



Temat specjalny

Beton – najczęściej stosowany materiał na świecie

tekst: **MARIA SZRUBA**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne



Beton jest najpowszechniej stosowanym materiałem na świecie. Wyprzedza go tylko zużycie wody. Znany ludziom od wieków, nadal nie traci nic ze swojej popularności i jest z powodzeniem wykorzystywany w wielu przedsięwzięciach budowlanych. Szerokie możliwości stosowania zawdzięcza swoim charakterystycznym cechom, jak m.in. wytrzymałość, trwałość i wszechstronność. Te właściwości betonu sprawiają, że jest to solidna i trwała opcja w przypadku każdego rodzaju realizacji – od budownictwa inżynieryjnego, przez mieszkaniowe, po hydrotechniczne.

fot. bannafarsai, Adobe Stock



W ostatnim czasie gwałtownie wzrosło zużycie betonu, szczególnie w Chinach i Azji. Od 1950 r. produkcja cementu zwiększyła się o 3000%, a od 1990 r. czterokrotnie. W latach 2011–2013 Chiny zużywały więcej betonu niż Stany Zjednoczone przez cały XX w. Rosnące zużycie betonu – w tempie ok. 10% rocznie – można zauważyć również w Polsce [1]. Dobra passa betonu trwa.

Fenomen betonu

Beton jest znany ze swojej wysokiej wytrzymałości. Stopień wytrzymałości można dostosować do potrzeb konkretnego projektu, zmieniając stosunek wody, cementu i kruszywa. Co ciekawe, beton wzmacnia się z roku na rok – wynika to ze zdolności składnika cementowego do tworzenia wiązań z otaczającymi cząsteczkami wilgoci. Jest odporny na erozję, ogień, gnienie, rdzewienie i warunki atmosferyczne. Jego żywotność przewyższa wiele innych typów materiałów budowlanych. Beton odbija ciepło, a nie pochłania go. Ta korzystna zdolność odbijania ciepła pomaga chłodzić budynki, zmniejszając zużycie systemów klimatyzacyjnych, a tym samym – oszczędzać energię. Niesamowita wszechstronność betonu sprawia, że jest przydatny od budownictwa infrastrukturalnego po hydrotechniczne. Solidny i wytrzymały, może wytrzymać klęski żywiołowe, eliminując potrzebę stosowania dodatkowych materiałów do naprawy. Pod koniec życia produktowego beton można poddać recyklingowi i ponownie wykorzystać, co dodatkowo wydłuża jego naturalną żywotność [2].

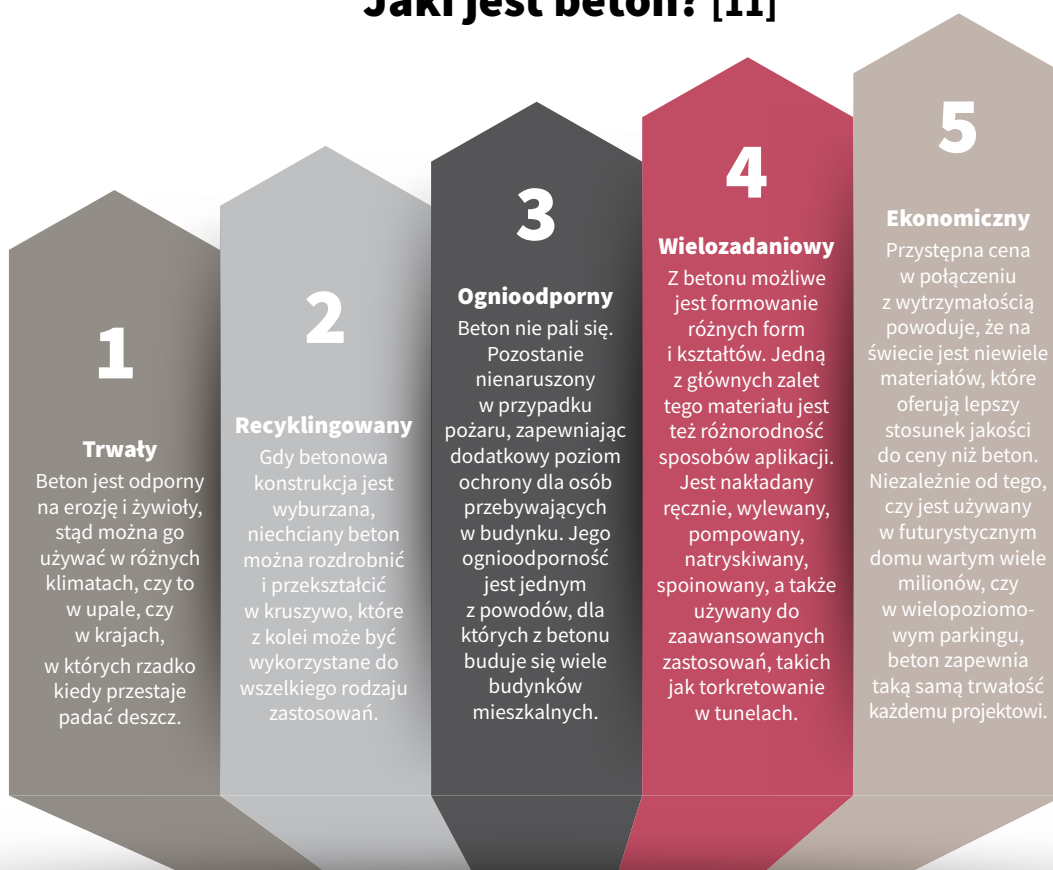
Beton w budownictwie mieszkaniowym

Budownictwo mieszkaniowe generuje ok. 1/3 zapotrzebowania na beton towarowy. Beton jako podstawowy materiał konstrukcyjny we współczesnym budownictwie, w segmencie budownictwa mieszkaniowego szczególnie uwidacznia swoje zalety, umożliwiając wykonanie praktycznie każdego elementu budynku – od fundamentu przez konstrukcję ścian, stropów, tarasów, balkonów aż po dach. Udział technologii monolitycznej w łącznej kubaturze lokali, szczególnie wielorodzinnych, wzrasta dzięki współczesnej technologii betonowania i szalowania, połączonych z dostępnością betonu w każdym zakątku kraju.

Wytrzymałość betonu w przypadku budownictwa mieszkaniowego gwarantuje trwałość obiektu i zapewnia taki poziom komfortu akustycznego, współczynnika przenikania ciepła i odporności ogniowej, jakiego nie byłyby w stanie spełnić inne technologie łącznie. Jego zaletą jest także atrakcyjny poziom kosztów budowy, a zwłaszcza użytkowania budynków. Jak pokazuje doświadczenie, konstrukcje betonowe są bardzo trwałe i z powodzeniem mogą służyć mieszkańcom przez co najmniej 100 lat [3].

W budownictwie mieszkaniowym z powodzeniem stosuje się także technologie prefabrykowane. Wpływa na to szereg czynników, m.in. możliwość typizacji elementów, przygotowanie prefabrykatów w zakładzie produkcyjnym, co umożliwi uzyskanie odpowiedniej jakości elementów, a tym samym i budynków, niezależnie od warunków atmosferycznych. Nie bez znaczenia są także łatwość połączenia systemu prefabrykowanego z monolitycznym czy mniejsze koszty utrzymania i konserwacji tego typu obiektów [4].

Jaki jest beton? [11]

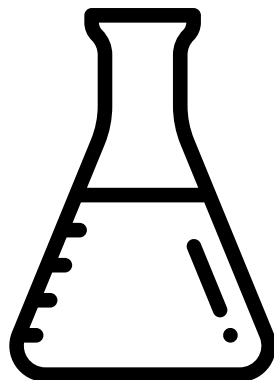


Domieszki i korzyści z ich stosowania [7]



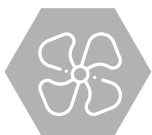
Uplastyczniające

W mieszance betonowej ilość wody zostaje zredukowana od 2 do 5% przy zachowaniu niezmięnionej konsystencji. W roli plastyfikatorów najczęściej występują kwasy lignosulfonowe, rzadziej hydroksykarboksylowe. By znacznie zredukować ilość wody – o co najmniej 12%, a w przypadku najnowszych superplastyfikatorów nawet o 40% – stosuje się mieszanki upłynniające, najczęściej żywice syntetyczne.



Przyspieszające wiązanie i twardnienie

Część z nich wywołuje prawie natychmiastowe wiązanie cementu przy jednoczesnym znacznym obniżeniu właściwości betonu. Inne preparaty nie wywołują gwałtownych reakcji wiązania, a jedynie je skracają i przyspieszają okres twardnienia. Wykorzystują zarówno substancje organiczne, jak i nieorganiczne.



Napowietrzające

Polegają na wprowadzeniu podczas mieszania drobnych pęcherzyków powietrza. Zmodyfikowany w ten sposób beton jest bardziej mrozoodporny. Jako domieszki napowietrzającej używa się zwykle soli kwasów organicznych.



Opóźniające wiązanie

Ich działanie polega na fizycznym utrudnieniu wiązania cementu lub spowolnieniu tego procesu, przez co mieszanka betonowa dłużej zachowuje ciekość.



Uszczelniające

Zmniejszają absorpcję kapilarną stwardniałego betonu, blokując pory kapilarne. Tego typu domieszki wpływają na poprawę wodoszczelności i zmniejszenie nasiąkliwości, a w szczególności zwiększenie trwałości betonu.

Rola betonu w dekarbonizacji miast

Podejście polegające na analizie całego cyklu życia betonu, począwszy od wydobycia surowców na jego wyprodukowanie, a skończywszy na rozbiórce konstrukcji budowlanej i ponownym wykorzystaniu materiału odpadowego, pozwala dostrzec kilka możliwości obniżenia emisyjności tego materiału budowlanego. Jednym z rozwiązań jest zoptymalizowanie składu mieszanki betonowej w konstrukcji tak, aby dostosować jej parametry do warunków pracy w danej konstrukcji bez niepotrzebnego przewartościowania jej parametrów. Obniżenie emisyjności betonu uzyskuje się także przez maksymalne wydłużenie czasu życia konstrukcji. Dąży się do tego, aby służyła jak najdłużej, zachowując nowoczesny design i funkcjonalność, a jednocześnie wymagała jak najmniej napraw. Masa termiczna samego betonu daje możliwość redukcji zużycia energii podczas eksploatacji budynku.

Powierzchnie betonowe ze względu na jasną barwę mają lepszą zdolność odbijania promieni słonecznych (albedo), przez co nie nagrzewają się w miastach w takim stopniu jak ciemniejsze powierzchnie. Dzięki albedo potrzeba także mniej energii na oświetlenie, np. tuneli. Cykl życia betonu nie kończy się wraz z rozbiórką konstrukcji betonowej. Elementy betonowe z rozbiórki mogą być ponownie wykorzystane lub zużyty beton może dalej pełnić użyteczną funkcję jako kruszywo. Ogranicza się tym samym potrzebę produkowania nowych materiałów, uzyskując w efekcie redukcję emisji gazów cieplarnianych do atmosfery. Rekarbonizacja betonu odbywa się w obecności CO₂, który jest absorbowany i chemicznie wiązany w strukturze betonu. Ten powolny proces można przyspieszyć przez

rozwiniecie powierzchni reakcji, np. w przypadku pokruszonego betonu. Z punktu widzenia redukcji emisji CO₂ proces karbonizacji betonu jest bardzo korzystny i do pewnego stopnia może skompensować ilość CO₂ wyemitowanego podczas produkcji cementu. Zależy to głównie od czasu życia danej konstrukcji i jej fazy odpadu – im dłużej będzie trwał proces karbonizacji, tym więcej CO₂ zostanie pochłonięte [5].

Beton w budownictwie inżynierskim

Beton znalazł szerokie zastosowanie w wielu gałęziach budownictwa inżynierskiego. Jako materiał do konstrukcji nawierzchni drogowych sprawdza się wszędzie tam, gdzie występuje duże natężenie ruchu drogowego, a także w warunkach wymagających częstej konserwacji. Betonowe nawierzchnie drogowe cechuje odporność na powstawanie kolein i warunki atmosferyczne. Zapewniają także lepszą widzialność w nocy, dłuższy okres eksploatacji oraz są przyjazne dla środowiska naturalnego. Betony do nawierzchni mostowych charakteryzują się bardzo wysoką trwałością nawet w najtrudniejszych warunkach eksploatacji i przy znacznie większej niż w przypadku nawierzchni drogowych agresywności.

Beton stosowany do budowli hydrotechnicznych, konstrukcji mostowych, ale także zbiorników, silosów oraz podziemnych części budowli posadowionych poniżej poziomu wód gruntowych musi spełniać wymóg wodoszczelności. Budowle, których część jest zanurzona pod wodą, są narażone na ścieranie oraz korozję, którym trudno zapobiec. Wymagają więc użycia specjalnego rodzaju betonu, zapewniającego ochronę przed możliwą korozją strukturalną i gwarantującego trwałość konstrukcji.

WYROBY DLA BUDOWNICTWA DROGOWEGO

Betony nowej generacji oprócz wysokiej wytrzymałości charakteryzują się znacznie wyższymi parametrami w zakresie trwałości i właściwości reologicznych, co przekłada się na szerokie wykorzystanie betonu w budownictwie podziemnym. Wyższe parametry wytrzymałościowe betonów wysokowartościowych mogą w znacznym stopniu ograniczyć jego zużycie w głębinowych szybach oraz ułatwić formowanie, a także poprawić szczelność obudowy i jej odporność na korozję. Beton to także dominujący materiał konstrukcyjny we współczesnej prefabrykacji, którego perspektywy wykorzystania w tym charakterze nadal się poszerzają.

Domieszki i dodatki do betonu

Beton wzbogacano różnymi naturalnymi domieszkami poprawiającymi jego właściwości już w czasach starożytnych. Dziś chemia budowlana jest obszarem będącym fundamentem współczesnej technologii betonu, a domieszki do betonu są jedną z najszybciej rozwijających się grup materiałów budowlanych. Chemia budowlana to także dodatki polimerowe. Modyfikacja za ich pomocą pozwala uzyskać betony polimerowo-cementowe i żywiczne oraz innowacje w zakresie materiałów wykończeniowych, izolacyjnych, naprawczych i do ochrony powierzchniowej. Ciągły rozwój w dziedzinie chemii budowlanej przekłada się na coraz lepsze właściwości betonów, a w efekcie – możliwość realizacji coraz śmielszych projektów budowlanych [6].

Estetyczna strona betonu

Beton coraz częściej oprócz funkcji konstrukcyjnej odgrywa także ważną rolę w kształtowaniu walorów architektonicznych obiektów budowlanych. Beton architektoniczny, zwany też lico- wym, fasadowym czy elewacyjnym, to materiał, którego eksponowana jest zewnętrzna powierzchnia. Wytwarza się z niego elementy konstrukcyjne i elewacyjne, a także obiekty małej architektury. Łączenie betonu architektonicznego z innymi materiałami umożliwi nadanie indywidualnego charakteru każdemu projektowi. Za pomocą specjalnych matryc lub deskowania na powierzchni betonu architektonicznego można wykonać fakturę czy wyeksponować kruszywo podczas płukania betonu. Pozostałe metody obróbki to szlifowanie, zakwaszanie, technologia fotobetonu oraz barwienie, które pojawiło się wraz z rozwojem technologii spoiw cementowych jako alternatywa dla najpopularniejszego szarego budulca [8].

Przyszłość betonu

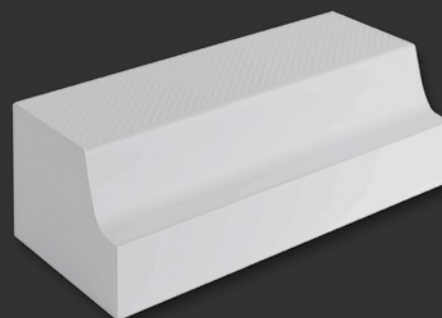
Beton, chociaż znany od wieków, stale ewoluuje. Jednym z najnowszych rozwiązań, w których znalazł zastosowanie, jest druk 3D. Dzięki wykorzystaniu mieszanki betonowej w przyszłości w tej technologii mają powstawać także kubaturowe obiekty budowlane. W 2019 r. w szanghajskim Wisdom Bay Industrial Park zamontowano najdłuższy na świecie betonowy most dla pieszych wydrukowany w technologii 3D. Jego długość to 26,3 m, a szerokość – 3,6 m [9].

Sektorem, w którym beton odgrywa bardzo ważną rolę, jest budownictwo wysokie. Jego rozwój nierozzerwalnie wiąże się z poszukiwaniem nowoczesnych materiałów konstrukcyjnych, które pozwalają budować jeszcze wyżej. Beton coraz częściej jest głównym materiałem konstrukcyjnym w tego typu obiektach.

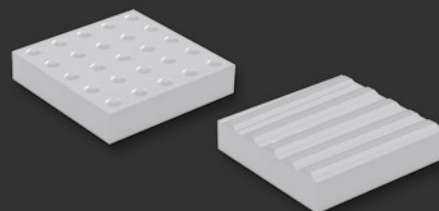
Proces produkcji cementu i betonu spotkał się z krytycznymi głosami ze względu na wysoki poziom emisji CO₂. W ostatnich



 **INTRAC**



**KRAWĘZNIKI PRZYSTANKOWE
I PERONOWE**
PROSTE | SKOŚNE | ŁUKOWE



**PŁYTY WSKAŹNIKOWE
I OSTRZEGAWCZE**
40x40/8 lub 6 cm | 30x30/8 cm

 **BRUK-BET®**

www.bruk-bet.pl | www.intrac.com.pl

Firma NOE-PL Sp. z o.o. udowadnia, że beton jest nie tylko trwałym materiałem budowlanym, ale może być również głównym elementem dekoracyjnym. Czym są matryce do fakturowania powierzchni betonu NOEplast?



MACIEJ BOSSOWSKI,
dyrektor handlowy,
specjalista ds. matryc, NOE-PL Sp. z o.o.

NOEplast – inny wymiar betonu

Beton, nazywany niekiedy kamieniem współczesności, jest bezsprzecznie najbardziej rozpowszechnionym materiałem w nowoczesnym

budownictwie. Relatywnie wygodny w transporcie, łatwy w zastosowaniu na budowie, jest jednocześnie tworzywem trwałym, które pozwala realizować niekiedy skomplikowane wizje architekta zarówno w sferze kształtu, jak i estetyki. Współczesny beton to wyrób zaawansowany technologicznie, w produkcji którego mamy do czynienia z chemicznymi domieszkami, a poza klasycznymi szalunkami stosowane są matryce nadające powierzchni betonu szczególne cechy estetyczne.

Firma NOE Schaltechnik od wielu lat dostarcza na rynek budowlany matryce do fakturowania powierzchni betonu, znane pod nazwą NOEplast. W ofercie firmy znajduje się ponad 100 wzorów skatalogowanych matryc wykonanych

z tworzywa poliuretanowego oraz kilka wzorów matryc wykonanych z PCV, przeznaczonych do tworzenia certyfikowanych powierzchni przeciwślizgowych. Zakres tematyczny wzorów obejmuje m.in. takie powierzchnie, jak tynki, deski, kamień, ściana murowana, materiały naturalne i wzory geometryczne.

Oprócz wzorów standardowych w ofercie firmy znajdują się także matryce wykonywane według indywidualnych projektów.

Ofertę uzupełniają kleje, płyny antyadhezyjne i inne materiały niezbędne do prawidłowej aplikacji matryc, tworząc kompletny funkcjonalnie system.

Wieloletnie doświadczenie i wysoki poziom techniczny oferowanych matryc sprawiają, że firma NOE-Schaltechnik zrealizowała wiele ciekawych projektów, wśród których na szczególną uwagę zasługują takie realizacje, jak budowa stadionu hokejowego ZSC Lions Arena w Zurychu z monumentalnymi motywami przywodzącymi na myśl rozsuwające się kurtyny czy Biblioteki Uniwersyteckiej w Utrechcie z unikatowym motywem roślinnym. Jedynym ograniczeniem pozostaje wyobraźnia projektanta.



fol. louisredon, Pixabay

latach podjęto jednak wiele wysiłków na rzecz poprawy ekologiczności tych materiałów. W ciągu ostatnich kilku dziesięcioleci emisja CO₂ w przeliczeniu na tonę betonu spadła o 18%. Jedną z najważniejszych rzeczy dla sektora budownictwa jest dalsze dążenie do tego, aby beton stał się materiałem jeszcze bardziej przyjaznym dla środowiska. Jeśli tak się stanie, to z dużym prawdopodobieństwem można uznać, że przed przemysłem betonowym rysuje się świetlana przyszłość.

Literatura

- [1] *Zużycie betonu na świecie – gdzie plasuje się Polska?* (online). NOWagazeta.pl. Dostępny w Internecie: <https://nowagazeta.pl/artukul/zuzycie-betonu-na-swiecie-gdzie-plasuje-sie-polska/934513> (dostęp 23 sierpnia 2020).
- [2] *Why is concrete such a popular construction material?* (online). EasyMix Concrete Ltd. Dostępny w Internecie: <https://www.easymix-concrete.co.uk/news/concrete-popular-construction-material/> (dostęp 16 sierpnia 2020).
- [3] Gruszczyński M.: *Beton szansą dla nowoczesnego budownictwa mieszkaniowego*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2017, nr 5, s. 66–67.
- [4] Fangrat J., Sieczkowski J.: *Budownictwo innowacyjne. Technologie prefabrykowane i modułowe w budownictwie mieszkaniowym*. „Builder” 2017, nr 12, s. 58–61.
- [5] Środa B.: *Dekarbonizacja w przemyśle cementowym – nowe podejście*. „Budownictwo, Technologie, Architektura” 2019, nr 2, s. 70–73.



DESKOWANIA

NOE[®] plast

Matryce do kreatywnego fakturowania betonu

foto: betonowe ściany stadionu ZSC Lions i efekt użycia matryc NOEplast
Zürich-Altstetten, Szwajcaria.

www.noe.pl

Centrala Mazowsze
ul. Jeziorki 84 02-863 Warszawa
T +48 22 853 00 91
warszawa@noe.pl

Oddział Pomorze
ul. Grunwaldzka 35 84-230 Rumia
T +48 697 068 080
pomorze@noe.pl

Oddział Śląsk
ul. Ostatnia 3 41-909 Bytom
T +48 32 389 20 61
slask@noe.pl

Czy wiesz, że... [10]

Licząca 43,3 m średnicy kopuła rzymskiego Panteonu, zbudowanego z inicjatywy cesarza Hadriana w latach 118–125, jest do dziś uznawana za największą niewzmocnioną betonową kopułę na świecie.

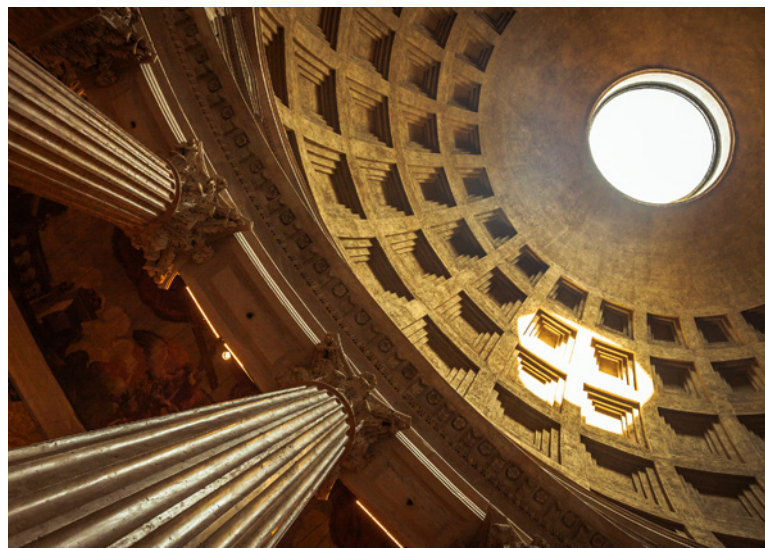
Wynalazca Thomas Edison był twórcą 11 domów z betonu, w których betonowe były także meble, a nawet pianina.

Kilkudziesięciometrowe betonowe stanowiska nastuchowe, tzw. zwierciadła akustyczne, wzniesione wzdłuż południowego wybrzeża Anglii, wykorzystywano podczas II wojny światowej w celu wczesnego wykrycia zbliżających się samolotów.

Statua Chrystusa Zbawiciela w Rio de Janeiro, 30-metrowy pomnik wykonany ze zbrojonego betonu pokrytego steatytem, został w 2007 r. ogłoszony jednym z siedmiu nowych cudów świata.

Wykonany z betonu Kanał Panamski jest jedną z najważniejszych budowli inżynierskich świata.

- [6] Łukowski P.: *Nowe osiągnięcia w dziedzinie domieszek do betonu*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie” 2015, nr 2, s. 32–36.
- [7] Szruba M.: *Domieszki chemiczne i dodatki modyfikujące właściwości betonu*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie” 2016, nr 2, s. 22–26.
- [8] Hodor K., Sawicka M.: *Kształtowanie przestrzeni betonem architektonicznym*. „Budownictwo, Technologie, Architektura” 2014, nr 2, s. 32–34.
- [9] *Guinness Certifies World's Longest 3D Printed Concrete Bridge in China* (online). Dostępny w Internecie: <https://3dprint.com/270883/guinness-certifies-worlds-longest-3d-printed-concrete-bridget-in-china/> (dostęp 31 lipca 2020).
- [10] *8 amazing facts about concrete* (online). Dostępny w Internecie: <https://www.neilsullivanandsons.co.uk/wp-content/uploads/2016/06/NS-8-Facts-Infographic-v2-1.pdf> (dostęp 20 sierpnia 2020).
- [11] *Can concrete keep up its popularity?* (online). „Building Products”. Dostępny w Internecie: <https://buildingproducts.co.uk/can-concrete-keep-popularity/> (dostęp 26 sierpnia 2020).



Panteon w Rzymie, fot. Dnffarkas, Pixabay



Kanał Panamski, fot. Michael D. Camphin, Pexels

Obecnie jednym z ważnych kierunków rozwoju technologii betonu i wszystkich jego składników jest oddziaływanie na środowisko. Jak wymagania środowiskowe wpływają na dobór dodatków i domieszek do betonu?



DANIEL GRZEGORSKI,
prezes zarządu,
Stowarzyszenie Producentów Betonu
Towarowego w Polsce

Poszanowanie środowiska naturalnego jest jednym z podstawowych priorytetów branży producentów betonu towarowego. Jednocześnie

rynek betonu w Polsce jest niesłychanie konkurencyjny, co pobudza wdrażanie do praktyki innowacyjnych rozwiązań technologicznych. Jednym z przykładów wzajemnej koegzystencji postępu technologicznego i ochrony środowiska jest szerokie wykorzystywanie do produkcji mieszanek betonowych dodatków mineralnych i domieszek chemicznych.

Powszechne stosowanie w produkcji betonu dodatków mineralnych (zwłaszcza popiołu lotnego i mielonego, granulowanego żużla wielkopiecowego) oraz domieszek z jednej strony pozwala na ograniczenie zawartości cementu w metrze ściennym betonu, a z drugiej strony umożliwia technologom precyzyjne kształtowanie

właściwości betonu, począwszy od reologii mieszanki, a skończywszy na wytrzymałości i trwałości betonu, a w konsekwencji wykonanych z niego konstrukcji. Takie działania pozytywnie oddziałują na środowisko. Możemy bowiem produkować beton o precyzyjnie zaprogramowanych właściwościach, a zarazem zagospodarujemy znaczące ilości materiałów poprodukcyjnych (popioły powstałe w wyniku spalania węgla w elektrowniach i żużel wielkopiecowy). Tym samym branża RMX wpisuje się w światową politykę klimatyczną związaną z dekarbonatyzacją gospodarki. Przez wykorzystywanie do produkcji lokalnych surowców, powszechnemu stosowaniu cementów niskoklinkierowych (CEM II, CEM III, CEM IV), dodatków mineralnych i domieszek chemicznych w ciągu ostatnich 20 lat udało się zredukować zawartość CO₂ w 1 m³ betonu o ponad 60%, do poziomu zaledwie 105 kg/m³ dla betonu klasy C30/37. Jestem pewien, że dalszy postęp technologiczny oraz aspekt środowiskowy w branży betonowej ściśle powiązany jest z powszechnym stosowaniem dodatków mineralnych i domieszek chemicznych oraz rozwojem tego segmentu chemii budowlanej.

Jakie wymagania należy spełnić i co wpływa na to, że beton osiąga oczekiwane właściwości?



prof. JAN DEJA,
dyrektor Biura Stowarzyszenia
Producentów Cementu

Wbrew obiegowym opiniom beton jest technologicznie bardzo zaawansowanym materiałem i osiągnięcie przez niego pożądanych, oczekiwanych parametrów wymaga określonej

wiedzy, przygotowania ze strony producenta betonu, technologów.

Trzeba dobrać odpowiednie składniki, czyli określony rodzaj cementu i odpowiedni rodzaj kruszywa. Często zapomina się, że beton w 70% swojej objętości składa się z kruszywa. Lekceważąc rolę kruszywa, doprowadzamy do tego, że oczekiwane parametry nie są osiągalne.

Poza cementem i kruszywem nieodzownymi składnikami

betonu są woda i domieszki chemiczne. Na etapie przygotowania betonu nie powinniśmy dodawać zbyt dużo wody, gdyż to pogorszy jego parametry. Domieszki chemiczne jako nowoczesne substancje umożliwiają z jednej strony ograniczenie ilości wody, co pozytywnie przekłada się na końcowe parametry betonu, z drugiej strony pozwalają uzyskiwać materiał łatwiejszy w procesie produkcji i wbudowania świeżej mieszanki betonowej.

Trzeba także pamiętać o prawidłowej pielęgnacji betonu. Przez kilka dni od wbudowania beton powinien mieć zagwarantowany komfort temperatury i wilgotności. Ten okres nazywamy dojrzewaniem betonu.

Jeżeli wszystkie te warunki zrealizujemy, mamy duże szanse na wyprodukowanie betonu, który będzie materiałem spełniającym wszelkie oczekiwane parametry przez 50, 100 czy 150 lat.