

mgr inż. Ewelina Chojnacka^{1*)}
dr inż. Łukasz Mrozik²⁾

Kruszywo lekkie Certyd przyszłością prefabrykacji

Stosowanie lekkich betonów kruszywowych do produkcji elementów prefabrykowanych powoduje znaczne zmniejszenie ich ciężaru właściwego, który waha się w granicach od 800 do 2000 kg/m³. W efekcie poszczególne części budynku generują mniejsze obciążenie konstrukcji. Produkowanie elementów budowlanych o mniejszym ciężarze powoduje również zmniejszenie kosztów ich transportu i montażu, dlatego też kruszywa lekkie uznane są za bardzo przyszłościowy kierunek w prefabrykacji betonowej [1]. Do niezaprzeczalnych zalet elementów prefabrykowanych do budowy m.in. hal przemysłowych i produkcyjnych, czy też budynków mieszkalnych, zaliczyć można również betonowanie bez względu na różne warunki atmosferyczne oraz szybkość wznoszenia takich budynków. Prefabrykację charakteryzuje również bardzo dobra jakość elementów dzięki powtarzalnej i certyfikowanej produkcji fabrycznej, a produkcja wieloseryjna umożliwia obniżenie kosztów wyprodukowania elementów [2].

Właściwości kruszyw lekkich różnią się znacznie od cech kruszyw zwykłych. Porowatość kruszyw lekkich wynosząca 40–80% wpływa na ich gęstość, która jest ważnym kryterium przydatności do betonów konstrukcyjnych. Wykorzystywane są na ogół kruszywa pochodzenia mineralnego, a ich gęstość w stanie suchym nie przekracza 2000 kg/m³. Ze względu na zróżnicowaną strukturę nasiąkliwość tych kruszyw waha się od 2 do nawet 45%. W naszym kraju najczęściej używa się kruszyw sztucznych z glin spiekanych, popiołów lotnych czy łupków pęczniących [3].

Kruszywa lekkie były dotychczas wykorzystywane przede wszystkim z keramzytem, stosowanym najczęściej do pro-

dukcji nadproży oraz bloczków do budowy ścian. Betony lekkie stosowane są też często jako warstwy izolacyjne i wypełniające [4, 5].

Pomimo dużego zakresu zastosowania, kruszywa lekkie charakteryzują się na ogół małą wytrzymałością na ściskanie. Inaczej jest w przypadku kruszywa Certyd, które wykorzystuje się do tworzenia lekkich betonów konstrukcyjnych o klasie wytrzymałości dochodzącej nawet do LC55/60 oraz gęstości zaczynającej się od 1400 kg/m³. Certyd wytwarza się podczas spiekania materiałów antropogenicznych w kontrolowanych warunkach. Do jego produkcji używa się przede wszystkim popiołu, który powstaje podczas spalania węgla kamiennego. Do zalet tego kruszywa zaliczyć można małą gęstość nasypową, dosyć dużą odporność na miażdżenie (ok. 10 MPa) oraz współczynnik przewodzenia ciepła na poziomie $\lambda = 0,16$ W/m·K, który jest dużo mniejszy niż w przypadku kruszyw naturalnych (tabela 1). Certyd w trakcie obróbki termicznej nie pęcznieje (w odróżnieniu od keramzytu). Skutkiem tego jest mniejsza porowatość, a co za tym idzie większa wartość gęstości nasypowej i gęstości samych ziaren oraz mniejsza nasiąkliwość [6]. Obecnie, tworząc betony lekkie, stosuje się metodę prób i błędów – tak też zrobiono, badając doświadczalnie związki i zależności pomiędzy składem betonu lekkiego a wybranymi jego właściwościami – gęstością i wytrzymałością.

Tabela 1. Właściwości kruszywa Certyd [4]

Charakterystyka	Norma	Frakcje			
		0 – 2 mm	1 – 4 mm	4 – 8 mm	8 – 18 mm
Gęstość nasypowa [kg/m ³]	PN-EN 1097-3:2000	900 ± 10%	820 ± 10%	700 ± 10%	725 ± 10%
Gęstość ziaren [kg/m ³]	PN-EN 1097-6:2002			1300	1380
Nasiąkliwość po 24 h [%]	PN-EN 1097-6:2002			20	17 – 18
Odporność na miażdżenie [N/mm ²]	PN-EN 13055-1:2003			> 6,0	> 5,0
Współczynnik przewodzenia ciepła [W/mK]	PN-EN 12667:2002	0,18	0,16	0,14	0,16
Mrozoodporność [%]	PN-EN 13055-1:2003			1	1

Badania

Autorka artykułu podjęła się przeprowadzenia badań pilotażowych, mających na celu ocenę wpływu zastosowania lekkiego kruszywa Certyd na wybrane właściwości betonu. Badania obejmowały 6 receptur, które różniły się ilością zastosowanego cementu oraz stosunkiem w/c (tabela 2). Materiały użyte do badań, to Cement Warta CEM I 52,5 R-NA, kruszywo grube Certyd w dwóch frakcjach – 1/4 mm oraz 4/9 mm, piasek frakcji 0/2 mm, drobny Certyd frakcji 0/2 mm, woda wodociągowa oraz superplastyfikator – domieszka Sika Viscocrete 5-600.

Wykonano po dwa zaroby mieszanki betonowej na podstawie każdej z sześciu receptur. Podczas tworzenia zarobów napotkano różne problemy, jak np. pogorszona urabialność czy rozsegregowanie mieszanki betonowej. Najczęściej jednak było to występowanie zjawiska bleedingu, czyli wycieku wody zarobowej na powierzchni mieszanki. Po dokonaniu korekt technologicznych (np. odczekaniu kilku minut na wchłonięcie wody przez kruszywo lub modyfikacji liczby składników) konsystencja i urabialność mieszanki okazała się bardziej zadowalająca.

Tabela 2. Wykaz receptur

Numer receptury	Masa cementu [kg]	Stosunek w/c	Kruszywo drobne
1	280	0,35	piasek
2	280	0,5	piasek
3	400	0,35	piasek
4	400	0,5	piasek
5	280	0,35	certyd
6	400	0,35	certyd

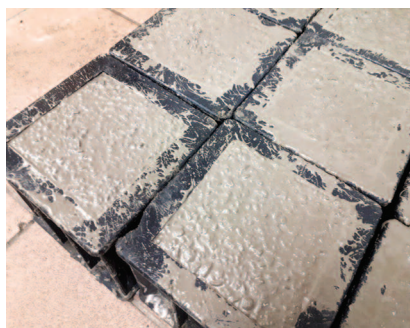
¹⁾ Goldbeck Comfort Sp. z o.o.

²⁾ Politechnika Bydgoska; Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska

^{*)} Adres do korespondencji:
ewelina.chojnacka@goldbeck.pl

Analiza otrzymanych wyników

Po okresie dojrzewania próbek betonu (fotografia) przez 28 dni wykonano badanie wytrzymałości na ściskanie oraz gęstości. Ograniczono się do analizy jednego zarobu z każdej receptury.



Mieszanka betonowa w foremkach

Biorąc pod uwagę 6 wyselekcjonowanych zarobów, które potencjalnie potraktowano jako najkorzystniejsze, otrzymano wyniki badań przedstawione w tabeli 3 oraz na rysunkach 1 i 2.

Z rysunku 1 wynika, że między wytrzymałością a gęstością występuje dodatnia korelacja, a z rysunku 2, że im większa ilość cementu, tym znacznie większa wytrzymałość. W badaniach nie zauważono wpływu w/c na wytrzymałość tego typu betonów. Chcąc wy-

Tabela 3. Otrzymane klasy wytrzymałości betonu na ściskanie oraz klasy gęstości

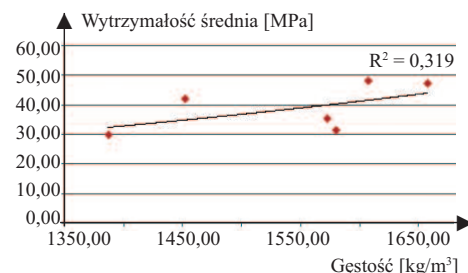
Numer receptury	Klasa wytrzymałości betonu na ściskanie	Klasa gęstości
R1: masa cementu – 280 kg; w/c – 0,35; kruszywo drobne – piasek	LC 25/28	D 1,6
R2: masa cementu – 280 kg; w/c – 0,5; kruszywo drobne – piasek	LC 20/22	D 1,6
R3: masa cementu – 400 kg; w/c – 0,35; kruszywo drobne – piasek	LC 35/38	D 1,6
R4: masa cementu – 400 kg; w/c – 0,5; kruszywo drobne – piasek	LC 35/38	D 1,6
R5: masa cementu – 280 kg; w/c – 0,35; kruszywo drobne – Certyd	LC 20/22	D 1,4
R6: masa cementu – 400 kg; w/c – 0,35; kruszywo drobne – Certyd	LC 35/38	D 1,6

konać beton o dużej wytrzymałości na kruszywie Certyd, należy przede wszystkim zdecydować się na dużą ilość cementu. Zmniejszając ekstremalnie w/c, nie osiągniemy zbyt wiele. Dzieje się tak dlatego, że ziarna Certydu są chropowate (w przeciwieństwie np. do gładkich ziaren żwiru), co powoduje zwiększenie tarcia wewnętrznego i pogorszenie urabialności. Skutkiem tego są trudności we właściwym zagęszczeniu mieszanki betonowej i dlatego zostaje w niej wiele porów, których nie udało się wyeliminować podczas zagęszczania. Powoduje to zmniejszenie wytrzymałości lub brak jej przyrostu. Optymalne w przypadku betonów na kruszywie Certyd jest stosowanie relatywnie wysokiego w/c, co wpływa na urabialność mieszanki, oraz relatywnie dużej ilości cementu, która wpływa na wytrzymałość.

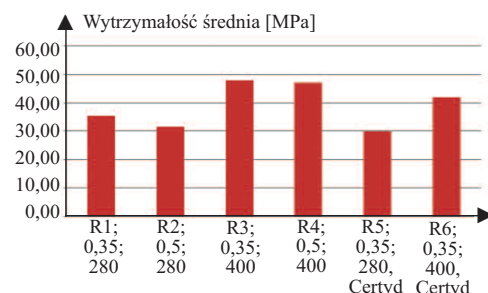
Podczas badań często konieczne było nasycanie kruszywa Certyd wodą. Przydatnym zabiegiem technologicznym jest wcześniejsze namaczanie, co znacznie skróciłoby czas tworzenia zarobów. Być może podczas założeń wstępnych i obliczeń została błędnie przyjęta ilość wody, jaką chłonie suche kruszywo podczas mieszania. Jej korekta mogłaby przynieść pozytywne skutki, np. poprawę urabialności mieszanki betonowej.

Podsumowanie

Betony lekkie mają mniejszą wytrzymałość w porównaniu z betonami zwykłymi, ale powodują mniejsze obciążenie konstrukcji. Mają też lepszą izolacyjność termiczną i są z pewnością tańsze (im więcej lekkiego kruszywa, które zwiększy objętość betonu, tym koszty mniejsze). Z kolei beton cięższy to beton trwalszy oraz przede wszystkim bardziej wytrzymały, który umożliwia projektowanie elementów o mniejszych, bardziej ekonomicznych przekrojach. Beton lekki wykorzystywany jest dosyć rzadko, ponieważ proces jego projektowania jest skomplikowany, a sam beton lekki wymagający technologicznie [2P].



Rys. 1. Zależność między wytrzymałością średnią a gęstością



Rys. 2. Zależność wytrzymałości średniej od parametrów receptur

Wykonane badania miały na celu wstępną ocenę projektowania składu betonów lekkich z użyciem Certydu. Otrzymane wyniki są obiecujące. Udało się wykonać relatywnie lekkie betony o takiej wytrzymałości, która umożliwia wykonywanie elementów konstrukcyjnych. Należy jednak kontynuować badania, aby zoptymalizować recepturę i technologię wykonywania betonów lekkich.

Literatura

- [1] CERTYD_ZASADY_OBLICZEŃ_LSA_v7 (2), (04.2021) (Materiały ze strony firmy Górażdże (Vademecum Technologia Betonu).
- [2] e5_beton_w_prefabrykacji_www, (04.2021) (Materiały ze strony firmy Górażdże (Vademecum Technologia Betonu).
- [3] e7_beton_lekki_www (1), (04.2021) (Materiały ze strony firmy Górażdże (Vademecum Technologia Betonu).
- [4] Materiały ze strony firmy Górażdże, (04.2021), (Vademecum Technologia Betonu).
- [5] <https://betonnadom.pl/zanim-kupisz/faq/beton-lekki-go-wykonac-zastosowac/>, (04.2021).
- [6] <https://www.materiałybudowlane.info.pl/MB-2015-12/8963-certyd-nowe-lekkie-wysokowytzymale-kruszywo-spiekane.html>, (03.2021).
- [7] <https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fmagazynkruszywa.com%2Fmagazynkruszywa> (03.2021).

Partner działu:

Stowarzyszenie Producentów Betonów

www.s-p-b.pl

