

dr hab. Artur Magnuszewski, prof. UW
Zakład Hydrologii
Wydział Geografii i Studiów Regionalnych
Uniwersytet Warszawski

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Sebastiana Szklarka

„Sekwencyjny system sedimentacyjno-biofiltracyjny do oczyszczania miejskich rzek zasilanych ściekami opadowymi”

Ocena doboru tematu i celu pracy

Praca dotyczy istotnego dla praktyki problemu jakości wody odpływającej w terenów zurbanizowanych. W skali świata i w skali Polski urbanizacja jest postępującym procesem, który oznacza wzrost powierzchni miast i wzrost liczby ich mieszkańców. Zlewnie naturalne w wyniku urbanizacji zostają silnie przekształcone, a efektem jest wzrost dynamiki odpływu rzecznoego, a także zmiany jakości wody. Z drugiej strony właściwości powierzchni zabudowanych przekształcają warunki topoklimatyczne, co prowadzi do występowania zjawiska wyspy ciepła, zwiększonej konwekcji atmosferycznej i intensyfikacji opadów atmosferycznych, a w efekcie powodzi miejskich. Idea miast ogrodów, bardzo atrakcyjna w okresie międzywojennym, jest we współczesnych miastach zastępowana planem urbanistycznym z wysoką i gęstą zabudową i dużym nasyceniem infrastruktury miejskiej. Współczesne miasto obok wielu funkcji musi zapewniać swoim mieszkańcom także odpowiednie warunki do życia i odpoczynku. Hydrologia staje zatem przed nowymi wyzwaniami, jakimi są poprawa bezpieczeństwa powodziowego w miastach, a także stworzenie warunków poprawy czystości wody opadowej odpływającej z miast. Jednym ze sposobów rozwiązania problemów odpływu wody opadowej w miastach jest budowa stawów i systemów przechwytyjących transportowane osady i biogeny. Takie rozwiązania techniczne są zgodne z zasadami ekohydrologii, gdzie wykorzystuje się naturalne procesy samooczyszczania rzek i poprawy zdolności środowiska do przeciwdziałania procesom eutrofizacji wód.

W pracy jako obiekt badawczy przyjęto hydrofitową oczyszczalnię ścieków opadowych wyposażoną dodatkowo w system sedimentacyjny i barierę geochemiczną, skonstruowany na rzece Sokołówce w Łodzi w 2011 r.

Praca doktorska mgr Sebastiana Szklarka stawia sobie za cel odpowiedź na następujące pytania:

- 1/ czy zlewnia Sokołówki wykazuje zwiększoną dynamikę odpływu i pogorszenie jakości wody
- 2/ jakie czynniki decydują o sprawności działania oczyszczalni SSSB
- 3/ jakie kroki można podjąć żeby poprawić wydajność systemu oczyszczającego.

Pierwsza grupa zagadnień to podstawowy hydrologiczny opis warunków fizycznogeograficznych zlewni z odniesieniem do gospodarki wodnej w obszarach miejskich. Druga i trzecia grupa zagadnień wchodzi w zakres hydrochemii i hydrobiologii.

Podjęta w pracy tematyka wpisuje się z nurt aktualnych badań nad środowiskiem przyrodniczym miast i stosowania rozwiązań bliskich naturze w zakresie budowy infrastruktury miejskiej. Poprawa czystości środowiska miast jest kluczowym wyzwaniem jakie stoi przed mieszkańcami miast w obliczu nasilających się procesów urbanizacji. Propozycja zastosowania rozwiązań wywodzących się z ekohydrologii daje możliwość poprawy warunków życia w mieście, usprawnienia procesów samooczyszczania rzek, zmniejszenia ładunku biogenów w zlewniach zurbanizowanych. Poznanie czynników wpływających na sprawność przechwytywania biogenów w systemie sedymentacyjnym z barierą geochemiczną jest interesującym problemem badawczym, który dodatkowo ma aspekt praktyczny. Jeśli chcemy budować podobne instalacje w miastach, to konieczne jest poznanie procesów działających w stawach i barierach, na które oddziałują liczne zmienne abiotyczne i interakcje biotyczne.

W podsumowaniu stwierdzam, że cele pracy postawione przez doktoranta są interesujące i mają wymiar zarówno poznawczy jak i praktyczny.

Ocena użytych metod

W celu oceny jakości wody rzecznej i ścieków opadowych w latach 2010-2011 prowadzono pomiary monitoringowe na 21 stanowiskach, zlokalizowanych na 6 rzekach i przy 16 wylotach z kanalizacji deszczowej. Liczba zebranych próbek wody to 217 z rzek i 144 próbek z kanalizacji deszczowej. Rozmieszczenie punktów próbkowania jest właściwe, ponieważ daje możliwość prześledzenia zmian ładunku zanieczyszczeń w profilu podłużnym rz. Sokołówki, a także w sąsiednich zlewniach Bzury, Jasień, Łódki, Olechówki. Daje to materiał porównawczy między zlewnią ze stawami sedymentacyjnymi i zlewniami o różnym stopniu urbanizacji.

W obrębie stawu z sekwencyjnym biofiltracyjnym układem redukcji biogenów ustalono 6 punktów pomiarowych, z krokiem próbkowania 2 tygodnie lub częściej gdy występowało

wezbranie lub głęboka niżówka. Badania prowadzono w układzie lat hydrologicznych 2011-2013. W celu oceny tempa sedymentacji pobierano próby osadów w węzłach siatki 2x2 m, powtarzając próbkowanie w czerwcu, sierpniu i październiku 2103 r. Do oceny tempa przyrosty biomasy pobierano próbki makrofitów na początku, w środku i na koniec sezonu wegetacyjnego w latach 2012 i 21013. Prowadzono także kartowanie gęstości pokrycia roślinnością w siatce 2 x2 m. W zakresie prac laboratoryjnych stosowano sprzęt i procedury uznane za standardowe przy analizie zanieczyszczeń wód i osadów. Przepływ wody w korycie doprowadzającym mierzono w sposób ciągły za pomocą stacjonarnego przepływomierza, a napełnienie stawu sedymentacyjnego wyznaczano przez odczyt z wodowskazu. Przyjęte metody badawcze są poprawne w zakresie hydrologii, ponieważ dają możliwość wykonania zarówno obliczeń bilansowych, jak też modelowania procesów dynamicznych.

Ocena uzyskanych wyników

Doktorantowi udało się osiągnąć zdefiniowany we wstępie cel badań. Wykonane pomiary terenowe i obliczenia dały odpowiedź o źródłach materiału zawieszonoego i dynamice jego transportu w badanych rzekach. Interesujący jest wynik wskazujący na wpływ obszarów z zabudową jednorodziną na zwiększony transport zawiesiny i biogenów, co świadczy o złej gospodarce wodno-ściekowej.

Główna część pracy dotyczy funkcjonowania systemu SSSB w różnych warunkach zasilania i przy różnej aktywności biologicznej. W tym miejscu należy wskazać na pewne braki pracy.

Dyskusyjne jest przyjęcie przez doktoranta średniego przepływu jako rozgraniczenia między okresem niskich i wysokich przepływów. W przypadku naturalnych cieków rozkład częstości przepływów odbiega od rozkładu normalnego i charakteryzuje się zwykle umiarkowaną asymetrią, co sprawia, że w hydrologii powinniśmy posługiwać się trzema strefami stanów i przepływów (niskie średnie i wysokie). Lepszym rozwiązaniem w analizie transportu osadów jest znalezienie wartości przepływu pełnokorytowego. Ten parametr wyznacza granicę między przepływami mieszczącymi się w korycie cieków i przepływami wezbraniowymi. Rozdzielenie jest istotne ze względu na hydrauliczne parametry przepływu i wielkość transportowanego ładunku osadów.

Do pozytywnych aspektów analizy danych hydrologicznych zaliczam zastosowanie metody wydzielenia pierwszego impulsu odpływu, tzw. ang. first flush. W relacji między maksimum koncentracji biogenów i zawiesiny a maksimum przepływu dominuje efekt first flush, w którym następuje szybki wzrost koncentracji zawiesiny i roztworów, przed osiągnięciem kulminacji przepływu. W celu analizy tego zjawiska zastosowano krzywe kumulacyjne transportu i odpływu. Analiza zjawiska first flush jest istotna dla właściwego opisu procesu transportu ładunku

zanieczyszczeń, a także sterowania procesem sedymentacji w stawach typu SSSB. W pracy zabrakło jednak omówienia przyczyn wyprzedzenia maksimum koncentracji zawiesiny w stosunku do maksimum przepływu. U podstaw tego zjawiska leży przebieg parametrów hydraulicznych w warunkach szybkozmiennego przepływu nieustalonego. Takie warunki panują w sieci cieków i kanalizacji opadowej w czasie koncentracji odpływu na powierzchniach uszczelnionych w obszarze miasta. Świadczy o tym silne powiązanie koncentracji jonów Cl i NO₂ z efektem first flush.

Do głównych osiągnięć badawczych doktoranta zaliczam ustalenie sprawności systemu stawów sedymentacyjnych z barierą geochemiczną w redukcji ładunku fosforu i azotu. Wyniki wskazują na dominujące znaczenie procesu sedymentacji, co oznacza że w poszukiwaniu metod redukcji zanieczyszczeń w skali całej zlewni należy poprawiać zdolność rzek do samooczyszczania przez sedymentację na równinach zalewowych. W przypadku sztucznych osadników powstaje problem utylizacji osadów, które są często toksyczne i zawierają wiele trudnych do usunięcia zanieczyszczeń.

Jednym z ciekawych wyników uzyskanych przez doktoranta jest udowodnienie toksycznego oddziaływania soli wykorzystywanej w okresie zimowym do odśnieżania. Zima jest okresem spadku aktywności procesów biologicznych, które dodatkowo są obniżane przez obecność chlorków w wodzie roztopowej. Nie wyjaśniono jednak jaki mechanizm stoi za znaczną redukcją jonów Cl w stawie SSSB, czy jest to jedynie efekt rozcieńczenia ?

Dla pełnej oceny sprawności stawu SSSB należało obliczyć ładunki transportowanych osadów i roztworów, szkoda że doktorant tego nie zrobił, dysponując ciągłymi danymi o natężeniu przepływu i gęstym próbkowaniem parametrów jakości wody. Porównanie ładunków w poszczególnych częściach osadnika dałoby obraz sprawności tej instalacji przy różnych obciążeniach dopływem wód z obszaru zlewni.

Cennym wynikiem jest oszacowanie optymalnej wielkości stawu w stosunku do powierzchni zlewni. Wyniki wskazują, że decydującym parametrem jest wzrost czasu retencji, który sprzyja sedymentacji drobnych części zawiesiny i działaniu procesów biologicznych i geochemicznych.

Uwagi redakcyjne

Praca liczy 189 stron i ma układ typowy dla prac z zakresu nauk doświadczalnych. Nie sformułowano w niej hipotezy badawczej, a jedynie zdefiniowano cele. Taka metodologia badań jest poprawna w przypadku badań empirycznych, gdzie na podstawie zebranych obserwacji formułuje się uogólnienie. Praca rozpoczyna się od omówienia problemu badawczego i opisu terenu

badani. W dalszych rozdziałach omówiono zastosowane metody i osiągnięte wyniki. Pracę kończą wnioski i zalecenia praktyczne.

W tekście znalazło się kilka nieprecyzyjnych sformułowań, które warto uściślić w przypadku publikacji uzyskanych wyników, omówię je poniżej:

str. 9 – w definicji sposobu wyznaczania zjawiska first flush pojawia się określenie objętość przepływu, poprawnie należałoby mówić o objętości odpływu. Natężenie przepływu Q w m^3/s całkowane po czasie t (s) daje jednostkę objętości V (m^3). Dawniej stosowano do określenia Q pojęcie objętość przepływu albo przepływ objętościowy, obecnie zalecane jest pojęcie natężenie przepływu, a dla określenia ilości wody jako odpłynęła w analizowanym przedziale czasu – objętość odpływu.

str. 42 - do określenia przepływu wykorzystano ciągły pomiar prędkości w korycie zasilającym, który wyznacza się z warunku ciągłości $Q=v_m \cdot F$, gdzie Q – natężenie przepływu (m^3/s), v_m – prędkość przepływu średnia w przekroju (m/s), F – pole powierzchni przekroju poprzecznego koryta (m^2). Zamieszczono wzór Chezy, w którym błędnie opisano parametr C , nie jest to prędkość przepływu zmierzona przepływomierzem, lecz współczynnik prędkości określający opory ruchu. Nie jest to, jak napisano w pracy, wzór Chezy-Manninga, bo nie występuje w nim współczynnik szorstkości – n .

str. 142 – autor cytowanej pracy to prof. L. Starkel.

W pracy zamieszczono kilka opracowań kartograficznych np. rys. 11-13, rys. 15, ilustracje te mają bardzo słabą jakość graficzną. Jeśli są to mapy wykonane w grafice wektorowej, to można je wydrukować z odpowiednią szerokością linii.

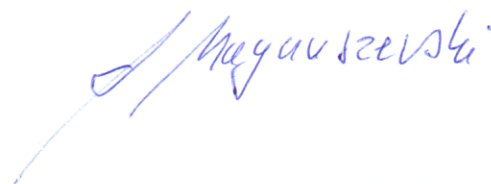
Konkluzja

Praca została oparta na solidnym materiale empirycznym zebrany samodzielnie przez doktoranta. Doktorant wykazał umiejętność krytycznej analizy danych z zastosowaniem metod statystycznych. Praca leży na pograniczu biologii i hydrologii, a doktorant opanował techniki badań laboratoryjnych i pomiarów terenowych. Uzyskane wyniki są oryginalne i wnoszą wiele nowych informacji o sprawności stawów sedymentacyjnych typu SSSB w ograniczaniu transportu zawiesiny ze zlewni miejskiej. Wyniki te mają także przydatność dla praktyki, dają bowiem dobre

podstawy do projektowania podobnych instalacji na innych rzekach w obszarach zurbanizowanych.

Uważam, że przedłożona mi praca spełnia warunki sformułowane w ustawie z dnia 14 III 2003 r. o stopniach naukowych (Dziennik Ustaw nr 65, poz. 595, art. 13.1) z późniejszymi zmianami i wnoszę do Rady Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego o przyjęcie pracy i dopuszczenie mgr Sebastiana Szklarka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Warszawa 27 I 2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Meyauszewski', is written over a diagonal line that extends from the bottom left towards the top right.