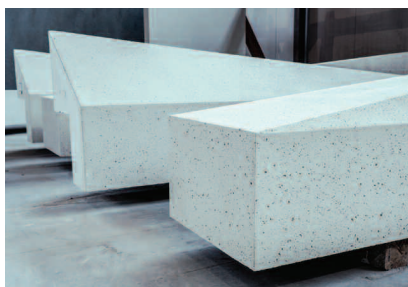


mgr inż. Dawid Nitecki¹⁾
 dr inż. Mateusz Surma¹⁾
 mgr Ligia Szulc¹⁾

Zastosowanie betonów architektonicznych we współczesnej prefabrykacji

Dzięki rozwojowi procesów automatyzacji w budownictwie, betony architektoniczne mogą być wykorzystywane seryjnie w wielkowymiarowych elementach konstrukcyjnych. Ściany warstwowe, okładziny elewacyjne, balkony, konstrukcje szkieletowe (belki i słupy) i inne elementy z barwionego betonu, fakturowane w specjalnie zaprojektowanych matrycach i szalunkach, z możliwością wyeksponowania kruszywa (także różnokolorowego) w procesie płukania, czy z powierzchniami gładkimi o zamkniętej strukturze lub z efektem fotobetonu, to produkty coraz bardziej poszukiwane na rynku.



Od prefabrykatów z betonu architektonicznego wymaga się szczególnie braku uszkodzeń oraz zapewnienia stosunkowo jednolitej i powtarzalnej barwy na całej powierzchni (a często także w objętości) i precyzji wzorów, aby nie wymagały one dodatkowej naprawy i nanoszenia powłok malarskich. **Uzyskanie żądanych efektów możliwe jest jedynie w przypadku zastosowania nowoczesnych procesów produkcyjnych, z wykorzystaniem zautomatyzowanych form stalowych (np. stołów uchylnych), zapewniających odpowiednią jakość elementów o skomplikowanych kształtach, wzorach i fakturach.** Produkcję tego typu prefabryka-



tów umożliwia optymalny dobór receptury mieszanki betonowej, odpowiednie zhomogenizowanie składników betonu z pigmentem, proces wewnętrzny transportu, układania oraz pielęgnacji betonu wraz z jego wymaganą obróbką.

Betonom wykorzystywanym w prefabrykacji stawia się bardzo duże wymagania [4], do których należą przede wszystkim: trwałość zależna od klasy ekspozycji; duża wytrzymałość wczesna w celu szybkiego rozformowania i transportu prefabrykatu z przestrzeni produkcyjnej oraz odpowiednia konsystencja mieszanki, gwarantująca uniknięcie zjawiska segregacji kruszywa i umożliwiająca szybki proces aplikacji w formy o złożonym kształcie. Bardzo ważne jest także zapewnienie odpowiedniego zagęszczenia, dlatego też chętnie stosowana jest technologia betonów samozagęszczalnych o wskaźniku $w/c = 0,4 - 0,5$, uzyskiwanym w przypadku cementu wysokiej klasy i z odpowiednim superplastyfikatorem.

Elementy z betonu architektonicznego, w zależności od funkcji nośnej i użytkowej, są w odpowiedni sposób zbrojone. Zazwyczaj zbrojenie elementów typowo obciążonych (np. słupy, balkony, konstrukcyjne warstwy ścian) wykonana-

ne jest z prętów i siatek ze stali konstrukcyjnej. Coraz częściej jednak wykorzystywane jest zbrojenie niemetaliczne, co ma uzasadnienie szczególnie w przypadku cienkościennych elementów fasadowych grubości 20 – 30 mm, w których zastosowanie niepodatnego na korozję kompozytu na bazie włókien szklanych lub węglowych (w postaci siatek tekstylnych lub zbrojenia rozproszonego) pozwala na ograniczenie efektów skurczu betonu, pocienienie otuliny betonowej i zapewnienie dużej trwałości prefabrykatu.

Uzyskanie bogatego asortymentu betonów architektonicznych wymaga opracowania odpowiedniego produkcyjnego know-how, ponieważ efekt wizualny jest bardzo podatny na zmiany technologiczne, np. uzyskanie idealnie gładkiej powierzchni betonu wymaga zastosowania większej niż zazwyczaj ilości cementu ($>360 \text{ kg/m}^3$) oraz kruszywa drobnoziarnistego [2]. Precyzyjny dobór składników mieszanki betonowej ma kluczowy wpływ na otrzymanie i zachowanie odpowiedniej barwy betonu architektonicznego. O odcieniu danego koloru decyduje w dużej mierze rodzaj zastosowanego cementu – szarego lub białego. Wykorzystanie odpowiednich dodatków mineralnych, np. popiołów lotnych, może w istotny sposób wpływać na docelowy wygląd betonu. Uzyskanie trwałej w czasie barwy i odpowiedniego jej odcienia (czarnej, brązowej, czerwonej i żółtej) w całej objętości betonu (w odróżnieniu od powłok malarskich na powierzchni stwardniałego betonu) uzyskuje się dzięki pigmentom mineralnym lub z tlenków nieorganicznych (np. żelaza), przy odpowiednim stężeniu 3 – 5% w stosunku do masy cementu. O efekcie kolorystycznym powierzchni prefabrykatu może decydować także kruszywo w przypadku, jeśli jest odsłonięte lub pokryte cienką warstwą zaczynu cementowego.

¹⁾ Pekabex S.A.

^{*}) Adres do korespondencji: marketing@pekabex.pl

Ciekawym zagadnieniem w dziedzinie betonów architektonicznych jest wpływ sposobu i ilości aplikowanego barwnika na charakterystykę materiałową betonu. Badania Lelusz i Organek [3], wykonane na Politechnice Białostockiej wykazały, że zastosowanie proszkowych barwników nieorganicznych nie wpływa na wytrzymałość betonu na ściskanie, gęstość objętościową ani nasiąkliwość, natomiast kolejność mieszania składników zaprawy oraz zmiana współczynnika w/c powodowały zmianę wytrzymałości na ściskanie badanych betonów (różnica 8 MPa), a stosowanie pigmentów w proszku zwiększa wodozadržność, co należy uwzględnić na etapie projektu mieszanki.

O szczegółach realizacji projektów z zastosowaniem betonu architektonicznego mówi Dawid Nitecki, Dyrektor Działu Realizacji Pekabex S.A.

Jak definiuje Pan beton architektoniczny?

Ze względu na brak norm prawnych w Polsce, poza wytycznymi branżowymi, obecnie najczęściej występująca definicja betonu architektonicznego jest taka, czy produkt będzie się podobał klientowi i architektowi. Prowadzi to niejednokrotnie do dyskusji, a nawet sporów w związku z oczekiwaniami nabywcy, które nie zostały spisane w dokumentacji kontraktu, dotyczącymi np. jednolitej szarości betonu bez porów, czy efektu niejednorodności barwy, która charakteryzuje beton.

Brak norm, konkretnych podstaw prawnych, które służyłyby za pewną wytyczną do odbioru elementów z betonu architektonicznego i oceny zgodności wyrobu budowlanego z założeniami projektowymi, doprowadza nas do sytuacji, w której producent betonu, bazując na swoim doświadczeniu powinien przedstawić klientowi możliwą do zastosowania technologię, która pomoże w uzyskaniu żadanego przez klienta efektu. Tym samym należy przed dostarczeniem gotowego wyrobu sprecyzować wzajemne możliwości i oczekiwania, aby uniknąć nieporozumień i sytu-

acji spornych, związanych ze wskazaniem strony odpowiedzialnej za efekt uzyskany na końcowym produkcie.

Czy sytuacja wygląda podobnie w całej Europie?

Patrząc najbliżej – nasi niemieccy koledzy mają normy, które w dużej mierze, choć nie w pełni, określają parametry stawiane betonom architektonicznym, dzieląc je na odpowiednie klasy, tzw. SB – Sichtbetonklassen 1-4 [1], gdzie każda kolejna podwyższa poprzeczkę stawianą gotowemu produktowi.

Pekabex wykonuje obecnie obiekty, które podlegają ocenie zgodności z klasą betonu architektonicznego SB4, czyli betonu o szczególnym znaczeniu estetycznym. W takich przypadkach obowiązuje klasa tekstury T3 – gładkiej, o zwartej zamkniętej strukturze powierzchni, o wysokim stopniu jednorodności zarówno powierzchni, jak i koloru. Klasa porowatości P4 oznacza, że suma powierzchni porów nie może przekroczyć 750 mm² na powierzchni referencyjnej 0,5 x 0,5 m. Niedozwolone są zanieczyszczenia i naprawy powierzchni, niedopuszczalne jest stosowanie różnych technik obróbki referencyjnej powierzchni elementów o ustalonych wymaganiach i zmian surowców do produkcji betonu. Klasa szalunku SHK3 (Schalhautklassen) oznacza w przypadku betonów SB4 duże prawdopodobieństwo jego jednorazowego użycia albo bardzo małą krotność użycia, co oznacza częstą wymianę szalunku w celu zachowania bardzo dobrej jakości powierzchni.

Mamy zastrzone reżimy produkcyjne, a co z konstrukcją podczas transportu i montażu?

Poza wyjątkowym reżimem technologicznym pod kątem zapewnienia odpowiedniej jakości na etapie produkcji elementu, nie mniejszą, a często wręcz większą ostrożność należy zachować na etapie jego transportu na miejsce wbudowania oraz podczas samego montażu, gdzie prawdopodobieństwo uszko-

dzenia jest bardzo duże, a środki zabezpieczające, które muszą być przedsięwzięte, są objęte ścisłymi procedurami i metodami działania, określanymi w planach zapewnienia jakości (*method statements*). Powinny one obejmować wszystkie fazy – od produkcji po montaż.

Na pierwszym miejscu znajduje się opracowanie schematów transportu przez zaprojektowanie i sprecyzowanie odpowiednich punktów i metod podparcia elementów oraz ich zabezpieczenie przed narażeniem na błoto pośniegowe czy inne zabrudzenia. Można to osiągnąć dzięki zapewnieniu odpowiedniego rodzaju środków transportu, które zabezpieczą element przed czynnikami atmosferycznymi.

Na etapie montażu istotna jest wrażliwość monterów i ich wycucie związane ze szczególnym charakterem elementu. Nie można o nim myśleć jak o standardowym elemencie betonowym. Musi być traktowany z ostrożnością i świadomością, że nawet drobne uszkodzenie może zdyskwalifikować element przed wmontowaniem. Ekipy monterskie powinny być dokładnie przeszkolone, a liczba monterów musi być większa niż podczas montażu zwykłych elementów. Podczas montażu elementów musimy także pamiętać o zachowaniu wymagań BHP. Ponadto praca z tak wyjątkowym produktem wymusza poszukiwanie wielu dodatkowych rozwiązań, jak choćby montaż przy użyciu zaprojektowanych przez nas belek trawersowych, umożliwiających instalację elementów fasadowych bez pozostawiania widocznych śladów, takich jak w przypadku haków transportowo-montażowych stosowanych przy standardowych elementach betonowych.

Fotografie: archiwum Pekabex S.A.

Literatura

- [1] Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E. V., Sichtbeton Exposed Concrete, 2015.
- [2] Kuniczuk Krzysztof. 2008. *Beton architektoniczny – uwagi praktyczne*. Konferencja Dni Betonu, SPC.
- [3] Lelusz Małgorzata, Natasza Organek. 2018. „Beton architektoniczny we współczesnej prefabrykacji betonowej”. *Przegląd Budowlany* (1): 41 – 47.
- [4] PN-EN 206-1 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.

Partner działu:

Stowarzyszenie Producentów Betonów

www.s-p-b.pl



ROK ZAŁOŻENIA 1994