

dr hab. inż. Mateusz Hämmerling
Katedra Inżynierii Wodnej i Sanitarnej
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
ul. Wojska Polskiego 28,
60-637 Poznań

Poznań, 31.08.2023

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr inż. Artura Majchrzaka
pt. „Erozja gruntów spoistych poniżej budowli piętrzących
na przykładzie stopni wodnych Brzeg Dolny i Malczyce”

PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą opracowania niniejszej recenzji jest pismo Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska Górnictwo i Energetyka, dr hab. inż. Justyny Hachoł, profesor uczelni z dn. 16.06.2023 r. informujące o wyznaczeniu mnie przez Radę Dyscypliny Inżynieria Środowiska Górnictwo i Energetyka uchwałą z dnia 14 czerwca 2023 r. na recenzenta rozprawy doktorskiej pana mgr inż. Artura Majchrzaka pt. „Erozja gruntów spoistych poniżej budowli piętrzących na przykładzie stopni wodnych Brzeg Dolny i Malczyce”.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska została napisana w Instytucie Inżynierii Środowiska na Wydziale Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu pod kierunkiem promotora prof. dr hab. inż. Mariana Mokwy. Przedłożono mi komplet dokumentów niezbędnych do oceny rozprawy doktorskiej w postaci rozprawy w wersji papierowej oraz elektronicznej wraz ze stosowną umową.

OPIS ROZPRAWY

Recenzowana rozprawa doktorska zawiera ogólnie 139 stron z tego 116 stron tekstu, 49 rycin, 5 tabel, 19 fotografii oraz spis wykorzystanej literatury, który obejmuje łącznie 192 pozycje. Bogata bibliografia obejmuje 74 pozycje obcojęzycznych (głównie artykułów w j. angielskim) oraz 118 pozycje krajowych.

Ocena poszczególnych elementów rozprawy doktorskiej:

Układ rozprawy doktorskiej został przyjęty poprawnie. Bardzo ciekawym rozwiązaniem jest wplecenie celu i zakresu pracy oraz też wraz z hipotezami badawczymi do wprowadzenia. Praca składa się z sześciu rozdziałów, które przedstawiają poszukiwania rozwiązania podjętego oryginalnego problemu badawczego. Zawierają: zakres znaczeniowy używanych definicji i pojęć, aktualny stan wiedzy, weryfikację hipotezy, krytyczną dyskusję i opracowanie podstaw naukowych do prognozowania erozji dna koryta.

Rozdział pierwszy – stanowi przedstawienie problemu badawczego i uzasadnienie podjęcia badań. Prezentuje cel pracy, sformułowaną hipotezę. Wprowadza w tematykę pracy z zakresu erozji gruntów spoistych.

Rozdział drugi – zawiera charakterystykę obiektu – poligonu badawczego na odcinku rzeki Odry od Brzegu Dolnego do Malczyce.

Rozdział trzeci – opisuje wykorzystane materiały i metody do weryfikacji hipotezy. Przedstawia zakres i sposób przeprowadzania badań. Prezentuje kolejno otrzymane wyniki bezpośrednio po opisie metodyki.

Rozdział czwarty – przedstawia kompleksowe wyniki badań w ujęciu dyskusji wyników.

Rozdział piąty – opisuje możliwe do zastosowania sposoby zatrzymania erozji dna w korycie Odry, które są działaniem niezbędnym z uwagi na obniżenie rzędnych koryta rzeki i spowodowanie zwężenia szlaku żeglownego oraz zmniejszenie głębokości tranzytowych, a także z powodu obniżenia poziomu wód podziemnych na okalających łęgach i gruntach ornych.

Rozdział szósty – to syntetyczne zestawienie najważniejszych wniosków naukowych otrzymane na podstawie analizy zebranych wyników z przeprowadzonych badań.

Rozdział siódmy – to podsumowanie, w którym zawarte jest wskazanie co do działań mających na celu zahamowanie erozji poniżej zapory Malczyce w przypadku zaniechania budowy dalszych piętrzeń.

Pracę uzupełnia bibliografia obejmująca wykorzystane pozycje literaturowe, a także dodatkowo spis fotografii, rycin oraz tabel.

Wykorzystane w pracy piśmiennictwo bardzo szczegółowo opisuje charakterystykę gruntów spoistych, ze szczególnym uwzględnieniem specyfiki iłów poznańskich występujących na obszarze badawczym. Autor rozprawy przeanalizował również w przeglądzie literatury specyfikę procesu erozji gruntów niespoistych. Na końcu przeglądu

literatury autor rozprawy zamieścił 13 punktów podsumowujących dotychczasową wiedzę związaną z tematem rozprawy.

Główny cel pracy obejmuje opracowanie podstaw naukowych do prognozowania rozwoju erozji gruntów spoistych oraz wypracowanie środków zapobiegawczych, a także ograniczających jej przebieg. Zakres pracy autor sformułował poprawnie w następujący sposób:

- 1) badania in situ ilów poniżej stopnia wodnego Malczyce (w budowie),
- 2) obserwacje zachowania się gruntów spoistych w warunkach statycznego kontaktu z wodą,
- 3) obserwacje zachowania się gruntów spoistych w stanie naturalnym w warunkach kontaktu z wodą płynącą,
- 4) analizy zachowania się gruntów spoistych poddanych długotrwałemu namakaniu w warunkach kontaktu z wodą płynącą,
- 5) określenie stopnia ekspansywności (pęcznienia) badanych gruntów oraz sposobu zatrzymania erozji poniżej Malczyc.

Na podstawie dotychczasowej wiedzy autor rozprawy poprawnie sformułował następującą hipotezę: *„Proces przyspieszonej erozji gruntów spoistych (iłów trzeciorzędowych – tzw. poznańskich) zalegających na dnie w korycie Odry Środkowej jest wywołany bezpośrednim działaniem na nie płynącej wody o prędkości wywołującej krytyczne naprężenia ścinające”*.

Metody badawcze zostały opisane poprawnie, chociaż czasami z pewnymi niedociągnięciami, które zostały wyszczególnione w uwagach i pytaniach do pracy. Autor opisuje sposób pobrania prób rumowiska, opisuje badania przeprowadzone zarówno w laboratorium hydraulicznym jak i laboratorium właściwości gruntu. Merytorycznie opisy metod oraz wyników uzyskanych w pracy są na wysokim poziomie. Jednak tekst opisujący metody badań został połączony z wynikami w jednym rozdziale. Uważam że lepiej gdyby ten tekst został rozdzielony na dwa podrozdziały.

Zagadnienia związane z erozją są bardzo ważne z uwagi na warunki kształtowania dna rzeki co za tym idzie mają duże znaczenie dla praktyki inżynierskiej. W założeniach przygotowana dysertacja ma również cel użyteczny rozumiany jako wskazanie dla inżynierów,

projektantów, osób odpowiedzialnych za administrowanie rzeką Odrą sposobu zahamowania erozji poniżej stopnia Malczyce.

POZIOM NAUKOWY PRACY

Problematyka będąca przedmiotem rozprawy ma istotne znaczenie dla właściwego projektowania i wykonawstwa prac związanych z utrzymaniem cieków. Dotyczy to szczególnie odcinków rzek, na których prowadzona jest żegluga.

Układ poziomy i pionowy rzek kształtowany jest przez transport rumowiska. Proces ten polega na przemieszczaniu się materiału, z którego zbudowane jest dno i brzegi koryta rzecznej, pod wpływem przepływającej wody. Intensywność tego procesu jest funkcją m.in. parametrów hydraulicznych przepływającej wody oraz charakterystyk poruszanych cząstek. Do parametrów hydraulicznych wpływających na transport zaliczamy: prędkość przepływu, spadek zwierciadła wody i dna koryta, kształt koryta. Stabilność koryt rzecznych jest ściśle związana z dynamiką zjawisk zachodzących w rzece, które odnoszą się głównie do rumowiska i warunków przepływu.

Przedstawiona rozprawa wpisuje się w nurt badań pozwalających lepiej zrozumieć proces erozji w gruntach spoistych. Stąd w pracy wiele odwołań do fundamentalnych i kluczowych z punktu widzenia erozji gruntów spoistych pozycji literatury (np. Fortiera i Scobey'a 1925, Van Olphen (1963) Grabowska – Olszewska 1977, Przysański 1991). Autor skupił się na badaniach rumowiska spoistego, które charakteryzuje się erozją powierzchniową, masową i gwałtowną. Temat ten jest ważki ale jednocześnie z racji wielości czynników trudny poznawczo do opisu pełnoskalowego. Autor rozprawy zdając sobie w pełni sprawę ze złożoności podjętej tematyki, wykonał bardzo pracochłonne badania polegające na: poborze prób gruntowych w stanie nienaruszonym (pobrane z dolnego stanowiska stopnia wodnego Malczyce), przeprowadzeniu badań laboratoryjnych właściwości gruntu, przygotowaniu stanowiska w laboratorium hydraulicznym, przeprowadzeniu eksperymentów, opracowaniu wyników badań oraz wykonaniu ich analiz. Plan przeprowadzonych badań jest poprawny i zawiera wszystkie istotne elementy eksperymentu badawczego odnoszącego się do sformułowanej hipotezy badawczej.

Uzyskane wyniki pozwoliły na krytyczną dyskusję dotyczącą wcześniejszych wyników badań związanych z erozją. Doktorant odniósł uzyskane wyniki do analizy gruntów spoistych wykonanych przez m.in. Parzonkę i in. 1994, Janiaka 1993, Janiak i in. 1993.

Bardzo ciekawy jest rozdział analizujący możliwości zatrzymania erozji poniżej stopnia wodnego w Malczycach. We wspomnianej części pracy przeanalizowano również wpływ

budowy tego stopnia na poprawę, bezpieczeństwa, warunków żeglownych poniżej stopnia wodnego Brzeg Dolny.

Oceniana dysertacja została przygotowana poprawnie pod względem merytorycznym, metodycznym i redakcyjnym. Do najważniejszych osiągnięć rozprawy mgr inż. Artura Majchrzaka zaliczam:

1. Stwierdzenie, że wraz ze zwiększaniem wilgotności czas rozmakania rósł, a przy wilgotności początkowej od 21,7% do 24,92% próbki nie ulegały rozmakaniu przez 30 dni. Próbki zanurzone w wodzie przez 1370 dni nie wykazały jakiegokolwiek podatności na rozmakanie.
2. Wykazanie dużej niejednorodności badanego gruntu na podstawie analiz metodą rentgenostrukturalną.
3. Wykazanie zróżnicowania zawartości pierwiastków w ilach serii poznańskiej w zależności od ich litotypu za pomocą elektronowego mikroskopu skaningowego.
4. Stwierdzenie w czasie badań na modelu hydraulicznym, że grunt w stanie powietrzno – suchym charakteryzował się najdłuższym rozmyciem, a grunt po roku namakania wytworzeniem najgłębszego rozmycia dla próbki po roku namakania.
5. Wykazanie, że proces erozji przebiegał początkowo w formie wypłukiwania materiału stanowiącego otulinę wokół agregatów o wymiarach dochodzących do kilku centymetrów, a następnie uruchamiane były same agregaty.
6. Stwierdzenie, że aby nastąpił proces erozji powierzchniowej, masowej lub gwałtownej w korycie rzeki, w której dno stanowi materiał spoisty (iły), muszą wystąpić hydrauliczne warunki przepływu wody wywołujące naprężenia ścinające charakterystyczne dla danego typu erozji
7. Badania uzupełniające erozji w korycie laboratoryjnym z uwzględnieniem działania skoncentrowanego strumienia wody zarówno poziomego jak i pionowego. Na podstawie badań poziomego strumienia autor stwierdził, że przy stopniowym zwiększaniu prędkości erozja nie postępuje w sposób narastający, cząstka po cząstce. Na podstawie działania pionowego strumienia autor rozprawy stwierdził, że maksymalna głębokość nie została zaobserwowana w osi strumienia.
8. Analizę możliwości zatrzymania erozji poniżej stopnia wodnego w Malczycach. Autor stwierdza na podstawie badań, swojego doświadczenia, że jeżeli w najbliższych latach nie zostanie wybudowany kolejny stopień Lubiąż, należy realizować choć po części zastabilizowanie dna Odry poniżej Malczyc rumowiskiem o grubości warstwy 0,3 m i średni do 1 mm do 30 mm.

Lektura pracy nasuwa także pewne wątpliwości i pytania, które z obowiązku recenzenta chciałbym przekazać Autorowi:

- Przegląd literatury jest bardzo ciekawy, opisujący zjawisko erozji szczegółowo z drobnymi niedociągnięciami. Autor w pracy wspomina o tym, że Bartnik (1992) określił granice między spoczynkiem, a ruchem materiału dennego. Jednak w pracy zbyt mało miejsca zostało poświęcone na analizę postaw matematycznych opisujących początek ruchu rumowiska.
- Piśmiennictwo cytowane w pracy jest bardzo szerokie. Zrozumiałe jest korzystanie z literatury obejmującej lata 60, w których można znaleźć informacje na temat postaw teoretycznych analizowanego problemu. Natomiast zbyt mało jest pozycji literatury wydanych w ostatnich latach, które uwzględniają wiedzę popartą nowymi metodami.
- Na stronie 40 i 41 autor zamieścił rysunki przedstawiające zmiany rzędnych dna oraz zwierciadła wody w latach (ryc. 9, ryc. 10). Przy jakim natężeniu przepływu były wykonywane pomiary w analizowanych latach (ryc. 9, ryc. 10)? Na ryc. 9 opisano rzędne dna. Czy przedstawione na ryc. 10 rzędne dna są to rzędne minimalne w przekrojach poprzecznych, czy uśrednione na szerokości dna?
- W rozdziale metodyka zostały również ujęte wyniki. Bardziej czytelny układ pracy jest, gdy wyniki oraz metodyka, stanowią oddzielne rozdziały w pracy. Poza tym rozdział trzeci nazywa się materiałami i metody.
- W opisie metodyki doktorant wskazuje na wykorzystywanie do badań aerometru Endella. Urządzenie to jest przez autora szeroko stosowane do przeprowadzenia analiz niektórych właściwości fizycznych gruntu. W treści pracy brakuje akapitu z informacjami bardziej szczegółowymi na temat tego urządzenia.
- W pracy trudno znaleźć określenie ilości próbek nr 1 i nr 2 pobranych w Malczycach. Czy pobrano tylko jedną próbkę nr 1 i nr 2 czy więcej (str 58). Brakuje mapki z zaznaczoną lokalizacją poboru próbek. Brakuje szczegółowego opisu sposobu poboru próbek. Na str. 61 pojawiają się informacje na temat poboru próbek do określenia pęcznienia z innych poziomów terenu. Dlaczego pobrano próbki z innych poziomów niż na początku analiz? W metodyce brakuje precyzyjnego opisu z czym wiążą się poziomy poboru próbek gruntu do określenia badań ciśnienia pęcznienia.
- Na ryc. 30 można znaleźć informacje o pomiarze prędkości przepływu wody. Brakuje szkicu z zaznaczonymi punktami pomiaru prędkości przepływu wody. W pracy nie

znalazłem nigdzie wyników rozkładów prędkości wody. Czy wykonywano pomiary pionów hydrometrycznych czy mierzono pojedyncze wartości prędkości?

- Wyniki pomiarów wykonanych na modelu laboratoryjnym są bardzo ciekawe i wartościowe. Autor rozprawy zamieszcza w pracy na ryc. 31 profile wyboju lokalnego uzyskane dla różnych próbek gruntu oraz przedstawia ich analizę. Brakuje jednak informacji na temat czasu rozmycia poszczególnych typów gruntu. Czy sprawdzano czas rozmycia poszczególnych typów próbek gruntu (stan naturalny, po roku namakania, stan pow.-suchy)?
- Wnoszące dużo do pracy są badania uzupełniające, które polegały na analizie wpływu skoncentrowanego strumienia wody na rozmycie. Wyniki przedstawione na ryc. 35 przedstawiają dokładnie rozwój rozmycia w zależności od założonych parametrów początkowych eksperymentu. W opisie wyników brakuje informacji na temat jaki typ próbki gruntu został użyty do badań. W tekście brakuje wyjaśnienia odnoszącego się do różnych etapów badań. Czytelnik zastanawia się czy chodzi o różne prędkości działające na próbkę gruntu czy o czas. Czy w badaniach wykorzystano różne typy próbek?

Przedstawione powyżej uwagi krytyczne mają w zdecydowanej większości charakter uściślający i nie obniżają merytorycznej wartości opracowania. Wymagają jednak pewnych odniesień przed publikacją wyników badań w renomowanych czasopismach naukowych.

UWAGI SZCZEGÓŁOWE

Praca została napisana w języku polskim, w stylu właściwym dla rozprawy doktorskiej. Układ pracy jest logiczny, jedyny mankament stanowi brak wydzielonego spisu oznaczeń i symboli. Metodyka w pracy została opisana dość szczegółowo. Generalnie praca została opracowana poprawnie pod względem edytorskim i redakcyjnym, choć znalazły się w niej też elementy i treści, które moim zdaniem, należałoby poprawić, uzupełnić:

- Na str. 9 pojawia się sformułowanie odnoszące się do spadku zapotrzebowania na usługi transportowe. Brak precyzji w przytoczonym fragmencie.
- W pracy znaleziono błędy stylistyczne, które nie mają bezpośredniego wpływu na ocenę merytoryczną pracy np. „Aby zrealizować powyższy cel autor przeprowadził badania w zakresie: stopnia ekspansywności (pęcznienia) badanych gruntów, w oparciu o te badania autor przedstawił sposób zatrzymania erozji poniżej Malczyc”, lub „...zadanie i cele jakie sobie postawiono w zakresie oceny przebiegu....., (str. 34)

- W pracy można znaleźć niejasne sformułowania: np. „Omawiany fragment doliny Odry jest wynikiem akumulacji lodowcowej oraz erozji wód płynących”.
- W pracy oprócz bardzo starannie przygotowanych rycin i materiałów fotograficznych występują także ryciny cytowane z innych prac o słabej jakości (np. ryc. 9). Powinny być one przerobione lub przerysowane.
- Brak cytowani do niektórych rycin w tekście rozprawy (np. ryc. 5, ryc. 6, ryc. 10)
- Na ryc. 7 autor odnosi się do przekroju A-A. W jaki sposób zlokalizowany przekrój autor miał na myśli (brak szkicu, mapki).
- Na ryc. 14 warto by dopisać opis przepływu 340 m³/s. Czy to jest przepływ średni, przepustowość jazu itp.
- W tab. 2. zamiast zapisu rzędnych bardziej zrozumiały byłby opis: niecka wypadowa oraz poziom progów.
- Brakuje numeracji wzorów, która znacząco ułatwia odniesienia do zależności już przedstawionych wcześniej w pracy.
- Brakuje informacji na temat ilości próbek wykorzystanych do jakościowego badania rozmakania.
- Na ryc. 33 brakuje oznaczeń osi.
- Na str. 81 należy poprawić ostatnie zdanie z uwagi na błąd stylistyczny w wyrazie.
- Na str. 87 Proszę doprecyzować podpunkt b), ponieważ jest niezrozumiały dla czytelnika.
- Proponuję tabelkę zeskanowaną jako ryc. 40 przepisać.
- Brakuje w tekście odwołania do pozycji np. Arulanandan K. et al. (1975), Fortunat (1960 b)
- Brakuje w spisie literatury cytowania Głowski i in. 2005,
- Pomyłka w roku przy cytowaniu Głuchowska i Pływaczyk (w spisie literatury rok 2009 w tekście rok 2008)

Wszystkie wymienione uwagi szczegółowe winny zostać uwzględnione podczas publikowania rozprawy i nie wpływają na merytoryczną ocenę pracy.

PODSUMOWANIE

Praca pana mgr inż. Artura Majchrzaka przedstawiana jako rozprawa doktorska stanowi zwieńczenie jego wieloletnich badań nad problematyką dotyczącą wyznaczenia przyczyn przyspieszonej erozji gruntów spoistych zalegających w korycie Odry Środkowej. Założenia metodyczne i wykorzystany w badaniach materiał jednoznacznie wskazuje na wieloaspektowe

odniesienia do rzek nizinnych, ze szczególnym uwzględnieniem problemów związanych z erozją poniżej zbiorników retencyjnych. Przedstawione w recenzji uwagi nie zmniejszają merytorycznej wartości pracy. W pełnym zakresie stanowi bowiem ona oryginalne rozwiązanie aktualnego problemu naukowego. Problematyka przeprowadzonych badań mieści się w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych – w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Przedstawiony w recenzowanej pracy materiał doświadczalny jest obszerny i wartościowy. Autor osiągnął założone cele, wykazał się umiejętnościami analitycznymi, poprawnie zaprezentował i zinterpretował uzyskane wyniki. Należy podkreślić również aplikacyjny charakter uzyskanych rozwiązań, które mogą stanowić punkt odniesienia zarówno do dalszych prac i analiz badawczych jak i użytecznych rozwiązań inżynierskich. Pan mgr inż. Artur Majchrzak potwierdził umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej i sformułowania prawidłowych wniosków na podstawie analizowanych badań. Analiza rozprawy doktorskiej wskazuje zdecydowanie na bardzo dużą wiedzę teoretyczną autora w dyscyplinie ochrona i kształtowanie środowiska. Biorąc pod uwagę wykonane samodzielnie analizy i istotne elementy poznawcze, które są wynikiem pracy doktoranta stwierdzam, że rozprawa Pana Majchrzaka spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim określone w art. 13 ustawy z dnia 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytułach naukowych, oraz o stopniach i tytułach w zakresie sztuki (Dz. U. z dn. 27 września 2017 r., poz. 1789). Konkludując, zgodnie z powyższymi stwierdzeniami wnoszę do Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka na Wydziale Inżynierii Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu o dopuszczenie mgr inż. Artura Majchrzaka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.


dr hab. inż. Mateusz Hämmerring

