

Warszawa, 27 listopada 2019r.

dr hab. inż. Tomasz Rozbicki

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Instytut inżynierii Środowiska
Katedra Hydrologii, Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr inż. Hanny Okraśińskiej - Płociniczak
pt. „Model operacyjny zmienności zasobu wody w
przypowierzchniowej warstwie gleby i jego fizyczne uzasadnienie”

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą opracowania jest Uchwała Rady Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu z dnia 26 września 2019r.

2. Treść rozprawy

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Hanny Okraśińskiej - Płociniczak pt. „Model operacyjny zmienności zasobu wody w przypowierzchniowej warstwie gleby i jego fizyczne uzasadnienie” wpisuje się ściśle w tematykę badań naukowych Wydziału w szczególności takich zagadnień jak modelowanie procesów hydrologicznych i hydraulicznych, analiza procesów obiegu wody w systemie gleba – roślina – atmosfera oraz kształtowanie ilości i jakości zasobów wodnych oraz ich optymalne wykorzystanie. Praca jest ważnym przyczynkiem do pełniejszego rozpoznania procesów retencjonowania wody w glebie zwłaszcza w kontekście oceny ilościowej i praktycznego wykorzystania wyników badań w inżynierii, kształtowaniu i ochronie środowiska.

Praca jest podzielona na siedem rozdziałów. Główny cel pracy i hipotezy badawcze zostały przedstawione we wstępnych rozdziałach rozprawy. Celem pracy jest wyprowadzenie i weryfikacja matematycznego modelu opisującego rozkład wilgotności w ośrodku porowatym w stanie quasi-stacjonarnym obejmujące także weryfikację modelu z rzeczywistymi wartościami uzyskanymi z pomiarów bezpośrednich. Doktorantka przyjęła następujące hipotezy badawcze:

- Opracowany model dobrze odwzorowuje punktowo proces infiltracji w ośrodku porowatym;
- Odpowiednia redukcja ilości parametrów nie wpływa w istotny sposób na dokładność modelu;
- Postać funkcyjna krzywej retencji wynikająca z modelu operacyjnego opisuje podsiąk kapilarny z podobną dokładnością co model van Genuchtena.

Zakres pracy obejmuje cztery etapy analizy:

- Wyprowadzenie modelu jako matematycznego opisu praw fizyki charakteryzujących dynamikę wilgotności gleby;
- Uproszczenia analityczne prowadzące do uzyskania prostego modelu rozkładu wilgotności gleby a jednocześnie tak samo dobrze opisującego badany ośrodek z możliwością łatwego doboru parametrów modelu;
- Weryfikacja modelu w oparciu o rzeczywiste polowe pomiary wilgotności gleby i zapasu wody w glebie oraz innych elementów agrometeorologicznych takich jak dobowych sum opadu atmosferycznego, dobowych wahań poziomu zwierciadła wody gruntowej;
- Analityczny opis krzywej retencji czyli wyznaczenie rodziny krzywych reprezentujących zależność potencjału hydraulicznego od wilgotności ośrodka.

Podjęcie, które przedstawiono w opracowaniu bazuje na sformułowaniu deterministycznym problemu czyli analizie rozwiązania równania różniczkowego. Aplikacyjny aspekt badań powoduje, że Autorka kładzie duży nacisk na równowagę między odzwierciedleniem praw fizycznych i prostotą modelu.

Rozdział 1 „Przegląd literatury” zawiera bardzo obszerne, szczegółowe i wieloaspektowe podejście Autorki do analizowanego problemu. Przykładem tego może być cytowanie przez Panią dr inż. Hannę Okraśińską – Płociniczak pozycji bibliograficznych pochodzących z ostatniego okresu (z lat 2015 i 2016) wskazujące na znajomość aktualnego stanu badań w tym zakresie. Doktorantka powołuje się także na publikacje będące naukowymi kamieniami milowymi w rozwoju wiedzy nt. retencji wodnej gleb, dynamiki wody w ośrodkach porowatych. Do takich pozycji literatury zaliczyłbym oryginalne prace Buckingham [1907], Darcy’ego [1856], Mualema [1931], Penmana [1948], Richardsa [1931] i van Genuchtena [1980] oraz z dziedziny agrometeorologii Kaczorowskiej [1962]. W rozdziale znajduje się krótka charakterystyka oraz klasyfikacja metod określania wilgotności gleby. Opisane są metody pomiarowe oraz modelowe.

W rozdziale 2 zawarto opis danych wejściowych wykorzystanych do weryfikacji wyprowadzonego później modelu. W tej części opracowania scharakteryzowano Wydziałowe Obserwatorium Agro- i Hydrometeorologii Wrocław - Swojec czyli stację, z której

pochodziły dane meteorologiczne oraz dane o wilgotności gleby. Przedstawiono charakterystykę gleb na terenie stacji. Z danych meteorologicznych w pracy wykorzystano dobowe sumy opadu atmosferycznego a z danych o zawartości wody w glebie dobowe wartości głębokości zalegania wody gruntowej oraz dekadowe wartości wilgotności gleby na podstawie, których wyznaczono zasoby wodne. Dane opadowe zostały przedstawione w postaci diagramu odchyień sum miesięcznych od wartości normalnej wg klasyfikacji Kaczorowskiej. Dodatkowe informacje zawiera rysunek histogramów częstości poszczególnych kategorii dla każdego z analizowanych miesięcy. Głębokości zalegania zwierciadła wody gruntowej, wilgotności gleby na poszczególnych poziomach i wynikające z niej wielkości zasobów wody przedstawione zostały w tabeli i na wykresach pudełkowych. Wydaje się, że w przypadku głębokości zalegania wody gruntowej dane z tabeli i na rysunku dublują się.

Rozdział 3 zatytułowany „Podstawy teoretyczne przepływu wody w glebie” przedstawia podstawowe zagadnienia teorii przepływu wody w ośrodku porowatym w strefie nienasyconej. W tej części przedyskutowano podstawowe prawo Darcy’ego wiążące przepływ z nasyceniem oraz równanie Richardsa opisujące dynamikę w strefie nienasyconej czyli wiążące strumień ze zmianami wilgotności.

Rozdział 4 pt. „Wstępna analiza danych” zawiera statystyczną analizę danych wejściowych – pochodzących z bezpośrednich obserwacji. Zadaniem takiej analizy jest wyodrębnienie i wyeliminowanie danych znacznie odbiegających od wartości standardowych, które mogą być wynikiem ekstremalnych zjawisk pogodowych. Przeanalizowano dane o poziomie wody gruntowej, dane o wilgotności gleby i zasobach wodnych w glebie. Zależność zasobów wody w poszczególnych warstwach gleby od poziomu zwierciadła wody gruntowej została wyznaczona za pomocą funkcji dwóch zmiennych – poziomu wód gruntowych i opadu atmosferycznego. Analiza rozkładów danych została przedstawiona na wykresach. W odrębnej tabeli przedstawiono wyniki testów statystycznych badających normalność rozkładów residuów. Analiza statystyczna pokazała, że zasoby wody zależą liniowo i w bardzo silny i sposób od poziomu wód gruntowych, nawet w przypadku wierzchnich warstw oraz to, że opad ma tylko pewien wpływ na zasoby wody w warstwach przypowierzchniowych.

Rozdział 5 zatytułowany „Modele wilgotności oraz ich analiza i weryfikacja” bezpośrednio nawiązuje do tytułu całej rozprawy, jest to najobszerniejszy rozdział i zawiera najważniejsze wyniki pracy. W oparciu o równanie Richardsa, wyprowadzono matematyczne opisy postaci krzywych odzwierciedlających rozkład wilgotności w glebie. Została

przedstawiona ogólna postać równania różniczkowego, które opisuje z zmianę rozkładu wilgotności w glebie. Autorka przedstawiła ogólną postać rozwiązania, równanie wykładnicze oraz równanie hiperboliczne. W dalszej części pracy skupiono się na modelu ogólnym i modelu wykładniczym. Na każdym etapie analizy model był kalibrowany w oparciu o dane lub założone warunki brzegowe zależne od parametrów zewnętrznych i weryfikowany w oparciu o metodę „cross validation”. Tym samym sprawdzono dopasowanie modelu ogólnego i wykładniczego do danych o wilgotności i zasobach wody. Zbadano także związek modelu z głębokością wód gruntowych. Jako najlepiej zweryfikowany model przyjęto model postaci wykładniczej, który został przez Autorkę nazwany uniwersalnym modelem operacyjnym.

Kolejna forma weryfikacji modelu wykładniczego i jednocześnie opracowanie matematycznego wzoru postaci krzywej retencji zawarta jest w rozdziale nr 6 pt. „Postać funkcyjna potencjału hydraulicznego”. Uzyskano opis funkcyjny krzywej retencji dla gleb Obserwatorium Agro- i Hydrometeorologii Wrocław Swojec i zweryfikować wyniki z danymi rzeczywistymi i danymi syntetycznymi.

Na ostatni 7 rozdział składa się podsumowanie i wnioski. W podsumowaniu Doktorantka odnosi się bezpośrednio do przedstawionych we wstępie hipotez badawczych uzyskując pozytywne odpowiedzi na każdą z nich.

- Przedstawiony uniwersalny model operacyjny dobrze odwzorowuje rozkład wilgotności w glebie;
- Odpowiednia redukcja ilości parametrów nie wpływa w istotny sposób na dokładność modelu; najprostszym modelem jest model wykładniczy;
- Postać funkcyjna krzywej retencji wynikająca z modelu operacyjnego dokładnie opisuje podsiąk kapilarny.

Pracę kończy osiem szczegółowych wniosków poprzedzonych wskazaniem przez Autorkę możliwości aplikacyjnych przeprowadzonych badań i otrzymanych wyników.

Podsumowując część poświęconą treści rozprawy, liczy ona 129 stron maszynopisu wliczając w to spis treści, wykaz używanych w pracy symboli, spis tabel i rysunków. Autorka powołuje się na 196 pozycji literatury, z których 148 stanowią opracowania w języku angielskim. Praca zawiera 47 rycin w tym 2 fotografie i 1 schemat blokowy oraz 26 tablic.

3. Ocena rozprawy

Moja ocena przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej jest wysoce pozytywna. Moim zdaniem praca ma duże walory naukowe i użyteczne. Charakteryzuje się wysokim

poziomem merytorycznym i wnosi nowe wartości poznawcze do zagadnień takich jak modelowanie procesów hydrologicznych i hydraulicznych, analiza procesów obiegu wody oraz kształtowanie ilości i jakości zasobów wodnych. Układ pracy jest spójny i klarowny, chociaż można zastanowić się czy rozdział nr 3 pt. „Podstawy teoretyczne przepływu wody w glebie” i rozdział 4 pt. „Wstępna analiza danych” nie powinny być zamienione. W przypadku takiej zamiany bezpośrednio po opisie danych wejściowych zawartych w rozdziale 2 przedstawiona byłaby, jako rozdział 3 analiza danych a zagadnienia podstaw teoretycznych przepływu wody w glebie poprzedzałyby prezentację modeli wilgotności zawartą w rozdziale 5. Ogólne i szczegółowe cele pracy a także hipotezy badawcze sformułowane są w sposób jasny, język pracy jest dobry a nieliczne błędy stylistyczne czy też niefortunne sformułowania w żaden sposób nie umniejszają merytorycznej oceny rozprawy.

Nie zauważyłem w pracy błędów merytorycznych. Nieliczne, wyszczególnione poniżej uwagi, nie wpływają na pozytywną opinię o całości opracowania. Drobne błędy lub nieścisłości mają charakter edycyjny. Ich ewentualna korekta byłaby potrzebna w przypadku przygotowania tekstu lub jego fragmentów do publikacji.

Na szczególną uwagę i pozytywną ocenę zasługuje strona graficzna pracy. Wszystkie rysunki, wykresy funkcji, wykresy rozkładów zostały przygotowane bardzo starannie i w profesjonalny sposób. Stanowią dodatkowy walor zwłaszcza w kontekście przedstawienia i uzupełnienia wyników analizy statystycznej.

4. Pytania i uwagi do pracy

4.1. Uwagi ogólne

- W rozdziale 2.2.1 podano zestawienie opadów ze stacji meteorologicznej wg klasyfikacji Kaczorowskiej. Klasyfikacja obejmuje ocenę sum miesięcznych, kwartalnych i rocznych sum opadów natomiast w modelu, jego wyprowadzeniu i weryfikacji korzystano z dobowych sumach opadu. Rozumiem, że celem tego zestawienia było przedstawienie charakterystyki klimatycznej. Nie zauważyłem jednak aby później, na innym etapie analizy lub weryfikacji dane te były brane pod uwagę.

- Z jednej strony wyodrębnienie i wyeliminowanie z analizy danych znacznie odbiegających od wartości standardowych ma sens z punktu widzenia budowy i weryfikacji modelu. Jednak dane ekstremalne, po upewnieniu się, że nie zawierają błędów np. pomiarowych charakteryzują zjawiska ekstremalne i są ciekawe z analitycznego punktu widzenia. Czy na etapie weryfikacji modelu wykorzystano dane z roku 1997, roku powodzi spowodowanej w

głównej mierze wysokim opadem atmosferycznym. Suma opadu jest jednym z parametrów modelu. Jeśli tak to czy dały one jakieś ciekawe wyniki bądź spostrzeżenia? Czy dane te zostały odrzucone a priori czy też zostały wykorzystane ale analiza statystyczna danych wejściowych nie wykazała istotnej różnicy.

- Dane przedstawione w tabeli 2.6 i na rysunku 2.6 dublują się. Wykres pudełkowy zawiera pełniejsze dane o stanie wody gruntowej bo oprócz wartości średnich, maksymalnych i minimalnych (co przedstawia także tabela) pokazana jest także wariancja. Wydaje się, że w takim przypadku tabela jest zbędna.

- Wydaje się, że wymieniając w rozdziale 7.2. potencjalne zastosowania otrzymanych wyników Autorka pominęła ważny aspekt możliwości zastosowania modelu do predykcji zmian zasobów wody w glebie w warunkach spodziewanych zmian klimatu. Możliwość taka chyba istnieje, bo podstawowy parametr jakim jest suma opadu jest możliwy do prognozowania.

- Kilka pozycji zawartych w spisie literatury nie zostało zacytowanych w tekście:

Chen i in. [2006], Duda i Friedrich [1976], Engl i in. [2000], Jones i in. [2002], Koźmiński [1994], Michalska i Raszka [1999], Szafranski [1997], Usowicz i in. [1996] oraz Żyromski [1996].

4.2. Zauważone niejasne lub nieprecyzyjne sformułowania i inne uwagi szczegółowe

- str. 4: „Opracowany analityczny wzór rozkładu wilgotności będzie stanowił podstawę rozwiązania problemu odwrotnego, czyli rodziny krzywych reprezentujących zależność potencjału hydraulicznego od wilgotności ośrodka.” Sformułowanie trochę niejasne; brakuje słowa „wyznaczenie”.

- str. 5 : Stwierdzenie żargonowe „... i tak odfiltrowany zestaw został wykorzystany w dalszej analizie” można zastąpić innym słowem np. „zweryfikowany”.

- str. 30 rys. 2.7 zbiorczy rysunek wykresów pudełkowych – w opisie pod rysunkiem zamiast podawać informację „pierwszy wiersz z prawej strony”, co rozbudowuje niepotrzebnie podpis lepiej podpisać je np. kolejnymi literami a, b, c, itd.; tak zrobiono to np. na rys. 3.1. Ewentualnie należałoby zmienić opis osi rzędnych na wykresie tak jak zrobiono to na rys. 4.2.

- str. 50 rys, 4.3 razem z histogramami można byłoby przedstawić wykres empirycznego rozkładu podając jego odstawowe parametry. Z formy graficznej można byłoby lepiej zauważyć wspomniane przez Autorkę tzw. grube ogony rozkładów.

- str. 61 „ogólność” powinna być zastąpiona lepiej brzmiącym słowem „uogólnienie”.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Podsumowując, przedstawioną do recenzji rozprawę doktorską oceniam jako bardzo wartościową. Temat badawczy podjęty przez Panią mgr inż. Hannę Okraśińską – Płociniczak jest aktualny, ze względu na istniejącą konieczność poszukiwania nowych teoretycznych i praktycznych rozwiązań w hydraulice ośrodków porowatych i w szerszym kontekście optymalizacji gospodarowania wodą w środowisku. Autorka rozprawy wykazała się bardzo dobrą znajomością badanych zagadnień i literatury przedmiotu. Zaplanowanie i realizacja badań wymagały odpowiedniego przygotowania i nakładu pracy. Wnioskowanie jest poprawne i cechuje się wysokim poziomem merytorycznym, co także potwierdza dużą wiedzę i umiejętności Doktorantki. Zaprezentowane w pracy wyniki poza wartością poznawczą posiadają również potencjał aplikacyjny.

Daje to podstawę do sformułowania wniosku o wyróżnienie rozprawy.

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzam, że rozprawa doktorska spełnia warunki określone w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595) z późniejszymi zmianami wnoszę do Wysokiej Rady Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu o dopuszczenie Pani mgr inż. Hanny Okraśińskiej - Płociniczak do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



dr hab. inż. Tomasz Rozbicki