

Warszawa 2019-06-17

dr hab. inż. Tomasz Gnatowski
Katedra Kształtowania Środowiska
SGGW w Warszawie
ul. Nowoursynowska 159
02-776 Warszawa

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Michała Beczka
zatytułowanej: „Charakterystyka zjawiska rozbryzgu gleby w wyniku
uderzenia kropli wody”**

Recenzję opracowano na zlecenie Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego PAN zgodnie z uchwałą podjętą w dniu 24.05.2019 r.

Informacje ogólne

Rozprawa doktorska Pana mgr Michała Beczka została wykonana pod kierunkiem dr hab. Magdaleny Ryżak profesora IA PAN, w Zakładzie Biogeochemii Środowiska Przyrodniczego Instytutu Agrofizyki PAN w Lublinie. Promotorem pomocniczym w przewodzie jest dr Agata Sochan. Na potrzeby opracowania dysertacji badania naukowe wykonane zostały w ramach projektu NCN Sonata BIS nr 2014/14/E/ST10/00851 realizowanego w latach 2015-2019 w Instytucie Agrofizyki PAN w Lublinie. Przedstawiona do recenzji praca, w zasadniczej części, składa się ze zwartego tematycznie cyklu trzech artykułów naukowych opublikowanych (lata 2017-2019) w czasopiśmie umieszczonych w bazie *Journal Citation Report* (JCR). W skład cyklu wchodzi następujące publikacje:

- P.1: Beczek M., Ryżak M., Sochan A., Mazur R., Bieganski, A.: The mass ratio of splashed particles during raindrop splash phenomenon on soil surface. *Geoderma*, 347, 40-48, 2019.
- P.2: Beczek M., Ryżak M., Sochan A., Mazur R., Polakowski C., Bieganski A.: The differences in crown formation during the splash on the thin water layers formed on the saturated soil surface and model surface. *PloS one*, 12(7), 2017.
- P.3: Beczek M., Ryżak M., Lamorski K., Sochan A., Mazur R., Bieganski A.: Application of X-ray computed microtomography to soil craters formed by raindrop splash. *Geomorphology*, 303, 357-361, 2018.

Wymienione publikacje są wieloautorskie, a mgr Michał Beczek był w nich pierwszym autorem. W publikacjach P.1 i P.2 Doktorant był również autorem

korespondencyjnym. Analiza danych bibliometrycznych wskazuje, że łączny współczynnik wpływu (IF) ocenianych publikacji wynosi 9.814, a IF 5-letni wyniósł 11.124. Suma punktów MNiSW wyniosła 120. Merytoryczny wkład Doktoranta w opracowaniu prac naukowych będących podstawą rozprawy doktorskiej polegał m.in. na inicjowaniu badań, współtworzeniu koncepcji badań, opracowaniu większości wyników badań, pisaniu oraz przygotowaniu manuskryptów zgodnie z wymaganiami czasopism. Załączone pisemne oświadczenia współautorów jednoznacznie wskazują, że pomysłodawcą i głównym wykonawcą prac badawczych będących podstawą opracowania wymienionych publikacji był mgr Michał Beczek. Na podkreślenie zasługuje również fakt, że w bazie Web of Science umieszczonych jest łącznie 8 publikacji mgr Michała Beczka (prace wieloautorskie), dla których indeks H wynosi 3. Podobne wskaźniki bibliometryczne można znaleźć w bazie Scopus. Można zatem stwierdzić, że prace mgr Michała Beczka są rozpoznawalne w środowisku naukowym związanym z naukami rolniczymi, co pozytywnie świadczy o rozwoju naukowym Kandydata do stopnia doktora.

Omówienie prac (P.1, P.2, P.3) stanowiących podstawę dysertacji zostało w logiczny sposób zaadoptowane jako część składowa opracowania rozprawy doktorskiej. Przygotowana w ten sposób forma dysertacji składa się z 7 rozdziałów obejmujących: Wprowadzenie; Cel rozprawy doktorskiej, Omówienie wyników przedstawionych w publikacjach, Podsumowanie i wnioski, Spis tabel i rysunków, Teksty publikacji wchodzących w skład rozprawy. W końcowej części maszynopisu (Załącznik 1) zostały umieszczone oświadczenia współautorów prac wchodzących w skład rozprawy doktorskiej. Praca zawiera streszczenia w języku polskim i w języku angielskim oraz listę publikacji stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej.

Charakterystyka pracy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska Pana mgr Michała Beczka dotyczy aspektów metodycznych związanych z opisem pierwszego etapu zjawiska erozji wodnej jakim jest rozbryzg gleby. Podjęta przez Doktoranta problematyka badawcza jest bardzo istotna ze względu na fizyczne procesy degradacji gleby, które mogą prowadzić do utraty jej nieodnawialnych zasobów. Konsekwencją rozbryzgu glebowego są również zmiany mikrostruktury powierzchni jak zasklepianie wierzchniej warstwy gleby, co może prowadzić do ograniczeń związanych z produkcją rolniczą. Podjęta zatem problematyka badawcza mimo, że koncentruje się na aspektach poznawczych omawianego zjawiska może w konsekwencji przyczynić się do opracowania metod ograniczania erozji gleby.

Rozdział „Wprowadzenie” jest obszerny i łączy zarówno informacje ogólne stanowiące w klasycznych pracach *wstęp* jak również *przegląd literatury*. Dominującym tematem analizy literaturowej jest zjawisko rozbryzgu i czynniki wpływające na jego przebieg. Konsekwencją tej części opracowania było następnie omówienie metod stosowanych do badania rozbryzgu. Doktorant skoncentrował się na dwóch grupach metod zależnych i niezależnych od oderwanej od powierzchni masy fazy stałej. Niezrozumiałe jest wg mnie wydzielenie dodatkowego punktu 1.3 w opracowaniu, który tematycznie związany

jest z punktem 1.2. Myślę, że ten element układu pracy powinien być przez Doktoranta wyjaśniony w trakcie publicznej obrony. Ostatni punkt omawianego rozdziału dotyczył znaczenia rozbryzgu i możliwości wykorzystania wyników badań w zrozumieniu zjawiska erozji wodnej oraz potencjalnych możliwości oceny rozprzestrzeniania się, wraz z oderwanymi podczas rozbryzgu cząstkami gleby, bakterii i zanieczyszczeń na roślinach uprawnych. Z mojego punktu widzenia część przeglądowa powinna zakończyć się podsumowaniem jednoznacznie wskazującym kierunek podjętych przez Doktoranta badań. Wprawdzie w poszczególnych podrozdziałach znajdują się elementy wskazujące na konieczność prowadzenia badań w kierunku uszczegółowienia opisu procesu rozbryzgu (np. ostatni akapit punktu 1.3), ale wydaje się, że powinno to być przedstawione w bardziej syntetycznej formie. Na podkreślenie zasługuje fakt, że Doktorant dysponuje bardzo dobrym przeglądem literatury specjalistycznej w zakresie opisu zjawiska rozbryzgu i erozji wodnej.

Cel rozprawy doktorskiej został sformułowany prawidłowo i jest konsekwencją informacji zawartych we wprowadzeniu. Doktorant wymienia trzy kierunki badań, których dotyczy dysertacja: 1) określenie proporcji udziału fazy stałej i ciekłej w całkowitej ilości rozbryzgu glebowego, 2) uszczegółowienie opisu rozbryzgu glebowego przez zastosowanie nowoczesnych metod rejestracji obrazu (*high speed camera*) oraz 3) opracowanie metodyki pomiaru mikro-kraterów przy zastosowaniu tomografii komputerowej. Na uwagę zasługuje fakt, że do rozwiązania problemu badawczego związanego z opisem rozbryzgu gleby Doktorant zaproponował program badawczy wykorzystujący nowoczesne techniki pomiarowe. Wątpliwości budzi treść ostatniego akapitu zawartego w tej części pracy. Wydaje się, że wspomniany zapis jest bardzo enigmatyczny i powinien znaleźć swoje wytłumaczenie podczas dalszych etapów przewodu doktorskiego. Głównie wyjaśnienia wymaga w jaki sposób dobierano materiał glebowy do objaśniania tzw. „*poszczególnego aspektu metodycznego*”.

W tytule następnego rozdziału prawdopodobnie z niedopatrzenia brakuje słowa „*badań*”. W moim odczuciu tytuł rozdziału powinien brzmieć „Omówienie wyników badań przedstawionych w publikacjach”. Ta część pracy poświęcona jest omówieniu ogólnej metodyki badań oraz wyników badań zrealizowanych przy znaczącym współudziale Doktoranta. Czwarty akapit licząc od góry strony byłby bardzo dobrym podsumowaniem części przeglądowej pracy i stanowi element uzasadnienia podjętej problematyki badawczej. Część metodyczna powinna być nieco szerzej opisana szczególnie w zakresie przygotowania prób glebowych do badań. Chodzi głównie o sposób usypywania gleby do stałej gęstości. Nasuwa się również pytanie co oznacza sformułowanie „*wilgotność próbek nadawana była na podstawie charakterystyki pF danej gleby*”. Nie podano również żadnych informacji o pomiarach przy zastosowaniu tomografii komputerowej. W dalszej części rozdziału Doktorant opisuje zakres badań oraz wyniki zawarte w publikacjach P.1, P.2, P.3 będących podstawą rozprawy doktorskiej. W publikacji P1 sformułowany został problem badawczy polegający na opracowaniu metodyki pozwalającej na określenie stosunku masy fazy ciekłej do masy fazy stałej podczas wybijania cząstek w procesie rozbryzgu. W pracy tej rozważano wpływ wilgotności początkowej, energii kinetycznej padającej kropli oraz gatunku gleby (piasek gliniasty, glina piaszczysta oraz pył gliniasty) na wskaźnik proporcji masy wody do

masy gleby w wybitym podczas rozbryzgu materiale. Druga publikacja z serii P.2 koncentruje się na opisie powstawania korony podczas rozbryzgu. Badania miały charakter porównawczy i dotyczyły analizy tworzenia się koron na nasyconej wodą powierzchni gleby oraz powierzchni modelowej reprezentowanej przez szkło. W badaniach zastosowano kamery o bardzo dużej szybkości rejestracji zdjęć (3260 klatek/s). Analiza zdjęć rozbryzgu umożliwiła ocenę parametrów statycznych i dynamicznych podczas tworzenia się koron. Ponadto zastosowana metodologia pomiarowa umożliwiła ocenę czasu ewolucji korony od jej narastania do rozerwania. Trzecia praca cyklu publikacji dotyczy opracowania metody oceny tworzenia się mikro-kraterów w wyniku uderzenia pojedynczej kropli w powierzchnię gleby. Głównym celem badań był opis ilościowy i jakościowy powstałych mikro-kraterów. Autor wskazuje, że dotychczasowe badania omawianego aspektu metodycznego mogą być obarczone błędami w oszacowaniu geometrii mikro-kraterów, wynikającymi z niskiej rozdzielczości profilometrów laserowych. Jednym z celów szczegółowych niniejszej dysertacji było zatem wypracowanie metody pomiaru omawianego zjawiska przy zastosowaniu tomografii komputerowej. W końcowej części pracy zawarte są elementy podsumowania i wnioski.

Ocena pracy i uzyskanych wyników badań

Rozprawa Pana mgr Michała Beczka stanowi połączenie klasycznego sposobu przygotowania rozprawy doktorskiej z cyklem opublikowanych prac w wysoko punktowanych czasopismach z tzw. listy A. Oceniając całokształt rozprawy doktorskiej należy stwierdzić, że dotyczy ona aktualnego i ważnego dla dyscypliny naukowej - Agronomii - obszaru badań, tj. ograniczenia erozji gleby i zapobiegania degradacji fizycznej gleby. Dobór artykułów stanowiących podstawę opracowanej dysertacji jest właściwy. Autor w sposób logiczny omawia kolejno aspekty związane z zjawiskiem rozbryzgu tj. 1) określenie stosunku masy fazy stałej i ciekłej, 2) analizę tworzenia się tzw. korony oraz 3) parametryzację powstałego w wyniku uderzenia kropli wody mikro-krateru. Postawione cele realizowane są w sposób odpowiadający chronologii omawianego zjawiska. Biorąc pod uwagę znaczący wkład Doktoranta w opracowanie cyklu publikacji należy podkreślić bardzo dobrze opracowany przegląd literatury. Pozwoliło to Doktorantowi na sformułowanie trzech problemów badawczych. Do ich rozwiązania dobrano oraz zaadaptowano metody pomiarowe pozwalające na uszczegółowienie wiedzy w zakresie oceny zjawiska rozbryzgu gleby. Ta część pracy świadczy o bardzo dużych umiejętnościach Pana mgr Michała Beczka w zakresie identyfikacji problemów naukowych i możliwości opracowania koncepcji badań służących do ich rozwiązania. W warstwie metodycznej, na podkreślenie zasługuje opracowanie zmodyfikowanej wersji kubka rozbryzgowego umożliwiającego gromadzenie wybitej fazy stałej i ciekłej (praca P.1). Do badań wytypowano utwory glebowe reprezentowane przez piasek gliniasty, glinę piaszczystą oraz dwa utwory pyłu gliniastego o zróżnicowanym składzie mechanicznym. Należy podkreślić, że w badaniach zastosowano nowoczesne metody pomiarowe umożliwiające rejestrację rozbryzgu przez zastosowanie tzw. „szybkich kamer” (praca P.2) i ocenę geometrii krateru (tomografia komputerowa praca

P.3). Ponadto Doktorant wykazał się niezbędną wiedzą i kompetencjami w analizie danych wykorzystując zarówno klasyczne metody statystyczne, tj. analizę wariancji oraz regresję liniową, jak również analizę obrazu. Należy podkreślić, że w tym aspekcie pracy Doktorant wykazał się, zarówno zdolnościami planowania i organizacji badań, jak również umiejętnością zastosowania technik eksploracji i analizy danych eksperymentalnych.

Przeprowadzona przez mgr Michała Beczka analiza wyników badań rozbryzgowych przy zastosowaniu zmodyfikowanego pojemnika wykazała, że niezależnie od składu granulometrycznego gleby (piasek gliniasty, glina piaszczysta, pył gliniasty) i jej wilgotności początkowej (wilgotności przy ciśnieniach ssących odpowiednio $pF=0$, $pF=1,0$ i $pF=1,5$) masa wody w rozbryzgu była znacznie większa niż masa fazy stałej gleby. Dla gleby piaszczystej w stanie pełnego nasycenia, bez względu na wartość energii kinetycznej kropli, stosunek wody do fazy stałej w masie rozbryzgu był mało zmienny i oscylował od 2 do 2,5. W badaniach dotyczących parametryzacji tzw. koron rozbryzgowych Doktorant wykazał, że analiza obrazu umożliwia prawidłową ocenę czasu ich powstawania i zanikania. Ma to decydujące znaczenie przy opisie zjawiska rozbryzgu, co może pozwolić na możliwość oszacowania ilości cząstek glebowych wybijanych na skutek opadów atmosferycznych. W trzecim aspekcie badań Doktorant wykazał, że na podstawie analizy obrazu tomografii komputerowej możliwe było określenie wpływu początkowego stanu energetycznego gleby na głębokość i średnicę mikro-kraterów powstałych w wyniku uderzenia pojedynczej kropli wody. Na podstawie uzyskanych wyników badań i ich dyskusji Doktorant sformułował właściwe wnioski o charakterze ogólnym, które stanowią realizację celów badawczych zawartych w 2 rozdziale pracy.

Uwagi o charakterze krytycznym i dyskusyjnym zasygnalizowałem w treści recenzji. Wydaje się jednak, że jeszcze kilka dodatkowych aspektów badań prowadzonych przez Doktoranta powinno być omówionych w trakcie dalszy etapów postępowania w przewodzie doktorskim.

- Doktorant posługuje się w punkcie 3.1 rozprawy sformułowaniem wilgotność początkowa. W tabeli 1 natomiast (str. 24) widnieją jednak wartości pF odnoszące się do stanu energetycznego gleby. Czy możliwe jest zatem przedstawienie oprócz wartości ciśnienia ssącego również wartości uwilgotnienia gleby?
- Jednym z osiągnięć Doktoranta jest modyfikacja pojemnika/kubka do badań masowych rozbryzgu. Wydaje się że zarówno w tekście rozprawy jak również w artykule P.1 sposób modyfikacji jest opisany w skrótowy sposób.
- W pierwszej pracy cyklu P.1 zastosowano analizę wariancji do oceny statystycznie istotnych różnic np. indeksu k_1 w zależności od stanu energetycznego gleby. W metodyce badań ograniczono się tylko do stwierdzenia, że sprawdzano normalność rozkładu badanych cech. Ten aspekt analizy badań powinien być szerzej omówiony gdyż jest podstawą stosowania analizy wariancji.
- Część wyników badań bazuje na analizie obrazu. Proszę o bardziej szczegółowe informacje w tym zakresie analizy danych?
- W pracy P.3 na rysunku 3 przedstawiono zależności między potencjałem macierzystym gleby a parametrami mikro-kraterów (głębokość i średnica). Proszę

żeby Doktorant odniósł się do: 1) sposobu doboru wartości ciśnień ssących (dlaczego np. $pF=2.2$) oraz 2) czy sprawdzono liniowość opracowanych zależności?

Podsumowanie i wniosek końcowy

W podsumowaniu wyrażam przekonanie, że rozprawa Pana mgr Michała Beczka stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i cenne osiągnięcie naukowe poszerzające wiedzę w zakresie opisu zjawiska powstawania erozji wodnej i degradacji fizycznej gleby przyczyniając się do rozwoju dyscypliny naukowej Agronomii. Doktorant wykazał się umiejętnością prowadzenia badań, bardzo dobrą znajomością literatury, opanowaniem warsztatu badawczego i analitycznego oraz konsekwencją w realizacji kolejnych etapów pracy. Przedstawione w recenzji uwagi krytyczne nie umniejszają wartości naukowej rozprawy.

W mojej ocenie rozprawa Pana mgr Michała Beczka pt. „**Charakterystyka zjawiska rozbryzgu gleby w wyniku uderzenia kropli wody**” spełnia wymagania Ustawy o Stopniach i Tytułach Naukowych z dnia 14 marca 2003 roku z późniejszymi zmianami. W związku z powyższym wnoszę do Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego PAN o dopuszczenie mgr Michała Beczka do dalszych etapów postępowania przewodu doktorskiego.

Warszawa, 17 czerwca 2019 r.


dr hab. inż. Tomasz Gnatowski