

Prof. dr hab. inż. Maciej Mrowiec  
Politechnika Częstochowska,  
Wydział Infrastruktury i Środowiska  
ul. Dąbrowskiego 73, 42-201 Częstochowa

## **Recenzja rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Jakuba Misiewicza pt. „Wpływ obciążenia glebą na zdolności retencyjne superabsorbentów”**

### **1. Podstawa opracowania recenzji**

Podstawą opracowania recenzji jest uchwała Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu z dnia 19 października 2022 r. oraz pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Pana prof. Krzysztofa Pulikowskiego z dnia 20.10.2022.

### **2. Ogólny opis pracy**

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska dotyczy problematyki zastosowania superabsorbentów dla potrzeb zwiększenia zdolności retencyjnych gleb przepuszczalnych. Rozprawa doktorska została przedstawiona w formie spójnego opisu trzech tematycznych publikacji anglojęzycznych (stanowiących cykl publikacji):

*Publikacja\_I Misiewicz J., Lejcuś K., Dąbrowska J. Marczak D. 2019. The Characteristics of Absorbency Under Load (AUL) for Superabsorbent and Soil Mixtures. Scientific Reports 9, 18098. doi:10.1038/s41598-019-54744-4*

*Publikacja\_II Misiewicz J., Głogowski A., Lejcuś K., Marczak D. 2020. The Characteristics of Swelling Pressure for Superabsorbent Polymer and Soil Mixtures, Materials, vol. 13, nr 22, 2020, ss. 1-13,5071. doi:10.3390/ma13225071*

*Publikacja\_III Misiewicz J., Datta S.S, Lejcuś K., Marczak D. 2022. The characteristics of time-dependent changes of coefficient of permeability for superabsorbent polymer-soil mixtures. Materials, 15(13), 4465; <https://doi.org/10.3390/ma15134465>*

Rozdział 2 zawiera cztery szczegółowe cele badań oraz sześć hipotez badawczych sformułowanych na podstawie dokonanego przeglądu literatury. W rozdziale 3 przedstawiono przyjęte w pracy materiały i metody w tym charakterystykę użytych gleb i aparaturę zastosowaną tą w poszczególnych etapach badań mieszanek superabsorbentu z glebą: a) absorpcja pod obciążeniem, b) ciśnienie pęcznienia, c) współczynnik filtracji. Zasadniczą część rozprawy stanowi rozdział 4 (wyniki i dyskusja), w których autor obszernie opisuje wyniki badań odnosząc czytelnika do testów publikacji, zawierających zasadniczą część graficzną (rysunki, wykresy). W rozdziałach 5 i 6 przedstawiono podsumowanie i wnioski pracy doktorskiej, w której odniesiono się do postawionych hipotez i założonych celów. Całość pracy uzupełniają: bibliografia (75 pozycji literaturowych), wykaz dorobku naukowego doktoranta (wykaz artykułów w czasopismach, konferencje naukowe, udział w projektach) oraz pełne tekst trzech wymienionych wcześniej artykułów naukowych, stanowiących oceniany cykl publikacji. Strukturę pracy uważam za poprawną i logicznie wynikającą z jej tematu, przyjętego zakresu badań oraz formy prezentacji wyników badań (cykl publikacji). Należy podkreślić, że przedmiotowe publikacje charakteryzują się bardzo dobrymi parametrami bibliometrycznymi (140pkt, IF > 3,5) a doktorant jest ich pierwszym autorem o przeważającym udziale twórczym (57%-65%).

### 3. Ocena merytoryczna pracy

Zagadnienia związane z kontrolowanym zwiększeniem zawartości wody w glebie stanowią obecnie jedno z ważniejszych wyzwań związanych z kryzysem wodnym występującym w wielu rejonach Świata. Jest to szczególnie ważne z punktu widzenia produkcji rolnej a także różnych rozwiązań biotechnicznych w inżynierii środowiska. Jednym z możliwych rozwiązań jest zastosowanie dodatków doglebowych absorbujących wodę pochodzącą z opadów atmosferycznych (lub nawadniania). Autor rozprawy skoncentrował swoje badania na wykorzystaniu usieciowionych polimerów zwanych superabsorbentami (SAP), które charakteryzują się bardzo wysokimi zdolnościami do absorpcji wody, będąc efektywnym magazynem wilgoci dla korzeni roślin. Problematykę poruszoną w dysertacji uważam za ważną z naukowego jak i inżynierskiego punktu widzenia. Podjęto oryginalny problem badawczy, mający nie tylko znaczenie poznawcze ale też potencjał praktycznego wykorzystania uzyskanych wyników na obiektach w skali technicznej. Przyjęty tytuł rozprawy oceniam jako właściwy i odpowiadający jej treści. Dysertacja dotyczy zagadnień związanych z dyscypliną kształtowanie i ochrona środowiska, w ramach której prowadzone jest przedmiotowe postępowanie o nadanie stopnia doktora nauk technicznych.

W swej rozprawie Doktorant wykazał się dobrą znajomością literatury w zakresie prowadzonych badań o czym świadczy zestawienie wykorzystanych źródeł literaturowych, uwzględniający najistotniejsze pozycje krajowe i zagraniczne. Wstęp i przegląd literatury

odwołuje się do dużej liczby pozycji, koncentrując się przede wszystkim na testowaniu właściwości SAP-ów dodanych do gleby (strony 11-14). Przegląd pozostawia pewien niedosyt w zakresie opisu szerszego kontekstu zastosowania SAP-ów, przykładów zastosowania, klasyfikacji a także innych zagadnień (np. biodegradowalności SAP). W tej części brak jest rysunków, zdjęć czy schematów, a powołania na poszczególne pozycje literaturowe są zazwyczaj skomentowane jednym zdaniem. Mimo wymienionych uwag przedstawiony przegląd literatury uważam za kompletny i nie wymagający uzupełnień.

Znajomość literatury przedmiotu umożliwiła Doktorantowi trafne określenie obszaru własnych badań i zdefiniowania naukowego celu głównego, celów szczegółowych oraz postawienia hipotez badawczych. Zarówno cele jak i hipotezy zostały sformułowane w sposób zwięzły, zrozumiały i możliwy do realizacji/weryfikacji.

Część badawcza doktoratu została podzielona na 3 części, co wprost odpowiada badaniom opisanym w poszczególnych publikacjach:

- Publikacja I - badania absorpcji mieszanek SAP-gleba pod obciążeniem,
- Publikacja II – badania ciśnienia pęcznienia w mieszkach SAP-gleba,
- Publikacja III – badania współczynnika filtracji mieszaniny SAP-gleba.

W publikacji I skupiono się na analizie absorpcji pod obciążeniem dla mieszanek SAP-gleba w różnych proporcjach, aby określić stopień zatrzymania wody przez daną domieszkę SAP pod określonym obciążeniem. Autor trafnie uzasadnił konieczność prowadzenia eksperymentu występowaniem znaczących rozbieżności w publikowanych wynikach - głównie z uwagi na różnice w metodyce stosowanej przez wielu autorów, warunki prowadzenia doświadczeń oraz stosowanie różnych rodzajów SAP w różnych dawkach. W precyzyjny sposób opisane zostało stanowisko badawcze do badania absorpcji, sposób przygotowania próbek jak i przebieg doświadczeń. Uzyskane przez doktoranta wyniki badań zostały porównane do wyników uzyskanych przez innych autorów, potwierdzając ogólne tendencje (*„Wartości absorpcji wody zmniejszają się wraz ze wzrostem stosunku SAP do gleby w mieszaninie”*) ale równocześnie wskazując, że na wartość absorpcji wpływa szereg czynników (m.in. rodzaj gleby). Doktorant wykazał również konieczność uwzględnienia wpływu obciążenia glebą na redukcję chłonności wody przez superabsorbent.

W drugim etapie badań (Publikacja II) doktorant skupił się na badaniu przebiegu zmian ciśnienia pęcznienia wewnątrz układu SAP-gleba w różnych konfiguracjach (różne proporcje, różne uziarnienie SAP). Doświadczenie zostało przy użyciu autorskiego zestawu laboratoryjnego oraz aparatu Mecmesin, zapewniając bardzo precyzyjne pomiary zmian ciśnienia, a także umożliwiając sformułowanie ich opisu matematycznego. Badania wykazały, że SAP powoduje zmianę struktury podłoża we wszystkich przetestowanych konfiguracjach SAP-gleba. Wyniki doświadczeń przedstawione w doktoracie wykazały duże znaczenie głębokości aplikacji i sposobu wprowadzania SAP do gleby na końcowe wyniki. Rezultaty doświadczeń w zakresie pomiarów ciśnienia pęcznienia mogą być potencjalnie zastosowane

wszędzie tam, gdzie domieszki SAP-ów mają na celu poprawę warunków wegetacji roślin. Wartościowym elementem tego etapu badań było opracowanie modelu matematycznego, opartego na dwóch parametrach (procentowy udział superabsorbentu w mieszaninie oraz współczynnik ciśnienia pęcznienia SAP). Równanie umożliwia w prosty ale jednocześnie wiarygodny sposób symulować zmianę ciśnienia pęcznienia w czasie. Uwagi polemiczne do tego etapu badań przedstawiłem w pkt. 4 recenzji.

Mając na uwadze potencjał praktycznego (inżynierskiego) zastosowania wyników badań prezentowanych w dysertacji szczególnie interesująca jest analiza wpływu dodatku SAP-u na przepuszczalność gleby i jej dynamikę pod wpływem pęcznienia SAPu (Publikacja III). Także w tym przypadku autor bardzo rzetelnie opisał stanowisko (pomiaru oparty na stałym spadku hydraulicznym), procedurę przygotowania próbek jak i przebieg eksperymentu laboratoryjnego. Wyniki doświadczeń zostały opisane w klarowny sposób, umożliwiając formułowanie szeregu wartościowych wniosków. Wykazano w ilościowy sposób jak dodatek SAP-u do gleby zmniejszy tempo infiltracji, potencjalnie zatrzymując wodę w wierzchniej warstwie gleby na dłużej i spowalniając jej odpływ (a w skrajnym przypadku wręcz uniemożliwić przepływ). Ponadto autor wskazał na bezpośrednią korelację pomiędzy rozkładem uziarnienia użytych materiałów, a tempem przepływu wody przez próbkę. Bardzo wartościowym efektem tego etapu badań było zaproponowanie modelu matematycznego prognozującego wartości współczynnika filtracji dla mieszanin SAP-gleba. Model, mimo swojej prostoty, ma potencjał do zastosowania w warunkach rzeczywistych szczególnie przy niższych procentowych dodatkach superabsorbentów.

Na każdym etapie badań Doktorant wykazał się biegłością w organizacji i prowadzeniu badań eksperymentalnych na obiektach w skali laboratoryjnej, a także umiejętnością analizowania i interpretacji uzyskanych zbiorów danych pomiarowych. Przeprowadzone prace doświadczalne, analiza i omówienie wyników eksperymentów jak i poziom wnioskowania potwierdzają umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Doktorant w podsumowaniu pracy (rozdział 5) odniósł się do postawionych wcześniej celów szczegółowych (C1-C4) natomiast w rozdziale 6 (wnioski) do sformułowanych hipotez badawczych. Przetastawione wnioski końcowe znajdują potwierdzenie w ocenianym tekście doktoratu (jak i publikacjach) i odnoszą się do najważniejszych osiągnięć badawczych rozprawy.

Praca doktorska została napisana rzetelnie pod względem edycyjnym i językowym dotyczy to zarówno stylu pisania samych publikacji w języku angielskim jak i rozprawy w języku polskim. Wszystkie aspekty edycyjne ważne dla publikacji naukowych (powołania na literaturę, jakość rysunków, tabel, wykresów, wzorów i ich opisów itp.) spełniają przyjęte standardy. Nie stwierdziłem pomyłek edycyjnych które miałyby wpływ na interpretację wyników czy też ogólną wartość merytoryczną rozprawy.

#### 4. Uwagi polemiczne do przedstawionej rozprawy

1. W rozdziale wprowadzającym do doktoratu zabrakło szerszego przeglądu SAP-ów, w tym przynajmniej ogólnego omówienia ich klasyfikacji. Szczególnie wartościowe byłoby zwięzłe skomentowanie kwestii biodegradowalności SAP.
2. Czym był podyktowany wybór superabsorbenta Aquasorb 3005 wykorzystanego do badań? Czy posiada on jakieś szczególne cechy techniczne bądź ekonomiczne. Czy są dostępne konkurencyjne superabsorbenty mogą znacząco odmienne właściwości w zakresie absorpcji wody, pęcznienia jak i wodoprzepuszczalności? Jeżeli tak, to czy opracowane w doktoracie modele matematyczne będą odzwierciedlać procesy pęcznienia i infiltracji dla innych SAP-ów?
3. Na etapie przygotowania próbek do testów doktorant dążył do uzyskania homogeniczności próbki SAP-gleba (dokładne wymieszanie). W warunkach naturalnych dozowanie SAP-u może mieć pewne techniczne ograniczenia w tym zakresie, w związku z tym pojawia się pytanie odnośnie przeniesienia wyników ze skali laboratoryjnej na warunki rzeczywiste. Czy możliwe jest uzyskiwanie tak dokładnego wymieszania SAPu w takich warunkach? W jakim stopniu sposób dozowania SAPu do gleby będzie wpływał na wyniki absorpcji wody i współczynnika filtracji ?
4. W Publikacji II opracowano model matematyczny opisu dynamiki zmian ciśnienia pęcznienia w czasie. W przypadku dodatku SAP-u w ilości 1% wagowo wyniki modelowania dość znacząco różnią się od wyników pomiarów (Fig. 5). Czy w tym przypadku autor nie powinien dodać uwagi, że powyżej pewnej wartości dodatku SAP-u model nie opisuje dokładnie procesu?
5. Na stronie 5 w Publikacji\_II użyto określenia, że przedstawiony model jest w pełni stochastyczny („...which is fully stochastic model...”), co wydaje się dyskusyjne. Tego rodzaju modele powinny się charakteryzować występowaniem jednej lub więcej zmiennych losowych, których w przedstawionym modelu nie ma. Proszę o doprecyzowanie tej kwestii.
6. Szerszego komentarza wymaga zestaw laboratoryjny wykorzystany w Publikacji II, który został określony jako autorski. Doceniając inwencję doktoranta w zakresie przygotowania eksperymentu prosiłbym o przybliżenie na czym polega autorski wkład w zastosowaną metodykę? Czy do tej pory nie było podobnej aparatury? Jakie są najważniejsze zalety autorskiego stanowiska?
7. Jednym z celów doktoratu było określenie realnych ograniczeń stosowania SAP w warunkach praktycznych do wspierania rozwoju roślin (Cel C1). Które to ostatecznie ograniczenia? Czy ograniczenia w stosowaniu SAP-u mogą być różne np. dla różnych upraw albo różnych rozwiązań technicznych (np. w przypadku stosowania SAP jako dodatek do zielonych dachów)?

## 8. Podsumowanie i wniosek końcowy

Praca doktorska powinna wnosić elementy nowości do nauki w danej dyscyplinie, przyczyniając się do jej rozwoju bądź prowadzić do weryfikacji istniejących w nauce poglądów i informacji na dany temat. Przedstawiona do recenzji dysertacja autorstwa mgr inż. Jakuba Misiewicza, na którą składa się cykl 3 artykułów niewątpliwie zawiera takie elementy. Zakres tematyczny rozprawy mieści się w dyscyplinie ochrona i kształtowanie środowiska. Biorąc pod uwagę efekty przedstawionych w rozprawie analiz i badań, kompletność wykorzystanych źródeł literaturowych, poprawność analizy danych i trafność wnioskowania, stwierdzam, że praca spełnia formalne wymogi zawarte w art. 14 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym (Dz. U. 2003 nr 65 poz. 595) oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2017 poz. 1789) z późniejszymi zmianami. W związku z powyższym, na podstawie art. 179 ust. 1 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. - przepisy wprowadzające Ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz.1669 ze zm.), wnioskuję o jej dopuszczenie do publicznej obrony.

Prof. dr hab. inż. Maciej Mrowiec

