

Prof. dr hab. inż. Wiesław Kurdowski

Kraków, 7 stycznia, 2019 r.

### Recenzja

rozprawy doktorskiej pani Mgr Aliny Kalety p.t. „Wpływ temperatury na właściwości reologiczne zaczynów cementowych oraz właściwości użytkowe betonu”

## 1. Podstawa opracowania recenzji

Pismo Dziekana Wydziału Budownictwa i Architektury informujące o powołaniu mnie na recenzenta przez Radę tego Wydziału z dnia 5 grudnia 2018 r.

## 2. Uwagi ogólne o rozprawie

Rozprawa doktorska pani Kalety jest stosunkowo długa, co zostało spowodowane bardzo szczegółowym opisem różnych modeli reologicznych i ich zastosowania do badania właściwości fizycznych zaczynów cementowych. Jednak w związku z tym, że rozprawa dotyczy przede wszystkim właściwości reologicznych zaczynów więc jest to uzasadnione. Ponadto wyraźnie zaznacza się lepsze „poruszanie się” doktorantki w zagadnieniach związanych z reologią niż w tematyce dotyczącej chemii cementu i właściwości tego materiału budowlanego.

Rozprawa doktorska pani Kalety jest wartościowa i na pewno będzie pomagała wielu chemikom w zrozumieniu właściwości reologicznych zaczynów cementowych. Będzie jednak wymagała poprawy wielu nieścisłości w opisie tego materiału i uzupełnienia braków, które stanowić powinny niezbędne informacje do pełnego zrozumienia właściwości cementu i jego zaczynu, zwłaszcza jeżeli jest on otrzymywany z tak różniących się spoiw jak cement portlandzki i hutniczy. Jednak nie jest logiczne zastosowanie dwóch cementów klasy 42,5R, a jednego 32,5N. Chyba po to, żeby można było zarzucić Doktorantce, że nie powinno się porównywać nie tylko różnych rodzajów cementów lecz także o różnych klasach, są to bowiem równocześnie dwie zmienne.

Natomiast bardzo poważną wadą rozprawy jest stosowanie nieznannej „metody statystycznej”, napisanej „w środowisku” firmy Math Works Inc., jak podaje Doktorantka, jakby zupełnie przypadkowo na str. 120. Statystyka jest **nauką** stosującą rachunek prawdopodobieństwa, powszechnie wykorzystywaną w badaniach właściwości fizycznych betonu. Z tego względu jest niedopuszczalne wprowadzanie jakiejś **nieznanej** metody „środowiskowej” i nawet nie podać żadnego uzasadnienia tego wyboru, a także opisu tej metody.

W **Uwagach ogólnych** należy także zwrócić uwagę na przedwczesne wykorzystanie w „Tezach” pracy uzyskanych w rozprawie wyników doświadczalnych. Na przykład, o wpływie superplastyfikatora na zwiększenie prawdopodobieństwa wystąpienia zjawiska tiksotropii.

## 3. Uwagi szczegółowe

### 3.1. Właściwości reologiczne zaczynów cementowych

Badania właściwości reologicznych zaczynów cementowych dały bardzo interesujące wyniki, wskazujące na duży wpływ temperatury jego dojrzewania na granicę płynięcia,



która ulega zwiększeniu w 20°C, 25°C i 30°C w porównaniu do 15°C, w przypadku CEM I. Rośnie także z czasem hydratacji, co było oczekiwaną zmianą. Inaczej zachowuje się zaczyn z cementu CEM II/B-S, którego granica płynięcia jest największa w temperaturze 20°C. Ponadto badania te wykazały duży wpływ superplastyfikatora czego trzeba było się spodziewać.

Zwraca jednak uwagę brak jakiegokolwiek próby wyjaśnienia tych zmian przez Doktorantkę.

Na szczególne wyróżnienie zasługują badania pętli histerezy zaczynów trzech stosowanych cementów. Nieoczekiwanie najmniejszą pętlę histerezy wykazał zaczyn z cementu CEM II/B-S, a nie z cementu hutniczego. Dodatek plastyfikatora spowodował znaczne zwiększenie pola pętli histerezy i było ono największe w przypadku CEM I, a najmniejsze dla CEM III/A. Kandydatka zwiększenie pola pętli histerezy przez SP wyjaśnia jego długimi łańcuchami bocznymi, natomiast nie komentuje wpływu rodzaju cementu.

Pani Kaleta zastosowała również bardzo interesującą metodę wielokrotnych skokowych zmian szybkości ścinania zaczynów w celu zbadania ich właściwości tiksotropowych, które jak wiadomo są przyczyną powstawania histerezy. W końcu podjęła z powodzeniem próbę dopasowania modelu Kłembowskiego i Petery do uzyskanych wyników. Tę część badań reologicznych oceniam bardzo pozytywnie i uważam, że mają one duże znaczenie w postępie zrozumienia zjawiska tiksotropii zaczynów cementowych.

### 3.2. Właściwości stosowanych materiałów i mieszanki betonowej z CEM I.

Bardzo dużo uwag krytycznych nasuwa lektura badań zastosowanych materiałów i ich omówienie, a przede wszystkim jego brak [rozdziały 4.1.i 4.2]. Zastosowano w tych rozdziałach opisaną już przeze mnie „pseudo metodę statystyczną”, a niektóre uwagi zawarłem już w **uwagach ogólnych**.

W rozdziale 4.1. brak mi przede wszystkim podstawowych właściwości stosowanych cementów i to takich, które mają ścisły związek z badaniami reologicznymi. Jednym z pierwszych należy wymienić czas wiązania, który w przypadku stosowanych cementów będzie się różnił bardzo znacznie. Następną właściwość to ciepło hydratacji, które można skomentować analogicznie. Byłoby niezwykle interesujące powiązanie tych właściwości z badaniami reologicznymi.

Równocześnie wszystkie przytoczone badania powinny być przede wszystkim przeprowadzone poprawnie, żeby nie powiedzieć prawidłowo. Niestety sytuacja jest odwrotna; Doktorantka powinna wiedzieć, że metody, którymi przeprowadza się pomiary gęstości cementu dają dokładność do drugiego miejsca po przecinku. Z tego względu tabela 4.2. kompromituje wykonawczynię tych oznaczeń, a wyniki w niej podane mogą tylko rozśmieszyć czytelnika. Podana pod tabelą „metoda napisana w środowisku” świetnie pasuje do tych wyników. Nie podano także ile próbek było badanych, z których zostały obliczone średnie.

Podobne uwagi nasuwają wyniki pomiarów dotyczące zapraw i betonów, na przykład skład zapraw cementowych [tabela 4.3.], które zawierają od 0,5% do 2% superplastyfikatora, to znaczy dla najmniejszego dodatku około 10 g, a więc 2,2% mas. cementu. Oczywiście można się domyślać, że chodzi o 0,5% cementu, ale nie jest to napisane. Podobnie ma się rzecz z dodatkiem pyłu krzemionkowego: 10% od całości oznacza 191,7 g, a to stanowi 47% cementu. Winszuję kosztów takiego cementu ! Pomiar konsystencji jest obarczony bardzo dużym błędem wynoszącym około 20% ! Zawiera jednak ocenę zgodną z „metodą napisaną w środowisku”, a więc musi być doskonała dla tego środowiska, a to na pewno w pełni zadowala „środowisko”, a to przecież jest najważniejsze. Na stronie 108 jest dziwne stwierdzenie, że na wytrzymałość zapraw, cytując: „najkorzystniej wpływa 10% mas. w



stosunku do cementu dodatku pyłu krzemionkowego”. Co to znaczy „najkorzystniej” ?, ja myślę, że lepiej wpłynął by dodatek 30%, przede wszystkim jeżeli chodzi o koszt takiego dodatku. Stosowano jednak także 47%, co na pewno daje jeszcze lepszy wynik ! Dane dotyczące zapraw podane w tablicy 4.4. nasuwają jeszcze więcej uwag: wynik w przypadku wytrzymałości na ściskanie dotyczy sześciu próbek, a rozrzut pomiarów daje odchyłkę standardową wynoszącą  $\sigma = 3,27$ . Można stwierdzić, że rozrzut wyników jest duży.

Nie będę dalej wyszukiwał pomyłek i niejasności w części dotyczącej „technologii cementu i betonu”, uważam bowiem, że opisane bardzo wartościowe badania dotyczące reologii w pełni wystarczą do pozytywnej oceny rozprawy doktorskiej Pani Kalety. Uważam, że punkt 4.2. został niepotrzebnie dodany i można byłoby go pominąć.

Biorąc pod uwagę wielkie opisane skrótowo zalety badań reologicznych, w tym szczególnie metodę oceny właściwości tiksotropowych zaczynów cementowych, jestem w pełni przekonany, że rozprawa doktorska Pani Kalety zasługuje na pozytywną ocenę. Stawiam tej rozprawie ocenę dobrą.

