

mgr inż., Krzysztof Kuniczuk

Beton architektoniczny – wytyczne techniczne

Architectural Concrete - Technical Guidelines

Artykuł opublikowany:

- w materiałach konferencyjnych *Dni Betonu, Wisła 2012*;

- *Beton, Technologia, Architektura*, 1(57), Kraków 2013.

Streszczenie

Każdy obserwator odbiera beton inaczej, każdy definiuje go według własnej wrażliwości. Czy takie podejście do tego materiału budowlanego jest wystarczające dla inżyniera? Na pewno nie, ale czy po takim stwierdzeniu fakt, że w Polsce nie istnieją normy czy też wytyczne odnośnie wykonywania i oceny betonu architektonicznego nie świadczy o czymś zupełnie innym? W kraju, w którym z powodzeniem wykonywane są obiekty z zastosowaniem betonu architektonicznego, nadal nie istnieją odpowiednie przepisy, wytyczne, które ułatwiłyby ten i tak skomplikowany proces.

O wiele łatwiej zarówno architektom, jak i wykonawcom byłoby rozmawiać o materiale, który dla jednych wpływa na estetyczny odbiór obiektu, a dla drugich jest solidną podstawą stateczności konstrukcji, gdyby istniały ścisłe wytyczne określające jak np. wiele porów i o jakiej średnicy może występować na powierzchni betonu, jakie są dopuszczalne różnice w kolorystyce i czy istnieje konieczność wykonania elementu wzorcowego?

Celem artykułu jest przybliżenie informacji zawartych w publikacji *Beton architektoniczny. Wytyczne techniczne* opublikowanej przez oficynę Polski Cement Stowarzyszenia Producentów Cementu w grudniu 2011 roku a zawierającej informacje odnośnie:

- kategorii betonu architektonicznego,
- sposobów uzyskiwania betonu architektonicznego,
- projektowania mieszanki,
- barwienia betonu,
- układania i zagęszczania,
- pielęgnacji,
- zabezpieczania powierzchni,
- wskazówki dotyczące napraw, zapewnienia jakości i oceny,
- najczęstsze wady betonu architektonicznego,
- zasady użycia środków antyadhezyjnych,
- wpływa warunków atmosferycznych,
- informacje odnośnie samozagęszczalnego betonu architektonicznego
- wzór specyfikacji.

Abstract

Every observer understands concrete differently, everyone defines it according to one's own sensitivity. Is such an approach towards this construction material adequate for an engineer? Surely not, but with all this having been stated doesn't the fact that in Poland there are neither standards nor guidelines for making and assessing architectural concrete mean something entirely different? In a

country where facilities are successfully built with the use of architectural concrete, there are still no proper regulations, guidelines that would facilitate this highly complicated process.

It would be a lot easier for both the designers and the contractors to talk about a material that to some influences the esthetical reception of a facility and to others provides a solid base of structural stability if there existed strict guidelines defining, e.g. the adequate number and diameter of pores that may exist on the surface of concrete or the permissible differences in color patterns and whether or not it is necessary to make a model element?

The article is aimed at providing the information included in the study entitled "*Architectural Concrete - Technical Guidelines*" published by Polski Cement, a publishing house of the Polish Cement Association in December of 2011. It contains the following information:

- Classes of architectural concrete;
- Methods of obtaining architectural concrete;
- Mix design;
- Concrete dyeing,
- Application and compaction;
- Curing;
- Surface protection;
- Repair, quality assurance and price guidelines;
- Most frequent faults;
- Antiadhesive agent application principles;
- Impact of weather conditions;
- Information about the self-compacting architectural concrete;
- Specifications template.

Wprowadzenie

Każdy obserwator odbiera beton inaczej, każdy definiuje go według własnej wrażliwości. Czy takie podejście do tego materiału budowlanego jest wystarczające dla inżynieria? Na pewno nie, ale czy po takim stwierdzeniu fakt, że w Polsce nie istnieją normy czy też wytyczne odnośnie wykonywania i oceny betonu architektonicznego nie świadczy o czymś zupełnie innym? W kraju, w którym z powodzeniem wykonywane są obiekty z zastosowaniem betonu architektonicznego, nadal nie istnieją odpowiednie przepisy, wytyczne, które ułatwiłyby ten i tak skomplikowany proces.

O wiele łatwiej zarówno architektom, jak i wykonawcom byłoby rozmawiać o materiale, który dla jednych wpływa na estetyczny odbiór obiektu, a dla drugich jest solidną podstawą stateczności konstrukcji, gdyby istniały ściśle wytyczne określające jak np. wiele porów i o jakiej średnicy może występować na powierzchni betonu, jakie są dopuszczalne różnice w kolorystyce i czy istnieje konieczność wykonania elementu wzorcowego? Dużo prostsza byłoby wycena kosztów wykonywania betonu architektonicznego, gdyby od razu wiadomo było, jaki rodzaj deskowania można zastosować, czy i jakie uszkodzenia poszycia deskowania są dopuszczalne? Tego typu parametry lub też wytyczne można zaczerpnąć z opracowań funkcjonujących w innych krajach, jednakże ich mnogość i brak tłumaczeń albo ich niedostateczna dostępność powoduje, że nie są one w Polsce wykorzystywane. Z pewnością w kraju, gdzie produkuje się kilkanaście milionów metrów sześciennych betonu rocznie, z czego część to beton architektoniczny (Fot. 1, Fot. 2, Fot. 3), warto posiadać wytyczne odnośnie jego wykonywania, które usystematyzowałyby posiadaną wiedzę. Celem przygotowanego opracowania jest stworzenie podstaw do łatwiejszego realizowania konstrukcji z betonu architektonicznego oraz usystematyzowanie działań z tym związanych.

Fot. 1. Biuro podawcze Kancelarii Sejmu RP.



Fot. 2. Biblioteka Uniwersyteku Warszawskiego.



Fot. 3. Garaż wielopoziomowy Adgar Plaza.



Podstawowe definicje

Beton architektoniczny – jest to beton specjalnie projektowany na etapie tworzenia dokumentacji, w której określone są wymagania odnośnie do jego powierzchni oraz w wyniku eksponowania wpływa on na wizualny charakter obiektu.

Według powyższej definicji za beton architektoniczny uważa się nie tylko beton uzyskiwany przez pozostawienie go w jego naturalnej formie po rozdeskowaniu pod warunkiem, że będzie on wykonany z zachowaniem odpowiedniego „reżimu” technologicznego, który ma spowodować uzyskanie powierzchni bez porów i odbarwień. Betonem architektonicznym jest również beton, którego powierzchnia została poddana barwieniu przy zachowaniu faktury oraz obróbce, np. przez szlifowanie, groszkowanie, spiekanie itd. Według powyższej definicji do betonów architektonicznych zaliczyć należy również nawierzchnie z betonu, m.in. uzyskane przez eksponowanie kruszywa czy też polerowanie.

Faktura – charakterystyczna powierzchnia przedmiotu zależna od właściwości tworzywa, sposobu obróbki i zastosowanych narzędzi.

Element referencyjny (powierzchnia odniesienia, mock-up) – jest to element o wcześniej określonych kształcie i wymiarach, który został wykonany na terenie budowy i uznany za wzorec przy odbiorze wykonywanych elementów z betonu architektonicznego.

Powierzchnia próbna – jest to powierzchnia, która została wykonana w celu wypracowania elementu referencyjnego lub powstała w trakcie działań zmierzających do dopracowania technologii wykonywania elementów. Powierzchnia próbna nie podlega ocenie pod względem wymagań dotyczących betonu architektonicznego.

Specyfikujący – osoba, instytucja (architekt, projektant, inwestor) określająca wymogi odnośnie jakości wykonania i wyglądu betonu architektonicznego.

Odstęp obserwacyjny – odległość, z której najczęściej użytkownicy konstrukcji będą oglądali beton architektoniczny. Stanowi ona jednocześnie odległość dokonywania oceny wizualnej wykonania betonu w trakcie odbioru konstrukcji.

Kategorie betonu architektonicznego

Jakość powierzchni betonu architektonicznego przypisano do trzech kategorii: o małych, średnich i wysokich wymaganiach. Szczegółowe wytyczne dotyczące faktury, porowatości, równości zabarwienia, konieczności wykonania powierzchni próbnej, kategorii deskowania (jego jakości) oraz kosztów wykonania poszczególnych kategorii betonu podano w Tabeli 1.

Należy zaznaczyć, że są to wymagania stawiane betonowi, który jest **kształtowany przed zabudowaniem** (efekt końcowy jest odzwierciedleniem formy, natomiast nie dotyczą betonów **kształtowanych podczas wbudowywania/wiązania** (eksponowana powierzchnia jest obrabiana w trakcie wiązania mieszanki) czy tych, które są **kształtowane po wbudowaniu** (efekt końcowy uzyskuje się na betonie stwardniałym).

Tabela 1. Kategorie betonu architektonicznego kształtowanego przed zabudowaniem

		Faktura*	Porowatość*	Równomierność zabarwienia*,**	Element referencyjny	Kategorie deskowania***	Koszty
Małe wymagania BA1	Powierzchnie betonowe o małych wymaganiach dotyczących wyglądu, np.: ściany piwnic, ściany parkingów podziemnych itp.	F1	P1	RZ1	Dowolny wybór	KD1	niskie
Średnie wymagania BA2	Powierzchnie betonowe o typowych wymaganiach dotyczących wyglądu, np.: ściany klatek schodowych.	F2	P2	RZ2	Zalecana	KD2	średnie
Wysokie wymagania BA3	Powierzchnie betonowe z wysokimi wymaganiami dotyczącym wyglądu, np.: elewacje, reprezentacyjne elementy budowli.	F3	P3	RZ3	Wymagana	KD3	wysokie/ bardzo wysokie

* Zob.: Tabela 2.

** Ogólny wygląd konstrukcji, istniejących różnic w odcieniu kolorystyki, który można ocenić po minimum kilku tygodniach.

*** Zob.: Tabela 3.

Tabela 2a. Wymagania dotyczące powierzchni betonowych architektonicznych uzyskiwanych w wyniku odwzorowania deskowania

Faktura, styk elementów deskowania, Przerwy konstrukcyjne i technologiczne	F1	<ul style="list-style-type: none"> - w dużej mierze jednorodna powierzchnia betonowa, - zaczyn cementowy/zaprawa występujące w złączach elementów deskowania nie powinny być większe niż: szerokość do ok. 20 mm i głębokość do ok. 10 mm [Fot. 4], - dozwolony odcisk ramy elementu deskowania, - przesunięcia płaszczyzn – maksymalnie do 10 mm [Fot. 5 i 6].
	F2	<ul style="list-style-type: none"> - w dużej mierze jednorodna i zamknięta powierzchnia betonowa, - zaczyn cementowy/zaprawa występujące w złączach elementów deskowania nie powinny być większe niż: szerokość do ok.10 mm i głębokość ok. 5 mm (Fot. 4), - dozwolony odcisk ramy elementu deskowania. <p>Dodatkowe wymagania:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zapewnić ten sam rodzaj deskowania i jego przygotowania, - zapewnić czystość deskowania oraz równe nałożenie środka antyadhezyjnego, - należy ustalić sposób uszczelnienia styków deskowania, - należy ustalić rodzaj wkładek dystansowych, - zaleca się stosować deskowania o tej samej jakości powierzchni, - zaleca się przygotowanie powierzchni próbnej. - przesunięcia płaszczyzn w miejscu przerwy – maksymalnie do 10 mm

	<p>F3</p> <ul style="list-style-type: none">- gładka, zamknięta i w dużej mierze jednorodna powierzchnia betonowa,- zaczyn cementowy/zaprawa występujące w złączach elementów deskowania nie powinny być większe niż: szerokość do ok.3 mm [Fot. 4],- dalsze wymogi odnośnie np. złącz deskowania, odcisku ramy, należy szczegółowo ustalić. <p>Dodatkowe wymagania:</p> <ul style="list-style-type: none">- jak dla F2,- konieczne jest szczegółowe zaprojektowanie deskowania (styki, uszczelnienia, rozmieszczenie blatów itd.),- należy chronić deskowania przed wpływem warunków atmosferycznych,- zaleca się ustalenie krótkiego odstęp od montażu deskowania do przeprowadzenia betonowania,- należy określić wytyczne do wykonania szczelin roboczych (listwa trapezowa, szczelina łącząca itd.),- należy sporządzić instrukcję wykonania,- należy zapewnić ochronę wykonanym elementom (zabezpieczenie naroży, ochrona przed zabrudzeniem),- przesunięcia płaszczyzn w miejscu przerwy – maksymalnie do 5 mm
--	--

Fot. 4. Zaczyn-zaprawa występujące w złączach elementów.



Fot. 5. Przesunięcie płaszczyzny- połączenie pionowe.



Fot. 6. Przesunięcie płaszczyzny – połączenie poziome.



Tabela 2b. Wymagania dotyczące powierzchni betonowych architektonicznych uzyskiwanych w wyniku odwzorowania deskowania

Porowatość*	P1	- maksymalna liczba porów - ok. 3000 mm ² **· *** [Fot. 7].
	P2	- maksymalna liczba porów - ok. 2350 mm ² **· *** [Fot. 8]. Dodatkowe wymagania: - sprawdzić wzajemne oddziaływanie rodzaju betonu, środka antyadhezyjnego i deskowania, - należy zapewnić ten sam rodzaj i przygotowanie deskowania, - należy zapewnić czystość deskowania i równomierne nałożenie środka antyadhezyjnego, - zaleca się przygotowanie powierzchni próbnej.
	P3	- maksymalna liczba porów ok. 1600 mm ² **· *** [Fot. 9] Dodatkowe wymagania: - jak dla P2, - należy wykluczyć zmianę składu betonu, - należy wykluczyć stosowanie wody i kruszywa z recydingu, - zaleca się przygotowanie co najmniej 2 powierzchni próbnych.

* Powierzchnia porów o średnicy \varnothing w granicach $2 \text{ mm} < \varnothing \square < 15 \text{ mm}$.

** Powierzchnia porów na standardowej powierzchni kontrolnej o wymiarach $500 \text{ mm} \varnothing 500 \text{ mm}$.

*** W przypadku stosowania deskowania chłonnego należy przyjąć maksymalną powierzchnię porów odpowiednio na poziomie P1 – do 3000 mm², P2 – do 2000 mm², P3 – do 1000 mm².

Fot. 7. Porowatość P1.



Fot. 8. Porowatość P2.



Fot. 9. Porowatość P3.

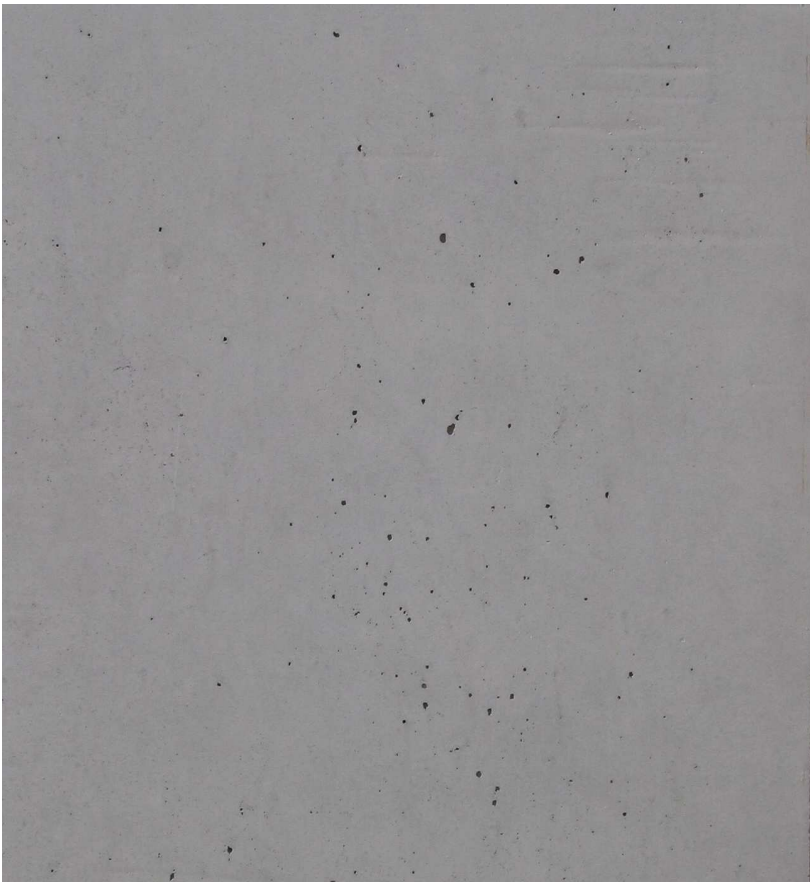


Tabela 2c. Wymagania dotyczące powierzchni betonowych architektonicznych uzyskiwanych w wyniku odwzorowania deskowania

Równomierność zabarwienia	RZ1	- zmiana zabarwienia i uzyskanie jasnej/ciemnej barwy jest dopuszczalne, - rdza i brudne zacieki są niedopuszczalne.
	RZ2	- równomierne, wielkopowierzchniowe zmiany odcienia na jasny/ciemny są dopuszczalne, - rdza i brudne zacieki są niedopuszczalne, - różne rodzaje powierzchni deskowania (różne sklejki), jak również różnego rodzaju materiały wykończeniowe są niedopuszczalne. Dodatkowe wymagania: - jak dla P3, - należy ustalić czas mieszania betonu na co najmniej 60 sekund, - należy przewidzieć wykonanie większej ilości powierzchni próbnych.
	RZ3	- wielkopowierzchniowe zmiany zabarwienia, spowodowane różnego rodzaju materiałami wykończeniowymi, różnorodne rodzaje powierzchni deskowania oraz różna końcowa obróbka betonu są niedopuszczalne, - niewielkie zmiany zabarwienia są dopuszczalne, - rdza, brudne zacieki, wyraźnie widoczne poszczególne warstwy wbudowanej mieszanki, jak również zmiany w zabarwieniu są nie dopuszczalne, - konieczny jest wybór specjalnego i właściwego środka adhezyjnego. Dodatkowe wymagania: - jak dla RZ2, - należy uwzględnić zmianę czasu rozdeskowania wynikającą z różnych warunków atmosferycznych, - zaleca się tak zaplanować rozmieszczenie zbrojenia, aby uniemożliwić zetknięcie się buławy wibracyjnej z deskowaniem i zbrojeniem, - należy przewidzieć miejsca zrzutu mieszanki do deskowania w równych odstępach, - geometria elementów konstrukcji i układ zbrojenia musi pozwalać na szybki proces betonowania, - należy zachować w/c na poziomie ± 0.02 lub zachować konsystencję z dokładnością do ± 20 mm. <i>Uwaga! Nawet przy największej dbałości i zachowaniu zasad nie da się całkowicie uniknąć zmian odcienia betonu</i>

Tabela 3. Kategorie deskowania.

	KD1	KD2	KD3 (duże prawdopodobieństwo jednorazowego użycia deskowania)
Otworki wiercone	dozwolone	dozwolone do napraw	niedozwolone
Otworki po gwoździach i śrubach	dozwolone	dozwolone bez odprysków	dozwolone jako miejsca napraw po uzgodnieniu ze zleceniodawcą
Uszkodzenie deskowania w wyniku działania wibratora pogrążalnego	dozwolone	niedozwolone/dozwolone po uzgodnieniu ze zleceniodawcą	niedopuszczalne
Zadrapania	dozwolone	dozwolone jako miejsca napraw*	dozwolone jako miejsca napraw po uzgodnieniu ze zleceniodawcą
Resztki betonu	dopuszczalne w zagłębieniach (otworki po gwoździach, kratery itd.) bez przylepionego powierzchniowo betonu	niedozwolone	niedozwolone
Zabrudzenia	dozwolone	niedozwolone	niedozwolone

zaczynem cementowym			
Małe fałdki, pomarszczenia sklejki, znajdujące się w obszarze wiercenia, gwoździowania („rippings”, Fot. 10)	dozwolone	niedozwolone/dozwolone po uzgodnieniu ze zleceniodawcą	niedozwolone
Miejscowe naprawy	dozwolone	dozwolone	niedozwolone/dozwolone po uzgodnieniu ze zleceniodawcą
Element referencyjny	dowolna	zalecane wykonanie	wymagane wykonie

* Wszelkie naprawy deskowania muszą być przeprowadzone przez wykwalifikowany i kompetentny personel, natomiast deskowanie musi być przed zastosowaniem sprawdzone.

Fot. 10. Efekt gwoździowania sklejki – rippings.



Wskazówki dotyczące zapewnienia jakości

Niezwykle istotna jest koordynacja przebiegu budowy oraz sterowanie przepływem informacji przed i w trakcie trwania budowy. Z doświadczeń wynika, że powołanie zespołu do spraw betonu architektonicznego pozwala na szybkie i skuteczne rozwiązywanie problemów. Zespół taki powinien składać się z przedstawicieli reprezentujących zleceniodawcę (architekt, projektant, inspektor nadzoru), wykonawcę (kierownik budowy), dostawcę deskowania i dostawcę betonu (technolog). Przy większych realizacjach z wykorzystaniem betonu architektonicznego celowe wydaje się powołanie koordynatora/specjalisty/technologa ds. betonu architektonicznego. Zadaniem takiej osoby jest zwykle nadzorowanie całego procesu związanego z wykonywaniem betonu począwszy od stworzenia planu zapewnienia jakości, akceptacji receptur mieszanki betonowej, szkolenia osób biorących udział w procesie, odbioru deskowania pod względem jakości użytych materiałów, jego przygotowania i montażu, nadzoru nad procesem wbudowywania mieszanki i jej zagęszczania, zabezpieczania wykonanych elementów a skończywszy na dobraniu materiałów do powierzchniowej ochrony betonu.

W trakcie prac nad utrzymaniem jakości betonu kategorii BA3 zaleca się stworzenie instrukcji dotyczącej wykonywania przeznaczonej dla poszczególnych brygad. Pozwoli to na ujednoczenie końcowego efektu. Instrukcja powinna zostać stworzona przez koordynatora/specjalistę/technologa ds. betonu architektonicznego lub w przypadku jego braku przez powołany zespół. Instrukcja powinna być częścią planu zapewnienia jakości dla betonu architektonicznego.

Należy pamiętać, że beton architektoniczny powinien spełniać oprócz wymagań stawianych wyglądowi powierzchni również te dotyczące wytrzymałości na ściskanie i trwałości. Dlatego dla betonu architektonicznego powinny być odpowiednio dobrane klasy ekspozycji zgodnie z normami PN-EN 206-1 i PN-B-06265. Jest to ważne w przypadku betonów elewacyjnych i innych poddanych działaniu warunków atmosferycznych, gdzie konieczne jest określenie klasy odporności na zamrażanie/odmrażanie zgodnie z tablicą 1 normy PN-EN 206-1 (tab. 4).

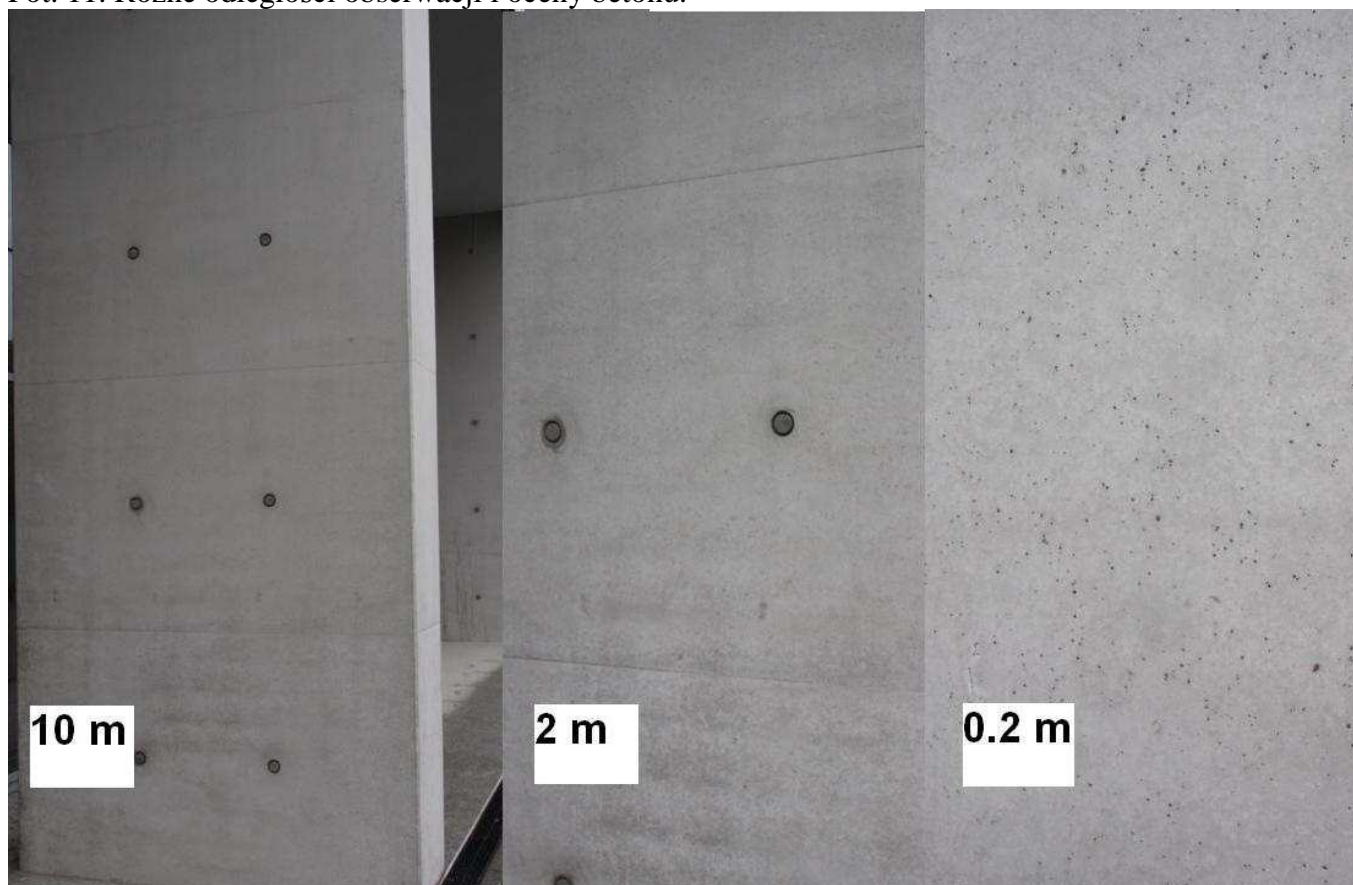
Tabela 4. Agresywne oddziaływanie zamrażania/rozmrażania bez środków odladzających albo ze środkami odladzającymi

XF1	Umiarkowanie nasycone wodą bez środków odladzających	Pionowe powierzchnie betonowe narażone na deszcz i zamarzanie
XF2	Umiarkowanie nasycone wodą ze środkami odladzającymi	Pionowe powierzchnie betonowe konstrukcji drogowych narażone na zamarzanie i działanie środków odladzających z powietrza
XF3	Silnie nasycone wodą bez środków odladzających	Poziome powierzchnie betonowe narażone na deszcz i zamarzanie
XF4	Silnie nasycone wodą ze środkami odladzającymi lub wodą morską	Jezdnie dróg i mostów narażone na działanie środków odladzających Powierzchnie betonowe narażone bezpośrednio na działanie aerozoli zawierających środki odladzające i zamarzanie Strefy rozbryzgu w budowlach morskich narażone na zamarzanie

Ocena

Niezwykle istotne jest ocenianie betonu architektonicznego z przyjętego odstępku obserwacyjnego. Bardzo częstym błędem przy odbiorze powierzchni jest ustawianie się obserwatora w niewielkiej odległości od ocenianej konstrukcji [Fot. 11].

Fot. 11. Różne odległości obserwacji i oceny betonu.



Każdy element konstrukcji powinien być poddawany ocenie z odległości przewidzianej jako standardowa dla późniejszego użytkownika. Z innej odległości oceniane będą elementy wewnątrz budynków, a z innej fasady.

W trakcie oceny należy zwrócić uwagę na to, że każdy element był wykonywany w innych warunkach atmosferycznych, a także na to, że mogły występować różnice w jakości użytych materiałów (w przewidzianym dopuszczalnym zakresie). Niewielkie różnice w fakturze, porowatości, kolorystyce są dopuszczalne w każdej z opisanych kategorii betonu architektonicznego. Dlatego istnieje konieczność indywidualnej oceny każdego elementu konstrukcji.

W pierwszej kolejności należy oceniać ogólne wrażenie z odstępu obserwacyjnego odnosząc uzyskane efekty do wyglądu elementu referencyjnego. Dopiero, gdy ogólny wizerunek nie odpowiada wymaganiom należy oceniać poszczególne parametry wyspecyfikowane zgodnie z tabelą 1.

Podsumowanie

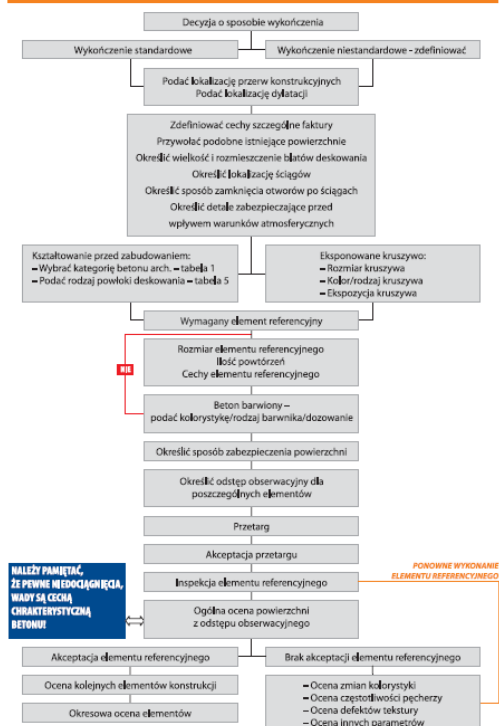
Od jakości powierzchni betonu architektonicznego można oczekiwać wiele. Jednak jego wykonanie uzależnione jest od szeregu czynników i dlatego konieczne jest bardzo konkretne sprecyzowanie wymagań stawianych wykonawcy. Pozwoli to nie tylko na właściwą wycenę kosztów wykonania, ale również na prawidłowe przygotowanie się i przeprowadzenie tego skomplikowanego procesu, jakim jest wykonanie betonu architektonicznego przez każdą ze stron biorących w nim udział.

Niezwykle istotne jest również zdanie sobie sprawy, że na betonie nawet przy najlepszych wykonawcach mogą powstać pewne niedociągnięcia. Jest to nieodłączna cecha tego materiału i właśnie dlatego najczęściej architekci decydują się na jego zastosowanie w konstrukcji.

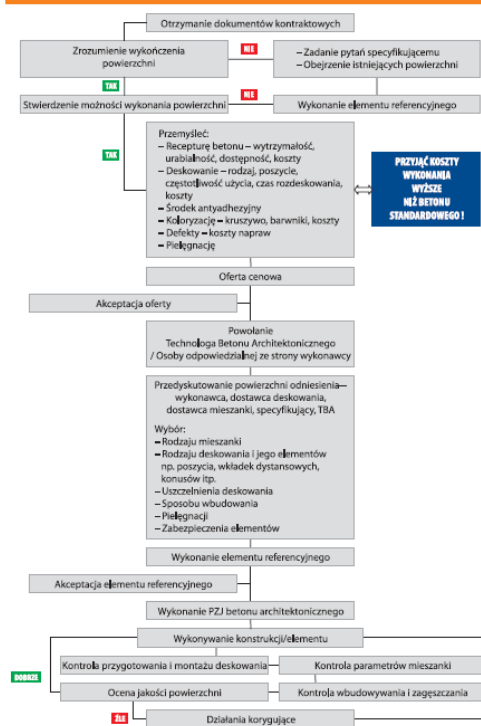
Aspekty poruszone w tych wytycznych nie są wyczerpującym opracowaniem, dotyczącym wykonywania betonu architektonicznego, jednakże w ograniczonym zakresie pozwalają na wypracowanie bardziej inżynierskiego podejścia do przygotowania betonu architektonicznego.

Załącznik

LISTA KONTROLNA SPECYFIKUJĄCEGO



LISTA KONTROLNA WYKONAWCY



Bibliografia

- [1] „Sichtbeton. Exposed Concrete“, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Berlin 2004, 2008.
- [2] F. Huber, „Sichtbeton“, Zement + Beton Handels und Werbe GmbH, Österreichische Zement Industrie, Österreichische Betonvereines, Wien 1995.
- [3] ÖNORM B 2211, „Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten – Werkvertragsnorm“, Austrian Standards plus GmbH, Wien 1998.
- [4] Christian Hofstadler, „Schalarbeiten. Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation“, Gratz 2008.
- [5] ACI 303R-04, „Guide to Cast-in-Place Architectural Concrete“, American Concrete Institute, USA 2004.
- [6] „Plain Formed Concrete Finishes“, Concrete Society, GB1999.
- [7] „Visual Concrete – Design and Production“, British Cement Association, GB1998.
- [8] „Specification and Production of Concrete Surface Finishes“, Cement & Concrete Association of New Zealand, Information Bulletin:33, 1989.
- [9] AS 3610-1995 „Formwork for Concrete“, Standards, Australia 1995.
- [10] CCAA T57, „Guide to Off-form Concrete Finishes“, Australia 2006.
- [11] SNZ NZS 3114, „Specification for Concrete Surface Finishes“, Standards, New Zealand 1987.
- [12] M. Jagiełło-Kowalczyk, Z. Jamroży, Beton architektoniczny, w: „Surowce i Maszyny Budowlane“, nr 2, 2005, s. 41-43.
- [13] Architectural Concrete, R-Con Tech Letter, Vol. II No. 2, 2000, Wichita-Kansas.
- [14] Visual concrete. Specifying concrete to BS EN 206-1/BS 8500, British Cement Association, 2000.
- [15] Z. Jamroży, Beton i jego technologie, Warszawa 2005.
- [16] H. Michalik, Beton w architekturze, www.kalejdoskopbudowlany.pl, 22 maja 2006 r.
- [17] L.A. Boyer, Decorative Concrete Has Come a Long Way!, “Concrete International”, Vol. 24 No. 6, June 2002.

- [18] B. Boehle, M. Hart, Decorative Concrete at the Getty Villa, "Concrete International", Vol. 28 No. 4, April 2006.
- [19] P. Schmincke, Sichtbeton – gewußt wie, „Beton”, nr 40 (7), 1990, s. 285-290.
- [20] „Architectural Surface Finishes”, Cement & Concrete Association of New Zealand, Information Bulletin:18, 2004.
- [21] “Architectural concrete contract documents”, Concrete International, November 1985
- [22] PN-EN 206-1:2003 Beton Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [23] PN-B-06265:2004 Krajowe uzupełnienia PN-EN 206-1:2003 – Beton – Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [24] K. Pogan, Beton architektoniczny. Narzędzie w pracy architektów, „Architektura”, nr 1, 2007.