



Temat specjalny

Beton – nowoczesność, funkcjonalność, estetyka

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



Fenomen popularności betonu jako materiału budowlanego trwa, chociaż podstawowe zasady jego produkcji nie zmieniły się od ponad wieku. Wśród najważniejszych cech betonu wymienia się trwałość, wytrzymałość, inercję cieplną, duże walory akustyczne, ochronę przeciwpożarową i przeciwwodną oraz łatwość użycia. Beton spełnia także wymagania w zakresie trzech filarów zrównoważonego budownictwa – społecznego, środowiskowego i ekonomicznego.



Fot. tiero, fotolia.com



Fot. tomej, fotolia.com

Stosowane w praktyce betony dzieli się ze względu na różne kryteria. Przyjmując jako wyznacznik gęstość objętościową (ρ), wyróżnia się betony ciężkie ($\rho > 2600 \text{ kg/m}^3$), zwykłe ($\rho \geq 2000 \text{ kg/m}^3$) i lekkie ($\rho < 2000 \text{ kg/m}^3$). Biorąc pod uwagę ich przeznaczenie w konstrukcji, wyróżnia się cztery rodzaje betonu. Elementy, które mogą przejmować obciążenia zewnętrzne od innych elementów, tworzy się z betonu konstrukcyjnego. Wytrzymałość na ściskanie takiego betonu powinna odpowiadać klasie $\geq \text{C16/20}$, w której mieści się beton zwykły.

Beton konstrukcyjno-izolacyjny charakteryzuje się tym, że może przejmować pewne obciążenia, posiadając przy tym podwyższone walory izolacji termicznej. Jego wytrzymałość na ściskanie mieści się w granicach od 4 do 10 MPa. Do wykonywania elementów, które przenoszą co najwyżej własny ciężar, wykorzystuje się beton izolacyjny, spełniający odpowiednie wymagania izolacji termicznej. Jego wytrzymałość na ściskanie nie przekracza 6 MPa. Beton architektoniczny, nazywany także strukturalnym, który spełnia głównie funkcję dekoracyjną, wykorzystuje się do konstruowania elementów monolitycznych i prefabrykowanych. Ze względu na technologiczne warunki pracy uwzględnia się beton hydrotechniczny, żaroodporny i wodoszczelny. Natomiast biorąc pod uwagę miejsce urabiania mieszanki, beton może być uzyskany z mieszanki wykonanej na lub poza placem budowy [1].

Znany od wielu dziesięcioleci beton wciąż poddawany jest modyfikacjom. Umożliwiają je nowe i coraz skuteczniejsze domieszki do betonu, których zużycie stale rośnie. Jako przykład może posłużyć rynek niemiecki, gdzie w ciągu ostatnich 20 lat odnotowano pięciokrotny wzrost zużycia dodatków i domieszek na tonę zużytego cementu. Wśród domieszek betonowych znajdują się m.in. preparaty uplastyczniające i upłynniające (plastyfikatory i superplastyfikatory), opóźniające i przyspieszające wiązanie, napowietrzające i uszczelniające. Dodatki do betonów to m.in. pyły krzemionkowe i zbrojenie rozproszone, np. włókna stalowe, z tworzyw sztucznych, węglowe oraz pochodzenia organicznego [2].

Nowoczesne nawierzchnie

Od nowoczesnych nawierzchni betonowych wymaga się, aby były trwałe, ekonomiczne w wykonaniu, zapewniały bezpieczeństwo i komfort użytkowania oraz w jak najmniejszym stopniu wpływały negatywnie na środowisko i otoczenie.



**prof. dr hab. inż. KAZIMIERZ FLAGA,
dr h.c.m., Politechnika Krakowska,
Katedra Budowy Mostów i Tuneli**

Beton, sztuczny kamień, jest najbardziej rozpowszechnionym materiałem budowlanym na świecie. Przede wszystkim jest produkowany z materiałów łatwo dostępnych

na kuli ziemskiej, tj. kruszywa ze skał, cementu, dla którego głównym surowcem jest klinkier cementowy, wypalany z gliny i kamienia wapiennego, oraz ogólnie dostępnej wody. Ma on wiele niezaprzeczalnych zalet, do których należy zaliczyć dużą wytrzymałość na ściskanie, wystarczającą trwałość w zmiennych warunkach klimatycznych, a także łatwość formowania w dowolne kształty. Wynika to z faktu, że przechodzi on w procesie produkcji przez fazę ciekłą jako mieszanka betonowa, z biegiem czasu tęższe i dojrzewa jako ciało stałe. Będąc materiałem kruchym, ma też jedną wadę – niską wytrzymałość na rozciąganie, stanowiącą ok. 1/10 wytrzymałości na ściskanie. Ale z tą wadą radzimy sobie od lat, stosując w strefach rozciąganych elementów ciągliwą stal miękką lub też sprężając beton cięgnami z drutów o wysokiej wytrzymałości, zmuszając go do pracy całym przekrojem na ściskanie. Nic zatem dziwnego, że beton znalazł powszechne zastosowanie w mostownictwie. Zwłaszcza współcześnie, gdy chemia budowlana pozwoliła na produkcję betonu o wysokiej wytrzymałości $f_c = 60\text{--}90 \text{ MPa}$ (BWW) czy też o bardzo wysokiej wytrzymałości $f_c = 90\text{--}120 \text{ MPa}$ (BBWW). Spowodowało to istotne zmniejszenie wymiarów elementów konstrukcyjnych mostów oraz redukcję ich masy, co umożliwiło budowanie z betonu mostów o dużych rozpiętościach: belkowych, łukowych, wstęgowych, podwieszonych i extradosed. W ten sposób możliwa jest realizacja w mostownictwie starej zasady, której twórcą był Sokrates, że każda rzecz stworzona przez człowieka powinna być funkcjonalna, trwała i estetyczna, czyli piękna.



Fot. PORR SA

Spektrum wykorzystania betonu w funkcji nawierzchni jest szerokie – od wykonywania deptaków, chodników, dróg rowerowych, ciągów pieszych, parkingów, zatoczek autobusowych po drogi.

Jedną z zalet nawierzchni betonowych jest brak odczucia w postaci kolein i muld, co wpływa nie tylko na poprawę bezpieczeństwa i komfortu jazdy, ale też na zmniejszenie nakładów na naprawy. Beton nawierzchniowy, w zależności od zabarwienia zaprawy, jest powierzchnią jasną, a przez to lepiej widoczną w nocy, co daje możliwość zaoszczędzenia energii potrzebnej do jej oświetlenia. Wskutek mniejszego nagrzewania się w porównaniu do nawierzchni asfaltowych nawierzchnia z betonu emituje mniej ciepła do atmosfery.

W ujęciu metody oceny cyklu życia nawierzchnie wykonywane z betonu w stosunku do asfaltowych mają mniejszy wpływ na zużycie zasobów naturalnych oraz mniej negatywny wpływ na środowisko. Wypadają także korzystniej pod względem kosztów budowy, utrzymania i naprawy nawierzchni. Można skalkulować, że łączny koszt 30-letniej eksploatacji dróg betonowych jest niższy niż asfaltowych [3].

Budownictwo podziemne

Beton jest podstawowym tworzywem konstrukcji w przypadku budowy systemów zintegrowanych, gdy sieci układane są w tunelach wieloprzewodowych lub korytarzach technicznych (wyjątek mogą stanowić przypadki układania



prof. dr hab. inż. WOJCIECH RADOMSKI

Podjęty przez Redakcję temat poruszam tylko w aspekcie budownictwa mostowego. Trzeba przede wszystkim odpowiedzieć na pytanie, dlaczego beton cementowy – zarówno na świecie, jak i w Polsce – jest najpowszechniej stosowanym materiałem w mostownictwie.

Otóż w najbardziej lapidarnym i nieco humorystycznym, ale w pełni prawdziwym ujęciu – jest tak dlatego, że gdyby zorganizować wśród obecnie dostępnych materiałów konstrukcyjnych zawody w trójboju „cechy wytrzymałościowe – trwałość – cena”, to beton cementowy nie ma konkurencji. Mimo że początki betonu sięgają starożytności, to jest to tworzywo, które było przez wieki i jest nadal udoskonalane. W ostatnich kilku dekadach dzieje się to głównie dzięki różnego rodzaju domieszkom i dodatkom oraz różnym zabiegom technologicznym. Obecnie potrafimy już, także w kraju, wytwarzać betony wysokowartościowe, cechujące się wytrzymałością na ściskanie ok. 300 MPa. Oczywiście, w codziennej praktyce budowlanej tak wysokie wytrzymałości nie są potrzebne, ale betony o wytrzymałościach w granicach 60-100 MPa są już relatywnie często stosowane, co dotyczy także obiektów mostowych w Polsce (np. mostu extradosed przez Wisłę w Kwidzynie).

Uzasadnieniem technicznym i ekonomicznym wprowadzania do budowy mostów betonów o wysokich wytrzymałościach

jest oszczędność na ogólnej kubaturze materiału (w niektórych przypadkach nawet blisko 30% w porównaniu do zużycia betonów konwencjonalnych) oraz – co często jest argumentem decydującym – znacznie większa trwałość (głównie dzięki bardziej zwartej strukturze oraz odpowiedniemu doborowi składników, w tym np. mikrokrzemionki). Ceny jednostkowe tych betonów, określanych jako betony nowej generacji, są rzeczą jasną wyższe od cen jednostkowych tradycyjnych betonów, ale przez zmniejszenie kubatury i zwiększenie trwałości (obniżenie kosztów utrzymania i remontów) nie wpływają zazwyczaj na wzrost, lecz na obniżenie sumarycznych kosztów realizacji w analizie obejmującej cały cykl życia obiektu (analizy takie stają się powoli na świecie standardem, przebijającym się już także w Polsce). Należy podkreślić, że beton daje możliwości uzyskania różnorodnej faktury powierzchni podpór i przęseł, która, umiejętnie dobrana, silnie wpływa na estetykę mostów. Trzeba też zauważyć, że to właśnie w betonie „dzieje się obecnie najwięcej” zarówno w sensie badawczym, jak i aplikacyjnym. Świadczą o tym choćby rekordowe osiągnięcia w rozpiętościach przęseł – w klasie mostów belkowych beton pokonał już stal, o czym świadczą choćby realizacje światowe i krajowe. Wyniki tego wspomnianego na początku mojej krótkiej wypowiedzi „trójboju” w ostatnich latach coraz silniej przemawiają za dalszym rozwojem betonu. Materiał ten ma więc w mostownictwie nadal wielką przyszłość i podlegać będzie kolejnym innowacjom!



**Inteligentne
budowanie
łączy ludzi.**



powered by

PORR

Budowanie z serca i umysłu. Każdy projekt jest inny - musi być zaplanowany i wykonany indywidualnie. Od wiedzy i zaangażowania każdego człowieka zależy sukces projektu. Od dziesięcioleci za PORR stoją najwyższe kompetencje we wszystkich dziedzinach budownictwa - ponieważ wiedza, zaangażowanie i dobra współpraca zawsze się opłaca.

porr-group.com



Fot. Piotr Mitelski, fotolia.com



prof. dr hab. inż. JAN BILISZCZUK,
Politechnika Wroclawska

Beton stosowany jest w budownictwie od ponad 2000 lat. Jedną z najstarszych budowli betonowych jest Panteon w Rzymie, który jest w eksploatacji już prawie dwa tysiąclecia, co świadczy o tym, że konstrukcje z betonu mogą być bardzo trwałe. Oczywiście, od tamtych czasów beton i budownictwo wykorzystujące ten materiał uległy głębokim przeobrażeniom.

Dzisiaj produkowane są różne rodzaje cementów, adresowane do różnych typów konstrukcji. Od 1873 r. stosowany jest żelbet, a od 1928 r. beton sprężony. To dzięki zastosowaniu betonu sprężonego poszerzyło się zastosowanie betonu w budownictwie mostowym. Obecnie ok. 80% mostów buduje się z betonu, i to zarówno w przypadku małych oraz średnich rozpiętości przęsła, jak i dużych.

Istotnym czynnikiem wzbogacającym beton było wprowadzenie nowoczesnych dodatków i domieszek oraz wynalezienie nowej generacji betonów o bardzo wysokiej wytrzymałości na ściskanie i rozciąganie (np. ductalu). Stosowane są z powodzeniem betony samozagęszczalne (np. most Zamkowy przez Wisłok w Rzeszowie, 2002) i o wysokiej wytrzymałości (np. most przez Wisłę w Kwidzynie, 2013). Wydaje się, że przyszłością są betony o dużej wytrzymałości na rozciąganie, co ograniczy ilość zbrojenia w konstrukcjach; takie konstrukcje już powstały, np. most Egg Graben w Austrii (2012). Beton daje nieograniczone możliwości kształtowania architektonicznego, z czego rzadko korzystają polscy inwestorzy. Tak więc rozwój betonowych konstrukcji mostowych w Polsce i na świecie jest nieustanny, dlatego możemy się spodziewać pojawienia nowej rodziny bardzo trwałych betonów i ciekawych architektonicznie oraz konstrukcyjnie obiektów. Następuje też ciągłe doskonalenie metod budowy mostów, co pozwala na znaczne skracanie czasu ich wznoszenia.

przewodów w zaadaptowanych do tego celu piwnicach starych budynków). Tunele wieloprzewodowe mogą być wykonywane w wykopach lub technologiami bezwykopowymi, przy czym optymalnym kształtem przekroju poprzecznego tunelu do układania w nim przewodów jest prostokąt, który dominuje w tunelach ułożonych płytka techniką przecisku hydraulicznego. Przciskana jest cała konstrukcja tunelu – w większości przypadków to prefabrykowana, żelbetowa rama o sztywnych narożach.

W przypadku budowy nowych sieci konkurencją dla betonu w tym obszarze zastosowań stanowią kamionka i PCW dla mniejszych średnic oraz polimerobeton, GRP i PE-HD dla wszystkich wymiarów rur. Podkreśla się przy tym, że podział rynku pomiędzy wymienione tworzywa a beton należy rozważać przede wszystkim w odniesieniu do przewodów gospodarki wodno-ściekowej, ponieważ w pozostałych obszarach – energetyka i łączność – dominują i będą dominowały inne materiały.

Przy odnowie przewodów infrastruktury podziemnej beton znajduje zastosowanie w wąskim zakresie dotyczącym napraw przewodów (cementacja, układanie wypraw w przewodach przełazowych – najczęściej z betonu natryskiwanego), a mieszanki na bazie cementu – do produkcji iniektów [4].

Beton w konstrukcjach sprężonych

Od betonu w konstrukcji sprężonej oczekuje się wysokiej wytrzymałości na ściskanie i w zasadzie nie dopuszcza się sprężania elementów z betonu o klasie niższej niż C30/37. Wiąże się to głównie z konieczną wysoką wytrzymałością betonu w strefie przekazywania siły sprężającej z zakotwień lub splotów na beton oraz w strefie oddziaływania reakcji.

Chcąc otrzymać beton o wysokim module sprężystości, niezbędne jest zastosowanie kruszywa łamanego, najlepiej bazaltowego. Biorąc pod uwagę prędkość wzrostu wytrzymałości, a także z uwagi na cechy fizykochemiczne (ewentualna agresywność wobec stali), istotny w konstrukcji sprężonej może być też wybór rodzaju cementu.

Na rodzaj kruszywa jako jeden z istotnych parametrów w produkcji betonu w konstrukcji sprężonej rzutuje również wielkość współczynnika pęcznienia, który powinien być niski.



30 lat w Polsce

Deskowania i rusztowania dla wszystkich sektorów budownictwa

Proste rozwiązania dla złożonych projektów

Doradztwo techniczne

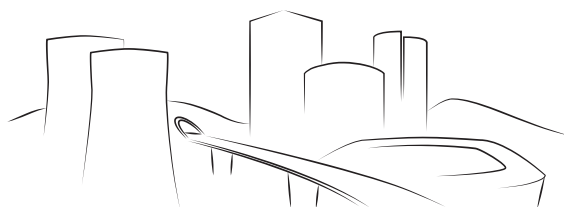
Bliska współpraca z Klientem na każdym etapie projektu

Bezpieczeństwo ponad wszystko

11 biur w całej Polsce, 4 centra logistyczne

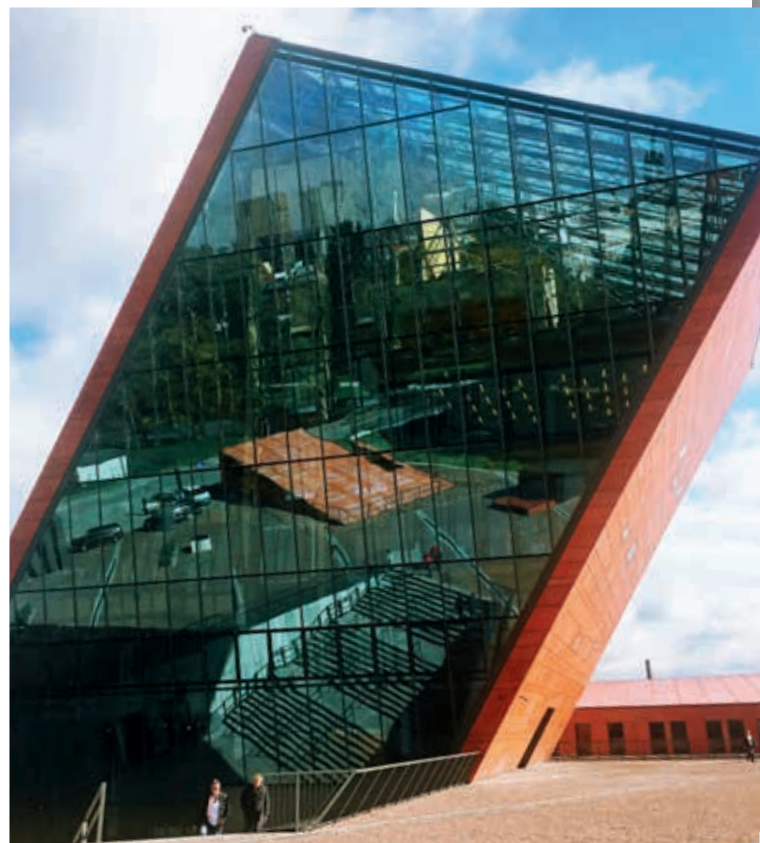


From the beginning of your projects





Muzeum II Wojny Światowej w Gdańsku, fot. nbimedia



STACHEMA Polska Sp z o.o., ul. Żwirki i Wigury 49, 21-040 Świdnik
tel.: 81 745 46 60, e-mail: zamowienia@stachema.pl



www.stachema.pl

STACHEMENT SP41

To innowacyjny produkt najnowszej generacji, którego działanie skoncentrowane jest na optymalizacji efektu upłynniającego i właściwości reologicznych mieszanki betonowej. Dedykowany zarówno do zastosowania w produkcji betonu towarowego jak i prefabrykacji.

Zastosowanie domieszki STACHEMENT SP41 pozwala na uzyskanie:

- znacznie obniżonej zawartości wody zarobowej (nawet 30%),
- bardzo dobrego utrzymania konsystencji mieszanki,
- stabilności (jednorodności) mieszanki,
- wysokiej wytrzymałości.

STACHEMENT SP41 może być wykorzystywany w produkcji:

- betonów towarowych,
- napowietrzanych betonów konstrukcyjnych,
- betonów architektonicznych,
- betonów SCC, ASCC,
- betonów do produkcji elementów prefabrykowanych.

Poza kruszywem istotny jest również wybór cementu, proporcje mieszanki betonowej (zwykle zastępowane w obliczeniach wytrzymałością na ściskanie) oraz warunki dyfuzji wilgoci z betonu do otoczenia.

Odpowiednia analiza zachowania betonu w konstrukcji sprężonej wymaga uwzględnienia kolejnych etapów wzrostu naprężeń, wpływu pełzania betonu na redystrybucję sił między materiałami oraz na odkształcenia konstrukcji [5].

Betony podwodne

Technologia betonowania z zastosowaniem betonów podwodnych polega, ogólnie mówiąc, na układaniu mieszanki betonowej bezpośrednio przez warstwę wody stojącej lub płynącej. Stosuje się ją przy wykonywaniu i naprawach konstrukcji hydrotechnicznych, przyczółków mostowych, fundamentów na gruntach podmokłych, platform wiertniczych itp. Choć w Polsce betony podwodne i technologia ich wykonywania jest stosunkowo mało znana, to wraz z gwałtownym wzrostem zainteresowania na krajowym rynku budowlanym betonami nowych generacji pojawiły się także domieszki i dodatki do betonów i zapraw podwodnych niewymagających w trakcie ich wykonywania odizolowania od środowiska wodnego.

Projektowanie betonów podwodnych pozostaje w ścisłym związku z betonami samozagęszczalnymi, ponieważ mieszanka wykonana z betonu podwodnego nowej generacji powinna zapewnić szczelne wypełnienie deskowania (również między prętami zbrojenia), posiadać zdolność do samopoziomowania bez zagęszczania mechanicznego i nie ulegać segregacji i bledingowi w czasie betonowania pod wodą [6].



WE CREATE
SIMPLE
SOLUTIONS
FOR
CONCRETE



STACHEMA Polska sp. z o.o.
ul. Żwirki i Wigury 49
21-040 Świdnik

www.stachema.pl



Budynek wielorodzinny przy ul. Sprzecznej 4 w Warszawie, fot. SPC



Centrum Spotkania Kultur w Lublinie, fot. SPC



prof. dr hab. inż. JAN DEJA,
Akademia Górniczo-Hutnicza; dyrektor Biura
Stowarzyszenia Producentów Cementu

Beton to materiał, który ma nie tylko długą i bogatą historię, ale również wspaniałą perspektywę. Technologia betonu gwałtownie się rozwinęła w ostatnich dekadach. Obecnie możemy mówić

o betonie jako o materiale high-tech, zaawansowanym, inteligentnym w niektórych rozwiązaniach, który np. potrafi reagować na intensywność ekspozycji słonecznej. Jednym z zastosowań betonu jest prefabrykacja, obecnie odżywiająca w Polsce. Dzisiejsza prefabrykacja zdecydowanie się różni od tej sprzed pół wieku. Pozwala nie tylko budować unifikowane, powtarzalne obiekty, ale kształtować formę i utrzymywać mikroklimat środowiska, w którym mieszkamy. Dobrze zmontowana konstrukcja z prefabrykatów jest również odpowiednio wyciszona, czego nigdy lub co z trudem osiągniemy przy innych rozwiązaniach. Beton przez swoją wysoką masę termiczną umożliwia oszczędzanie energii. W budynkach z betonu zużyjemy mniej ciepła na ogrzewanie domów w okresie jesienno-zimowym, a także mniej energii elektrycznej do schładzania pomieszczeń w okresie letnim. Swoje miejsce w naszym budownictwie mają w dalszym ciągu konstrukcje betonowe monolityczne. Obecnie możemy patrzeć na beton jak na materiał, który można wbudować bez procesów zagęszczania, stosując betony

samozagęszczające się. To masy o bardzo dużej ciekłości, nieprzewodzące do segregacji składników, niewymagające mechanicznego zagęszczania, a więc eliminujące z budowy czy wytwórni betonu hałas powodowany przez urządzenia do mechanicznego zagęszczania. To istotny element w rozwoju technologii betonowej. Jak już wspominałem, beton jest materiałem high-tech. Obecnie produkujemy betony osiągające wytrzymałość rzędu 150 MPa i więcej, a w wysublimowanych postaciach jesteśmy w stanie produkować betony ultrawysokowartościowe Ultra High Performance Concrete (UHPC) o wytrzymałościach 200-300 MPa.

Obecnie całe środowisko zajmujące się betonem bardzo intensywnie pracuje nad zwiększeniem trwałości betonu. Nie bez powodu w preambule do europejskiej normy na beton założona jest 50-letnia żywotność konstrukcji, a w obiektach mostowych nawet 100-letnia. W Polsce pracuje wielu specjalistów, którzy dobrze wiedzą, jaka jest rola domieszek chemicznych do betonu. Bez nich nie byłoby tych nowoczesnych rozwiązań, o których mówiłem. Są także znakomici specjaliści od dodatków mineralnych, które w istotny sposób kształtują cechy trwałościowe. To kolejne obszary, które pokazują, jak intensywnie pracuje się dzisiaj nad betonem i jego właściwościami. To także dowód na to, że w dalszym ciągu ten materiał odkrywamy, choć już obecnie coraz lepiej go rozumiemy i potrafimy mądrze kształtować jego właściwości.



Siedziba Sądu Rejonowego w Siedlcach, fot. SPC

Beton w prefabrykacji

To prefabrykacja, czyli masowe wytwarzanie elementów budowlanych w zakładzie produkcyjnym, niewątpliwie stanowi czynnik, dzięki któremu mechanizacja, rytmika i masowość produkcji stały się możliwe. Współczesne budownictwo chcące przekraczać coraz to nowe ograniczenia, związane m.in. z wysokością i rozpiętością budowli, wykorzystuje prefabrykaty jako efektywne konstrukcje z uwagi na ich wysoką wartość stosunku rozpiętości do wysokości przekroju.

Budynki wznoszone w technologiach prefabrykowanych mogą liczyć do 80 kondygnacji, a dzięki niewątpliwemu atutowi konstrukcji prefabrykowanych, jakim jest wytrzymałość, dodatkowy zapas bezpieczeństwa w nich zawarty jest przeważnie znacznie większy niż wymagany przepisami normy projektowej.

Coraz szersze stosowanie prefabrykatów wynika z ich licznych zalet, takich jak możliwość osiągnięcia przez nie wysokiej wytrzymałości, wykorzystania do podpierania i stabilizacji konstrukcji przenoszących duże obciążenia, odporność na wpływy korozyjne, agresję chemiczną czy silne uderzenia, mała relaksacja naprężeniowa. Prefabrykaty można wykonywać z różnych materiałów, co pozwala na uzyskiwanie właściwości wymaganych dla konkretnej konstrukcji [7].

Certyfikacja betonu – dobrowolność czy obowiązek?

Beton uzyskał status wyrobu budowlanego podlegającego znakowaniu znakiem budowlanym na mocy rozporządzenia z 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym [8]. W załączniku nr 1 rozporządzenia zestawiono grupy wyrobów budowlanych objętych obowiązkiem



CZY DWA MIESIĄCE
BUDOWY KRÓCEJ
TO DUŻO?

Skrócenie czasu realizacji
konstrukcji nawet o 25-30%.

 **Pekabex**

ZAPYTAJ NASZYCH EKSPERTÓW
O ROZWIĄZANIA W NOWOCZESNEJ
TECHNOLOGII PREFABRYKACJI

Szybki montaż przez profesjonalne ekipy
oznacza większe bezpieczeństwo
na placu budowy.

www.pekabex.pl

Budownictwo, któremu sprzyja teraz dobra koniunktura, weszło już jakiś czas temu w „cementochłonną” fazę. W jaki sposób branża deskowań i rusztowań wykorzystuje wiążące się z tym faktem możliwości?



MARTA MODRZEJEWSKA,
dyrektor marketingu, Doka Polska Sp. z o.o.

Obserwujemy zmiany w branży i dynamiczny rozwój rynku. Ożywienie inwestycyjne oraz popyt na usługi budowlane idzie w parze z rosnącymi potrzebami i oczekiwaniami inwestorów.

Nieograniczone możliwości projektowe

i coraz śmielsze wizje projektantów wymagają od wykonawców i dostawców jeszcze większej wydajności, szybszego postępu prac, optymalizacji czasowej, ale i kosztowej realizowanych projektów. Jak sprostać tym wymaganiom?

Przy budowie najbardziej wymagających obiektów niezastąpione jest międzynarodowe doświadczenie, najwyższej jakości produkty i innowacyjne rozwiązania technologiczne. W celu opracowania i doboru optymalnego rozwiązania deskowaniowego już w fazie planowania należy dokładnie przyjrzeć się takim elementom, jak długość taktu, metoda budowy, rodzaj zbrojenia, wyposażenie placu budowy i czynności związane z betonowaniem. Istotne jest przy tym projektowanie obiektów i części budowlanych w technologii 3D. Animacje i wizualizacje sprawiają, że skomplikowane konstrukcje stają się bardziej zrozumiałe, a poszczególne etapy realizacji projektu – wyjątkowo przejrzyste. Powyższe warunki ramowe tworzą całościowy model i pozwalają spojrzeć na projekt z zupełnie innej perspektywy.

W ciągu ostatnich lat Doka wprowadziła wiele nowatorskich rozwiązań, które nie tylko zapoczątkowały całkowicie nowe myślenie o realizacji stanu surowego budynków, ale – co najważniejsze – pozwoliły na realne oszczędności czasu i nakładów roboczych, a co za tym idzie, większą liczbę realizacji w sezonie budowlanym. Owoce wymienionych wysiłków są tak rewolucyjne dziś technologie, jak system Concremate.

Concremate to zaawansowane rozwiązanie oparte na czujnikach kablowych i bezprzewodowych, które umożliwia firmom budowlanym cyfrowy nadzór nad wytrzymałością mieszanki betonowej w czasie rzeczywistym przez przesyłanie danych i wykonywanie obliczeń temperatury i hydratacji betonu wylewanego na miejscu. Dostarcza cennych informacji o wzroście temperatury oraz wytrzymałości betonu. Transfer danych odbywa się w czasie rzeczywistym, co osobom odpowiedzialnym na placu budowy (np. brygadziście) ułatwia trafne ustalenie terminów rozdeskowania, czas dojrzewania betonu czy najwcześniejszy moment jego naprężenia.

Rozwiązanie pozwala tym samym uniknąć powstania pęknięć i późniejszych uszkodzeń, a także wydatnie zwiększyć produktywność realizowanych prac betonowych. Do tej pory Concremate wykorzystano już na ponad 100 placach budowy, gdzie sprawdzono się w skrajnie różnych warunkach.

sporządzania krajowej deklaracji właściwości użytkowych, wśród których znajduje się beton.

Z [8] wynika, że praktycznie prawie zawsze (zastosowania inne niż konstrukcyjne betonu są marginalne) obowiązkowy do zastosowania jest krajowy system oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych 2+. Zgodnie z nim, w ocenie tej bierze udział jednostka certyfikująca wyroby, która posiada akredytację do wykonywania czynności związanych z przeprowadzeniem wstępnej inspekcji zakładu produkcyjnego i zakładowej kontroli produkcji, należy do niej wydanie krajowego certyfikatu zgodności zakładowej kontroli produkcji oraz kontynuacja nadzoru, oceny i ewaluacji zakładowej kontroli produkcji.

Tym samym można uznać, że certyfikacja kontroli produkcji zaproponowana w normie PN-EN 206 z założenia jest dobrowolna. Niemniej są sytuacje, kiedy staje się obowiązkowa. Otóż obowiązek certyfikacji kontroli produkcji opisanej w normie PN-EN 206 może być spowodowany wymaganiami odbiorcy betonu. W praktyce oznacza to, że jeśli producent się do niego nie zastosuje, to nie będzie mógł realizować dostawy, a zamówienie trafi do tego podmiotu, który dostosuje się do tego wymogu [9].

Walory estetyczne

Beton coraz częściej oprócz funkcji konstrukcyjnej pełni także ważną funkcję w kształtowaniu walorów architektonicznych obiektów budowlanych. Beton architektoniczny, zwany inaczej licowym, fasadowym lub elewacyjnym, to beton, którego zewnętrzna powierzchnia jest eksponowana, a wymagania co do powierzchni zostały specjalnie określone. Tego typu beton wykorzystuje się do wytwarzania elementów konstrukcyjnych i elewacyjnych. Wykonuje się z niego także obiekty małej architektury.

Zaletą betonu architektonicznego jest możliwość łączenia go z innymi materiałami, co umożliwi nadanie indywidualnego charakteru każdemu projektowi. Beton architektoniczny to nie tylko elementy o gładkim licu. Za pomocą specjalnych matryc lub deskowania na jego powierzchni można wykonać fakturę czy wyeksponować kruszywo podczas płużenia betonu.

Pozostałe metody obróbki to szlifowanie, zakwaszanie, technologia fotobetonu oraz barwienie [10]. Barwienie betonu pojawiło się wraz z rozwojem technologii spoiw cementowych jako alternatywa dla szarego, najpopularniejszego budulca. Pierwsze barwniki syntetyczne zaczęto produkować po 1855 r. i od tego czasu stosuje się prawie wyłącznie ten typ pigmentów. Na początku XX w. zaczęto uruchamiać na skalę przemysłową produkcję syntetycznych tlenków żelazowych. Obecnie barwniki można klasyfikować zarówno ze względu na ich skład chemiczny, jak i dostępną w sprzedaży formę.

Barwienie betonu jest tak popularne ze względu na coraz większe wymagania estetyczne inwestorów. Ponadto w dzisiejszych czasach umiejętności projektantów oraz doświadczenia producentów pozwalają na wykonywanie betonów o dowolnej kolorystyce i właściwościach. Trendy kolorystyczne są w ścisłej mierze uzależnione od panującej mody, która w nierozważny sposób przenikając do każdego aspektu życia konsumentów, wpływa także na beton [11].

W trosce o środowisko

Z upływem lat coraz większe znaczenie mają aspekty związane z ochroną środowiska naturalnego, stąd zwiększające się

CONCREMOTE

doka

Nowa definicja budowania.
Inteligentne rozwiązania dla betonu.



Oszczędność czasu i kosztów

Monitorowanie
dojrzności betonu



Zwiększenie bezpieczeństwa

Projektowanie 3D i AR



Poprawa jakości betonu

BIM & VDC





Fot. Emil, fotolia.com

zainteresowanie alternatywnymi rozwiązaniami w budownictwie. Rosnąca świadomość ekologiczna społeczeństwa skłania do poszukiwań nowych rozwiązań w przemyśle budowlanym. Postuluje się prowadzenie systematycznych działań i wdrażanie w życie zasad zrównoważonego rozwoju, tak aby efekty działań na rzecz ochrony środowiska były widoczne i długotrwałe. Praktyki ekologiczne zaowocowały rosnącą tendencją do stosowania materiałów uzyskanych z recyklingu.

Coraz większe grono firm i instytucji popiera wykorzystanie gruzu budowlanego jako zamiennika kruszywa naturalnego przy produkcji mieszanek betonowych, co jest spowodowane względami ekonomiczno-ekologicznymi. Dzięki wykorzystaniu gruzu budowlanego ogranicza się zużycie drogich kruszyw naturalnych, przez co następuje

również minimalizacja negatywnego wpływu na środowisko naturalne. Znaczącą korzyść osiągnie się, gdy możliwie największa ilość kruszyw recyklingowych zostanie wykorzystana do produkcji betonu.

Wśród zasadniczych powodów, dla których recykling jest coraz popularniejszy, najważniejsze są ciągły przyrost ilości odpadów betonowych oraz stały wzrost zużycia betonu jako materiału budowlanego [12].

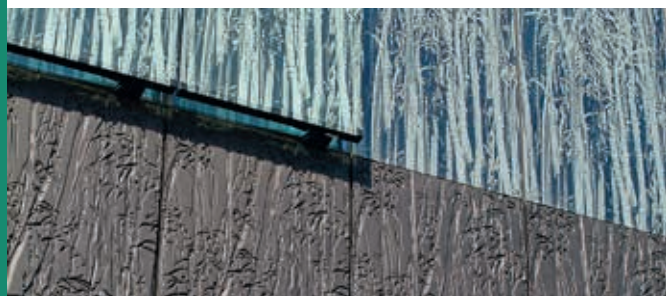
Literatura

- [1] Jamroży Z.: *Beton i jego technologie*. Warszawa 2015.
- [2] Stawiarski P.: *Domieszki do betonu. Rodzaje domieszek do betonu, za jakie właściwości betonu odpowiadają* (online). 21 czerwca 2018. Dostępny w Internecie: <https://www.muratorplus.pl/technika/chemia-budowlana/domieszki-do-betonow-aa-vfPz-MEhk-sbYx.html> (dostęp 25 sierpnia 2018).
- [3] Wciśto A.: *Beton nawierzchniowy z eksponowanym kruszywem – trwałość, funkcjonalność i estetyka*. „Budownictwo, Technologie, Architektura” 2013, nr 2, s. 34–38.
- [4] Madryas C.: *Beton w infrastrukturze podziemnej miast przyszłości*. Materiały konferencji *Dni betonu*. Wisła, 9–11 października 2006.
- [5] Gwoździewicz P.: *Konstrukcje sprężone. Cz. 1. Materiały i wykonanie prac*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2014, nr 5, s. 58–63.
- [6] Horszczaruk E., Flis I., Wąż S., *Betony podwodne – właściwości, projektowanie, technologie*. Materiały konferencji *Dni betonu*. Wisła, 11–13 października 2004.
- [7] *Książeczka o prefabrykacji. Dlaczego prefabrykacja? Sto korzyści stosowania prefabrykacji* (online). Federacja Prefabrykacji Betonowej (BPCF). Dostępny w Internecie: http://s-p-b.pl/img/upload/LittleBook_Polish.pdf (dostęp 26 sierpnia 2018).
- [8] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym.
- [9] Bajorek G., Kiernia-Hnat M.: *Certyfikacja betonu towarowego. Co powinien o niej wiedzieć inżynier?* „Inżynier Budownictwa” 2017, nr 12, s. 35–40.
- [10] Hodor K., Sawicka M.: *Kształtowanie przestrzeni betonem architektonicznym*. „Budownictwo, Technologie, Architektura” 2014, nr 2, s. 32–34.
- [11] Lewandowski L.: *Barwienie betonu*. „Inżynier Budownictwa” 2017, nr 4, s. 94–97.
- [12] Sadowska-Buraczewska B.: *Kruszywa z recyklingu w budownictwie*. „Inżynieria Ekologiczna” 2014, t. 40, s. 74–81.



DESKOWANIA

NOE-PL Sp. z o.o., ul. Jeziorki 84, 02-863 Warszawa
tel.: 22 853 00 91, e-mail: warszawa@noe.pl



www.noe.pl

Matryce NOEplast - kreatywne fakturowane powierzchni betonu

Oferta firmy NOE obejmuje sprzedaż szerokiego wachlarza akcesoriów betonowych, dystansów, deskowań i akcesoriów do deskowań. Ponadto w naszym asortymencie dostępne są również matryce do betonów NOEplast, pozwalające na kreatywne formowanie estetycznej faktury powierzchni betonowych. Są one przeznaczone do stosowania zarówno w zakładach prefabrykacji, jak i na placach budowy. Dzięki wyjątkowej trwałości specjalnej masy poliuretanowej możliwe jest wykonanie nawet do 300 powtórzeń. Zestaw standardowych matryc składa się z ponad 100 różnych wzorów oraz nieskończonej ilości matryc uformowanych na specjalne zamówienie naszych klientów.



STRUKTURA

NOE[®] plast

Matryce strukturalne do fakturowania betonu

ponadto w ofercie firmy NOE:

- pełen zakres systemów deskowań
- akcesoria do betonowania
- kompleksowa obsługa techniczna

fot. wnętrze Biblioteki Uniwersyteckiej w Utrechcie

www.noe.pl

Oddział 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



Roca London Gallery, fot. Zaha Hadid Architects



Learning Centre w Wiedniu, fot. Roland Halbe



**prof. nzw. dr hab. inż. arch.
KRYSZYNA JANUSZKIEWICZ,
Zachodniopomorski Uniwersytet
Technologiczny w Szczecinie**

Tuf wulkaniczny, cement, jest wykorzystywany niemal od zarania cywilizacji. Do dziś przetrwały relikty struktur sprzed 8 tys. lat, świadczące

o stosowaniu betonu w kulturze nabatejskiej, a rzymski Panteon jest wciąż największą kopułą z niezbrojonego betonu. Beton jest przyjazny dla środowiska we wszystkich stadiach swojego życia.

Pomimo łatwości formowania beton jest materiałem kruchym i dopiero użycie wiotkich prętów stalowych do zwiększenia jego nośności na rozciąganie spowodowało istotny postęp w jego zastosowaniach. W drugiej połowie XIX w., po odkryciu cementu portlandzkiego, beton zbrojony dał możliwość wznoszenia nowych form budowlanych o złożonej geometrii. Fascynował wybitnych konstruktorów XX w., takich jak Eugène Freyssinet, Robert Maillart, Pier Luigi Nervi, Eduardo Torroja, Felix Candela, Heinz Isler, Santiago Calatrava. Stworzyli oni podstawy do wznoszenia cienkościennych struktur krzywoliniowych, zwłaszcza paraboliczno-hiperbolicznych, twierdząc, że ich dzieła są częścią natury. Calatrava wyeksponował beton w najpiękniejszej jego postaci.

Od ponad dwóch dekad technologie CAD / CAM dają nowe możliwości projektowania i budowania krzywoliniowych form, które wcześniej były trudne lub niemożliwe do realizacji. Formy swobodne wyznaczają dziś nowy paradygmat estetyczny, wskazują kierunek poszukiwań nowego typu struktur. Chociaż formy te wymuszają inne niż dotąd relacje między geometrią a materiałem, to beton pozostaje nadal niezbędnym tworzywem. Zmieniają się jednak jego właściwości fizyczne i estetyczne,

zmienia się receptura, zastosowanie i wygląd powierzchni betonowych.

W XXI w. beton podawany z węża shotcrete znalazł zastosowanie jako ważny komponent wielowarstwowych „skór” strukturalnych w krzywoliniowej architekturze. Stosują go m.in. tacy architekci, jak Frank O. Gehry i Richard Meier w pionierskich rozwiązaniach wielowarstwowych powłok budowlanych. Wymienić tu trzeba Experience Music Project, interaktywne muzeum w Seattle poświęcone muzyce czy też centrum kultury City of Culture of Galicia w Santiago de Compostela, jak również Muzeum Historii Żydów Polskich Polin w Warszawie, gdzie beton natryskowy użyto przy formowaniu instalacji „Przeście przez Morze Czerwone”. Popularność zdobywa także beton zbrojony włóknem szklanym, który pozwala na kształtowanie cienkościennych form swobodnych o złożonej geometrii, a także spełnia wysokie normy środowiskowe. Znajduje zastosowanie w modelowaniu krzywoliniowych przestrzeni wewnętrznych, czego przykładem są realizacje Zaha Hadid Architects, takie jak Roca London Gallery w Londynie, Heydar Aliyev Center w Baku, Library and Learning Centre w Wiedniu. Beton ten występuje również w postaci kolorowych paneli, które mogą być wykorzystywane na zewnątrz obiektu, jak na Melting Pot Arena w Johannesburgu. Most-pawilon firmy Rieder na Expo 2008 w Saragossie demonstruje 29 tys. trójkątnych paneli Fibre C na długości 275 m.

Brak przyjaznych środowisku materiałów budowlanych odpowiednich dla form krzywoliniowych sprawia, że beton wykorzystywany jest w nowy sposób. Znany jako mieszanka tufu wulkanicznego, kruszywa i wody przechodzi nieustanną rewolucję technologiczną, osiągając dziś wyjątkowy poziom. Dlatego też beton ma szansę stać się pomostem pomiędzy tradycyjną ekonomiczną i trwałą konstrukcją a krzywoliniową architekturą generowaną cyfrowo.

PROGRAM DOSTAWCZY

- > rury żelbetowe / betonowe
 - o przekroju okrągłym K-GM i K-FM
- > rury do mikrotunelowania
- > rury PEHD z otuliną żelbetową
- > profil jajowy / przekroje gardzielowe / profile specjalne / profil ramowy
- > systemy studni > studnie styczne
- > elementy denne studni
 - system HABA-PERFECT
- > studnie opuszczane startowe i odbiorcze do mikrotunelowania
- > odwodnienia liniowe
- > drogowe bariery ochronne

