

dr hab. inż. Grzegorz Pęczkowski
Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska
Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

OCENA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Karoliny Kolasińskiej na temat:

„Zmiany właściwości substratów w czasie ich użytkowania na zielonych dachach”.

1. Podstawa formalna

Podstawą formalną opracowania niniejszej recenzji jest pismo Pana Dziekana Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, prof. dra hab. inż. Bernarda Kontnego NR-4000.132.2018 z dnia 25.06.2018 r.

2. Ogólna charakterystyka rozprawy

Rozprawa doktorska obejmuje 170 stron maszynopisu z podziałem na wprowadzenie, pięć rozdziałów merytorycznych oraz wnioski końcowe. W pracy zawarto 63 ilustracje w postaci wykresów, rysunków i fotografii oraz 50 tabel. Spis literatury zawiera 269 pozycji. W części wprowadzającej przedstawiono informacje związane ze zmianami jakie mogą zachodzić na skutek zwiększania powierzchni zabudowy miast. W szczególności przyczyn powstawania miejskiej wyspy ciepła, a w tym pochłaniania promieniowania przez powierzchnie zabudowane, emisję ciepła przez urządzenia grzewcze czy zwiększone stężenie gazów cieplarnianych. Dodatkowo autorka pracy, na podstawie literatury, wskazuje na inny istotny problem związany z postępującą urbanizacją - zmiany reżimu hydrologicznego na skutek zmniejszenia powierzchni zielonych. W rozdziale 2 zawarto informacje na temat potrzeby badań, oraz celu pracy. W części tej szczególną uwagę zwrócono na statystykę publikacji które ukazały się w ostatnim dwudziestoleciu tematycznie związaną z zielonymi dachami, a w tym aspektami technicznymi, ilości i jakości wody czy zagadnieniami energetycznymi. W tym samym rozdziale przedstawiono również cel pracy. Obszerny rozdział 3 zawiera przegląd piśmiennictwa, bazujący zarówno na pozycjach obcojęzycznych jak i krajowych. Obejmuje on rys historyczny, zagadnienia związane z konstrukcją i hydrologią dachów zielonych. Dodatkowo w tej samej części omówiono wpływ na jakość wody oraz aspekty ekonomiczne. W rozdziale 4 przedstawiono hipotezy badawcze. Rozdział 5 zawiera charakterystykę programu badań, opis stanowiska modelowego, sposoby badania

substratów, badania jakości wód oraz sposobu opracowania statystycznych wyników. W rozdziale 6 szczegółowo omówiono wyniki badań dotyczących właściwości substratów oraz dokonano analizy wyników badań jakości wód odpływających. Pracę kończy rozdział 7, zawierający najważniejsze wnioski.

3. Ocena merytoryczna pracy

Rozwój obszarów zabudowanych, a tym samym zwiększenie powierzchni uszczelnionych powoduje konieczność poszukiwania metod efektywnego zagospodarowania wód opadowych. Systemy zielonych dachów stanowią jedno z wielu rozwiązań, które stosunkowo łatwo można wdrożyć na obszarze o już istniejącej zwartej zabudowie. Dodatkowo nowe rozwiązania szczególnie z punktu widzenia bilansu wodnego i termicznego mogą mieć ogromne znaczenie. Autor rozprawy dokonał oceny zmian właściwości fizyko wodnych substratów podczas 22 i 44 miesięcznej eksploatacji. Badania przeprowadzono na bazie 3 substratów ogólnie dostępnych w Polsce i Europie. Eksperyment prowadzono na dachu budynku Centrum Dydaktyczno-Naukowego we Wrocławiu. Warunki panujące w tej lokalizacji można uznać za zbliżone do panujących na terenach zurbanizowanych. Proces starzenia się substratów został oceniony na podstawie wyników badań na bazie powierzchni eksperymentalnych poddanych wielokrotnym cykлом zamrażania i rozmrażania, a następnie badaniom mającym na celu określenie charakterystyk retencyjnych. Określono zmiany właściwości filtracyjnych oraz zawartość wody dostępnej dla roślin, a dodatkowo wodochłonności. Autor pracy dokonał dostępnymi metodami oceny jakości wód odpływających z powierzchni zielonych oraz opadów atmosferycznych.

Na podstawie przeglądu literatury zamieszczonego w rozdziale 2 i 3 pracy można wywnioskować, że podjęta została tematyka stosunkowo słabo rozpoznana i opisana w opublikowanej dotąd literaturze fachowej. Szczególnie badania nad zmianą właściwości substratów z upływem okresu eksploatacji mogą wydawać się niedostateczne. Podejmowane dotychczas badania eksperymentalne dotyczące jakości wód odprowadzanych tymi systemami są ogólnie znane i dostępne. Jednak należy podkreślić rolę szeroko omówionej literatury dotyczącej czynników mających wpływ na skład odpływu a tym samym wpływ depozycji suchej i mokrej na jakość odpływu. Badania nad zmianą właściwości substratów w okresie eksploatacji oraz sezonowa zmienność jakości odpływu wymaga lepszego rozpoznania przy stosunkowo skromnej wiedzy z tego zakresu dla warunków Polskich.

Dodatkowo w rozdziale 3 autorka porusza aspekty ekonomiczne, a w szczególności analizę kosztów życia LCC (Life Cycle Costing), jako istotnego elementu w ocenie głównie kosztów związanych z eksploatacją. W tej samej części pracy poruszany jest również aspekt kosztów eksploatacji w połączeniu z systemami zielonych dachów. Autorka na podstawie istniejących publikacji dokonuje oceny zysków wywołanych poprawą jakości powietrza oraz

potwierdziły słuszność hipotezy o zmienności sezonowej składu wód opadowych. Stężenia większości wskaźników były najwyższe wiosną i latem. Stwierdzono ponadto, że czynnikiem decydującym o jakości odprowadzanych wód były procesy wymywania oraz kumulacja ładunków soli przez substraty, głównie na skutek suchej depozycji. Sformułowano również 9 wniosków związanych bezpośrednio z zakresem tematycznym pracy oraz wniosek podsumowujący w którym podkreśla się znaczenie strategii uwzględniającej potrzeby uwzględniania jakości wód odprowadzanych do odbiorników, głównie form azotu, ładunków mineralnych oraz związków organicznych.

4. Uwagi krytyczne i dyskusja

W rozdziale 5 - dotyczącym metodyki badań nie zamieszczono pomimo określenia podstawowych danych dotyczących składu granulometrycznego badanych substratów. Brak zestawienia składu substratów uniemożliwia odniesienie się w dalszej części pracy do charakterystyk pF, a w szczególności do wód w zakresie pF 0-2,0 oraz 2,0-2,7. W tej samej części nie podano metodyki przygotowania próbek do oznaczania charakterystyk w ekstraktorach ciśnieniowych Soil Moisture Equipment Corporation. W rozdziale tym nie zawarto szczegółowych danych dotyczących metodyki badania jakości wód. W szczególności nie podano ilości prób poddanych analizie, pobór był przeprowadzany po każdym zdarzeniu który generował opad atmosferyczny a w następstwie odpływ. Czytelnik nie otrzymuje również odpowiedzi na pytanie jaka minimalna objętość wód była niezbędna do każdorazowego przeprowadzenia analiz laboratoryjnych podanymi metodami. Dodatkowo czy metodycznie właściwy jest pobór próbek do naczyń Naja 0404 (jak w opisie), bowiem urządzenia mają konstrukcję otwartą, umożliwiającą łatwy dostęp powietrza atmosferycznego a tym samym właściwość ta może mieć wpływ na późniejsze oznaczanie ChZT, BZT₅ czy utlenialność. W rozdziale 6 w części dotyczącej składu odpływów z dachów doświadczalnych zabrakło informacji na temat wielkości opadów i odpływów dla poszczególnych zdarzeń z lat 2013-2015. Wielkość opadów, ale i natężenie zwykle przekłada się na wynoszony ładunek niektórych wskaźników i finalnie na jakość wód.

Okres badań dla których przeprowadzono analizę wydaje się być wystarczający zarówno do oceny stawianych hipotez jak i odpowiedzi na pytania czy jakość wód opadowych wpływa na jakość odpływów. W rozprawie nie zauważam elementów które można by uznać za istotne mankamenty.

Temat podjętej rozprawy jeżeli chodzi o warunki Polski można uznać za niewystarczająco zbadany i słabo poznany. A biorąc powyższe pod uwagę świadczy to o dobrym rozpoznaniu tematycznym oraz przygotowaniu doktoranta. Autorka posiada wiedzę i kompetencje w badanym obszarze, wykazując się bardzo dobrą znajomością literatury przedmiotu. Jednoznacznie zarówno w zakresie metodycznym, analizy jak i zastosowanych do badań narzędzi pracę oceniam bardzo pozytywnie. Badania tego typu powinny być dalej rozwijane, szczególnie z zastosowaniem podłoży o innych, zróżnicowanych właściwościach fizyko-

potencjalnych korzyści energetycznych związanych z zastosowaniem systemów zielonych dachów.

W rozdziale 4 zawarto hipotezy badawcze. Pierwsza dotycząca czasu eksploatacji i zmian struktury porów substratów a tym samym właściwości retencyjnych. Hipoteza ta w aspekcie warunków klimatycznych Polski oraz zmian właściwości retencyjnych gleb, substratów na skutek zjawiska zamarzania i rozmrażania wydaje się być bardzo istotna. Druga dotycząca sezonowej zmienności jakości wód odpływających z systemów.

Rozdział 5 zawiera opis metodyki badań. W szczególności przedstawiono sposoby weryfikacji dwóch postawionych hipotez badawczych, głównie zmian właściwości substratów. Badaniom poddaje się trzy rodzaje substratów, o znanych właściwościach fizyko wodnych, dwa z nich Optigruen oraz Körnung 2/10. Autorka pracy wykorzystując stanowiska dachów eksperymentalnych określa zmiany zdolności retencyjnych po 22 i 44 miesiącach eksploatacji, również w warunkach laboratoryjnych poddając próbki wielokrotnym cykлом zamrażania i rozmrażania. W tej samej części szczegółowo charakteryzowane są stanowiska eksperymentalne. Szczegółowo opisano metodykę dotyczącą określenia wpływu zamarzania i rozmrażania oraz sposób opracowania wyników dotyczących składu granulometrycznego zawiesiny, w tym m.in. metodykę średnic zastępczych zawiesiny polidispersyjnej. Autorka podaje również metodykę badań wskaźników zanieczyszczeń jakości spływów i opadów atmosferycznych wraz z zestawieniem wymaganych norm, a także sposób opracowania statystycznego wyników.

W rozdziale 6 opisano wyniki badań. Analiza wyników badań umożliwia uzyskanie odpowiedzi na pytanie postawione w hipotezie, w jakim stopniu czas eksploatacji powierzchni eksperymentalnych wpływa na właściwości retencyjne substratów oraz jaki jest wpływ zamarzania i rozmrażania na te właściwości. Oceny dokonano na podstawie wykonanych charakterystyk retencyjnych substratów. Badaniom poddawano zarówno nowy materiał jak też po 22 i 44 miesięcznej eksploatacji. Stwierdzono, że czas eksploatacji ma wpływ na zmniejszenie objętości makroporów i tym samym współczynnika filtracji. Równocześnie zmianom ulegały efektywna i potencjalna retencja użyteczną. Mniejsza objętość makroporów miała wpływ na zmniejszenie zatrzymywania wody wolnej. Ten sam materiał poddany wielokrotnym cykлом zamarzania i rozmrażania (40, 80 i 120) wykazywał dynamiczne zmiany charakterystyk retencyjnych, jednak w tym doświadczeniu udział makro-, mezo- i mikroporów w objętości materiału ulegał losowym zmianom. W części tej oceniono również zmiany składu granulometrycznego zawiesin wymywanych z badanych substratów. Badania przeprowadzone za pomocą granulometru laserowego wykazywały w wszystkich przypadkach zmiany składu zawiesin o średnicy zastępczej cząstek w granicach 0,02-2000 μm ., jednak miały one charakter losowy. W dalszej części pracy znajdujemy informacje, że przyczyną tego może być stochastyczny przebieg zjawisk mających wpływ na ich powstawanie. Analiza jakości spływów z powierzchni eksperymentalnych i opadów atmosferycznych przeprowadzona była zgodnie z postawioną drugą hipotezą. Badania

wodnych. Uzyskane wyniki badań pozwolą na sformułowanie nowych zaleceń i wniosków praktycznych odnośnie eksploatacji tych systemów.

5. Uwagi szczegółowe

- Tekst wymaga korekty drobnych błędów językowych oraz stylistycznych.
- Należy skorygować powtórzenia wyrazów w tekście pracy.
- Wskazane by było uzupełnienie metodyki badań zgodnie z wcześniejszą sugestią.
- Wniosek 2 wynika z pierwszego, można by je zastąpić jednym, przereklamowanym.

6. Wniosek końcowy

Oceniana rozprawa doktorska mieści się w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie ochrona i kształtowanie środowiska. Stanowi oryginalne dzieło, które wnosi nowe wartości poznawcze w dziedzinie założeń zielonej architektury w przestrzeni miejskiej. Zamieszczona powyżej dyskusja oraz uwagi krytyczne nie obniżają wartości merytorycznej pracy. Stwierdzam, że Doktorant posiadał w odpowiednim stopniu wiedzę teoretyczną oraz wykazał się dużą inwencją w realizacji eksperymentu, a także doskonale opanował warsztat metodyczny. Opracowywanie uzyskanych wyników, ich interpretacja oraz wnioskowanie są również poprawne. Na podkreślenie zasługuje fakt podjęcia tematyki stosunkowo słabo rozpoznanej w literaturze zarówno polskiej jak i poza granicami naszego kraju. Sformułowane w niniejszej recenzji uwagi krytyczne dotyczą głównie sposobu prezentacji oraz interpretacji niektórych wyników czy metodyki badań powinny być uwzględnione w przypadku publikacji pracy.

Biorąc pod uwagę całość przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej stwierdzam, że spełnia ona wymagania zawarte w ustawie z dnia 14 marca 2003 r. (z późniejszymi zmianami) o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Wnoszę więc o dopuszczenie Pani mgr. inż. Karoliny Kolasińskiej do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim przed Radą Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.


dr hab. inż. Grzegorz Pęczkowski