

# Recenzja osiągnięć i dorobku naukowego dr inż. Michała Ćwiąkały

dr hab. inż. Janusz Kozubal

kwiecień 2022

Politechnika Wroclawska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego  
Wyb. St. Wyspiańskiego 27  
50-370 Wrocław

## PODSTAWA OPRACOWANIA

Niniejsza recenzja została opracowana na podstawie:

- pisma z dnia 2022.03.07 nr. IIL 15/2022 podpisanego przez prof. dr hab. inż. Eugeniusza Koda z Instytutu Inżynierii Lądowej, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie;
- decyzji Rady Doskonałości Naukowej o powołaniu mnie na recenzenta w komisji habilitacyjnej dr inż. Michała Ćwiąkały;
- wniosku dr inż. Michała Ćwiąkały wraz z załącznikami;
- Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

## Ocena osiągnięcia naukowego

### Charakterystyka pracy

Jako osiągnięcie naukowe będące podstawą wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego wskazano monografię pod tytułem: "Modelowanie wysadzinowości gruntów, mieszanek spoiw popiołowo-cementowych do ich stabilizacji i ulepszania oraz kompozytów gruntowo-spoiwowych." Praca została wydana w zeszycie nr



88 serii „Studia i materiały” warszawskiego wydawnictwa Instytutu Badawczego Dróg i Mostów w roku 2022. Recenzentami wydawniczymi pracy byli: prof. dr hab. inż. Leszek Rafalski i dr hab. inż. Katarzyna Zabielska-Adamska. Monografia o numerach: ISSN0239-8575 oraz ISBN 978-83-89252-39-5 składa się z sześciu rozdziałów oraz bibliografii liczącej 202 pozycje, całość o objętości 104 stron w tym:

1. Wstęp (2 str.).
2. Zjawisko wysadzinowości oraz badania wysadzinowości gruntów (32 str.).
3. Modelowanie składu mieszanek spoiw do stabilizacji i ulepszania gruntów (37 str.).
4. Modelowanie kompozytów gruntowo-spoiwowych (6 str.).
5. Podsumowanie wyników badań (1 str.).
6. Kierunki dalszych badań (1 str.).

Pracę uzupełniają trzy załączniki zapisane w formie elektronicznej. Oraz biogram jej Autora.

## Ocena dorobku

### Cele pracy

Autor przedstawił następujące cele pracy<sup>1</sup>:

- „(...) określenie zasad modelowania wysadzinowości gruntów, mieszanek spoiw popiołowo cementowych do ich stabilizacji i ulepszania oraz kompozytów gruntowo - spoiwowych.”
- Zweryfikowanie pośrednich metod oceny gruntów lub kruszyw stosowanych do dolnych warstw nawierzchni i podłoża.
- Opracowanie zasad modelowania składu mieszanek popiołowo - cementowych.
- Opracowanie zasad modelowania kompozytów gruntowo - spoiwowych.

### Zjawisko wysadzinowości oraz badania wysadzinowości gruntów

Poprawnie napisane wprowadzenie w tematykę wysadzinowości, zilustrowano licznymi odniesieniami do literatury. W rozdziale tym, przedstawiono i podsumowano tabelarycznie badania przeprowadzone na 14 próbkach materiału. Zakres prac badawczych przeprowadzony na tych próbkach był szeroki i stanowi on podstawę do wnioskowania i wypełnienia jednego z celów pracy. Dalej przedstawie szczegółowe uwagi do pracy, w kolejności zgodnej z ich pojawieniem się w tekście monografii.

<sup>1</sup> cytaty bez podania źródła pochodzą z recenzowanej monografii

W celu estymowania za pomocą zawartości cząsteczek drobnych wielkości wysadzin (Rys. 2.5) założono jej liniową zależność. Linie w kolorze czarnym i czerwonym przebiegają przez punkty, uzyskane z pomiarów, minimalizując sumę kwadratu odchylek, należy podkreślić uznaniowy charakter aproksymacji, kontynuacja tej interpretacji ma miejsce na Rys. 2.10, co potwierdzają niskie wartości współczynnika  $R^2$ .

Habilitant przeanalizował i przedstawił zależność pomiędzy frakcjami materiałów wyselekcjonowanych do badania (Rys. 2.4). Zwracam uwagę, że frakcje  $<0,075$  mm zawierają już frakcję poniżej 0,02 mm, co skutkuje znacznym procentowym jej udziałem, wykres w tej postaci jest trudny do interpretacji. Do Rys. 2.5 zwracam podobną uwagę jak do Rys. 2.4, prześledzenie zależności w funkcji zawartości frakcji jest trudne gdy wszystkie z nich są traktowane kumulacyjnie, wraz z niepewnościami. Sentencja w monografii "Każda frakcja wymaga jednak ustalenia indywidualnych zawartości tych frakcji." - jest dobrym spostrzeżeniem i pozwala w kolejnych poszukiwaniach przez Habilitanta korelacji obrać właściwy kierunek.

Wskazaniu wpływu analizowanych czynników na występowanie wysadzinowości mają pomóc wykresy od Rys. 2.4 do Rys. 2.13. Szkoda, że punkty na tych wykresach są pozbawione możliwości ich identyfikacji (np. powiązania ich z miejscem pobrania poprzez np. numery lub nazwy wszystkich z 14 próbek), zamyka to pewne drogi interpretacyjne utrudnia wyciągnięcie dodatkowych wniosków.

W tabelicy 2.3 gdzie dokonano zestawienia syntetycznego, kolor czerwony odpowiada przekroczeniu wybranego kryterium, brak kolumny z podsumowaniem logicznym wierszy lub uwagami interpretacyjnymi. W poszczególnych kolumnach kolor czerwony nie został potraktowany dosłownie (np. dla MB). Tablica 2.3 zawiera pominięte na poprzednich wykresach informacje o pochodzeniu mineralogicznym materiału badawczego. Szczególnym przypadkiem okazują się próbki z zawartością dolomitu, zagadnienie wydaje się interesujące do głębszego zbadania, również metodami nie statystycznymi. To jest element uzupełnienia planu badawczego w przyszłości, tak aby uzyskać informacje o przyczynach zjawiska.

Habilitant wyselekcjonował szereg zmiennych losowych do budowy modelu statystycznego zjawiska wysadzinowości gruntów. Należy podkreślić, że dzięki dokonaniu analizy korelacji (Tablica 2.4) udało się rozwiązać problem wzajemnego powiązania kumulacyjnie opisanych zawartości frakcyjnych. Autor opisuje metodę uzyskania wskaźnika bez podania odpowiednich formuł. Uzyskany wskaźnik dla gruntów wysadzinowych w badaniu bezpośrednim (numery próbek: 3,7,9,11,12) ma rozrzut od  $-5,66$  do  $7,16$  powodujący problemy interpretacyjne.

W tabelicy 2.7 Autor podaje opis modelu regresji, nie pojawia się ona jednak w formie równania, wydaje się, że forma opisowa wymaga uzupełnienia o równanie w klasycznej postaci.

Autor wspomina o bibliotece napisanej w języku  $R$ , dokładniej zaś działającej w programie  $R$ , autorem biblioteki jest niewymieniony w bibliografii Claudio Agostinelli.

Na stronie 36 pojawia się odniesienie do warunku "1", nie mogę znaleźć takiego warunku, jak rozumiem jest to pierwszy z celi do wykonania w pracy. Wzór (2.9) powinien zostać umieszczony w miejscu jego wprowadzenia na stronie



33 (przed Tab. 2.5). W edycji wzorów<sup>2</sup> proszę unikać iloczynu kartezjańskiego w miejscu zwykłego mnożenia, to przyzwyczajenie w pracy operującej na danych tabelarycznych, wektorowych może prowadzić do nieporozumień.

W podsumowaniu rozdziału (Tab 2.11) i dalej brak jest ilustracji graficznej działania modelu, oraz prób pokazania czytelnika o jego jakości. We wzorze (2.6) - jednostki nie odpowiadają sobie wzajemnie. Autor na podstawie wyrażenia (2.6) ustala, że: „(...) dla dowolnego związku migrującego w grunt jest przeskalowany modelem wyrażonym wzorem (2.6) (...)” - uważam to za zbyt daleko posunięty wniosek, ponieważ równania transportu mają inną postać.

### **Modelowanie składu mieszanek spoiw do stabilizacji i ulepszenia gruntów i kompozytów gruntowo spoiwowych**

W tych dwu rozdziałach widać doskonałą jakość prezentacji. Habilitant swobodnie porusza się w obszarze zagadnień stabilizacji i ulepszenia składu, potrafi wskazać ciekawe doświadczenia oraz literaturę na poparcie swojego wyводу. Badania są pod względem planu i liczebności prób bardzo rozbudowane. W pracy zaś dobrze przedstawione są wybrane schematy badawcze (Rys. 3.1, 4.1) pozwalającą czytelnikowi zorientować się w opisywanym procesie badawczym. Niestety wiele jest niedociągnięć, merytorycznych i edycyjnych, przedstawię je w kolejności wystąpienia w pracy.

Z drobnych uwag edycyjnych Rys 3.2 nie ma sensu przestrzennego, obrazuje jedynie dane dwuwymiarowe, skrót prespektywiczny utrudnia porównanie informacji. Kolejne rysunki 3.3 - 3.7 pozbawione są skali dla zawartości skumulowanej frakcji (maksymalna wartość powinna wynosić 100%). Na rysunkach 3.3 - 3.6 należy opisać odpowiednio prezentowane krzywe. Na stronie 52 w opisie powierzchni właściwej wkraśl się błąd edycyjny, wszystkie popioły są niezmielone, co przeczy wcześniejszym wyjaśnieniom.

Należy dodać, że metoda opisu danych za pomocą splajnów polega na minimalizacji krzywizny, w dopasowaniu stosowanie ich obarczone jest ryzykiem znacznych przekłamań<sup>3</sup>. W pracy brak formuł matematycznych dotyczących tych dopasowań, co nadaje im jakościowego charakteru, ilustruje to rys. 3.21, gdzie odchyłki punktów od krzywej dopasowania są bardzo znaczne. Splajny w zastosowaniach ekstrapolacyjnych (Rys. 3.23 - krzywa czerwona i fioletowa) dają rezultaty wątpliwe jakościowo.

$WS$  [MPa] podano w postaci wzoru, przy założeniu zerowego błędu dopasowania, uważam to za zbyt optymistyczne podejście. Zależność funkcyjna jest nieliniowa względem czasu, co nasuwa pytanie dlaczego nie rozważono również elementu liniowego. Kolejnym nie wskazanym wcześniej posunięciem jest przyjęcie współczynników w postaci:  $(\frac{1}{70})^2$  w (3.2) oraz  $(\frac{1}{200})^2$  w (3.4), powinny one skalować odpowiednie stałe w wzorze ogólnym. W przedstawionej formule uzupełnienie jej o jednostki współczynników zmniejszyłoby możliwości popełnienia błędu podczas jej stosowania.

<sup>2</sup>w całej monografii

<sup>3</sup>Szczególnie gdy mamy do czynienia z opisywanymi zjawiskami o charakterze ciągłym z punktami nieciągłości pochodnej

W wzorze (3.6) pojawia się czas twardnienia, czy należy go podstawić w jednostce układu SI, czy pozaukładowej? Oznaczono przez  $C$  ilość cementu, jest to określenie niejasne, brak bowiem jednostki. W wzorze (3.6 – 3.9), pojawia się oznaczenie  $\frac{w}{s}$  w objaśnieniach wzoru znajdziemy  $W/S$  oraz  $\frac{W}{S}$  czy to są te same symbole, czy dotyczą innych zmiennych.

Do oznaczania zmiennych w rozdziale 4.3 przyjęto nazewnictwo w postaci: RK\_o\_6, co powoduje nieczytelność formuł matematycznych, sugeruje się stosowanie indeksów dolnych. Wzory (4.1-- 4.5) po prostym przekształceniu można przedstawić w formie jawnej odpowiednio dla  $W$  i  $WM$ .

### Podsumowanie wyników badań

Autor podsumował zwięźle wyniki swojej pracy. Wnioski wykonano w formie punktów opisujących odpowiednie rozdziały monografii. Wyniki badań wysadzinowości gruntów przedstawione w monografii pozwoliły na usystematyzowanie i aktualizację kryteriów oceny wysadzinowości. Autor dokonał aktualizacji kryteriów oceny wysadzinowości gruntów do warunków polskich. Za najbardziej odpowiednie do oceny wysadzinowości wskazał: zawartość cząstek o średnicach  $<0,02$  mm oraz  $<0,075$  mm, wskaźnik piaskowy oraz sorpcję błękitu metylenowego. Wskazał również nieprzydatność wskaźnika plastyczności do kategoryzacji. Opracowany model prognozujący wysadzinowość gruntu jest uniwersalny i jest autorskim wkładem do rozwoju reprezentowanej dziedziny.

Dla zagadnień ulepszania i stabilizacji gruntu spoiwami hydraulicznymi na bazie popiołów lotnych z węgla brunatnego wyprowadzono wzory aproksymacyjne określające wytrzymałość na zginanie i ściskanie. Dla mieszanek spoiw popiołowo-cementowych są to nowe rozwiązania wiążące stany graniczne z zawartością ich komponentów.

Habilitant opracował model logarytmiczny prognozy wytrzymałości na ściskanie kompozytów gruntowo-spoiwowych zarówno z cyklami zamrażania kompozycji gruntu, jak i bez tych cykli, w którym zmiennymi ciągłymi ustanowił czas dojrzewania kompozytów oraz dodatek spoiw popiołowo-cementowych.

### Podsumowanie

Przedstawiona monografia wzbudziła moje duże zainteresowanie, jej tematyka odpowiada na potrzeby przemysłu, gdzie awarie wywołane zjawiskami wysadzinowymi stanowią pokaźny koszt utrzymania inwestycji w wymaganym stanie technicznym. Podobnie ważna jest problematyka związana z modelowaniem składu mieszanek spoiw do stabilizacji i ulepszenia gruntów czy też kompozytów gruntowo spoiwowych. Sumaryczna ilość wykonanych badań laboratoryjnych jest znaczna, w mojej ocenie bardzo doceniam znaczny wysiłek badawczy włożony w organizację i wykonanie doświadczeń. Habilitant zebrał i opracował informacje w sposób staranny, wykazał się dociekliwością badawczą i wskazał szereg związków pomiędzy komponentami a docelowymi cechami materiału. Czytanie i analizę monografii utrudniają pomyłki, niedopowiedzenia i przesunięcie analizy części interesujących zjawisk do strefy planów. Rozdziały pracy napisane są niejednorodnym stylem.

Podsumowanie wyników badań, oraz kierunki dalszych badań udało się zamknąć w zwięzłej formie. Monografia porusza bardzo ważne tematy i takie ich zamknięcie pozostawia w czytelniku niedosyt.

Pomimo uwag krytycznych, praca ma istotną wartość merytoryczną, wnosi nowe informacje o opisywanych zjawiskach oraz pokazuje w pozytywnym świetle warsztat badawczy Habilitanta.

## Ocena aktywności naukowej

### Ocena pozostałego dorobku naukowego

1. Dorobek publikacyjny Habilitanta opisują:

- sumaryczny wskaźnik Impact Factor - 3,215 (3 pozycje);
- indeks Hirscha - 3 (WoS);
- liczba cytowań 20 (WoS).

Potwierdzony jest znaczny procentowy udział autorstwa Habilitanta w publikowanych pracach, w szczególności tych z IF.

Zestawienie tabelaryczne dorobku przytoczone poniżej świadczy o naukowej aktywności i ciągłości zainteresowań. Przedstawione artykuły tworzą cykl powiązany tematycznie z monografią. Potwierdza to również aktywność naukową Habilitanta.

Lp.	rok	MNiSW	IF	udział	język
1	2011	5		70	pl.
2	2012	15	0,342	90	ang.
3	2012	5		70	pl.
4	2013	30	2,107	90	ang.
5	2013	10		90	ang.
6	2014	25	0,766	90	ang.
7	2014	10		90	ang.
8	2016	15		35	ang.
9	2016	11		35	ang.
10	2016	5		45	pl.
11	2018	6		35	pl.
12	2020	80		100	pl.
	suma	217		3,215	

1. Habilitant jest promotorem pomocniczym mgr inż. Danuty Beblacz – temat „Wpływ składu ziarnowego kruszywa na porowatość i wytrzymałość na ścislenie betonu do podbudowy drogowej”, Instytut Badawczy Dróg i Mostów,

2. Habilitant jest współtwórcą patentu.
3. Zaplanowanie badań i wykonanie znacznej ilości doświadczeń laboratoryjnych stanowiło podstawę wykonania monografii.
4. Dorobek organizacyjny związany z pracą zawodową należy uznać za wypełniony.

## Ocena końcowa

Przedstawiony przez Michała Ćwiąkałę wniosek dokumentujący dorobek, po ocenie i recenzji pozwala na postawienie oceny:

**Dorobek naukowy Habilitanta spełnia wymagania ustawowe.**

Z poważaniem

Janusz W. Kozubal

