

**dr hab. Justyna Łapińska¹, dr Grzegorz Kądziałowski², dr Ewa Zdunek-Rosa¹,
dr Agnieszka Huterska¹**

¹Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

²Akademia WSB

Wpływ koniunktury w budownictwie na produkcję cementu w Polsce

The impact of the business cycle in the construction industry on cement production in Poland

1. Wprowadzenie

W budownictwie jedną z kluczowych pozycji wśród materiałów budowlanych zajmuje cement i bazujące na nim materiały, nie tylko jako wsad do produkcji betonu, ale także do produkcji zapraw, tynków oraz wyrobu i łączenia materiałów budowlanych (1). Wpływ sytuacji na rynku budowlanym na produkcję podstawowych materiałów budowlanych, takich jak cement czy wapno, nie jest zbyt często podejmowanym zagadnieniem w opracowaniach naukowych. Zagadnienie to jest jednak istotne, choćby ze względu na zachodzące sprzężenia zwrotne między tymi dwoma obszarami działalności gospodarczej. Z jednej strony, produkcja budowlana kształtuje popyt na materiały budowlane, a z drugiej strony, podaż i ceny materiałów budowlanych wpływają na rozmiary produkcji budowlanej (2).

Celem niniejszej pracy jest ocena wpływu koniunktury w budownictwie na wielkość produkcji cementu w Polsce. W związku z tym skonstruowano i oszacowano dynamiczny, zgodny model ekonometryczny. W badaniu wykorzystano dane miesięczne, dotyczące produkcji cementu oraz koniunktury w budownictwie, za okres od stycznia 2009 r. do czerwca 2018 r., publikowane przez Główny Urząd Statystyczny (GUS).

Dane o produkcji cementu są wyrażone ilościowo w tysiącach ton. Dane dotyczące koniunktury w budownictwie pochodzą z badań prowadzonych przez GUS metodą tzw. testu koniunkturalnego. Jest to metoda jakościowa i stanowi w stosunku do statystyki ilościowej uzupełnienie, a zarazem źródło informacji wyprzedzającej. Test oparto o krótki i jednocześnie prosty kwestionariusz ankiety, którego konstrukcja uwzględnia zakres podmiotowy i przedmiotowy ustalony przez Komisję Europejską. Kwestionariusz ankietowy służy zbieraniu opinii przedsiębiorców na temat bieżącej i przyszłej sytuacji kierowanych przez nich przedsiębiorstw. Respondenci udzielają odpowiedzi na pytania dotyczące bieżącej sytuacji przedsiębiorstwa i przewidywanych możliwościach jego rozwoju bez odwoływania się do zapisów księgowych (3).

1. Introduction

In the construction industry cement along with other materials based on it have a key position among building materials used and not only as an input for the production of concrete, but also for the production of mortars, plasters and the manufacture and combining of building materials (1). The impact of the situation in the construction market on the production of basic building materials, such as cement or lime, is not a very common issue in scientific studies. This issue, however, is important, even because of the interrelation between the two areas of economic activity. On the one hand, construction production shapes the demand for construction materials, and, on the other hand, the supply and prices of construction materials affect the volume of construction production (2).

The research objective of this work is to assess the impact of the business cycle in the construction industry on the volume of cement production in Poland. Therefore, a dynamic congruent econometric model has been constructed and estimated. The study used monthly data published by Poland's Central Statistical Office (GUS) on cement production and the construction business cycle for the time period from January 2009 to June 2018.

Data on cement production are expressed in thousands of tons. Data regarding the construction business cycle come from surveys conducted by the Central Statistical Office (GUS) using the so-called 'business cycle testing'. It is a qualitative method which complements quantitative statistics and is a source of advance information. The test was based on a short and at the same time simple questionnaire, whose design takes into account the subjective and objective scope set by the European Commission. The questionnaire is used to collect entrepreneurs' opinions on the current and future situation of the companies they manage. Respondents answer questions about the current situation of the company and the anticipated possibilities of its development without referring to accounting records (3).

2. Koniunktura w budownictwie a produkcja materiałów budowlanych w literaturze przedmiotu

Zagadnienie wpływu koniunktury w budownictwie na produkcję materiałów budowlanych nie doczekało się jeszcze opisu w dedykowanej specjalnie temu tematowi literaturze naukowej. Tym bardziej, nie jest dostępna taka literatura poświęcona bezpośrednio produkcji cementu, mimo że jest on jednym z kluczowych materiałów budowlanych. Brak zainteresowania tym tematem może, w skali międzynarodowej, być spowodowany nieścisłościami związanymi z definiowaniem sektora budowlanego. Foulkes i Ruddock (4) wskazują na rozliczne przykłady włączania przemysłu materiałów budowlanych do sektora budowlanego w publikacjach naukowych. W takim ujęciu, badania nad koniunkturą w budownictwie obejmują również zagadnienia sytuacji w przemyśle materiałów budowlanych, co może zniechęcać do badania relacji między tymi rodzajami działalności gospodarczej.

W literaturze dotyczącej branży cementowej chętnie podejmowanym wątkiem są problemy konkurencyjności, zarówno przedsiębiorstw, jak i całej branży (5-6) oraz wpływu produkcji cementu na środowisko (7-8). Natomiast tylko sygmalnie porusza się sprawy wpływu wymogów środowiskowych stawianych przed przemysłem cementowym na rozmiary i koszty tej produkcji, zwłaszcza w kontekście bieżącej sytuacji w budownictwie (9). Za interesujące należy uznać rozważania autorów Boyer i Ponsard (10) na temat rentowności produkcji cementu jako przemysłu kapitałochłonnego w kontekście cyklu koniunkturalnego oraz szacunków rentowności odmiennych strategii inwestycyjnych w świetle różnych scenariuszy polityki środowiskowej i polityki konkurencji. Cytowani autorzy nie odnoszą się jednak do zmienności produkcji budowlanej, ale biorą pod uwagę ogólnogospodarczy cykl koniunkturalny.

W świetle zarysowanego stanu rozpoznania problemu w literaturze naukowej, podjęte przez autorów niniejszego artykułu badania nad związkami między koniunkturą w budownictwie a produkcją cementu okazują się być w dużym stopniu pionierskim przedsięwzięciem wypełniającym lukę w literaturze przedmiotu.

3. Wskaźniki koniunktury w budownictwie a produkcja cementu – aspekty metodyczne

Przydatność wskaźników koniunktury w branży budowlanej do oceny zmian wolumenu produkcji materiałów budowlanych zależy od cech konstrukcyjnych tych wskaźników oraz sposobu ich interpretowania na tle danych (11). W Polsce w ramach statystyki państwowej gromadzone są dane na temat różnych przejawów aktywności gospodarczej, ujmowane jako zmienne (indicators) koniunktury podstawowego poziomu. Są one następnie wykorzystywane zarówno do budowy sektorowych (branżowych) wskaźników (indexes or indices) koniunktury, stanowiących pośredni stopień agregacji, jak też w celu całościowego oglądu sytuacji gospodarczej w ramach wskaźnika złożonego (tzw. composite index) o najwyższym stopniu agregacji, prezentującego

2. The construction business cycle and the production of building materials – literature review

So far, the issue of the impact of the construction business cycle on the production of building materials has not been discussed in scientific literature dedicated to this topic. All the more, literature that would be devoted directly to the production of cement is not available, even though cement is one of the key building materials. Lack of interest in this topic may, internationally, be caused by inaccuracies related to defining the construction industry. Foulkes and Ruddock (4) point to numerous examples of scientific publications which incorporate the building materials industry into the construction sector. Within this approach, research on the construction business cycle also includes issues related to the situation in the building materials industry, which may discourage researchers from studying relationships between these types of economic activities.

In the literature on the cement industry, topics on competitiveness of both individual enterprises and the entire industry (5-6) as well as the impact of cement production on the environment (7-8) are willingly undertaken. However, the issues related to the impact of environmental requirements imposed on the cement industry on the volume and costs of this production are reported only to signal this aspect, especially in the context of the current situation in the construction industry (9). Interesting are the considerations of Boyer and Ponsard (10) on the profitability of cement production, perceived as a capital-intensive industry, in the context of the business cycle and profitability estimates of different investment strategies in the light of various environmental and competition policy scenarios. However, the quoted authors do not refer to the volatility of construction production but take into account the general business cycle.

In the light of the outlined state of recognition of the problem in the scientific literature, the research initiated by the authors of this article on the relationships between the construction industry and cement production proves to be a largely pioneering undertaking filling the existing gap in the subject literature.

3. Indicators of the construction business cycle and cement production – methodological aspects

The usefulness of the business cycle indicators in the construction industry applied to assess changes in the production volume of building materials depends on the design characteristics of these indicators and the way they are interpreted against the data (11). In Poland, within the framework of state statistics, data on various manifestations of economic activity are collected and presented as indicators of the business cycle at the basic level. They are then used to develop sectoral (industry) business cycle indices, constituting an intermediate degree of aggregation as well as to provide a comprehensive view of the economic situation within

przebieg cyklu koniunkturalnego. Tego typu wskaźnik złożony jest oparty o wybrane wskaźniki proste (częstkowe), jednakże warto podkreślić, że zróżnicowana sytuacja w poszczególnych sektorach gospodarki może powodować wzajemne znoszenie wpływu wskaźników cząstkowych na końcową wielkość wskaźnika złożonego (12).

Sektorowe wskaźniki koniunktury są w Polsce obliczane osobno dla budownictwa, przemysłu, handlu i usług. Odrębnie gromadzone są również dane o inwestycjach w przemyśle i budownictwie. W ramach Polskiej Klasyfikacji Działalności (13) budownictwo jest ujęte w sekcji F rozpisanej na działy 41 – Roboty budowlane związane ze wznoszeniem budynków, 42 – Roboty związane z budową obiektów inżynierii lądowej i wodnej oraz 43 – Roboty budowlane specjalistyczne. Produkcja cementu jest ujmowana w sekcji C – Przetwórstwo przemysłowe, w grupie 23 i klasie 51. W rezultacie, koniunktura produkcji cementu jest składową koniunkturą w przemyśle, który stanowi, w tym ujęciu, odrębną kategorię od budownictwa. Również odrębnie są prezentowane dane ilościowe dotyczące budownictwa i przemysłu, np. wartości produkcji w złotych, bądź rozmiarów produkcji w jednostkach naturalnych (3). Analizując międzynarodowe zagregowane dane dotyczące przemysłu należy jednak zachować pewną ostrożność, gdyż zdarza się czasem, że do kategorii klasyfikacyjnej „przemysł” jest włączane budownictwo. Tak się dzieje na przykład w przypadku podawanych przez Bank Światowy danych na temat wartości dodanej w przemyśle w relacji do PKB (14), podanych zgodnie z międzynarodową klasyfikacją według ONZ (15).

Jak wcześniej zaznaczono, badania koniunktury są prowadzone przez Główny Urząd Statystyczny metodą testu koniunktury przy wykorzystaniu kwestionariuszy ankiet zawierających pytania o podstawowe wielkości ekonomiczne, istotne dla oceny sytuacji przedsiębiorstw. W odróżnieniu od tzw. „statystyki ilościowej”, takie badania koniunktury gospodarczej są oparte na subiektywnych opiniach kierownictwa przedsiębiorstw. Im dłuższe szeregi czasowe danych, najlepiej zbieranych z częstotliwością miesięczną, tym wyniki tego typu badań koniunktury są bardziej wiarygodne (16). Jest to tym ważniejsze, gdy przedmiotem badań jest koniunktura w działalności o dużej zmienności sezonowej, jak w przypadku budownictwa, a także pracującej głównie na jego potrzeby części przemysłu.

Zarówno koniunktura w budownictwie, jak i koniunktura w przemyśle mogą być mierzone za pomocą dwóch kategorii wskaźników gospodarczych: wskaźnika wyprzedzającego (leading index), opartego o zjawiska – zmienne wyprzedzające zmiany rozmiarów produkcji (leading indicators) oraz wskaźnika jednoczesnego (coincident index) – wykorzystującego zjawiska – zmienne równoczesne ze zmianami produkcji (coincident indicators) (17). Zatem, w odniesieniu do budownictwa i przemysłu, wskaźnik wyprzedzający służy pomiarowi oczekiwań, jakie mają badane podmioty, co do przyszłego rozwoju koniunktury, a wskaźnik jednoczesny odnosi się do samooceny bieżącej sytuacji podmiotów.

Jak podkreśla polski Główny Urząd Statystyczny, we wskazówkach metodycznych badania koniunktury, badania te dostarczają

the composite index with the highest degree of aggregation that presents the course of the business cycle. This type of composite index is based on selected simple (partial) indexes, however, it is worth emphasizing that the diversified situation in individual sectors of the economy may cause mutual reduction of the impact of partial indexes on the final value of the composite index (12).

Sector business cycle indicators in Poland are calculated separately for construction, manufacturing, trade, and services. Data on investments in industry and construction are also collected separately. Within the framework of the Polish Classification of Activities (13), the construction industry is included in Section F that is further divided into the following subsections: 41 – Construction works related to construction of buildings, 42 – Works related to the construction of civil and water engineering structures and 43 – Specialized construction works. Cement production is contained in section C – Industrial processing, in group 23 and class 51. As a result, the business cycle in cement production is an element of the business cycle in the manufacturing industry, which is, in this perspective, a category separate from construction. Also, quantitative data on construction and manufacturing are presented separately. For instance, the value of production in Polish zloties (PLN), or the volume of production in natural units (3). However, we need to take a cautious approach when analysing international aggregated industry data, as it sometimes happens that construction is included in the ‘industry’ classification category. This is the case, for example, in the data provided by the World Bank on the value added in industry in relation to GDP (14) – in accordance with the UN international classification (15).

As previously indicated, business cycle surveys are conducted by the Central Statistical Office using the business cycle testing method, using questionnaires containing questions about basic economic indicators that are important for the assessment of the situation of enterprises. In contrast to the so-called ‘Quantitative statistics’, such business cycle surveys are based on subjective opinions of the management of enterprises. The longer the time series of data, preferably gathered on a monthly basis, the more reliable the results of this type of business surveys (16). This is all the more important when the subject of the research is the business cycle in activities with high seasonal variability, as in the case of construction, as well as parts of the manufacturing industry working mainly to meet its needs.

Both the business cycles in the construction and manufacturing industries can be measured using two categories of economic indicators: the leading index, based on phenomena – leading indicators, and the coincident index – using phenomena – coincident indicators (17). Therefore, in relation to the construction and manufacturing industries, the leading index measures the expectations of the surveyed entities as to the future development of the business cycle, and the coincident index refers to the self-assessment of the current situation of entities.

As the Central Statistical Office emphasizes in the methodical guidelines for the business cycle survey, these studies provide

informacji o kierunkach zmian obserwowanych w gospodarce, a nie o poziomie kształtowania się danego czynnika w danym momencie. Służą zatem do analiz trendów rozwoju gospodarczego (3). Zmienne wyprzedzające, zawierające prognozy rozwoju sytuacji formułowane przez badane podmioty, mogą dostarczyć wczesnych i wartościowych sygnałów, nadchodzących z rynku, o ożywieniu lub załamaniu gospodarki. Takie prognozy są jednak z reguły bardziej podatne na zniekształcenia i błędy w porównaniu do informacji przekazywanych przez badane podmioty na temat oceny ich bieżącej sytuacji (18).

Z tego względu, w artykule zostaną wykorzystane wybrane zmienne – wskaźniki opisujące bieżącą koniunkturę budowlaną. Zbadanie ich przydatności do analizy relacji między koniunkturą w budownictwie a wielkością produkcji cementu będzie także wymagało uwzględnienia tendencji rozwojowej oraz wahań sezonowych w obu rodzajach działalności gospodarczej (czyli w budownictwie i produkcji cementu), jak również przesunięć czasowych, jakie mogą pojawić się w reakcji produkcji cementu na sytuację w budownictwie.

W niniejszym badaniu wykorzystano cztery proste wskaźniki bieżącej koniunktury w budownictwie. Są to: bieżący portfel zamówień na rynku krajowym, wykorzystanie mocy produkcyjnych przedsiębiorstw, bieżąca produkcja na rynku krajowym oraz bieżąca sytuacja finansowa przedsiębiorstw.

4. Koniunktura w budownictwie a produkcja cementu – metodyka badania

W celu oceny zależności pomiędzy koniunkturą na rynku budowlanym a wielkością produkcji cementu skonstruowano i oszacowano dynamiczny liniowy model zgodny. Model ten oszacowano przy wykorzystaniu oprogramowania GRETL (GNU Regression Econometrics Time-Series Library).

Koncepcję modelowania zgodnego sformułował Zieliński (19). Model zgodny to model, w którym proces objaśniany Y_t jest wyjaśniony przez procesy objaśniające X_t wraz z ich strukturą dynamiczną, a proces resztowy ε_t jest białym szumem (white noise) (20). Wewnętrzna struktura dynamiczna jest rozumiana jako stacjonarne oraz niestacjonarne składniki procesu (np. trend, sezonowość, autoregresja), które mogą występować z różnym natężeniem w poszczególnych procesach (21).

W proponowanym modelu procesem objaśnianym jest wielkość produkcji cementu (PC_t). W zbiorze potencjalnych procesów objaśniających znalazły się cztery wskaźniki opisujące koniunkturę gospodarczą w budownictwie: bieżący portfel zamówień na rynku krajowym (ZRK_t), wykorzystanie mocy produkcyjnych przedsiębiorstw budowlanych (MP_t), bieżąca produkcja na rynku krajowym (PRK_t) oraz bieżąca sytuacja finansowa przedsiębiorstw budowlanych (SFP_t). Wszystkie cztery wskaźniki wykorzystane w badaniu jako zmienne objaśniające są skonstruowane na podstawie danych jakościowych pochodzących z badań ankietowych. Do konstrukcji wskaźnika (MP_t), wykorzystano odpowiedzi

information about the directions of changes observed in the economy, and not about the level of development of an individual factor at a given moment. They are therefore used to analyse trends in economic development (3). Leading indicators, including forecasts on situation development formulated by the surveyed entities, can provide early and valuable signals coming from the market, about a recovery or recession in the economy. Such forecasts, however, are usually more susceptible to distortions and errors compared to information provided by surveyed entities on the assessment of their current situation (18).

For this reason, only selected indicators will be used in the article, i.e. those indexes that describe the current business cycle in the construction industry. Examination of their suitability for the analysis of the relation between the construction business cycle and the volume of cement production will also require taking into account developmental trends and seasonal fluctuations in both types of economic activity (i.e. in construction and cement production), as well as time shifts that may occur in as a reaction of cement production to the situation in the construction industry.

This study uses four simple indexes of the current economic construction business cycle. These are the current domestic investment portfolio, the utilization of the production capacity by construction companies, the current domestic production, and the current financial situation of construction companies.

4. The construction business cycle and cement production – research methodology

In order to assess the dependence between the business cycle in the construction market and the volume of cement production, a dynamic linear congruent model was constructed and estimated. This model was estimated using the GRETL (GNU Regression Econometrics Time-Series Library) software.

The concept of congruent modelling was formulated by Zieliński (19). A congruent model is a model in which the dependent process Y_t is explained by explanatory processes X_t together with their dynamic structure, and the residual process ε_t is white noise (20). The internal dynamic structure is understood as stationary and non-stationary components of the process (for instance, trend, seasonality, autoregression), which may occur with different intensity in individual processes (21).

In the proposed model, the volume of cement production (PC_t) is the dependent process. The set of potential explanatory processes includes the following four indexes describing the construction business cycle: the current domestic investment portfolio (ZRK_t), the construction industry capacity utilization (MP_t), the current domestic production (PRK_t) and the current financial situation of construction companies (SFP_t). All four indexes used in the study as explanatory variables are constructed on the basis of qualitative data obtained from questionnaire surveys. To construct the index (MP_t), the answers to the question regarding the assessment of the construction industry capacity utilization were used. Answers

na pytanie dotyczące oceny wykorzystania mocy produkcyjnych przedsiębiorstw. Odpowiedzi były udzielane przez respondentów w procentach. Warto zaznaczyć, że odpowiedzi na pytania wykorzystane do konstrukcji pozostałych wskaźników (ZRK_t, PRK_t, SFP_t) były przez respondentów wybierane spośród trzech podanych wariantów (np. rośnie, pozostaje bez zmian, maleje). Finalne wyniki liczbowe wykorzystane do konstrukcji wskaźników są saldami procentowymi odpowiedzi optymistycznych i pesymistycznych z przedziału [-100; 100]. Osiągnięcie wartości maksymalnej lub minimalnej jest bardzo mało prawdopodobne, gdyż wymagałoby to wyboru przez wszystkich respondentów jednego z dwu skrajnych wariantów odpowiedzi (22). Z powodu swej jakościowej specyfiki, dane z ankiet dotyczących koniunktury gospodarczej mają nieco inne właściwości niż dane ilościowe, dotyczące, np. wolumenu lub wartości produkcji (23), co należy uwzględnić przy ekonomicznej interpretacji wyników opartego o nie modelu.

Budowę modelu zgodnego należy rozpocząć od zbadania wewnętrznej struktury wszystkich analizowanych procesów (24). Ustalono stopień wielomianu trendu, występowanie sezonowości miesięcznej oraz rząd autokorelacji poszczególnych procesów (tablica 1). Z przeprowadzonych badań wynika, że w modelu opisującym wpływ koniunktury w budownictwie na wielkość produkcji cementu należy uwzględnić trend liniowy, sezonowość miesięczną, procesy objaśniające bieżące i opóźnione o jeden miesiąc, jak również proces objaśniany opóźniony o jeden, dwa i trzy miesiące.

Następnie skonstruowano model zawierający wszystkie składniki. W efekcie otrzymano model postaci:

$$PC_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + d_1 Q_{1t} + d_2 Q_{2t} + d_3 Q_{3t} + d_4 Q_{4t} + d_5 Q_{5t} + d_6 Q_{6t} + d_7 Q_{7t} + d_8 Q_{8t} + d_9 Q_{9t} + d_{10} Q_{10t} + d_{11} Q_{11t} + \beta_1 ZRK_t + \beta_2 ZRK_{t-1} + \beta_3 MP_t + \beta_4 MP_{t-1} + \beta_5 PRK_t + \beta_6 PRK_{t-1} + \beta_7 SFP_t + \beta_8 SFP_{t-1} + \beta_9 PC_{t-1} + \beta_{10} PC_{t-2} + \beta_{11} PC_{t-3} + \varepsilon_t \quad [1]$$

Parametry strukturalne powyższego modelu zostały oszacowane za pomocą klasycznej metody najmniejszych kwadratów (KMNK). W rezultacie otrzymano tzw. model pełny (tablica 2). Eliminacji nieistotnych zmiennych dokonano metodą a posteriori, usuwając kolejno nieistotne statystycznie czynniki w oparciu o wskazania

were given by respondents as percentages. It is worth noting that the answers to the questions used to construct the other indicators (ZRK_t, PRK_t, SFP_t) were chosen by the respondents from among three variants (for example, increase, unchanged, decrease). The final numerical results used to construct the indexes are percentage balances of optimistic and pessimistic responses from the range [-100; 100]. It is very unlikely to achieve the maximum or minimum value, as it would require all respondents to choose one of the two extreme variants of the answer (22). Due to its qualitative nature, data from business cycle surveys have slightly different characteristics than quantitative data, for example, production volume or value (23), which should be taken into account when economically interpreting the results of the model based on them.

The construction of a congruent model should be started by examining the internal structure of all analysed processes (24). The degree of the polynomial of the trend, the occurrence of monthly seasonality and the autoregression order of particular processes were established (Table 1). As follows from the research conducted, the model describing the impact of the construction business cycle on the cement production volume should consider the following: the linear trend, monthly seasonality, current explanatory processes and explanatory processes with a one-month lag, as well as the dependent process with one-month, two-month and three-month lags.

Next, a model containing all elements was constructed. As a result, the following model was obtained:

$$PC_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + d_1 Q_{1t} + d_2 Q_{2t} + d_3 Q_{3t} + d_4 Q_{4t} + d_5 Q_{5t} + d_6 Q_{6t} + d_7 Q_{7t} + d_8 Q_{8t} + d_9 Q_{9t} + d_{10} Q_{10t} + d_{11} Q_{11t} + \beta_1 ZRK_t + \beta_2 ZRK_{t-1} + \beta_3 MP_t + \beta_4 MP_{t-1} + \beta_5 PRK_t + \beta_6 PRK_{t-1} + \beta_7 SFP_t + \beta_8 SFP_{t-1} + \beta_9 PC_{t-1} + \beta_{10} PC_{t-2} + \beta_{11} PC_{t-3} + \varepsilon_t \quad [1]$$

The structural parameters of the above model were estimated using the Ordinary Least Squares (OLS) method. As a result, we obtained the so-called 'complete model' (see Table 2). The elimination of non-significant variables was made using a *a posteriori* method, removing successively statistically non-significant coefficients based on the Student's *t*-test. The non-significant processes were

Tablica 1 / Table 1

WYNIKI BADANIA WEWNĘTRZNEJ STRUKTURY PROCESÓW

RESULTS OF TESTING THE INTERNAL STRUCTURE OF PROCESSES

Proces Process	Opis/Description	Trend Trend	Sezonowość Seasonality	Autokorelacja Autoregression
PC _t	Produkcja cementu w miesiącu t (w tys. ton) Cement production in a month t (in thousands of tons)	-	+	AR(3)
ZRK _t	Bieżący portfel zamówień na rynku krajowym w miesiącu t (w %) The current domestic order-books in a month t (in %)	Liniowy Linear	+	AR(1)
MP _t	Wykorzystanie mocy produkcyjnych w miesiącu t (w %) The utilization of production capacity by the company in a month t (in %)	Liniowy Linear	+	AR(1)
PRK _t	Bieżąca produkcja na rynku krajowym (w %) The current domestic production (in %)	Liniowy Linear	+	AR(1)
SFP _t	Bieżąca sytuacja finansowa przedsiębiorstwa (w %) The current financial situation of the company (in %)	Liniowy Linear	+	AR(1)

Tablica 2 / Table 2

WYNIKI SZACOWANIA PARAMETRÓW DYNAMICZNEGO LINIOWEGO MODELU ZGODNEGO

THE ESTIMATION RESULTS OF THE PARAMETERS OF THE DYNAMIC LINEAR CONGRUENT MODEL

Zmienne niezależne Independent variables	Zmienna zależna/Dependent variable PC_t										
	Model przed eliminacją a posteriori The model before a posteriori elimination					Model po eliminacji a posteriori The model after a posteriori elimination					
	Współczynnik Coefficient	Błąd standardowy Standard Error	t-Student t-ratio	Wartość p p-value	Istotność ^{a)} Significance ^{a)}	Współczynnik Coefficient	Błąd standardowy Standard Error	t-Student t-ratio	Wartość p p-value	Istotność ^{a)} Significance ^{a)}	
const	-796,571	564,591	-1,411	0,1618		-332,759	252,781	-1,316	0,1912		
time	-1,2381	0,5556	-2,229	0,0284	**	-1,10639	0,504576	-2,193	0,0308	**	
Q1	-431,951	74,1208	-5,828	<0,00001	***	-463,878	69,3170	-6,692	<0,00001	***	
Q2	-123,147	86,4124	-1,425	0,1577		-71,6994	73,8204	-0,9713	0,3339		
Q3	227,333	86,4639	2,629	0,0101	**	303,706	56,2471	5,400	<0,00001	***	
Q4	214,448	79,4040	2,701	0,0083	***	252,329	70,4341	3,582	0,0005	***	
Q5	300,542	69,1645	4,345	<0,00001	***	335,376	65,5938	5,113	<0,00001	***	
Q6	117,824	49,6824	2,372	0,0199	**	137,731	46,0302	2,992	0,0035	***	
Q7	151,403	52,3562	2,892	0,0048	***	151,409	41,2791	3,668	0,0004	***	
Q8	-21,2537	46,5929	-0,4562	0,6494		-15,5775	44,9045	-0,3469	0,7294		
Q9	99,7248	50,6659	1,968	0,0522	*	74,7892	41,8211	1,788	0,0769	*	
Q10	34,9182	48,8179	0,7153	0,4764		1,34113	44,5726	0,03009	0,9761		
Q11	-200,303	53,4702	-3,746	0,0003	***	-259,652	41,5710	-6,246	<0,00001	***	
ZRK _t	12,4036	12,0376	1,030	0,3057		-	-	-	-		
ZRK _{t-1}	-11,8158	13,3050	-0,8881	0,3770		-	-	-	-		
MP _t	51,4701	12,4450	4,136	<0,00001	***	53,7679	7,29848	7,367	<0,00001	***	
MP _{t-1}	-33,0812	12,6162	-2,622	0,0103	**	-41,8863	7,21802	-5,803	<0,00001	***	
PRK _t	11,5399	13,8097	0,8356	0,4056		-	-	-	-		
PRK _{t-1}	-2,06702	12,5283	-0,1650	0,8693		-	-	-	-		
SFP _t	-25,2431	14,0814	-1,793	0,0765	*	-	-	-	-		
SFP _{t-1}	13,8854	12,8283	1,082	0,2821		-	-	-	-		
PC _{t-1}	0,262579	0,095419	2,763	0,0070	***	0,366684	0,0782773	4,684	<0,00001	***	
PC _{t-2}	0,0679020	0,094273	0,7203	0,4733		-	-	-	-		
PC _{t-3}	0,241503	0,0813861	2,967	0,0039	***	0,268814	0,0732190	3,671	0,0004	***	
Observacje Observations	111					Observacje Observations					111
Błąd standardowy reszt Standard error of residuals	109,4152					Błąd standardowy reszt Standard error of residuals					109,3218
R ²	0,952044					R ²					0,948274
F(23, 87) = 75,09423	Wartość p dla testu F/p-value for test F < 0,00001					F(16, 94) = 107,7044					Wartość p dla testu F/p-value for test F < 0,00001
V _e =8,14%	Wartość graniczna/Limit value V*=10%					V _e =8,13%					Wartość graniczna/Limit value V*=10%

a)* Zmienna statystycznie istotna na poziomie 10%,** Zmienna statystycznie istotna na poziomie 5%, *** Zmienna statystycznie istotna na poziomie 1%.

a)* Statistically significant variable at the level of 10%,** Statistically significant variable at the level of 5%, *** Statistically significant variable at the level of 1%.

testu t-Studenta. Nieistotne procesy usunięto z modelu w następującej kolejności: PRK_{t-1} , PC_{t-2} , PRK_t , SFP_{t-1} , ZRK_{t-1} , SFP_t , oraz ZRK_t .

W tabelicy 2. zaprezentowano również ostateczną postać modelu, czyli model po eliminacji *a posteriori*.

Ostateczną postać modelu w wersji oszacowanej można opisać następującym równaniem:

$$\widehat{PC}_t = -332,759 - 1,106t - 463,878Q_{1t} - 71,699Q_{2t} + 303,706Q_{3t} + 252,329Q_{4t} + 335,376Q_{5t} + 137,731Q_{6t} + 151,409Q_{7t} - 15,578Q_{8t} + 74,789Q_{9t} + 1,341Q_{10t} - 259,652Q_{11t} + 53,768MP_t - 41,886MP_{t-1} + 0,367PC_{t-1} + 0,269PC_{t-3} \quad [2]$$

Ze zbioru potencjalnych procesów objaśniających (ZRK_t , MP_t , PRK_t , SFP_t) jedynym czynnikiem statystycznie istotnym okazało się wykorzystanie mocy produkcyjnych przedsiębiorstw budowlanych. Proces ten okazał się być istotny jako proces bieżący (w okresie t) oraz opóźniony o jeden miesiąc (w okresie $t-1$).

Z przeprowadzonych badań wynika, że wzrost wykorzystania mocy produkcyjnych przedsiębiorstw branży budowlanej o 1 pkt. proc. powoduje wzrost produkcji cementu w Polsce przeciętnie o ok. 53,768 tys. ton, *ceteris paribus*. Natomiast wzrost wykorzystania mocy produkcyjnych przedsiębiorstw budowlanych w miesiącu poprzednim o 1 pkt. proc. związany jest ze spadkiem produkcji cementu w Polsce w bieżącym miesiącu średnio o ok. 41,886 tys. ton, *ceteris paribus*. Wskazuje to na specyficzny przebieg w czasie

removed from the model in the following order: PRK_{t-1} , PC_{t-2} , PRK_t , SFP_{t-1} , ZRK_{t-1} , SFP_t , and ZRK_t .

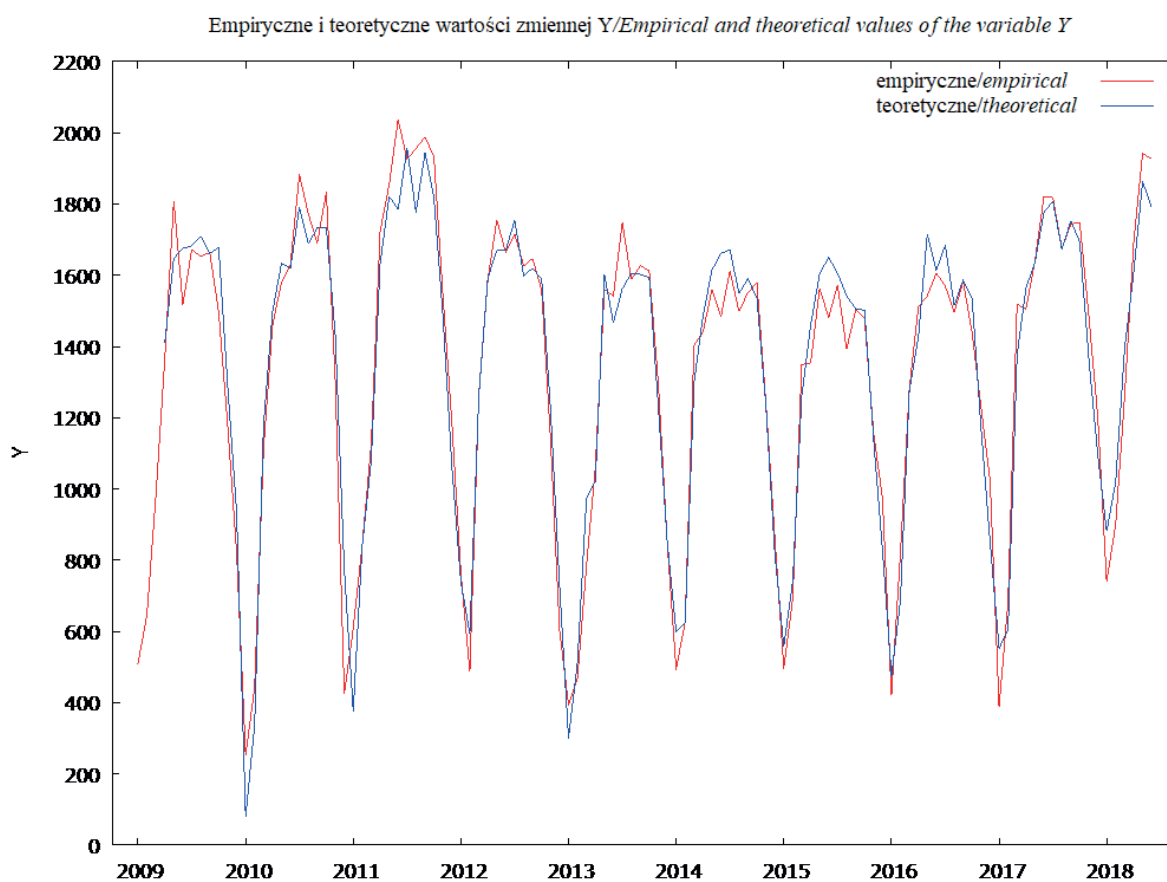
Table 2 presents also the final form of the model, *i.e.* the model after *a posteriori* elimination.

The final form of the model in the estimated version can be described by means of the following equation:

$$\widehat{PC}_t = -332.759 - 1.106t - 463.878Q_{1t} - 71.699Q_{2t} + 303.706Q_{3t} + 252.329Q_{4t} + 335.376Q_{5t} + 137.731Q_{6t} + 151.409Q_{7t} - 15.578Q_{8t} + 74.789Q_{9t} + 1.341Q_{10t} - 259.652Q_{11t} + 53.768MP_t - 41.886MP_{t-1} + 0.367PC_{t-1} + 0.269PC_{t-3} \quad [2]$$

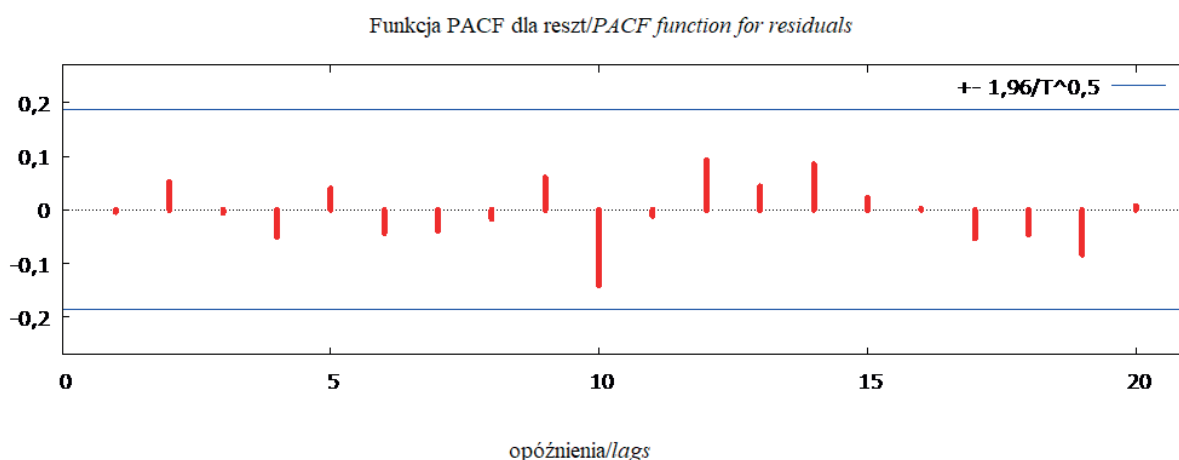
Out of the set of potential explanatory processes (ZRK_t , MP_t , PRK_t , SFP_t), the only statistically significant coefficient was the use of the construction industry capacity utilization. This process proved to be significant as the current process (in the time period t) and with a one-month lag (in the time period $t-1$).

The research shows that the increase in the capacity utilization of companies operating in the construction industry by 1 percentage point causes an increase in cement production in Poland on average by approximately 53.768 thousand tons, *ceteris paribus*. On the other hand, however, the increase in the capacity utilization of construction companies in the previous month by 1 percentage point is related to a decline in cement production in Poland in the current month on average by around 41.886 thousand tons,



Rys. 1. Wartości empiryczne i teoretyczne wielkości produkcji cementu w Polsce

Fig. 1. Empirical and theoretical values of cement production in Poland



Rys. 2. Wartości funkcji autokorelacji cząstkowej (PACF)

Fig. 2. The values of the partial autocorrelation function (PACF)

nabywania i zużywania cementu przez przedsiębiorstwa budowlane (na tle zmian ich mocy produkcyjnych) w stosunku do rytmu produkcji cementu. Warto również podkreślić, że badane zjawisko – produkcja cementu w Polsce charakteryzuje się sezonowością. Z oszacowanego modelu wynika, że w miesiącach wiosenno-letnich (od marca do lipca) oraz wczesną jesienią (wrzesień i październik) produkcja cementu w Polsce jest wyższa niż wynika to z poziomu średniego. W oszacowanym modelu średnia jest reprezentowana przez trend liniowy.

Powyższy model jest poprawny pod względem statystycznym. Współczynnik $R^2 = 94,83\%$, co oznacza, że 94,83% całkowitej zmienności produkcji cementu w Polsce zostało wyjaśnione przez model, czyli przez zmiany czynników uwzględnionych w modelu. Współczynnik zmienności losowej $V_e = 8,13\%$, informuje, że 8,13% średniej wielkości produkcji cementu w Polsce stanowi błąd standardowy reszt. Przy założeniu, że wartość graniczna współczynnika zmienności losowej wynosi 10% ($V^*=10\%$) można uznać, że odchylenia empirycznych wartości produkcji cementu od wartości teoretycznych są niewielkie. Oznacza to dobre dopasowanie modelu do danych empirycznych (zob. rys. 1).

W oparciu o wskazania funkcji autokorelacji cząstkowej (PACF) można wnioskować, że reszty modelu mają własności białosz-

ceteris paribus. This indicates a specific course during the acquisition and use of cement by construction companies (against the background of changes in their production capacity) in relation to the rhythm of cement production. It is also worth emphasizing that the phenomenon under study - cement production in Poland is characterized by seasonality. As follows from the estimated model, in the spring-summer months (from March to July) and early autumn (September and October), cement production in Poland exceeds the average level. In the model estimated, the average is represented by a linear trend.

The above model is correct in statistical terms. The coefficient $R^2 = 94.83\%$, which means that 94.83% of the total variability of cement production in Poland was explained by the model, *i.e.* by the changes in the coefficients included in the model. The coefficient of random variation $V_e = 8.13\%$, informs that 8.13% of the average volume of cement production in Poland is the standard error of residuals. Assuming that the limit value of the random variation coefficient is 10% ($V^*=10\%$), it can be assumed that the deviations of the empirical values of cement production from the theoretical values are small. This means a good fit of the model to the empirical data (see Figure 1).

Based on the indications of the partial autocorrelation function (PACF), it can be concluded that the residuals of the model di-

Tablica 3 / Table 3

WYNIKI TESTÓW STATYSTYCZNYCH

RESULTS OF STATISTICAL TESTS

Test statystyczny Statistical test	Hipoteza zerowa Null hypothesis	Statystyka testowa Test statistic	Wartość p p-value
test White'a White test	H_0 : składnik losowy jest homoskedastyczny the random component is homoscedastic	$LM = 28,16447$	$p = 0,13555$
test Doornika-Hansena Doornik-Hansen test	H_0 : składnik losowy ma rozkład normalny the random component has a normal distribution	$\chi^2(2) = 2,82736$	$p = 0,24325$
test CUSUM CUSUM test	H_0 parametry strukturalne modelu są stabilne w czasie the structural parameters of the model are stable over time	$t(93) = -0,44462$	$p = 0,6576$

mowe (zob. rys. 2). Bezwzględne wartości współczynników autokorelacji cząstkowej dla kolejnych opóźnień czasowych są istotnie niższe od wartości granicznej, która wynosi 0,186.

Ocenie poddano również takie własności rozkładu składnika losowego jak jednorodność wariancji składnika losowego oraz normalność rozkładu składnika losowego. Ponadto zbadano stabilność w czasie parametrów modelu. W tabelicy 3. zaprezentowano wyniki odpowiednich testów statystycznych. W każdym przypadku nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej (H_0), przy przyjętym poziomie istotności 0,05. Można zatem sądzić, że wariancja składnika losowego jest jednorodna (składnik losowy jest homoskedastyczny), składnik losowy ma rozkład normalny oraz parametry strukturalne modelu są stabilne w czasie. Model jest zatem akceptowalny pod względem statystycznym.

5. Podsumowanie

Sytuacja na rynku budowlanym jest jednym z kluczowych czynników determinujących wielkość produkcji podstawowych materiałów wykorzystywanych w budownictwie, takich jak cement, wapno czy inne. W niniejszym opracowaniu podjęto próbę oceny wpływu koniunktury w budownictwie na wielkość produkcji cementu w Polsce. W tym celu skonstruowano i oszacowano dynamiczny liniowy model zgodny, gdzie procesem objaśnianym była wielkość produkcji cementu. W zbiorze potencjalnych procesów objaśniających znalazły się cztery wybrane wskaźniki opisujące koniunkturę na rynku budowlanym. Były to: bieżący portfel zamówień na rynku krajowym, wykorzystanie mocy produkcyjnych przedsiębiorstw budowlanych, bieżąca produkcja na rynku krajowym oraz bieżąca sytuacja finansowa przedsiębiorstw budowlanych. Przeprowadzone badanie wykazało, że jedynym istotnym czynnikiem przyczynowym okazało się wykorzystanie przez przedsiębiorstwa budowlane mocy produkcyjnych. Proces ten okazał się być istotny jako proces bieżący (w okresie t) oraz opóźniony o jeden miesiąc (w okresie $t-1$). Produkcja cementu w Polsce charakteryzowała się ponadto występowaniem wahań sezonowych.

W zakresie metodyki ekonomicznych badań ankietowych, wyniki modelu ujawniły istotną różnicę w przydatności prognostycznej wskaźników koniunktury w budownictwie, zależnie od ich konstrukcji. Wskaźniki oparte o odpowiedzi ankietowe wybierane z trzech podanych opcji okazały się nieprzydatne w przeciwieństwie do wskaźnika wyliczonego z odpowiedzi, które respondenci mieli samodzielnie wyrazić liczbowo (wykorzystanie mocy produkcyjnych w procentach). Wymusiło to najprawdopodobniej większą precyzję formułowanych przez respondentów ocen. Również wychwycenie przez model przypadków spadku produkcji cementu w miesiącu bieżącym w stosunku do wzrostu mocy produkcyjnych przedsiębiorstw budowlanych w miesiącu poprzedzającym wskazuje na jego dużą przydatność do tego typu analiz. Model trafnie zasygnalizował istnienie rozbieżności w rozkładzie w czasie między produkcją materiałów budowlanych a ich zakupem i wykorzystaniem przez przedsiębiorstwa budowlane.

splay white-noise properties (see Figure 2). The absolute values of partial autocorrelation coefficients for subsequent time lags are significantly lower than the limit value, which is 0.186.

The analysis of such properties of the distribution of the random component as the homogeneity of the variance of the random component and the normality of the distribution of the random component were also evaluated. Moreover, the stability of the model parameters over time was examined. Table 3 presents the results of relevant statistical tests. In each case, there is no reason to reject the null hypothesis (H_0), with the assumed significance level of 0.05. It can therefore be assumed that the variance of the random component is homogeneous (the random component is homoscedastic), the random component has a normal distribution and the structural model parameters are stable over time. The model is therefore statistically acceptable.

5. Summary

The situation on the construction market is one of the key factors determining the volume of production of basic materials used by the construction industry, such as cement, lime or other. This study attempts to assess the impact of the business cycle in the construction industry on the volume of cement production in Poland. To this end, a dynamic linear congruent model was constructed and estimated, where the dependent process was the cement production volume. The set of potential explanatory processes includes four selected indicators describing the business cycle on the construction market. These indicators included the current domestic investment portfolio, the utilization of the production capacity by construction companies, the current domestic production, and the current financial situation of construction companies. The study conducted showed that the use of production capacity utilization of construction companies turned out to be the only important causative factor. This process proved to be significant as the current process (in the time period t) and with a one-month lag (in the time period $t-1$). In addition, cement production in Poland was characterized by the occurrence of seasonal fluctuations.

Regarding the methodology of economic surveys, the results obtained due to the model application revealed a significant difference in the prognostic usefulness of the business cycle indicators applied for the construction industry, depending on their construction. The indicators that were based on the survey responses selected from the three options provided proved to be useless in contrast to the indicator calculated based on the answers, which the respondents had to express themselves numerically (production capacity utilization in percentage). This forced most probably greater precision of the assessments formulated by the respondents. Also, the fact that the model captured the cases of decrease in cement production in the current month in relation to the increase in production capacity of construction companies in the previous month indicates its usefulness in such analyses. The model aptly signalled the existence of discrepancies in the distribution over time between

Literatura / References

1. W. Kurdowski, G. Kądziałowski, Pułapki w chemii cementu, *Cement Wapno Beton*, **4**, 333–340 (2018).
2. EMEA Equity Research HSBC, Construction & building materials, July 2012.
3. Główny Urząd Statystyczny, Badanie koniunktury gospodarczej, Zezszyt metodologiczny zaopiniowany przez Komisję Metodologiczną GUS, Warszawa 2017.
4. A. Foulkes, L. Ruddock, Defining the scope of the construction sector, in: D. Amaratunga, R. Haigh, L. Ruddock, M. Alshawi (eds.), Proceedings of the 7th International Postgraduate Research Conference in the Built and Human Environment conferences, The University of Salford, Salford, UK 2007, 89–98, [Online]. Available: <http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB16512.pdf>. [20.09.2018].
5. European Commission, Competitiveness of the European Cement and Lime Sectors, Brussels 2017, [Online]. Available: https://www.wifo.ac.at/jart/prj3/wifo/resources/person_dokument/person_dokument.jart?publikationsid=61003&mime_type=application/pdf. [15.09.2018].
6. J. Łapińska, G. Kądziałowski, Międzynarodowa konkurencyjność polskiego przemysłu cementowego w kontekście wyników handlu zagranicznego, *Cement Wapno Beton*, **2**, s. 115–123 (2018).
7. M. A. Józwiak, M. Józwiak, Influence of cement industry on accumulation of heavy metals in bioindicators, *Ecological Chemistry and Engineering S*, **16**, 3, 323–334 (2009).
8. L. Moretti, P. Di Mascio, S. Bellagamba, Environmental, Human Health and Socio-Economic Effects of Cement Powders: The Multicriteria Analysis as Decisional Methodology, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **14**, 6, 645 (2017).
9. E. Shpuza P. Bansal, Considerations of a sectoral approach to the cement industry, *The Journal of Science Policy and Governance*, **3**, 1, 1–37 (2013).
10. M. Boyer, J.-P. Ponssard, Economic analysis of the European cement industry, HAL archives-ouvertes, hal-00915646, 2013, [Online]. Available: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00915646>. [02.10.2018].
11. J. Mitchell, K. Mouratidis, M. Weale, The impact of survey aggregation methods on the quality of business survey indicators, Final Report, ECFIN/2003/A3-04, National Institute of Economic and Social Research, London 2004.
12. Business Cycle Indicators Handbook, The Conference Board, 2001.
13. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 24.12.2007 r. w sprawie Polskiej Klasyfikacji Działalności (PKD), Dz. U. z 2007 r. nr 251, poz. 1885, z 2009 r. nr 59, poz. 489.
14. The World Bank, Industry (including construction), value added (% of GDP), World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files. [Online]. Available: <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.TOTL.ZS>. [20.09.2018].
15. United Nations, International Standard Industrial Classification of All Economic Activities - Revision 4, Statistical papers Series M No. 4/Rev.4, New York, 2008.
16. L. Donzé, R. Etter, N. Sydow, O. Zellweger, Sample Design for Industry Surveys, Final Report, ECFIN/2003/A3-03, November 2004.
17. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), Chapter 5: Composite Economic Indicators, Seminar on the Role of National Statistical Offices in the production of Leading, Composite and Sentiment Indicators, Geneva 2017.

the production of building materials and their purchase and further use by construction companies.

18. C. H. Nieuwstad, A comparison on the company level of Manufacturing Business Sentiment Survey data and Realized Turnover, Statistics Netherlands Discussion paper 05007, Voorburg/Heerlen, 2005.
19. Z. Zieliński, Zmienność w czasie strukturalnych parametrów modelu ekonometrycznego, *Przegląd Statystyczny*, **1/2**, 135–148 (1984).
20. T. Kufel, *Ekonometria. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem programu GRETL*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.
21. M. Osińska (red.), *Ekonometria współczesna*, Wydawnictwo Dom Organizatora, Toruń 2007.
22. Ph. H. Franses, R. Paap, D. Fok, Performance of Seasonal Adjustment Procedures: Simulation and empirical results, ECFIN-195-2004/SI2.385615, Econometric Institute, Erasmus University, Rotterdam 2005.
23. E. D'Elia, Using the results of qualitative surveys in quantitative analysis, Istituto di Studi e Analisi Economica, Working Paper n. 56, 2005.
24. M. Piłatowska, The Econometric Models Satisfying the Congruence Postulate – an Overview, *Dynamic Econometric Models*, **8**, 53–60 (2008).