

Prefabrykаты betonowe

– gdy jakość idzie w parze z odpowiedzialnością

Niestanny postępowanie w budownictwie wymaga stosowania coraz szybszych, bardziej wydajnych i efektywnych metod wytwarzania oraz wznoszenia obiektów budowlanych. Presja ze strony inwestora zmusza niejednokrotnie wykonawcę do przyspieszania terminów związanych z zakończeniem inwestycji, co często powoduje odstępstwa od zasad przyjętych za zgodne ze sztuką budowlaną. Zwiększona staje się wówczas możliwość osłabienia parametrów konstrukcji, zarówno pod kątem wytrzymałościowym (przekroczenie SGN) jak i estetyczno-użytkowym (przekroczenie SGU). Wystąpieniu wad i uszkodzeń sprzyja również szereg zdarzeń niemożliwych do przewidzenia i wyeliminowania lub możliwych do usunięcia tylko w części. Rozważania takie prowadzą do określenia podstawowego kryterium oceny konstrukcji, tworzących ją podzespołów – elementów składowych oraz materiału, z jakiego zostały one wykonane, a mianowicie jakości rozumianej w formie zapewnienia bezpieczeństwa – tu niezawodności konstrukcji i dla spełnienia wymagań wizualnych.

Na jakość wytworzonych elementów, czy są to drobnowymiarowe elementy, czy całe obiekty budowlane, ma wpływ wiele czynników. Są one determinowane rodzajem prowadzonej produkcji, technologią, także miejscem, w którym wykonywane są procesy. W przypadku procesów przeprowadzanych bezpośrednio na budowie należy liczyć się z wieloma utrudnieniami, począwszy od niesprzyjających warunków atmosferycznych, poprzez sytuacje nieprzewidziane (przerwa w dostawie betonu lub innych materiałów, awaria sprzętu), aż do najczęściej występującego i mającego największy wpływ na jakość – czynnika ludzkiego (złe wykształcenie pracowników, niedbalstwo w wykonaniu). Nieco inaczej sytuacja przedstawia się w przypadku procesów technologicznych w zakładach prefabrykacji. Seryjność produkcji, a co za tym idzie duża powtarzalność elementów pozwala na usunięcie niedociągnięć, pracę nad ciągłym udoskonalaniem procesów związanych z technologią wytwarzania wyrobów budowlanych. Producent elementów prefabrykowanych, chcąc zdobyć uznanie klienta, musi zapewniać, że jego wyrób jest dobry jakościowo, a przede wszystkim zgodny z obowiązującą Deklaracją Wyrobów Budowlanych.

Jakość wyrobu budowlanego

Ogólnie przyjmując, jakość jest stopniem zaspokojenia potrzeb i oczekiwań, spełnieniem wyspecjalizowanych wymagań. Kiedy mówimy o jakości wyrobu budowlanego, to zgodnie z definicją Europejskiej Organizacji ds. Jakości (EOQ), jakość tę określamy – jak pokazuje rysunek [1] – jako kombinację jakości typu i jakości wykonania wraz z ich składowymi. Ponadto, analizując jednocześnie definicję jakości i wyrobu budowlanego, znajdujemy następujące zależności:

Widoczne różnice w kolorystyce powierzchni ścian elewacji hali



fol. Katarzyna Chęcińska

- jakość dotyczy cechy, a wyrób posiada tę cechę
- jakość gwarantuje trwałość, wyrób budowlany jest wytwarzany jako część odpowiedzialna za trwałość konstrukcji
- na wytworzenie wyrobu składa się szereg procesów, jakość natomiast poprzez system organizacji i zarządzanie kształtuje formę tych procesów.

Dla producenta wyrobów budowlanych, jakimi są betonowe elementy prefabrykowane, jakość wyrobu podporządkowana jest Zakładowej Kontroli Produkcji ZKP, która jako system obejmuje nadzór nad wszystkimi etapami procesu produkcyjnego, począwszy od zgromadzenia i sprawdzenia surowców, wytworzenia, składowania i transportu, na montażu na placu budowy gotowych elementów kończąc. Co ważne, ZKP nakłada na poszczególne działy zakładu prefabrykacji obowiązki związane z nadzorowaniem jakości, m.in. kontrolą przygotowania mieszanki betonowej, kontrolą poprawności wykonania zbrojenia, usytuowania tego zbrojenia, kontrolą kompletności wykonawczej i materiałowej, kontrolą ostateczną.

Czynniki wpływające na jakość betonowego elementu prefabrykowanego

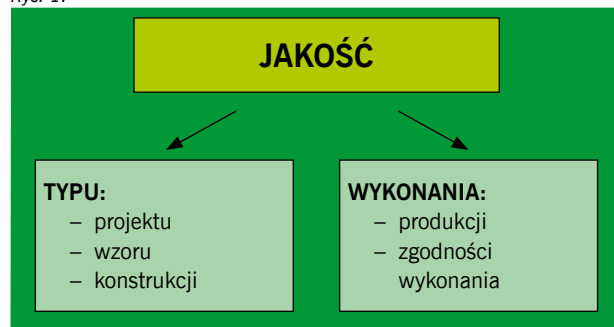
Element betonowy jest materiałem, na którego właściwości reologiczne, wytrzymałościowe i estetyczne, a więc też jakość, wpływa wiele czynników. Są nimi:

- rodzaj składników mieszanki betonowej i ich jakość
- receptura betonu i dozowanie składników w odpowiednich ilościach za pomocą systemu sterującego węzłem betoniar-skim w fabryce
- tworzenie odpowiednich warunków dla dojrzewania betonu w czasie
- technologia wytwarzania elementu we wszystkich etapach produkcji
- zastosowanie odpowiedniego sprzętu i maszyn
- sprawne działanie ZKP
- zgodne z ZKP podejście kadry pracowniczej
- przeprowadzanie kontroli i badań.

Jakość składników dostarczanych do wytwórni prefabrykacji zostaje deklarowana poprzez ich dostawców w formie atestów, deklaracji zgodności czy też certyfikatów. Każdy z nich – zgodnie z decyzją Komisji Europejskiej – powinien podlegać systemowi oceny zgodności wyrobów budowlanych. W aspekcie technologii wytwarzania betonu jakość składników zależy od:

- cementu (ilości – wskaźnika w/c, miąłkości, wczesnego przyrostu siły wiązania, klasy, koloru)
- kruszywa (rozmiaru i kształtu ziaren, wodożądności, zawartości miálu, wytrzymałości na ściskanie)
- domieszek (rodzaju, miąłkości, reaktywności)
- dodatków (skuteczności, tolerancji).

Rys. 1.



Posiadając sprawdzone, a więc i pełnowartościowe składniki, przejść można do receptury betonu i jej optymalizacji. Optymalizacja, biorąc pod uwagę aspekt technologiczny i ekonomiczny, jest zabiegiem dosyć istotnym dla producenta wyrobów betonowych, pozwala bowiem na efektywne określenie optymalnych parametrów mieszanki betonowej, a więc jej składu, urabialności, a przede wszystkim kosztów nałożonych na jej wytworzenie. Obliczono, w jednym z zagranicznych przedsiębiorstw, że wprowadzenie optymalizacji dla wilgotnej mieszanki betonowej jest w stanie dać oszczędności na produkcji betonu rzędu 25 tys. euro w skali roku. Posiadanie własnego nowoczesnego węża betoniarskiego z oprogramowaniem komputerowym stwarza możliwości określenia stałej receptury świeżego betonu dostarczanego na linii produkcyjnej, co niewątpliwie sprzyja optymalizacji mieszanki.

Będąc przy kwestii mieszanki betonowej, warto wspomnieć o zastosowaniu betonu samozagęszczalnego SCC. Beton SCC w dobie nowoczesnych technologii betonu, przy coraz to ostrzejszych wymaganiach stawianych powierzchni wyrobów betonowych – a więc jakości ich wykonania, staje się niezbędnym elementem procesu technologicznego. Oczywistym faktem jest zwiększenie kosztu poniesionego na beton SCC – głównie za sprawą kosztów bezpośrednich – zakupu składników (wg analizy ekonomicznej ok. 30 zł/m³ mieszanki betonowej). Nie powinno to jednak stanowić bariery, jeżeli otrzymanym efektem będzie jednolita, pozbawiona wad powierzchnia betonu, i to niezależnie od rodzaju przekroju formowanego elementu, a sam beton będzie spełniał wymagania dotyczące właściwości fizyko-mechanicznych.

Z drugiej strony praktyka podpowiada, że i temperatura otoczenia, wilgotność, podobnie jak nie zawsze utrzymana kompatybilność składników mogą, niezależnie od przyjętej optymalizacji i technologii wykonania, zmieniać parametry mieszanki betonowej czy stwardniałego betonu, co w konsekwencji prowadzi do obniżenia jakości (niekoniecznie wytrzymałości) wyrobu prefabrykowanego.

Kontrola jakości betonowego elementu prefabrykowanego

Kontrola jakości w prefabrykacji dotyczy przede wszystkim procesu formowania elementu. Zarazem podporządkowuje tę jakość zapewnieniu zgodności z:

- Ustawą Prawo budowlane z 7 lipca 1994 r.
- Ustawą o wyrobach budowlanych z 16 kwietnia 2004r.
- Ustawą z 12 grudnia 2003 r. o ogólnym bezpieczeństwie produktów
- Specyfikacją techniczną, tj. obowiązującymi normami lub aprobatami
- zasadami wynikającymi z praktyki i sztuki technicznej.

ZKP we współdziałaniu z normą ISO zakłada prowadzenie pomiarów i kontroli wykonania na poszczególnych etapach produkcji. Dla potrzeb kontroli wg wytycznych ZKP zakład prefabrykacji zastosować może dokument zwany KARTĄ KONTROLNĄ WYROBU, w której wyszczególniono najważniejsze etapy produkcji prefabrykatu, określając zarazem cechy poddawane kontroli, co pokazano na rys. 2. Karta kontrolna wyrobu stanowi ważne narzędzie, jeżeli chodzi o możliwość nadzorowania jakości i zgodności wytwarzanych elementów prefabrykowanych według przyjętych parametrów i wytycznych, niemniej jednak System Zarządzania Jakością zakłada stosowanie i innych metod planowania, organizacji, monitorowania i kontrolowania ogólnie pojętej produkcji. Zaliczyć do nich możemy analizę FMEA (skrót z ang. Failure Mode and Effect Analysis), analizę skutków wad. Polega ona na identyfikacji poszczególnych wad produktów lub/i procesu oraz eliminacji lub minimalizacji skutków. Dla analizy określa się natężenie wady, tj. znaczenie wady (Z), ryzyko występowania wady (R), wykrywalność wady (W) na podstawie kryteriów niezbędnych do wyznaczenia wady krytycznej. [4] Przy produkcji elementów prefabrykowanych mogą wystąpić wady dotyczące:

- dokumentacji (błędy w rysunkach)
- zbrojenia (niewłaściwe usytuowanie prętów, brak ich powiązania)
- układania betonu (zła konsystencja, stan formy)
- wyglądu gotowego wyrobu (niejednorodność powierzchni, kolorystyki, widoczne pęcherze uszkodzenia mechaniczne).

Stwierdzenie jakiegokolwiek wady przekraczającej graniczne zalecenia identyfikuje wyrób, jakim jest element prefabrykowany, jako niezgodny, niedopuszczony do stosowania, zgłoszony do dalszego sposobu postępowania (stosownie: naprawy, zwrotu, złomowania) i wykonania badania zgodności.

Inną formą organizowania pracy nad jakością w zakładzie produkcji prefabrykatów są tzw. KOŁA JAKOŚCI – jako forma pracy zespołowej, opartej na zwiększonej aktywności załogi rozwiązującej zaistniały problem związany z wytwarzaniem wyrobu. Innymi słowami są to spotkania pracowników przedsiębiorstwa, w tym koordynatorów kontroli jakości, w regularnych i krótkich odstępach czasu.

Kontroli nad jakością wytwarzanych elementów betonowych, a tak-

Rys. 2. Przykład karty kontrolnej wyrobu

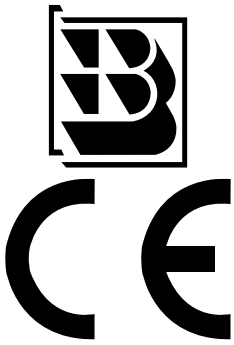
KARTA KONTROLNA WYROBU		
Data wykonania	Nazwa wyrobu	Budowa
Identyfikacja wyrobu:		
Wymiary	Waga	Klasa betonu
ZBROJENIE		
Kontrola zgodności zbrojenia z projektem technicznym – długość, średnice, ilość prętów, inne Powiązanie prętów, rozmieszczenie strzemion i wkładki Załadunek i transport zbrojenia		zgodnie/niezgodne uwagi podpis
FORMOWANIE PREFABRYKATU		
Kontrola składowania zbrojenia Przygotowanie formy – czystość powierzchni, smarowanie Rozmieszczenie marek i akcesorii Kontrola ułożenia zbrojenia w formie Betonowanie		zgodnie/niezgodne uwagi podpis
GOTOWY WYRÓB		
Kontrola zgodności wyrobu z projektem technicznym – wymiary, powierzchnia, oznakowanie, składowanie		zgodnie/niezgodne uwagi podpis
ZWOLNIENIE WYROBU DO WYSYŁKI		
Data	zgodnie/niezgodne uwagi podpis	



Wpływ procesów technologicznych na jakość powierzchni elementu prefabrykowanego: powierzchnia poprawnie wykonana



Wpływ procesów technologicznych na jakość powierzchni elementu prefabrykowanego: powierzchnia wadliwie wykonana



Rys. 3 Oznakowanie wyrobu budowlanego: znakiem budowlanym B i znakiem CE

że kontroli zgodności funkcjonowania ZKP służą przeprowadzane w zakładzie AUDYTY WEWNĘTRZNE. Są to regularnie przeprowadzane kontrole zgodne z ustaleniami i wymaganiami norm [1] [2] [3] i Zakładowym Systemem Kontroli Produkcji. Audyty wewnętrzne mają na celu, ogólnie ujmując, sprawdzenie zgodności, efektywności działania ZKP w każdej komórce przedsiębiorstwa i sporządzenie raportu audytu, będącego jego podsumowaniem.

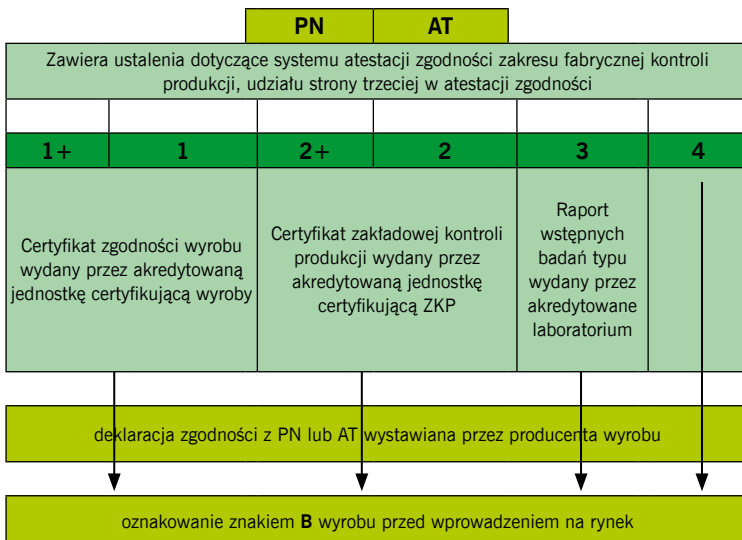
Oznakowanie elementu prefabrykowanego

Producent betonowych elementów prefabrykowanych wprowadzając wyrób na rynek – do zastosowania w konstrukcji – deklaruje jego wartość, zgodność i przydatność z dokumentem, jakim jest deklaracja zgodności, jak również oznaczeniem go oznakowaniem CE lub znakiem budowlanym, jak na rysunku 3. Gwarantuje tym samym wysoką jakość swojego wyrobu. Ustawa o wyrobach budowlanych we współdziałaniu z ustawą Prawo budowlane, wdrażając Dyrektywę o wyrobach budowlanych nr 89/106/EWG, określając wytyczne m.in. w sprawie kontroli wyrobów budowlanych wprowadzanych do obrotu, w sprawie systemów oceny zgodności oraz

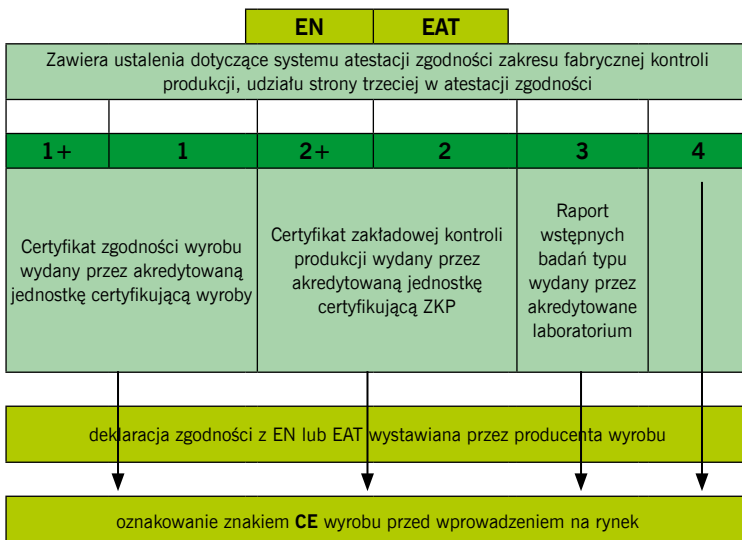
sposobu oznaczania wyrobów budowlanych oznakowaniem CE, deklarowania zgodności i znakowania znakiem budowlanym B. Zasadniczą różnicą pomiędzy systemem krajowym – upoważniającym do oznakowania znakiem B, a europejskim – dla zastosowania znaku CE, jest fakt, że wyroby budowlane oznakowane znakiem budowlanym mogą być legalnie wprowadzane do obrotu wyłącznie na terenie Polski, podczas gdy wyroby budowlane z oznakowaniem CE mogą być legalnie wprowadzone do obrotu zarówno na terenie naszego kraju, jak i na terenie wszystkich krajów członkowskich Unii Europejskiej. Prefabrykowane elementy betonowe typu stopy (stopostopy), belki, ściany, doki, stropy – elementy konstrukcji wielkopowierzchniowych hal logistyczno-handlowych podlegają normie [3], która nie posiada szczegółowych ustaleń technicznych (z wyjątkiem normy PN-EN 1168:2007 *Prefabrykaty z betonu. Płyty kanałowe*). Warto zaznaczyć, że dla elementów betonowych wykonanych z betonu klasy mniejszej niż C50/60 dla betonu zwykłego certyfikacja do oznakowania CE nie jest wymagana. W związku z powyższym producent tego typu prefabrykatów identyfikuje wyrób zgodnie z ustaleniami Ustawy o wyrobach budowlanych według załącznika 1., tj. znakiem budowlanym B. Znak ten umieszczany jest na etykiecie w widocznym miejscu w chwili zwolnienia elementu. Taka etykieta powinna zawierać:

- określenie, siedzibę i adres producenta oraz adres zakładu produkującego wyrób budowlany
- identyfikację wyrobu budowlanego zawierającego: nazwę, nazwę handlową, typ, odmianę, gatunek i klasę betonu
 - numer i rok publikacji Polskiej normy wyrobu, z którą potwierdzono zgodność wyrobu budowlanego
 - numer i datę wystawienia krajowej deklaracji zgodności
 - nazwę jednostki certyfikującej
 - miejsce dostarczenia elementu.

Rys. 4. Schemat wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych oznakowanych znakiem budowlanym (system krajowy) [5]



Rys. 5. Schemat wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych oznakowaniem CE (system europejski) [5]



Podsumowanie

Podporządkowanie systemu procesów wytwarzania wyrobów budowlanych jakości to nie tylko spełnienie wymagań stawianych przez klienta, ale przede wszystkim gwarancja zgodności z obowiązującymi normami i przepisami prawnymi. Główny Urząd Nadzoru Budowlanego na konferencji w Krakowie dnia 8 kwietnia 2008 r. „Rzetelni przedsiębiorcy na rynku wyrobów budowlanych” przedstawił dane dotyczące kontroli wyrobów, gdzie do roku 2007 ze sprawdzonych wyrobów wprowadzonych do użycia w budownictwie 38% nie spełniało wymagań. Apeluje on zarazem, by zapewnić gwarancję jakości i odpowiedzialności na zasadzie kształtowania wiedzy technicznej i konsumenckiej, jak również kontroli – nie producenta, a przede wszystkim wyrobu.

Katarzyna Chęcińska

Literatura:

- 1 PN-EN ISO 9001:2001 System Zarządzania Jakością. Wymagania
- 2 PN-EN 206-1:2003 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- 3 PN-EN 13369:2004 Wspólne wymagania dla prefabrykatów betonowych
- 4 A. Chęcińska, Rola i znaczenie systemu zarządzania jakością na przykładzie Wytwórni Konstrukcji Betonowych SA, Politechnika Śląska 2007
- 5 A. Borowy, Wprowadzenie do obrotu wyrobów budowlanych, „Inżynier Budownictwa”, nr 3/2006
- 6 A. Wiśniewski, G. Łój, Europejski system oceny wyrobów budowlanych, „Budownictwo, Technologie, Architektura”, numer specjalny 2005