

dr hab. inż. Maciej Mrowiec, prof. PCz.
Politechnika Częstochowska, Instytut Inżynierii Środowiska
ul. Brzeźnicka 60a, 42-200 Częstochowa

Recenzja rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Błażeja Dziedzieli pt.
„Badania emisji zanieczyszczeń z kanalizacji deszczowej na terenach
zurbanizowanych na przykładzie Łodzi”

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest uchwała Rady Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej nr 721 z dnia 30.06.2016 oraz pismo Dziekana Wydziału Pana Profesora Dariusza Gawina.

2. Ogólny opis pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska dotyczy problematyki odprowadzania ścieków deszczowych z obszarów zurbanizowanych do odbiorników rzecznych. Autor dokonał obszernego przeglądu literaturowego obejmującego wiele aspektów z gospodarowaniem wodami opadowymi, w tym koncepcją zrównoważonego rozwoju systemów odwodnienia zlewni. W dalszej części pracy przedstawione zostały rodzaje systemów kanalizacyjnych, opis parametrów zlewni, decydujących o wielkości spływu powierzchniowego, a także zagadnienia związane z opisem opadów atmosferycznych, zjawiskiem opadu pyłu na zlewnię i monitoringiem sieci kanalizacyjnej. W bardziej szczegółowy sposób scharakteryzowane zostały zagadnienia związane z badaniami jakościowymi ścieków opadowych (w tym ich skład fizyko-chemiczny). W sumie część literaturowa obejmuje ponad 60 stron i stanowi rzeczowe wprowadzenie do badawczej części pracy. W tej części autor przedstawił zasadnicze założenia oraz metodykę badań, w tym opisał badaną zlewnię zlokalizowaną w Łodzi, a także układ pozyskiwania danych z monitoringu opadów, przepływów jak i parametrów jakościowych ścieków deszczowych. Wyniki badań i dyskusja wyników obejmują między innymi: model spłukiwania zanieczyszczeń ze zlewni, pomiary opadu pyłu, analiza występowania zjawiska pierwszej fali spłukującej, obliczenia ładunku spłukiwanego ze zlewni oraz wpływ okresu bezdeszczowego poprzedzającego opad.

Końcowy rozdział części badawczej obejmował statystyczne zależności pomiędzy badanymi parametrami jakościowymi oraz analizę wrażliwości zastosowanych modeli. Pracę zakończono sformułowaniem 22 wniosków oraz obszernym spisem powoływanej w tekście literatury. Strukturę pracy uważam za poprawną i logicznie wynikającą z jej tematu i przyjętego zakresu badań.

3. Ocena merytoryczna pracy

Odprowadzanie ścieków z obszarów miejskich stanowi coraz większe wyzwanie inżynierskie, ze względu na postępującą (często niekontrolowaną) urbanizację. W Polsce zdecydowana większość miast jest wyposażona w systemy kanalizacyjne projektowane kilkadziesiąt lat temu, których głównym zadaniem jest ochrona ilościowa zlewni (zapobieganie podtopieniom), natomiast ochrona jakościowa (tj. przed zanieczyszczeniem odbiorników) jest realizowana na niskim poziomie, często bez podstawowej wiedzy w zakresie charakterystyki zanieczyszczeń ścieków. Dodatkowym czynnikiem są obserwowane i prognozowane zmiany klimatyczne, które skutkować będą zmianą charakterystyki opadów (większa liczba zdarzeń o dużej intensywności) i nasilonym negatywnym oddziaływaniem systemów odprowadzania ścieków opadowych na naturalne cieki wodne. Mając na uwadze powyższe fakty należy uznać problematykę poruszoną w dysertacji za ważną z naukowego jak i inżynierskiego punktu widzenia. Jednocześnie temat ten nie doczekał się zbyt wielu krajowych badań i publikacji naukowych. Dlatego uważam, że tematyka pracy została dobrana trafnie, stanowi ona oryginalny i ciekawy problem badawczy, mający nie tylko znaczenie poznawcze ale także potencjał praktycznego wykorzystania uzyskanych wyników na innych zlewniach zurbanizowanych. Przyjęty tytuł rozprawy oceniam jako właściwy i odpowiadający jej treści. Istotne jest także fakt, że dysertacja niewątpliwie dotyczy zagadnień związanych z dyscypliną inżynieria środowiska, w której prowadzone jest przedmiotowe postępowanie o nadanie stopnia doktora nauk technicznych.

W swej rozprawie Doktorant wykazał się znajomością literatury w zakresie prowadzonych badań o czym świadczy bardzo obszerny przegląd literaturowy, uwzględniający najistotniejsze pozycje krajowe i zagraniczne (znacznie ponad 200 odniesień do materiałów źródłowych). Przedstawiony przegląd literatury uważam za kompletny i nie wymagający uzupełnień. Znajomość literatury przedmiotu umożliwiła Doktorantowi trafne określenie obszaru własnych badań i zdefiniowania oryginalnych celów badawczych.

Realizacja założonego w pracy celu naukowego wymagała obsługi stanowiska pomiarowego na rzeczywistej zlewni na terenie Łodzi, kalibrację i weryfikację modelu matematycznego zlewni użytego w programie EPA SWMM, obejmującego model hydrologiczny oraz model nagromadzenia i spłukiwania zanieczyszczeń. Doktorant bardzo dokładnie opisał metodykę prowadzenia swoich badań, zarówno samą badaną zlewnię, poszczególne stanowiska pomiarowe, charakterystyczne obiekty (zbiornik retencyjny, odbiornik ścieków) jak i zasady wykonywania badań laboratoryjnych. Mając na uwadze dużą objętość tej części pracy (około 50 stron) można się zastanowić, czy z niektórych opisów metodyki nie należało zrezygnować.

W rozdziale 10 przedstawiono wyniki badań symulacyjnych uzyskanych z modelu numerycznego wykonanego w programie SWMM. Zweryfikowane hydro- i polutogramy pozwoliły na określenie ładunków spłukanych zanieczyszczeń oraz ich korelację z takimi parametrami jak natężenie i czas trwania opadu oraz okres pogody suchej przed opadem.

Przeanalizowano m.in. korelację pomierzonego i modelowanego natężenia przepływu ścieków, objętości ścieków jak i ładunku zanieczyszczeń (zawiesina, ChZT). Na uwagę zasługuje część pracy poświęcona zjawisku gromadzenia się zanieczyszczeń, obejmująca analizę zjawiska opadu pyłu na zlewnię. Pewien niedosyt pozostawia natomiast analiza zjawiska „pierwszej fali”, gdyż autor ograniczył się do przedstawienia tylko jednego wykresu (nr 28).

W rozdziale 11 zaprezentowane zagadnienia będące dodatkowym celem badawczym – wyznaczeniem korelacji pomiędzy parametrami jakościowymi (zawiesina-mętność, zawiesina-ChZT) oraz ilościowymi i jakościowymi (zawiesina-parametry opadu oraz liczba dni poprzedzających opad). Uzyskane zależności są interesujące (szczególnie zawiesina-mętność i średnie stężenie zawiesiny-LDPS) natomiast w niektórych miejscach pożądany byłby szerszy komentarz. Dotyczy to na przykład wzoru na obliczanie chwilowego stężenia zawiesiny na podstawie chwilowego natężenia przepływu i wysokości opadu oraz czasu trwania opadu (jak zdefiniowane są te parametry dla danego czasu t ?). W rozdziale 12 dokonano analizy wrażliwości modelu, polegającej na określeniu, jak zmieniają się podstawowe wyniki symulacji podczas zmian poszczególnych parametrów modelu (ilościowe i jakościowe). Mając na uwadze kwestię szerszego wykorzystania wyników badań zawartych w dysertacji, ta część pracy jest szczególnie wartościowa. Wykonana analiza potwierdza umiejętności Doktoranta wykorzystania narzędzi statystycznych przy analizie dużych zbiorów danych wynikowych, a także zdolności do właściwej interpretacji uzyskanych wyników.

Zarówno w analizie zależności pomiędzy wybranymi parametrami (rozdział 11) jak i w analizie wrażliwości modelu (rozdział 12) nieco brakuje odniesienia do dotychczasowych badań prowadzonych przez innych autorów (czy są one zbliżone, rozbieżne czy też może są to zupełnie nowatorskie badania). Nie zmienia to faktu, że jest to wartościowy materiał dla badaczy zajmujących się zagadnieniami modelowania odpływu wód opadowych.

Praca została napisana rzetelnie pod względem edycyjnym, dotyczy to zarówno stylu pisania, powołań na literaturę, odniesień do rysunków i tabel, jak i jakości zamieszczonych zdjęć i rysunków. Naprawdę nieliczne pomyłki dotyczyły pewnych nieścisłości w opisach, np.

- „*sweeping removal*” to nie jest ładunek zanieczyszczeń spłukiwany z powierzchni uszczelnionych, tylko usuwany przez jej oczyszczenie/sprzątanie,
- opis wykresu 36: *Wykres rozrzutu danych stężenia ChZT-Cr zmierzonej względem obliczonej,*

jednak nie miały one wpływu na interpretację wyników czy też ogólną wartość merytoryczną rozprawy.

Postawione cele pracy zostały zrealizowane i opisane w sposób przekonujący i przejrzysty. Niewątpliwą zaletą pracy jest wykazanie biegłości Doktoranta w zakresie wykonania i weryfikacji modeli numerycznych, a także umiejętności analizowania i interpretacji obszernych zbiorów danych przy wykorzystaniu odpowiednich narzędzi statystycznych. Przeważające wnioski końcowe znajdują potwierdzenie w ocenianym tekście i odnoszą się do najważniejszych osiągnięć badawczych rozprawy.

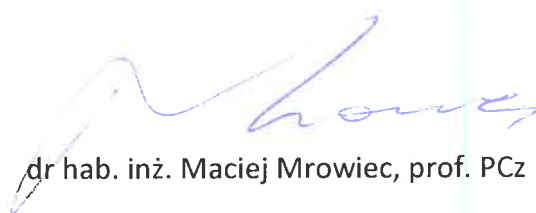
4. Uwagi polemiczne do przedstawionej rozprawy

1. Przedstawiony w pracy model zlewni, wykonany w programie SWMM, jest dość szczegółowy, mam jednak pytanie: jak rozwiązano kwestię uwzględnienia powierzchni utwardzonych przepuszczalnych (kostka brukowa) oraz rozdział pomiędzy powierzchnie bezpośrednio podłączone do kanalizacji (tj. poprzez przyłącze) od podłączonych pośrednio (spływ przez powierzchnie przepuszczalne)?
2. Autor zastosował w swojej pracy skalę natężeń opadów Chomicza dla potrzeby charakterystyki opadów wykorzystanych w pracy doktorskiej. Jest to opracowanie z połowy ubiegłego wieku. Jak doktorant ocenia wiarygodność tej skali w świetle obecnej wiedzy z zakresu hydrologii inżynierskiej ?
3. Mając na uwadze niewielkie rozmiary badanej zlewni (zaledwie 11 ha) pewnym zaskoczeniem było stwierdzenie autora, że w przedmiotowych badaniach konieczne było wykorzystanie danych z kilku pluwiometrów. Według różnych materiałów źródłowych dane z jednego pluwiometru są wystarczające dla znacznie większych zlewni (w zależności od źródła od 50ha do nawet 200ha). Jaka jest zatem wymagana gęstość sieci pluwiometrów, by sprostać wymogom kalibracji modelu?
4. W modelu jakościowym uwzględniony został proces oczyszczania ulic jako czynnik istotnie wpływający na stężenie zawiesiny w ściekach. Czy rozpatrywano przy tym kwestię funkcjonowania wpustów deszczowych z osadnikiem? Część zanieczyszczeń jest w nich niewątpliwie zatrzymywana, a częstotliwość ich opróżniania także ma wpływ na stężenie zawiesiny.
5. W opisie zbiornika sedymentacyjno-retencyjnego zabrakło mi informacji na temat jego założeń projektowych, tzn. na jakie obciążenie hydrauliczne był projektowany, jaka jest jego bezwzględna objętość czynna oraz przy jakim natężeniu dopływu następuje zrzut przez przelew bezpośrednio do odbiornika ($15 \text{ dm}^3/\text{sha}$?). Podana została jednostkowa objętość zbiornika ($53 \text{ m}^3/\text{ha}$), niemniej nie sprecyzowano czy odnosi się do hektarów powierzchni rzeczywistej czy zredukowanej. Jeżeli odniesienie jest do powierzchni rzeczywistej (na co wskazuje 14-stogodzinny czas opróżniania przy ustalonym natężeniu odpływu $15 \text{ dm}^3/\text{s}$), to jest to wartość znacząca w stosunku do wielkości obsługiwanej zlewni - uwzględniając zlewnię zredukowaną otrzymamy wynik powyżej $100 \text{ m}^3/\text{ha}$. Przy takich parametrach zbiornika bardzo dobre efekty oczyszczania nie są zaskoczeniem. W praktyce rzadko spotykane są osadniki o tak dużej pojemności jednostkowej a skuteczność usuwania zawiesin jest niższa od uzyskiwanej w przedmiotowej pracy. Prosiłbym o odniesienie się do powyższych zagadnień.

6. W podsumowaniu rozprawy napisano, że „Trzeba mieć świadomość, iż uzyskane wyniki badań są wiarygodne praktycznie tylko dla konkretnej zlewni”, co oznacza, że prezentowanych wyników badań nie można stosować dla innych zlewni. Wydaje się jednak, że podsumowanie autora dysertacji jest nazbyt skromne i przynajmniej niektóre wyniki można przenieść na inne zlewnie (o zbliżonej wielkości) przy zachowaniu określonego zakresu niepewności bądź przy konieczności pomiaru tylko jednego czy dwóch najistotniejszych parametrów. O tym, że skład ścieków cechuje się dużą zmiennością i zależy od wielu zmiennych wiadomo od lat z literatury i gdybyśmy podsumowywali badania takim wnioskiem to oznaczałoby, że nie wnoszą one w zasadzie nic nowego. Oczekiwałbym podjęcia przynajmniej próby sformułowania wytycznych dla prognozowania emisji zanieczyszczeń z kanalizacji deszczowej na terenach zurbanizowanych.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Praca doktorska powinna wnosić elementy nowości do nauki w danej dyscyplinie, przyczyniając się do jej rozwoju bądź prowadzić do weryfikacji istniejących w nauce poglądów i informacji na dany temat. Przedstawiona do recenzji dysertacja autorstwa mgr inż. Błażeja Dziedzieli zawiera takie elementy dlatego też nie mam wątpliwości, że praca spełnia wymagania ustawy z dn. 14 marca 2003 (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.), w związku z czym wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony. Biorąc pod uwagę efekty przedstawionych w rozprawie analiz i badań, kompletność cytowanych i wykorzystanych źródeł literaturowych, poprawność przedstawionych wywodów teoretycznych, poziom ich analizy i trafność wnioskowania chciałbym także zgłosić do Rady Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska formalny wniosek o wyróżnienie przedmiotowej pracy doktorskiej.



dr hab. inż. Maciej Mrowiec, prof. PCz