

## **BARWIENIE BETONU – PRAKTYCZNE WSKAZÓWKI cz.1**

*Kurpiński Konrad*

### **WSTĘP**

Produkowane w Polsce i importowane pigmenty stosowane w produkcji betonu barwionego są wysokoprocentowymi tlenkami żelaza. Są to substancje bezwonne, nietoksyczne i niepalne. Cechują się wysoką jakością w zakresie intensywności barwienia, zdolnością krycia i łatwością rozprowadzania w suchych mieszankach. Oferta rynkowa pigmentów jest bardzo bogata. Pigmenty dostępne są w postaci płynnej, granulatu lub proszku. Możliwe jest stosowanie pigmentów organicznych lub nieorganicznych.

Pigmenty nieorganiczne z reguły nie wpływają szkodliwie na przebieg wiązania cementu. Pigmenty organiczne charakteryzują się większą siłą barwienia- nawet 10-krotnie wyższą niż pigmenty mineralne. Dodatek pigmentów organicznych powinien wynosić około 0,5 % masy cementu, przy czym mogą one obniżać wytrzymałość betonu. Pigmenty organiczne mają wpływ na proces hydratacji cementu i ich użycie może nastąpić po wykonaniu odpowiednich badań.

Przez dodatek pigmentów można uzyskać niemal dowolny kolor betonu. Dzięki dodaniu tlenku żelaza w odpowiedniej ilości możliwe jest uzyskanie barwy od żółtej przez czerwoną, brązową aż do czarnej, natomiast dodanie dwutlenku tytanu pozwala otrzymać barwę białą. Kolor zielony posiada natomiast tlenek chromu, a niebieski - kobaltu. Stosuje się także sadzę do barwienia betonu na czarno. Przez wymieszanie w odpowiednich proporcjach powyższych pigmentów otrzymać można dowolną barwę pośrednią. Kolor stanowi połączenie odcienia, jasności i nasycenia. Barwienie betonu przez pigment wynika z jego wysokiego rozdrobnienia. Pigmenty są to cząstki znacznie drobniejsze od cementu, dzięki temu dodanie nawet niewielkiej ich ilości przyczynia się do zmiany koloru betonu. Pigment jako przeważnie najdrobniejszy dodatek dokładnie okrywa ziarna cementu.

Podział dodatków pylastych a w szczególności wielkość ziaren podano w tabeli 1.

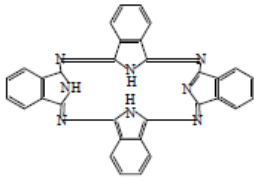
Tabela 1. Składniki pylaste betonu

Rodzaj składnika	Powierzchnia właściwa $\text{cm}^2/\text{g}$	Gęstość właściwa $\text{kg}/\text{dm}^3$	Gęstość nasypowa $\text{kg}/\text{dm}^3$
<b>Barwnik pylasty</b>	<b>50 000 ÷ 200 000</b>	<b>3,0 ÷ 5,0</b>	<b>0,3 ÷ 1,8</b>
mączka wapienna	$\geq 3\ 500$	2,6 ÷ 2,7	1,0 ÷ 1,3
mączka kwarcowa	$\geq 1\ 000$	~2,65	1,3 ÷ 1,5
popiół lotny	2 000 ÷ 8 000	2,2 ÷ 2,4	0,9 ÷ 1,1
granulowany żużel wielkopiecowy	$\geq 10\ 000$	~1,4	0,9 ÷ 1,15
pył krzemionkowy	180 000 ÷ 220 000	~2,2	0,3 ÷ 0,6
metakaolin	10 000 ÷ 15 000	~2,6	0,35 ÷ 0,55
zeolit (klinoptilolit)	15 000 ÷ 18 300	~2,3	0,35 ÷ 0,55
cement	2 500 ÷ 4 800	2,9 ÷ 3,2	0,4 ÷ 0,6

Przy ustalaniu stopnia nasycenia barwy należy przewidzieć jaki efekt wywrze ona na cały element lub układ elementów. Czynniki wpływającymi na percepcję barwy powierzchni są: porowatość, tekstura, światło, wielkość powierzchni, kompozycja kolorystyczna.

W tabeli 2 zestawiono najczęściej stosowane związki do barwienia betonu. Wyszczególniono tylko te rodzaje pigmentów, które są chemicznie bierne, reagują tylko z silnymi kwasami i zasadami oraz związkami utleniającymi.

Tabela 2. Zestawienie najczęściej stosowanych pigmentów do barwienia betonów.

Nazwa pigmentu	Budowa	Barwa
Tlenek żelaza	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	żółty, brązowy, czerwony, czarny
	$\text{Fe}_2\text{O}_4$	czarny
	$\text{FeO}(\text{OH})$	żółty
Tlenek chromu	$\text{Cr}_2\text{O}_2$	zielony
Tlenek tytanu	$\text{TiO}_2$	biały
Błękit kobaltowy <sup>1)</sup>	$\text{Co}(\text{Al}_2\text{O}_3)$	niebieski
Tlenek manganu	$\text{Mn}_2\text{O}_3$	czarny
Sadza <sup>2) 3)</sup>	C	czarny
Antracyt <sup>2)</sup>		
Ftalocyjanina <sup>2)</sup>		niebieski, zielony
<p>1) przez chemiczną reakcję z cząsteczkami cementu może tracić barwę,                  2) nie wiążą się trwale z matrycą cementową z czasem tracą siłę koloru                  3) dodatek sadzy zwiększa zapotrzebowanie na wodę i obniża zawartość powietrza w mieszance betonowej.</p>		

Na postrzeganie koloru wpływa jakość i ilość światła oraz zdolność powierzchni do odbicia światła. Wpływ światła odgrywa szczególną rolę w przypadku oświetlenia sztucznego. Nie bez znaczenia jest również tekstura powierzchni. Gra światła i cienia na płaskiej powierzchni betonowej oraz na powierzchni „strukturalnej” będzie powodować różne wrażenia wzrokowe (przy zastosowaniu tego samego pigmentu). Różna wielkość powierzchni próbnej powoduje, że ta sama barwa jest inaczej odbierana na małej niż na dużej powierzchni. Intensywne kolory na dużych powierzchniach stają się jeszcze wyraźniejsze. Istnieje ogólna zasada, że kolory na większej powierzchni stają się jaśniejsze i jaskrawsze. Kolejnym ważnym czynnikiem przy doborze barwy powierzchni jest wzajemne oddziaływanie kolorów. Przy komponowaniu powierzchni o większej ilości kolorów nie trzeba mieć przygotowania artystycznego, ważna jest jednak podstawowa wiedza na ten temat. Kontekst barwy i kształtu może wpłynąć na interpretację i powodować złudzenia. Znajomość praw powodujących wrażenia wzrokowe pozwala świadomie kształtować architekturę.

Betony barwione pigmentami wymagają pielęgnacji i ochrony co najmniej przez 7 dni, a w niektórych przypadkach do 3 tygodni po wykonaniu. Powinno się zabezpieczyć powierzchnię betonu przed kondensacją wody oraz przed tworzeniem zacieków wodnych. Poniżej przedstawiono wady i zalety stosowania pigmentów występujących w postaci proszku, granulatu lub w postaci płynnej.

## WYMAGANIA

Od wyboru pigmentu zależy w znacznym stopniu trwałość barwy betonu. Podczas wiązania wody z cementem w świeżej mieszance betonowej powstaje m.in. wodorotlenek wapnia przez co zaczyn cementowy ma silnie zasadowy odczyn. Jednym z głównych wymagań dla pigmentów jest odporność na działanie zasad, tzn. zawartość wapnia w cemencie nie może wpływać szkodliwie na działanie barwiące pigmentu. Poza tym pigment poddany wpływom atmosferycznym (wpływ światła słonecznego, deszczy, ciepła lub mrozu) nie może zostać wypłukany lub utracić swojej właściwości barwiącej. Pigmenty powinny być nierozpuszczalne w wodzie zarobowej. Powinny mieć odpowiednią miarkość i dobrze mieszać się z zaczynem cementowym. Powinny one także trwale wiązać się z matrycą



cementową. Wymaga się, aby wytrzymałość betonu z dodatkiem pigmentu nie była niższa niż 90% wytrzymałości betonu bez barwnika oraz aby zapotrzebowanie na wodę nie było większe niż 110% zapotrzebowania mieszanki kontrolnej bez pigmentu. Dodatek pigmentu nie powinien bardziej niż o 1 % zmieniać stopnia napowietrzenia betonu. Pigmenty nie powinny także szkodliwie oddziaływać na środowisko. W związku z powyższymi wymaganiami, do barwienia betonu najwłaściwsze jest użycie pigmentów nieorganicznych.

Podstawą do badań pigmentów jest norma PN-EN 12 878. W normie tej zdefiniowane są wymagania dla pigmentów do barwienia materiałów budowlanych na bazie cementu i wapna. Określa ona graniczne wielkości wpływu pigmentu na wytrzymałość betonu oraz na przebieg wiązania cementu. Norma ta pozwala również określić siłę koloru – jego nasycenie. Zdolnością barwiącą pigmentu określa się możliwość przenoszenia barwy własnej pigmentu na barwione medium. W celu określenia siły koloru pigmentu porównuje się go z pigmentem wzorcowym. Siła barwiąca jest ważną cechą pigmentu. Przekłada się ona bezpośrednio na rachunek ekonomiczny. W celu określenia optymalnej ilości pigmentu w mieszance betonowej zaleca się sporządzenie prób przed wykonaniem elementów betonowych.



Fot. 1 Zaroby próbne – mieszanka betonowa z barwnikiem





Fot. 2 Próbki z betonu barwionego

#### Literatura:

- [1] Omidimoaf, E., Rajabi A., M., Abdelgader, H.S., Kurpińska, M., Wilde, K. (2019). Effect of coarse grain aggregate on strength parameters of two-stage concrete. *Materiały Budowlane* 3/2019, 1-3.
- [2] Kristowski, A., Grzyl, B., Kurpinska, M., Pszczoła, M. (2018). The rigid and flexible road pavements in terms of life cycle costs. *Creative Construction Conference 2018*.
- [3] Mariak, A., Kurpinska, M. (2018). The effect of macro polymer fibres length and content on the fibre reinforced concrete. *MATEC Web of Conferences*.
- [4] Kurpinska, M., Ferenc, T. (2017). Effect of porosity on physical properties of lightweight cement composite with foamed glass aggregate. *II International Conference of Computational Methods in Engineering Science (CMES'17)*.
- [5] Kurpinska, M., Mariak, A. (2016). Włókna polimerowe jako alternatywa włókien stalowych stosowanych w betonie. *Materiały Budowlane*.
- [6] Kurpinska, M. (2011). Właściwości betonu impregnowanego kompozycjami epoksydowymi. *Roads and Bridges - Drogi i Mosty*
- [7] Pawelska-Mazur, M., Kurpinska, M. (2011). Fibres from recycled post-consumer tyres for concrete reinforcement
- [8] Kurpinska, M. (2010). Impregnacja betonu. *Materiały Budowlane*, 2010/3
- [9] Kurpinska, M. (2008). Impregnation vibro-pressed concrete pavement bricks.
- [10] Kurpinska, M. (2008). Concrete corrosion against penetration of mineral oil application of impregnants
- [11] Małasiewicz, A., Kurpinska, M. (2005). Korozja betonu w warunkach penetracji oleju mineralnego oraz stosowane impregnaty
- [12] Pawelska-Mazur, M., Kurpinska, M. (2005). Retrofitted vibro-pressed pavement bricks and their impregnation in modern architecture.
- [13] Kurpinska, M., Pawelska-Mazur M. (2005). Wpływ impregnacji na wybrane parametry betonu na przykładzie wibroprasowanej kostki betonowej.
- [14] Kurpinska, M., Białuk, P. (2004). Ochrona betonu przed korozją olejową przez impregnację polimerami.
- [15] Małasiewicz, A., Kurpinska, M. (2004). Impregnacja betonu zabezpieczająca przed

wnikaniem cieczy.

- [16] Kurpiska, M., Małasiewicz, A. (2003). Der betonschutz vor der Wirkung der aggressiven Umgebung Tagungsbericht. IBAUSIL. 15 Internationale Baustofftagung. Weimar, Bundesrepublik Deutschland, 24-27 September 2003
- [17] Małasiewicz, A., Kurpiska, M. (2002). Zastosowanie sieci neuronowych do symulacji procesu wnikania kompozycji im-pregnującej w beton. W: Materiały. V Konferencja Techniczna Technologie i Materiały Budowlane XXI Wieku. Posadzki przemysłowe. Chemia budowlana. Gdańsk, 14-15 marca 2002. Gdańsk: EGERIA\*\*2002 s. 1-9, 5 rys. 4 tab. bib- liogr. 5 poz.
- [18] Kurpiska, M. (2010). Składowiska fosfogipsu – problem w Polsce i na świecie. Materiały budowlane 2010/12
- [19] Kurpiska, M. (2013). Uszkodzenia wielowarstwowych posadzek betonowych. Materiały Budowlane 2013/12