

**RECENZJA**  
**rozprawy doktorskiej mgr inż. Joanny LASKOWSKIEJ-BURY**  
**pt.: „Wybrane cechy fizyko-mechaniczne fibrokompozytu**  
**wytworzonego na bazie kruszywa odpadowego”**

Recenzja została wykonana na zlecenie Dziekana Wydziału Budownictwa Politechniki Koszalińskiej zgodnie z uchwałą Rady Wydziału Inżynierii Lądowej, Środowiska i Geodezji z dnia 24.01.2017 r. (umowa o dzieło DK12).

## 1. Wstęp

Innowacyjne projektowanie, diagnozowanie oraz znajomość pracy i destrukcji konstrukcji budowlanych ma ogromne znaczenie techniczne i ekonomiczne dla gospodarki narodowej.

Dlatego też wraz z rozwojem nowych metod badawczych, materiałów i konstrukcji realizowane są intensywnie prace naukowo-badawcze i wdrożeniowe zarówno w skali krajowej jak i w skali międzynarodowej nad oceną podstawowych właściwości mechanicznych innowacyjnych materiałów budowlanych z betonu na bazie kruszywa odpadowego zgodnie ze zrównoważonym rozwojem budownictwa.

Od szeregu lat ważną rolę w tym zakresie w naszym kraju spełnia Politechnika Koszalińska. Prace doświadczonych zespołów Politechniki Koszalińskiej pod przewodnictwem prof. Z. Piątka realizowane często z innymi ośrodkami krajowymi, jak i zagranicznymi wniosły duży wkład do rozwoju innowacyjnych właściwości i konstruowania elementów z betonu zbrojonego włóknami. Są to prace o dużym poziomie naukowym jak również inżyniersko-technicznym.

Dobrym przykładem tej działalności jest recenzowana obecnie praca doktorska mgr inż. Joanny Laskowskiej-Bury, przyczyniająca się do postępu wiedzy w zakresie doskonalenia betonowych zbrojonych włóknami elementów konstrukcyjnych wykonana pod kierunkiem prof. W. Głodkowskiej. W nauce polskiej jest to temat ciągle aktualny, mający duże uznanie w świecie.

## 2. Ocena merytoryczna pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska obejmuje naukowe opracowanie oceny właściwości wytrzymałościowych fibrokompozytów na bazie kruszywa odpadowego.

Opracowanie zawiera 198 stron maszynopisu, w tym 116 rysunków, 81 tablic oraz 285 pozycji bibliograficznych, a także 2 załączniki.

W pracy Autorka dokonała oceny aktualnego stanu wiedzy w przedmiocie wytrzymałości materiałów i konstrukcji betonowych, postawiła cel i tezy, zaproponowała i wykonała oryginalne badania, przeprowadziła analizy modelowe otrzymanych wyników oraz zaproponowała niekonwencjonalne metody określania wytrzymałości fibrokompozytu wytworzonego na bazie kruszywa odpadowego.

Prace te posłużyły do zrealizowania postawionego celu oraz tez rozprawy tj.:

- piasek odpadowy jako materiał odpadowy może być użyty do budowlanych elementów fibrobetonowych z włóknem rozproszonym,
- beton z w/w kruszywem i zbrojeniem może odpowiadać właściwościom mechaniczno-fizycznym i reologicznym wymagany w budownictwie.

Cel pracy polegał na określeniu optymalnego fibrokompozytu na bazie piasków odpadowych.

Cel ten osiągnięto przez rozwiązanie problemu naukowego nt. optymalnego doboru wariantowego z zakresu innowacyjnych technologii fibrokompozytowych.

Przeprowadzone przez Autorkę analizy aktualnego stanu wiedzy dotyczyły wybranych zagadnień projektowania i badania właściwości mechanicznych fibrokompozytów ze zbrojeniem rozproszonym.

Zrealizowane szerokie oryginalne badania oraz ich wyniki i analizy, pozwoliły Autorce na udowodnienie postawionych tez w zakresie możliwości stosowania fibrokompozytu zbrojonego włóknami stalowymi do realizacji elementów budowlanych.

Do zrealizowania celu pracy Autorka samodzielnie zaprogramowała i zrealizowała szerokie badania ponad 500 ciał próbnych w kilkudziesięciu seriach oraz przeprowadziła analizy statystyczne wyników badań z wykorzystaniem nowoczesnych technik numerycznych.

Badania obejmowały różnorodne ciała z fibrokompozytu zbrojonego rozproszonym włóknem stalowym zawierające wybrane składniki i domieszki powszechnie stosowane.

Zrealizowano badania składników fibrokompozytu oraz mieszanki fibrokompozytu w różnym wieku:

- wytrzymałości na ściskanie oraz na rozciąganie przy rozłupywaniu,
- wytrzymałości resztkowej i na ściskanie,
- statycznego modułu sprężystości,

- gęstości pozornej,
- mrozoodporności,
- odporności na ściskanie,
- przepuszczalności oraz
- właściwości reologicznych takich jak – skurcz i pełzanie.

Program i zakres badań były zrealizowane poprawnie na dobrym poziomie technicznym, zarówno w skali krajowej jak i światowej. Wyniki badań były analizowane w dostatecznym zakresie metodami numerycznymi i analitycznymi.

Zaproponowano i zastosowano oryginalną metodę badań wytrzymałości resztkowych modeli oraz zasady zgodności uzyskanych wyników przy modyfikacjach dotychczasowych propozycji analitycznych.

Ponadto porównywano różne warianty badań fizyczno-wytrzymałościowych z metodami analitycznymi takich jak dla betonów o podwyższonych wytrzymałościach.

Analizy badań własnych i innych ośrodków pozwoliły Autorce na ocenę nośności modeli z uwzględnieniem różnych warunków technologicznych i konstrukcyjnych.

Wyniki powyższych badań materiałów i elementów oraz ich analiz, Autorka przedstawiła w postaci odpowiednich wykresów i nomogramów. Do analiz złożonych i niejednorodnych Autorka zastosowała nowoczesne metody analiz statystycznych (Statistica).

Pozwoliło to na uściślenie metod oceny wielu zalecanych propozycji (międzynarodowych) właściwości wytrzymałościowych.

Ustosunkowując się do oceny, zakresu i metod realizacji pracy doktorskiej należy stwierdzić, że Autorka po wnikliwej analizie problemów technologicznych badań wytrzymałościowych, zrealizowała poprawnie postawione zadania stosując nowoczesne i dokładne narzędzia badawcze, obliczeniowe i analityczne.

Do oryginalnych badań i analiz własnych Autorki rozprawy należy zaliczyć:

- zaprojektowanie fibrokompozytu ze stalowym włóknem rozproszonym o wytrzymałości powyżej 20 MPa na bazie piasku odpadowego,
- przeprowadzenie unikalnych badań wytrzymałości resztkowych w układach zbliżonych do pracy elementów w konstrukcjach,
- przeprowadzenie unikalnych analiz porównawczych właściwości fibrokompozytów i betonu zwykłego z wykorzystaniem programów numerycznych i parametrów wariantowych otrzymanych w badaniach własnych i obcych,
- zaproponowanie na podstawie analiz własnych wyników oraz badań i zaleceń międzynarodowych zależności pomiędzy właściwościami fibrokompozytu.

Przeprowadzone badania, obliczenia i analizy w zakresie diagnostyki i oceny właściwości mechaniczno-fizycznych pozwoliły Autorce dysertacji na zrealizowanie postawionego celu rozprawy doktorskiej.

Podsumowując ocenę merytoryczną pracy stwierdzam, że Doktorantka:

- ◆ dla trafnie dobranego tematu rozprawy doktorskiej postawiła naukowy i oryginalny cel pracy oraz w sposób naukowy przedstawiła jego realizację,
- ◆ rozwiązała samodzielnie i poprawnie zagadnienie modelowania i badań wytrzymałości oraz cech fizycznych z wykorzystaniem nowoczesnych analiz statystycznych,
- ◆ wykorzystwała nowoczesne narzędzia badawcze, obliczeniowe i analityczne oraz zastosowała naukowe metody obliczeń i analiz numerycznych,
- ◆ wykazała dostateczną wiedzę w zakresie problemów dotyczących projektowania i konstruowania elementów z fibrokompozytu oraz analiz i ocen ich właściwości wytrzymałościowych i fizycznych,
- ◆ wykazała dobrą znajomość właściwości konstrukcji z betonu i wykorzystania metod numerycznych do rozwiązania ich zagadnień wytrzymałościowych

Natomiast, do oryginalnych osiągnięć naukowych pracy doktorskiej należy zaliczyć:

- wnikliwą analizę literatury przedmiotu dot. diagnostyki, wytrzymałości i właściwości fizycznych, obejmującą omawiane zagadnienia w sposób wyczerpujący,
- wykazanie, że zastosowanie nowych niekonwencjonalnych technologii i metod badawczych w określonych warunkach, może być efektywnie stosowane do oceny elementów z fibrokompozytu z dostateczną technicznie efektywnością,
- wykazanie, że możliwe jest stosowanie elementów z fibrokompozytu do konstrukcji budowlanych,
- modyfikację dotychczasowych zaleceń dotyczących badań i ocen wytrzymałości resztkowej fibrokompozytu.

Przedstawione opracowanie w postaci maszynopisu jest wynikiem wielu prac studialnych, badawczych, analitycznych i technicznych składających się na pracę doktorską.

Styl i język techniczny pracy jest dobry.

Praca jest czytelna, zwięzła i zrozumiała dla czytelnika.

Na pozytywną ocenę zasługuje również fakt, że badania i analizy związane merytorycznie z pracą doktorską Autorka rozprawy opublikowała częściowo m.in. w recenzowanych artykułach i referatach.

### **3. Uwagi ogólne i szczegółowe**

Celem podniesienia poziomu oraz wartości analiz i obliczeń przedstawiam niektóre ważniejsze uwagi, które proponuję uwzględnić przy dalszych publikacjach i wdrażaniu wyników pracy do praktyki budowlanej. Szczególnie należy:

- ◆ W przyszłych badaniach poszerzyć zakres przeprowadzanych badań i analiz dla innych podobnych rodzajów konstrukcji z betonu.
- ◆ Realistycznie oceniać ścisłości korelacyjne zarówno w % jak i podając przedziały błędów korelacyjnych na rys.: 6.4, 6.6, 6.7, 6.8, 6.10, 6.11, 6.12, 6.13, 6.15, 6.16, 6.17, 6.18, 6.19, 6.20, 6.22, 6.24, 6.27, 6.28, 6.29, 6.30, 6.31, 6.32, 6.34, 6.36, 6.37, 6.40.
- ◆ W wydawnictwach polsko języcznych podawać opisy na rysunkach w j. polskim.
- ◆ Sprawdzić poprawność ustosunkowania się do ICI-SFG [218], Deklaracji właściwości użytkowych [214] oraz instrukcji ITB 194/98.
- ◆ Usunąć jawność producentów.
- ◆ Poza tym należy wnieść poprawki merytoryczne i stylistyczne m.in. na str. 7, 67, 73, 91, 115, 133, 136, 178, 179, 180, 188.

#### 4. Wnioski końcowe

Recenzowana **rozprawa doktorska** mgr inż. Joanny Laskowskiej-Bury pt.: „Wybrane cechy fizyko-mechaniczne fibrokompozytu wytworzonego na bazie kruszywa odpadowego” **stanowi oryginalne i samodzielne rozwiązanie** zagadnienia naukowego konstrukcji betonowych przez jej Autorkę.

Do rzeczywistego rozwiązania zagadnienia Autorka użyła właściwych w stosunku do danego zadania złożonych metod badawczych i analitycznych wytrzymałości i innych cech technicznych oraz uczyniła to samodzielnie.

Rozprawa wykazała dobrą ogólną wiedzę Autorki w zakresie dyscypliny naukowej, której dotyczy temat rozprawy.

Praca doktorska stanowi dalszy istotny przyczynek do naukowego określania właściwości mechanicznych konstrukcji z betonu modyfikowanego, zarówno w projektowaniu jak i w wykonawstwie.

W podsumowaniu stwierdzam, że recenzowana **rozprawa spełnia wymagania** stawiane rozprawom doktorskim w **aktualnej Ustawie** o stopniach i tytule naukowym oraz **stawiam wniosek o dopuszczeniu doktorantki do publicznej obrony** i nadania Jej stopnia naukowego doktora nauk technicznych.

Obok wartości naukowych i poznawczych praca ma także duże znaczenie dla praktyki budowlanej, zarówno w projektowaniu jak i w wykonawstwie w zakresie innowacyjnych konstrukcji budowlanych.



Warszawa, dnia \_\_.02.2017 r.