

## Ocena zakresu działań na rzecz zrównoważonego rozwoju w przemyśle cementowym w Polsce z zastosowaniem wielowymiarowej analizy porównawczej

### Assessment of the scope of activities for sustainable development in the cement industry in Poland with the use of multi-dimensional comparative analysis

dr hab. Justyna Łapińska<sup>1</sup> prof. UMK, dr Iwona Escher<sup>1</sup>, dr Grzegorz Kądziałowski<sup>2</sup>, mgr Paweł Brzustewicz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

<sup>2</sup> Akademia WSB w Dąbrowie Górniczej

#### Streszczenie

W artykule autorzy wykorzystali metodę porządkowania liniowego, należącą do metody wielowymiarowej analizy porównawczej, do oceny zakresu działań na rzecz zrównoważonego rozwoju, realizowanych w Polsce przez przedsiębiorstwa przemysłu cementowego. Ocena ta została oparta na konstrukcji wskaźnika syntetycznego  $[Q_i]$ , w którym uwzględniono trzy zmienne diagnostyczne: (i) zakres działań środowiskowych i społecznych komunikowanych przez firmę, (ii) liczbę opublikowanych raportów w *CSRinfo*, (iii) wielkość firmy mierzoną udziałem w rynku. Przeprowadzona analiza pozwoliła na identyfikację liderów w zakresie komunikowanych aktywności, wpisujących się w działania podejmowane na rzecz zrównoważonego rozwoju. Są to przede wszystkim największe podmioty przemysłu cementowego funkcjonujące w Polsce, będące częścią globalnych grup kapitałowych.

**Słowa kluczowe:** zrównoważony rozwój, przemysł cementowy, wielowymiarowa analiza porównawcza, wskaźnik syntetyczny

#### Summary

The article uses the linear ordering method, which falls under the multi-dimensional comparative analysis methods, to assess the scope of activities for sustainable development carried out by cement industry companies operating in Poland. This assessment was based on the structure of the synthetic measure  $[Q_i]$ , which included three diagnostic variables: (i) the scope of environmental and social activities communicated by the company, (ii) the number of published reports in *CSRinfo*, (iii) company size measured by its market share. The analysis allowed for the identification of leaders in the field of communicated activities that are part of the activities undertaken for sustainable development. They are primarily the largest entities of the cement industry in Poland, which are part of global capital groups.

**Keywords:** sustainable development, cement industry, multi-dimensional comparative analysis, synthetic measure

#### 1. Wprowadzenie

Metody wielowymiarowej analizy porównawczej, w skrócie WAP, stosowane są z powodzeniem w ekonomii, zarządzaniu, demografii, psychologii i wszędzie tam, gdzie badane są zjawiska złożone, czyli takie, które są opisywane za pomocą więcej niż jednej zmiennej (1, 2). W niniejszym artykule autorzy wykorzystali metodę porządkowania liniowego, należących do metod wielowymiarowej

#### 1. Introduction

The methods of multi-dimensional comparative analysis [MCA] are successfully used in economics, management, demography, psychology and everywhere else where complex phenomena are examined, i.e., those which are described by means of more than one characteristic called a variable (1-2). In this article, the authors used the linear ordering method, which falls under the multi-di-

analizy porównawczej, do oceny zakresu działań na rzecz rozwoju zrównoważonego, realizowanych przez działające w Polsce przedsiębiorstwa przemysłu cementowego. Ocena ta została oparta na konstrukcji wskaźnika syntetycznego [Qi] obrazującego zakres realizacji wspomnianych działań, przy czym w analizie autorzy: (i) skupili się tylko na takich działaniach na rzecz rozwoju zrównoważonego, które podejmowane są przez badane przedsiębiorstwa w wymiarze środowiskowym oraz społecznym [dwa spośród trzech wymiarów rozwoju zrównoważonego] oraz (ii) uwzględnili jedynie takie działania mieszczące się w zakresie tych dwóch wspomnianych obszarów działań, które badane firmy opisywały w opracowaniach będących przedmiotem analizy. Opracowaniami tymi były wyłącznie materiały zamieszczone przez badane firmy na ich własnych stronach internetowych. Autorzy celowo pominieli w tej analizie ocenę wymiaru ekonomicznego ze względu na wielość i różnorodność działań wpisujących się w ten wymiar, a przede wszystkim z uwagi na trudność pozyskania właściwych danych. Mowa tu o danych finansowych bezpośrednio powiązanych z działalnością firmy w środowiskowym i społecznym wymiarze rozwoju zrównoważonego, na przykład efektywność ekologiczna i społeczna procesów (3), koszty środowiskowe produkcji, koszty społeczne powstające w relacjach z interesariuszami wewnętrznymi i zewnętrznymi firmy. Dane takie nie są dobrowolnie ujawniane przez badane firmy, o czym świadczy chociażby brak tzw. raportów zintegrowanych, w których firmy umieszczają, obok informacji na temat zaangażowania środowiskowego i społecznego, dane finansowe powiązane bezpośrednio z tym zaangażowaniem.

Przy konstrukcji wskaźnika syntetycznego autorzy odwołują się do wyników badań zamieszczonych we wcześniejszych artykułach, opublikowanych w niniejszym czasopiśmie (4, 5). Artykuł stanowi zatem próbę podsumowania wcześniejszych analiz. Jednocześnie ukazuje możliwości syntetycznego ujęcia wniosków z nich płynących, dzięki zastosowaniu metod wielowymiarowej analizy porównawczej, w szczególności metody porządkowania liniowego.

## 2. Miernik syntetyczny – wybrane aspekty teoretyczne

Jednym z przykładów zastosowania metod porządkowania liniowego, należących do metody WAP, jest konstrukcja syntetycznego miernika, który pozwala porównać zróżnicowane obiekty (6, 7). W ogólnym rozumieniu miernik syntetyczny, „agregatowy”, jest wielkością obrazującą poziom danego zjawiska, przedstawioną w postaci względnej lub bezwzględnej. Umożliwia określenie pozycji badanych obiektów, na przykład przedsiębiorstw, na tle pozostałych, w ramach określonego zbioru (8, 9). Metoda konstrukcji miernika syntetycznego zależy od wielu czynników. Zależy ona od rodzaju zmiennych diagnostycznych, to jest zmiennych wybranych do oceny badanego zjawiska, i skali ich pomiaru, metody normalizacyjnej, systemu wag i metody agregacji tych zmiennych (10).

Jeśli zmienne diagnostyczne wyrażone są w różnych jednostkach miary i/lub odpowiadają im zróżnicowane zakresy liczbowe, to należy je przekształcić tak, aby otrzymać zmienne pozbawione miana

dimensional comparative analysis methods, to assess the scope of activities for sustainable development implemented by cement industry companies, operating in Poland. This assessment was based on the construction of a synthetic measure [Qi] illustrating the scope of implementation of the abovementioned activities, whereby in the analysis the authors (i) focused only on such activities for sustainable development that are undertaken by the surveyed companies in the environmental and social dimensions, two of the three dimensions of sustainable development, and (ii) included only activities falling within the scope of these two areas of activity that the surveyed companies communicated in the publications being the subject of analysis. They were only materials posted by the surveyed companies on their own websites. The authors intentionally omitted in this analysis the assessment of the economic dimension due to the multitude and variety of activities that fall under this dimension, and above all because of the difficulty of obtaining the proper data. By 'proper data' the authors mean financial data directly related to the company's activities in the environmental and social dimension of sustainable development, for instance eco-efficiency and socio-efficiency of processes (3), environmental costs of production, social costs arising in relations with internal and external stakeholders of the company. Such data are not voluntarily disclosed by the surveyed companies, as evidenced by the lack of so-called integrated reports, in which companies place, next to information on environmental and social involvement, financial data directly related to that involvement. When constructing the synthetic measure, the authors refer to the results of studies included in earlier articles published in this journal (4-5). The article is therefore an attempt to summarize the previous analyses. At the same time, the article shows the possibilities of synthesizing the conclusions resulting from them, as a result of the use of multi-dimensional comparative analysis methods, in particular the linear ordering method.

## 2. Synthetic measure – selected theoretical aspects

An example of the use of linear ordering method that falls under the MCA methods is the construction of a synthetic measure that allows to compare different objects (6-7). In general, the synthetic [aggregate] measure is a value representing the level of a given phenomenon presented in a relative or absolute form. It allows to specify the position of the examined objects – for instance companies, against the background of others within a specified set (8-9). The synthetic measure construction procedure is determined by many factors. It depends on the nature of diagnostic variables [the variables selected for evaluation of the phenomenon under study] and the scale of their measurement, standardization procedure, weight system and formula for aggregating these variables (10).

If the diagnostic variables are expressed in different units of measure and/or have different numerical ranges, then they should be transformed to obtain variables without specific measurement units and unified as to the range of values they can take. In the subject literature (10-11), numerous methods of normalizing diagnostic

oraz ujednoczone co do zakresu wartości, jakie mogą przyjmować. W literaturze przedmiotu (10, 11) wskazuje się na liczne metody normowania zmiennych diagnostycznych. Jedną z takich metod jest metoda ujednoczania zerowanej, która umożliwi normowanie zmiennych diagnostycznych na podstawie badania rozstępu cechy. Metoda ta spełnia wszystkie wytyczne stawiane metodom normowania zmiennych diagnostycznych (12). Uzyskane w wyniku jej zastosowania wartości zmiennych zawierają się w przedziale 0–1.

W zależności od charakteru zmiennej diagnostycznej, normowanie odbywa się za pomocą następujących wzorów (13):

- a) dla stymulant, czyli zmiennych diagnostycznych, których wzrost wartości powoduje wzrost oceny zjawiska złożonego:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad [1]$$

- b) dla destymulant, czyli zmiennych diagnostycznych, których wzrost wartości powoduje spadek oceny zjawiska złożonego:

$$z_{ij} = \frac{\min_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad [2]$$

- c) dla nominat, czyli zmiennych diagnostycznych, które mają określoną, najkorzystniejszą, z punktu widzenia oceny zjawiska złożonego, wartość zwaną wartością nominalną:

$$z_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{c_{0j} - \min_i x_{ij}} & \text{dla } x_{ij} < c_{0j} \\ 1 & \text{dla } x_{ij} = c_{0j} \\ \frac{\max_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - c_{0j}} & \text{dla } x_{ij} > c_{0j} \end{cases} \quad [3]$$

Dla cech będących nominatami zachodzą następujące związki:

$$z_{ij} = 1 \Leftrightarrow x_{ij} = c_{0j} \quad [4]$$

oraz

$$z_{ij} = 0 \Leftrightarrow x_{ij} = \min_i x_{ij} \text{ lub } x_{ij} = \max_i x_{ij}, \quad [5]$$

w których

$z_{ij}$  – znormalizowana zmienna diagnostyczna i dla obiektu  $j$  przyjmująca wartość z przedziału  $[0;1]$ ,

$x_{ij}$  – wartość cechy  $i$  w  $j$ -tym obiekcie,

$\min_i x_{ij}$  – najmniejsza wartość cechy  $i$  wśród obiektów ze zbioru  $[1, 2, \dots, j]$ ,

$\max_i x_{ij}$  – największa wartość cechy  $i$  wśród obiektów ze zbioru  $[1, 2, \dots, j]$ ,

$c_{0j}$  – wartość nominalna cechy w  $j$ -tym obiekcie.

W kolejnym etapie konstrukcji miernika dla każdego obiektu wyznacza się zmienną syntetyczną [agregatową], stosując następującą formułę:

$$Q_i = \sum_{j=1}^n z_{ij} \omega_j, \quad [6]$$

w której wagi  $\omega_j$  spełniają warunek sumowalności do jedności:

$$\sum_{j=1}^n \omega_j = 1 \quad [7]$$

Zaprezentowana procedura została wykorzystana do konstrukcji wskaźnika syntetycznego, obrazującego zakres działań na rzecz zrównoważonego rozwoju komunikowanych przez przedsiębior-

variables are indicated. One of these methods is the zero unitarization method, which allows normalization of diagnostic variables, based on their range. This method meets all of the postulates for standardization procedures for diagnostic variables (12). Variable values obtained as a result of its application are contained in the range  $[0;1]$ .

Depending on the nature of the diagnostic variable, normalization takes place using the following formulas (13):

- a) for stimulants, *i.e.*, diagnostic variables, whose increase in value causes an increase in the assessment of a complex phenomenon:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad [1]$$

- b) for destimulants, *i.e.*, diagnostic variables whose increase in value causes a decrease in the assessment of a complex phenomenon:

$$z_{ij} = \frac{\min_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad [2]$$

- c) for neutral variables, *i.e.*, diagnostic variables that have a specific value, most favourable from the point of view of assessing a complex phenomenon, called the nominal value:

$$z_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{c_{0j} - \min_i x_{ij}} & \text{dla } x_{ij} < c_{0j} \\ 1 & \text{dla } x_{ij} = c_{0j} \\ \frac{\max_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - c_{0j}} & \text{dla } x_{ij} > c_{0j} \end{cases} \quad [3]$$

The following relationships exist pertinent to the features of neutral variables:

$$z_{ij} = 1 \Leftrightarrow x_{ij} = c_{0j} \quad [4]$$

and

$$z_{ij} = 0 \Leftrightarrow x_{ij} = \min_i x_{ij} \text{ lub } x_{ij} = \max_i x_{ij}, \quad [5]$$

where:

$z_{ij}$  – normalized diagnostic variable  $i$  for the object  $j$  taking a value from the range  $[0;1]$ ,

$x_{ij}$  – variable value  $i$  in  $j$ -th object,

$\min_i x_{ij}$  – the lowest value of the variable  $i$  among objects from the set  $[1, 2, \dots, j]$ ,

$\max_i x_{ij}$  – the highest variable value  $i$  among objects from the set  $[1, 2, \dots, j]$ ,

$c_{0j}$  – nominal value of the variable in  $j$ -th object.

In the next stage of the synthetic measure construction, a synthetic (aggregate) variable is determined for each object using the following formula:

$$Q_i = \sum_{j=1}^n z_{ij} \omega_j, \quad [6]$$

where the weights  $\omega_j$  satisfy the condition of summation to unity:

$$\sum_{j=1}^n \omega_j = 1 \quad [7]$$

The presented procedure was used to construct a synthetic measure illustrating the scope of activities for sustainable development

stwa, opisane w kolejnej części niniejszego artykułu.

### 3. Metody badania

Podmiotem zrealizowanego przez autorów badania były działające na polskim rynku przedsiębiorstwa przemysłu cementowego. Wszystkie badane firmy - osiem przedsiębiorstw, są członkami Stowarzyszenia Producentów Cementu [Tablica 1]. Szczegółowy wykaz materiałów poddanych analizie autorzy prezentują w swoim wcześniejszym artykule, w którym dokonali oceny zakresu działań środowiskowych, komunikowanych przez tę samą grupę badanych przedsiębiorstw (4).

Do skonstruowania wskaźnika oceny zakresu działań na rzecz rozwoju zrównoważonego, podejmowanych przez wymienione w Tablicy 1 przedsiębiorstwa, autorzy wykorzystali następujące zmienne diagnostyczne:

- *ENV\_SOC* – zakres działań środowiskowych i społecznych komunikowanych przez badany podmiot – zmienna została skonstruowana na podstawie oceny porównawczej, dokonanej w dwóch wcześniejszych artykułach, opublikowanych przez autorów w niniejszym czasopiśmie [zobacz Tablica 2 w (4) oraz Tablica 4 w (5)]; zmienną obliczono jako średnią arytmetyczną ocen wszystkich obszarów obejmujących działania środowiskowe i społeczne; ocenom wyrażonym wcześniej w postaci gwiazdek (\*) lub symbolu *nc* – ‘działania nie są komunikowane w analizowanych materiałach’ przypisano wartości zgodnie z zasadą: *nc* = 0; \* – ‘wąski zakres komunikowanych działań’ = 0,33; \*\* – ‘średni zakres komunikowanych działań’ = 0,66; \*\*\* – ‘szeroki zakres komunikowanych działań’ = 1;
- *CSR* – liczba opublikowanych raportów w *CSRinfo* (14); liczba raportów pokazuje jednocześnie, czy istnieje w tym zakresie pewna ciągłość działań.

Powyżej zaprezentowane zmienne diagnostyczne to stymulanty, czyli wzrost ich wartości powoduje wzrost oceny zjawiska złożonego – wskaźnika *Q*.

Dodatkowo do analizy wprowadzono zmienną *SIZE* – wielkość firmy, mierzona udziałem w rynku (15). Potraktowano ją nieco odmiennie – uznano ją za zmienną korygującą wskaźnik syntetyczny. Dlatego przyjęto, że zmienna *SIZE* jest destymulantą. Założono bowiem, że trudno wymagać od niewielkich firm, aktywności w zakresie realizacji i komunikowania działań na rzecz zrównoważonego rozwoju na podobnym poziomie, jak w firmach dużych. Duże przedsiębiorstwa przemysłowe w dużo większym stopniu oddziałują na środowisko i społeczeństwo, stąd ich zaangażowanie w sposób naturalny powinno być większe. Ponadto duże firmy posiadają większe zasoby finansowe, zatrudniają więcej osób, co sprawia, że prowadzenie tego typu działalności jest znacznie łatwiejsze.

Tablica 1 / Table 1

FUNKCJONUJĄCE W POLSCE PRZEDSIĘBIORSTWA PRZEMYSŁU CEMENTOWEGO BĘDĄCE PODMIOTEM BADANIA

CEMENT INDUSTRY ENTERPRISES OPERATING IN POLAND COVERED BY THE STUDY

Przedsiębiorstwo Enterprise	Kod przedsiębiorstwa Enterprise code	Strona firmowa przedsiębiorstwa The enterprise's website
Górażdże Cement SA	GRŻ	<a href="https://www.gorazdze.pl">https://www.gorazdze.pl</a>
Lafarge Cement SA	LFG	<a href="https://www.lafarge.pl">https://www.lafarge.pl</a>
Grupa Ożarów SA	OŻR	<a href="http://ozarow.com.pl">http://ozarow.com.pl</a>
Cemex Polska Sp. z o.o.	CMX	<a href="https://www.cemex.pl">https://www.cemex.pl</a>
Cementownia Warta SA	WRT	<a href="http://www.wartasa.com.pl">http://www.wartasa.com.pl</a>
Dyckerhoff Polska Sp. z o.o.	DKF	<a href="http://www.dyckerhoff.pl">http://www.dyckerhoff.pl</a>
Cementownia ODRA SA	ODR	<a href="https://odrasa.com.pl">https://odrasa.com.pl</a>
Górka Cement Sp. z o.o.	GRK	<a href="http://www.gorka.com.pl">http://www.gorka.com.pl</a>

communicated by the companies, which are described in the next part of this article.

### 3. Research methods

The subject of the study carried out by the authors were cement industry companies operating on the Polish market. All surveyed entities - eight companies, are members of the Polish Cement Association – Table 1. A detailed list of materials [publications] coming from these companies and being analysed by the authors is presented in their previous article, in which they evaluated the scope of environmental activities communicated by the same group of the surveyed companies (4).

The authors used the following diagnostic variables to construct a synthetic measure to assess the scope of activities for sustainable development, undertaken by the companies listed in Table 1:

- *ENV\_SOC* – scope of environmental and social activities communicated by the examined company – the variable was determined based on a comparative assessment, presented in two earlier articles published in this journal [see Table 2 in (4) and Table 4 in (5)]; it was calculated as the arithmetic average of assessments of all areas comprising environmental and social activities; evaluations previously expressed in the form of asterisks (\*) or the symbol *nc* – ‘activities are not communicated in the materials analysed’ have been assigned values according to the rule: *nc* = 0; \* – ‘a narrow range of communicated activities’ = 0.33; \*\* – ‘a medium range of communicated activities’ = 0.66; \*\*\* – ‘a wide range of communicated activities’ = 1;
- *CSR* – number of reports published in *CSRinfo* (14); the number of reports is showing at the same time whether there is a certain continuity of activities in this respect.

The diagnostic variables presented above are stimulants, *i.e.*, an increase in their value causes an increase in the assessment of the complex phenomenon [*Q*, measure].

Podsumowując, w analizowanym przypadku, zmiennymi diagnostycznymi były dwie stymulanty i jedna destymulanta. Normalizacji zmiennych diagnostycznych dokonano zgodnie z formułami [1] i [2]. Następnie przypisano wagi znormalizowanym zmiennym diagnostycznym, tak aby suma wag wynosiła 1. Kluczowej zmiennej diagnostycznej, która w sposób syntetyczny opisuje zakres komunikowanych działań środowiskowych i społecznych [ENV\_SOC], przypisano wagę 0,6; natomiast zmiennej CSR odnoszącej się do publikowania raportów w CSRinfo wagę 0,1. Wielkość przedsiębiorstwa jest ważnym czynnikiem wpływającym na aktywność firm w zakresie podejmowania, a następnie komunikowania działań należących do idei zrównoważonego rozwoju, dlatego zmiennej SIZE przypisano wagę 0,3.

W kolejnym etapie konstrukcji miernika syntetycznego dla każdego przedsiębiorstwa wyznaczono zmienną syntetyczną [agregatową], stosując formułę [6]. Wyniki przeprowadzonych obliczeń zaprezentowano w Tablicy 2.

Wskaźnik syntetyczny  $Q_i$ , oparty na zbiorze zmiennych diagnostycznych unormowanych, określa w sposób ilościowy zakres działań na rzecz zrównoważonego rozwoju, komunikowanych przez badane przedsiębiorstwa.

#### 4. Wnioski

Dokonane porównanie pozwala zidentyfikować liderów w zakresie komunikowanych aktywności, należących do działań z zakresu zrównoważonego rozwoju. Są to przede wszystkim największe podmioty przemysłu cementowego w Polsce, będące częścią globalnych grup kapitałowych. Wskaźnik  $Q_i$  szczególnie duże wartości przyjął w przypadku następujących trzech przedsiębiorstw: Cemex Polska Sp. z o.o. [CMX], Lafarge Cement SA [LFG], Górażdże Cement SA [GRŻ].

Oceniając uzyskane wyniki, warto jednak pamiętać, że mniejsze firmy mają znacznie mniejsze możliwości realizacji zadań na rzecz zrównoważonego rozwoju, zwłaszcza w obszarze społecznym, co niewątpliwie ma wpływ na zakres ich komunikowania, a w konsekwencji także na wartość wskaźnika syntetycznego  $Q_i$ . Mając to na uwadze, osiągnięte wyniki pozostałych firm należy ocenić ogólnie pozytywnie, choć warto podkreślić, iż istnieje pewien potencjał rozwoju aktywności tych firm w ocenianym obszarze. Należy także zaznaczyć, że wyniki analiz prowadzonych z wykorzystaniem metod wielowymiarowej analizy porównawczej mogą różnić się w przypadku przyjęcia innego zbioru cech diagnostycznych oraz odmiennego systemu wag. To oznacza, że przy innym zestawie zaproponowanych cech i innych nadanych wagach, także obraz uzyskany w badaniu zaprezentowanym w tym artykule mógłby być inny. W opisywanej procedurze konstrukcji miernika syntetycznego wybór cech i nadane wagi opiera się za każdym razem na subiektywnej ocenie badaczy. Obiektywizacji tego typu wyborów sprzyjają oparcie się na wiarygodnych źródłach danych oraz konsultacje z ekspertami badanej branży. Taki sposób postępowania wybrali właśnie autorzy niniejszego artykułu.

Tablica 2 / Table 2

SYNTECYCZNA OCENA ZAKRESU DZIAŁAŃ NA RZECZ ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU KOMUNIKOWANYCH PRZEZ BADANE PRZEDSIĘBIORSTWA  
A SYNTHETIC ASSESSMENT OF THE SCOPE OF ACTIVITIES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT COMMUNICATED BY THE SURVEYED ENTERPRISES

Kod przedsiębiorstwa Enterprise code	Zmienne diagnostyczne znormalizowane Normalised diagnostic variables			$Q_i$
	ENV_SOC <sub>i</sub>	CSR <sub>i</sub>	SIZE <sub>i</sub>	
GRŻ	0,881	0,500	0,000	0,579
LFG	1,000	0,250	0,209	0,688
OŻR	0,205	0,000	0,222	0,190
CMX	0,940	1,000	0,538	0,825
WRT	0,000	0,000	0,671	0,201
DKF	0,380	0,000	0,842	0,481
ODR	0,320	0,000	1,000	0,492

Komentarz: Przedsiębiorstwo Górka Cement Sp. z o.o. [GRK] zostało wyłączone z analizy, ponieważ raporty Stowarzyszenia Producentów Cementu nie podają udziału tej firmy w rynku (15).

Comment: Górka Cement Sp. z o.o. [GRK] was excluded from the analysis, because the reports of Polish Cement Association do not inform about the company's market share (15).

Moreover, the *SIZE* variable – company size, measured by its market share, was introduced into the analysis (15). It was treated slightly differently – it was considered as a variable correcting the synthetic measure. Therefore, it was assumed that the *SIZE* variable is a DE stimulant. It was also assumed that it is difficult to require small companies to be active in implementing and communicating actions for sustainable development, at a similar level as in large companies. Large industrial enterprises have a much higher impact on the environment and society, hence their involvement should naturally be greater. In addition, large companies have greater financial resources, employ more people, which makes conducting activities in the field of sustainable development and their communication much easier.

To sum up, in the case analysed, the diagnostic variables were two stimulants and one DE stimulant. Normalization of diagnostic variables was carried out in accordance with formulas [1] and [2]. Weights were then assigned to standardized diagnostic variables, so that the sum of weights was 1. Key diagnostic variable, that synthetically describes the range of communicated environmental and social activities [ENV\_SOC], was assigned weights of 0.6; while the CSR variable referring to publishing reports in CSRinfo was assigned the weight of 0.1. The size of the company is an important factor influencing the activity of companies in the field of undertaking and then communicating activities that fall under the idea of sustainable development, therefore the *SIZE* variable was also assigned the weight of 0.3.

In the next stage of the construction of the synthetic measure, a synthetic [aggregate] variable was determined for each enterprise using the formula [6]. The results of the calculations carried out are presented in Table 2.

## Podziękowania

Artykuł opracowano w ramach projektu „Pozytywna zmiana społeczna w organizacji jako czynnik zaangażowania przedsiębiorstwa w realizację zrównoważonego rozwoju”. Projekt został sfinansowany przez Narodowe Centrum Nauki na podstawie decyzji numer DEC-2017/25/B/HS4/01113.

## Literatura / References

1. K. Jajuga, *Statystyczna analiza wielowymiarowa*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993.
2. S. Gnat, Spatial weight matrix impact on real estate hierarchical clustering in the process of mass valuation, *Oeconomia Copernicana*, **10**(1), 131–151 (2019).
3. D. Grego-Planer, The relationship between organizational commitment and organizational citizenship behaviors in the public and private sectors, *Sustainability*, **11**(22), 1–20 (2019).
4. J. Łapińska, I. Escher, G. Kądziaławski, P. Brzustewicz, Środowiskowe aspekty rozwoju zrównoważonego w przemyśle cementowym: działania komunikowane przez przedsiębiorstwa funkcjonujące w Polsce, *Cement Wapno Beton*, **4**, 267–275 (2019).
5. J. Łapińska, I. Escher, G. Kądziaławski, P. Brzustewicz, Działania społeczne na rzecz zrównoważonego rozwoju przemysłu cementowego w Polsce – dobra praktyka, *Cement Wapno Beton*, **6**, 462–470 (2019).
6. P. Nowak, Regional variety in quality of life in Poland. *Oeconomia Copernicana*, **9**(3), 381–401 (2018).
7. L. Piersiala, The usage pattern of development method to assess the functioning of special economic zones: the case of Poland. *Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy*, **14**(1), 167–181 (2019).
8. J. Dmitruk, J. Gawinecki, Metody wielowymiarowej analizy porównawczej – budowa i zastosowanie, *Biuletyn Wojskowej Akademii Technicznej*, **66**, 4, 103–119 (2017).
9. E. Rogalska, Multiple-criteria analysis of regional entrepreneurship conditions in Poland. *Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy*, **13**(4), 707–723 (2018).
10. T. Panek, *Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej*, Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej, Warszawa 2009.
11. W. Walesiak, Przegląd formuł normalizacji wartości zmiennych oraz ich własności w statystycznej analizie wielowymiarowej, *Przegląd Statystyczny*, **61**, 4, 363–372 (2014).
12. K. Kukuła, Propozycja rankingu obiektów z wykorzystaniem cech ilościowych oraz jakościowych, [w:] B. Borkowski, K. Kukuła (red.), *Metody ilościowe w badaniach ekonomicznych*, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa 2012.
13. K. Kukuła, *Metoda unitaryzacji zerowanej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.
14. CSRinfo. Firma edukacyjno-doradcza, [Online]. Available: <http://www.csrinfo.org> [17.05.2019].
15. Stowarzyszenie Producentów Cementu, *Przemysł cementowy w liczbach 2018. Informator SPC*, [Online]. Available: <https://www.polskicement.pl/informatory> [17.05.2019].

The synthetic  $Q_i$  measure, based on a set of standardized diagnostic variables, quantitatively determines the scope of activities for sustainable development, communicated by the surveyed enterprises.

## 4. Conclusions

The comparison makes it possible to identify leaders in the field of communicated activities that are part of sustainable development activities. They are primarily the largest companies of the cement industry in Poland, which are part of global capital groups. The  $Q_i$  measure was particularly high for the following three companies: Cemex Polska Sp. z o.o. [CMX], Lafarge Cement SA [LFG], Górażdże Cement SA [GRŻ].

When assessing the results obtained, it is worth remembering that smaller companies have much less opportunities to implement activities for sustainable development, especially in the social area, which undoubtedly affects the scope of their communication and, consequently, also the value of the  $Q_i$  synthetic measure. With this in mind, in the case of other companies, the results should be assessed positively, although it is worth emphasizing that there is some potential for the development of the activity of these companies in the area assessed. It should also be noted that the results of analyses carried out using multidimensional comparative analysis methods may differ, if a different set of diagnostic variables and a different weight system were adopted. This means that with a different set of proposed variables and other assigned weights, also the image obtained in the study presented in this article, could be different. In the procedure described, the construction of the synthetic measure, selection of variables and assigned weights is based on the subjective assessment of the researchers. Objectivity of this type of choices is favoured by using reliable data sources and consultation with experts from the industry being researched.

## Acknowledgement

The paper was developed as part of the project 'Positive social change in the organization as a factor of company involvement in the implementation of sustainable development'. The project was financed by the National Science Centre, decision no DEC-2017/25/B/HS4/01113.