

STWiOR

Beton architektoniczny

1. Przedmiot SST

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące właściwego wykonania betonu architektonicznego. Swoją treścią obejmuje kolejne etapy przygotowania i wytworzenia betonu architektonicznego:

- ustalenie wymiarów wykonywanych elementów oraz układu zbrojenia;
- ustalenie ostatecznego wyglądu powierzchni betonu;
- dobór szalunków oraz środków antyadhezyjnych;
- ustalenie parametrów stwardniałego betonu;
- ustalenie warunków transportu mieszanki betonowej;
- ustalenie możliwych sposobów zabudowy mieszanki betonowej - wykonywanie robót;
- ustalenie parametrów reologicznych mieszanki betonowej;
- dobór składników mieszanki betonowej oraz ustalenie składu mieszanki betonowej;
- przeprowadzenie prób sprawdzających zaprojektowaną mieszankę betonową, rodzaj szalunków oraz środków antyadhezyjnych;

1.1. Wymiary elementów oraz układ zbrojenia.

Przed rozpoczęciem procesu tworzenia betonu architektonicznego, w pierwszej kolejności należy dokonać bardzo dokładnego rozpoznania w zakresie wykonywanych elementów. Możliwie największa ilość zebranych informacji na tym etapie realizacji, pozwoli nam uniknąć całej masy problemów w późniejszej fazie projektu.

Wymiary oraz kubatura elementu będą miały wpływ na:

- rodzaj zastosowanego cementu – jedną z podstawowych własności cementu jest wydzielanie ciepła podczas procesu jego hydratacji, które może powodować powstawanie dużych gradientów temperaturowych oraz naprężeń wewnątrz wykonywanych elementów; w związku z tym w przypadku elementów o grubości > 60 cm należy preferować cementy mieszane z grupy CEM II lub CEM III najlepiej z oznaczeniem LH (niskie ciepło hydratacji); zastosowanie tych cementów pozwoli na uniknięcie zarysowań oraz ewentualnych spękań betonu, które będą miały bezpośredni wpływ na ostateczny wygląd powierzchni betonowych oraz na jego parametry trwałościowe, o których w przypadku betonów architektonicznych również nie wolno pominąć;

- max wymiar kruszywa – wykorzystanie grubych frakcji kruszywa np. 16 mm czy 31,5 mm pozwala na ograniczenie skurczu betonu, który również może mieć niekorzystny wpływ na jakość powierzchni wykonywanych elementów;

Kształt elementu oraz układ zbrojenia będą determinowały:

- dobór optymalnej frakcji kruszywa – rodzaje zastosowanych frakcji kruszywa, muszą być tak dobrane, aby nie dochodziło do „wieszania” się kruszywa na zbrojeniu wewnątrz elementów – sytuacja taka doprowadzi do powstawania całej masy raków na powierzchni oraz wewnątrz elementów, które będą miały wpływ nie tylko na jakość powierzchni, ale również na parametry konstrukcyjne elementów; dlatego też należy przestrzegać poniższych wytycznych.

Maksymalny wymiar kruszywa, nie może być większy niż:

- a) $\frac{1}{3}$ najmniejszego wymiaru przekroju poprzecznego elementu;
- b) $\frac{3}{4}$ odległości między prętami zbrojenia,

- konsystencję mieszanki – kształt elementu oraz jego wymiary, w bezpośrednim stopniu będą wpływały na rodzaj zastosowanej konsystencji mieszanki betonowej – do elementów o prostych kształtach i przekrojach, takich jak ściany, słupy czy stropy w zupełności wystarczą konsystencje mieszanek S4 lub S5 (metoda opadu stożka); natomiast, gdy pojawiają się elementy o zmiennych przekrojach, krzywizny, nieregularne kształty itp. z pewnością należy już skłaniać się w kierunku mieszanek o konsystencjach prawie samozagęszczalnych (ASCC) lub samozagęszczalnych (SCC); oczywiście o ostatecznym wyborze muszą zdecydować próby, przeprowadzone w laboratorium oraz później na placu budowy;

1.2. Wygląd powierzchni betonu architektonicznego.

Kolejnym krokiem jest ustalenie ostatecznego wyglądu powierzchni betonu architektonicznego. W zależności od kraju pochodzenia normy czy też instrukcji odnośnie jakości betonu architektonicznego, rozróżnia się od 3 do 6 kategorii powierzchni. Jest to uzależnione od szczegółowości opisu odnośnie poszczególnych wymagań stawianych teksturze, porowatości, ocenie wizualnej, równomierności kolorystyki i innym cechom wpływającym na wizualny odbiór wykonanej konstrukcji. Ze wszystkich dostępnych w tym zakresie opracowań, najbardziej przejrzyste okazują się

poniższe 4 klasy betonu architektonicznego. Po konsultacji z Architektem należy sprecyzować, która z nich będzie obowiązywać.

Beton architektoniczny klasy 1 (SB1 – Sichtbetonklasse1):

Prosty szalunek, krawędzie betonu fazowane poprzez użycie trójkątnych listew narożnikowych. Powierzchnia betonu ma charakter czysto funkcjonalny, bez specjalnych wymagań odnośnie ich optyki. Wybór rodzaju szalunku pozostawia się Wykonawcy. Może być wykonany jedynie na elementach ulegających późniejszemu zakryciu.

Beton architektoniczny klasy 2 (SB2 – Sichtbetonklasse2):

Szalunek gładki, niechłonny, wszystkie nierówności wynikłe z rozlania się betonu w szpary między elementami deskowania należy skuć, większe niedolania betonu zaspachlować. Krawędzie betonu należy fazować poprzez użycie szalunku trójkątnych listew narożnikowych. Powierzchnie wolne od plam i zanieczyszczeń. Obszary zastosowania wg wytycznych projektu architektonicznego.

Beton architektoniczny klasy 3 (SB3 – Sichtbetonklasse 3):

Jakość wykończenia powierzchni betonowej umożliwiająca bezpośrednie malowania, powierzchnia betonu gładka i wolna od porów, dołków, raków i innych ubytków, o jednorodnej fakturze i wygładzie. Płaszczyzny wykonane z betonu architektonicznego klasy 3 posiadać będą jasną powierzchnię betonu o dużej gładkości i jednolite ubarwienie powierzchni bez plam i efektu marmurkowego czy chmurek z małą ilością porów na powierzchni betonu. Całość powinna dawać zharmonizowany pełny obraz. Ewentualne nierówności wynikłe z rozlania się betonu w szpary między elementami deskowania należy usunąć.

Wymagania/ konieczne pielęgnacje powierzchni:

- Wykonać w gładkim szalunku systemowych. Połączenia deskowania powinny mieć regularny wzór (wielkość elementów szalunku i rysunek połączeń wg zaakceptowanego przez Architekta projektu deskowania)
- Usunąć nierówności i nadlewki poprzez szlifowanie tarczami karborundowymi
- Wszystkie widoczne krawędzie wykonać jako ostre. Bez fazowania i stosowania listew trójkątnych w deskowaniu
- Dylatacje zgodnie z wymaganiami technologicznymi. Preferowane samoodwadniające (takie, w których nie będzie gromadzić się woda)
- Poprawki w miejscach niedoróbek i miejscowe szpachlowania masą na bazie tego samego cementu, jakiego użyto do wytworzenia betonu, następnie

szlifujemy aż do osiągnięcia opisanej jakości powierzchni. Późniejsze naprawianie powierzchni powinno być wykonane tak, aby nie były widoczne różnice kolorów i krawędzie szpachlowanej powierzchni

- Kolorystyka zgodnie z wytycznymi Architekta

Obszaru zastosowania wg wytycznych projektu architektonicznego.

Beton architektoniczny klasy 4 (SB4 – Sichtbetonklasse4):

Jakość wykończenia powierzchni: beton architektoniczny o podwyższonych (najwyższych) wymaganiach, beton dekoracyjny, finalna estetyka powierzchni jest efektem zastosowania gładkiego szalunku.

Wymagania:

- Kluczową wartością jest jednolita kolorystycznie powierzchnia betonu o najwyższym możliwym do osiągnięcia stopniu gładkości, jednolity i spójny charakter powierzchni o równomiernej tonacji koloru
- Powierzchnię betonu należy wykonać jako matową, uskoki i nierówności są niedopuszczalne, niedopuszczalne są również marmurkowania, chmurkowania, plamy, przebarwienia, pęcherze, raki oraz miejscowe zmatowienia powierzchni
- Krawędzie ścian, belek, murków, otworów okiennych i drzwiowych, wgłębień, wnęk i przebieg należy wykonać jako ostre (90 stopni – bez sfazowania krawędzi)
- Powierzchnie elementów betonowych muszą zostać wykonane, jako absolutnie gładkie, korekty wtórne powierzchni betonu są niedopuszczalne. Należy wykluczyć możliwość uszkodzenia w procesie rozszalowania oraz podczas prowadzenia dalszych robót budowlanych.
- Powierzchnia betonu musi być w stopniu jak najdalej idącym wolna od porów powietrznych, największa dopuszczalna średnica otworów to 2,0-3,0 mm. Wielkość porów na całej powierzchni musi być podobna a ich rozmieszczenia musi być równomierne w celu zachowania homogenicznego wyglądu powierzchni betonu. Dla potrzeb projektu zakłada się maksymalną liczbę porów w ilości 30-40 na 1 metr kwadratowy powierzchni.
- System deskowania należy skoordynować z projektem wykonawczym i przedstawić Zamawiającemu i Projektantowi do akceptacji. Wielkość elementów deskowania, rozmieszczenie kotew oraz innych elementów wbudowanych definiują rysunki warsztatowe Wykonawcy/ widoki ścian,
- Wykończenie powierzchni betonu nastąpi przez jego impregnację transparentnym, bezbarwnym, matowym środkiem hydrofobowym na podstawie wzorcowej próbki
- Szczeliny dylatacyjne zgodnie z wymaganiami technologicznymi, w pierwszym rzędzie samoodwadniające, szczeliny maskowane będą profilem ze stali szlachetnej

- Aż do momenty oddania budowy należy poprzez odpowiednie działania zapewnić trwałą ochronę powierzchni betonowych, uniemożliwiając uszkodzenia narożników, powstanie zadrapań powierzchni, plam farby, zabrudzeń oraz innych uszkodzeń w całym czasie trwania budowy.

Obszary zastosowania wg wytycznych projektu architektonicznego.

Uwagi ogólne

- Dla powierzchni z betonu architektonicznego zdefiniowanych jako SB4 nie przewiduje się prac naprawczych. W przypadku wadliwego wykonania należy wykonany element wyburzyć i wykonać ponownie
- Zabrania się wykonywania jakichkolwiek oznaczeń na przeznaczonych do ekspozycji, widocznych powierzchniach gotowego betonu architektonicznego
- Zabrania się używania na placu budowy twardych przyrządów pisarski (np. twardych ołówków), gdyż mogą one w przypadku nierozważnego użycia trwale uszkodzić powierzchnie betonu architektonicznego przeznaczone do ekspozycji

Wszystkie powierzchnie betonowe w budynku eksponowane do wnętrza lub na zewnątrz będą pokryte impregnacją transparentnym, bezbarwnym, matowym środkiem hydrofobowym paroprzepuszczalnym, dla zabezpieczenia przed działaniem wilgoci oraz chroniącym od brudu i zaplamień.

1.3. Dobór szalunków oraz środków antyadhezyjnych.

Chłonność szalunków ma bardzo duży wpływ na wygląd powierzchni betonu. Należy zwrócić uwagę na następujące efekty:

- szalunki posiadające określoną chłonność umożliwiają odciążenie z warstwy powierzchniowej betonu banieczek powietrza oraz pewnej ilości wody, co wspomaga produkcję betonów o stosunkowo małej ilości porów na powierzchni, a także o stosunkowo jednorodnym zabarwieniu;

- szalunki niechłonne pozwalają na uzyskiwanie gładkich powierzchni betonowych, sprzyjają jednak powstawaniu porów na powierzchni betonu, powstawaniu tzw. Efektu marmurkowego na jego powierzchni, a nawet powstawaniu przebarwień w postaci chmurek.

Zbiór uwag na temat wpływu rodzaju szalunku na wygląd powierzchni zawiera tabela nr1.

Nr	Rodzaj szalunku	Cechy powierzchni	Możliwe skutki
	1	2	3
Szalunki chłonne			
1a	Surowe deski DIN 4070 DIN 4071 cz. 1	<ul style="list-style-type: none"> Struktura surowej deski (wysoka chłonność szalunku) Powierzchnia betonu ciemna 	<ul style="list-style-type: none"> Poszczególne włókna drewna mogą pozostać w betonie Cukier zawarty w drewnie może spowalniać wiązanie i prowadzić do piaszczenia się betonu Mało porów na powierzchni betonu
1b	Deski heblowane DIN 4070 DIN 4073 cz. 1	<ul style="list-style-type: none"> Gładka struktura deski (ograniczona chłonność) Powierzchnia znacznie jaśniejsza jak w pkt. 1 a 	<ul style="list-style-type: none"> Cukier zawarty w drewnie może spowalniać wiązanie i prowadzić do piaszczenia się betonu Występowanie porów silniejsze niż w pkt. 1a
2	Niepowlekane płyty wiórowe DIN 18 215 DIN 68 763 Ograniczona żywotność	<ul style="list-style-type: none"> Powierzchnia betonu lekko szorstka Powierzchnia betonu ciemna 	<ul style="list-style-type: none"> Silne różnice w ubarwieniu powierzchni betonu (plamy) Mało porów na powierzchni betonu
3	Włókniny/ flizeliny użycie jednokrotne	<ul style="list-style-type: none"> Powierzchnia betonu podobna do sitodruku Powierzchnia betonu ciemniejsza niż w pkt. 2 	<ul style="list-style-type: none"> Niebezpieczeństwo zmarszczenia się włókniny Prawie całkowity brak porów
Szalunki słabo chłonne			
4	Płyty warstwowe o powlekanej powierzchni <ul style="list-style-type: none"> Struktura drewna Struktura groszkowa 	<ul style="list-style-type: none"> Przy pierwszym zastosowaniu powierzchnia betonu ciemna Potem powierzchnie betonu jaśniejsze 	<ul style="list-style-type: none"> Pory, których częstotliwość występowania maleje w miarę użytkowania szalunku
5	Kartonowe rury Użycie jednokrotne	<ul style="list-style-type: none"> Powierzchnia betonu jasna Powierzchnia betonu gładka 	<ul style="list-style-type: none"> Nie stosuje się żadnego preparatu antyadhezyjnego Nadaje się jedynie do słupów Bardzo mało porów
Szalunki niechłonny lub bardzo mało chłonne			
6a	Gładka powlekana sklejka DIN 18 215 DIN 68 791 DIN 68 792 Powlekane płyty wiórowe DIN 18 215 DIN 68 763	<ul style="list-style-type: none"> Powierzchnia gładka Powierzchnia betonu jasna jak w pkt. 7 	<ul style="list-style-type: none"> Silne różnice w ubarwieniu powierzchni betonu (plamy), efekt marmurkowy, chmurki Zwiększona ilość porów na powierzchni betonu
6b	Wielowarstwowa sklejka z naniesionym filtrem	<ul style="list-style-type: none"> Struktura powierzchnia betonu 	<ul style="list-style-type: none"> Mniejsze różnice niż w pkt. 6a

	ochronnym sitodruk DIN 18 215 DIN 68 791 DIN 68 792	oddaje raster sitodruku • Powierzchnia nieco ciemniejsza niż w pkt.6a	
7	Blacha stalowa	• Powierzchnia betonu jasna • Powierzchnia gładka	• Tak jak pkt.6a • Niebezpieczeństwo wystąpienia plam rdzy
8	Matryca strukturalna	• Struktura oddająca rodzaj matrycy • Powierzchnia betonu jasna	• Silny wpływ nieuszczelnienia za fugach • Silniej występują pory
9	Szalunki z tworzywa szalunki metalowe	• Powierzchnia betonu jasna • Powierzchnia gładka	• Tak jak w pkt.6a • Silniejszy efekt marmurkowy

Po dokonaniu doboru rodzaju szalunków należy jeszcze dobrać odpowiedni środek antyadhezyjny. Na rynku chemii budowlanej istnieje cała gama takich środków, dlatego też należy skontaktować się z technologami poszczególnych firm (BASF, SIKA, MC BAUCHEMIE, CHRYSO, SCHOMBURG) z prośbą o odpowiedni dobór. Jest to niezbędne, ponieważ nie ma jednego uniwersalnego środka antyadhezyjnego do betonów architektonicznych – koniecznym jest sprawdzenie podczas prób kilku środków i dopiero wtedy podjąć ostateczną decyzję o wyborze.

1.4. Ustalenie parametrów stwardniałego betonu.

Kolejnym krokiem jest ustalenie parametrów stwardniałego betonu. W pierwszej kolejności wytrzymałość na ścislenie – powinna być określona zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 206-1:2003 (tablica nr 7). Następną rzeczą jest ustalenie klas ekspozycji betonu zgodnie z tablicą nr 1 normy PN-EN 206-1:2003.

1.5. Ustalenie warunków transportu mieszanki betonowej.

Masę betonową należy transportować środkami nie powodującymi:

- naruszania jednorodności masy,
- zmian w składzie masy w stosunku do stanu początkowego (bezpośrednio po wymieszaniu)

Czas trwania transportu i jego organizacja powinny zapewnić dostarczenie do miejsca układania masy betonowej o takim stopniu ciekkości, jaki został ustalony dla danego sposobu zagęszczania i rodzaju konstrukcji.

1.6. Ustalenie możliwych sposobów zabudowy mieszanki betonowej – prowadzenie robót.

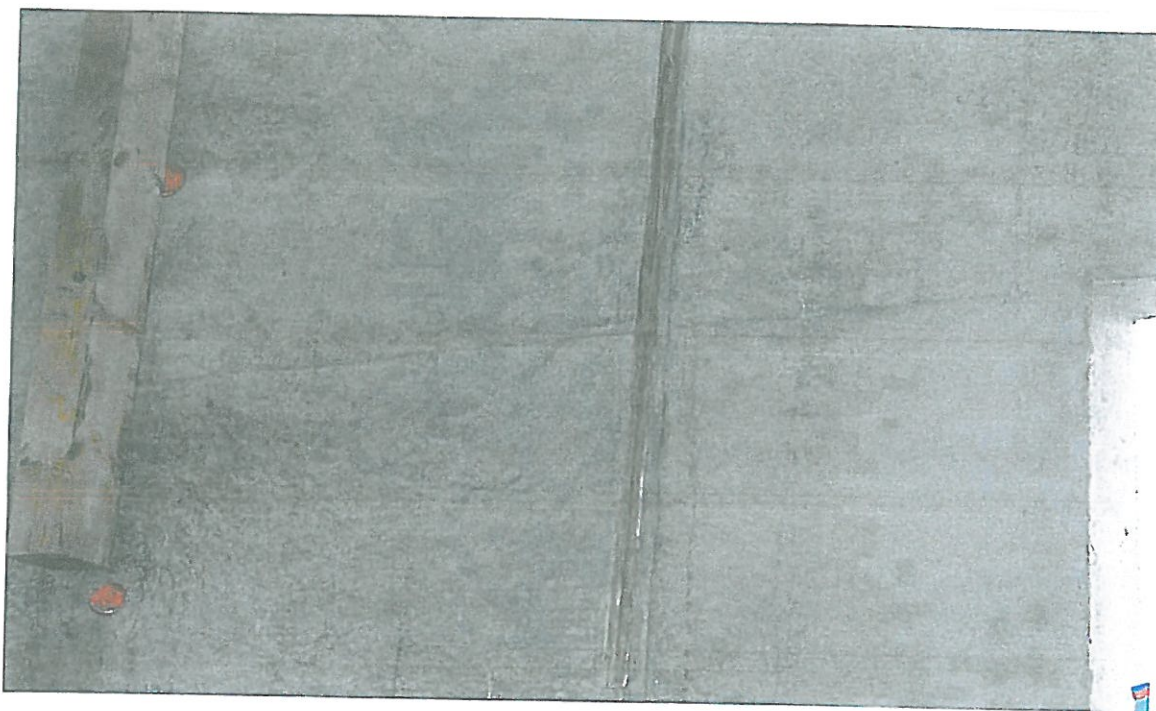
Układanie mieszanki betonowej

Konsystencja betonu powinna być dopasowana do sposobu podawania betonu do szalunków. Beton powinien być tak podawany do szalunków, aby powstała dobrze zagęszczona, jednorodna struktura. Mieszanki betonowej nie należy zrzucać z wysokości większej niż 0,75m od powierzchni, na która spada, w przeciwnym razie może dojść do rozdzielenia składników i by nie uderzał zbyt mocno o szalunki.

Przy wykonaniu elementów konstrukcji monolitycznych należy przestrzegać postanowień specyfikacji i dokumentacji technologicznej, a w szczególności:

- mieszankę betonową należy układać bezpośrednio z pojemnika lub rurociągu pompy, bądź też za pośrednictwem rynny warstwami o grubości do 40 cm zagęszczając wibratorami wgłębnymi;
- do wyrównywania powierzchni betonowej należy stosować belki (łaty) wibracyjne;

Zagęszczanie betonu decyduje o jakości betonu. Zbyt długie wibrowanie w jednym miejscu prowadzi do przemieszania betonu i do przebarwień (zdjęcie nr 1).



Zdjęcie nr 1.

Obowiązkiem Wykonawcy jest dopilnowanie właściwego zagęszczenia betonu:

a) zagęszczanie betonu

Przy zagęszczaniu mieszanki betonowej należy stosować odpowiednie warunki:

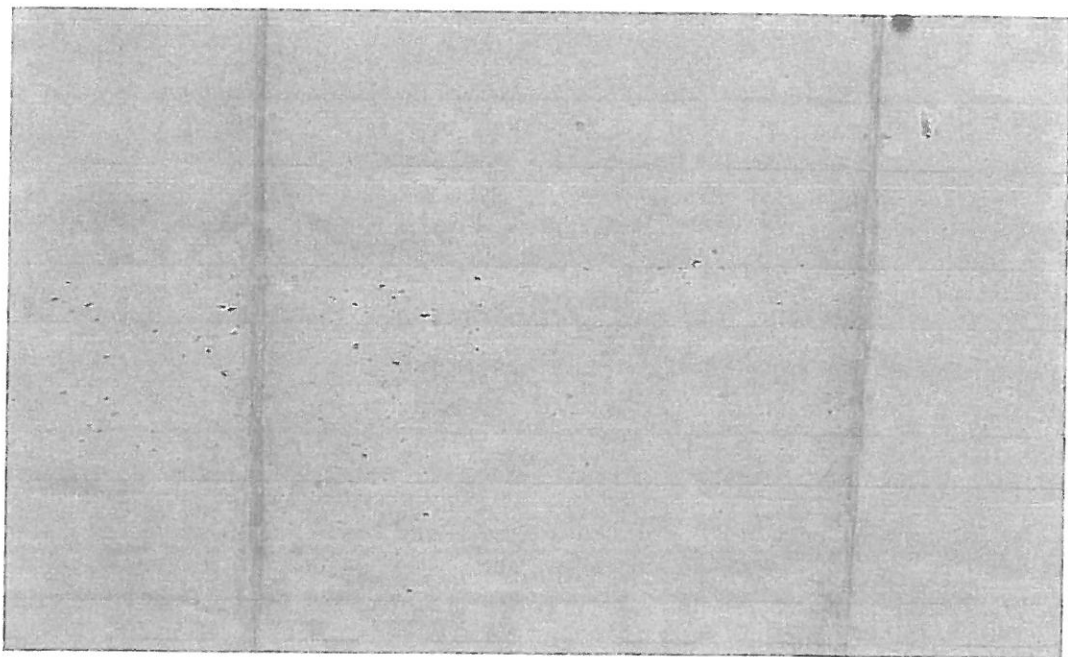
- wibratory wstępne stosować o częstotliwości min. 60000 drgań na minutę, z buławami o średnicy nie większej niż 0,65 odległość między prętami zbrojenia leżącymi w płaszczyźnie poziomej,
-
- podczas zagęszczania wibratorami wstępnymi nie wolno dotykać zbrojenia buławą wibratora (na powierzchni betonu widoczne są przebarwienia w postaci pionowych i poziomych smug) – zdjęcie nr 2.



Zdjęcie nr 2.

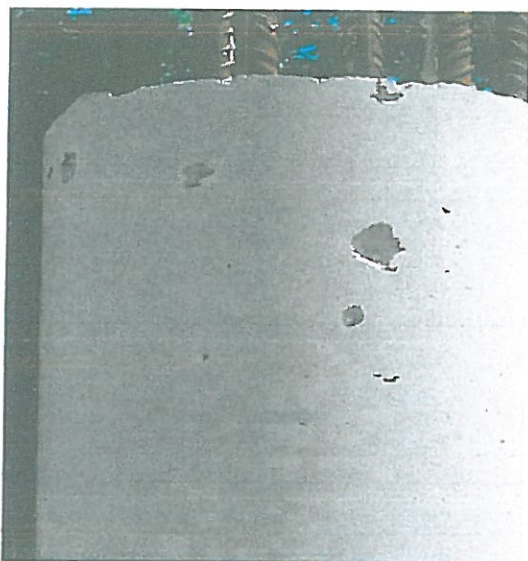
- podczas zagęszczania wibratorami wgłębnymi należy zagłębić buławę na głębokość 5÷8 cm w warstwę poprzednią i przytrzymać buławę w jednym miejscu w czasie 20÷30 s., po czym wyjmować powoli w stanie wibrującym,
- kolejne miejsca zagłębienia buławy powinny być od siebie oddalone o $1,4 R$, gdzie R jest promieniem skutecznego działania wibratora; odległość zwykle wynosi $0,3\div 0,5\text{m}$,

Na poniższym zdjęciu (nr 3) widoczne są liczne pęcherze powietrza na powierzchni elementu, które są wynikiem układania betonu zbyt grubymi warstwami oraz przy zastosowaniu zbyt dużego odstępu pomiędzy miejscami wibrowania.



Zdjęcie nr 3.

Na zdjęciu nr 4 widoczne są pęcherze, które powstały w wyniku zbyt szybkiego wyciągania buławy wibratora.

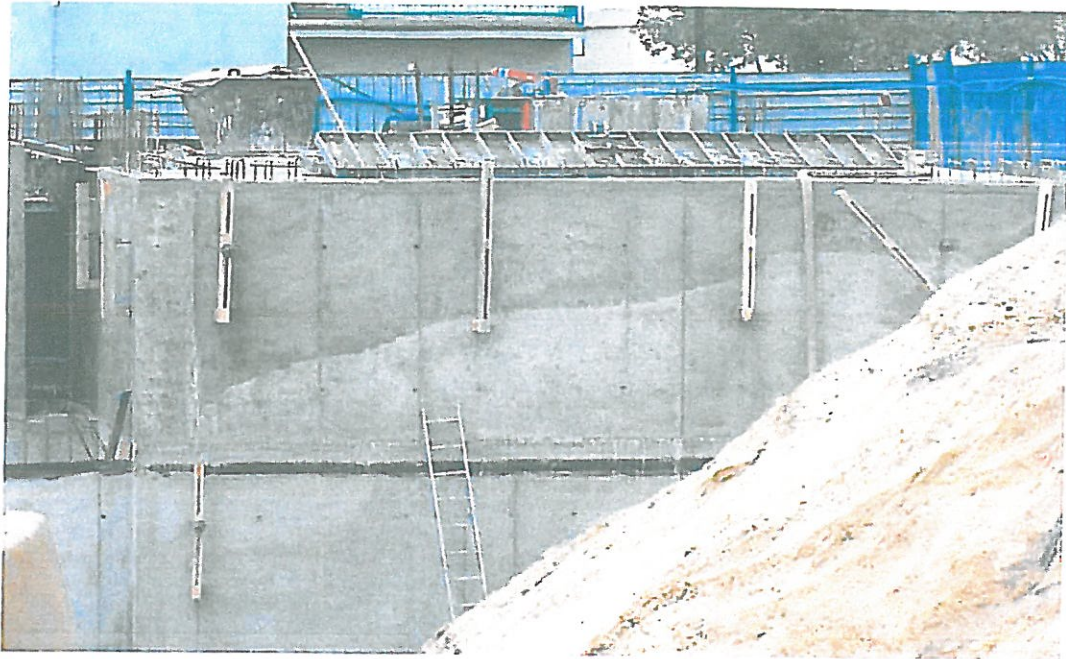


Zdjęcie nr 4.

b) przerwy w betonowaniu

- Przerwy w wykonywaniu należy usytuować w miejscach uprzednio przewidzianych i uzgodnionych z Projektantem.
- W przypadku przerwy w betonowaniu trwającej ponad 2 godziny wznowienie może nastąpić po przygotowaniu szorstkiej powierzchni stykowej na betonie starym oraz po oczyszczeniu i nawilżeniu tej powierzchni.
- Betonowanie uznaje się za ciągłe, jeżeli przerwy pomiędzy kolejnymi wylewkami są krótsze niż 1 godzina.

Na zdjęciu nr 5 widoczne są efekty zbyt długich odstępów pomiędzy układaniem kolejnych warstw mieszanki betonowej.



Zdjęcie nr 5.

c) deskowanie

- Deskowanie nie powinno pozostawiać żadnych plam na betonie i powinno być tam zmontowane i zamocowane, aby nie powstały na betonie żadne skazy
- Dla projektowanego obiektu deskowanie powinno być tego samego typu i pochodzić z jednego źródła.
- Wykonawca powinien zlikwidować jakiegokolwiek wady w wykańczaniu, zgodnie z poleceniami Inspektora Nadzoru i Projektanta
- Wykończenie powinno być zabezpieczone przed rdzą oraz plamami innego pochodzenia.

- Bezwzględnie należy przestrzegać, aby szalunki były utrzymane w nienaganej czystości, w przeciwnym razie wszelkie zanieczyszczenia zostaną przeniesione na powierzchnię betonu w postaci odbarwień i pęcherzy (zdjęcie nr 6 i 7)



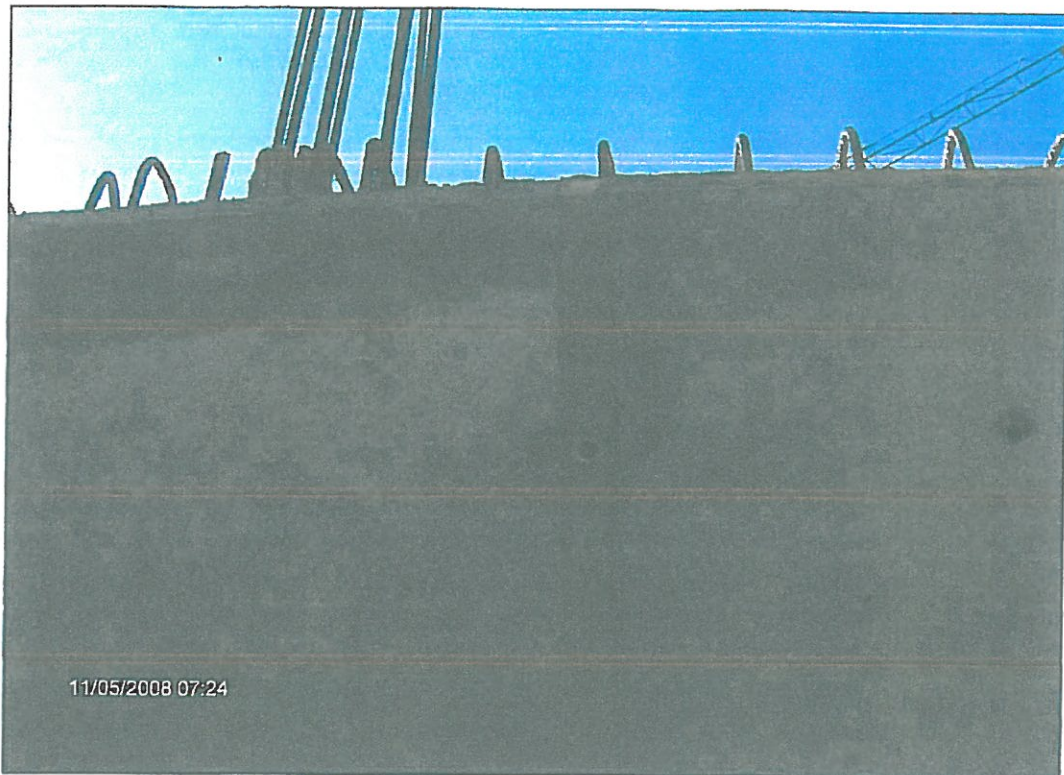
Zdjęcia nr 6 i 7.



- Wszystkie połączenia deskowania dla widocznych powierzchni betonowych po wykończeniu powinny mieć regularny wzór zaakceptowany przez Architekta, składających się z poziomych i pionowych linii ciągłych biegnących przez cały obiekt, natomiast wszystkie połączenia konstrukcyjne

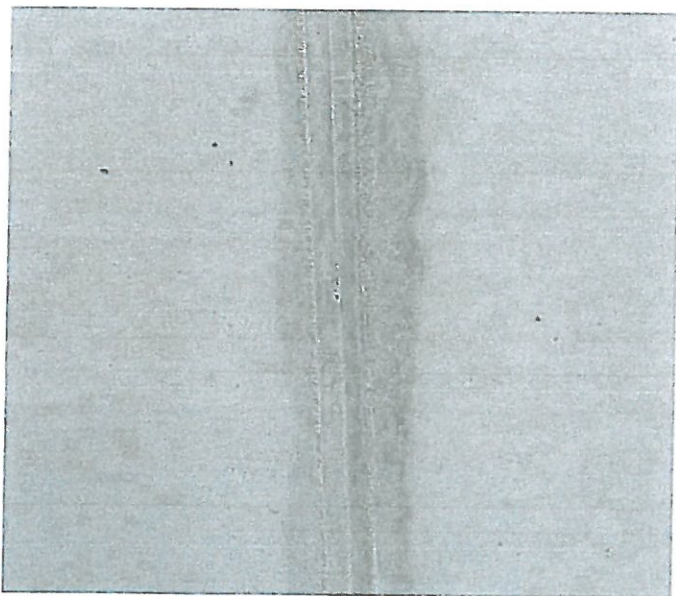
powinny występować w miejscach przebiegu tych linii (pionowych i poziomych).

- Wymagana jest bezwzględna szczelność szalunków, w przeciwnym razie będzie dochodziło do powstawania efektu „firanek” na skutek nierównomiernego odparowania wody (zdjęcie nr 8).



Zdjęcie nr 8.

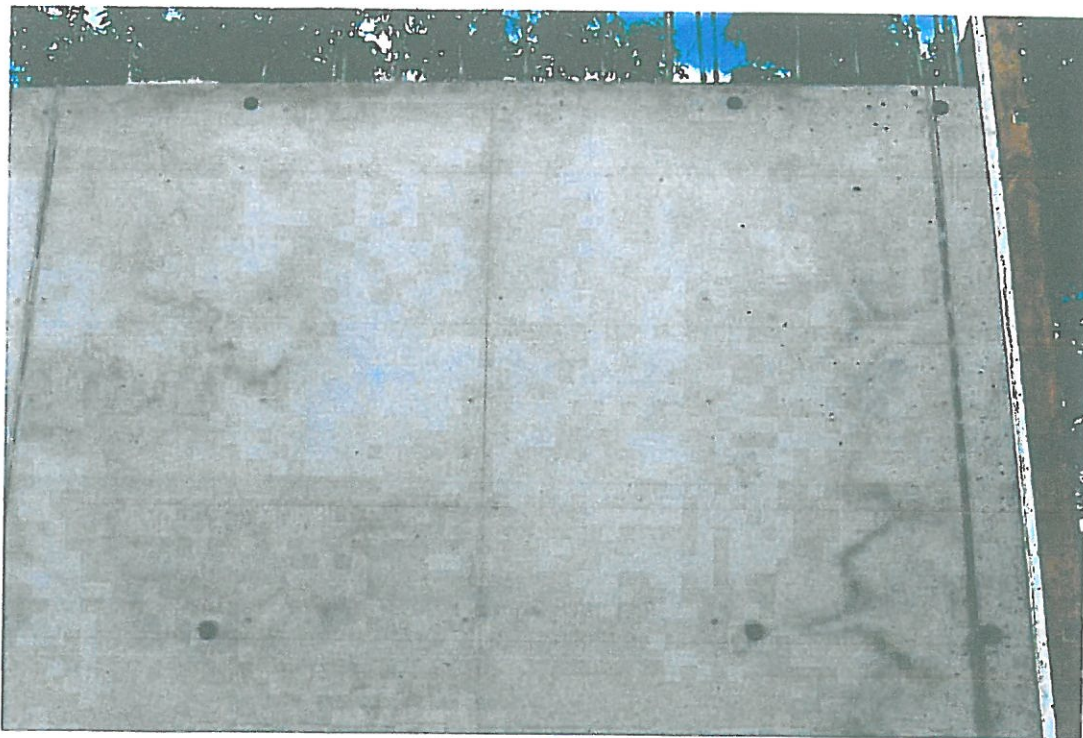
- Skutkiem nieszczelności szalunków, są również odbarwienia betonu oraz „gniazda żwirowe) (zdjęcie nr 9 i 10)



Zdjęcia nr 9 i 10.



- Niestykanie istotną sprawą jest zastosowanie odpowiednich środków antyadhezyjnych. Na zdjęciu nr 11 widoczne są przebarwienia w postaci „chmurek” powstałe na skutek nierównomiernego nanoszenia środka antyadhezyjnego.



Zdjęcie nr 11.

d) wymagania przy pracy w nocy

W przypadku gdy betonowanie konstrukcji jest wykonywane także w nocy konieczne jest wcześniejsze przygotowywanie odpowiedniego oświetlenia zapewniającego prawidłowe wykonawstwo robót i dostateczne warunki bezpieczeństwa pracy.

Warunki atmosferyczne przy układaniu mieszanki betonowej i wiązaniu betonu.

a) Temperatura otoczenia

Betonowanie konstrukcji należy wykonywać wyłącznie w temperaturach nie niższych niż $+5^{\circ}\text{C}$ zachowując warunki umożliwiające uzyskanie przez ten beton wytrzymałości, co najmniej 15MPa przed pierwszym zamarznięciem.

W wyjątkowych przypadkach dopuszcza się betonowanie w temperaturze do -5°C jednak wymaga to zgody inżyniera oraz zapewnienia mieszanki betonowej o temperaturze $+10^{\circ}\text{C}$ w chwili układania i zabezpieczenia uformowanego elementu przed utratą ciepła w czasie co najmniej 7 dni.

b) Zabezpieczenie podczas opadów

Przed przystąpieniem do betonowania należy przygotować sposób postępowania na wypadek wystąpienia ulewnego deszczu. Konieczne jest przygotowanie odpowiedniej ilości osłon wodoszczelnych dla zabezpieczenia odkrytych powierzchni świeżego betonu. W przypadku spodziewanych dużych opadów z betonowania należy zrezygnować (dotyczy to głównie betonu architektonicznego). Po zabetonowaniu należy zakryć górna warstwę szalunków specjalną gąbką uszczelniającą oraz podwójną warstwą szczelnej folii.



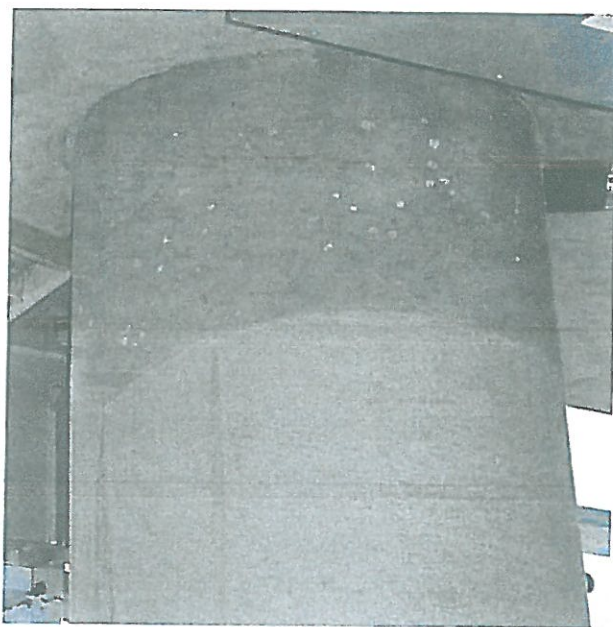
c) Zabezpieczenie betonu przy niskich temperaturach otoczenia

Przy niskich temperaturach otoczenia ułożony beton powinien być chroniony przed zamarznięciem przez okres pozwalający na uzyskanie wytrzymałości co najmniej 15MPa. Przy przewidywaniu spadku temperatury poniżej 0°C w okresie twardnienia betonu należy wcześniej podjąć działania organizacyjne pozwalające na odpowiednie osłonięcie i podgrzanie zabetonowanej konstrukcji.

Pielęgnacja betonu

a) Materiały i sposoby pielęgnacji betonu

Bezpośrednio po zakończeniu betonowania zaleca się przykrycie powierzchni betonu lekkimi osłonami wodoszczelnymi zapobiegającymi odparowaniu wody z betonu i chroniącymi beton przed deszczem i nasłonecznieniem. Na zdjęciu nr 12 widoczne są przebarwienia betonu, powstałe w wyniku różnych warunków pielęgnacji (czas, temperatura, wilgotność).



Zdjęcie nr 12.

Przy temperaturze otoczenia wyższej niż $+5^{\circ}\text{C}$ należy nie później niż po 12 godzinach od zakończenia betonowania rozpocząć pielęgnację wilgotnościową betonu i prowadzić ją co najmniej przez 14 dni.

Nanoszenie błon nieprzepuszczalnych wody jest dopuszczalne tylko wtedy gdy beton nie będzie się łączył z następną warstwą konstrukcji monolitycznej, a także gdy nie są stawiane specjalne wymagania odnośnie jakości pielęgnowanej powierzchni.

Woda stosowana do polewania betonu powinna spełniać wymagania normy PN- EN 1008: 2004.

W czasie dojrzewania betonu elementy powinny być chronione przed uderzaniem i drganiami.

b) Okres pielęgnacji

Ułożony beton należy utrzymywać w stałej wilgotności przez okres co najmniej 14 dni.

Wykończenia powierzchni betonu

Dla q11 powierzchni betonu obowiązują następujące wymagania:

- Wszystkie betonowane powierzchnie muszą być gładkie i równe, bez zagłębień między ziarnami kruszywa, przełomami i wybrzuszeniami ponad powierzchnię,
- Pęknięcia i rysy są niedopuszczalne,
- Równość powierzchni ustroju nośnego przeznaczonej pod izolacje powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-B_10260;
- Wyklucza się szpachlowanie konstrukcji po rozdeskowaniu.

1.7. Ustalenie parametrów mieszanki betonowej.

Jedną z najbardziej istotnych spraw jest ustalenie odpowiedniej konsystencji mieszanki betonowej. Musi ona być dobrana w taki sposób, aby bez problemów można było szczelnie wypełnić formę szalunkową wraz ze wszystkimi detalami wizualnymi powierzchni.

Konsystencja betonu powinna być określana zgodnie z klasami konsystencji powiązanych z normą PN-EN 206-1:2003. W wyniku wieloletnich doświadczeń zaleca się dobór konsystencji oscylujących w granicach charakterystycznych dla betonów:

- prawie samozagęszczalnych (ASCC), czyli:

Klasa konsystencji: S4/S5 i SF1,

- Opad stożka ≥ 220 mm (Stożek Abramsa),
- $550 \leq \text{Rozpływ}^* \leq 650$ mm (rozpływ swobodny, mierzony na stoliku rozpływowym przy odwrotnym ustawieniu stożka).

- samozagęszczalnych (ASCC), czyli:

- Klasa konsystencji: SF2,
- Niemierzalny opad stożka,
- $\text{Rozpływ}^* \geq 650$ mm.

Oczywiście o ostatecznym doborze konsystencji muszą zdecydować próby w docelowych elementach.

1.8. Dobór składników mieszanki betonowej oraz ustalenie składu mieszanki betonowej.

Wszystkie składniki mieszanki betonowej powinny być zgodne z wymaganiami normy PN-EN 206-1:2003.

Cement

Ogólną przydatność cementu ustala się zgodnie z normą PN-EN 197-1. Wyboru rodzaju cementu można dokonywać spośród 5 głównych rodzajów:

- CEM I – cement portlandzki
- CEM II – cement portlandzki wieloskładnikowy
- CEM III – cement hutniczy
- CEM IV – cement puzolanowy
- CEM V – cement wieloskładnikowy

Ostateczny dobór cementu należy dostosować do kubatury elementu, wymaganej klasy ekspozycji betonu, warunków transportu oraz warunków temperaturowych, w których prowadzone będą prace betonowe.

Kruszywa

Ogólną przydatność kruszyw ustala się wg normy PN-EN 12620:2000 (dla kruszyw zwykłych i ciężkich) oraz wg PN-EN 13055-1:1997 (dla kruszyw lekkich). Z racji trudności wynikających z warunków produkcyjnych, transportowych oraz wykonawczych zaleca się stosowanie kruszyw zwykłych. Mogą to być zarówno kruszywa otoczkowe, jak również kruszywa łamane.

Woda

Przydatność wody zarobowej oraz wody z recyklingu z produkcji betonu ustala się zgodnie z normą PN-EN 1008:1997

Domieszki

Przydatność domieszek ustala się zgodnie z normą PN-EN 934-2

Dodatki

Generalnie dodatki do betonu takie jak popiół czy mikrokrzemionka nie są stosowane. Z racji swojego koloru, w znaczącym stopniu mogą wpływać na kolorystykę wykonywanych elementów. Jednakże ich użycie w znaczącym stopniu wpływa na gładkość uzyskiwanych powierzchni, a także bardzo ułatwia wykonywanie mieszanek w konsystencji SCC.

W związku z powyższym, o ostatecznym ich zastosowaniu powinny zdecydować próby laboratoryjne.

Jeżeli, padnie decyzja o stosowaniu dodatków to ogólną przydatność dodatków typu I ustala się dla:

- wypełniacz mineralnego zgodnie z PN-EN 12620:2000
- barwników zgodnie z PN-EN 12878

Ogólną przydatność dodatków typu II ustala się dla:

- popiołu lotnego zgodnie z PN-EN 450
- pyłu krzemionkowego zgodnie z PN-EN 13263:1998

Dobór składu mieszanki betonowej.

Receptur betonu musi być tak dobrana, aby przy zabudowie betonu i jego zagęszczaniu nie następowało zjawisko odmieszania, by beton miał dobrą urabialność i by nie występowało zjawisko oddzielania się wody z betonu. Należy zastosować odpowiednią ilość frakcji miałkich do 0,25 mm.

Max wielkość ziaren kruszywa [mm]	Zalecana ilość frakcji miałkich [kg/m³]
8	550
16	500
32	450

Należy dobrać optymalną frakcję kruszywa – rodzaje zastosowanych frakcji kruszywa, muszą być tak dobrane, aby nie dochodziło do „wieszania” się kruszywa na zbrojeniu wewnątrz elementów – sytuacja taka doprowadzi do powstawania całej masy raków na powierzchni oraz wewnątrz elementów, które będą miały wpływ nie tylko na jakość powierzchni, ale również na parametry konstrukcyjne elementów; dlatego też należy przestrzegać poniższych wytycznych.

Maksymalny wymiar kruszywa, nie może być większy niż:

- a) 1/3 najmniejszego wymiaru przekroju poprzecznego elementu;
- b) 3/4 odległości między prętami zbrojenia,

Stwierdzono, że im wyższy stosunek w/c tym jaśniejsza powierzchnia betonu, Jest to związane z zawartością drobnych pęcherzy powietrza w betonie. Z tego też względu bardzo istotne jest zachowanie wskaźnika w/c na tym samym poziomie. Zmiana w/c nawet o 0,02 prowadzi do zmiany kolorystyki betonu.

W przypadkach stosowania popiołów lotnych winny one mieć kształt kulisty, posiadać duży udział frakcji miałkich oraz przede wszystkim powinny posiadać kategorie A (zawartość strat prażenia poniżej 5%).

Generalnie nie powinno się stosować wody z recyklingu, ponieważ może ona mieć niekontrolowany wpływ na kolorystykę betonu.

Wszystkie składniki mieszanki przez cały czas trwania realizacji powinny pochodzi od tych samych producentów !!!

Nadzór na produkcją mieszanki w warunkach przemysłowych powinien się odbywać zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 206-1:2003.

1.9.Przeprowadzenie prób sprawdzających zaprojektowaną mieszankę betonową, rodzaj szalunków oraz środków antyadhezyjnych.

Przed przystąpieniem do realizacji należy bezwzględnie przedstawić Architektowi wykonane próbki betonowe, celem wstępnego określenia faktury oraz kolorystyki betonu. Po wstępnej akceptacji na placu budowy należy przeprowadzić próby w elementach odzwierciedlających elementy docelowe. Podczas prób należy zweryfikować stan szalunków, sposób zabudowy, uzyskaną fakturę oraz kolorystykę powierzchni betonowej.

Próby należy przeprowadzać aż do momentu Akceptacji Architekta.