

dr inż. Wioletta Jackiewicz-Rek\*  
dr inż. Piotr Wojciechowski\*

# Wady betonu architektonicznego w konstrukcji

**B**eton architektoniczny, nazywany też licowym, fasadowym, elewacyjnym, czy strukturalnym, to widoczna powierzchnia betonowa, która nie podlega wykończeniu powłokami kryjącymi. Poszycie deskowania, projekt mieszanki betonowej, sposób układania i zagęszczania oraz rodzaj pielęgnacji i obróbki umożliwiają dowolne kształtowanie powierzchni i faktury betonu [9]. W ostatnim czasie powstało wiele rozwiązań technologicznych mających na celu poprawę jakości powierzchni betonu architektonicznego.

W Polsce nie ma dokumentu odniesienia dotyczącego wykonywania betonu architektonicznego (norma PN-EN 206-1 [10] i wykonawcza PN-EN 13670-1 [11] nie zawierają zapisów dotyczących betonu architektonicznego; Instrukcja ITB 431/2008 z cyklu WTWiORB – także nie uwzględnia tego zagadnienia). W przypadku realizacji z betonu architektonicznego wykorzystywane są inne dostępne źródła wiedzy [1 ÷ 7], ułatwiające sprecyzowanie ogólnych wymagań, wykonanie, ocenę i odbiór konstrukcji oraz elementów z betonu architektonicznego. W specyfikacjach uwzględnia się najczęściej ustalenia i wymagania dotyczące jakości powierzchni betonu zawarte w niemieckich wytycznych, które dzielą betony licowe na cztery klasy pod względem jakości wykonywanej powierzchni [6, 8]. Pomocne mogą być również wytyczne wydane przez Stowarzyszenie Producentów Cementu w Polsce [1].

## Element próbny na budowie

Niezbędnym elementem realizacji konstrukcji z betonu architektonicznego jest przygotowanie wzorcowych elementów próbnych. Służy to zarówno poznaniu zdolności realizacyjnych i możliwości uzyskania specyfikowanych cech betonu architektonicznego w elementach, jak również jest mierzalnym narzędziem na etapie odbioru konstrukcji z betonu architektonicznego.

Najczęściej na etapie przygotowania inwestycji, wykonawca robót zostaje zob-

owiązany (odpowiednimi zapisami w specyfikacji) do wykonania powierzchni wzorcowych zgodnych ze specyfikacją betonu architektonicznego w celu akceptacji jego jakości. Powierzchnie wzorcowe powinny mieć rozmiary projektowanego elementu budowlanego (fragmenty konstrukcji w skali 1 : 1) i być wykonywane w warunkach zbliżonych do warunków panujących na placu budowy. Często elementy próbne („mock up”) są wykonywane kilkakrotnie, aż do uzyskania żądanej, akceptowalnej jakości powierzchni betonu. Proces przygotowania elementów w skali technicznej i uzyskanie zamierzonego efektu, często metodami prób i błędów, jest bardzo pracochłonny i czasochłonny (projekt mieszanki betonowej, wybór deskowania, środka antyadhezyjnego, pielęgnacji, czas rozdeskowania itp.), trwający często nawet kilka miesięcy, a więc wszystkie próby powinny być rozpoczęte w odpowiednim momencie inwestycji. Dopiero po ostatecznej akceptacji wymaganych cech powierzchni betonu architektonicznego (zgodnych ze specyfikacją, dotyczących np. koloru, gładkości powierzchni, połysku, jakości połączeń, otworów po ściągach itp.) przez wszystkich zainteresowanych (zamawiający, architekt, projektant), udokumentowanej w odpowiednich pro-

tokołach, można przystąpić do realizacji konstrukcji. Elementy próbne po akceptacji, odpowiednio zabezpieczone przed zniszczeniem, powinny pozostać na placu budowy jako elementy porównawcze służące do oceny wykonanego betonu architektonicznego.

## Przykłady wad powierzchni i ich przyczyny

**Czynniki mające bezpośredni wpływ na wygląd powierzchni betonu licowego** można podzielić na: **materiałowe** (składniki betonu, skład ilościowy mieszanki betonowej, konsystencja mieszanki, cechy betonu); **projektowo-konstrukcyjne** (wielkość i kształt elementów, rozmieszczenie zbrojenia, grubość otuliny zbrojenia) oraz **technologiczne** (rodzaj i konstrukcja deskowania, przerwy optyczne na powierzchni – wymiary, środki antyadhezyjne, przebieg układania i zagęszczania mieszanki betonowej, pielęgnacja świeżego betonu po rozformowaniu).













Tylko świadoma kontrola wszystkich działań i związanych z nimi czynników umożliwi realizację zgodną z projektem i uniknięcie najczęściej występujących wad powierzchni betonu architektonicznego (tabela 1 i 2).

Tabela 1. Przykłady wad naprawialnych powierzchni betonu architektonicznego

Kategorie wad	Rodzaj wady powierzchni	Obraz wady	Możliwe przyczyny
Faktura/ Tekstura	Różny stopień gładkości powierzchni		nieprawidłowo przygotowane deskowanie; tuste chmurki – nadmiar środka antyadhezyjnego lub niewłaściwy środek, inne zabrudzenia deskowania, np. zaschniętym zaczynem;
	Plamy		zastosowanie deskowania zabrudzonego mleczkiem cementowym;
	Wykwity		powstawanie wykwitów na powierzchniach barwionych (białe, proszkowe lub białe w postaci nacieków) wynikające z procesów chemicznych i fizycznych zachodzących w trakcie dojrzewania betonu i w zetknięciu z naturalnymi czynnikami chemicznymi i fizycznymi. Wykwity występują zwłaszcza na betonie barwionym;
	Objawy wyciekania zaczynu, gniazda zwirowe		brak szczelności połączeń elementów deskowania (styki płyt); brak odpowiednich uszczelek; nieprawidłowe przygotowanie deskowania, wyciekanie, spływanie zaczynu z kruszywa zwłaszcza w przypadku nieszczelności deskowania (krawędzie dolne, złącza płyt poszycia, mocowania ściągów);
	Wadliwe otwory po ściągach		nieprawidłowe przygotowanie deskowania (wyciekanie, spływanie zaczynu przez nieszczelności mocowania ściągów);

\* Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej

**Tabela 2. Wady nienaprawialne powierzchni betonu architektonicznego**

Kategorie wad	Rodzaj wady powierzchni	Obraz wady	Możliwe przyczyny
Pory powierzchniowe	Pory powierzchniowe		zbyt szybkie tempo betonowania, nieprawidłowe wibrowanie, zbyt duża grubość warstwy jednocześnie zagęszczanej, nieodpowiednio zastosowany środek antyadhezyjny
Równomierność zabarwienia	Niejednorodność barwy		różnice koloru betonu wynikające z krotności użycia płyty deskowaniowej;
			efekt zastosowania mieszanki betonowej o różnym składzie (kolor cementu, ale także lokalnie różny stosunek w/c – im niższe w/c, tym ciemniejszy kolor);
	Rdzawe plamy		niedokładne oczyszczenie deskowania (z resztek drutu, gwoździ itp.) przed betonowaniem;
	Cienie od prętów zbrojenia		zbyt mała grubość otuliny zbrojenia
	Zacieki tzw. firanki		zacieki (tzw. firanki) charakterystyczne dla betonowania sekcjami poziomymi; pojawiają się w przypadku długiej przerwy pomiędzy betonowaniem kolejnych sekcji – zaczyn z sekcji wyższej może spływać wewnątrz deskowania, zaciekając na sekcję niższą, gdyż pomiędzy deskowaniem a betonem tworzy się mikroszczelina spowodowana skurczem
	Zacieki „fale”		spływanie mleczka cementowego po powierzchni wewnętrznej deskowania w czasie zagęszczania, a szczególnie samozagęszczania SCC; zwykle przyczyną jest zbyt mała spoiwość mieszanki, zbyt rzadka konsystencja, źle dobrane składniki spoiwa, zła współpraca spoiwa z domieszką;
	Widoczne krawędzie		nieprawidłowo przygotowane deskowanie; nieszczelności połączeń płyt deskowaniowych;
Inne	Zabrudzenia i wtórne uszkodzenia mechaniczne		brak zabezpieczenia powierzchni ścian podczas prowadzenia dalszych robót;
	Naprawy		naprawy powierzchniowe będą zawsze widoczne na powierzchni, tym bardziej, im gorzej zostanie dobrana zaprawa naprawcza
	Rysy		wielospektowe, zgodnie z teorią rys;
	Niezgodność układu złączy płyt deskowania z projektem		błędy w projekcie i wykonaniu deskowania

Rezultaty błędów wykonawczych, jakie występują na powierzchni betonu architektonicznego, są podobne do spotykanych w betonach konstrukcyjnych. Ze względu

na zagrożenie konstrukcji awarią budowlaną problemy związane z betonem architektonicznym można podzielić na konstrukcyjne i niekonstrukcyjne. **Błędy konstrukcyjne** to takie, które mogą wpływać na nośność konstrukcji, a **niekonstrukcyjne** obejmują problemy z uzyskaniem odpowiedniej jakości powierzchni. Wady betonu architektonicznego mogą być naprawialne, a więc takie, które można częściowo usunąć dzięki zastosowaniu prawidłowo dobranych materiałów do powierzchniowych napraw niekonstrukcyjnych, ale jednak trzeba pamiętać, że na powierzchni betonu architektonicznego całkowite usunięcie wady jest praktycznie niemożliwe. W wielu przypadkach lepiej jest pozostawić naturalny efekt z wadami i takie podejście legło u podstaw wyróżnienia grupy wad **nienaprawialnych**.

**Literatura**

[1] Kuniczuk K., Beton architektoniczny. Wytyczne techniczne, Polski Cement, 2011.

[2] Kijowski G., O betonie architektonicznym słów kilka..., Budownictwo Technologie Architektura, październik – grudzień 2006.

[3] ACI 303R-04 Guide to Cast in Place Architectural Concrete Practice.

[4] ACI 303.1-97 Standard Specification for Cast-In-Place Architectural Concrete.

[5] ACI 533.1R-02 Design Responsibility for Architectural Precast-Concrete Projects.

[6] Merkblatt Sichtbeton. Planung, Ausschreibung, Vertragsgestaltung, Ausführung und Abnahme, BDZ/DBV 2004.

[7] Fair-face concrete. Reference Booklet. PE-RI 2002.

[8] Jackiewicz-Rek W., Konopska M., Rola specyfikacji betonu do obiektów mostowych, Budownictwo Technologie Architektura, 55/2011.

[9] Mroczek M., Opracowanie technologii wykonywania prefabrykowanych paneli osłonowych z zastosowaniem fotobetonu, praca magisterska, 2013.

[10] PN-EN 206-1:2003, Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność;

[11] PN-EN 13670:2011 Wykonywanie konstrukcji z betonu.

## Pierwsza Konferencja *Projektowanie Przyszłości* BIM w teorii i praktyce

10 – 11 kwietnia 2014 r. odbędzie się w Hotelu Narvil Conference & Spa w Serocku Pierwsza Konferencja *Projektowanie Przyszłości* zorganizowana przez firmę Konfoteka Sp. z o.o. pod patronatem Izby Projektowania Budowlanego oraz Krajowej Izby Gospodarczej i BIM Klaster.

Tematyka spotkania obejmuje projektowanie w technologii BIM (Building Information Modeling). Prelegentami będą uznani eksperci z rynku polskiego i rozwiniętych krajów europejskich (Finlandia, Anglia, Dania), wśród nich m.in. przedstawiciele następujących instytucji: Ramboll MEA Denmark, Building Smart Alliance Finland, Arup Polska, MottMcDonald, SKANSKA SA, PROCHEM SA oraz European Federation of Engineering Con-

sultancy Associations. Konferencja będzie połączona z targami, podczas których wystawcy zaprezentują swoje produkty. Zaplanowana została jako wydarzenie, którego uczestnicy mają przede wszystkim czerpać wiedzę techniczną i dzielić się doświadczeniami z projektowania w technologii BIM. Organizatorzy zwracają uwagę na postanowienia Parlamentu Europejskiego, zgodnie z którymi w ciągu najbliższych 24 miesięcy Polska zobowiązana jest wprowadzić regulacje dotyczące warunków koniecznych do spełnienia przez firmy ubiegające się o zlecenia w trybie zamówień publicznych, zgodnie z którymi firmy te będą zobowiązane do stosowania technologii BIM w procesie inwestycyjnym.

Więcej informacji o konferencji: [www.projektowanieprzyszlosci.pl](http://www.projektowanieprzyszlosci.pl)