

Krzysztof Kuniczuk

Technologia Betonów Architektonicznych i Specjalistycznych

Wpływ materiałów na wygląd betonu architektonicznego

The influence of materials on the appearance of architectural concrete

Streszczenie

Projektując i wykonując betony architektoniczne, zwraca się uwagę na dwie podstawowe cechy: kolor i teksturę betonu. Dlatego konieczne jest rozpoczęcie procesu tworzenia mieszanki betonowej od starannego wyboru materiałów, z których ma być skomponowana. Proces ten różni się jednak od standardowego podejścia do projektowania, ponieważ należy uwzględnić wpływ wszystkich składników nie tylko na parametry mieszanki betonowej i trwałość betonu, ale również na jego kolor i teksturę.

Biorąc pod uwagę dostępność materiałów, technik obróbki i rodzajów form oraz wpływ różnorodnych czynników na kolorystykę betonu istnieje nieskończona ilość barw, jakie można uzyskać przy użyciu tego materiału. Stosowanie cementów o różnych odcieniach bieli i szarości, barwienie mieszanki betonowej pigmentami i ich kombinacjami, barwienie powierzchniowe, a także wykorzystanie piasków i kruszyw o różnym pochodzeniu i kolorystyce - to wszystko czynniki wpływające na ostateczny wygląd powierzchni betonu.

Artykuł jest próbą przybliżenia wpływu poszczególnych materiałów – od cementu i kruszyw, aż po poszycie deskowania – na wygląd betonu architektonicznego.

Abstract

When designing and making architectural concrete, attention is paid to two basic features: the color and texture of concrete. Therefore, it is necessary to start the process of creating a concrete mixture with a careful selection of materials from which it is to be composed. However, this process differs from the standard approach to design, because it is necessary to take into account the influence of all components not only on the parameters of the concrete mixture and the durability of concrete, but also on its color and texture.

Considering the availability of materials, processing techniques and types of forms, as well as the influence of various factors on the color of concrete, there is an infinite number of colors that can be obtained using this material. The use of cements of different shades of white and gray, coloring the concrete mixture with pigments and their combinations, surface coloring, as well as the use of sands and aggregates of different origin and colors - these are all factors that affect the final appearance of the concrete surface.

This article is an attempt to approximate the influence of individual materials - from cement and aggregates to formwork cladding - on the appearance of architectural concrete.

Wstęp

W procesie projektowania i wykonywania betonów architektonicznych kluczową rolę odgrywają dwie podstawowe cechy estetyczne: kolor i faktura powierzchni betonu. Z tego względu etap opracowania receptury mieszanki betonowej powinien rozpocząć się od starannego doboru materiałów składowych. Proces ten znacząco odbiega od standardowego projektowania betonu konstrukcyjnego, ponieważ wymaga uwzględnienia nie tylko właściwości reologicznych mieszanki betonowej i trwałości betonu, lecz także wpływu poszczególnych składników na jego kolor i fakturę.

Uwzględniając różnorodność dostępnych surowców, technik obróbki powierzchni, rodzajów deskowań oraz wpływ szeregu czynników środowiskowych i wykonawczych, można uzyskać praktycznie nieskończoną gamę barw i faktur powierzchni betonu. Na końcowy efekt wizualny wpływają m.in.: zastosowanie cementów o zróżnicowanej barwie – od jasnoszarych po białe, dozowanie pigmentów nieorganicznych i ich kombinacje, barwienie powierzchniowe (np. przez lazury lub impregnaty koloryzujące), a także wybór piasków i kruszyw o określonym pochodzeniu geologicznym i kolorystyce.

Świadome kształtowanie koloru i faktury betonu architektonicznego wymaga zatem zintegrowanego podejścia projektowego, w którym aspekty estetyczne traktowane są równorzędnie z wymaganiami technologicznymi i eksploatacyjnymi.

Cement

Cement jest materiałem, do którego wytworzenia potrzebne są nie tylko różnorodne surowce, ale także skomplikowany proces technologiczny. Duże zróżnicowanie materiałowe powoduje, że w zależności od składu cementu zmienia się zarówno barwa samego cementu, jak i kolorystyka uzyskiwanych powierzchni betonu architektonicznego.

Najczęściej do wykonania betonów architektonicznych stosuje się cementy szare, które są powszechnie dostępne na terenie kraju i wykorzystywane do betonów zwykłych, a więc są ogólnie dostępne na wytwórniach betonu. Istnieje możliwość wykonywania konstrukcji z cementu białego, jednak jest on w całości importowany.



Fot. 1. Zmiana koloru spoiwa – CEM I szary



Fot. 2. Zmiana koloru spoiwa – CEM I biały

Cement szary

Kolorystyka cementów szarych znacznie się różni w zależności od parametrów materiałów użytych do produkcji klinkieru, a tym samym od proporcji składu fazowego. Kluczowe znaczenie ma zawartość tlenku żelaza (Fe_2O_3) w klinkierze, za którą w głównej mierze odpowiada faza glinożelazianowa (C_4AF). Zwiększenie udziału tej fazy powoduje uzyskanie ciemniejszej barwy cementu. Rodzaj chłodzenia klinkieru również wpływała na kolorystykę cementu [9]. Standardowe chłodzenie powietrzem może prowadzić do zwiększonej ilości ferrytu, a tym samym do ciemniejszej szarej barwy. Natomiast chłodzenie wodą sprawia, że ferryt przyjmuje barwę od czerwonej do żółtawobrazowej, co w mniejszym stopniu wpływa na ostateczny kolor cementu [8]. Zwiększanie zawartości tlenku żelaza powoduje ciemnienie koloru cementu. Istotny wpływ na kolor cementu ma również rodzaj paliwa stosowanego do wypalania klinkieru. Zastosowanie coraz większej ilości paliw alternatywnych np. opon, prowadzi do zmiany odcieni szarości cementu. W związku z powyższym stosowanie tego samego typu cementu szarego (np. CEM I 42.5R) z dwóch różnych cementowni może prowadzić do uzyskania odmiennych odcieni szarości cementu, a tym samym betonu. Również zmiana sposobu produkcji będzie prowadziła do zmiany odcienia cementu i betonu.



Fot. 3. Cement CEM I 42.5R cementownia 1



Fot. 4. Cement CEM I 42.5R cementownia 2



Fot. 5. Cement CEM I 42.5R cementownia 3

Za kolorystykę cementu odpowiada również typ dodatków stosowanych do ich wytworzenia, dlatego należy zwrócić szczególną uwagę na rodzaj cementu.

Uwzględniając, że dodatki do cementu mogą stanowić jego znaczną część, ich kolor ma istotny wpływ na barwę samego cementu.

Spośród tzw. cementów szarych, dotychczas najjaśniejszą powierzchnię można było uzyskać, stosując cement hutniczy do produkcji którego używa się mielonego żużla wielkopiecowego. Taki cement zyskuje jaśniejszy odcień w konstrukcji w ciągu kilkunastu dni lub nawet kilku miesięcy od momentu wbudowania betonu. Jednakże, przy dłuższym utrzymaniu betonu z dodatkiem żużla wielkopiecowego w niechłonnym deskowaniu, istnieje ryzyko pojawienia się niebieskich, a rzadziej zielonych plam na powierzchni elementów. Przebarwienia te wynikają z wydzielania siarczków zawartych w żużlu podczas hydratacji i zazwyczaj zanikają po kilku dniach lub tygodniach [fot. 14].

Znaczne zmiany składników używanych do produkcji cementu, stosowanych dodatków, a także proces produkcji mogą sprawić, że uzyskany kolor betonu będzie odbiegał od oczekiwanego. W efekcie, na cementach historycznie najjaśniejszych można uzyskać barwę ciemniejszą niż na cementach powszechnie uważanych za dające ciemniejszą barwę. Dlatego niezbędne jest okresowe weryfikowanie wpływu cementu na kolor betonu.



Fot. 6. Niebieskie przebarwienia na betonie z cementem hutniczym

Cement biały

Zastosowania cementu białego pozwala na uzyskanie bardzo jasnej kolorystyki betonu. Należy jednak zwrócić uwagę na powszechne, błędne przekonanie, że samo użycie białego cementu gwarantuje uzyskanie białego betonu. W rzeczywistości, białe cementy pozwalają na osiągnięcie bardzo jasnego betonu, ale są tylko jednym z elementów niezbędnych do uzyskania białego betonu.

Podobnie jak w przypadku cementów szarych, istotny jest skład cementu białego. Biały cement produkowany jest z surowców o bardzo niskiej zawartości tlenku żelaza, który, jak wcześniej wspomniano, znacząco wpływa na kolorystykę. Ważne jest również ograniczanie zawartości tlenku manganu. Aby uniknąć zanieczyszczenia cementu popiołem z węgla podczas produkcji, jako paliwo stosuje się najczęściej olej opałowy lub gaz. Żelazo w procesie powstawania klinkieru pełni rolę topnika, a jego brak wymaga podwyższenia temperatury w piecu (aż do 1650°C), czasem jako topnik dodawany jest kriolit Na_3AlF_6 . Należy również unikać zanieczyszczenia cementu żelazem podczas mielenia. Z tego powodu, zamiast zwykłego młyna kulowego, przemiał prowadzi się w młynach z wykładzinami kamiennymi bądź ceramicznymi, stosując specjalne rodzaje kul [84].

W ostatnim czasie, ze względu na rosnące koszty emisji dwutlenek węgla (CO_2) producenci cementu białego, tradycyjnie wytwarzanego jako CEM I, rozpoczęli prace nad wprowadzeniem cementów klasy CEM II i CEM III. Obecnie dostępne są m.in. cementy CEM II/A-LL, CEM II/A-S, CEM II/B-S i CEM III/A.



Fot. 7. Cement biały CEM I 52.5N



Fot. 8. Cement biały CEM III/A 42.5R

Istotnym parametrem białego cementu jest stopień białości cementu i stopień jego wyźólcenia. Oba te parametry będą miały znaczący wpływ na postrzeganie barwy betonu (jego jasności), oraz na to czy jego kolor będzie odbierany jako „zimny” czy „ciepły”. Nawet gdy dla dwóch cementów pochodzących z dwóch cementowni deklarowany jest stopień białości na tym samym poziomie to ich barwa najprawdopodobniej będzie się różniła. Wynika to zarówno ze stosowanych do produkcji materiałów, ale również z charakterystycznego dla każdej cementowni procesu produkcji.

Dodatki do betonu/cementu

Stosowanie dodatków do betonu lub cementu jest powszechną praktyką mającą na celu ograniczenie ilości cementu, a właściwie klinkieru, w mieszance betonowej. Działanie to ma na celu m.in. minimalizację kosztów, zmniejszenie ilości wydzielania ciepła podczas hydratacji, a także poprawę innych parametrów mieszanki betonowej i samego betonu.

Każdy dodatek wpływa nie tylko na właściwości mieszanki betonowej i samego betonu, ale także na estetykę betonu architektonicznego.

Popiół lotny

Kontekście betonów architektonicznych, istotnym parametrem popiołu lotnego są straty prażenia, ponieważ wraz z ich wzrostem popiół lotny robi się coraz ciemniejszy. Duże wahania strat prażenia, nawet obrębie tej samej kategorii A, powodują, że popiół lotny jest materiałem bardziej zmiennym pod względem kolorystyki niż cement. Z tego względu nie jest zalecany do wykonywania betonu architektonicznego kategorii BA3. W przypadku innych kategorii można go stosować, jednak z dużą ostrożnością, na przykład ograniczając jego ilość w składzie mieszanki betonowej, aby zminimalizować jego wpływ na kolor betonu.



Fot. 9. Popiół lotny krzemionkowy –
strata prażenia 1.6 %



Fot. 10. Popiół lotny krzemionkowy –
strata prażenia 3.9 %

Żużel wielkopiecowy

Charakteryzuje się on niską zawartością tlenku żelaza, zazwyczaj nieprzekraczającą 1 procenta, co sprawia, że granulowany żużel ma barwę bladożółtą. Po zmieleniu staje się jaśniejszy ze względu na drobniejszy rozmiar cząstek [9].

Żużel wielkopiecowy dzięki stabilnemu składowi chemicznemu wynikającemu z precyzyjnej kontroli procesu produkcji w hutach (wielkie piece hutnicze są niezwykle wrażliwe i muszą być zasilane jednorodną mieszanką surowca) posiada stabilność koloru na poziomie podobnym do cementu [9].

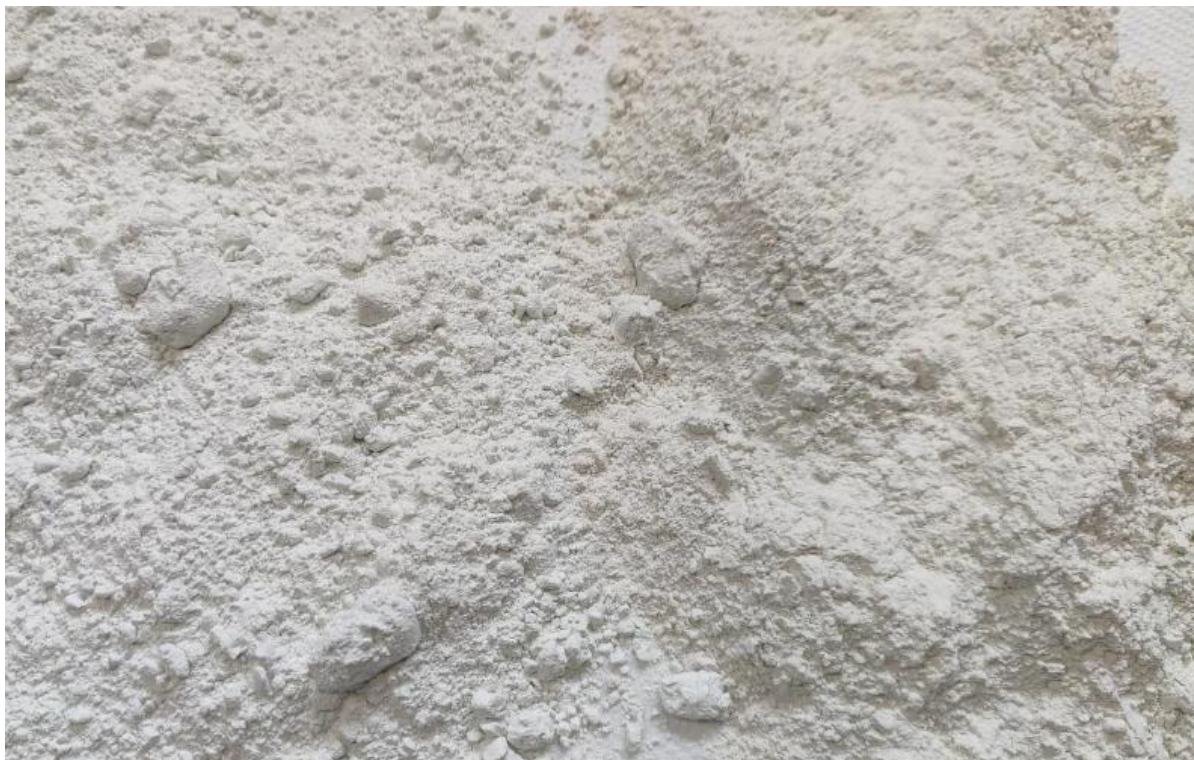
Jasna barwa żużla, wynikająca z niskiej zawartości tlenku żelaza, sprawia, że po zmieszaniu z cementem w proporcji około 50% (typowej dla cementów CEM III/A zawierających 50-55% żużla) uzyskuje się jasnoszary beton o ciepłym odcieniu, co czyni go atrakcyjnym materiałem wykorzystywanym do wykonywania betonu architektonicznego. Wahania w zawartości żużla w cemencie, wynikające z tolerancji dozowania mogą wpływać na odcień betonu, jednak różnice te są zazwyczaj niewielkie i trudne do zauważenia. Choć w Polsce żużel wielkopiecowy jest głównym składnikiem cementów, a jego bezpośrednie stosowanie jako dodatku do betonu jest rzadsze, to zmiany zawartości żużla w cemencie wpływają podobnie na kolor betonu.

Mączka wapienna

Mączka wapienna jest zaliczana do dodatków typu I, czyli prawie obojętnych, i najczęściej pełni rolę wypełniacza w mieszance betonowej. Ze względu na konieczność posiadania dodatkowego silosa w zakładzie produkcji betonu, mączka wapienna jest rzadko stosowana. Jednak przy coraz częstszym braku popiołu lotnego na rynku, jej udział w produkcji betonu może wzrastać. W ostatnim czasie obserwuje się powolny, ale zauważalny wzrost produkcji cementów zawierających mączkę wapienną.

W przypadku stosowania cementu zawierającego mączkę wapienną istnieje minimalne ryzyko zmiany koloru samej mączki a tym samym i cementu. Natomiast gdy mączka jest stosowana jako dodatek do betonu, konieczna jest weryfikacja jej pochodzenia. W betonach szarych kolor mączki wpływa na odcień betonu, powodując jego wahania między ciepłym a zimnym. Z kolei w betonach białych pochodzenie

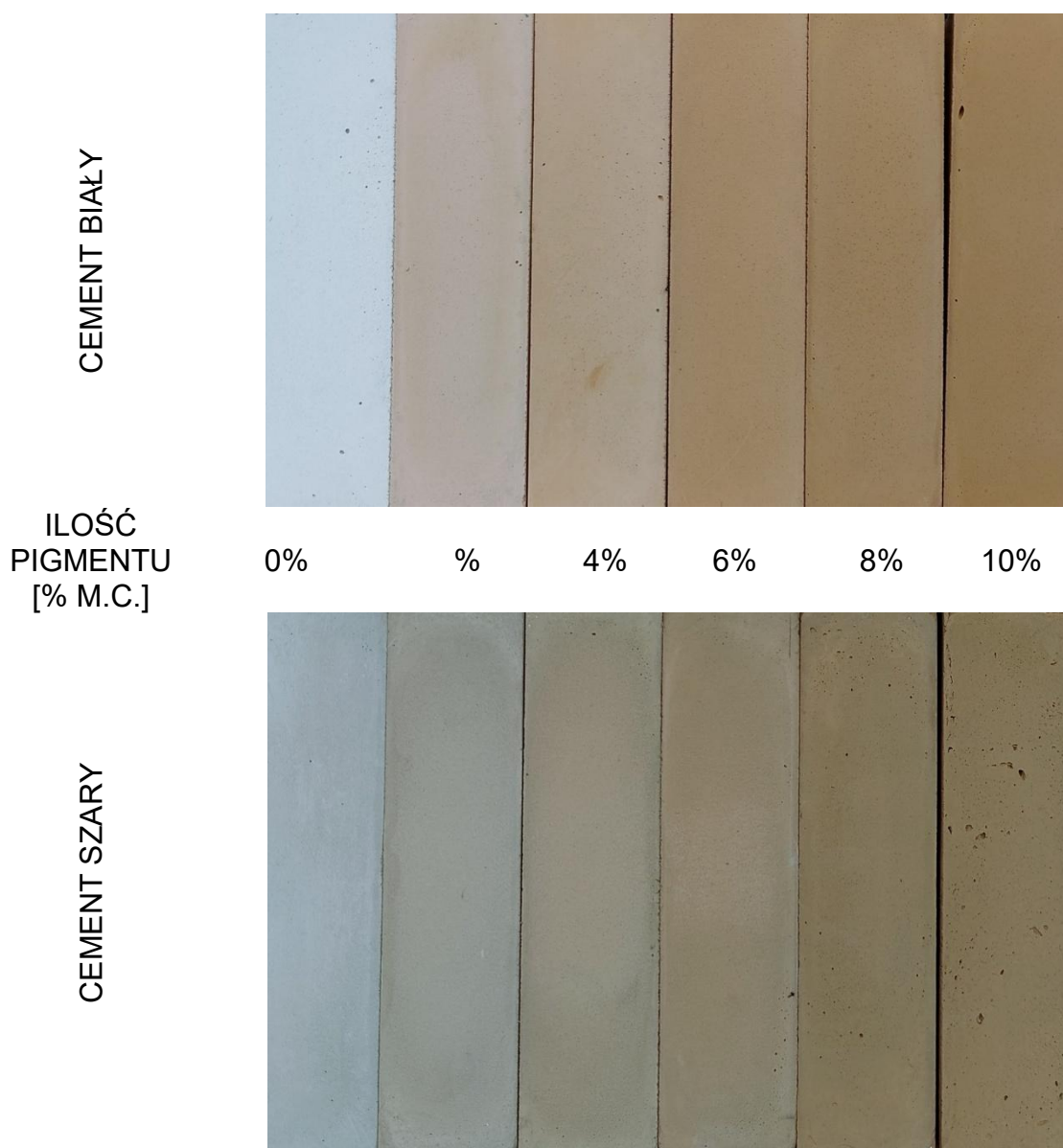
mączki może znacząco oddziaływać na barwę betonu, sprawiając, że jego odcień staje się mniej lub bardziej żółty.



Fot. 11. Porównanie koloru mączki (z lewej) i białego cementu (z prawej)

Pigmenty do betonu

Na finalne wybarwienie betonu, oprócz ilości pigmentu, wpływa również rodzaj cementu i kruszywa. Zastosowanie cementu białego pozwala uzyskać bardziej intensywne kolory, podczas gdy cement szary przygasa działanie pigmentu, nadając barwie mniej wyrazisty odcień.



Fot. 12. Zależność kolorystyki barwionego betonu od rodzaju cementu i procentowej ilości pigmentu – cement biały

Fot. 13. Zależność kolorystyki barwionego betonu od rodzaju cementu i procentowej ilości pigmentu – cement szary

Aby prawidłowo dobrać układ cement-pigment, należy wykonać zaroby próbne, a ocenę kolorystyki przeprowadzić dopiero po kilkunastu dniach lub kilku tygodniach. Termin oceny powinien być uzależniony o grubości elementu, rodzaju cementu i warunków atmosferycznych.

Rzadziej stosowaną metodą barwienia betonu dodawanie do mieszanki barwnych dodatków mineralnych o określonej kolorystyce i stopniu przemiału. Do tego

typu materiałów należy m.in. mielona ruda żelaza oraz wcześniej wspomniana mączka wapienna.

Barwniki powierzchniowe

Powierzchniowe barwienie betonu pozwala na tworzenie bardzo skomplikowanych wzorów na jego powierzchni. Obecnie najczęściej stosuje się barwniki na bazie kwasów, które wnikają na głębokość kilku-kilkunastu milimetrów i reagują ze związkami powstającymi podczas wiązania cementu, powodując zmianę kolorystyki betonu [fot. 23]. Uzyskany kolor zależy od faktury betonu, rodzaju spoiwa, głębokości penetracji oraz ilości naniesionego środka. Z tego względu nie ma możliwości uzyskania jednolitego wybarwienia.

Innym sposobem barwienia betonu jest stosowanie powierzchniowych, cienkowarstwowych powłok, tzw. lazurów, które nie zamykają fakturę betonu [fot. 24]. Ich zadaniem jest zazwyczaj ujednolicenie kolorystyki powierzchni lub zmiana jej barwy. Produkty te można stosować z różnym stopniem krycia - niektóre z nich dostępne są w określonych wartościach, najczęściej 10%, 50% i 100%, podczas gdy inne można rozcieńczać specjalnie przeznaczonymi do tego środkami, aby uzyskać pożądaną poziom przezierności.



Fot. 14. Beton pokryty kolorową powłoką

Kruszywo

W przypadku betonów szarych, w których kruszywo nie jest wyeksponowane, jego wpływ na kolorystykę powierzchni jest znikomy. Jednak im jaśniejszy beton, tym bardziej widoczne staje oddziaływanie kruszywa na jego barwę. Szczególnie istotny jest wpływ piasku - w jasnym betonie, a zwłaszcza w betonie białym, zmiana standardowego piasku rzeczno- lub kopalnianego (o odcieniach żółtych lub szaro-żółtych) na biały piasek szklarski powoduje wyraźną zmianę barwy betonu.

Wpływ kruszywa nasilają procesy eksploatacyjne (intensywne czyszczenie) i degradacyjne (erozja), szczególnie w wyniku ścierania powierzchni, co prowadzi do stopniowego odsłaniania ziaren piasku i kruszywa. W efekcie barwa betonu staje się wypadkową barwy mleczka cementowego i odsłoniętego kruszywa.

Wpływ kruszywa na kolorystykę betonu zależy także od metody kształtowania powierzchni. W betonach kształtowanych podczas wbudowywania/wiązania (eksponowana powierzchnia jest obrabiana w trakcie wiązania mieszanki) oraz w betonach kształtowanych po wbudowaniu (efekt końcowy uzyskuje się w skutek obróbki stwardniałego betonu) kluczowe znaczenie mają pochodzenie i właściwości kruszywa.

Kruszywa naturalne

Występowanie kruszyw naturalnych łamanych w Polsce jest ograniczone głównie do południowej i południowo-wschodniej części kraju. Skały metamorficzne i magmowe występują w regionie dolnośląskim, natomiast skały osadowe są dostępne w regionach podkarpackim, świętokrzyskim i małopolskim. Kolorystyka tych kruszyw jest bardzo zróżnicowana i zależy od składu mineralogicznego. Warto również pamiętać, że w Polsce dostępne są kruszywa importowane. W północnej części kraju najczęściej stosuje się surowce sprowadzane ze Skandynawii i Wysp Brytyjskich, na zachodzie - z Niemiec, a na wschodzie - z Ukrainy i Białorusi.

Tabela 1. Kruszywa naturalne i ich kolorystyka

RODZAJ KRUSZYWA	POCHODZENIE	KOLOR
GRANIT	Południe Polski	Biało-czarny
GRANIT	Szkocja	Szaro-czerwony
GRANITO-GNEJS	Norwegia	Szary
BAZALT	Południowa Polska	Czarny/szary
GABRO	Południowa Polska	Szary
MELAFIR	Południowa Polska	Brunatno-czerwony/czarny
DOLOMIT	Południowo-wschodnia Polska	Szary/Kremowy
WAPIEŃ	Południowo-wschodnia Polska	Kremowy
GNEJS	Południe Polski	Szaro-biały
SERPENTYNIT	Południowa Polska	Zielono-szary
MARMUR	Południowa Polska	Biały/kremowy/biało-zielony
ŻWIR	Cała Polska	Wielokolorowy
	Okolice Jeleniej Góry	Beżowy/kremowy
PIASEK	Cała Polska	Żółty
	Cała Polska	Szary
	Okolice Białej Góry, Osiecznicy i inne	Biały

Najczęstszym kolorem piasków występujących w Polsce jest żółty - dotyczy to zarówno piasków kopalnianych jak i morskich czy rzecznych. Rzadziej spotykane są piaski białe, zwane szklarskimi ze względu na ich najczęstsze zastosowanie. Ze względu na ograniczoną dostępność tych surowców, m.in. w okolicach Tomaszowa Mazowieckiego i Bolesławca, ich zastosowanie jest ograniczone głównie do przemysłu szklarskiego, produkcji suchych mieszanek oraz w niewielkim stopniu do prefabrykacji.

Kolorystyka grubego kruszywa nabiera szczególnego znaczenia w przypadku obróbki powierzchni, prowadzącej do uwidocznienia wewnętrznych warstw betonu. W takich przypadkach należy przewidzieć, jak dany kolor kruszywa będzie komponował się z otaczającą go matrycą cementową, oraz jaki wpływ na barwę surowca będzie miał zastosowany sposób obróbki. Piaskowanie i groszkowanie powodują przytłumienie kolorystyki kruszywa w skutek matowienia jego powierzchni. Natomiast polerowanie, wraz ze wzrostem gładkości powierzchni, intensyfikuje wybarwienie kruszywa.

Kruszywa sztuczne/lekke

Do najczęściej stosowanych kruszyw sztucznych w Polsce należą keramzyt i popiołoporyt. Oba materiały zaliczane są do kruszyw lekkich i charakteryzujących się

porowatą strukturą. Do tej grupy kruszyw można również zaliczyć kruszywo szklane spienione.



Fot. 15. Dwie frakcje popiołoporytu



Fot. 16. Trzy frakcje granulowanego szkła spienionego

Tabela 2. Kruszywa sztuczne i ich kolorystyka

RODZAJ KRUSZYWA	POCHODZENIE	KOLOR
POPIOŁOPORYT	Powstaje w wyniku spiekania popiołów ze spalania węgla kamiennego	Brązowy
KERAMZYT	Powstaje w wyniku wypalania wysoko ilastej gliny pęczniejącej	Brązowy/brązowo-czarny
SZKŁO SPIENIONE GRANULOWANE	Powstaje w wyniku spiekania szkła	Biały

Kruszywa z recyklingu

Pomimo dopuszczenia kruszyw z recyklingu betonu do stosowania w budownictwie, ich wykorzystanie w betonach architektonicznych jest ograniczone. Wynika to z niejednorodności kolorystycznej spowodowanej dużą zmiennością tego kruszywa (barwa jest wypadkową użytego cementu i kruszywa). Proces produkcji polega na rozkruszaniu różnego rodzaju konstrukcji, a co za tym idzie - betonów o zróżnicowanym składzie. Wydaje się, że jedynym przypadkiem eksponowania kruszywa z recyklingu betonu jest sytuacja, w której celem jest podkreślenie jego zastosowania ze względów ekologicznych lub historycznych.



Fot. 17. Kruszywo z recyklingu betonu



Fot. 18. Beton z wtrąceniami z betonu recyklingowego na bazie kruszywa ceglanego

Tabela 3. Kruszywa z recyklingu i ich kolorystyka

RODZAJ KRUSZYWA		POCHODZENIE	KOLOR
KRUSZYWO RECYKLIGU BETONU	Z	Powstaje w wyniku rozkruszenia betonu	Szary
KRUSZYWO SZKLANE		Powstaje w wyniku kruszenia elementów szklanych	Białe Zielonkawe lustrzane Zielonkawe Zielone Czerwone Fluorescencyjne
INNE MATERIAŁY			Kolorystyka zależna od rodzaju materiału

Deskowanie

Beton przyjmuje kształt i teksturę zastosowanego poszycia deskowania, dlatego to właśnie jego parametrów determinują ostateczny wygląd powierzchni betonowej. Istotna jest nie tylko sama faktura poszycia, ale także jego trwałość, podatność na zniszczenie oraz chłonność - czyli cechy, które wpływają na powierzchnię betonu zarówno przy pierwszym, jak i kolejnych użyciach.

Ze względu na chłonność poszycia deskowania można podzielić na:

- dużej chłonności,
- o małej chłonności,
- niechłonne.

Poszycia o dużej chłonności

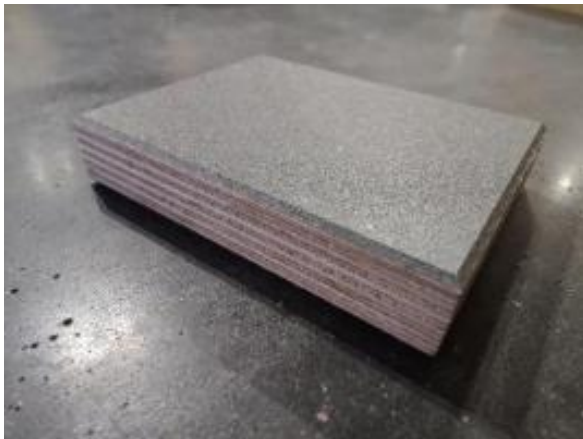
- Płyty wiórowe – nadają powierzchni betonu delikatnie chropowatą teksturę. Przy pierwszym użyciu beton uzyskuje ciemniejszą barwę niemal bez porów. Możliwe jest pofalowanie powierzchni, a w przypadku niskiej jakości płyt - ich jednokrotne użycie.
- Deski heblowane – tworzą gładką powierzchnię betonu z widoczną strukturą słoików drewna. Beton początkowo ma ciemniejszą barwę, która stopniowo

jaśniej przy kolejnych użyciach. Możliwe jest opóźnienie wiązania powierzchni betonu, co może prowadzić do pylenia. W zależności od oczekiwanego efektu deski wymagają odpowiedniego przygotowania np. przez opalenie lub piaskowanie.

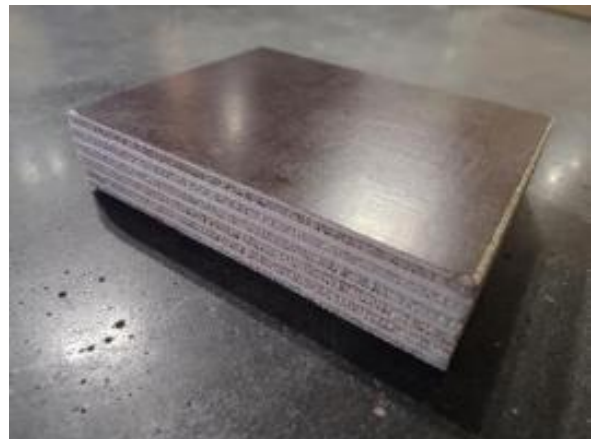
- Deski nieheblowane – nadają chropowatą powierzchnię betonu chropowatą fakturę, której charakter zależy od sposobu cięcia drewna, z widoczną strukturą słoików. Możliwe jest uzyskanie ciemnej barwy betonu, stopniowo jaśniejącej przy kolejnych użyciach. Może również występować opóźnienie wiązania, skutkując pyleniem powierzchni. W betonie mogą pozostać pojedyncze włókna drewna. W celu uzyskania pożądanej faktury powierzchnia desek może być wcześniej opalana lub piaskowana.
- Maty filtracyjne – nadają betonowi chropowatą fakturę bez porów, a jego powierzchnia uzyskuje ciemną barwę.
Poszycia o małej chłonności
- Oszlifowane powierzchnie drewniane i płyty trójwarstwowe – tworzą gładką powierzchnię betonu z wyraźną strukturą słoików drewna. Beton może miejscami przyjmować ciemniejszą barwę, a przy kolejnych użyciach staje się jaśniejszy. Możliwe jest opóźnienie wiązania powierzchni betonu, co może powodować jej pylenie. Tworzy się niewielka ilość porów.
- Szczotkowane oszlifowane powierzchnie drewniane i płyty trójwarstwowe – również nadają betonowi gładką fakturę z widocznymi słoikami drewna. Barwa betonu początkowo jest ciemna i jaśnieje z każdym kolejnym użyciem. Podobnie jak w poprzednim przypadku, możliwe jest opóźnienie wiązania powierzchni betonu i pylenia powierzchni, przy jednoczesnym niewielkim udziale ilości porów.

Poszycia niechłonne

- sklejka pokryta cienką warstwą zwykle żywicy fenolowej – zapewnia gładką powierzchnię betonu. Możliwe jest powstawanie zacieków, różnic w kolorystyce i efektu „marmurkowania”. Tworzenie się porów o średniej ilości, a brzegi sklejki mogą falować przy pierwszych użyciach. Niskiej jakości sklejka pękać już przy pierwszym użyciu.
- sklejka pokryta filmem polipropylenowym – zwykle nadaje betonowi delikatnie chropowatą fakturę, co skutkuje uzyskaniem matowej powierzchni. Normalnym zjawiskiem jest tworzenie się porów. Płyty podatne są na zarysowanie.
- Matryce z tworzywa sztucznego – mogą nadawać betonowi gładką fakturę, jak i różnorodne wzory, zależnie od rodzaju zastosowanej matrycy. Tworzenie porów uzależnione jest od jej kształtu.
- Blacha metalowa – nadaje betonowi gładką fakturę, jednak po wielokrotnym czyszczeniu (np. piaskowaniu) powierzchnia staje się chropowata. Tworzenie się porów jest bardzo intensywne, a na betonie mogą pojawiać się plamy rdzy oraz ślady powłok malarskich oddzielających się od blachy.



Fot. 19. Sklejka brzozowa
15-warstwowa powlekana warstwą
polipropylenu (560 gr na m²)



Fot. 20. Sklejka brzozowa
15-warstwowa powlekana filmem
fenolowy (120 gr na m²)

Podsumowanie

Zawarty w artykule tekst jest jedynie fragmentem informacji związanej z wpływem materiałów na kolor i teksturę betonu architektonicznego. Rozszerzenia wymagałby opis wszystkich systemów deskowań począwszy od szalunków indywidualnych, przed deskowania ramowe, aż po systemy dźwigarkowe. Każdy z tych systemów ma istotny wpływ na wygląd nie tylko kolor betonu, ale przede wszystkim teksturę betonu architektonicznego. Przedstawiony fragment związany z wyglądem betonu architektonicznego pozwala jedynie na nakreślenie kierunku w jakim powinien podążać opis wpływu zarówno materiałów takich jak cement, popiół lotny, mączka kamienna, kruszywa czy poszycia deskowania na wygląd betonu.

Literatura

- [1] K. Kuniczuk, „Beton architektoniczny. Wytyczne techniczne“, Polski Cement, Kraków 2010.
- [2] K. Kuniczuk, „Beton architektoniczny. Wytyczne techniczne. Wydanie drugie rozszerzone“, Polski Cement, Kraków 2025.