

PRACE NAUKOWE
Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu nr 309
RESEARCH PAPERS
of Wrocław University of Economics No. 309

Spółeczno-gospodarcze aspekty statystyki

Redaktorzy naukowi

**Zofia Rusnak
Edyta Mazurek**



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2013

Redaktor Wydawnictwa: Joanna Szynal

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Barbara Cibis

Łamanie: Beata Mazur

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:

www.ibuk.pl, www.ebscohost.com,

The Central and Eastern European Online Library www.ceeol.com,

a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon

http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się na stronie internetowej Wydawnictwa

www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2013

ISSN 1899-3192

ISBN 978-83-7695-398-4

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

Spis treści

Wstęp	9
Tadeusz Bednarski: Rola Jerzego Sławy-Neymana w kształtowaniu metod statystycznej analizy przyczynowości	11
Filip Borowicz: Ocena możliwości uzupełnienia danych BAEL informacjami ze źródeł administracyjnych w celu dokładniejszej analizy danych o bezrobociu	19
Mariusz Donocik, Bogdan Kisiała, Mirosław Mróz, Beata Detyna, Jerzy Detyna: Przydatność testów nieparametrycznych Kruskala-Wallisa i mediany w długoterminowej ocenie parametrów kruszyw melafirowych	27
Mariusz Donocik, Bogdan Kisiała, Mirosław Mróz, Beata Detyna, Jerzy Detyna: Karty kontrolne w ocenie jakości kruszyw dla budownictwa drogowego.....	42
Czesław Domański: Uwagi o procedurach weryfikacji hipotez z brakuącą informacją.....	54
Stanisław Heilpern: Zależne procesy ryzyka.....	62
Artur Lipieta, Barbara Pawelek, Jadwiga Kostrzewska: Badanie struktury wydatków w ramach wspólnej polityki UE z wykorzystaniem analizy korespondencji.....	78
Agnieszka Marciniuk: Dwa sposoby modelowania stopy procentowej w ubezpieczeniach życiowych	90
Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz: Model nieproporcjonalnej intensywności Coxa w analizie bezrobocia	114
Edyta Mazurek: Statystyczna analiza podatku dochodowego od osób fizycznych.....	127
Katarzyna Ostasiewicz: Awersja do nierówności w modelowaniu użytkowania dóbr wspólnych.....	159
Piotr Peternek: Porównanie kart kontrolnych indywidualnych pomiarów uzyskanych z wykorzystaniem uogólnionego rozkładu lambda oraz krzywych Johnsona	179
Małgorzata Podogrodzka: Starzenie się ludności a płodność w Polsce w latach 1991-2010 – ujęcie regionalne	192
Renata Rasińska, Iwona Nowakowska: Jakość życia studentów w aspekcie znajomości wskaźników zrównoważonego rozwoju	203

Maria Rosienkiewicz, Jerzy Detyna: Analiza efektywności metod wyboru zmiennych objaśniających do budowy modelu regresyjnego	214
Jerzy Śleszyński: National Welfare Index – ocena nowego miernika rozwoju trwałego i zrównoważonego	236
Maria Szmuksta-Zawadzka, Jan Zawadzki: Wykorzystanie oszczędnych modeli harmonicznych w prognozowaniu na podstawie szeregów czasowych o wysokiej częstotliwości w warunkach braku pełnej informacji.....	261
Anna Zięba: O możliwościach wykorzystania metod statystycznych w badaniach nad stresem	278

Summaries

Tadeusz Bednarski: Role of Jerzy Sława-Neyman in statistical inference for causality	18
Filip Borowicz: Assessing the possibility of supplementing the Polish LFS data with register records for more detailed unemployment data analysis.	26
Mariusz Donocik, Bogdan Kisiała, Mirosław Mróz, Beata Detyna, Jerzy Detyna: Usefulness of nonparametric Kruskal-Wallis and median tests in long-term parameters assessment of melaphyre crushed rocks	41
Mariusz Donocik, Bogdan Kisiała, Mirosław Mróz, Beata Detyna, Jerzy Detyna: Control charts in the assessment of aggregates quality for road construction.....	53
Czesław Domański: Some remarks on the procedures of the verification of hypotheses under incomplete information.....	61
Stanisław Heilpern: Dependent risk processes	77
Artur Lipieta, Barbara Pawelek, Jadwiga Kostrzewska: Study of the structure of expenditure under the EU's common policy using correspondence analysis	89
Agnieszka Marciniuk: Two ways of stochastic modelling of interest rate in life insurances	113
Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz: The Cox non-proportional hazards model in the analysis of unemployment.....	126
Edyta Mazurek: Statistical assessment of Personal Income Tax	158
Katarzyna Ostasiewicz: Inequality aversion in modeling the use of common pool resources	178
Piotr Peternek: Comparison of control charts of individual measurements based on general Lambda distribution and Johnson curves.....	191
Małgorzata Podogrodzka: The ageing of the population and fertility in Poland in the years 1991-2010 by voivodeships.....	202
Renata Rasińska, Iwona Nowakowska: Students' life quality in terms of knowledge of sustainable development indicators	213

Maria Rosienkiewicz, Jerzy Detyna: Efficiency analysis of chosen methods of explanatory variables selection within the scope of regression model construction.....	235
Jerzy Śleszyński: <i>National Welfare Index</i> – assessment of a new measure of sustainable development.....	260
Maria Szmuksta-Zawadzka, Jan Zawadzki: The application of harmonic models in forecasting based on high frequency time series in condition of lack of full information.....	277
Anna Zięba: About statistical methods in the study on stress.....	284

Mariusz Donocik, Bogdan Kisiala, Mirosław Mróz

Kopalnie Melafiru w Czarnym Borze, Sp. z o.o.

Beata Detyna

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. A. Silesiusa w Wałbrzychu

Jerzy Detyna

Politechnika Wroclawska

KARTY KONTROLNE W OCENIE JAKOŚCI KRUSZYW DLA BUDOWNICTWA DROGOWEGO

Streszczenie: Surowcem skalnym, który wykorzystuje się jako podstawowy składnik w budownictwie drogowym, kolejowym i kubaturowym, a także jako dodatek do betonów oraz asfaltów, jest melafir. Jest on podstawowym kruszywem wydobywanym m.in. przez Kopalnie Melafiru w Czarnym Borze oraz w Siedlimowicach. Chcąc zwiększyć swoją pozycję konkurencyjną na rynku przedsiębiorstwa należące do koncernu „Strabag” koncentrują swoje działania na utrzymaniu wysokiej jakości kruszyw. W tym celu rozważana jest możliwość systematycznego monitoringu jakości kruszyw za pomocą znanych narzędzi SPC (Statistical Process Control). Autorzy opracowania przedstawiają przykłady zastosowania kart kontrolnych Shewharta w procesie doskonalenia jakości kruszyw (dla wybranego parametru jakościowego).

Słowa kluczowe: karty kontrolne, ocena jakości, kruszywo, analiza zdolności procesu, statystyczna kontrola procesów.

1. Wstęp

Kopalnie Melafiru w Czarnym Borze oraz w Siedlimowicach należą do międzynarodowego koncernu „Strabag”, swoim zasięgiem obejmującego prawie całą Europę, w tym także Polskę, w której działają pod marką „Mineral”. W kopalniach tych metodą odkrywkową wydobywa się głównie melafir, który jest wykorzystywany jako podstawowy składnik w budownictwie drogowym, kolejowym i kubaturowym, a także jako dodatek do betonów oraz asfaltów.

W celu zapewnienia jak najdłuższego funkcjonowania infrastruktury drogowej zostały opracowane w ostatnich latach ściśle normy europejskie co do parametrów ilościowych oraz fizykomechanicznych stosowanych kruszyw. Parametry te mają

olbrzymie znaczenie, szczególnie przy realizacji dużych i kosztownych projektów, gdzie fakt, jakie kruszywo zostało użyte, warunkuje m.in. trwałość i niezawodność wyrobu. Z tego powodu należy uznać ogromną wagę jakości produktu. Powoduje ona zwiększenie przewagi konkurencyjnej, większą sprzedaż oraz zyski, które mogą zostać przeznaczone na inwestycje warunkujące rozwój firmy [Zapłata 2009, s. 109-134]. Produkowanie wyrobu o dobrej jakości przyczynia się również do zmniejszenia strat wynikających z przedwczesnej utraty funkcjonalności wyrobu, w którym zostały zastosowane, a także poprawia jakość życia społeczeństwa oraz zwiększa powodzenie, szybkość i efektywność funkcjonowania innych działów gospodarki.

W celu poprawy jakości produktów autorzy artykułu proponują wprowadzenie narzędzi w postaci kart kontrolnych, które systematycznie stosowane mogą znacząco wesprzeć statystyczną ocenę jakości produkowanych kruszyw. W artykule przedstawiono kilka przykładów zastosowania karty kontrolnej typu X-R, mogącej mieć zastosowanie w procesie doskonalenia jakości surowców skalnych dla budownictwa drogowego.

2. Normy europejskie parametrów ilościowych i fizykomechanicznych kruszyw

W celu zapewnienia jak najdłuższego funkcjonowania infrastruktury drogowej zostały opracowane w ostatnich latach ściśle normy europejskie co do parametrów ilościowych oraz fizykomechanicznych stosowanych kruszyw:

- PN-EN 12620:2002+A1:2008 *Kruszywa do betonu*¹,
- PN-EN 13043:2002 *Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych, utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu*²,
- PN-EN 13043:2004/AC *Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych, utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu*³,
- PN-EN 13043:2004/Ap1 *Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych, utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu*⁴.

¹ Polska Norma, PN-EN 12620+A1, grudzień 2010, *Kruszywa do betonu*, Polski Komitet Normalizacyjny.

² Polska Norma, PN-EN 13043, marzec 2004, *Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych, utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu*, Polski Komitet Normalizacyjny.

³ Poprawka do Polskiej Normy, PN-EN 13043:2004/AC, grudzień 2004, *Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych, utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu*, Polski Komitet Normalizacyjny.

⁴ Poprawka do Polskiej Normy, PN-EN 13043:2004/Ap1, marzec 2010, *Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych, utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu*, Polski Komitet Normalizacyjny.

Parametry zawarte w normach europejskich mają olbrzymie znaczenie, szczególnie przy realizacji dużych i kosztownych projektów, gdzie fakt, jakie kruszywo zostało użyte, warunkuje m.in. trwałość i niezawodność wyrobu finalnego. Z tego powodu należy przyłożyć dużą wagę do jakości produktu, gdyż wpływa ona na zajmowaną przez firmę pozycję konkurencyjną, wielkość sprzedaży, a także zyski, które stanowią podstawę inwestycji warunkujących rozwój firmy.

W normie PN-EN 12620:2002+A1:2008 określono właściwości kruszyw i kruszyw wypełniających uzyskiwanych w wyniku procesu naturalnego, przemysłowego lub z recyklingu oraz mieszanek tych materiałów stosowanych do betonu. W normie tej określono także system kontroli jakości wykorzystywany w zakładowej kontroli jakości, który zapewnia ocenę zgodności wyrobów z Normą Europejską⁵.

3. Jakość kruszyw

Produkowanie kruszyw dobrej jakości przyczynia się do zmniejszenia strat wynikających z przedwczesnej utraty funkcjonalności wyrobu, w którym zostały zastosowane, wpływa na poprawę jakości życia społeczeństwa, a także zwiększa powodzenie, szybkość i efektywność funkcjonowania innych działów gospodarki. W tym kontekście istotna jest definicja kruszywa podana w normie PN-EN 12620:2002+A1:2008. Zgodnie z nią kruszywo jest to ziarnisty materiał stosowany w budownictwie i może być naturalne, sztuczne oraz z recyklingu. Kruszywo naturalne to kruszywo pochodzenia mineralnego, które poza obróbką mechaniczną nie zostało poddane żadnej innej obróbce. Kruszywo sztuczne natomiast to kruszywo pochodzenia mineralnego, które zostało pozyskane w wyniku procesu produkcyjnego, obejmującego termiczną lub inną modyfikację. Natomiast kruszywo powstałe w wyniku przeróbki nieorganicznego materiału zastosowanego uprzednio w budownictwie nazywane jest kruszywem z recyklingu⁶.

Zakładowa kontrola jakości produkcji odbywa się zgodnie z Normą Europejską. Producent kruszyw powinien dysponować wszystkimi niezbędnymi środkami, wyposażeniem i personelem przeszkolonym do prowadzenia wymaganych kontroli i badań⁷. W tabeli 1 zamieszczono wskazane w normie PN-EN 12620:2002+A1:2008 minimalne częstotliwości badania wybranych właściwości kruszyw.

Dokładne wymagania dla kruszywa drobnego i grubego zostały podane w normie PN-EN 13043:2002. Oznaczenie kruszywa poprzez określenie dolnego (d) i górnego (D) wymiaru sita, wyrażone jako relacja d/D , potwierdza wymiar kruszywa⁸. Za

⁵ Polska Norma, PN-EN 12620+A1, grudzień 2010, *Kruszywa do betonu*, Polski Komitet Normalizacyjny, s. 4.

⁶ Tamże, s. 5-6.

⁷ Załącznik H (normatywny), *Zakładowa kontrola produkcji*, Polska Norma, PN-EN 12620+A1, grudzień 2010, *Kruszywa do betonu*, Polski Komitet Normalizacyjny, s. 34-40.

⁸ Polska Norma, PN-EN 13043, marzec 2004, *Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych, utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu*, Polski Komitet Normalizacyjny, s. 6.

Tabela 1. Minimalne częstotliwości badania wybranych właściwości kruszywa dla budownictwa drogowego według normy PN-EN 12620:2002+A1:2008

Właściwość kruszywa	Rozdział PN-EN 12620:2002+A1:2008	Uwagi	Metoda badania	Minimalna częstotliwość badania
Badanie wybranych podstawowych właściwości				
Uziarnienie	4.3.1 4.3.6	-	EN 933-1 EN 933-10	raz na tydzień
Kształt kruszywa grubego	4.4.	częstotliwość badania dotyczy kruszywa kruszonych; częstotliwość badania niekruszonego żwiru zależy od złoża i może być zmniejszona	EN 933-3 EN 933-4	raz na miesiąc
Zawartość pyłów	4.6	-	EN 933-1	raz na tydzień
Jakość pyłów	4.6	tylko jeśli jest to wymagane w warunkach podanych w Załączniku D	EN 933-8 EN 933-9	raz na tydzień
Gęstość ziarn i nasiąkliwość	5.5	-	EN 1097-6	raz na rok
Opis petrograficzny	8.1	-	EN 932-3	raz na trzy lata
Badanie wybranych specyficznych właściwości do zastosowania końcowego				
Odporność na rozdrabnianie	5.2	dla betonu o wysokiej wytrzymałości	EN 1097-2	dwa razy na rok
Odporność na ścieranie	5.3	kruszywa tylko do nawierzchni	EN 1097-1	raz na dwa lata
Polerowalność	5.4	kruszywa tylko do nawierzchni	EN 1097-8	raz na dwa lata
Odporność na ścieranie powierzchniowe	5.4.2	kruszywa tylko do nawierzchni	EN 1097-8:1999, Załącznik A	raz na dwa lata
Zamrażanie i rozmrażanie	5.7.1		EN 1367-1 lub EN 1367-2	raz na dwa lata
Zawartość chlorków	6.2	dla kruszywa pochodzenia morskiego	EN 1744-1:1998, Rozdział 7	raz na dwa lata
Badanie wybranych właściwości kruszywa ze szczególnych źródeł				
Składniki zawierające siarkę	6.3	żużel wielkopiecowy i kruszywa z recyklingu kruszywa inne niż żużel wielkopiecowy chłodzony powietrzem i kruszywa z recyklingu	EN 1744-1:1998, Rozdział 12	dwa razy na rok raz na rok
Rozpad związków żelaza	6.4.2.2	tylko żużel wielkopiecowy	EN 1744-1:1998, 19.2	dwa razy na rok
Siarczany rozpuszczalne w wodzie	6.3	tylko kruszywa z recyklingu	EN 1744-1	raz na miesiąc

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Polska Norma, PN-EN 12620+A1, grudzień 2010, *Kruszywa do betonu*, Polski Komitet Normalizacyjny, s. 5-6.

kruszywo drobne uważa się kruszywo o wymiarze ziaren D równym 4 mm lub mniejszym, natomiast kruszywem grubym jest takie, które posiada wymiary ziaren: D równe 45 mm lub mniejsze oraz d równe 2 mm lub większe.

4. Metodyka badań

Z uwagi na egzemplifikację metody monitorowania jakości kruszyw z wykorzystaniem kart kontrolnych przedstawiona w tab.1 częstość pobierania prób do oceny poszczególnych parametrów jakościowych jest niewystarczająca. Należy mieć na uwadze fakt, że kruszywo mineralne jest materiałem pochodzenia naturalnego, ze złoża, które z reguły jest mało zróżnicowane w swej strukturze. Mamy tutaj do czynienia ze zmienną morfologią górotworu oraz ze zróżnicowaną pracą maszyn do kruszenia i sortowania kruszywa.

Autorzy wybrali do oceny jakościowej kruszyw jeden z najbardziej istotnych parametrów w budownictwie (poza uziarnieniem), jakim jest współczynnik kształtu. Badania przeprowadzono w dwóch zakładach górniczych: w Grzędach oraz Siedlimowicach (latem 2012 r.). W publikacji przedstawiono wyniki badań dla dwóch frakcji gotowego wyrobu: 5-8 mm dla kopalni w Grzędach oraz 2-8 mm dla kopalni w Siedlimowicach. Próby pobierano 3-krotnie podczas każdej zmiany produkcyjnej z tzw. stożka produktu gotowego, który był zlokalizowany na składowisku wyrobów gotowych. Próby dobowe uśredniano i nanoszono na kartę kontrolną. Wyniki dla kilkunastu dni przedstawiono na kartach poniżej. Wartości normatywne dla parametru jakościowego (współczynnika kształtu) pozyskano z norm.

Opisane wyżej problemy z zachowaniem jakości kruszyw z jednej strony i wymaganiami odbiorców z drugiej sugerowałyby, aby częstość pobierania prób zwiększyć. Z kolei jeśli monitoring ma dotyczyć procesów towarzyszących przeróbce kruszyw w danej kopalni, to próby należałoby przeprowadzać nie tylko na składowisku wyrobów gotowych, ale także po każdej operacji przeróbczej i klasyfikacyjnej (po kruszeniu wstępnym, wtórnym, przesiewaniu, kolejnym kruszeniu itd.). Chodzi tutaj o możliwie wczesne zidentyfikowanie nieprawidłowości w produkcji i w miarę możliwości szybkie usunięcie przyczyny (przyczyn). Takie podejście zapewni pożądane wartości parametrów jakościowych i nie narazi firmy w przyszłości na straty finansowe spowodowane karami gwarancyjnymi ze strony odbiorców (czy też konsekwencjami finansowymi wynikającymi z wad budowli spowodowanych niewłaściwymi materiałami).

5. Rola kart kontrolnych w doskonaleniu jakości kruszyw dla budownictwa drogowego

Karty kontrolne to jedno z najstarszych narzędzi statystycznych wykorzystywanych w sterowaniu jakością procesów produkcyjnych [*Zarządzanie jakością...* 2008, s. 57]. Ich zadaniem jest dostarczenie w przejrzystej, graficznej postaci informacji

o stabilności realizowanych przez przedsiębiorstwo procesów [Myszewski 1998, s. 46-47]. Istota kart kontrolnych związana jest ze spostrzeżeniem, że zmienność procesu wywołana jest przez dwa rodzaje przyczyn:

- przyczyny losowe, nazywane naturalnymi (inherentnymi) – stale obecne w procesie i nieuniknione w danych warunkach,
- przyczyny specjalne, zwane przyczynami wyznaczalnymi, które mogą się przejawiać jako przyczyny systematyczne lub sporadyczne; mogą one być stałym elementem procesu (np. postępujące zużycie kruszarek, nasilające się zmęczenie pracowników) lub pojawiać się przypadkowo (np. rozregulowanie maszyny, absencja pracownika) [Hamrol 2011, s. 437].

W przypadku oceny jakości kruszyw parametry jakościowe odnosimy do parametrów teoretycznych, które zapisano w dokumentach normatywnych. Z uwagi na kwestie technologiczne oraz związane z metrologią dla pożądaných wartości parametrów (tzw. wartości nominalnych) dodaje się tolerancję wymiarową, która określa górną i dolną granicę.

Karty kontrolne stanowią graficzny zapis wskazanych w normie nominalnych wartości parametru jakościowego wraz z możliwymi odchyleniami. Na taki szablon karty nanosimy wartości pochodzące z prób jakościowych (mogą to być wartości średnie z prób czasowych lub zmianowych). Karta kontrolna ma graficzną postać szeregu czasowego [Detyna 2011, s. 102-108]. Prowadząc kartę należy śledzić wybrane statystyki, którymi mogą być: średnia, mediana, rozstęp, odchylenie standardowe, liczba niezgodności, liczba jednostek niezgodnych itp. W ujęciu statystycznym zaznaczona wartość nominalna identyfikowana jest z estymatorem wartości średniej. Przyjmujemy założenie, że wyniki pochodzące z prób dla konkretnego parametru jakościowego są zgodne z rozkładem normalnym (który weryfikuje się odpowiednim testem). Jeśli wyniki z kolejnych prób mieszczą się w przedziale tzw. sześciosigmowym (99,9%), a przedział ten nie „wychodzi” poza pole tolerancji, to taki wyrób uznajemy za prawidłowy, a proces produkcyjny za ustabilizowany.

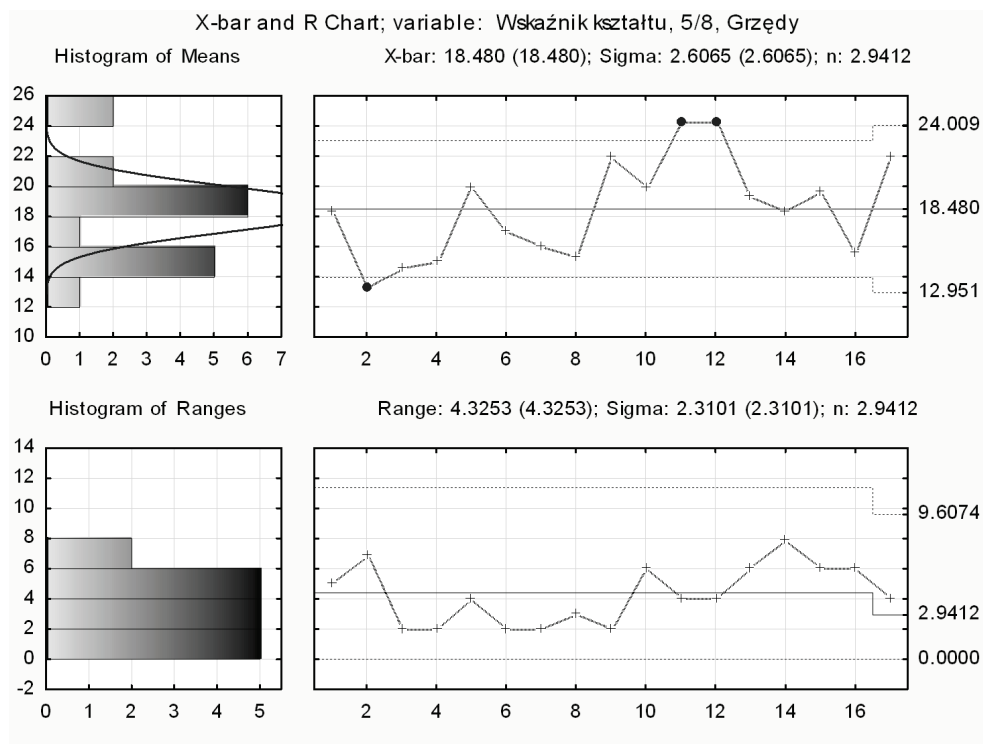
Na rysunku 1 przedstawiono przykładową kartę kontrolną X-R oraz wyniki analizy zmienności procesu (poniżej karty) dla kruszywa o wymiarze 5/8 w kopalni Grzędy, należącej do Kopalni Melafiru w Czarnym Borze. Parametrem jakościowym w tym przypadku jest współczynnik kształtu.

Na rysunku 2 przedstawiono przykładową kartę kontrolną X-R oraz wyniki analizy zmienności procesu (poniżej karty) dla kruszywa o wymiarze 2/8 w kopalni Siedlimowice (należącej do koncernu „Strabag”). Parametrem jakościowym w tym przypadku jest również współczynnik kształtu.

Analiza zmienności procesu dla kruszywa o wymiarze 2/8 produkowanego w Siedlimowicach została uzupełniona o wykres i histogram zdolności procesu produkcji kruszywa (rys. 3).

W przypadku procesów wytwórczych pojawiają się pytania:

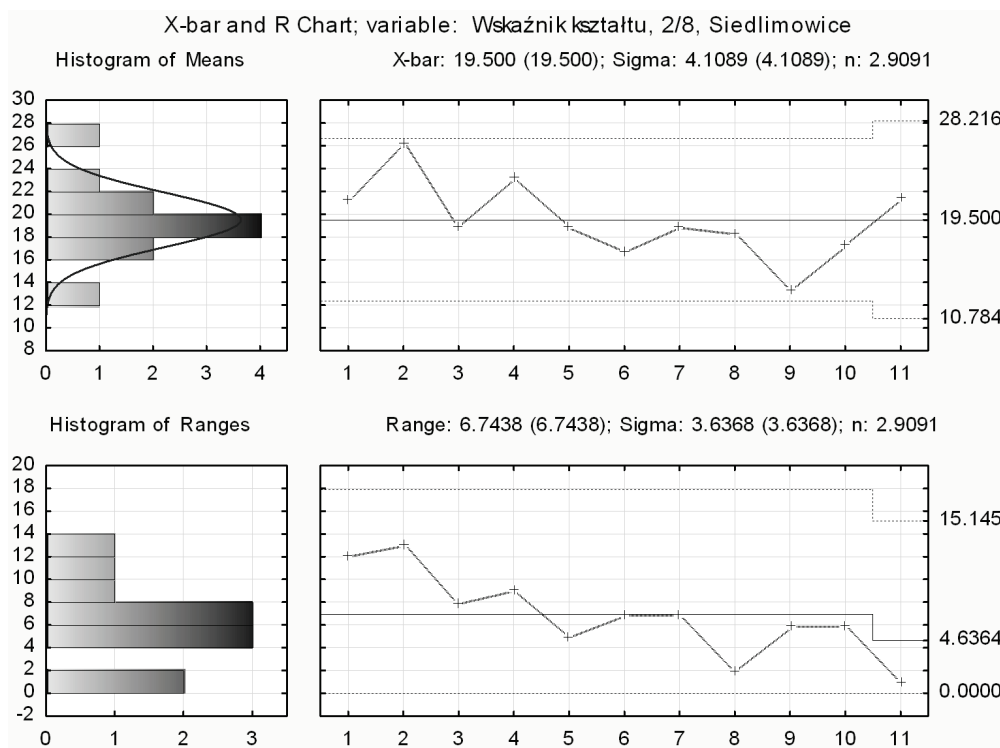
- czy monitorowany proces jest zgodny z wymaganiami,
- jaka jest zdolność procesu (lub dostawy),
- jaka część produkowanych elementów zawiera się w granicach specyfikacji.



		Wskaźnik kształtu, 5/8, Grzędy ; X-bar Chart Center line: 18.48 Sigma: 1.52	
Zones A/B/C: 3.000/2.000/1.000 * Sigr	from sample	to sample	
Tests for special causes (runs rules)			
9 samples on same side of center	OK	OK	
6 samples in row in/decreasing	OK	OK	
14 samples alternating up & down	OK	OK	
2 of 3 samples in Zone A or beyond	1	3	
	9	11	
4 of 5 samples in Zone B or beyond	8	12	
15 samples in Zone C	OK	OK	
8 samples beyond Zone C	OK	OK	

Rys. 1. Karta kontrolna X-R (powyżej) i wyniki analizy zmienności procesu (poniżej) dla kruszywa o wymiarze 5/8 w kopalni Grzędy (parametr jakościowy: współczynnik kształtu)

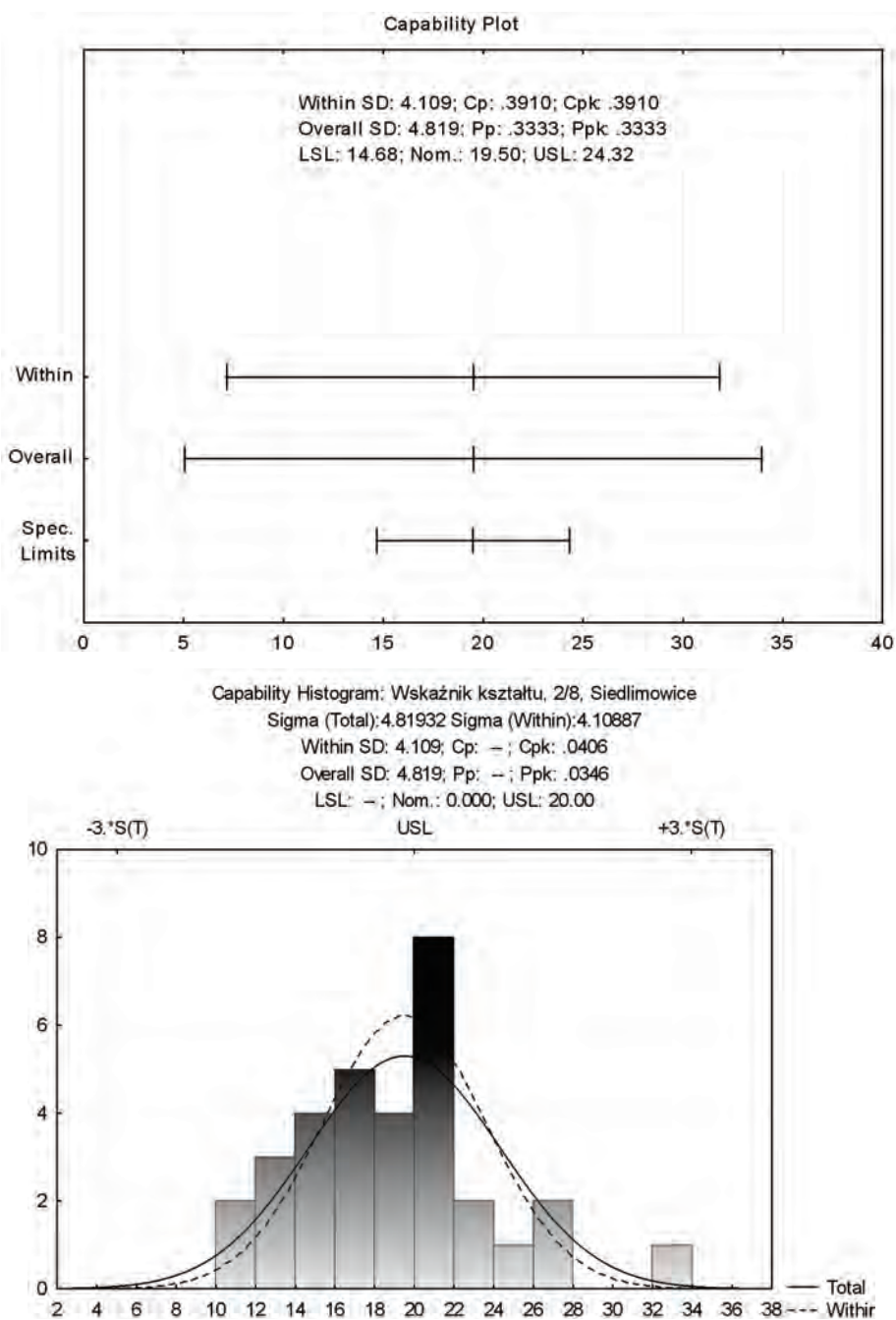
Źródło: opracowanie własne na podstawie dokumentacji Kopalni Melafiru w Czarnym Borze (zakład Grzędy).



		Wskaźnik kształtu, 2/8, Siedlimowice	
		X-bar Chart	
		Center line: 19.50 Sigma: 2.41	
Zones A/B/C: 3.000/2.000/1.000 * Sigr	from sample	to sample	
Tests for special causes (runs rules)			
9 samples on same side of center	OK	OK	
6 samples in row in/decreasing	OK	OK	
14 samples alternating up & down	OK	OK	
2 of 3 samples in Zone A or beyond	OK	OK	
4 of 5 samples in Zone B or beyond	OK	OK	
15 samples in Zone C	OK	OK	
8 samples beyond Zone C	OK	OK	

Rys. 2. Karta kontrolna X-R oraz wyniki analizy zmienności procesu (poniżej karty) dla kruszywa o wymiarze 2/8 w kopalni Siedlimowice (parametr jakościowy: współczynnik kształtu)

Źródło: opracowanie własne na podstawie dokumentacji kopalni w Siedlimowicach.



Rys. 3. Wykres (powyżej) i histogram (poniżej) zdolności procesu produkcji kruszywa o wymiarze 2/8 w kopalni Siedlimowice. Parametr jakościowy: współczynnik kształtu

Źródło: opracowanie własne na podstawie dokumentacji kopalni w Siedlimowicach.

Należy pamiętać, że analiza zdolności procesów jest uzasadniona zawsze tam, gdzie procesy te są uregulowane. Jeżeli średnie kolejno pobieranych próbek do badania mają duży i niestabilny rozrzut lub znacznie odbiegają od przyjętych norm, to proces taki wymaga najpierw uregulowania. Sprawdzanie zdolności rozregulowanych, niestabilnych procesów jest nieużyteczne z punktu widzenia zakładanych przez taką analizę celów. Pomocne w osiągnięciu stabilności monitorowanych procesów wytwórczych w kopalniach produkujących kruszywa mogą być karty kontrolne. Dopiero, gdy proces jest uregulowany, można zadać pytanie dotyczące jego zdolności do spełnienia wymagań. Odpowiedź oparta jest na wnioskowaniu statystycznym. Można przykładowo szacować odchylenie standardowe procesu i przedstawiać wyniki w postaci histogramów.

6. Podsumowanie

Wnioski wypływające z przeprowadzonych analiz statystycznych można przedstawić następująco:

- a) na podstawie pozyskanych danych możliwe było przeprowadzenie analizy wskaźników zdolności jakościowej procesów produkcji kruszywa,
- b) wybór sposobu oceny jakości procesów, w tym również rodzaju kart kontrolnych, uzależniony jest od posiadanej przez zakład bazy danych,
- c) nie jest możliwe „klonowanie” metod oceny jakości procesów produkcyjnych bez uwzględnienia specyfiki i celów danego przedsiębiorstwa,
- d) karty kontrolne mogą stanowić istotne uzupełnienie narzędzi służących doskonaleniu jakości kruszyw, pod warunkiem że będą przeprowadzane cyklicznie i w długim horyzoncie czasowym.

Przeprowadzone przez autorów badania potwierdzają użyteczność kart kontrolnych w monitorowaniu jakości kruszyw dla budownictwa drogowego. Potencjalnymi korzyściami, wynikającymi z systematycznego stosowania kart kontrolnych przez kopalnie produkujące kruszywa dla budownictwa drogowego, mogą być:

- minimalizacja strat,
- wsparcie koncepcji działań zapobiegawczych, mających na celu zastąpienie działań kontrolnych ukierunkowanych jedynie na wykrywanie defektów [Karaszewski 2001, s. 162],
- powierzenie działań kontrolnych pracownikom operacyjnym,
- uwydatnienie potrzeby upowszechnienia koncepcji zarządzania przez jakość,
- wspieranie tworzenia atmosfery aktywnego i zespołowego rozwiązywania problemów,
- możliwość precyzyjnego monitorowania jakości kruszyw w długim horyzoncie czasu,

- możliwość porównania wyników badań statystycznych w czasie oraz ich graficznej prezentacji,
- zminimalizowanie kosztów badań wyrywkowych.

W świetle badań statystycznych przeprowadzonych w Kopalniach Melafiru w Czarnym Borze (w zakładzie Grzędy) oraz w Siedlimowicach wydaje się, że wdrożenie narzędzi SPC, tj. kart kontrolnych, może stać się komplementarnym narzędziem, zapewniającym właściwy system monitoringu procesów towarzyszących produkcji kruszyw. Dobór metod i technik powinien być przy tym spójny z długookresowymi celami danego przedsiębiorstwa i wynikać z przyjętej strategii.

Literatura

- Detyna B., *Zarządzanie jakością w logistyce. Metody i narzędzia wspomagające. Przykłady, zadania*, Wydawnictwo Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Angelusa Silesiusa w Wałbrzychu, Wałbrzych 2011.
- Hamrol A., *Zarządzanie jakością z przykładami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011.
- Karaszewski R., *TQM teoria i praktyka*, Wydawnictwo „Dom Organizatora”, Toruń 2001.
- Myszewski J.M., *Zarządzanie zmiennością. Systemowe spojrzenie na metody statystyczne w zarządzaniu jakością*, Instytut Organizacji i Zarządzania „ORGMASZ”, Warszawa 1998.
- Zapłata S., *Zarządzanie jakością w przedsiębiorstwie. Ocena i uwarunkowania skuteczności*, Oficyna Wolters Kluwer, Warszawa 2009.
- Zarządzanie jakością. Część 3. Metody kształtowania jakości w organizacji*, red. W. Ładoński, K. Szoltysek, Wydawnictwo Uniwersytetu ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2008.

Inne źródła

- Polska Norma, PN-EN 12620+A1, grudzień 2010, *Kruszywa do betonu*, Polski Komitet Normalizacyjny.
- Polska Norma, PN-EN 13043, marzec 2004, *Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych, utwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu*, Polski Komitet Normalizacyjny.
- Poprawka do Polskiej Normy, PN-EN 13043:2004/AC, grudzień 2004, *Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych, utwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu*, Polski Komitet Normalizacyjny.
- Poprawka do Polskiej Normy, PN-EN 13043:2004/Ap1, marzec 2010, *Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych, utwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu*, Polski Komitet Normalizacyjny.

CONTROL CHARTS IN THE ASSESSMENT OF AGGREGATES QUALITY FOR ROAD CONSTRUCTION

Summary: Melaphyre is the rock material that we use as a basic component for the construction of road, rail and buildings, as well as an additive to concrete and asphalt. It is the basic aggregates mined among others by Melaphyre Mines in Czarny Bór and Siedlimowice. Undertakings belonging to company “Strabag” focus its efforts on maintaining the high quality of crushed rocks because they want to improve their competitive position in the market. Hence, the possibility of systematic monitoring of quality of crushed rocks using familiar SPC (Statistical Process Control) tools is considered. The authors present the examples of Shewhart control charts use in the process of improving the quality of crushed rocks (for selected quality parameter).

Keywords: control charts, quality assessment, aggregate, product quality, process capability analysis, statistical process control.