

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Beton zbrojony jest obecnie najczęściej stosowanym materiałem budowlanym z ponad 200-letnią historią, dzięki swojej wszechstronności, stosunkowo niskim kosztom produkcji i wysokiej trwałości. Jednak wpływ produkcji betonu na środowisko jest znaczący, ponieważ jego składnik wiążący, cement portlandzki, choć stanowi tylko kilkanaście procent całkowitej objętości mieszanki betonowej, jest wytwarzany w procesie wymagającym dużej ilości energii cieplnej. Oznacza to uwalnianie ogromnych ilości CO₂ do atmosfery, emitowanego podczas spalania paliw kopalnych (ropy naftowej, gazu, węgla, koksu naftowego), kalcynacji wapienia i innych niezbędnych przy produkcji cementu działań energochłonnych. Poprawa zrównoważenia procesu produkcji cementu i zmniejszenie jego śladu środowiskowego jest osiągana w ostatnich dekadach głównie poprzez zastępowanie klinkieru naturalnymi lub technogennymi SCMs (Supplementary Cementitious Materials), co opisuje europejska norma EN 197-1:2011. Jednak polityka zmierzająca do znacznej redukcji emisji przemysłowej CO₂ ograniczy w najbliższej przyszłości dostępność dwóch najszerzej stosowanych SCMs - popiołu lotnego i żużla wielkopiecowego - do produkcji cementu. Obecne trendy skupiają się na stosowaniu cementów trójskładnikowych, wykorzystujących wraz z klinkierem kalcynowaną glinę i wapień. Cementy takie zaliczane są do typu CEM II/C-M w nowej normie europejskiej EN 197-5:2021. Innym aspektem, który należy wziąć pod uwagę, w odniesieniu do zrównoważonego rozwoju materiałów na bazie cementu, są odpady betonowe powstające po zakończeniu okresu eksploatacji konstrukcji, przeważające w odpadach budowlanych i rozbiórkowych. Średni wskaźnik odzysku tego materiału w UE w roku 2020 wynosił 89%. Powszechna praktyka recyklingu odpadów betonowych polega na rozdrobnieniu i oddzieleniu frakcji grubej i drobnej, które są podzielone w przybliżeniu na 4:1 lub 3:1. Frakcja gruba o wielkości cząstek większej niż 4 mm może zastąpić 30-50% kruszywa naturalnego w nowym betonie, natomiast frakcja drobna (wielkość cząstek poniżej 4 mm) zwykle nie nadaje się do produkcji betonu, głównie ze względu na dużą chłonność wody. Ta drobnoziarnista pozostałość składa się głównie ze stwardniałego zaczynu cementowego, piasku i drobnych odłamków kruszyw. W ostatnim czasie podejmowane są próby wykorzystania potencjału recyklingowego tych drobnych frakcji odpadów betonowych. Dane wskazują, że emisja CO₂ przy produkcji cementu wapienno-glinowego oraz cementu zawierającego skarbonatyzowane odpady betonowe (odpowiednio 50% i 60% zawartości klinkieru) jest niższa odpowiednio o 23% i 38% w porównaniu z cementem typu CEM II/B-LL (65% zawartości klinkieru).

W tym kontekście opracowywana jest obecnie nowa norma europejska, (prEN 197-6: 2022), wprowadzająca cementy kompozytowe zawierające drobnoziarnisty beton z recyklingu.

Główne cele projektu obejmują systematyczne badania eksperymentalne nad wpływem składu zaczynu cementowego na mikrostrukturę i reaktywność materiału otrzymanego po obróbce karbonatyzacyjnej wyjściowego zaczynu cementowej (Carbonated Cement Paste Fines - CCPFs); następnie wykorzystanie wytworzonych CCPFs jako SCMs w składzie cementów oraz trwałość tak uzyskanych spoiw cementowych zawierających CCPFs na połączoną korozję siarczanowo-chlorkową i karbonatyzację. Uzyskana wiedza dostarczy fundamentalnych informacji niezbędnych do komponowania składu nowoczesnych cementów trójskładnikowych zawierających CCPFs, mając na uwadze zarówno wpływ spoiwa na środowisko, jak i właściwości użytkowe i trwałość materiału w określonych warunkach eksploatacji.

Uzyskane wyniki dostarczą fundamentalnej wiedzy na temat potencjału recyklingowego różnych drobnych frakcji skarbonatyzowanych zaczynów cementowych, z uwzględnieniem właściwości hydratacyjnych i wytrzymałościowych nowych spoiw formułowanych na ich bazie. Informacje te mogą być wykorzystane do recyklingu różnorodnych odpadów betonowych, których pozostałości obecnie są najczęściej składowane, oraz do projektowania innowacyjnych cementów i betonów o niskim wpływie na środowisko, zgodnie z celami UE dotyczącymi zrównoważonego rozwoju.

Wyniki projektu będą publikowane w prestiżowych międzynarodowych recenzowanych czasopismach i prezentowane na międzynarodowych konferencjach, organizowanych lub wspieranych przez znane organizacje naukowe w dziedzinie badań materiałów budowlanych.