00	45 838,00	600,00	6 868,48	53 306,48
13	Variant 50	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	2 974,05	53 494,05
14	Variant 45	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	2 978,43	53 498,43
15	Variant 5	45 750,00	88,00	45 838,00	600,00	7 115,87	53 553,87
16	Variant 44	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	3 418,22	53 938,22
17	Variant 49	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	3 424,87	53 944,87
18	Variant 38	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	3 433,75	53 953,75
19	Variant 4	45 750,00	88,00	45 838,00	600,00	7 626,18	54 064,18
20	Variant 12	45 750,00	88,00	45 838,00	600,00	7 758,77	54 196,77
21	Variant 43	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	3 869,04	54 389,04
22	Variant 37	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	3 873,54	54 393,54
23	Variant 48	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	3 887,01	54 407,01
24	Variant 30	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	3 900,50	54 420,50
25	Variant 3	45 750,00	88,00	45 838,00	600,00	8 149,31	54 587,31
26	Variant 36	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	4 324,36	54 844,36
27	Variant 42	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	4 331,18	54 851,18
28	Variant 29	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	4 340,28	54 860,28
29	Variant 47	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	4 360,76	54 880,76
30	Variant 21	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	4 378,96	54 898,96
31	Variant 2	45 750,00	88,00	45 838,00	600,00	8 685,56	55 123,56
32	Variant 35	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	4 786,50	55 306,50
33	Variant 28	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	4 791,11	55 311,11
34	Variant 41	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	4 804,92	55 324,92
35	Variant 20	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	4 818,74	55 338,74
36	Variant 27	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	5 253,25	55 773,25
37	Variant 34	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	5 260,24	55 780,24
38	Variant 19	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	5 269,57	55 789,57
39	Variant 40	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	5 290,56	55 810,56
40	Variant 26	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	5 726,99	56 246,99
41	Variant 18	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	5 731,71	56 251,71
42	Variant 33	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	5 745,87	56 265,87
43	Variant 17	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	6 205,45	56 725,45
44	Variant 25	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	6 212,62	56 732,62
45	Variant 32	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	6 243,69	56 763,69
46	Variant 16	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	6 691,08	57 211,08
47	Variant 24	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	6 710,44	57 230,44
48	Variant 15	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	7 188,90	57 708,90
49	Variant 23	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	7 220,76	57 740,76
50	Variant 14	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	7 699,22	58 219,22
51	Variant 13	49 500,00	120,00	49 620,00	900,00	8 222,34	58 742,34

Source: own study.

delivery of two packages and one delivery of a single package. The interesting thing is that the fourth and tenth line are occupied by two extreme possibilities of material supplies. Fourth line is taken by „Variant 1”, i.e. delivery of all 3 packages already within the 1<sup>st</sup> period. Despite the lowest material cost of all the variants (the lowest price per unit and the cost of transport), very high maintenance costs (but it is worth underlining that not the highest of all variants), made this variant fall to the fourth position. The second extreme delivery option, consistent under the circumstances with the ‘just-in-time’ idea, is presented in „Variant 51”. In this variant, the two subsequent deliveries appear in the periods, in which at the beginning of the given period, the stock is lower than the planned quantity to be drawn for production. In this example there are four deliveries of a single package. Analyzing the results of this variant, it is easily observed that they are almost exactly in opposition to the results of „Variant 1”.

In „Variant 51” there are the highest of all material costs and at the same time the lowest maintenance costs. The total amount of the above costs placed this variant on the tenth position.

## 6. Findings

It seems that the presented method of calculating may in many cases facilitate decision making process, regarding the size and terms of delivery of particular raw materials for production. This procedure may be especially helpful in comparing the offers of different suppliers of the same material. In practice, very often different suppliers offer the material in various sizes of commercial packages. The significant difference in their offers concerns also the purchasing price and the transport cost, whether it is already included in the price or the customer has to consider the additional cost of receiving the purchased goods. The comparison of all these important elements of the offer, being of key importance for the final choice of the customer, and then determining the delivery dates as well as the sizes of particular purchases, would be quite inconvenient without means of some algorithm. The presented method of calculation could be a helpful suggestion in making such decisions.

## References

- [1] Krawczyk S., *Metody ilościowe w logistyce (przesiębiorstwa)*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2001.
- [2] Leszczyński Z., Wnuk T., *Controlling*, Fundacja Rozwoju Rachunkowości w Polsce, Warszawa 2000.
- [3] Rutkowski A., *Zarządzanie finansami*, PWE, Warszawa 2003.
- [4] Sojak S., *Rachunkowość zarządcza*, Wydawnictwo „Dom Organizatora”, Toruń 2003.



---

## PLANOWANIE DOSTAW MATERIAŁU PRODUKCYJNEGO NABYWANEGO W STAŁYM CO DO WIELKOŚCI OPAKOWANIU DOSTAWCZYM

### Streszczenie

Niniejsze opracowanie zostało w całości poświęcone zagadnieniu planowania dostaw materiałowych pod kątem potrzeb produkcyjnych przedsiębiorstwa. Praca ta jest próbą poszukiwania podejścia metodologicznego wspomagającego proces decyzyjny. Z założenia proponowany sposób postępowania ma być na tyle prosty, aby bez konieczności ponoszenia znacznych nakładów był łatwy do zastosowania w praktyce.

Fundamentalnym celem planowania dostaw materiałowych jest zapewnienie ciągłości produkcji. Innymi słowy planowanie to polega na zaspokojeniu wymagań produkcji odnośnie do rodzaju materiałów, wielkości i terminów ich dostaw. Podejmowanie tego typu decyzji musi mieć również swoje ekonomiczne uzasadnienie.

Na wstępie należy zaznaczyć, iż postępowanie to dotyczy wyboru najlepszego (według przyjętego kryterium) planu dostaw pojedynczego materiału.

Proponowany sposób podejmowania decyzji składa się z dwóch kolejno następujących po sobie etapów. Zadaniem pierwszego etapu jest wygenerowanie wszystkich dopuszczalnych wariantów planu dostaw materiału. W kolejnym kroku, na podstawie subiektywnie przyjętego kryterium, dokonuje się wyboru najlepszego rozwiązania. Najczęściej występującym kryterium decyzyjnym jest kryterium kosztowe. Innymi słowy przedsiębiorstwo stara się tak ustalić wielkość i terminy dostaw materiału, aby zabezpieczając w 100% potrzeby produkcji, ponosić jak najniższe koszty związane z przepływem tego materiału.

Wydaje się, że zaprezentowana metoda obliczeniowa może w wielu przypadkach znacznie wspomóc proces podejmowania decyzji odnośnie do ustalania wielkości i terminów dostaw poszczególnych materiałów produkcyjnych. Postępowanie to może okazać się bardzo pomocne, zwłaszcza przy porównywaniu ofert kilku dostawców tego samego materiału.

---

**Maciej Kotula** – mgr, doktorant w Katedrze Logistyki Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu.

**Krzysztof Romanowski** – mgr, doktorant w Katedrze Logistyki Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu.

**Andrea Samolejová**

## **THE EFFECTIVENESS OF CZECH RESEARCH OUTPUTS**

### **1. Introduction**

Czech researchers often compare with and refer to better conditions for doing research in more developed EU countries and usually complain about underfinanced research at universities as well as in other sectors. But those are funds flowing into the area of R&D, its inputs. However, the requested equality between the Czech and foreign researchers should issue from the countries ratios: R&D input / R&D output. It was said and written about insufficient inputs.

The Czech government finances a large part (approximately 40% of all sources) of scientific research. And still, as already mentioned, Czech researchers call for more financial support for their research activities. This situation raises some obvious issues:

1. Does the government invest **enough, or too much**, in science?
2. Is it desirable to improve the way the science budget is allocated?
3. What are the weaknesses of the Czech research?

In order to answer these questions I have to continue with another question:

***What is the current performance of the Czech R&D measured by its outputs and compared together countries?***

To find an answer to the question I need to observe the current Czech academic performance.

### **2. Trade-off between „products” of research activities**

The performance of any academic science could be characterised through two groups of indicators [4]: **scientific output** (or productivity which can be measured by a quantity and quality of scientific publications) and **utilisation of the results of science** (for example introduction of a new technology, machine or a product to the market, laboratory tests for private companies, etc.).

researchers, who are a source of interesting problems and inspiration. As a consequence, **both publications and utilisation may increase.**

### **3. Current performance of R&D productivity in the Czech Republic**

What point in the Figure 1 would apply to current Czech science? To find the point, two sets of indicators have to be reviewed: indicators of publication activities and indicators of research utilisation such as patents, inventions and innovations, etc.

#### **3.1. Scientific publications**

Let's first have a look at some indicators based on scientific publications. Bibliometric analysis, e.g. evaluation of number of publications and their citations has become an integral part of other documents evaluating the level of R&D in OECD member countries as well as within EU countries. The most used and known source of data for the bibliometric evaluation is the source of information collected and processed by the Institute for Science Information – ISI, known under its current name Thomson ISI® in the U.S. The institute observes and regularly evaluates several thousands of scientific magazines from all around the world.

This article monitors a group of countries selected in order to compare the Czech Republic with more technologically developed not only European countries with highly efficient science, technologies and innovations but also with less developed countries, with other new EU members and Greece.

The first selected indicator – **the number of articles per million dollars invested in science** or said in other words the costs of an average article was 8 for the Czech Republic in 1997, and it was at about average level compared to 21 other countries (Figure 2). It was more than for example in the U.S., France and Austria, but less than in Belgium, Hungary and Sweden. Czech Republic ended in the middle of all countries – not bad not good.

As for the second indicator – **the number of articles per researcher**, the Czech performance was even less favourable with 0,6 article per researcher. Only the quarter of monitored countries reached worse results (for example Spain and Austria, Figure 3).

Neither the third of monitored indicators – **the relative production of publications (RPP) per 1000 inhabitants** brought a positive result for the CZ. In the monitored period 1999-2003, the Czech Republic was on the 12<sup>th</sup> position among 15 selected countries with the value RPP = 0,42, which was only a bit above the half of the average value for the whole EU (RPP = 0,74). But Poland, Slovenia and Hungary scored even worse (Figure 4).

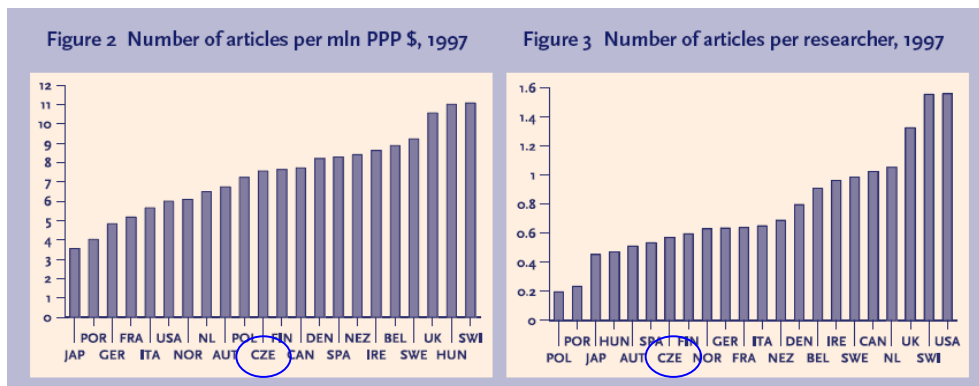


Fig. 2. Number of articles per mln PPP \$, 1997

Fig. 3. Number of articles per researcher, 1997

Source: Institute for Science Information – ISI, Thomson ISI®. USA.

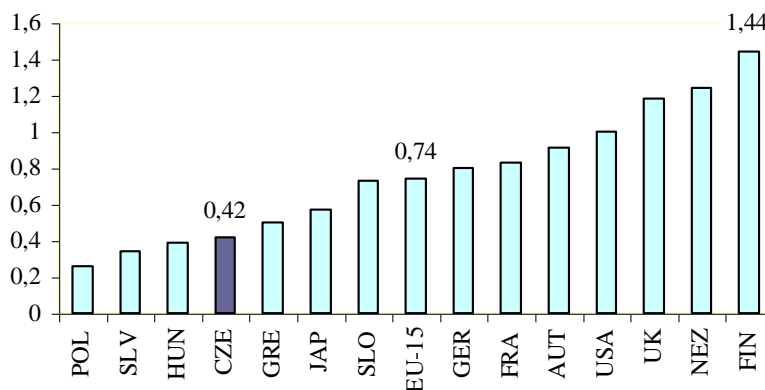


Fig. 4. RPP in selected countries (a year average from the period 1999-2003)

Source: Analyses of R&D in the Czech Republic, 2004.

The simple production of publications is a quantitative indicator and does not predicate the publications quality. In order to evaluate a quality of a publication, the indicator of number of its citation is used, which under some restrictions (for example, it is not possible to compare number of citations of publications from different branches) predicts about an interest of world scientific community in the respective paper (research). Again, relative values are used for comparison so that small countries would not be disadvantaged. So, the fourth monitored indicator – **relative citation impact RCI** (Figure 5) expresses an average number of citations per one publication produced by research of a country in the period 1999-2003 without a respect to branches.

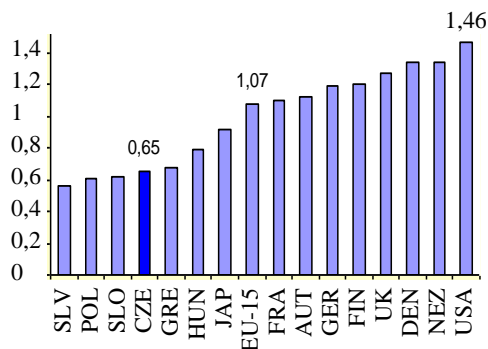


Fig. 5. Comparison of selected countries and the Czech Republic according to the RCI (the average value in 1999-2003)

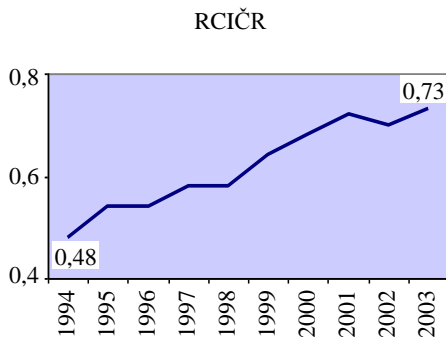


Fig. 6. Development of the RCI in the CZ in 1994-2003

Source: Analysis of R&D in the Czech Republic, 2004.

The CZ followed by Slovenia, Poland and Slovak Republic is closing the group of 15 countries ranked by the RCI, again rather frustrating result. It seems to be more encouraging to look at the development of the Czech RCI from 1994 (RCI = 0,48) to 2003 (RCI = 0,78, for example Spain and Ireland had the same average RCI between 1994-1997). This positive development is caused particularly by „production” increase in basic research, effective publication policy and increasing international cooperation (for example, Czech participation in the EU framework programmes).

### 3.2. Utilization of research

Turning to the utilisation of research, we face the problem that science contributes to welfare through many channels. Most available indicators, however, are limited to utilisation by private firms in the form of inventions, new technologies, patents and other form of innovations. So what do the indicators tell us about research utilization in the Czech Republic?

#### 3.2.1. Innovations

The survey dedicated to innovation activities and harmonized for all EU countries (Community innovation survey) was applied also to CZ. It brought a lot of new information. The survey monitored the two year period 2002-2003 and addressed 4678 private companies from manufacturing and service sphere both financial and non-financial branches with at least 10 employees. From the survey the following is resulting (besides other information):

- There were **25,9% innovating companies** of all monitored companies in the CZ, that introduced in 2002-2003 either a product or a process innovation. Compared to other EU countries, the share is significantly lower.

- As for the number of innovations, the CZ is slightly under the average of EU countries.

### 3.2.2. Patents

Protection of intellectual property resulted from R&D as well as profits from the property are considered as important motivation factors for an entrepreneurial activities. The number of patent applications or number of granted patents respectively, is traditionally considered as one of the indicators of fruitfulness of research and development.

The Figure 7 depicts the **relative numbers of applications filed at European Property Office (EPO)**. The highest number of applications was in 2003 reported by Finland, Netherlands, Germany and Denmark – 205,173 123 and 114 respectively. For most of the countries an obvious increase in applications since 2000 is characteristic except of Greece and the new member countries inclusive of the Czech Republic, where in the monitored period even patent applications decreased (from 3,6 in 2000 to 2,6 in 2003).

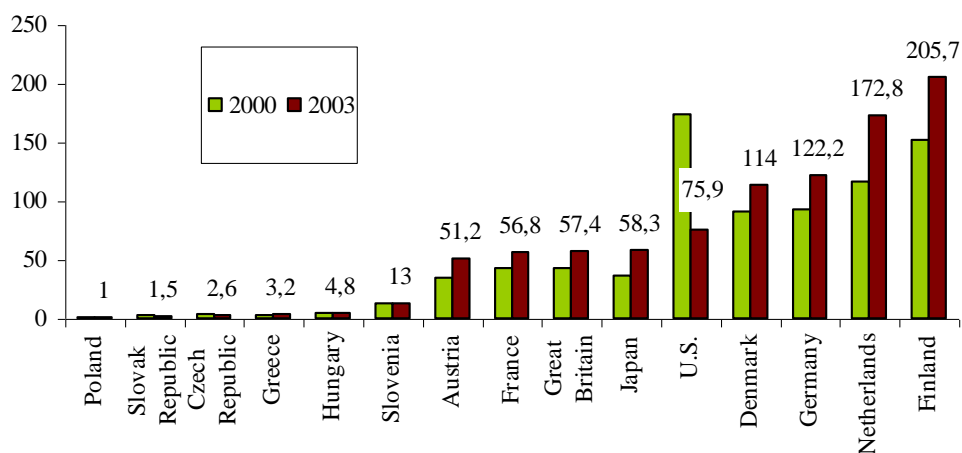


Fig. 7. Number of patent applications filled at EPO, total numbers per one million of inhabitants

Source: European Property Office Yearbooks, 1996 to 2001, Section of Statistics – total numbers of applications; RVV – conversions to one million of inhabitants.

The number of applications from Poland is the lowest of all monitored countries. Slovenia achieved the best result from new member countries but there was no increase between 2000 and 2003. The difference between the number of applications from the Czech Republic and from the developed countries (Finland, Netherlands and Germany) is enormous.

The given numbers testify on the surviving **underestimation of the importance of concrete and marketable R&D knowledge in the research organisa-**

tions in the Czech Republic. The process of transformation of the economy is obviously more demanding and longer than expected.

Numbers of patents really granted by EPO are generally in line with numbers of patent applications in accordance with the previous graph. The advanced countries report several times higher numbers of patents granted when compared with the new member countries and Greece.

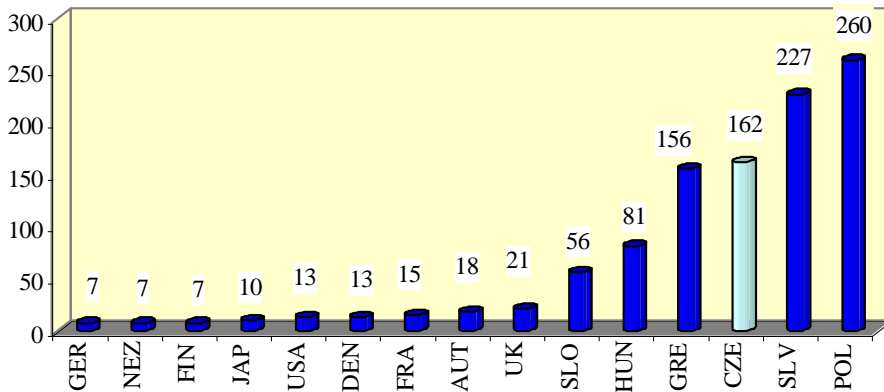


Fig. 8. Number of publications/ 1 patent application/ 1 million inhabitants in 2003

Source: European Property Office.

Even worse result for the Czech Republic is brought by the comparison of the number of publications and the number of patent applications as shown on the previous graph (Figure 8). In 2003, 162 publications resulted to only 1 patent application in the Czech Republic. It basically expresses and re-confirms the low practical contribution of the research publications and also it shows on dominant focus on basic research. Hungary and Slovenia, the countries with similar original conditions, achieved twice as better results than the CZ. And it shows on reserves in our R&D.

### 3.2.3. Inventions

Most of inventions result from long term research activities and so it may also predicate about a practical contributions of research, in other words, on its effectiveness.

The Figure 9 outlines the stagnation in numbers of Czech inventions applied in the CZ between 1998 and 2003 as well as 5 times higher number of foreign invention applications. These numbers also do not speak in favour of Czech research effectiveness.

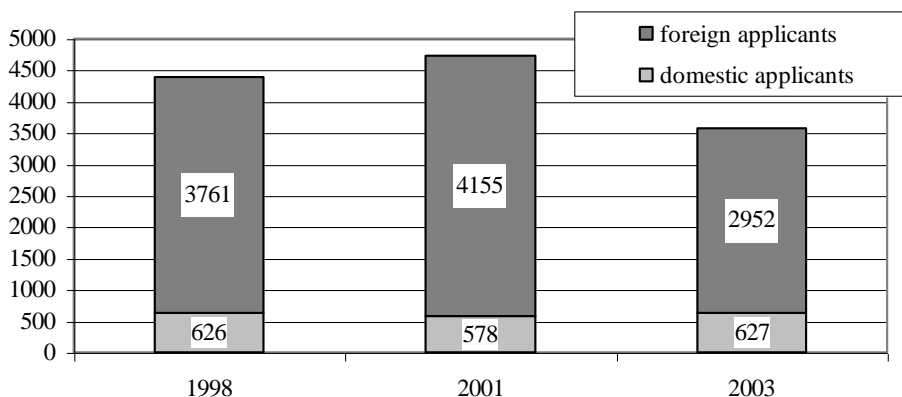


Fig. 9. Invention applications in the Czech Republic, total numbers

Source: A year book of the Czech statistical office, 2003.

### 3.2.4. Multi-criterial comparison of Czech innovation environment

More complex information about how the Czech Republic scored in 2004 among other candidate and EU countries in the area of innovating activities (inclusive of their results – patents, inventions and innovations) is released in the annual publication by the European Innovation Scoreboard – EIS. The most complex indicator is **the summary innovation index (SII)** – see selected countries in the Table 1). The SII gives an „at a glance” overview of aggregate national innovation performance. According to this indicator, the CZ is far behind the EU average (0,40) with the value **0,27**. Sweden and Finland remain the innovative leaders within the EU. Estonia and Slovenia lead the EU10 group of the new Member States. They approach the EU25 average and rank above a number of EU15 countries. Better values than the CZ were achieved surprisingly also non-member Bulgaria.

Table 1. Summary innovation index SII, 2004

Country	SII	Country	SII
TR	0,05	BG	0,28
PL	0,14	PT	0,3
RO	0,15	ES	0,3
CY	0,17	SI	0,32
LV	0,18	<b>EU-15</b>	<b>0,44</b>
SK	0,24	NL	0,45
HU	0,25	DE	0,56
LT	0,26	<b>FI</b>	<b>0,75</b>
<b>CZ</b>	<b>0,27</b>	<b>SE</b>	<b>0,76</b>

Source: European Innovation Scoreboard 2004.

Figure 10 graphs the current performance as shown by the SII (vertical axis) against the medium-term trend performance (horizontal axis) for 30 countries for which trend data are available. This creates four quadrants: *countries above both the average EU trend and the average EU SII are moving ahead, countries below the average SII but with an above average trend performance are catching up, countries with a below average SII and a below av-*



erage trend are falling further behind, and countries with an above average SII and a below average trend are losing momentum.

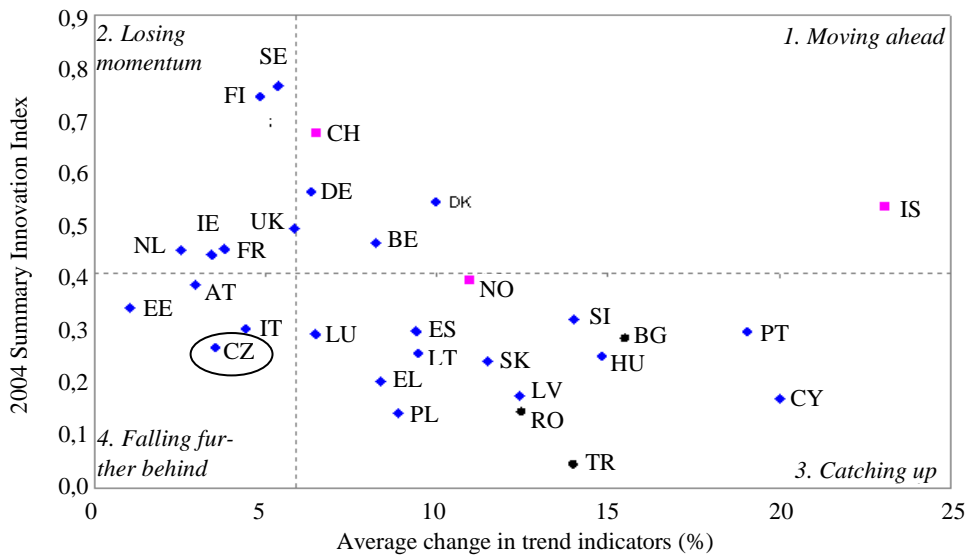


Fig. 10. Average country trend by SII

Source: [2].

**The Czech Republic** is situated in the least favourable position – in the first quadrant together with Estonia, Austria and Italy. Portugal, Latvia, Cyprus, Hungary, Slovakia, Spain, Slovenia, Luxembourg and Poland are situated in the „catching up” quadrant. Slovenia maintains a strong trend performance combined with a current performance close to the EU25 average. Iceland and Denmark are „moving ahead” with above average values for current performance and trend. Finland and Sweden are the top performers on the SII but with below average trends.

## 4. Conclusion

The main – positive – contribution of the paper lies in the critical look at the ‘evidence base’ for government policy: what do we actually know about effects of policy options, what can be empirically assessed? The analysis touches upon many of the popular issues in science policy and gives a valuable overview of the empirical soundness of these issues.

After comparison of Czech and foreign, mostly EU bibliometric indicators expressing the scientific output of research activities and indicators of research uti-

lization such as patents, innovation, inventions and the summary innovation index I can chart the position of research effectiveness in the Czech Republic.

The Table 2 brings the review off all examined indicators. For simpler solution, it is considered that all indicators have the same weight.

Table 2. Results of Czech research indicators after comparison with other countries

Scientific output – productivity (axis X)		Utilization of research (axis Y)	
indicator	result in % *	indicator	result in % *
number of articles per million dollars invested in science	50	summary innovation index **	36
number of articles per researcher	25	average country trend by sii	3
relative production of publications (rpp) per 1000 inhabitants	30		
relative citation impact rci	44		
total average result	37	total average result	20

Notes:

\* 100% is equal to the best result among all monitored countries.

\*\* Already including activities in the area of patents, innovations, inventions and also human resources).

Source: own study.

Knowing the percentage values in both groups of indicators gained from comparison with other countries, I could chart the situation in the Czech Republic easily to the point D. But I must consider also conditions under which our scientists have to do their research as well as the conditions under which Czech private companies can invest to their research. It would be another long chapter. For this article I can use the knowledge obtained in my previous research for my thesis and draw the curve of attainable combinations for the Czech Republic and for example for Finland, because it which usually achieves the best results in the area of R&D. The location of the curve is limited by both financial and legal support of R&D and both areas are on very poor level in the CZ compared to Finland. Based on my previous research of R&D inputs (total expenditures, relative – GDP share expenditures, but under conditions of different price levels etc.) in both countries I can asses it on about **40% level of Finish curve of attainable outputs**.

The percent rates calculated for the Czech research efficiency (37% for the productivity – publication activities and 20% for the utilization) respond to the research conditions of the country with best research political and fiscal conditions (which I put equal to Finland here).

The outer curve on the following figure charts the attainable combinations in Finland and the inner one in the Czech Republic. There we can see that the point D seems to be far below the attainable curve for Finland, which I put equal to 100% level. What is more important for Czech policy makers is that the point D is also

below the curve of Czech attainable combinations – at about 60% of Czech curve at the axis X (37% of 60 that expresses position of Czech Republic to Finland) and at 33% of Czech curve at the axis Y (20% of 60).

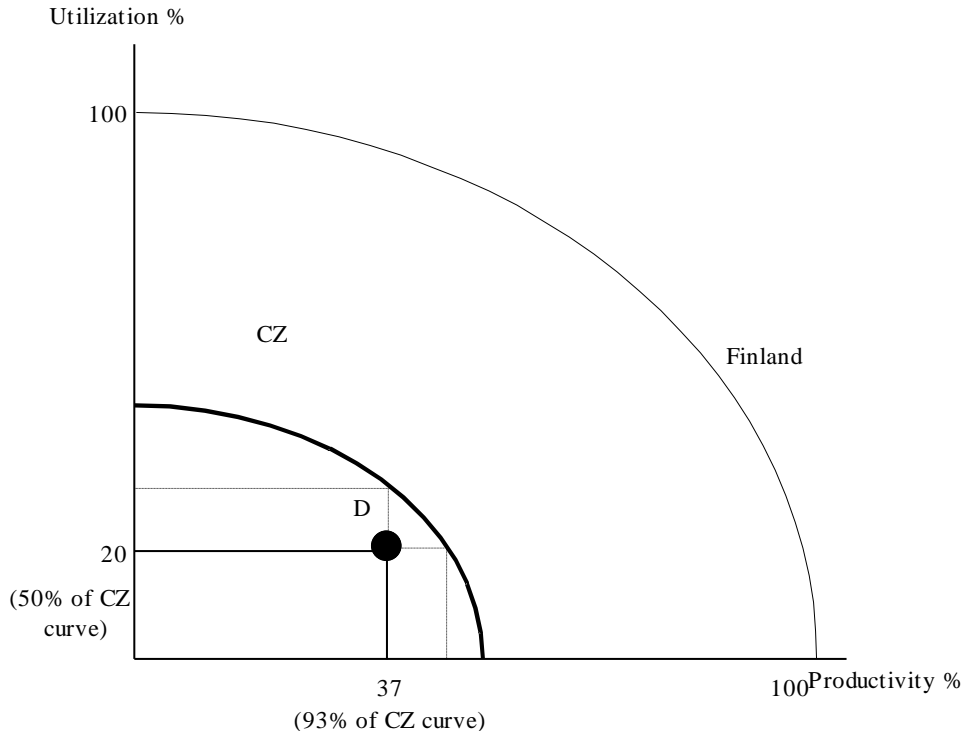


Fig. 11. Location of Czech research under current conditions and research policy

Source: own study.

What does it mean? The obtained review of the Czech R&D Performance and outputs allows me to the three questions put in the paper introduction:

1. The Czech government invests enough but policy makers should put more effort in controlling of how the funds are used and if the final outputs correspond with promises in grant and other applications for public support. Only when the outputs will be comparable to those from more developed countries, then policy makers can start working on moving the curve to the right, in the direction to the Finnish curve and get our R&D to more favourable position of attainable combinations, to the level of more developed EU countries.

2. Yes, it is desirable to improve the way the science budget is allocated. It was already confirmed in the previous answer that there are reserves (charted by the red discontinuous lines) in utilization of available inputs in the Czech research. In the frame of given conditions, our researchers could at the same utilization produce a

bit more publications or at the same productivity even 50% more practical outputs such as patents, innovations and new inventions as they produce now. The fact, that they are below the limits of Czech R&D means, that **the current policy and fiscal incentives do not stimulate researchers enough and so they may be improved.**

3. The weakness of the Czech R&D reflect the above written. Above everything I would highlight the lack or rather poor control of the public funds utilization and the low number of practical output – patents and innovations. After all the output comparison with developed Finland speaks for everything.

## References

- [1] Internet Pages of R&D Council of the Czech Republic, <http://www.vyzkum.cz>.
- [2] Internet Pages of The European Innovation Scoreboard, <http://www.trendachart.com>.
- [3] Samolejová A., *Support of Research and Development in the Czech Republic*, Doctoral Thesis, Ostrava 2006.
- [4] Venniker R., Pomp M., *Financing Academic Research*, CPB Report 2002/2, CPB – Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis, <http://www.cpb.nl>.

## EFEKTYWNOŚĆ WYNIKÓW CZESKICH BADAŃ NAUKOWYCH

### Streszczenie

Wskaźniki stosowane do badań naukowych dają niejasny obraz, jak dużo rzeczy jest jeszcze do poprawienia. Zmiana środowiska prowadzonych badań naukowych wprowadza znaczne zmiany nastawienia u badaczy. Badacze czescy tłumaczą się brakiem odpowiedniego dofinansowania badań w porównaniu z krajami bardziej rozwiniętymi w UE. Niemniej jednak prośba o równouprawnienie pomiędzy Czechami i innymi krajami powinna uwzględniać współczynnik efektywności badań naukowych (badania i rozwój – wkład / badania i rozwój – wyjście). Dużo się mówi i pisze o nieefektywnych zasobach na badania i rozwój. Dlatego też ten artykuł jest poświęcony głównie uzyskiwanym wynikom i porównaniu ich na tle innych państw. Opracowanie prezentuje kilka wskaźników produktywności i funkcjonalności otrzymanych rezultatów badań naukowych w Republice Czeskiej w porównaniu z innymi krajami członkowskimi UE.

---

**Andrea Samolejová** – dr inż., adiunkt w Department of Economics and Mangement in Metallurgy, VŠB – Technical University of Ostrava.

**Agata Kobyłt**

## **CATEGORY MANAGEMENT – A SUPPLY CHAIN STRATEGY**

### **1. Introduction**

Creating the value to the product for the client is one of the elements in the efficiency in the economic activity. Perceiving the value is the effect either of the marketing activity or of the logistic background.

The crucial philosophy in the process of satisfying client's needs is product category management (*Category Management* – CM).

Th most important is to define what is the product category. Product category is unique, possible to manage group of products/services, which customers perceive as attached and/or secondary in clients needs satisfying<sup>1</sup>.

One can say, that category management is to work for constructing products group form the point of view of the consumer/retailer. This approach influences the perceiving of management categories it the whole chain of supplies. It requires adopting the logistic practices to the groups of products according to the rules constructed in a different way than usual.

The idea of this process is identifying the most convenient product mix and stock of each set of the specific products the clients want to acquire.

Category management is designed to help retailers provide of the right mix of product, at the right price with right promotions, at the right time and the right place. Category management is a cornerstone of the Efficient Consumer Response initiatives [3].

A different definition says as follows:

Category management can be explained as follows: Under the leadership of category manager, using cross-functional terms to identify product categories and

---

<sup>1</sup> ECR Europe – *Europe Category Management Best Practices Report*: [ @ ]: [www. categorymanagement.com](http://www.categorymanagement.com).

drive category performance improvements through the application of categories as strategic business units. The goal of category management is to improve the operating results of retailer and its associate partners – including manufactures, distributors and brokers – by focusing on the consumer [5].

According to the ideas of the conception ECR product management category apart from the marketing aspect needs the implementing the defined logistics solutions, in order to satisfy the needs certain categories. These solutions should be based on widely implied logistic chains creating the final value of the product. Framing the market demand management in the CM strategy needs in this case organizing the logistic chains around the consumer and his specific needs. The result of these qualitative changes should give the effect of the chain work in the business of convenient category/group of receivers by creating the value expected by the consumer, and not imposed by the chain.

## 2. Place of category management in CPFR

Category management is a part of a larger idea, namely the conception *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* – CPFR. It imposes defined business practices connected with the intelligent cooperation of the partners in the logistic chains in the frames of planning and clients needs satisfying. It lets to implement category management strategy, which represents marketing attitude to the sales, in the planning in the logistic chain as well as the operational processes in such a way, that it is possible to increase flexibility, with at the same time reducing the level costs of storing, transport and logistic.

Figure 1 shows the place of Category Management in CPFR.

Responsibility for creating and managing product category is in the biggest part on the sellers. It results directly from the idea of the strategy, which says, that category has to represent the consumers needs. Therefore it is not possible in an effective way to analyse and implement the solutions of category management without cooperation with the partners of the chain.

Therefore the place of the CM in the strategy CPFR is closely connected with the function of the strategy and planning, where the duty of the seller is to formulating the product category and managing it, and market planning and channels planning in the supply chain is on the manufacturer.

On the intersection of these responsibilities there is fixing of the field of the cooperation and the common business plans. In the centre of these activities should be the consumer and his expectances in such a way, that the decisive elements given have to make a harmonic whole in the process of the customer service.

Other functions in the conception CFPR, although are not connected directly with the CM have the qualitative influence on the realisation of the strategy assumption.

When research resources are used efficiently, science policy faces a **trade-off** between productivity and utilisation. It means that one of them may be improved only if the other one loses on its efficiency. And conversely when the science system has a weakness, both productivity and utilisation may be improved. Figure 1 shows the possibilities of research performance.

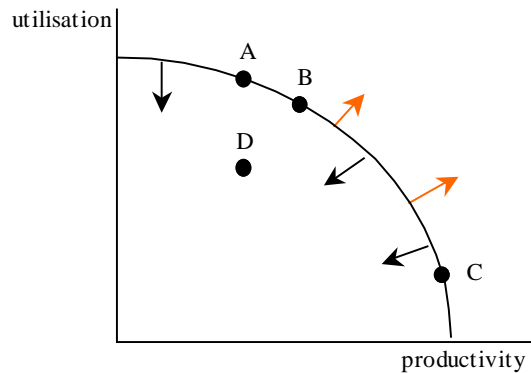


Fig. 1. Attainable combinations of output and utilisation

Source: [3, p. 51].

When efficient use is made of the available research resources, points like A, B or C (i.e. other points on the curve) are applicable. In these points, improving productivity necessarily implies reducing utilisation, and vice versa. For example, stronger incentives for utilisation may induce researchers to engage in more applied research (for which their input is indispensable) – but this necessarily reduces the time and effort these researchers spend on writing articles.

Hence, when academic science can be characterised by a point on the curve, **changes in government policy** necessarily involve a trade-off.

Above, it was said that the curve position depends on available research resources. So the politicians may focus either on increase of **financial** or **human resources** for R&D or both at best. And vice versa, if academic researchers leave for abroad or for other jobs within the country or research funds are cut, the curve moves to the left as indicated by the black arrows. Obviously, the second variant is undesirable.

If the policymakers decide to increase both types of research outputs they can do it only by moving the curve to the right as indicated by red arrows. So I go to another question: What governmental incentives can move the curve?

Under the condition that the research resources are fixed at the moment, let's search for reasons why points inside the curve like D are usually achieved. There, both output and utilisation can be improved in such a point. Researchers may be stimulated to create more scientific output through closer cooperation with private



Fig. 1. CPFR model

Source: [1].

### 3. Category management as a strategy of quality changes in the logistic chain

Requirements of the strategy of category management make the participants of the logistic chain introduce the qualitative changes in the chain. The basis of these changes is a change in perception of affiliation of the product and a different qualification. Classic formulation of a chain is most of all defining:

- 1) supply chain participants,
- 2) the participants relations,
- 3) roles and business forces and
- 4) supply chain integrate point.

The stream of the product depends on typical structural factors resulting from the construction of the logistic chain connections, which exist, in it.

Introducing category management strategy needs the reorientation of the rules of creating the logistic chain.



Figures 2 and 3 shows those changes.

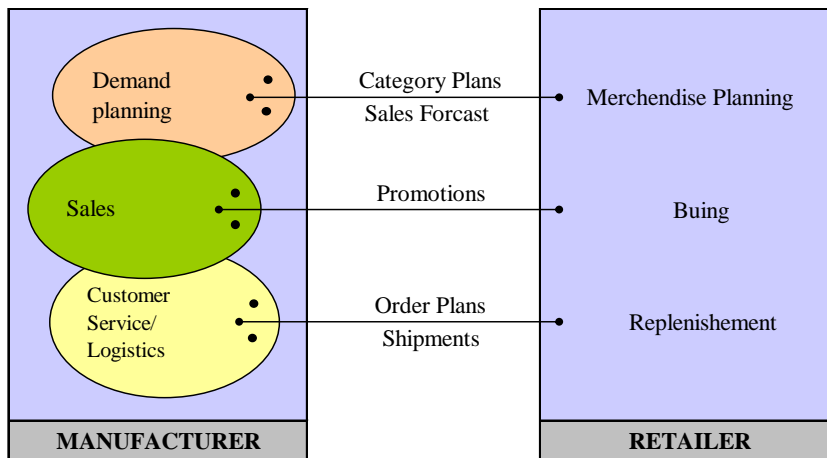


Fig. 2. Conventional organizational roles

Source: [1].

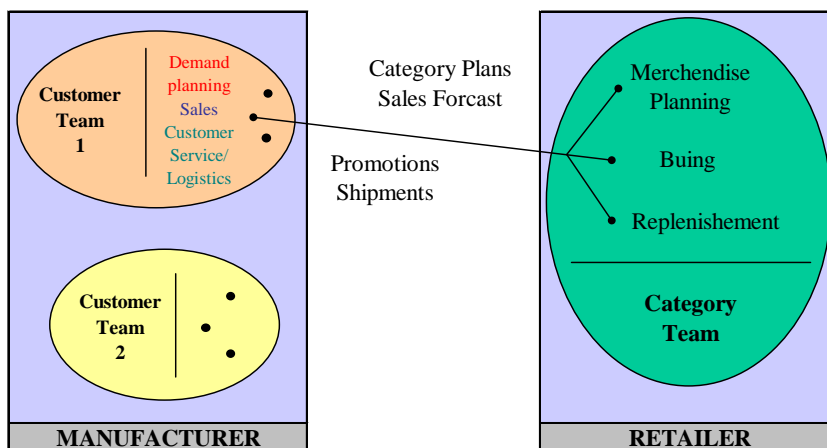


Fig. 3. Collaborative organizational structure

Source: [1].

Figures show clearly the change of the orientation: in the first case we can observe functional cooperation oriented towards suppliers categories (they result from the product division on the groups according to the physical qualities, clients segments and others).

Logistics and marketing actions are directed towards deciding according to each product separately.

In the second case there's a change of the notion of category, where the category is a group of products, which for the customer are connected. Therefore the relations in the chain and at the same time the activities must be structurally changed in order to cooperate in the frames of new types of products groups. It requires very often integrating the cooperation of the seller and different suppliers in the frames of one category, which may be the logistic problem. Qualitative changes on the side of the manufacturer need segmenting the receivers according to the new criteria: the elementary is the kind of category to which the product, being the object of the sale, belongs.

#### **4. Factors giving reasons of introducing category management strategy in the logistic chains**

Currently the consumer market is very dynamic and changeable. High competition make the companies look for the new solutions in the areas of marketing and logistics, which may help to cope the changing market conditions. Category management is a tool, which let to face the requirements on the very quickly changing market of the sellers.

Among the factors influencing looking for new solutions we can mention [4]:

1. The consumption is stagnating. During the last few decades the development has moved from a situation with a lack of products to a situation with a lack of consumers.
2. All basic needs are fulfilled. Instead there is an oversupply of products, services and shop space.
3. The consumers get more demanding and can easily shop In another supermarket.
4. The competition in the industry gets harder. One reason in the diminishing of barriers to protest against international competition.

By categories managing one can get the more effective sales system, time and financial savings, because the products connected together may be managed together. The supplementary ruff is the possibility of ordering the managing one category by one manager, which means that each of the product categories will be monitored better than if it were managed separately.

#### **5. Rules of implementing of the category management strategy**

Category management needs according certain rules. On respecting them depends the success and effectiveness of introducing the conception in the enterprise. To these rules one can subsume [2]:

1. The Category Management business process adapts consumer's point of view. It is the structure by which a supplier and retailer do what is necessary to

produce value to their consumers. As the consumers are the final arbiter of work process design and ongoing performance, they are represented throughout all phases of the Category Management business process.

2. The Category Management business process also has clearly defined „process owners”, i.e., individuals with clearly assigned responsibility for design and execution, and for ensuring that the consumer, supplier and retailer needs are met.

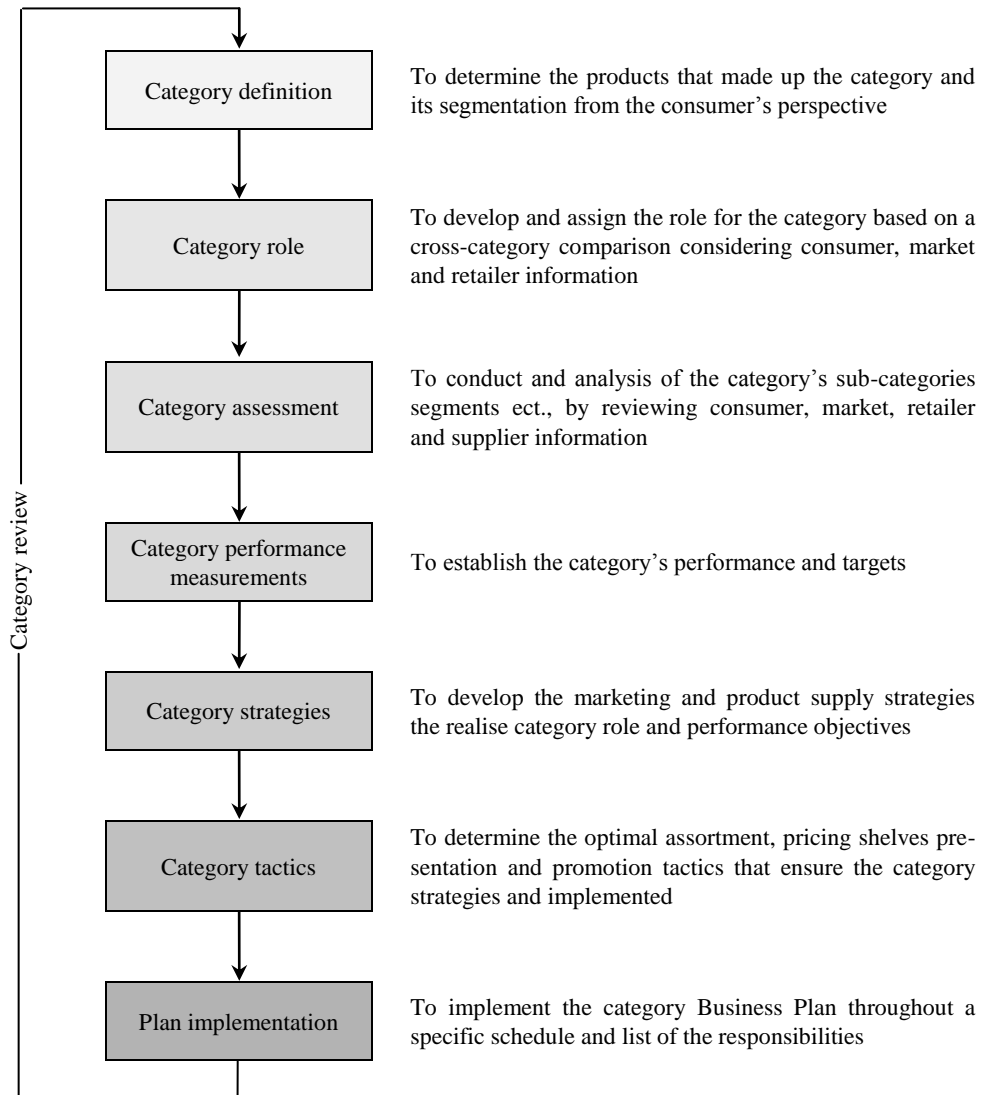


Fig. 4. The process of planning and managing of the idea of category management

Source: [2].

3. The business process provides a common format and language for both the retailer and supplier. If suppliers and retailers follow significantly different processes, much of the value is lost. The process is powerful from of common language which links the supplier's and retailer's business objectives for enhanced results and consumer value.

4. The business process is directed by the retailer's and supplier's corporate and departmental/divisional strategies. These strategies guide the decisions required to complete the Category Management business process.

5. The business process strongly supports both the development and implementations of the Category Business Plans. Well-developed business plans which are poorly executed do not deliver either consumer value or enhanced business results.

6. The business process provides the platform for leveraging supplier and retailer expertise/resources.

7. The business process stimulates continuous improvement through the repetitive refinement of category data and plans. The output of the business process is measured, monitored and refine on a periodic basis.

Figure 4 presents the process of planning and managing of the idea of category management.

## **6. Advantages and disadvantages of initiating the conception of categories management in the logistic chain**

Initiating the management category strategy brings a lot of facilities, but implicates lots of consequences as well. A bit different are they perceived by the consumers, a bit different by the participants of the logistic chain.

Advantages for the consumers if the retailer use Category Management:

- it is easier for the consumer to find,
- complementary products are often clone to each other,
- categories are adapted to market trends,
- it is easier for the consumers to compare products of different brandy and their prices,
- south-after items are more likely to be in shelves.

Disadvantages for the consumers if the retailer use Category Management:

- it can lead to fewer products and higher prices,
- the consumer might miss some distinct products,
- the consumers might buy more than they want to.

Advantages for the supply chain if use Category Management:

- supply chain is focused on consumer and become more consumer oriented,
- supply chain can be more profitable,
- the assortment is more efficient,

- it can save many resources,
  - the handling of products is easier,
  - Category Managers are experts for their categories and combine buying and merchandising functions,
  - it can improve the relationship between manufacturers and retailers.
- Disadvantages for the supply chain if use Category Management:
- it is costly to implement Category Management,
  - the long term ongoing process can hinder short time opportunities,
  - to see results take long time, which can lead to temptation to lose focus,
  - it can lead to uninformed and unmotivated employees, who do not feel responsible.

## **7. Measurable profits of category management in Europe**

Implementation, taking place in this very moment, of the idea of category management of has brought already the first results. Many companies notice the increase of turnover and the decrease of the costs. The research made in the years 1998-2004 demonstrates the results as follows among the companies implementing categories management [2]:

1. Increased sales and gross profits +5% do 10%.
2. Increased return on inventory +5% do 10%.
3. Reduced inventory investment –10% do 20%.
4. Increased sales per man hour +2% do 5%.
5. Reduced store labour costs –0,25%.

Among the logistic aspects it is necessary to consider the biggest access to the information in the supplies chain on the side of the manufacturer, which influence the decrease of fluctuation in the stock management and decreases the logistics costs.

As the result of category management in supply chain it must be noticed:

- possibility of joint planning of information and product flow for groups of products – not individual,
- reduction of transaction costs,
- possibility of quick response for changes on the market (systems of information resource management i supply chain),
- possibility of stock reduction in whole supply chain and better inventory control.

The cooperation let taking the decisions basing on the common targets and techniques in the logistic chain in order to satisfy the customer needs. Introducing the strategy in the logistic chain leads as well to actuate the flow in each link by the effective influencing the receivers market. It needs however breaking structures

functioning of the distribution management and introducing the solutions basing on the marketing tools created with the defined logistic support.

The chances of enterprises cooperating in the frames of logistic chains results from the effectiveness in the clients need satisfying. Nowadays it is not enough to have the product, it is necessary to manage it in that way that clients were satisfied from the complexity of the sales, with the minimal effort.

## References

- [1] *CPFR Overview*, Voluntary Interindustry Commerce Standarts, www.cpfr.org, 2004.
- [2] ECR Europe, *Europe Category Management Best Practises Raport*, www.categorymanagement.com.
- [3] Gruen T., Shah R., *Determinants and Outcomes of Plan Objectivity and Implementation in Category Management Relationship*, „Journal of Retailing” 2000 vol. 76, no. 4.
- [4] Helgesson C., Huttula J., Roth T., *Category Management – A New Consumer Oriented Concept in the Swedish Food Retailing Industry*, Kristianstad University, Kristianstad 2004.
- [5] Koester L., *Building a Category Management Capability*, UPS Supply Chain Solutions White Paper, Cleveland 2005.

## ZARZĄDZANIE KATEGORIAMI A STRATEGIA W ŁAŃCUCHU DOSTAW

### Streszczenie

Zarządzanie kategoriami jest nieodłączną częścią zarządzania łańcuchami logistycznymi. Wskazuje na konieczność dokonywania zmian jakościowych w konstrukcji łańcucha dostaw. Tylko łańcuch zorientowany na konsumenta i jego potrzeby może być efektywny i przynosić zyski wszystkim jego uczestnikom. Artykuł wskazuje, że zarządzanie kategoriami jest ważne dla strategii i planowania w łańcuchu dostaw.

**Lukasz Gliński**

## **THE DEVELOPMENT OF LAND-BASED WHEEL TRANSPORT MARKET IN THE LIGHT OF POLISH TRANSPORT POLICY**

### **1. The implementation of transportation and logistics policy**

Transport activity is the indispensable factor influencing the development of the country. It creates the shape of cooperation and development of every single part of the economy. Along the transport lines is the place where new industry and commerce are situated.

Polish logistical sector is influenced by the EU sector policies (mainly joint transport policy), economic liberties, competition policy, small and medium companies' policy, cohesion programmers and the regional policies. European Community doesn't provide any kind of joint logistics policy yet, though the idea is being discussed [5].

It is crucial to understand the difference between both: the transportation and logistics policy the government can apply.

Apart from the programming and developing transport activity, the main aim of the transportation policy is shaping the country's transportation system, based upon [3]:

- optimization of the system's growth and material development,
- influence on the on appropriate course of transportation processes and phenomena, inside the branch as well as on the relation between transport and it's environment (between carriers and their customers),
- impact on the development of the entrepreneurs ensuring optimal market functioning,
- effect on development of appropriate transportation standards, in the matter of technical equipment, transportation devices, safety in transport and the assurance of terms of its implementation.

Transport policy, as almost any other sector policy, is set up on two levels: conceptual and legal. The first is the philosophy of integrated transport system, whilst the second level contains detailed resolutions [6].

By the logistics policy we understand the intentional, direct and indirect government influence on the improvement of the effectiveness and efficiency of the products and the accompanying information flow between the members of supply chain.

The instruments and aims coordination may affect different branch policies, not only connected with the industry, trade and transport, but also the monetary, fiscal, agricultural and others. Logistics policy doesn't acquire whole sector policies, but only their parts, necessary to coordinate them [2].

The first country to improve the coordination between the ministries regarding the logistics sector was Japan. In the year 1997 the Joint Program of Logistics Policy was introduced. Four years later the Japanese government launched the separate Distribution and Logistics Policy Division inside the structure of newly created Ministry of Economy, Trade and Industry (METI). The new division established new METI's Program for Efficient Distribution and Logistics, focusing on the use of information technology in Japanese logistics branch.

This program obligates the government to:

- deregulate the logistics and telecommunication market,
- support the creation and improvement of the needed infrastructure,
- promote modern solutions in companies' logistic systems.

It is materialized by the coordination of activities of ministries in order to level the conditions of logistic activity in the most economically important parts of the country, the information and advisory provided by the government as well as by the entrepreneurs. This includes also the promotion of standardization of the information technology used in logistics branch, like the RFID identification system [7].

In Eastern Europe, the Hungarian government faced the challenge of effectiveness improvement on the logistics market. „Hungary as a logistic center” project obligates the Ministry of Economy and Transport to effective use of the country's transit potential. The program concentrates on rapid infrastructure development, use of the Hungary's geographical position at the crossing of many Trans-European corridors, access to the Eastern markets, entrepreneurs investments and specialized education. There are also shown the problems of legal and financial nature and the competition among neighboring countries, which can sooner reach the position of the regional logistic centre. The document doesn't mention the use of modern information technology, characteristic for logistics policy [4].

Previous development of logistics focused on the micro scale aspects has reached a new macro economical level, which became the area of interest by the governments' economical policies. The goals and instruments of the transport policy are broadened by joint production, trade and service development. Some coun-



tries noticing the need of logistics policy management are also remarking the connection between such activity, the competitiveness improvement and the accelerated expansion of its native investors.

## **2. Situation on Polish transport market after EU-accession**

At the present moment the condition of the transport tracks in Poland has become an obstacle preventing development of the economy. Foreign investments are located mostly in the border regions of our country in purpose of avoiding the contact with the Polish transport system.

On the 1<sup>st</sup> of May 2004 the Common Market of 25 members of the European Union was opened for the Polish transport branch. It is not yet entirely deregulated, even though the biggest advantage of the accession is noticeable: the enlargement of the internal market.

The total deregulation means the access to the biggest transport market in the world and the influence of foreign entrepreneurs from the other European countries.

Polish carriers have already overtaken part of the cargo transport streams between members of European Union. The main reason for that is the low-cost advantage allowing settling the prices on the competitive level. This advantage though will be impossible to be kept along with the proceeding integration of Poland and the other members of the EU what makes necessary securing the full competitiveness of Polish companies on the deregulates European market.

Thanks to the EU-accession Polish logistics entrepreneurs have received the new conditions of the market access as the different international transport limits have been abandoned. It simplified the cross-border goods circulation, new sources of capital have become accessible, e.g. the EU structural funds, the customs procedures of the trade exchange with the third party countries have been simplified, the infrastructure development and the uniformity of the law regulations have been hastened. These factors accelerate the positive changes on the Polish logistics market, like branch consolidation, increased competitiveness, higher level of service, increased international cooperation. Moreover, what should be considered as the most significant – the growing importance of Poland as the logistic back-up in the international market, according to transit location of the country in the middle of Europe.

There are certain dangers connected to the common market access like the advantage of foreign companies in getting capital support and their experience, higher financial surcharges (VAT, toll charges), company takeovers, higher costs and client expectations, small company bankruptcies and the lack of experience in full logistical service among Polish entrepreneurs.

On the road transport market the charges have fallen down by 20-30% after the EU-accession without the expected increase of demand. Also there is a noticeable

rise of the piece-goods transport importance what makes big international companies more competitive. The low-cost advantage of Polish carriers is depreciated by worse rolling-stock usage and the route planning. That causes more difficulties for Polish entrepreneurs, nevertheless they have the chance to get the advantage on the South-Eastern European markets, which are less interesting for the Western competitors. Some of international logistic companies are already preparing themselves to enter the Polish internal transport market after its liberalization. They gather the staff from Poland to train them and settle branch offices after the end of transition period for local transport. The other way for smaller companies is also to acquire the narrow specialization, in which the profit is unreachable in the bigger scale.

Rail transport liberalization is slowly proceeding. There are over 45 private cargo companies providing both, the inbound cargo transport and the international routes. The private operators mainly took over the mass transport from the road carriers. Unfortunately, most of the newly built logistic centers in Poland don't have access to the railway network (one of such examples is quickly developing logistic center Prologis Park in Bielany Wrocławskie, just beside the A4 motorway).

As a reaction to this PKP Cargo, as the biggest rail operator, insisted on establishing some railway intermodal centers in whole country. The company awaits the support from the government. So, the question though is if the other operators will gain access to such centers [1, p. 199-200].

There are few Polish intermodal road-rail transport providers, but there is remarkable slow increase of container shipments and investments in the sea harbors. Referring to the competition rise with the under 100 kilometers road transport better service standards are expected to be introduced [2, p. 105-106].

The 3<sup>rd</sup> party countries trade exchange was additionally complicated on Polish side, so the part of the goods deliveries is diverted over other EU-member's borders, causing higher transport costs.

Polish carriers accepted the European technical, social and ecological standards but their competitiveness is still below the level of their West European competitors. The reason is the lack of the reasonable transport policy resulting in the low efficiency of Polish entrepreneurs.

The biggest logistic providers stay indifferent to the lack of Polish transport policy, while they accepted the government behaviour as too passive to influence the market situation. Small and medium entrepreneurs expect only very precised steps, for example: improved debt collection, elimination of the state railway monopolistic behaviour, clearing the international transport licence grant abuse, improvement of the fuel distribution control [8].

### 3. Guidelines of the Polish transportation policy

The priority of the Polish transportation policy is the development of lacking transport infrastructure and ensuring the full accessibility of it for all entrepreneurs. This will prevent the loss of the competitiveness of Polish logistic companies, after the low-cost advantage exhaustion, which now is the primary advantage on the Common Market, one year after accession. The underdevelopment of Polish transport network affects the inadequate investment location, mostly focusing on the border parts of the country for avoiding the broad contact with the transport network. In the process of the infrastructure improvement the EU standards realization must be fulfilled, in order to keep its durability and full utilization. It also requests the focus on ecological aspect of transport activity and development as well as the promotion of intermodal inland and international transport.

Polish logistics sector competitiveness improvement may be ensured by the stabilization of the transport policy legal instruments, while its present instability limits the long-term strategy building among the entrepreneurs. The preparation for the full deregulation of railway and road transport markets, which will take effect after the end of transition periods is also indispensable.

Referring to that, the government's role is to describe the final branch structure of the land-based transport, which will be achieved using the transport policy, and the logistics policy in the near future. The focus on the incentive and extra-legal instruments should also have the positive effect on the transport and logistics, noticeable in Western Europe.

In author's opinion Polish transportation policy, and hopefully soon the logistics policy as well, should include both Japanese and Hungarian experiences, which focus on the infrastructure development. It can be seen, that Hungarian project misses the aspect of new technologies development (information and telecommunication), and so it cannot be abandoned. The Japanese project is more complex, but naturally concentrates on air and sea means of transport and doesn't take into account the economic transformation conditions, which makes it more difficult to introduce in Poland.

Author finds the idea of PKP Cargo's project useful as a very basic start ground for Polish logistics policy, which will ensure competitiveness of Polish carriers for the next decades. Nevertheless it is absolutely necessary to expand it appropriately and fit it to current conditions of our logistic market.

## References

- [1] Antonowicz M., *Logistyczne strategie rozwoju przedsiębiorstw cargo sektora transportu kolejowego na wspólnym liberalizowanym rynku transportowym na przykładzie PKP Cargo SA*, [w:] *Strategie i logistyka organizacji sieciowych*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1078, AE, Wrocław 2005.
- [2] Gołemska E., Kempny D., J. Witkowski J., *Eurologistyka w zarządzaniu międzynarodowym*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.
- [3] Grzywacz W., Wojewódzka-Król K., Rydzkowski W., *Polityka transportowa*. Wyd. UG, Gdańsk 2005.
- [4] *Hungary, the Natural Logistics Centre*, Ministry of Economy and Transport (GKM), Republic of Hungary, Internet: <http://www.gkm.hu>.
- [5] Kauppinen T.J., Lindqvist J., *Elements for European Logistics Policy. A Discussion Paper*, Ministry of Transport and Communications Finland, Helsinki 2006.
- [6] Krzemiński S., *Konsolidacja przedsiębiorstw transportowych*, Wydawnictwo SGH, Warszawa 2005.
- [7] *METI's Program for Efficient Distribution and Logistics*, Distribution and Logistics Policy Division, Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan, <http://www.meti.go.jp/english/information/downloadfiles/cLogi0402e.pdf>.
- [8] Szreter P., *Co z tą Unią*, „Eurologistics” 2005 nr 5.

## ROZWÓJ RYNKU DROGOWYCH PRZEWOZÓW ŁADUNKÓW W ŚWIETLE POLSKIEJ POLITYKI TRANSPORTOWEJ

### Streszczenie

1 maja 2004 r. wspólny rynek 25 krajów Unii Europejskiej został otwarty dla polskich przedsiębiorstw branży TSL. Nie jest on jeszcze w pełni zliberalizowany, jednak od tego dnia konkurencja przedsiębiorców TSL uległa dużej intensyfikacji. Całkowita deregulacja wspólnego rynku umożliwi polskim przedsiębiorcom dostęp do największego rynku TSL na świecie, ale oznacza też nasilenie wpływu konkurentów zagranicznych na rynek krajowy.

Rolą państwa jest określenie docelowej struktury transportu, która będzie celem polityki transportowej i logistycznej prowadzonej w przyszłości. Doświadczenia Japonii i Węgier w zakresie wspierania sektora logistycznego są bardzo obiecujące i powinny zostać uwzględnione.

Pomysł rozwoju centrów logistycznych jako bodźca stymulującego rozwój branży TSL może stanowić fundament do stworzenia polskiej polityki logistycznej, która zapewni konkurencyjność polskich przedsiębiorców TSL w przyszłości.

**Lukasz Gliński**

## **THE DEVELOPMENT OF LAND-BASED WHEEL TRANSPORT MARKET IN THE LIGHT OF POLISH TRANSPORT POLICY**

### **1. The implementation of transportation and logistics policy**

Transport activity is the indispensable factor influencing the development of the country. It creates the shape of cooperation and development of every single part of the economy. Along the transport lines is the place where new industry and commerce are situated.

Polish logistical sector is influenced by the EU sector policies (mainly joint transport policy), economic liberties, competition policy, small and medium companies' policy, cohesion programmers and the regional policies. European Community doesn't provide any kind of joint logistics policy yet, though the idea is being discussed [5].

It is crucial to understand the difference between both: the transportation and logistics policy the government can apply.

Apart from the programming and developing transport activity, the main aim of the transportation policy is shaping the country's transportation system, based upon [3]:

- optimization of the system's growth and material development,
- influence on the on appropriate course of transportation processes and phenomena, inside the branch as well as on the relation between transport and it's environment (between carriers and their customers),
- impact on the development of the entrepreneurs ensuring optimal market functioning,
- effect on development of appropriate transportation standards, in the matter of technical equipment, transportation devices, safety in transport and the assurance of terms of its implementation.

Transport policy, as almost any other sector policy, is set up on two levels: conceptual and legal. The first is the philosophy of integrated transport system, whilst the second level contains detailed resolutions [6].

By the logistics policy we understand the intentional, direct and indirect government influence on the improvement of the effectiveness and efficiency of the products and the accompanying information flow between the members of supply chain.

The instruments and aims coordination may affect different branch policies, not only connected with the industry, trade and transport, but also the monetary, fiscal, agricultural and others. Logistics policy doesn't acquire whole sector policies, but only their parts, necessary to coordinate them [2].

The first country to improve the coordination between the ministries regarding the logistics sector was Japan. In the year 1997 the Joint Program of Logistics Policy was introduced. Four years later the Japanese government launched the separate Distribution and Logistics Policy Division inside the structure of newly created Ministry of Economy, Trade and Industry (METI). The new division established new METI's Program for Efficient Distribution and Logistics, focusing on the use of information technology in Japanese logistics branch.

This program obligates the government to:

- deregulate the logistics and telecommunication market,
- support the creation and improvement of the needed infrastructure,
- promote modern solutions in companies' logistic systems.

It is materialized by the coordination of activities of ministries in order to level the conditions of logistic activity in the most economically important parts of the country, the information and advisory provided by the government as well as by the entrepreneurs. This includes also the promotion of standardization of the information technology used in logistics branch, like the RFID identification system [7].

In Eastern Europe, the Hungarian government faced the challenge of effectiveness improvement on the logistics market. „Hungary as a logistic center” project obligates the Ministry of Economy and Transport to effective use of the country's transit potential. The program concentrates on rapid infrastructure development, use of the Hungary's geographical position at the crossing of many Trans-European corridors, access to the Eastern markets, entrepreneurs investments and specialized education. There are also shown the problems of legal and financial nature and the competition among neighboring countries, which can sooner reach the position of the regional logistic centre. The document doesn't mention the use of modern information technology, characteristic for logistics policy [4].

Previous development of logistics focused on the micro scale aspects has reached a new macro economical level, which became the area of interest by the governments' economical policies. The goals and instruments of the transport policy are broadened by joint production, trade and service development. Some coun-

tries noticing the need of logistics policy management are also remarking the connection between such activity, the competitiveness improvement and the accelerated expansion of its native investors.

## **2. Situation on Polish transport market after EU-accession**

At the present moment the condition of the transport tracks in Poland has become an obstacle preventing development of the economy. Foreign investments are located mostly in the border regions of our country in purpose of avoiding the contact with the Polish transport system.

On the 1<sup>st</sup> of May 2004 the Common Market of 25 members of the European Union was opened for the Polish transport branch. It is not yet entirely deregulated, even though the biggest advantage of the accession is noticeable: the enlargement of the internal market.

The total deregulation means the access to the biggest transport market in the world and the influence of foreign entrepreneurs from the other European countries.

Polish carriers have already overtaken part of the cargo transport streams between members of European Union. The main reason for that is the low-cost advantage allowing settling the prices on the competitive level. This advantage though will be impossible to be kept along with the proceeding integration of Poland and the other members of the EU what makes necessary securing the full competitiveness of Polish companies on the deregulates European market.

Thanks to the EU-accession Polish logistics entrepreneurs have received the new conditions of the market access as the different international transport limits have been abandoned. It simplified the cross-border goods circulation, new sources of capital have become accessible, e.g. the EU structural funds, the customs procedures of the trade exchange with the third party countries have been simplified, the infrastructure development and the uniformity of the law regulations have been hastened. These factors accelerate the positive changes on the Polish logistics market, like branch consolidation, increased competitiveness, higher level of service, increased international cooperation. Moreover, what should be considered as the most significant – the growing importance of Poland as the logistic back-up in the international market, according to transit location of the country in the middle of Europe.

There are certain dangers connected to the common market access like the advantage of foreign companies in getting capital support and their experience, higher financial surcharges (VAT, toll charges), company takeovers, higher costs and client expectations, small company bankruptcies and the lack of experience in full logistical service among Polish entrepreneurs.

On the road transport market the charges have fallen down by 20-30% after the EU-accession without the expected increase of demand. Also there is a noticeable

rise of the piece-goods transport importance what makes big international companies more competitive. The low-cost advantage of Polish carriers is depreciated by worse rolling-stock usage and the route planning. That causes more difficulties for Polish entrepreneurs, nevertheless they have the chance to get the advantage on the South-Eastern European markets, which are less interesting for the Western competitors. Some of international logistic companies are already preparing themselves to enter the Polish internal transport market after its liberalization. They gather the staff from Poland to train them and settle branch offices after the end of transition period for local transport. The other way for smaller companies is also to acquire the narrow specialization, in which the profit is unreachable in the bigger scale.

Rail transport liberalization is slowly proceeding. There are over 45 private cargo companies providing both, the inbound cargo transport and the international routes. The private operators mainly took over the mass transport from the road carriers. Unfortunately, most of the newly built logistic centers in Poland don't have access to the railway network (one of such examples is quickly developing logistic center Prologis Park in Bielany Wrocławskie, just beside the A4 motorway).

As a reaction to this PKP Cargo, as the biggest rail operator, insisted on establishing some railway intermodal centers in whole country. The company awaits the support from the government. So, the question though is if the other operators will gain access to such centers [1, p. 199-200].

There are few Polish intermodal road-rail transport providers, but there is remarkable slow increase of container shipments and investments in the sea harbors. Referring to the competition rise with the under 100 kilometers road transport better service standards are expected to be introduced [2, p. 105-106].

The 3<sup>rd</sup> party countries trade exchange was additionally complicated on Polish side, so the part of the goods deliveries is diverted over other EU-member's borders, causing higher transport costs.

Polish carriers accepted the European technical, social and ecological standards but their competitiveness is still below the level of their West European competitors. The reason is the lack of the reasonable transport policy resulting in the low efficiency of Polish entrepreneurs.

The biggest logistic providers stay indifferent to the lack of Polish transport policy, while they accepted the government behaviour as too passive to influence the market situation. Small and medium entrepreneurs expect only very precised steps, for example: improved debt collection, elimination of the state railway monopolistic behaviour, clearing the international transport licence grant abuse, improvement of the fuel distribution control [8].



---

### 3. Guidelines of the Polish transportation policy

The priority of the Polish transportation policy is the development of lacking transport infrastructure and ensuring the full accessibility of it for all entrepreneurs. This will prevent the loss of the competitiveness of Polish logistic companies, after the low-cost advantage exhaustion, which now is the primary advantage on the Common Market, one year after accession. The underdevelopment of Polish transport network affects the inadequate investment location, mostly focusing on the border parts of the country for avoiding the broad contact with the transport network. In the process of the infrastructure improvement the EU standards realization must be fulfilled, in order to keep its durability and full utilization. It also requests the focus on ecological aspect of transport activity and development as well as the promotion of intermodal inland and international transport.

Polish logistics sector competitiveness improvement may be ensured by the stabilization of the transport policy legal instruments, while its present instability limits the long-term strategy building among the entrepreneurs. The preparation for the full deregulation of railway and road transport markets, which will take effect after the end of transition periods is also indispensable.

Referring to that, the government's role is to describe the final branch structure of the land-based transport, which will be achieved using the transport policy, and the logistics policy in the near future. The focus on the incentive and extra-legal instruments should also have the positive effect on the transport and logistics, noticeable in Western Europe.

In author's opinion Polish transportation policy, and hopefully soon the logistics policy as well, should include both Japanese and Hungarian experiences, which focus on the infrastructure development. It can be seen, that Hungarian project misses the aspect of new technologies development (information and telecommunication), and so it cannot be abandoned. The Japanese project is more complex, but naturally concentrates on air and sea means of transport and doesn't take into account the economic transformation conditions, which makes it more difficult to introduce in Poland.

Author finds the idea of PKP Cargo's project useful as a very basic start ground for Polish logistics policy, which will ensure competitiveness of Polish carriers for the next decades. Nevertheless it is absolutely necessary to expand it appropriately and fit it to current conditions of our logistic market.

## References

- [1] Antonowicz M., *Logistyczne strategie rozwoju przedsiębiorstw cargo sektora transportu kolejowego na wspólnym liberalizowanym rynku transportowym na przykładzie PKP Cargo SA*, [w:] *Strategie i logistyka organizacji sieciowych*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1078, AE, Wrocław 2005.
- [2] Golemska E., Kempny D., J.Witkowski J., *Eurologistyka w zarządzaniu międzynarodowym*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.
- [3] Grzywacz W., Wojewódzka-Król K., Rydzkowski W., *Polityka transportowa*. Wyd. UG, Gdańsk 2005.
- [4] *Hungary, the Natural Logistics Centre*, Ministry of Economy and Transport (GKM), Republic of Hungary, Internet: <http://www.gkm.hu>.
- [5] Kauppinen T.J., Lindqvist J., *Elements for European Logistics Policy. A Discussion Paper*, Ministry of Transport and Communications Finland, Helsinki 2006.
- [6] Krzemiński S., *Konsolidacja przedsiębiorstw transportowych*, Wydawnictwo SGH, Warszawa 2005.
- [7] *METI's Program for Efficient Distribution and Logistics*, Distribution and Logistics Policy Division, Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan, <http://www.meti.go.jp/english/information/downloadfiles/cLogi0402e.pdf>.
- [8] Szreter P., *Co z tą Unią*, „Eurologistics” 2005 nr 5.

## ROZWÓJ RYNKU DROGOWYCH PRZEWOZÓW ŁADUNKÓW W ŚWIETLE POLSKIEJ POLITYKI TRANSPORTOWEJ

### Streszczenie

1 maja 2004 r. wspólny rynek 25 krajów Unii Europejskiej został otwarty dla polskich przedsiębiorstw branży TSL. Nie jest on jeszcze w pełni zliberalizowany, jednak od tego dnia konkurencja przedsiębiorców TSL uległa dużej intensyfikacji. Całkowita deregulacja wspólnego rynku umożliwi polskim przedsiębiorcom dostęp do największego rynku TSL na świecie, ale oznacza też nasilenie wpływu konkurentów zagranicznych na rynek krajowy.

Rolą państwa jest określenie docelowej struktury transportu, która będzie celem polityki transportowej i logistycznej prowadzonej w przyszłości. Doświadczenia Japonii i Węgier w zakresie wspierania sektora logistycznego są bardzo obiecujące i powinny zostać uwzględnione.

Pomysł rozwoju centrów logistycznych jako bodźca stymulującego rozwój branży TSL może stanowić fundament do stworzenia polskiej polityki logistycznej, która zapewni konkurencyjność polskich przedsiębiorców TSL w przyszłości.