

Dr hab. inż. Ewa Burszta-Adamiak
Instytut Inżynierii Środowiska
Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Wrocław, 19.01.2018 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej Pani mgr Moniki Zdeb

pt.: Jakość wód deszczowych w aspekcie ich gospodarczego wykorzystania

**wykonanej pod kierunkiem dr hab. inż. Doroty Papciak, prof. PRz
przy współudziale promotora pomocniczego dr Justyny Zamorskiej**

Podstawa formalna opracowania recenzji

Niniejszą recenzję opracowano na podstawie decyzji Rady Wydziału Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej z dnia 15 listopada 2017 r. i pisma Prodziekana ds. Nauki i Rozwoju dr hab. inż. Bartosza Millera, prof. PRz. z dnia 1 grudnia 2017 r., z prośbą o podjęcie się ww. rozprawy doktorskiej. Do pisma dołączony został egzemplarz dysertacji.

Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do oceny dysertacja liczy 185 stron i składa się z 6 rozdziałów, w których przedstawiono zagadnienia związane z celem naukowym pracy, wyniki badań, ich analizę, dyskusję i wnioski końcowe. W końcowej części pracy znajdują się 3 załączniki, w których przedstawiono wyniki z badań parametrów fizyko-chemicznych i mikrobiologicznych wód deszczowych, z oznaczeń ilości mikroorganizmów w trakcie magazynowania wody deszczowej po procesach dezynfekcji oraz z badań parametrów fizyko-chemicznych podczas magazynowania wody deszczowej. Bibliografia obejmuje 180 pozycji. Są to publikacje w języku angielskim (117), niemieckim (3) oraz polskim (60), z czego dwie są współautorstwa Pani mgr Moniki Zdeb. W spisie literatury dodatkowo wydzielono 2 pozycje netograficzne, 9 aktów prawnych oraz 29 polskich norm.

Rozprawa składa się z dwóch zasadniczych części tj. przeglądowej oraz badawczej. W rozdziale pierwszym Autorka wprowadza czytelnika w zagadnienie podejmowanego tematu. Porusza w nim kwestię zmieniających się uwarunkowań wodnych w Polsce, w związku z zachodzącymi zmianami klimatycznymi, postępującą urbanizacją i zanieczyszczeniem środowiska. Wskazuje na potrzebę podjęcia działań w zakresie zrównoważonego

zagospodarowania wód opadowych dążącym do wykorzystania deszczówki w miejscu jej powstawania.

W rozdziale drugim zdefiniowano cel, zakres oraz tezy pracy. Za zadanie Pani mgr Monika Zdeb postawiła sobie ocenę przydatności do wykorzystania gospodarczego wód deszczowych spływających z dachów o różnym pokryciu (dach z dachówki betonowej, dachówki ceramicznej, blachy ocynkowanej oraz taras pokryty żywicą epoksydową) biorąc pod uwagę:

- właściwości fizykochemiczne i stan mikrobiologiczny wód deszczowych (w zależności od rodzaju pokrycia dachu i pory roku, w którym próby były pobierane);
- wpływ magazynowania na jakość tych wód oraz ocenę zdolności ich samooczyszczania się;
- skuteczność dezynfekcji wód deszczowych przeprowadzonej z użyciem preparatu chlorowego używanego do ochrony przed namnażaniem się bakterii i glonów w basenach oraz technicznego ozonatora.

W ramach badań dokonano także analizy korelacji pomiędzy parametrami fizyko-chemicznymi a składem mikrobiologicznym, oznaczonymi w próbach opadu atmosferycznego i spływach z dachów. Wykorzystano podstawowe wskaźniki korozyjności wód do oceny właściwości agresywnych wód deszczowych pobranych z różnych powierzchni dachowych. Próby do badań pobierano na terenie osiedla domów jednorodzinnych w gminie Krasne pod Rzeszowem.

W rozdziale trzecim opisano źródła pochodzenia wody deszczowej, scharakteryzowano przestrzenne zróżnicowanie opadów występujących na terenie Polski, ze zwróceniem szczególnej uwagi na sytuację w rejonie Polski wschodniej, gdzie prowadzone były badania. Dodatkowo omówiono sposoby retencjonowania wód oraz możliwości ich wtórnego wykorzystania m.in. na cele bytowo-gospodarcze, w rolnictwie oraz w przemyśle nakreślając jednocześnie stan obowiązujących norm jakościowych dla wód stosowanych w gospodarce. Na zakończenie rozdziału 3 Autorka dokonała przeglądu regulacji formalno-prawnych z zakresu gospodarki wodami deszczowymi, wspomniała o źródłach pochodzenia zanieczyszczeń oraz zmianach jakościowych wód, które następują na drodze opad – spływ powierzchniowy – odbiornik.

W rozdziale czwartym został omówiony poligon badawczy. Pani mgr Monika Zdeb scharakteryzowała teren badań, warunki poboru prób deszczowych, aparaturę wykorzystywaną w oznaczeniach wskaźników fizyko-chemicznych i mikrobiologicznych oraz zakres oznaczeń wchodzących w skład poszczególnych rodzajów badań.

Wyniki badań i ich analiza są treścią rozdziału piątego, a wnioski końcowe (z podziałem na wnioski poznawcze i praktyczne), wynikające z przeprowadzonych badań zawiera rozdział szósty.

Ocena merytoryczna rozprawy

Dysertacja Pani mgr Moniki Zdeb jest pracą o walorach naukowych i poznawczych. Podjęta przez Autorkę tematyka wpisuje się w nurt nowoczesnych badań dotyczących oceny możliwości wykorzystania naturalnych zasobów wodnych, jakimi są wody deszczowe. Jest to tematyka, którą w ostatnich latach są zainteresowani nie tylko inwestorzy prywatni, ale także rolnicy, właściciele firm oraz zarządcy sieci kanalizacyjnej. Współczesny model gospodarowania wodą opadową w miastach zakłada, że wody te, przynajmniej po części powinny być zagospodarowane w miejscu ich powstania. Skład ilościowy i jakościowy spływów deszczowych charakteryzuje się dużą zmiennością, ze względu na nieregularność zjawiska, jakim jest opad, różny stopień zanieczyszczenia powierzchni spływu, a także ze względu na możliwości absorbowania zanieczyszczeń przez różnego rodzaju pokrycia dachowe. Chcąc zagospodarować spływy opadowe do celów gospodarczych niezbędna jest wiedza na temat ich jakości. W literaturze można znaleźć wyniki badań jakości spływów z różnych pokryć dachowych, ale w większości z nich oceny dotyczą parametrów fizykochemicznych, bez uwzględnienia analiz mikrobiologicznych zanieczyszczeń w spływach. Ocena sanitarna wód jest bardzo istotna, gdyż często to parametry mikrobiologiczne są determinantem dla sposobu wykorzystaniu wód deszczowych w obiektach komunalnych, przemysłowych czy w rolnictwie. Z tych względów podjęcie się przez Panią mgr Monikę Zdeb badań mikrobiologicznych wód opadowych uznaję za bardzo duży atut tej pracy.

Autorka z dużą starannością dokonała przeglądu literaturowego z uwzględnieniem publikacji nie tylko krajowych, ale i zagranicznych. Znaczna część publikacji dotyczy prezentacji osiągnięć z ostatnich 5 lat, co świadczy o chęci poszukiwania przez Autorkę najnowszych wyników badań nt. możliwości wykorzystania wód opadowych, składu jakościowego oraz metod poprawy parametrów fizykochemicznych i bakteriologicznych w odpływach wód deszczowych.

Wartości naukowe rozprawy

Do najważniejszych osiągnięć naukowych Autorki należy zaliczyć:

- przegląd i syntezę literatury naukowo-badawczej, zagranicznej, ale także krajowej, na podstawie której sformułowano własny problem badawczy, cel i zakres pracy;
- opracowanie oryginalnego programu badań doświadczalnych przeprowadzonych w latach 2015 - 2016 obejmującego ocenę:
 - wpływu rodzaju pokrycia dachowego, sezonowości i sumy opadów na jakość fizykochemiczną i mikrobiologiczną wód deszczowych;
 - możliwości samooczyszczania wód opadowych w trakcie magazynowania w zbiornikach zamkniętych;
 - skuteczności dezynfekcji chemicznej wód opadowych;
 - korozyjności wód deszczowych.
- wyznaczenie kierunków przyszłych badań skoncentrowanych na potrzebie opracowania technologii oczyszczania i dezynfekcji wód deszczowych, analizie zmian jakości mikrobiologicznej spływów z dachów w zależności od uwarunkowań konstrukcyjnych oraz lokalizacyjnych zbiorników, dopracowaniu metodyki oznaczeń mikrobiologicznych oraz potrzebie doboru materiału na pokrycia dachowe, ograniczającego zanieczyszczenie spływów opadowych.

Do najważniejszych osiągnięć aplikacyjnych rozprawy należy zaliczyć:

- potwierdzenie wynikami badań, że magazynowanie wód opadowych w zbiornikach nie może być traktowane jako metoda pozwalająca na poprawę jakości sanitarnej deszczówki ze względu na zbyt długi czas oczekiwania na ustalenie bezpiecznego poziomu mikroorganizmów wskaźnikowych;
- opracowanie warunków efektywnej metody dezynfekcji oraz odpowiedni dobór środka dezynfekcyjnego warunkującego utrzymanie wysokiej jakości wód opadowych w zbiornikach zamkniętych;
- wykazanie zależności jakości fizykochemicznej i mikrobiologicznej od materiału zastosowanego na powierzchniach dachowych oraz kąta nachylenia powierzchni spływu;
- wykazanie nieprzydatności, bez uprzednio przeprowadzonych procesów dezynfekcji lub korekty parametrów fizyko-chemicznych, wykorzystania spływów z dachów w procesach obróbki żywności i pojenia zwierząt hodowlanych oraz celów higienicznych (kąpiel, mycie), a także do napełniania instalacji CO, basenów kąpielowych i pływalni oraz celów kotłowych lub chłodniczych;
- wykazanie możliwości wykorzystania spływów z dachów pokrytych dachówką betonową, dachówką ceramiczną, blachą ocynkowaną oraz żywicą epoksydową do celów

niewymagających wody o dobrej jakości mikrobiologicznej i fizykochemicznej np. do prac porządkowych w obrębie budynku oraz w rolnictwie do nawadniania upraw.

Uwagi redakcyjne

Praca ma układ przemyślany i uporządkowany. Napisana i zredagowana jest starannie. Autorka nie ustrzegła się jednak kilku niedociągnięć, które warto by było poprawić przed zamierzeniem publikowania w całości lub po części wyników z dysertacji. Do najważniejszych uwag należą:

- Str. 9 Zasoby wodne przypadające w Polsce na jednego mieszkańca wynoszą średnio 1580 m³ w skali roku. Przy wpisaniu tej informacji zabrakło podania okresu, do którego odnosi się podana wartość;
- Błędnie zinterpretowano wielkość wskaźnika eksploatacji wody w Polsce na tle średniej dla pozostałych krajów europejskich. Trudno tu zakwalifikować przekroczenie na poziomie 50-100% jako „nieznacznie większe” od średniej europejskiej, jak sugeruje Autorka;
- Interpretacja wyników badań przedstawionych w publikacji Burszty-Adamiak (2014), na którą Pani mgr Monika Zdeb się powołuje na str. 18 rozprawy zawiera błędną informację dotyczącą zmian zdolności retencyjnych dachów zielonych. Wyniki tych badań, prowadzonych w warunkach wrocławskich, wykazują odwrotną relację w stosunku do tej, która jest zaprezentowana w dysertacji (tzn. retencja maleje, a nie wzrasta wraz z wysokością warstwy opadu atmosferycznego);
- Na str. 27 oraz w spisie aktów prawnych brakuje uszczegółowienia danych do cytowanego Rozporządzenia Ministra Środowiska (w dysertacji mowa o Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. 2014 poz. 1800));
- Autorka niemalże w całej pracy, używa sformułowania „wody deszczowe”, które z powodzeniem można by było zastąpić innymi synonimami np. wody opadowe, a także w zależności od kontekstu „spływy z dachu lub opady atmosferyczne/opady deszczu”.
- Uznając, że dane przedstawione w tabeli 19 nt. liczby analizowanych zdarzeń opadowych, na rys. 20 oraz w tabeli 20 brakuje prezentacji danych dla pięciu dni pomiarowych (jest ich 18 zamiast 23 dla roku 2016);

- Na rys. 33-38 brak legendy, co utrudnia porównanie wyników analiz opisywanych w tekście z danymi prezentowanymi na wykresach. Legendę do ww. grafiki można znaleźć dopiero na rys. 39 (trzy strony dalej);
 - W spisie literatury w pkt. 56 i 57 znajdują się te same pozycje bibliograficzne;
 - W tabelach 38-41 brakuje informacji w podpisach, że wymagania dotyczą wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi;
- Wspomniane uwagi edytorskie nie umniejszają jednak wartości merytorycznej pracy.

Uwagi dyskusyjne

Warte wyjaśnienia, co nie znalazło się w pracy jest kilka kwestii, które przedstawiam poniżej:

- Oznaczenie P (powietrze) odnosi się, zdaniem Autorki, do wody deszczowej pobranej bezpośrednio z powietrza. Sformułowanie to wydaje się być nieprecyzyjne i poniekąd mylące dla czytelnika, gdyż mogłoby się wydawać, że Autorka pobierała próby pary wodnej zawartej w powietrzu np. bezpośrednio po opadzie. Zdaniem Recenzenta bardziej trafnym określeniem mogłoby być sformułowanie, że P (powietrze) to oznaczenie dla wody deszczowej pobranej bezpośrednio z opadów atmosferycznych;
- Brak nawiązania w dysertacji do zapisów nowego Prawa Wodnego z dnia 20 lipca 2017 r. (Dz. U. 2017, Poz. 1566), którego zapisy zaczęły obowiązywać od 1 stycznia 2018 r. Usprawiedliwieniem Autorki może być fakt, że treść tego rozdziału najprawdopodobniej była redagowana w momencie obowiązywania „starej” Ustawy – Prawo wodne z dnia 18 lipca 2001 r. (Dz.U. 2001 Nr 115 poz. 1229). Niemniej jednak Autorka wiedząc o tym, że obrona rozprawy doktorskiej będzie się odbywać w 2018 r. (w roku obowiązywania nowych zapisów) mogłaby co najmniej o tym akcie prawnym wspomnieć. Byłoby to możliwe z punktu widzenia formalnego, ponieważ nowa Ustawa – Prawo Wodne została podpisana na początku sierpnia 2017 r. (najprawdopodobniej przed oddaniem dysertacji do druku). Jest to kwestia o tyle istotna, że nowelizacja ustawy Prawo Wodne zmienia podejście do gospodarki wodami deszczowymi, o czym świadczy już sama definicja wód opadowych i roztopowych. Dotychczas wody opadowe i roztopowe były klasyfikowane do kategorii ścieków, wtedy kiedy były ujmowane w otwarte lub zamknięte systemy kanalizacyjne, pochodzące z powierzchni zanieczyszczonych o trwałej nawierzchni, w szczególności z miast, portów, lotnisk, terenów przemysłowych, handlowych, usługowych i składowych. Wejście w życie ustawy Prawo wodne doprowadziło do pozbawienia wód opadowych i roztopowych charakteru ścieku. Od 1 stycznia 2018 r. pod pojęciem wód opadowych i roztopowych rozumie się wody będące skutkiem opadów

atmosferycznych. Nowa ustawa Prawo wodne (Dz. U. 2017, Poz. 1566) reguluje w większym stopniu, niż ustawa z roku 2001, gospodarowanie wodami zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, w szczególności kształtowanie i ochronę zasobów wodnych, korzystanie z wód oraz zarządzanie nimi (art. 1). Są to kwestie bardzo ważne z punktu widzenia poruszanej tematyki rozprawy;

– Sformułowany jako trzeci w kolejności wniosek poznawczy po części wykracza poza zakres działań, które Autorka zrealizowała w ramach prezentowanych badań tzn. brak w pracy prezentacji danych o temperaturze powierzchni spływu wód deszczowych, do których Pani mgr Monika Zdeb odnosi się w tym wniosku. Nie należałoby też traktować tożsamo temperatury powierzchni spływu z sezonowością i traktować ich jako jeden i ten sam czynnik bezpośrednio zależny od siebie. Takie wyartykułowanie określonych zależności może się jedynie opierać o dane literaturowe, o których wspomniała Autorka dysertacji w części przeglądowej pracy, a nie o wyniki własnych badań. Bez zarzutu merytorycznego jest jednak sformułowanie we wniosku zależności jakości mikrobiologicznej wód deszczowych od jakości fizyko-chemicznej tych wód. Takie analizy Autorka wykonywała, o czym wspomina w rozdziale metodyka badań, a ich wyniki prezentowała w rozdziale wyniki badań i ich dyskusja;

– Polskie Normy PN-C-04607:1993 Woda w instalacjach ogrzewania - Wymagania i badania dotyczące jakości wody, PN-C-04601:1985 Woda do celów energetycznych - Wymagania i badania jakości wody dla kotłów wodnych i zamkniętych obiegów ciepłowniczych oraz PN-C-04635:1984 Woda do nawadniania roślin na użytkach rolnych oraz do ich opryskiwania chemicznymi środkami ochrony roślin, na które Autorka powołuje się w swoich badaniach przy ocenie jakości wód do celów kotłowych zostały wycofane w terminach odpowiednio pierwsza z nich 7 października 2015 r., druga 30 listopada 2010 r. oraz trzecia 10 sierpnia 2015. Warty jednak podkreślenia jest fakt, że do tej pory normy te nie doczekały się swojego zastąpienia, a ich zapisy są wykorzystywane w praktyce jako długoletnie „wypraktykowane” zasady. W takiej sytuacji Autorka nie miała możliwości odniesienia się w inny sposób do parametrów warunkujących możliwości wykorzystania wód opadowych w gospodarce. Pomimo nie obowiązywania tych norm, dla celów poznawczych warto było wykonać analizy w obranym przez Panią Monikę Zdeb kierunku;

– Wyznaczenie czasu pierwszego spływu na podstawie wykonania kontrolnych oznaczeń ich jakości w zakresie ilości bakterii mezofilnych i psychrofilnych oraz mętności wydaje się być dobrym pomysłem. Niezrozumiałą jest jednak wybór granicznego czasu trwania deszczu na poziomie 10 min. Z wartości przedstawionych w tabeli 11 nie wynika to w sposób jednoznaczny. Czym kierowała się Autorka przy wyznaczaniu granicy pomiędzy pierwszym

spływem, a kolejnymi, z których wody były traktowane jako „dobre” próby do analiz? Jakie czynniki zadecydowały, że to dach pokryty dachówką betonową wybrano jako dach referencyjny, z którego spływy posłużyły do wykonania pomiarów kontrolnych w badaniach czasu pierwszego spływu?

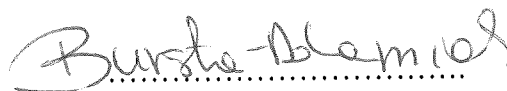
– Autorka określała charakter opadu, z którego pobierano próby do analiz fizykochemicznych i bakteriologicznych w sposób uproszczony, który był, pomimo swojej prostoty bardzo czasochłonny, gdyż jak napisała Pani mgr Monika Zdeb w dysertacji „Po każdej godzinie opadu zlewano zebraną deszczówkę do menzurki i odczytywano wysokość słupa cieczy”. Czy Autorka rozważała możliwość zebrania informacji o charakterystyce w sposób bardziej wiarygodny tzn. z rejestracji opadów przez najbliższą stację meteorologiczną IMGW-BIP ?

– W dysertacji brakuje informacji nt. szczegółowej charakterystyki opadów (np. intensywność, wysokość oraz czas trwania opadów), z których pobierano analizowane próby. Samo stwierdzenie, że były to deszcze o charakterze intensywnym i umiarkowanym lub deszcze ulewne o charakterze silnym i umiarkowanym wydaje się być niewystarczające w tego typu pracach. Na podstawie jakiego kryterium Autorka kwalifikowała badane opady na ww. rodzaje deszczy?

Wniosek końcowy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr Moniki Zdeb pt.: *Jakość wód deszczowych w aspekcie ich gospodarczego wykorzystania* stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Autorka wykazała się znajomością aktualnego stanu wiedzy w zakresie objętym tematem pracy oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia analiz. Uzyskane wyniki badań wnoszą wiele nowych informacji na temat możliwości wykorzystania wód deszczowych, uprzednio ujętych i gromadzonych w zbiornikach podziemnych do dalszego wykorzystania w gospodarce.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr Moniki Zdeb spełnia warunki określone w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 Nr 650 poz. 595 z późn. zm.). i wnoszę o dopuszczenie Autorki dysertacji do dalszych czynności przewodu doktorskiego.



Dr hab. inż. Ewa Burszta-Adamiak