

dr hab. inż. Krystyna Malińska, prof. PCz,
Politechnika Częstochowska
Wydział Infrastruktury i Środowiska
Katedra Sieci i Instalacji Sanitarnych
ul. Brzeźnicka 60A
42-200 Częstochowa
krystyna.malinska@pcz.pl
695 659 327

Częstochowa, 03.11.2023 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Pani mgr inż. Darii Marczak pt. „Trwałość biodegradowalnych geokompozytów sorbujących wodę”

Promotor: dr hab. Krzysztof Lejcuś, profesor uczelni
Promotor pomocniczy: dr inż. Joanna Grzybowska-Pietras

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Podstawą formalną opracowania niniejszej recenzji jest pismo (o nr IDDD0000.4100.12.2023 z dnia 13 października 2023 r.) Pani Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu dr hab. inż. Justyny Hachoł, prof. uczelni. Wraz z pismem otrzymałam egzemplarz rozprawy doktorskiej oraz jej wersję elektroniczną.

Recenzja została przygotowana w oparciu o Ustawę z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2023r. poz. 742 z późn. zm.).

2. Sylwetka Doktorantki

Pani mgr inż. Daria Marczak uzyskała tytuł magistra w roku 2018 na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu. W tym samym roku, również na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu, rozpoczęła studia doktoranckie na kierunku Ochrona i Kształtowanie Środowiska. W 2022 roku otrzymała z Narodowego Centrum Nauki w ramach konkursu Preludium 20 grant na realizację badań pt. „Badanie procesów biodegradacji geotekstyliów z włókien naturalnych i dodatków wspomagających wegetację roślin stosowanych w inżynierii środowiska”.

Pani mgr inż. Daria Marczak brała udział w realizacji prac badawczych (jako wykonawca) w wielu projektach badawczych finansowanych zarówno ze źródeł krajowych (np. Narodowe Centrum Nauki czy Narodowe Centrum Badań i Rozwoju) jak i zagranicznych (np. Program Komisji Europejskiej Horyzont Europa).

W oparciu o aktualnie dostępne informacje Pani mgr inż. Daria Marczak jest współautorką 8 artykułów naukowych opublikowanych w latach 2018-2023 w wiodących czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym, takich jak: *Scientific Reports* (140 pkt. MEiN), *Journal of Cleaner Production* (140 pkt. MEiN), *Sustainable Materials and Technologies* (200 pkt. MEiN), *Materials* (140 pkt. MEiN), *Science of the Total Environment* (200 pkt. MEiN). W 5 artykułach Doktorantka jest pierwszym autorem. Sumaryczny *Impact Factor* wynosi 40,571, a suma punktów MEiN 1107.

Opublikowane do tej pory prace naukowe Pani mgr inż. Darii Marczak cieszą się zainteresowaniem, czego wyrazem jest ich cytowalność. Łączna liczba cytowań prac, których współautorką jest Doktorantka wynosi 81, a index Hirsha 5 (wg. Web of Science).

Warto podkreślić, że Pani mgr inż. Daria Marczak brała również udział w krajowych i zagranicznych konferencjach naukowych, podczas których prezentowane były wyniki badań naukowych. Jednak brak jest informacji o formie udziału Doktorantki w tych konferencjach (tj. poster, prezentacja ustna).

Praca i aktywność naukowa Doktorantki zostały docenione przyznaniem stypendiów za osiągnięcia w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych. Pani mgr inż. Daria Marczak jest laureatką programu START 2023 – Stypendia dla młodych uczonych Fundacji na rzecz Nauki Polskiej (FNP).

W ramach działalności dydaktycznej Pani mgr inż. Daria Marczak prowadziła zajęcia dydaktyczne (2019-2023).

3. Charakterystyka i ocena rozprawy

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Darii Marczak stanowi cykl 4 publikacji (w których Doktorantka jest pierwszą autorką) opublikowanych w recenzowanych czasopismach naukowych w latach 2020-2023. Rozprawa doktorska jest wynikiem realizacji projektu „Hydrobox 2.0 – innowacyjna technologia wspomagająca oszczędzanie wody i wegetację roślin” (NCBR), kierowanego przez Pana dr hab. Krzysztofa Lejcusia, prof. uczelni. Rozprawa powstała pod opieką Pana dr hab. Krzysztofa Lejcusia oraz Pani dr inż. Joanny Grzybowskiej-Pietras.

Tematyka rozprawy odpowiada na aktualne wyzwania związane przede wszystkim z niedoborem wody, utratą żyzności gleb oraz postępującym zanieczyszczeniu środowiska, a w szczególności zanieczyszczenia tzw. mikroplastikiem gleb uprawnych. Zaproponowane przez Doktorantkę rozwiązanie, tj. biodegradowalny geokompozyt sorbujący wodę (BioWAG) pozwala jednocześnie na zapewnienie roślinom dostępności wody w glebie, zagospodarowanie

odpadowych włókien (tj. wełny, juty i lnu) oraz ograniczenie zanieczyszczenia gleb tworzywami sztucznymi.

Tytuł rozprawy jest jasno określony i odpowiada jej treści. Struktura pracy jest typowa dla rozpraw doktorskich stanowiących cykl publikacji i obejmuje: część stanowiącą omówienie przeprowadzonych prac badawczych i ich wyników podzieloną na rozdziały: 1. Wstęp, 2. Hipotezy badawcze i cel pracy, 3. Organizacja badań, 4. Omówienie i dyskusja wyników oraz 5. Podsumowanie i wnioski, oraz cykl 4 publikacji w języku angielskim wraz z oświadczeniami współautorów:

1. Marczak D., Lejcuś K., Misiewicz J. 2020. *Characteristics of biodegradable textiles used in environmental engineering: a comprehensive review. Journal of Cleaner Production.* 268, 122129. DOI:10.106/j.jclepro.2020.122129 (Publikacja 1 – P1)
2. Marczak D., Lejcuś K., Grzybowska-Pietras J., Biniś W., Lejcuś I., Misiewicz J. 2020. *Biodegradation of sustainable nonwovens used in water absorbing geocomposites supporting plants vegetation. Sustainable Materials and Technologies.* 26, e00235. DOI:10.1016/j.susmat.2020.e00235 (Publikacja 2 – P2)
3. Marczak D., Lejcuś K., Kulczycki G., Misiewicz J. 2022. *Towards circular economy: sustainable soil additives from natural waste fibres to improve water retention and soil fertility. Science of the Total Environment.* 844, 157169, DOI:10.1016/j.scitotenv.2022.157169 (Publikacja 3 – P3)
4. Marczak D., Lejcuś K., Lejcuś I., Misiewicz J. 2023. *Sustainable Innovation: Turning waste into soil additives. Materials* 16, 2900. DOI:10.3390/ma16072900 (Publikacja 4 – P4)

Rozprawa zawiera spis literatury, opis dorobku naukowego Doktorantki oraz streszczenia w języku polskim i języku angielskim.

Zgodnie z oświadczeniami współautorów udział Doktorantki w przygotowaniu publikacji stanowiących cykl publikacji w rozprawie doktorskiej jest znaczący i polegał przede wszystkim na konceptualizacji, zaplanowaniu i wykonaniu badań, analizie i omówieniu wyników oraz współredagowaniu treści manuskryptów. Pomimo że Doktorantka nie pełniła roli autorki korespondującej w tych publikacjach, to brała udział w procesie recenzji przygotowując odpowiedzi do recenzentów oraz współredagując treści manuskryptów.

W części poprzedzającej załączony cykl publikacji (*1. Wstęp*) mgr inż. Daria Marczak przedstawia uzasadnienie tematyki badawczej, w szczególności omawia problem zanieczyszczenia środowiska geosyntetykami i proponuje nowe rozwiązanie – jednocześnie bazując na rozwiązaniu opracowanym w ramach projektu GEOSAP (NCBR) – tj. biodegradowalny geokompozyt absorbujący wodę (BioWAG) z wykorzystaniem materiałów biodegradowalnych, takich jak naturalne włókna odpadowe (wełna, juta i len). W rozdziale 2. *Hipotezy badawcze i cel pracy* Doktorantka przedstawia główną hipotezę badawczą wraz z celami głównymi i szczegółowymi. Rozdział 3. *Organizacja badań* zawiera opisy metodyki

prorowadzenia badań i materiałów użytych do badań oraz sposób produkcji prototypów BioWAG. W tym rozdziale znajduje się również podrozdział 3.4. *Etapy badań*, w którym przedstawiono schemat organizacji badań z odniesieniem do poszczególnych publikacji stanowiących cykl publikacji w rozprawie doktorskiej. W rozdziale 4. *Omówienie i dyskusja wyników* Doktorantka omawia wybrane wyniki badań (prezentowane w publikacjach P1, P2, P3 i P4) koncentrując się na omówieniu przeprowadzonego przeglądu właściwości włókien biodegradowalnych, który pozwolił na dokonanie wyboru odpowiednich włókien, tj. wełny, juty i lnu, do opracowania i testowania biodegradowalnego geokompozytu sorbującego wodę BioWAG. W dalszej części rozdziału Doktorantka omawia uzyskane wyniki, w szczególności dotyczące zmian właściwości włókien na skutek ich biodegradacji podczas doświadczenia polowego, a także zdolności sorpcyjnych superabsorbenta polimerowego (SAP). Omówione zostały również wyniki dotyczące określenia wpływu BioWAG na wegetację wybranych gatunków traw. W rozdziale 5. *Podsumowanie i wnioski* Doktorantka zawarła krótkie podsumowanie głównych rezultatów badań oraz poprawnie sformułowane wnioski z przeprowadzonych badań. W mojej opinii Doktorantka udowodniła przyjętą hipotezę badawczą oraz zrealizowała główne i szczegółowe cele pracy.

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr inż. Darii Marczak świadczy o zdobytej przez Doktorantkę gruntownej wiedzy teoretycznej dotyczącej podjętej tematyki oraz umiejętnościach w zakresie planowania i realizacji eksperymentów badawczych, wykonywania analiz laboratoryjnych oraz analizy i interpretacji otrzymanych wyników.

Za nowatorskie w pracy uznaję zaproponowanie rozwiązania, które stanowi kompleksowe podejście i jest odpowiedzią na problemy związane z niedoborem wody, utratą żyzności gleb oraz postępującym zanieczyszczeniem środowiska, a w szczególności zanieczyszczeniem tzw. mikroplastikiem gleb uprawnych.

W mojej opinii za najbardziej wartościowy wkład będący rezultatem realizacji przeprowadzonych przez Doktorantkę prac badawczych przedstawionych w niniejszej rozprawie uważam:

- Wskazanie naturalnych materiałów, tj. włókien wełny, juty i lnu, wraz z analizą ich właściwości do otrzymania biodegradowalnego geokompozytu absorbującego wodę BioWAG.
- Otrzymanie prototypu biodegradowalnego geokompozytu absorbującego wodę BioWAG i przetestowanie różnych jego wariantów w warunkach rzeczywistych podczas trzyletniego doświadczenia polowego.
- Określenie w warunkach rzeczywistych wpływu zastosowania BioWAG na żyzność gleby oraz rozwój wybranych gatunków traw.

W tej części recenzji pozwalam sobie na przekazanie wybranych uwag i komentarzy, które mają charakter porządkujący, oraz pytań, które nasunęły się podczas czytania rozprawy:

1. W mojej opinii podrozdział 3.4. *Etapy badań*, który zawiera graficzne przedstawienie organizacji badań (Rysunek 3) powinien znajdować się po rozdziale (lub być jego częścią) 2. *Hipotezy badawcze i cel pracy*. Zabrakło mi w tym podrozdziale bardziej szczegółowego nawiązania do celów, zakresu i czasu prowadzonych badań zaprezentowanych w poszczególnych publikacjach P1-P4.
2. W rozprawie doktorskiej zabrakło mi sekcji (np. w rozdziale 5), która zawierałaby rekomendacje co do kierunków dalszych badań.
3. Na Rysunku 7 (str. 31) przedstawiono system korzeniowy traw rosnących na BioWAG pobranych w 2018, 2019 i 2020 oraz „Kontrolę”. Nie jest jasne na jakim etapie badań została pobrana próba oznaczona na Rysunku 7 jako „Kontrola”.
4. W Publikacji 3 w punkcie 2.2.2. *Characteristics of the experimental site* czytamy: “Before placing them in the soil, the prepared BioWAG prototypes were soaked in tap water until full SAP swelling”. Jaki był czas potrzebny na pełne zaabsorbowanie wody przez SAP?
5. W pracy pojawia się stwierdzenie dotyczące prowadzonych badań i proponowanego rozwiązania, które odwołuje się do zasad gospodarki obiegu zamkniętego oraz celów zrównoważonego rozwoju. Na przykład, w Publikacji 3, w sekcji 1.6. *Significance and aim of the research* czytamy: “This study considered the connection between reasonable plant growth support, saving the water necessary for irrigation, a circular economy, and sustainable development goals”. Których celów zrównoważonego rozwoju dotyczy to stwierdzenie i jakie zadania w tym zakresie pozostają do zrealizowania uwzględniając proponowane przez Doktorantkę rozwiązanie?
6. W pracy trudno o szczegółowe informacje dotyczące dostępności wybranego surowca, tj. odpadowych włókien wełny, juty i lnu. Jakie ilości wskazanych włókien odpadowych są obecnie do zagospodarowania i jakich ilości można spodziewać się w najbliższych latach?
7. Doktorantka wskazuje na liczne zastosowania BioWAG, np. „stosowanie do wspomagania rozwoju zieleni miejskiej, na zielonych dachach czy ścianach oraz w uprawie bylin lub roślin jagodowych”. Jakie wyzwania w opinii Doktorantki wiążą się ze skalowaniem proponowanego rozwiązania?
8. W rozprawie doktorskiej znalazła się informacja (str. 49) o: „rozpoczęciu procedury mającej na celu uzyskanie ochrony patentowej na biodegradowalną wersję geokompozytu sorbującego wodę”. Co stanowi przedmiot ochrony? Czy Doktorantka planuje podjąć się wysiłku komercjalizacji tego rozwiązania?

4. Wnioski końcowe

Podsumowując, rozprawa doktorska Pani mgr inż. Darii Marczak pt. „Trwałość geokompozytów sorbujących wodę”, na którą składa się cykl 4 publikacji stanowi oryginalne rozwiązanie dla złożonego problemu naukowego, którego rozwiązanie w swojej pracy doktorskiej podjęła się Doktorantka. Proponowane rozwiązanie bez wątpienia ma charakter aplikacyjny i wykazuje znaczący potencjał do komercjalizacji.

Przeprowadzone przez Doktorantkę prace badawcze, dokonana analiza otrzymanych wyników, omówienie wyników i ich opublikowanie w czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym świadczą o dużej dojrzałości naukowej Doktorantki i solidnym warsztacie badawczym. Uzyskany do tej poroby dorobek naukowy oraz prowadzona działalność badawcza Doktorantki świadczy, że Doktorantka posiada ugruntowaną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz praktyczne umiejętności, które pozwalają na samodzielne prowadzenie pracy naukowej. Warto podkreślić, że Doktorantka obecnie kieruje własnym projektem badawczym oraz brała udział w wielu projektach badawczych pełniąc rolę wykonawcy.

Biorąc pod uwagę powyższe, uważam, że niniejsza rozprawa doktorska mieści się w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka i stanowi znaczący wkład w jej rozwój.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr inż. Darii Marczak pt. „Trwałość biodegradowalnych geokompozytów sorbujących wodę” spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 187. ust. 1 i 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2023 r. poz. 742 z późn. zm.).

W związku z tym, wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu o dopuszczenie Pani mgr inż. Darii Marczak do dalszych etapów postępowania doktorskiego i publicznej obrony pracy.

Jednocześnie biorąc pod uwagę fakt, że otrzymane przez Doktorantkę wyniki badań zostały opublikowane w czasopismach o zasięgu międzynarodowym oraz Jej znaczący dorobek naukowy wnoszę aby uznać rozprawę doktorską za wyróżniającą się.

