

dr inż. Małgorzata Lenart¹⁾

Zastosowanie metod statystycznych do kontroli odbiorczej prefabrykatów betonowych

The application of acceptance inspection by variables for precast concrete elements

DOI: 10.15199/33.2015.09.51

Streszczenie. Stosowanie metod statystycznych podczas kontroli odbiorczej jest zalecane przez normy przedmiotowe wyrobów budowlanych przede wszystkim ze względu na zapewnienie jakości oraz ekonomicznych. W artykule omówiono procedurę prowadzenia kontroli odbiorczej wyrobów w przypadku oceny cech liczbowych. Przedstawiono poszczególne etapy kontroli wytypowanych wyrobów betonowych wraz z przykładami ich prowadzenia.

Słowa kluczowe: kontrola odbiorcza, betonowe wyroby prefabrykowane, metoda liczbowa, oznakowanie CE.

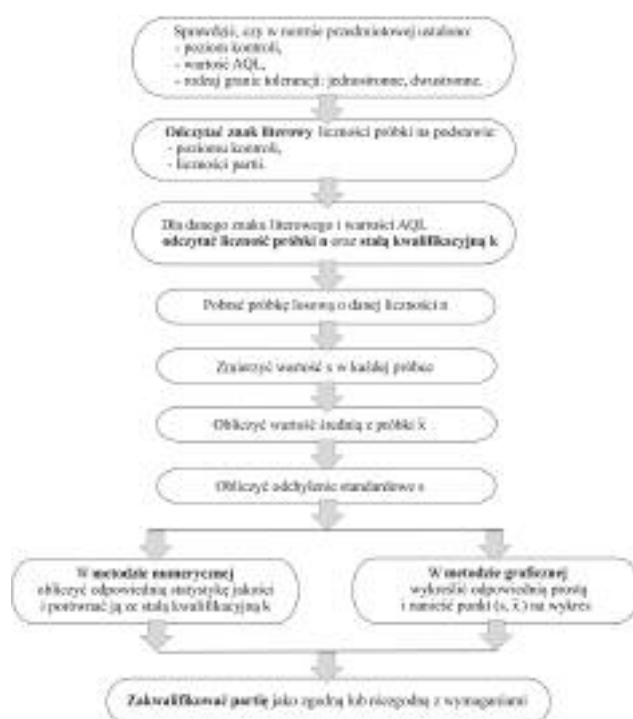
Abstract. The use of statistical methods during acceptance inspection is recommended by construction products standards for quality as well as economic reasons. The article discusses the procedure of construction products acceptance inspection maintaining in the case of variables assessment of products characteristics. The respective stages of the inspection with examples of their execution for selected concrete products are also presents in the paper.

Keywords: acceptance inspection, precast concrete elements, inspection by variables, CE marking.

Normy przedmiotowe prefabrykatów betonowych, np. betonowych kostek brukowych, poza wymaganiami technicznymi zawierają również postanowienia dotyczące znakowania wyrobu znakiem CE [1]. System zakładowej kontroli produkcji, który występuje w każdym z systemów oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych wyrobów, obejmuje m.in.:

- badanie surowców zgodnie z ustaloną częstotliwością;
- kontrole i inspekcje w trakcie procesu produkcji z ustaloną częstotliwością;
- nadzór nad wyposażeniem, w tym procedury wzorcowania i regularnego sprawdzania oraz konserwacji przyrządów do ważenia, mierzenia i badania,
- sprawdzanie i badanie gotowych wyrobów z częstotliwością, która wynika z postanowień normy,
- postępowanie z wyrobem niezgodnym,
- postępowanie w przypadku zgłoszenia reklamacji,
- działania korygujące mające na celu usunięcie ewentualnych niezgodności oraz identyfikację i usunięcie ich przyczyn.

W ramach Zakładowej Kontroli Produkcji producent powinien również określić wymagania dotyczące surowców stosowanych w trakcie produkcji wyrobu oraz wyrobu na poszczególnych etapach jego wytwarzania [2]. Normy przedmiotowe wyrobów betonowych najczęściej zalecają przeprowadzanie oceny zgodności metodą statystyczną, alternatywną lub liczbową. Decyzję co do wyboru metody pozostawia się producentowi. Najczęściej jednak kontrolę odbiorczą zaczyna się, stosując metodę alternatywną, ponieważ liczbowa wymaga obliczenia tzw. statystyki jakości, np. odchylenia standardowego badanej cechy w metodzie „s”. Rysunek przedstawia schemat procedury wymaganej w me-



Plan badań w metodzie „s”

Inspection procedure in s method

todzie „s” w przypadku kontroli odbiorczej prowadzonej na bazie liczbowej oceny właściwości wyrobu [3, 4]. Zgodność partii określa się na podstawie pomiaru wyznaczonej cechy elementu oraz obliczenia odchylenia standardowego tej właściwości. Pierwsze trzy procedury przedstawione na rysunku stanowią część przygotowawczą do czynności kontrolnych oraz późniejszej oceny zgodności partii wyrobu.

¹⁾ Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej;
e-mail: mlenart@pk.edu.pl

Wartości AQL są czasami podawane w normach przedmiotowych, tak jest w przypadku prefabrykatów żelbetonowych do telekomunikacji (PN-B-19501:1997 *Prefabrykaty z betonu – Prefabrykaty żelbetowe dla telekomunikacji*), gdzie AQL wynosi 6,5%, czy też prefabrykowanych elementów klatek schodowych (PN-B-19507:1997 *Prefabrykaty z betonu – Elementy klatek schodowych*) – AQL równe 4%. Norma betonowa PN-EN 206:2014-04 *Beton* również podaje wartości AQL: 4% w przypadku kontroli zawartości włókien stalowych i polipropylenowych w mieszance betonowej oraz gęstości, maksymalnego współczynnika w/c i minimalnej zawartości cementu.

Najczęściej częstotliwość pobierania próbek do badań określają normy przedmiotowe, np. PN-EN 490:2012 *Dachówki i kształtki dachowe cementowe do pokryć dachowych i okładzin ściennych – Charakterystyka wyrobu*, dotycząca cementowych dachówek i kształtek dachowych, zaleca pobierać po 3 próbki do badania wymiarów, raz na 7 dni produkcyjnych. Z kolei norma PN-EN 1338:2005 *Betonowe kostki brukowe. Wymagania i metody badań* zaleca pobierać w trakcie kontroli normalnej, w przypadku badań kształtu i wymiarów, po osiem kostek z każdej maszyny w ciągu jednego dnia produkcji. Analogicznie w PN-EN 1339:2005 *Betonowe płyty brukowe. Wymagania i metody badań*, w celu oznaczenia wytrzymałości na zginanie oraz kształtów i wymiarów, zaleca się pobierać po 8 płyt z maszyny na dzień, dwa lub cztery dni produkcji, co jest uzależnione od wymiarów płyt.

Kolejnym krokiem jest oznaczenie poszczególnych cech wyrobu i obliczenie wartości średniej danej cechy oraz jej odchylenia standardowego, które określa się oddzielnie w przypadku każdej maszyny produkcyjnej oraz należy je sprawdzać na bieżąco i w regularnych odstępach czasu. W zależności od stabilności procesu produkcyjnego może być różna minimalna liczba wyników potrzebna do określenia odchylenia standardowego. Zazwyczaj jest to 30 wyników pochodzących z badań obejmujących reprezentatywny okres produkcji. Jeżeli jednak proces produkcji ma charakter ustabilizowany, można ograniczyć się do 15 wyników. W przypadku określenia odchylenia standardowego wytrzymałości na ściskanie betonu, PN-EN 206:2014-04 zaleca jego wstępne ustalenie na podstawie co najmniej 35 kolejnych wyników uzyskanych w okresie dłuższym niż 3 miesiące. W trakcie produkcji odchylenie standardowe należy sprawdzać na bieżąco pod koniec kolejnych okresów oceny. Jeśli nie uległo ono istotnej zmianie (przedziały wartości, zależne od liczby wyników badań są podane w normie w tablicy 19), to jego aktualne oszacowanie stosuje się w kolejnym okresie oceny wytrzymałości na ściskanie.

Następny krok procedury wyznaczania planu badania zależy od zastosowanej metody. W metodzie graficznej wykreśla się odpowiednią prostą i na wykres nanosi punkt o współrzędnych (s , $\bar{x}$). W metodzie numerycznej oblicza się odpowiednią statystykę jakości i porównuje ją ze stałą kwalifikującą k .

W przypadku betonowych płyt brukowych, zgodnie z PN-EN 1339:2005, w metodzie liczbowej partię płyt uznaje się za zgodną z wymaganiami pod względem wytrzymałości na zginanie, jeżeli:

$$\bar{T}_n \geq T_{char} + k_n \cdot s \text{ czyli } T_{char} \leq \bar{T}_n - k_n \cdot s$$

oraz każdy pojedynczy wynik pomiaru $T_i \geq T_{min}$,
gdzie:

$\bar{T}_n$ – średnia wytrzymałość na zginanie z n badanych próbek [MPa];
 T_{char} – charakterystyczna wytrzymałość na zginanie w przypadku danej klasy [MPa];

k_n – współczynnik akceptacji zależny od poziomu kontroli i liczby próbek: kontrola ulgowa $k_4 = 0,9$ $n = 4$; kontrola normalna $k_8 = 1,2$ $n = 8$; kontrola obostrzona $k_{16} = 1,3$ $n = 16$ s – odchylenie standardowe wytrzymałości na zginanie w przypadku danej maszyny [MPa];

T_i – wartość pojedynczego wyniku wytrzymałości na zginanie [MPa];
 T_{min} – minimalna wytrzymałość na zginanie w przypadku danej klasy wytrzymałości [MPa].

PN-EN 1339:2005 definiuje trzy klasy wytrzymałości na zginanie: 1, 2 oraz 3 oznakowane odpowiednio jako: S; T oraz U. W przypadku każdej klasy podana jest wytrzymałość charakterystyczna oraz minimalna wytrzymałość na zginanie. Analogiczne wzory należy zastosować w celu oceny wyników badań obciążenia niszczącego płyt brukowych zgodnie z PN-EN 1339:2005. Norma definiuje 7 klas obciążenia niszczącego i również w tym przypadku producent powinien stosować warunki przejścia pomiędzy poszczególnymi poziomami kontroli odbiorczej (ulgowej, normalnej, obostrzonej). Podobny tok kontroli odbiorczej betonowych wyrobów prefabrykowanych przedstawiają też normy określające wymagania dotyczące betonowych kostek brukowych PN-EN 1338:2005 oraz krawężników betonowych PN-EN 1340:2004.

Zastosowanie metod statystycznych podczas kontroli odbiorczej prefabrykowanych elementów betonowych jest obowiązkowe. Normy przedmiotowe dopuszczają badania metodami alternatywnymi (pewna cecha wyrobu jest zgodna lub nie) oraz liczbowymi (cechy wyrobu są ściśle nadzorowane i prowadzony jest pomiar wartości średniej danej cechy oraz np. odchylenia standardowego). W niektórych przypadkach pomiar danej cechy można prowadzić obiema metodami. Decyzja należy do producenta, oczywiście po spełnieniu ściśle określonych wymagań. Kontrola odbiorcza na podstawie oceny liczbowej jest dokładniejsza, ale mniej odpowiednia, gdyż zwiększa się liczba badań, a tym samym liczba obliczeń i badane właściwości należy rozpatrywać oddzielnie. Z tego względu często, w celu oceny mniej istotnych cech, stosuje się metody alternatywne, natomiast metody liczbowe wykorzystuje do kwalifikacji cech najistotniejszych, np. wytrzymałości.

Literatura

- [1] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG.
- [2] Instrukcja ITB nr 414. 2006. Zakładowa kontrola produkcji wyrobów budowlanych. Wymagania. Warszawa: Wydawnictwo ITB.
- [3] PN ISO 3951:1997 Kontrola wyrzykowa procentu jednostek niezgodnych na podstawie liczbowej oceny właściwości; procedury i nomogramy. Warszawa: Polski Komitet Normalizacyjny.
- [4] Hamrol Adam, Mantura Władysław. 2006. Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Przyjęto do druku: 29.07.2015 r.