

Dr hab. inż. Bartosz Kaźmierczak, prof. uczelni
Politechnika Wrocławska
Wydział Inżynierii Środowiska
Wyb. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
Tel. 606 407 945, bartosz.kazmierczak@pwr.edu.pl

Wrocław, 16.09.2022

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgra inż. Pawła Koguta

Wykorzystanie metod numerycznych do obliczania wybranych parametrów blokad kolmatacyjnych w procesie filtracji grawitacyjnej

wykonanej na Wydziale Inżynierii Lądowej, Środowiska i Geodezji
Politechniki Koszalińskiej

(promotor: dr hab. inż. Jacek Piekarski, prof. uczelni)

1. PODSTAWA RECENZJI

Niniejszą recenzję opracowano na podstawie Uchwały Senatu Politechniki Koszalińskiej nr 113/2022 z dnia 26 sierpnia 2022 oraz pisma Pani Rektor Politechniki Koszalińskiej dr hab. inż. Danuty Zawadzkiej, prof. uczelni z dnia 30 sierpnia 2022 informującego o powołaniu mojej osoby na recenzenta rozprawy doktorskiej Pana mgra inż. Pawła Koguta nt. *Wykorzystanie metod numerycznych do obliczania wybranych parametrów blokad kolmatacyjnych w procesie filtracji grawitacyjnej*. Do pisma dołączony został egzemplarz rozprawy doktorskiej.

2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRACY DOKTORSKIEJ

Recenzowana praca doktorska *Wykorzystanie metod numerycznych do obliczania wybranych parametrów blokad kolmatacyjnych w procesie filtracji grawitacyjnej* zawiera 7 podstawowych rozdziałów, spis symboli, streszczenie, literaturę, spis rysunków, spis tabel oraz załączniki. Praca liczy 157 stron, w tym 139 pozycji literaturowych (krajowych i zagranicznych), 47 rysunków, 3 tabele i 4 załączniki.

Praca ma klasyczny układ, została napisana poprawnym językiem i co warto podkreślić, sformatowana w nienaganny sposób.

Rozdział 1 zatytułowany *Wprowadzenie – uzasadnienie podjęcia tematu* zawiera wprowadzenie do tematyki rozprawy doktorskiej, w tym opis procesu filtracji i jego znaczenie, a także podstawowe kierunki badań tego zjawiska.

Rozdział 2 zatytułowany *Podstawy teoretyczne procesu filtracji grawitacyjnej* zawiera opisy ogólnego równania bilansu, wydatku objętościowego procesu filtracji, oporów filtracji, współczynników przepuszczalności złoża, średnic charakterystycznych (występujące w procesie filtracji), gęstości zawiesiny, współczynnika lepkości dynamicznej zawiesiny, współczynnika filtracji (wg różnych autorów) oraz współczynnika kolmatacji złoża. Przedstawiono również wybrane modele filtracji grawitacyjnej, tj. filtracji na siatce (tkaninie); filtracji na złożu porowatym; filtracji z przyrostem warstwy osadu na powierzchni złoża; filtracji w złożu porowatym z przyrostem warstwy osadu; filtracji w złożu porowatym z blokadą kolmatacyjną; filtracji w złożu porowatym z blokadą kolmatacyjną oraz przyrostem warstwy osadu; filtracji mieszanin tworzących osady ściśliwe na siatce; a także filtracji mieszanin tworzących osady ściśliwe na złożu porowatym.

W rozdziale 3 zatytułowanym *Metody numeryczne w inżynierii środowiska* przedstawiono możliwości komputerowego wspomaganie projektowania, w tym w inżynierii środowiska. Omówiono środowiska programistyczne, w których można tworzyć aplikacje komputerowe. Szczególną uwagę poświęcono środowisku LAZARUS. Przedstawiono ponadto wybrane specjalistyczne aplikacje z zakresu inżynierii środowiska, w szczególności: JONIT, KOMORA, ATMO, POMPA, IZO, Modelownie efektywności złoża, Kalkulator hydrauliczny przewodu, SWMM oraz EPANET.

W rozdziale 4 *Cele i tezy pracy* Doktorant sformułował dwa naukowe cele badań (określenie możliwości zastosowania autorskiego specjalistycznego oprogramowania do obliczania wybranych parametrów blokad kolmatacyjnych w procesie filtracji grawitacyjnej; określenie rodzaju filtracji grawitacyjnej w zależności od wybranych parametrów procesu filtracji grawitacyjnej) oraz trzy użyteczne cele pracy (określenie wybranych parametrów blokad kolmatacyjnych; określenie możliwości zastosowania niekomercyjnego środowiska programistycznego LAZARUS do numerycznych obliczeń z zakresu procesu filtracji grawitacyjnej; opracowanie algorytmu, kodu źródłowego oraz wersji wykonywalnej aplikacji do obliczania wybranych parametrów blokad kolmatacyjnych w procesie filtracji grawitacyjnej). Doktorant sformułował także dwie tezy pracy (możliwe jest zastosowanie metod numerycznych do obliczania wybranych parametrów blokad kolmatacyjnych w procesie filtracji grawitacyjnej; istnieje zależność pomiędzy wielkością frakcji fazy stałej w zawieszynie kierowanej do procesu filtracji grawitacyjnej, a wielkością uziarnienia złoża porowatego,

umożliwiająca identyfikację rodzaju filtracji grawitacyjnej (filtracja w złożu porowatym, filtracja z przyrostem warstwy osadu na powierzchni złoża, filtracja w złożu porowatym z przyrostem warstwy osadu, filtracja w złożu porowatym z blokadą kolmatacyjną, filtracja w złożu porowatym z blokadą kolmatacyjną oraz przyrostem warstwy osadu)). Cele i tezy rozprawy zostały poprawnie przyjęte – właściwie dla prac doktorskich.

Rozdział 5 zatytułowany *Metodyka i zakres badań* zawiera opis etapów badań (numerycznego i laboratoryjnego), które umożliwiły Doktorantowi osiągnięcie założonych celów pracy oraz weryfikację przyjętych tez. Etap numeryczny polegał przede wszystkim na opracowaniu autorskiej aplikacji BLOFIL do obliczeń parametrów filtracji grawitacyjnej, natomiast etap laboratoryjny polegał na wykonaniu badań procesu filtracji grawitacyjnej w możliwie szerokim zakresie parametrów. Wyniki pomiarów laboratoryjnych wprowadzono do opracowanej aplikacji BLOFIL, która w zależności od modelu filtracji grawitacyjnej obliczyła wartości parametrów zmiennych wynikowych, m.in.: gęstość zawiesiny, współczynnik lepkości dynamicznej zawiesiny, współczynnik filtracji i przepuszczalności, opory filtracji, współczynnik kolmatacji oraz wydatek objętościowy procesu filtracji grawitacyjnej.

W rozdziale 6 *Wyniki badań* w pierwszej kolejności opisano szczegółowo autorską aplikację numeryczną BLOFIL, w tym przedstawiono schemat ideowy, widoki i opcje aplikacji, a także jej część obliczeniową i graficzną. Następnie przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych przeprowadzonych dla różnych wartości uziarnienia złoża, wielkości fazy stałej oraz zagęszczenia fazy stałej w nadawie. Wartości wynikające z badań wprowadzono do aplikacji BLOFIL, która obliczyła wartości parametrów zmiennych wynikowych i finalnie wygenerowała wykresy i równania funkcji aproksymującej punkty pomiarowe oraz określiła formę filtracji grawitacyjnej. Przykłady przeprowadzonych w aplikacji obliczeń przedstawiono na rysunkach, w tabelach oraz w załącznikach.

Rozdział 7 zatytułowany *Wnioski* jest rekapitulacją przeprowadzonych prac badawczych. Doktorant sformułował 10 wniosków końcowych, które według mojej opinii są zbyt szczegółowe, przy czym wszystkie mają uzasadnienie w treści pracy.

3. MERYTORYCZNA OCENA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Uważam, że podjęty przez Doktoranta temat pracy jest aktualny i wartościowy. Postawione teza i wytyczone cele zostały jasno określone, a przyjęty szeroki zakres badań pozwolił na właściwą ich realizację. Lektura pracy w pełni utwierdziła mnie w przekonaniu o słuszności postawionych tez, zaś cele pracy zostały osiągnięte.

Za szczególne osiągnięcia Doktoranta uważam:

- wykazanie przydatności wykorzystania metod numerycznych do obliczania wybranych parametrów blokad kolmatacyjnych w procesie filtracji grawitacyjnej;
- potwierdzenie istnienia zależności pomiędzy wielkością frakcji fazy stałej w zawieszynie kierowanej do procesu filtracji grawitacyjnej, a wielkością uziarnienia złoża porowatego, umożliwiającej identyfikację rodzaju filtracji grawitacyjnej.

Opracowana autorska aplikacja numeryczna BLOFIL do obliczania wartości i graficznego przedstawiania wybranych parametrów procesu filtracji grawitacyjnej (a w szczególności blokad kolmatacyjnych) ma zastosowanie praktyczne. Warto podkreślić, że opracowana aplikacja została udostępniona na stronie internetowej <https://app.ros.edu.pl/blofil>.

Podczas lektury dysertacji pojawiły się następujące drobne uwagi i wątpliwości. Poniżej przedstawiono uwagi dyskusyjne, na które oczekuję odpowiedzi lub wypowiedzi polemicznych w czasie publicznej obrony rozprawy doktorskiej:

- Rozdział 1 zatytułowany *Wprowadzenie – uzasadnienie podjęcia tematu* zwyczajowo powinien nazywać się po prostu *Wprowadzenie* (zwłaszcza, że uzasadnienie podjęcia tematu znajduje się w późniejszej części pracy).
- W przypadku niektórych rysunków (np. 2.1– 2.7), Autor nie podaje źródła ich pochodzenia. Czy są to opracowania własne Autora?
- W opisie wybranych aplikacji z zakresu inżynierii środowiska, przedstawione programy w przeważającej większości nie są związane z problematyką filtracji grawitacyjnej, będącej przedmiotem dysertacji. W mojej ocenie należałoby tutaj opisać programy związane z problematyką filtracji grawitacyjnej oraz przedstawić szczegółowo ich możliwości oraz ograniczenia.
- Autor podaje jedynie uproszczony schemat ideowy programu BLOFIL (rys. 6.1). Ponieważ opracowanie aplikacji numerycznej było kluczowe dla osiągnięcia założonych celów pracy, należało przedstawić pełen schemat blokowy, jak np. dla programu ATMO (rys. 3.5).
- Przedstawione w ostatnim rozdziale wnioski są w mojej ocenie zbyt szczegółowe (o czym pisałem już wcześniej). Proszę o sformułowanie i przedstawienie 2–4 najważniejszych wniosków końcowych.

Pomimo niewątpliwie wysokiej wartości naukowej pracy, Doktorant nie ustrzegł się drobnych błędów edytorskich, wśród których najważniejsze to niezrozumiały zapis *r-niu* użyty trzykrotnie w spisie symboli w opisie parametrów (strony 5 i 6), brak

rysunku 3.8 (strona 41) oraz błędny tytuł rysunku 3.14 (*sieci wodociągowej* zamiast *sieci kanalizacji deszczowej*, strona 46).

4. WNIOSEK KOŃCOWY

Powyższe uwagi poczynione w obowiązku recenzenta w najmniejszym stopniu nie pomniejszają mojej pozytywnej i wysokiej oceny rozprawy doktorskiej. Obszerny zakres prac badawczych umożliwił Doktorantowi osiągnięcie celu pracy. Rozprawa doktorska Pana mgra inż. Pawła Koguta *Wykorzystanie metod numerycznych do obliczania wybranych parametrów blokad kolmatacyjnych w procesie filtracji grawitacyjnej* zawiera oryginalny materiał analityczny, jest poprawna pod względem metodycznym, a zawarte w niej tezy stanowią istotny problem naukowy. Recenzowana praca w pełni odpowiada wymaganiom określonym w art. 13 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm., tekst ujednoczony: Dz. U. z 2017 r. poz. 1789) wnoszę więc o dopuszczenie Pana mgra inż. Pawła Koguta do publicznej obrony pracy doktorskiej.

