

Kraków, 31 stycznia 2022

Dr hab. inż. Andrzej Gruchot  
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie  
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji  
Katedra Inżynierii Wodnej i Geotechniki  
al. Mickiewicza 24/28, 31-059 Kraków

## **Recenzja rozprawy doktorskiej**

**mgr inż. Michała Śpitalniaka**

**pt. „Analiza możliwości zastosowania geokompozytów sorbujących wodę  
w ochronie skarp budowli ziemnych”  
wykonanej w Instytucie Inżynierii Środowiska  
Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu**

**Promotor: dr hab. inż. Daniel Garlikowski, profesor uczelni**

**Promotor pomocniczy: dr inż. Zofia Zięba**

### **1. Podstawa opracowania**

Recenzję opracowano zgodnie z uchwałą Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu z dnia 15 grudnia 2021 roku, na podstawie której zostałem powołany na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Michała Śpitalniaka.

Podstawę formalno-prawną opracowania recenzji stanowiło pismo z dnia 17 grudnia 2021 roku przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, prof. dr hab. inż. Krzysztofa Pulikowskiego.

Recenzję wykonano w oparciu o kryteria określone w art. 13 ust. 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst jedn. Dz.U. z 2017 r., poz. 1789).

### **2. Podstawowe informacje o rozprawie doktorskiej**

Mgr inż. Michał Śpitalniak przedstawił rozprawę doktorską pt.: „Analiza możliwości zastosowania geokompozytów sorbujących wodę w ochronie skarp budowli ziemnych”. Na przedłożoną do recenzji rozprawę doktorską składa się spójny tematycznie zbiór czterech oryginalnych prac naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych w okresie od 2016 do 2021 roku:

1. Śpitalniak M. 2016. Wykorzystanie geokompozytów sorbujących wodę do ochrony skarp budowli ziemnych przed erozją. Inżynieria Morska i Geotechnika, 3, 161-166. *Punktacja MNiSW z dnia 25.01.2017 – lista B, 6 punktów, udział Doktoranta 100%.*



2. Lejcuś K., Śpitalniak M., Dąbrowska J. 2018. Swelling Behaviour of Superabsorbent Polymers for Soil Amendment under Different Loads. *Polymers*, 10, 271, doi.: 10.3390/polym10030271.  
*Punktacja MNiSW z dnia 25.01.2017 – lista A, 40 punktów, IF =3,164, udział Doktoranta 15%.*
3. Śpitalniak M., Lejcuś K., Dąbrowska J., Garlikowski D., Bogacz A. 2019. The Influence of a Water Absorbing Geocomposite on Soil Water Retention and Soil Matric Potential. *Water*, 11, 1731, doi.: 10.3390/w11081731.  
*Punktacja MEiN z dnia 1.12.2021 – 100 punktów, IF = 2,544, udział Doktoranta 80%.*
4. Śpitalniak M., Bogacz A., Zięba Z. 2021. The Assessment of Water Retention Efficiency of Different Soil Amendments in Comparison to Water Absorbing Geocomposite. *Materials*, 14, 6658, doi.: 10.3390/ma14216658.  
*Punktacja MEiN z dnia 1.12.2021 – 140 punktów, IF = 3,623, udział Doktoranta 85%.*

Sumaryczna liczba punktów MNiSW lub MNIe (w zależności od roku ukazania) wymienionych publikacji wynosi 286, w tym punktacja publikacji opublikowanych w latach 2016-2018 – 46 punktów, a w okresie 2019-2021 – 240 punktów. Trzy publikacje wydane w języku angielskim posiadają współczynnik wpływu (Impact Factor, IF), który według bazy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem ukazania się publikacji, wynosił sumarycznie IF = 9,331. Publikacje przedstawione jako spójne tematycznie prace, opublikowane zostały w wydawnictwie o zasięgu krajowym (Inżynieria Morska i Geotechnika) oraz międzynarodowym (Materials, Polymers, Water). Uwzględniając procentowy udział Doktoranta w przedstawionych w rozprawie publikacjach, suma punktów, które mu można przypisać wynosi 211, a współczynnik wpływu IF = 5,59.

W trzech pracach Doktorant był pierwszym autorem, a w jednej - drugim Autorem. Publikacje przedstawione do oceny zostały w większości opublikowane jako prace zespołowe (3 publikacje), a jedna jest pracą indywidualną. Udział Doktoranta w przygotowaniu publikacji składających się na rozprawę doktorską był w przypadku trzech publikacji wiodący i wahał się od 80 do 100%. Jedynie w przypadku publikacji nr 2 wynosił 15%. Procentowy udział oraz wkład w przygotowanie poszczególnych publikacji potwierdzony został w oświadczeniach współautorów (zał. 1, 2, 3). Wkład Doktoranta w przygotowanie publikacji obejmował sformułowanie problemu naukowego, dopasowanie metod badawczych do eksperymentu, opracowanie jego koncepcji, dobór i pozyskanie materiałów źródłowych, wykonanie badań, obliczeń, a także analizę, interpretację i prezentację wyników badań. Doktorant zajmował się również formułowaniem wniosków, redakcją edytorską artykułów, przygotował odpowiedzi na pytania recenzentów, był autorem korespondencyjnym. Na pokreślenie zasługuje także fakt, że Doktorant pozyskał środki finansowe na realizację badań, których wyniki zostały przedstawione w powyżej przytoczonych publikacjach.

Powyższe informacje potwierdzają dobre przygotowanie Doktoranta do pracy naukowej, przede wszystkim wysoką umiejętność zaplanowania i przeprowadzenia badań ukierunkowanych na osiągnięcie określonego celu oraz właściwej interpretacji uzyskanych wyników badań i doświadczeń.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska składa się z 8 rozdziałów i obejmuje 127 stron z czego 94 strony stanowi rozdział 4 „Publikacje”, w którym przedstawiono pełne kopie publikacji będących spójnym, tematycznie powiązonym cyklem naukowym. Po spisie treści przedstawiono streszczenie i 6 słów kluczowych w języku polskim i angielskim. Rozprawę Doktorant rozpoczyna „Przedmową”, w której została przedstawiona procedura prawno-formalna zastosowana przy realizacji niniejszej rozprawy doktorskiej w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie ochrona i kształtowanie środowiska. W rozdziale 1 „Wprowadzenie” został wstępnie przedstawiony, z punktu widzenia literaturowego problem badawczy, który był realizowany w rozprawie doktorskiej. W tym celu Doktorant wykorzystał 46 pozycji literatury w większości publikacji naukowych i w większości w języku angielskim, których spis przedstawił w rozdziale 8 „Bibliografia”. W rozdziale 2 przedstawiono cel pracy, pytania badawcze i hipotezy, a w rozdziale 3 „Strukturę pracy”. Struktura pracy zgodnie z zamysłem Doktoranta została podzielona na dwie części. W pierwszej części przedstawiono badania funkcji ochronnych geokompozytu sorbującego wodę GSW, które omówiono w publikacji nr 1 i 3. Drugą część struktury rozprawy stanowią badania materiałów wykorzystywanych do retencjonowania wody w gruncie opisane w publikacji nr 2 i 4. Rozdział 5 stanowi podsumowanie i wnioski. Dorobek naukowy i zawodowy Doktorant przedstawił w rozdziale 6 „Wykaz dorobku naukowego i zawodowego”. Rozdział 7 „Załączniki”, stanowią oświadczenia współautorów publikacji nr 2, 3 i 4.

Przyjęty układ, struktura i podział treści jest logiczny i odpowiedni dla rozpraw doktorskich w naukach inżyniersko-technicznych. Streszczenie zredagowano poprawnie. Układ rozprawy pozwolił Doktorantowi na zwięzłe zarysowanie problematyki badawczej, wskazanie założeń podjętych badań i sposobów ich realizacji oraz przedstawienie najważniejszych wyników badań i wniosków. Język rozprawy jest zwięzły i jasny, choć w tej części zdarzają się drobne błędy gramatyczne i interpunkcyjne. Zdarzają się również błędy w cytowaniu literatury, które w mojej opinii nie powinny mieć miejsca, np. na stronie 6 jest „*Stępnowski et al., 2010*” gdzie wszędzie jest stosowany skrót „*i in.*”, lub na stronie 10 jest „*W badaniach Lejcusia i in. ...*” bez podania roku publikacji,

W części opisowej Doktorant wykorzystał, jak już wykazałem wcześniej, 46 źródeł literaturowych, których dobór jest trafny i odpowiada aktualnemu stanowi wiedzy na temat problemów związanych z retencjonowaniem wody w gruncie i wpływem jego przesuszenia na rozwój roślinności i tym samym na stabilność skarpy budowli ziemnej. W rozdziale 2 podano cel pracy, cztery cele szczegółowe, 4 pytania badawcze, a na koniec trzy hipotezy badawcze. W mojej opinii wystarczyłby sam cel główny i ewentualnie hipotezy badawcze. Cel pracy jest wyraźnie postawiony, za nim idą cele szczegółowe, a hipotezy badawcze wynikają z celów pracy. W tym miejscu zwracam uwagę, że w rozprawie Doktorant nie wskazał czy hipotezy badawcze należy przyjąć lub odrzucić. W rozprawie nie znalazłem również bezpośredniej odpowiedzi na pytania badawcze. Pytania badawcze zostały przez Doktoranta postawione, dlatego proszę o odpowiedź na nie w trakcie obrony:

- w jaki sposób GSW może poprawić bezpieczeństwo skarpy budowli ziemnych,
- jak efektywnie stosować GSW w ochronie skarpy budowli ziemnych,

- czy metoda aplikacji superabsorbentu polimerowego bezpośrednio do gleby techniką mieszania pozwala na efektywne zatrzymywanie wody w glebie,
- czy istnieją inne, bardziej wydajne metody retencjonowania wody w glebie na potrzeby biotechnicznego umocnienia skarp budowli ziemnych.

Struktura rozprawy doktorskiej zaproponowana przez Doktoranta w rozdziale 3 jest właściwa. Mam jednak zastrzeżenia w odniesieniu do hasłowego opisu uzyskanych wyników już w tym rozdziale. W mojej opinii wnioskowanie powinno mieć miejsce w podsumowaniu rozprawy.

Każdy z artykułów zamieszczonych w rozdziale 4 został poprzedzony stroną wprowadzenia, na której oprócz składu autorskiego, tytułu, streszczenia w języku polskim zamieszczono charakterystykę publikacji z określeniem liczby punktów i udziałem procentowym Doktoranta w przygotowaniu publikacji. Został również zamieszczony zakres prac, które wykonał Doktorant do danej publikacji oraz kod QRF dostępu do publikacji. Po każdej publikacji wchodzącej w skład rozprawy doktorskiej zamieszczono dokumentację fotograficzną z realizacji badań terenowych i laboratoryjnych. Zostały również przedstawione fotografie dokumentujące zastosowaną aparaturę. W mojej opinii dokumentacja fotograficzna świetnie uzupełnia publikację, jednak powinna być inaczej przygotowana. Podpisy pod fotografiami powinny być krótsze i tym samym prostsze, a komentarz wyjaśniający do tych fotografii powinien być zebrany w całość i przedstawiony w osobnym akapicie. Rozdział 5, zgodnie z jego tytułem, stanowi podsumowanie i wnioski, które zostały przekopiowane z publikacji będących podstawą rozprawy doktorskiej, przy czym w przypadku publikacji nr 2, 3 i 4 zostały one przetłumaczone na język polski. Niestety są one tylko bezpośrednim przeniesieniem wniosków z czterech publikacji. W mojej opinii zabrakło spójnego podsumowania wszystkich publikacji, które stanowiłoby zamknięcie rozprawy. Po zapoznaniu się z przedmiotowymi publikacjami, a następnie po ponownym zapoznaniu się z wnioskami w podsumowaniu można wyraźnie stwierdzić, że zrealizowano podjęty cel pracy, a hipotezy badawcze były weryfikowalne. Uważam, że Doktorant powinien wyraźnie to wykazać w podsumowaniu odnosząc się do nich.

Podsumowując, stwierdzam, że przedstawiona rozprawa doktorska w mojej ocenie jest kompletna i spełnia wymogi formalne określone w ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst. jedn. Dz. U. 2017, poz. 1789).

### **3. Ocena dorobku naukowego**

Dorobek publikacyjny Doktoranta obejmuje 9 publikacji naukowych w tym czterech prezentowanych w niniejszej rozprawie doktorskiej, 17 abstraktów, posterów i wystąpień konferencyjnych w tym 10 wygłoszonych przez Doktoranta. Sumaryczny liczbę punktów zgodnie z listą MNiSW lub MEiN wynosi 355 (przy uwzględnieniu udziału Doktoranta - 219 punktów). Współczynnik wpływu tych publikacji wahał się od  $IF = 0,626$  do  $3,623$ , a sumarycznie  $IF = 12,023$  (przy uwzględnieniu udziału Doktoranta współczynnik wpływu wynosi  $IF = 5,815$ ).

Suma cytowań wynosi 57 zgodnie z Web of Science Core Collection, 69 zgodnie z bazą Scopus oraz 102 zgodnie z Google scholar. Natomiast Index Hirscha (H-index) waha się od 4 do 5.

Referaty oraz postery Doktorant wygłaszał lub prezentował na konferencjach o zasięgu krajowym, ale także międzynarodowym – w Holandii, Japonii, Łotwie, Rosji. Doktorant brał udział w 6 projektach jako kierownik projektu, asystent, członek zespołu badawczego oraz wykonawca lub główny wykonawca badań. W dorobku Doktoranta znajduje się również 9 dokumentów, które zostały przez niego określone jako opracowania, raporty i ekspertyzy.

Doktorant odbył 6-miesięczny staż zagraniczny na Uniwersytecie Ruprechta i Karola w Heidelbergu (Niemcy). W ramach stażu został zrealizowany projekt pt. „Economic and technical assessment of soil water retainers and soil mineral additives for their possible usage in mitigation of water scarcities and climate change effects”. Staż został sfinansowany z projektu BioSciUniversity oraz programu stypendialnego Niemieckiej Federalnej Fundacji Ochrony Środowiska DBU – Deutsche Bundesstiftung .

Dorobek naukowy Doktoranta oceniam wysoko. Wyniki swoich prac opublikował w wysoko punktowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym, jak również prezentował je na konferencjach krajowych i zagranicznych. W mojej opinii dorobek naukowy jak i zawodowy jest reprezentatywny dla dyscypliny naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.

Wyrażam również przypuszczenie, że dorobek dydaktyczny Doktoranta jest również wysoki, o czym przez swoją skromność nie wspomniał w rozprawie.

#### **4. Celowość podjęcia tematyki**

Istotnym czynnikiem wpływającym na ochronę skarp budowli ziemnych jest zachowanie optymalnych warunków hydrologicznych. Warunki wodne występujące w gruncie mają znaczący wpływ na układ sił oraz wielkość naprężeń oraz wpływają na wytrzymałość gruntu na ścinanie. Niedoszacowanie wpływu tych czynników w analizie stateczności, w szczególności wielkości sił ciśnienia spływowego, skutkować może wystąpieniem na skarpach nasypów ziemnych lub wykopów drogowych zsuwów powierzchniowych. Należy również zwrócić uwagę, że rozwijająca się roślinność zatrzymuje znaczne ilości wody na swojej powierzchni (intercepcja) i wyparowuje wodę opadową (transpiracja) co powoduje redukcję jej infiltracji w grunt skarpy lub zbocza zmniejszając w ten sposób ciśnienie wody w porach.

Należy również zwrócić uwagę na szybko rozwijającą się Ekogeotechnikę, która zajmuje się zagadnieniami geotechnicznymi związanymi z wpływem systemów korzeniowych tworzących naturalne zbrojenie na zwiększenie wytrzymałości na ścinanie gruntu i tym samym na poprawę stateczności skarp. Systemy korzeniowe sięgają do głębszych warstw nośnych gruntu, tworzą przypory i przesklepienia dla warstw przypowierzchniowych. Korzenie wiążą ziarna i cząstki gruntu na powierzchni zbocza, redukując wrażliwość gruntu na erozję wodną i wiatrową. Trawy, krzewy i drzewa stanowią naturalne zabezpieczenie biotechniczne skarp i zboczy. Właściwie wykonane i utrzymane zabezpieczenie biotechniczne może zminimalizować także ryzyko zniszczenia obwałowania przeciwpowodziowego w sytuacji przelania wody przez koronę wału i jej spływie po stronie odpowietrznej obwałowania. Jednak

szybkie zazielenianie skarp oraz rozwój systemu korzeniowego roślin wymagają dużej ilości wody, która dostarczana jest w postaci opadu. Woda zgromadzona w powierzchniowej warstwie gruntu nie wystarcza do zaspokojenia potrzeb roślin, a rozwiązaniem tego problemu może być zastosowanie geokompozytów sorbujących wodę.

Występujące w ostatnich latach coraz częściej deszcze ulewne, ale także topnienie śniegów w powiązaniu z dużym nachyleniem zboczy może uruchomić procesy związane ze spływem powierzchniowym. Efektem spływu, zależnie od nachylenia, rodzaju podłoża i stanu pokrywy roślinnej zbocza, są postępujące zniszczenia erozyjne. Ziarna i cząstki gruntu (gleby), a w niektórych przypadkach całe warstwy są zmywane ze zbocza lub zsuwają się powodując deformacje powierzchni i straty finansowe.

Dlatego, w mojej opinii podjęcie przez Doktoranta tematyki badawczej związanej z możliwością zwiększenia retencjonowania wody w gruncie jest aktualne i umożliwia optymalny dobór rozwiązań bio-geotechnicznych. Pozwala to na zwiększenie tempa wzrostu roślinności i tym samym wpływa na poprawę między innymi stateczności skarp i zboczy.

## 5. Ocena merytoryczna rozprawy

Celem recenzowanej rozprawy doktorskiej było określenie efektów działania geokompozytu sorbującego wodę (GSW) w aspekcie określenia zasadności (użył bym „przydatności”) jego użycia (może „zastosowania”) w ochronie skarp budowli ziemnych.

Geokompozyt sorbujący wodę (GSW), zgodnie z opisem Doktoranta, jest skuteczną alternatywą dla istniejących rozwiązań magazynujących wodę na potrzeby roślin. Geokompozyt GSW jest zbudowany z trzech elementów, a mianowicie geowłókniny stanowiącej wierzchnią warstwę o silnych właściwościach higroskopowych, superabsorbentu polimerowego, który na skutek procesów chemicznych wiąże wodę i zamienia ją w żel oraz szkieletu, który przenosi obciążenie od gruntu. Geokompozyt GSW jest chroniony w Polsce patentem nr PL 211198, a od 2015 roku patentem europejskim o numerze EP2560472.

Doktorant wskazuje, że osiągnięcie powyższego celu nastąpi w kolejnych krokach, poprzez realizację czterech celów szczegółowych, w których zostaną określone:

- (1) wpływ GSW na wybrane parametry biometryczne roślin trawiastych stanowiących zabezpieczenie biotechniczne skarp budowli ziemnych w skali technicznej,
- (2) zależność uzyskanych efektów stosowania GSW względem głębokości instalacji, w gruncie, w skali technicznej i laboratoryjnej,
- (3) optymalizacja wydajności GSW w środowisku glebowym (gruntowym),
- (4) ilości zretencjonowanej wody w glebie przez GSW w stosunku do innych znanych doglebowych retencjonerów wody.

Po zapoznaniu się z powyższymi celami nasuwają się uwagi:

- w odniesieniu do celu (1) - zabezpieczenie biotechniczne to szereg rozwiązań inżynierskich, których zadaniem jest poprawa stateczności skarp – czy można ten cel doprecyzować – jakie rodzaje zabezpieczeń biotechnicznych są w strefie zainteresowań Doktoranta, czy pozostajemy tylko w zakresie obsiewu trawami tych powierzchni,

- w odniesieniu do celu (4) - ilość retencjonowanej wody jest pewnym wskaźnikiem informującym o możliwościach wykorzystania „retencjonerów glebowych”, czy nie byłoby lepszym określeniem „wpływ znanych doglebowych retencjonerów wody na ilość retencjonowanej wody w glebie w stosunku do geokompozytu GSW.

Publikacje przedstawione w rozdziale 4 zawierają szczegółowy zakres przeprowadzonych badań laboratoryjnych oraz terenowe zrealizowanych w skali technicznej, Zawierają także dokładny opis metodyki ich realizacji, a także niezbędne analizy oraz wnioski prezentowane w oparciu o czytelne tabele i rysunki. Każda z tych publikacji zwiera dobrze i wnikliwie przeprowadzony przegląd literatury (liczba cytowanych publikacji waha się od 23 – publikacja nr 1 do 142 – publikacja nr 4) i obszerną dyskusję wyników. Ponieważ artykuły zostały opublikowane w wysoko punktowanych czasopismach, poddanych recenzji przez co najmniej dwóch recenzentów trudno tutaj o jakieś uwagi krytyczne. Poniżej przedstawiłem krótką charakterystykę publikacji przedstawionych w rozprawie doktorskiej.

Jak już zauważyłem wcześniej (rozd. 3 recenzji), Doktorant swoją rozprawę doktorską podzielił na dwie części. W pierwszej części odniósł się do problemów związanych z funkcjami ochronnymi geokompozytu GSW. W publikacji nr 1 przypisanej do tej części Doktorant przedstawił zastosowanie geokompozytu GSW do zabezpieczenia skarpy kopalni surowców mineralnych w Pierwoszowie. Geokompozyt liniowy był instalowany na głębokości 5, 10, 20 i 30 cm w liniach poziomych naprzemianległych w stosunku do sąsiednich poletek badawczych w odstępach co 30 cm. Nachylenie skarpy wynosiło 1:3. Doktorant wykazał, że optymalna głębokość instalacji geokompozytu wynosi 30 cm, dla której uzyskał zwiększenie wzrostu wysokości trawy o około 10 cm, średniej średnicy korzeni o 33% oraz objętości bryły korzeniowej zwiększonej o 40% w stosunku do poletka kontrolnego bez geokompozytu.

W publikacji nr 3, w której Doktorant jest pierwszym autorem spośród pięciu, przeanalizowano wpływ zastosowania geokompozytu sorbującego wodę (GSW) w postaci maty instalowanej na głębokości 10 i 20 cm na retencję wodną i potencjał matrycowy gleby. Badania przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych na próbkach w skali półtechnicznej dla piasku średniego, piasku gliniastego i gliny piaszczystej. Uzyskane wyniki badań wykazały, że stosowanie geokompozytu GSW w postaci pełnej maty nie jest wskazane w gruntach drobnoziarnistych, ponieważ nie zachowano ciągłości przewodności hydraulicznej, co doprowadziło do zjawiska bariery kapilarnej. Autorzy publikacji wskazują, że zastosowanie maty GSW powoduje przesuszenie gruntu w warstwie bezpośrednio nad geokompozytem. Pomimo tego stwierdzenia Autorzy wskazali, że dzięki geokompozytowi GSW rośliny mają więcej dostępnej wody.

Drugą część opisu realizacji planu badawczego stanowią publikacje nr 2 i 4 dotyczące badania materiałów sorbujących wodę. Publikacja nr 2, w której Doktorant jest drugim autorem spośród trzech, przy najmniejszym bo 15% jego udziale, dotyczy zastosowania superabsorbentu polimerowego (SAP) do wspomagania vegetacji roślin w rolnictwie i inżynierii środowiska. Autorzy podjęli próbę wykazania wpływu obciążenia gruntu, w którym zastosowano superabsorbent na jego możliwości retencji wody. Badania przeprowadzono na próbkach o trzech gęstościach objętościowych gruntu (od 0,5 do 1,3 g·cm<sup>-3</sup>), trzech różnych

głębokościach aplikacji superabsorbentu (od 10 do 30 cm) i obciążeniu od 0,49 do 3,83 kPa. Na podstawie uzyskanych wyników Autorzy wykazali, że obciążenia stanowi istotny parametr wpływający na efektywność stosowania superabsorbentów. Jego zastosowanie w znaczący sposób ograniczyło absorpcję wody. Autorzy we wnioskach jednoznacznie wskazują, że należy przekonstruować możliwości stosowania superabsorbentów polimerowych, które będą poddawane obciążeniu po ich aplikacji do gruntu.

W publikacji nr 4, w której Doktorant jest pierwszym autorem spośród trzech i z 85% udziałem własnym, przedstawiono wyniki badań wpływu dodatków doglebowych organicznych (bentonit, attapulgit, biowęgiel) i nieorganicznych (superabsorbent polimerowy, geowłóknina) w porównaniu do dodatku w postaci geokompozytu sorbującego wodę GSW i bioGSW na poprawę retencji wody w gruncie. Badania przeprowadzono w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych (badanie wazonowe) w 22-dobowych cyklach ewaporacji, z wykorzystaniem mało-spoistego gruntu jakim był piasek gliniasty, z którym wymieszano dodatki doglebowe. Autorzy wykazali, że dodatki glebowe takie jak SAP, GSW i bioGSW są najlepszymi dodatkami zatrzymującymi wodę w glebie, a tym samym najefektywniej wspomagają vegetację roślin i chronią zasoby wodne. Na podstawie przeprowadzonych badań i analizy ich wyników Autorzy proponują aktualizację klasyfikacji dodatków doglebowych i ich podział na aktywne i pasywne. Do dodatków aktywnych, a więc takich, których aplikacja powoduje mierzalny przepływ wody, z których woda jest uwalniana stopniowo w zależności od zapotrzebowania na nią, Autorzy zaliczają SAP, GSW i bioGSW.

Podsumowując stwierdzam, że treść rozprawy doktorskiej odpowiada jej tytułowi, a sposób zredagowania pracy oceniam jako właściwy. Recenzowana praca zawiera zarówno część teoretyczną jak i badawczą (eksperymentalną). Doktorant właściwie sformułował podejście do problemu badawczego oraz przedstawił praktyczne zastosowanie proponowanych rozwiązań na przykładzie badań w skali technicznej w warunkach naturalnych.

## 6. Uwagi krytyczne

Znaczną część uwag w odniesieniu do rozprawy dydaktycznej zawarłem we wcześniejszych rozdziałach mojej recenzji. Jednak chciałbym, żeby Doktorant w trakcie obrony, odniósł się do zagadnień, które poniżej przedstawiam. Zagadnienia te są związane z ochroną skarp nasypów ziemnych lub wykopów oraz następstwem występowania roślin na stateczność tychże skarp.

1. Chciałbym, żeby Doktorant wskazał czy istnieje graniczne nachylenie skarpy, przy uwzględnieniu zabiegów technicznych związanych z aplikacją geokompozytu GSW, przy którym możliwości wykorzystania przez rośliny zaabsorbowanej przez niego wody zmniejszają się. Czy można w ogóle mówić o takim zjawisku? Z tym zagadnieniem wiąże się kolejny problem wynikający z oceny stateczności skarpy z zastosowanym geokompozytem GSW np. w postaci maty. Czy były prowadzone badania określające opory tarcia pomiędzy geowłókniną będącą wierzchnią warstwą geokompozytu GSW a gruntem obsypki/zasyпки? W związku z tym, czy występuje ryzyko



- spłynięcia/zsunęcia gruntu po geokompozycie GSW. Oczywiście problem ten stopniowo będzie się zmniejszał wraz z rozwojem systemu korzeniowego np. traw, ale w początkowym okresie eksploatacji, przed zazielenieniem skarpy, będzie dość ważny.
2. Czy istnieje możliwość odniesienia uzyskanych wyników z badań w saski technicznej zrealizowanych w warunkach naturalnych na skarpy o innym nachyleniu i na obszary składowisk odpadów gruboziarnistych np. odpadów powęglowych,
  3. Roślinność, która ma duże zapasy wody, jak zostało to wykazane w publikacjach włączonych do recenzowanej rozprawy intensywnie rozwija się, tak po stronie systemu korzeniowego jak również części nadziemnej. Jak Doktorant ocenia ryzyko rozpulchnienia gruntu skarpy w wyniku szybkiego wzrostu roślin i w konsekwencji tego zwiększenie infiltracji i spływu wgłębnego wody opadowej i utrata stateczności skarpy. Jeśli istnieje takie ryzyko, to jakie można stosować zabiegi zmniejszające go?
  4. Jak Doktorant, porównując geokompozyt GSW w postaci „liniowej” (publikacja nr 1), z matami z geokompozytu GSW z odpowiednimi przerwami w jego strukturze (publikacja nr 3) ocenia możliwości ich aplikacji w warunkach polowych. Czy można wskazać rozwiązanie bardziej korzystne z punktu widzenia warunków wegetacji roślinności jak i inżynierskiego zastosowania.
  5. Ostatni problem to zjawisko wysadzinowości, które w przypadku cykli zamrażania-odmrażania w okresie zimowym może spowodować zniszczenie skarpy. W przypadku zaabsorbowania znacznej ilości wody przez geokompoizyty GSW, które zostały wprowadzone w gruntu do głębokości przemarzania, a większości prezentowanych rozprawie były to takie głębokości istnieje ryzyko powstania takiego zjawiska. Czy były prowadzone badania związane z wpływem ujemnych temperatur na zachowanie się gruntów z dodatkiem geokompozytu GSW?

## 7. Podsumowanie i wniosek końcowy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska stanowi oryginalne i samodzielne rozwiązanie problemu badawczego. Na uwagę zasługuje niezwykle wysoki potencjał aplikacyjny pracy, który wzbogaca i uzupełnia już istniejący stan wiedzy z zakresu problemów związanych z aplikacją różnych dodatków doglebowych w retencjonowaniu wody w gruncie. Treść przedstawionej rozprawy doktorskiej jest zgodna z tytułem i odpowiada przedstawionemu celowi głównemu i szczegółowym. Na podstawie przedstawionego materiału stwierdzam, że postawione tezy badawcze zostały zweryfikowane, a nakreślony problem badawczy rozwiązany. Doktorant wykazał, że podczas realizacji badań i ich analiz poszerzył swoją wiedzę jak i umiejętności planowania i realizacji badań. Na uwagę zasługuje fakt, że zakres badań obejmował zarówno badania laboratoryjne i terenowe.

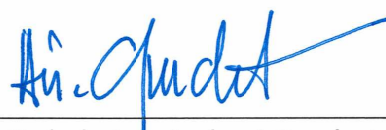
Wymienione powyżej uwagi o charakterze dyskusyjnym nie mają wpływu na moją wysoką ocenę rozprawy doktorskiej mgr inż. Michała Śpitalniaka pt. „Analiza możliwości zastosowania geokompozytów sorbujących wodę w ochronie skarp budowli ziemnych”. Według mnie całokształt dorobku naukowego, liczba publikacji Doktoranta w cyklu, jego wkład w przygotowanie poszczególnych publikacji, poziom czasopism naukowych, w których zostały

one opublikowane, spełniają wymagania stawiane rozprawom doktorskim. Doktorant wykazał się umiejętnością planowania i prowadzenia badań ukierunkowanych na osiągnięcie założonego celu oraz interpretowania uzyskanych wyników.

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzam jednoznacznie, że rozprawa doktorska mgr inż. Michała Śpitalniaka pt. „Analiza możliwości zastosowania geokompozytów sorbujących wodę w ochronie skarp budowli ziemnych” mieści się w zakresie dyscypliny naukowej Ochrona i Kształtowanie Środowiska i spełnia wymogi stawiane tego typu pracom zawarte w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst jedn. Dz.U. 2017 poz. 1789) zgodnie z Ustawą z dnia 3 lipca 2018 roku (Przepisy wprowadzające ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. poz. 1669, z 2019 r. poz. 39, 534, z 2020 r. poz. 695, 875, 1086)). Dlatego przedkładam wniosek Panu Przewodniczącemu, prof. dr hab. inż. Krzysztofowi Pulikowskiemu i Wysokiej Radzie Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu o dopuszczenie mgr inż. Michała Śpitalniaka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

## 8. Wniosek o wyróżnienie

Pomimo wykazanych w recenzji niedostatków merytorycznych oraz redakcyjnych, wnioskuję o wyróżnienie recenzowanej rozprawy doktorskiej. W mojej opinii rozprawa wykracza poza średni poziom rozpraw doktorskich. Powstała metodyka badań na tle istniejących metod wyróżnia się oryginalnością zastosowanych narzędzi i opracowanych metod. Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska posiada również duże znacznie użytkowe i charakteryzuje się wysoką przydatnością w rozwiązywaniu problemów w ramach dyscypliny naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.



---

Dr hab. inż. Andrzej Gruchot