

dr inż. Jarosław Michalek*

Zakładowa kontrola produkcji słupów wirowanych

Factory production control for spun concrete poles

Streszczenie. W artykule zdefiniowano ogólne zasady funkcjonowania zakładowej kontroli produkcji w świetle obowiązujących przepisów prawa. Omówiono wymagania dotyczące zakładowej kontroli produkcji żelbetonowych i strunobetonowych słupów elektroenergetycznych i oświetleniowych z betonu wirowanego.

Słowa kluczowe: zakładowa kontrola produkcji, słupy elektroenergetyczne i oświetleniowe, beton wirowany.

Abstract. General rules of factory production control operating according to current law were defined. Requirements for factory production control for reinforced and pre-tensioned prestressed spun concrete electricity and lighting poles were discussed.

Keywords: factory production control, electricity and lighting poles, spun concrete

Wyrób budowlany objęty specyfikacją zharmonizowaną może być wprowadzony do obrotu wyłącznie zgodnie z rozporządzeniem [1], natomiast nieobjęty taką specyfikacją zgodnie z przepisami krajowymi [2]. Rozporządzenia [1, 3] określają warunki, jakie powinien spełniać każdy wytwórca wyrobu budowlanego, aby jego wyrób można było legalnie wprowadzić do obrotu.

Zakładowa kontrola produkcji jest stałą wewnętrzną kontrolą produkcji prowadzoną przez producenta, której wszystkie wymagania i postanowienia powinny być przestrzegane przez zapisywanie zasad i procedur postępowania na poszczególnych etapach powstawania wyrobu. Celem prowadzenia zakładowej kontroli produkcji jest zapewnienie stabilności produkcji oraz uzyskanie cech wyrobu deklarowanych przez producenta i zgodnych ze specyfikacją techniczną.

Wdrożenie i utrzymanie zakładowej kontroli produkcji jest obowiązkiem nakładanym na przedsiębiorców przez europejski system oceny zgodności wyrobów budowlanych z oznakowaniem CE [1], ale również przez krajowy system oceny zgodności [2, 3] przy oznakowaniu wyrobu znakiem budowlanym. W zależności od zastosowanego systemu oceny zgodności wyrobu, zakładowa kontrola produkcji podlega:

- wstępnej inspekcji oraz ciągłemu nadzorowi, ocenie i ewaluacji przez akredytowaną/notyfikowaną jednostkę certyfikującą wyroby (system oceny zgodności 1 i 1+);
- certyfikacji na podstawie wstępnej inspekcji oraz ciągłego nadzoru, oceny i ewaluacji przez akredytowaną/notyfikowaną jednostkę certyfikującą zakładową kontrolę produkcji (system 2+ [1]).

W odniesieniu do systemów 3 i 4 oceny zgodności producent może poddać swoją zakładową kontrolę produkcji dobrowolnej ocenie i nadzorowi przez akredytowaną/notyfikowaną jednostkę certyfikującą. W każdym systemie oceny zgodności producent jest zobowiązany opracować, wdrożyć i prowadzić zakładową kontrolę produkcji, bez której nie może umieścić na wyrobie oznakowania CE lub znaku budowlanego, a tym samym nie może legalnie wprowadzić wyrobu budowlanego do obrotu.

* Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

Wymagania

Wymagania dotyczące zakładowej kontroli produkcji żelbetonowych i strunobetonowych słupów elektroenergetycznych podane są w normie zharmonizowanej PN-EN 12843:2008 [4], a słupów oświetleniowych w PN-EN 40-4:2008 [5]. Ocenę i weryfikację stałości właściwości użytkowych słupów elektroenergetycznych prowadzi się wg systemu atestacji zgodności 2+ [4], a słupów oświetleniowych 1 [5]. Zadania wynikające z systemu 1 lub 2+ atestacji zgodności i weryfikacji stałości właściwości użytkowych dla każdej ze stron biorących udział w ocenie wyrobu podano w tabeli 1.

Podczas zakładowej kontroli produkcji żelbetonowych i strunobetonowych słupów elektroenergetycznych i oświetleniowych wykorzystywana jest norma PN-EN 13369:2005 [6], której wymagania są uzupełnione i modyfikowane zapisami w normach [4, 5]. Ze względu na istotne różnice w technologii produkcji strunobetonowych żerdzi wirowanych (słupów elektroenergetycznych E oraz oświetleniowych EO

Tabela 1. Zadania wynikające z zastosowanego systemu oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych wyrobów wg [1]

Zadania producenta	Zadania jednostki notyfikowanej
System 1	
Producent przeprowadza: – zakładową kontrolę produkcji, – uzupełniające badania próbek pobranych w zakładzie produkcyjnym zgodnie z ustalonym planem badania	notyfikowana jednostka certyfikująca wyrób wydaje certyfikat stałości właściwości użytkowych wyrobu na podstawie: – ustalenia typu wyrobu na podstawie badań typu (w tym pobierania próbek), obliczeń typu, tabelarycznych wartości lub opisowej dokumentacji wyrobu, – wstępnej inspekcji zakładu produkcyjnego i zakładowej kontroli produkcji, – stałego nadzoru, oceny i ewaluacji zakładowej kontroli produkcji
System 2+	
Producent przeprowadza: – ustalenia typu wyrobu na podstawie badań typu (w tym pobierania próbek), obliczeń typu, tabelarycznych wartości lub opisowej dokumentacji wyrobu, – zakładową kontrolę produkcji, – badania próbek pobranych w zakładzie produkcyjnym zgodnie z ustalonym planem badania	notyfikowana jednostka certyfikująca zakładową kontrolę produkcji wydaje certyfikat zgodności ZKP na podstawie: – wstępnej inspekcji zakładu produkcyjnego i zakładowej kontroli produkcji, – stałego nadzoru, oceny i ewaluacji zakładowej kontroli produkcji

i EOP) i żerdzi żelbetowych (np. typu ŻN lub WZ) nie można ująć tych wyrobów we wspólnym zapisie zakładowej kontroli produkcji. Z tego względu w artykule przedstawiono wymagania zakładowej kontroli produkcji strunobetonowych elementów z betonu wirowanego.

Przy produkcji słupów elektroenergetycznych i oświetleniowych z betonu wirowanego lub wibrowanego należy stosować materiały poddane ocenie zgodności przed dostawą. Wówczas prowadzenie kontroli ogranicza się do oceny zgodności dokumentów dostawy z zamówieniem (tabela D.2.1 [6]) w przypadku każdej dostawy. Stosowanie materiałów niepoddanych ocenie zgodności przed dostawą wymaga od producenta słupów realizacji odpowiednich badań materiałowych wymienionych w tabeli D.2.2 normy [6]. Wyposażenie służące do składowania materiałów ma za zadanie niedopuszczenie do ich zanieczyszczenia i podlega zgodnie z tabelą D.1 [6] kontroli wizualnej lub innemu sprawdzeniu nie rzadziej niż raz na tydzień.

Przy wytwarzaniu elektroenergetycznych i oświetleniowych słupów (żerdzi) z betonu wirowanego można wyróżnić wspólne procesy produkcyjne, takie jak: przygotowanie form do produkcji; wykonywanie koszy zbrojeniowych i mieszanki betonowej; naciąg zbrojenia sprężającego; napełnianie formy betonem; wirowanie; przyspieszone dojrzewanie betonu i rozformowanie gotowych elementów (sprężanie). Kontrole i badania, które należy przeprowadzić z ustaloną częstotliwością podczas realizacji tych procesów produkcyjnych, opisane są w tabeli D.3 normy [6].

Zakłada się, że wirowane słupy elektroenergetyczne i oświetleniowe z betonu wytwarza się jako strunobetonowe lub częściowo sprężone w nierozbieralnych formach samonosiących. Każda nowa forma lub po naprawie musi być sprawdzona pod względem wymiarów geometrycznych (tabela D.3 [6]). Formy powinny być oznakowane i posiadać odpowiednią dokumentację techniczną. Przed przekazaniem formy ze stanowiska rozformowania na stanowisko powlekania środkiem antyadhezyjnym należy wizualnie sprawdzić wewnątrz jej czystość. Z określoną w dokumentacji technicznej częstotliwością (np. raz na kwartał) formy należy sprawdzić pod kątem zużycia i ewentualnych deformacji (tabela D.1 i D.3 [6]).

Każdy kosz zbrojeniowy zastosowany przy produkcji wirowanych słupów elektroenergetycznych i oświetleniowych z betonu podlega kontroli wizualnej i sprawdzeniu zgodności z dokumentacją wyrobu (tabela D.3 [6]) pod kątem gatunku zastosowanej stali, liczby, średnicy i usytuowania zbrojenia sprężającego i zwykłego (podłużnego i poprzecznego). Sprawdzenie prawidłowej wartości siły sprężającej podczas produkcji wirowanych słupów strunobetonowych realizuje się przez dobór odpowiedniej długości rdzeni, na których rozkłada się cięgna zakotwione w głowicach biernych i czynnych. Dla każdego typorozmiaru żerdzi rdzenie powinny być pogrupowane pod kątem długości. W celu zapewnienia prawidłowego poziomu siły sprężającej podczas grupowego naciągu strun **rdzenie powinny być kontrolowane pod względem długości przy wprowadzaniu ich do użycia po raz pierwszy i po każdej naprawie oraz nie rzadziej niż dwa razy do roku** (tabela D.1 [6]).

Do wytwarzania strunobetonowych słupów z betonu wirowanego w formach nierozbieralnych stosuje się beton o konsystencji pompowalnej. Codziennie oraz przy wprowadze-

niu każdej zmiany recepty należy sprawdzić skład mieszanki betonowej przez wizualną kontrolę przyrządów do ważenia składników oraz sprawdzenie zgodności składu mieszanki z dokumentami produkcyjnymi (tabela D.3 [6]). Zawartość cementu, dodatków i wody należy określić na podstawie wydruku z przyrządu rejestrującego skład betonu albo na podstawie zapisu z produkcji w powiązaniu z instrukcją dozowania. Przyrządy do ważenia i dozowania składników betonu powinny być przy wprowadzaniu do użycia lub po poważnej naprawie i nie rzadziej niż raz do roku wzorcowane bądź sprawdzane wzorcem wyższego rzędu. Przyrządy te oraz mieszarki należy codziennie poddać ocenie wizualnej (tabela D.1 [6]). Podczas produkcji słupów wirowanych z betonu nie ma potrzeby określania zawartości chlorków oraz powietrza w betonie, a także gęstości stwardniałego betonu wskazanych w tabeli D.3 normy [6].

Codziennie trzeba zaformować próbki sześciennie w celu określenia wytrzymałości technologicznej betonu na ściskanie przed sprężeniem elementu i jego rozformowaniem. Prawidłową przyczepność strun do betonu słupa wirowanego można monitorować przez pomiar poślizgu przecinanych drutów sprężających (tabela D.3 [6]). Częstotliwość pobierania i badania próbek w celu oceny 28-dniowej wytrzymałości betonu na ściskanie powinna być zgodna z tabelą 13 normy [7]. Badania $f_{cm, \square 15}$ betonu wibrowanego (tzn. betonu półpłynnego podawanego do formy nierozbieralnej) należy wykonać na próbkach z betonu produkcyjnego zagęszczonego metodą wibrowania i dojrzewającego w komorach narpalnicznych razem ze słupami. Dopuszcza się badanie wytrzymałości betonu wibrowanego na próbkach sześciennych o bokach 10 cm. Uzyskaną wówczas wytrzymałość $f_{cm, \square 10}$ należy mnożyć przez współczynnik zmniejszający 0,9 (czyli $f_{cm, \square 15} = 0,9 \times f_{cm, \square 10}$). Przyrządy do kontroli i badań wytrzymałościowych oraz sprawdzania wymiarów próbek powinny być przy wprowadzaniu do użycia lub po poważnej naprawie i nie rzadziej niż raz do roku wzorcowane bądź sprawdzane wzorcem wyższego rzędu (tabela D.1 [6]).

Podczas produkcji słupów z betonu wirowanego wskazane jest okresowe sprawdzenie wytrzymałości betonu na próbkach wirowanych i wibrowanych o średnicy zewnętrznej $\varnothing 150$ mm i długości 300 mm, w celu określenia współczynnika przeliczeniowego k , pozwalającego obliczyć wytrzymałość betonu wirowanego $f_{cm, w}$ na podstawie badań betonu wibrowanego f_{cm} ze wzoru $f_{cm, w} = k \times f_{cm}$. Przy każdej zmianie rodzaju kruszywa lub cementu, a także zmianie receptury mieszanki betonowej (np. stosując plastyfikatory w celu obniżenia wskaźnika w/c w mieszance betonowej) należy wykonać badania wytrzymałości na ściskanie betonu wibrowanego f_{cm} i wirowanego $f_{cm, w}$ oraz struktury betonu wirowanego, w celu określenia wartości współczynnika przeliczeniowego k i stwierdzenia poprawności przyjętego składu mieszanki betonowej oraz parametrów wirowania.

Podczas produkcji słupów z betonu wirowanego należy każdorazowo oceniać wizualnie prawidłowość zagęszczenia betonu (tabela D.3 [6]). Niezbędna jest również kontrola czasu wirowania oraz prędkości obrotowej formy. Wirówka do rozkładania betonu w formie, odpowiedzialna i zagęszczania z częściowym odwodnieniem powinna być poddawana przeglądowi technicznemu wg instrukcji producenta oraz własnych, wewnętrznych instrukcji sprawdzeń (tabela D.1 [6]).

Podczas produkcji wirowanych żelbetowych i strunobetonowych słupów elektroenergetycznych i oświetleniowych stosuje się przyspieszone dojrzewanie betonu parą niskoprężną w zamkniętych komorach naparzalniczych. Codziennie należy sprawdzać warunki ciepłno-wilgotnościowe w komorach pod względem zgodności z udokumentowanymi procedurami wytwórni. Przyrządy do pomiarów temperatury i wilgotności powinny być wzorcowane bądź sprawdzane wzorcem wyższego rzędu (tabela D.1 [6]) przy wprowadzaniu do użycia i po każdej naprawie oraz nie rzadziej niż raz w roku.

Kontrola gotowych słupów elektroenergetycznych i oświetleniowych opisana została odpowiednio w załączniku A normy [4] oraz załączniku B normy [5] i ujęta w tabeli 2. Częstotliwość badań wytrzymałości betonu na ściskanie, wskazana w tabeli 2 zgodnie z zaleceniami [4, 5], należy uznać za niewłaściwą przy produkcji strunobetonowych słupów z betonu wirowanego. Przy ocenie tzw. wytrzymałości potencjalnej (przy sprężaniu i rozformowaniu elementów), próbki betonu powinny być pobierane i badane codziennie. Częstotliwość pobierania i badania próbek w celu oceny 28-dniowej wytrzymałości betonu na ściskanie musi być zgodna z tabelą 13 normy [7] jak w przypadku produkcji ciągłej.

Badanie nasiąkliwości betonu wskazane w tabeli 2 może być realizowane na próbkach wycinanych z gotowego wyrobu lub na próbkach formowanych, wykonanych z tego samego betonu co słup i dojrzewających w podobnych warunkach. Ze względu na specyficzną, uwarstwowioną strukturę betonu wirowanego badanie nasiąkliwości betonu w słupach wirowanych musi być wykonywane na próbkach z betonu wirowanego. Najczęściej jednak w planie kontroli wymaganie to jest realizowane rzadziej niż podano w tabeli 2, ze względu na dobrą powtarzalność cech betonu wirowanego. Postępowanie takie jest poparte badaniami nasiąkliwości betonu realizowanymi podczas badań typu poszczególnych rodzin słupów (np. elektroenergetycznych typu E).

Tabela 2. Plan kontroli gotowych słupów z betonu opracowany na podstawie norm [4, 5]

Przedmiot	Metoda	Cel	Częstotliwość
Końcowa kontrola wyrobu	sprawdzenie wizualne, pomiary, otulenie betonem	zgodność z wymaganiami norm [4] p.4.3.1; 4.3.7 i [5] p.7.2; 7.3	każdy wyrób
Oznakowanie i etykietowanie wyrobu		zgodność z wymaganiami norm [4] p.7 i [5] p.10	
Składowanie wyrobu	sprawdzenie wizualne	zgodność z wymaganiami norm [4] p.8.2 i [5] p.11	codziennie
Dostawa wyrobu		prawidłowy wiek w chwili dostawy, załadunek i dokumenty załadunku	każdy wyrób
Wytrzymałość betonu na ściskanie	zgodnie z [6] p.5.1.1	zgodność z wymaganiami norm [4] p.4.2 i [5] p.7.1	1 badanie 3 próbek na tydzień produkcji
Nasiąkliwość betonu	zgodnie z [6] – zał. G	zgodność z wymaganiami normy [6] p.4.3.7 i [5] p.7.1	co piąty dzień produkcji dla każdego typu stwardniałego betonu

Wszystkie omówione plany kontroli podane w załącznikach D.1 ÷ D.3 normy [6] i plan kontroli gotowych wyrobów pokazany w tabeli 2 można uzupełniać lub przystosowywać w zależności od przeznaczenia wyrobu. Częstotliwość kontroli ujętych w zakładowej kontroli produkcji powinna być zgodna z podaną w normowych planach kontroli (kontrola normalna). W załączniku D.5 do normy [6] znajdują się wymagania stosowania kontroli ulgowej i zaostrzonej w stosunku do kontroli normalnej.

Gotowe słupy (żerdzie) z betonu powinny być oznakowane w sposób zgodny z wymaganiami określonymi w dokumentach odniesienia [4, 5] i przepisami prawa. Producent może oznakować słup elektroenergetyczny bądź oświetleniowy, jeżeli wdrożył i utrzymuje system zakładowej kontroli produkcji oraz dokonał oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych wyrobu wg odpowiedniego systemu oceny zgodności i wydał deklarację właściwości użytkowych. Do właściwie oznakowanego wyrobu należy dołączyć m.in. informację o certyfikacie zakładowej kontroli produkcji (system 2+) bądź o certyfikacie wyrobu (system 1) oraz jednocześnie certyfikującej.

Podsumowanie

System zakładowej kontroli produkcji wdrożony w danym zakładzie jest bardzo ważnym i niezbędnym elementem zapewnienia, że strunobetonowe słupy z betonu wirowanego wprowadzone na rynek są zgodne ze specyfikacjami technicznymi [4, 5] i nie mają wad ukrytych. Uzyskanie certyfikatu systemu zakładowej kontroli produkcji jest dodatkowym potwierdzeniem eliminacji błędów i usterek na poszczególnych etapach wytwarzania. Zakładowa kontrola produkcji powinna usprawnić wewnętrzną komunikację w przedsiębiorstwie przez precyzyjne określenie uprawnień, kompetencji oraz odpowiedzialności pracowników na poszczególnych stanowiskach wytwórczych.

W 2014 r. mija 10 lat od ustanowienia polskich przepisów bazujących na europejskich zasadach dopuszczenia wyrobów do stosowania w budownictwie. W czasie tego okresu większość firm, w tym produkujące słupy elektroenergetyczne i oświetleniowe z betonu wirowanego, dostosowała swoje procedury do wymagań prawnych rozporządzenia [1] i ustawy [2].

Literatura

[1] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z 9 marca 2011 r. ustalające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG.
 [2] Ustawa z 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2004 r. nr 92, poz. 881 z późniejszymi zmianami).
 [3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. z 2004 r. nr 198, poz. 2041).
 [4] PN-EN 12843:2008 Prefabrykaty z betonu. Maszty i słupy.
 [5] PN-EN 40-4:2008 Słupy oświetleniowe. Część 4: Wymagania dotyczące słupów oświetleniowych z betonu zbrojonego i sprężonego.
 [6] PN-EN 13369:2013-09 Wspólne wymagania dla prefabrykatów z betonu.
 [7] PN-EN 206-1:2003 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.