

<sup>1)</sup> Aleksandra Romej <sup>2)</sup> Bartosz Przybyła <sup>3)</sup> Marcin Bilski <sup>4)</sup> Przemysław Górnaś

<sup>1), 2)</sup> III rok, studia I-go stopnia, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Poznańska  
<sup>3), 4)</sup> Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Instytut Inżynierii Lądowej, Politechnika Poznańska

---

## **Preludium do oceny poprawy eksploatacyjnych właściwości termicznych modyfikowanych betonów cementowych dla nawierzchni drogowych**

Prelude for assessment of improvement operational thermal properties  
of modified cement concrete for road pavements

---

### **Streszczenie referatu**

Ze względu na ograniczone środki finansowe przeznaczane na budowę i utrzymanie dróg, na całym świecie poszukuje się coraz ekonomiczniejszych rozwiązań. W przypadku nawierzchni utwardzonych najczęstszym dylematem jest wybór pomiędzy nawierzchnią asfaltową a betonową, który nie jest jednoznaczny. Odporność na koleinowanie w wysokich temperaturach jest jednym z argumentów przytaczanych przez zwolenników budowy nawierzchni drogowych z betonu cementowego. Należy jednak pamiętać, że obciążenie temperaturą nie jest obojętne dla tego typu nawierzchni. W projektowaniu nawierzchni betonowych obliczane sumaryczne naprężenia mechaniczne (obciążenia od pojazdów) i termiczne (czynnik środowiskowy) w głównej mierze determinują wymiary płyt, które przekładają się na koszty ich wykonania i późniejszego utrzymania [1]. Zasadniczo udoskonalanie nawierzchni betonowanych było i jest związane z ograniczaniem wad betonu (m.in. zmniejszenie skurczu) i poprawą jego właściwości (m.in. zwiększenie wytrzymałości) [2]. Obecnie powszechnie dla nawierzchni drogowych zwiększa się wymiary płyt (zmniejszenie liczby dylatacji) oraz zmniejsza się ich grubości stosując różne typy zbrojenia. Wiąże się to z zastosowaniem droższej od betonu cementowego stali, co w ogólnej kalkulacji nie przynosi znacznych oszczędności, a może być nawet droższym rozwiązaniem. Stąd pomimo szeregu opracowanych technologii wykonania nawierzchni betonowych [3], w wielu ośrodkach naukowych trwają prace nad ich ulepszeniem lub opracowaniem nowych innowacyjnych rozwiązań. Takim oryginalnym rozwiązaniem, może być technologia, która bezpośrednio nie zwiększa wytrzymałości warstwy wykonanej z betonu cementowego (może ją nawet obniżyć), a spełni wymagania wytrzymałości związanej z obciążeniem od ruchu i temperatury. Jest to możliwe do realizacji poprzez zmniejszenie obciążenia temperaturą (naprężeń termicznych), co osiągnięto w pracy [4] poprzez dodanie szkła do mieszanki betonowej. Znalezienie kolejnych dodatków poprawiających właściwości termiczne betonów cementowych jest ciągle jeszcze otwartym tematem badawczym, którym zajęli się autorzy niniejszego referatu. Głównym celem pracy jest przekazanie uzyskanych doświadczeń i wstępnych wyników z rozpoczętych prac badawczych.

Zakres podjętych prac obejmował przygotowanie próbek z wybranymi dodatkami (pręciki i opiłki miedziane; dwusiarczek molibdenu, grafit oraz tlenek glinu (III) w postaci proszku; rozkruszone szkło; dodatek płynu do chłodziw) z jednoczesnym opracowaniem metody umożliwiającej ocenę zmiany właściwości termicznych betonu cementowego. Przyjęta metodyka obejmuje przeprowadze-

nie obliczeń numerycznych dla rezultatów eksperymentu laboratoryjnego, których wynikiem są oznaczone parametry termiczne badanej próbki [5]. Dla przeprowadzenia eksperymentu laboratoryjnego wykonano oryginalne stanowisko pomiarowe odwzorowujące rzeczywiste warunki występujące w trakcie nagrzewania nawierzchni betonowej przez promieniowanie słoneczne (żarówka halogenowa będąca źródłem promieniowania o zbliżonym widmie do słonecznego). W trakcie jednostronnego ogrzewania próbki, poprzez termopary rejestrowane są zmiany rozkładu temperatury w próbce związane z przewodzeniem energii cieplnej. Zebrane wyniki pomiarów w postaci funkcji zmian temperatury w czasie stanowią dane wejściowe dla opracowanego programu komputerowego realizującego procedurę obliczeń odwrotnych z wykorzystaniem termicznego modelu próbki (jednowymiarowy model numeryczny oparty na metodzie różnic skończonych). Wynikiem obliczeń jest zbiór parametrów termicznych, który stanowi podstawę dla oceny poprawy eksploatacyjnych parametrów termicznych betonów cementowych po ich modyfikacji wybranym dodatkiem.

## Bibliografia

- [1] Czyczuła W., Szczepaniak-Krupowski G., Badania rozkładu temperatury w betonowej nawierzchni lotniskowej, *Drogownictwo*, nr 1, s. 7 - 13, 2006
- [2] Błaszczyński T.Z., Cudowny świat betonu, Targi Budma, Poznań, 24 stycznia 2012
- [3] Szydło A., Nawierzchnie drogowe z betonu cementowego, *Polski Cement*, Kraków 2004
- [4] Pancar E. B., Akpınar M. V., Temperature Reduction of Concrete Pavement Using Glass Bead-Materials, *International Journal of Concrete Structures and Materials*, tom 10, nr 4, s. 39-46, 2016
- [5] Górszczyk J., Grzybowska W., Analizy termiczne asfaltowej nawierzchni drogowej z wykorzystaniem MES, *Drogi i Mosty*, nr 4, s. 7-30, 2011
- [6] Becker T., Kaus B., *Numerical modeling of earth systems*, 2016
- [7] Hancock M., *The 1-D Heat Equation*, 2006