

Poznań, dnia 21 listopada 2024 r.

Prof. dr hab. inż. Marek Marciniak

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego

Recenzja

rozprawy doktorskiej magistra inżyniera Piotra Bartolda pt.: „Morfodynamika koryta Wisły w Warszawie i jej znaczenie dla warunków eksploatacji ujęć poddennych wody”

1. Wstęp

Recenzję rozprawy doktorskiej mgr inż. Piotra Bartolda powierzyła mi Rada Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie na posiedzeniu w dniu 23.10.2024 r. Pismo w tej sprawie skierował do mnie w dniu 04.11.2024 r. Przewodniczący Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka, prof. dr hab. inż. Janusz Kubrak (znak pisma IIS 58/2024).

2. Charakterystyka formalna pracy

Praca doktorska mgr inż. Piotra Bartolda liczy 107 stron tekstu w tym 11 stron spisu literatury, który zawiera 140 pozycji (47 pozycji anglojęzycznych, jedną niemieckojęzyczną i jedną rosyjskojęzyczną). W tekście zamieszczono 47 rycin, 10 fotografii, 1 wykres oraz 6 tabel. Poza tekstem zamieszczono 5 stron spisów oraz 18 załączników. Praca została napisana w języku polskim i podzielona na 8 rozdziałów.

Promotorem dysertacji doktorskiej mgr inż. Piotra Bartolda jest prof. dr hab. Tomasz Falkowski, a promotorem pomocniczym dr inż. Piotr Siwicki z Katedry Inżynierii Wodnej i Geologii Stosowanej SGGW w Warszawie.

3. Merytoryczna ocena pracy

W swojej rozprawie doktorskiej mgr inż. Piotr Bartold bada kilkukilometrowy odcinek rzeki Wisły pomiędzy mostami Siekierkowskim i Łazienkowskim w Warszawie. Zakres badań obejmuje problematykę hydrologiczną, hydrogeologiczną i geomorfologiczną. Układ pracy jest

z podziałem na Ujęcie Zasadnicze (zwane zamiennie „Grubą Kaśką”), ujęcia uzupełniające prawobrzeżne (UU-1 oraz UU-2), ujęcia przewodowo-pompowe lewobrzeżne (UP-1, UP-2, UP-3 oraz UP-4), a także obiekty pływające. Trochę brakuje syntetycznego schematu przepływu wody pomiędzy ujęciami infiltracyjnymi na Wiśle a stacjami uzdatniania wody SUW „Praga” i SUW „Filtry”, ale są to zapewne informacje wrażliwe, których się nie publikuje. Ta sama uwaga dotyczy schematu stref dystrybucji wody w Warszawie, które na rys.24 są przedstawione bardzo ogólnikowo.

Pierwsze cztery rozdziały stanowią wprowadzenie do problematyki. Najważniejszą część recenzowanej rozprawy doktorskiej stanowią rozdziały 5, 6, 7 oraz 8.

Metodykę i zakres badań przedstawiono w **rozdziale 5**. Na podkreślenie i uznanie zasługuje szeroki zakres prac terenowych. Doktorant przeprowadził własne pomiary batymetryczne dna rzeki metodą echosondowania. Wykonał kartowanie geologiczne trudno rozmywalnego podłoża oraz aluwiiów uzupełniając je własnymi wierceniami w dnie rzeki i poborem próbek osadów dennych do analiz granulometrycznych. Wykorzystał drony do skartowania badanego odcinka doliny Wisły. Przeprowadził także sondowania gradientometryczne w celu rozpoznania zasięgu oddziaływania poszczególnych zespołów drenów. Badania laboratoryjne obejmowały analizy granulometryczne próbek osadów pobranych z dna Wisły. Zastanawia zupełny brak analiz jakości wody wiślanej, która ma przecież istotne znaczenie na ujęciach infiltracyjnych. Natomiast imponujące są autorskie opracowania map hipsometrycznych oraz przekroje osadów dennych zarówno aluwialnych jak i trudno rozmywalnych. Tutaj Doktorant wykazał się dobrym opanowaniem technologii GIS. Ważnym elementem recenzowanej rozprawy doktorskiej było modelowanie matematyczne rozkładu prędkości wody w Wiśle. Jako dane wyjściowe do modeli 2D i 3D wykorzystane zostały: morfologia dna rzeki (na podstawie echosondaży i kartowania geologicznego), zasięg koryta (na podstawie obrazów zarejestrowanych z drona) oraz stany wody w Wiśle (na podstawie wodowskazu IMGW-PIB Warszawa-Bulwary). Można w przyszłości zaplanować walidację wyników modelowania poprzez pomiary w kilku przekrojach prędkości i natężenia przepływu wody w Wiśle metodą ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*). To jednak wiązałoby się z koniecznością zakupu bardzo drogiego sprzętu pomiarowego. Niedosyt pozostawia brak opisu matematycznych wykorzystanych modeli, a szczególnie przyjętych warunków granicznych: początkowego i brzegowych.

W **rozdziale 6** Doktorant przedstawia wyniki swoich badań. Wyniki echo sondowań pozwoliły na opracowanie map hipsometrycznych dna Wisły dla niskich (A i B), średnich (D) oraz wysokich (C) stanów wody. Na tej podstawie Doktorant identyfikuje przebieg głównego nurtu rzeki. Rozpoznanie budowy geologicznej dotyczy głównie położenia stropu utworów

ostróg. Szkoda, że Doktorant nie wykonał takiej prognozy, a także prognoz innych wariantów przebudowy koryta. Ale może to warto sprawdzić po walidacji modeli prędkości przepływu na podstawie pomiarów prędkości w kilku przekrojach hydrometrycznych. Pewne wątpliwości budzi wykres 1 na stronie 84. Wykres sporządzony został w układzie współrzędnych stosowanych dla krzywych konsumcyjnych (krzywych przepływu). Można być się spodziewać, że zależności $H = f(Q)$ będą miały charakter krzywych logarymicznych, tymczasem Doktorant uzyskał na podstawie modelowania krzywe wykładnicze. To wymaga jakiegoś komentarza.

W **rozdziale 7** przeprowadzona została dyskusja uzyskanych wyników oraz analizowanych procesów. Jako najważniejsze czynniki warunkujące morfodynamikę utworów korytowych badanego odcinka Wisły Doktorant wymienia: miąższość aluwiów, ukształtowanie stropu trudno rozmywalnego podłoża oraz rozkład prędkości wody w korycie zależny od stanów wody. Wyniki przeprowadzonych badań terenowych dobrze objaśniają rolę poszczególnych czynników dla infiltracyjnych ujęć wody. Na morfodynamikę koryta Wisły w rejonie pomiędzy mostami Siekierkowskim i Łazienkowskim istotny wpływ mają także spulchniacze hydrauliczne oraz pogłębiarka. Praca tych obiektów wpływających warunkuje efektywność poszczególnych drenów. Spulchnianie osadów dennych oraz korekta miąższości aluwiów jest od wielu lat praktykowaną na „ujęciu warszawskim” przez MPWiK. Wydaje się, że znaczenie procesów modyfikacji aluwiów zostało przedstawione zbyt ogólnikowo. Dyskusyjne jest też potraktowanie osadów dennych ujęcia infiltracyjnego jako strefy hyporeicznej. W osadach dennych dochodzi do mieszania się wód powierzchniowych i podziemnych, zachodzą także procesy hydrochemiczne poprawiające jakość wody. Zatem w aspekcie hydrodynamicznym oraz hydrochemicznym można by mówić o strefie hyporeicznej. Jednak wątpliwości muszą dotyczyć procesów hydrobiologicznych, bo w osadach dennych ujęcia infiltracyjnego mikroflora i mikrofauna nie znajdują korzystnych warunków do bytowania tylko giną.

Końcowe wnioski zamieścił Doktorant w **rozdziale 8**. Tutaj czynniki warunkujące morfodynamikę koryta Wisły Autor wymienia w nieco zmienionej kolejności: trudno rozmywalne podłoże, miąższość aluwiów oraz rozkład prędkości. Na warunki pracy ujęcia z drenami poziomymi istotny wpływ ma oczyszczanie wód powierzchniowych w procesie infiltracji. Efektywność ujęć infiltracyjnych ograniczają także procesy kolmatacyjne osadów dennych, które wymuszają okresową regenerację (dekolmatację) złoża. Te ważne zagadnienia zostały w dyskusji oraz wnioskach zaledwie zasygnalizowane.

Wykorzystując rozpoznane uwarunkowania morfodynamiki koryta Wisły Doktorant poszukuje miejsc, gdzie można by proponować lokalizację dodatkowych drenów. Te rozważania ogranicza jednak do obszaru pomiędzy mostami Siekierkowskim i Łazienkowskim.

Tak, Doktorant przeprowadził samodzielnie skomplikowane badania terenowe z wykorzystaniem dronów, po raz pierwszy zastosował nowy przyrząd pomiarowy (gradientometr) w celu rozpoznania zasięgu oddziaływania drenów, a także pobierał próbki gruntów z dna dużej rzeki. Wykazał się umiejętnością wykorzystania technologii GIS oraz matematycznego modelowania rozkładu prędkości przepływu wody w rzece.

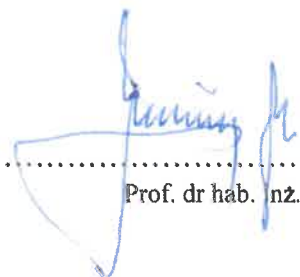
3. Czy rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej?

Tak, w rozprawie doktorskiej podjęty został ważny problem uwarunkowań morfodynamicznych funkcjonowania ujęcia wody z drenami ułożonymi pod dnem rzeki. Doktorant zaproponował własną metodykę badań, która umożliwiła realizację zaplanowanych celów. Wyniki badań mają istotne znaczenie praktyczne dla funkcjonowania ujęcia wody dla aglomeracji warszawskiej.

Za najważniejsze osiągnięcie recenzowanej rozprawy uważam rozpoznanie znaczenia miąższości aluwii, ukształtowania stropu utworów trudno rozmywalnych oraz rozkładu prędkości przepływu wody w Wiśle dla efektywnego funkcjonowania infiltracyjnego ujęcia wody za pomocą drenów poziomych ułożonych pod dnem rzeki.

Mgr inż. Piotr Bartold przedstawił rozprawę doktorską, która stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Wykazał się wiedzą teoretyczną i praktyczną w zakresie geomorfologii, hydrogeologii, hydrologii i hydrometrii. Opanował technologię realizacji modeli matematycznych za pomocą wyspecjalizowanego oprogramowania.

Stwierdzam, że przedstawiona mi do recenzji praca spełnia wymagania stawiane rozprawie doktorskiej w rozumieniu Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz.U. 2021 poz. 478 z późn. zm.). Wnioskuje zatem o dopuszczenie inż. Piotra Bartolda do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Prof. dr hab. inż. Marek Marciniak