

dr hab. inż. Bartosz Rafał Jawecki, prof. UPWr
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Wydział Gospodarki Przestrzennej i Architektury Krajobrazu
Katedra Architektury Krajobrazu
bartosz.jawecki@upwr.edu.pl

Wrocław, 2026-01-25

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgra inż. Piotra Archicińskiego

„Wpływ roślinności spontanicznej nieużytków miejskich na wartość regulacyjnych usług ekosystemowych”

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą formalną przygotowania recenzji jest art. 190. ust. 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 ze zm.) Uchwała nr 5/IŚGE-2025/2026 Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie z dnia 26 listopada 2025 r. w sprawie powołania recenzentów w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka Panu mgr. inż. Piotrowi Markowi Archicińskiemu oraz pismo Pani Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka, dr hab. inż. Agnieszki Kaczmarczyk, prof. SGGW, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie z dnia 28 listopada 2025 roku.

Przedłożoną do recenzji rozprawę doktorską oceniano pod względem wypełnienia wymogów określonych w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 ze zm.) stawianych rozprawom doktorskim, czyli czy rozprawa prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej, czy przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne. Natomiast rozprawę doktorską może stanowić praca pisemna, w tym monografia naukowa, zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych, praca projektowa, konstrukcyjna, technologiczna, wdrożeniowa lub artystyczną, a także samodzielna i wyodrębniona część pracy zbiorowej.

2. Charakterystyka rozprawy

Powierzona do recenzji rozprawa doktorska została przygotowana przez mgr inż. Piotra Archicińskiego, pod opieką naukową promotora dra hab. Piotr Sikorskiego, prof. SGGW oraz przy udziale promotora pomocniczego dr hab. Darii Sikorskiej, prof. SGGW. Rozprawa liczy 163 strony, podzielonych na siedem rozdziałów merytorycznych (w tym jeden zawierający cykl publikacji) oraz spis literatury i oświadczenia autorów.

Przedłożoną do recenzji rozprawę doktorską opatrzone tytułem „Wpływ roślinności spontanicznej nieużytków miejskich na wartość regulacyjnych usług ekosystemowych”, gdzie na rozprawę składa się cykl 5. tematycznie powiązanych artykułów naukowych opublikowanych w latach 2021–2024, których Doktorant jest współautorem (w trzech przypadkach jest pierwszym autorem).

Pierwsza, jednolita część dysertacji będąca wprowadzeniem do pracy obejmuje: wstęp; cel, hipotezy i pytania badawcze; metodykę badań; wyniki; dyskusję i podsumowanie. Pierwsza, część dysertacji zawiera 10 rysunków, 2 tabele oraz 51 pozycje literatury. Natomiast na drugą część rozprawy składa się pięć artykułów naukowych opublikowanych w recenzowanych czasopismach (cztery z IF od 0,6 do 6,9, wszystkie ujęte w wykazie MNiSW) i stanowiących spójną całość, która dopełnia charakterystykę materiału i metod, rozwija tematykę badawczą i prezentuje szczegółowe wyniki i wnioski. Publikacje wskazane przez Doktoranta, w zostały dołączone do rozprawy i stanowią jej integralną część. Zaliczono do nich:

- I. da Silva, A. R., Demarchi, L., Sikorska, D., Sikorski, P., Archiciński, P., Jóźwiak, J. i Chormański, J. (2022). Multi-source remote sensing recognition of plant communities at the reach scale of the Vistula River, Poland. *Ecological Indicators*, 142, 109160. DOI:10.1016/j.ecolind.2022.109160;
- II. Mielczarek, D., Sikorski, P., Archiciński, P., Ciężkowski, W., Zaniewska, E. i Chormański, J. (2022). The use of an airborne laser scanner for rapid identification of invasive tree species *Acer negundo* in riparian forests. *Remote Sensing*, 15(1), 212. DOI:10.3390/rs15010212;
- III. Archiciński, P., Sikorski, P., Sikorska, D. i Przybysz, A. (2021). Roślinność wieloletnich nieużytków miejskich–systematyka zbiorowisk, ich struktura i pełnione usługi ekosystemowe. *Vegetation of perennial urban wastelands–syntaxonomy, structure and ecosystem services. Przegląd Geograficzny*, 93(3), 341-363. DOI:10.7163/przg.2021.3.2;
- IV. Archiciński, P., Przybysz, A., Sikorska, D., Wińska-Krysiak, M., Da Silva, A. R. i Sikorski, P. (2024). Conservation Management Practices for Biodiversity Preservation in Urban Informal Green Spaces: Lessons from Central European City. *Land*, 13(6), 764. DOI:10.3390/land13060764;
- V. Archiciński, P., Sikorski, P., Hoppa, A., Hopkins, R. J., Vitasovic-Kosic, I. i Sikorska, D. (2024). Between paper and plan: contrasting data on urban habitats in literature with planning documents. *Miscellanea Geographica*, 28(3), 132-139. DOI:10.2478/mgrsd-2023-0039.

W dysertacji zawarto również oświadczenia o współautorstwie w publikacjach stanowiących część rozprawy, gdzie indywidulany udział Doktoranta w publikacjach III-V należy uznać za istotny, natomiast w publikacjach I-II za akceptowalny.

3. Ocena rozprawy doktorskiej

Doktorant we „Wstępie” przedłożonej do recenzji rozprawy (Rozdz. 1), przedstawił przegląd literatury, prezentujący ogólną wiedzę teoretyczną oraz najnowszą wiedzę prezentowaną w publikacjach naukowych, dotyczącą zagadnień poruszanych w dysertacji, mieszczących się zakresie dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Przedstawiono zagadnienia obejmujące m.in.: elementy zmiany klimatu negatywnie wpływające na życie w mieście (fale upałów, spadek jakości powietrza, zwiększenie ryzyka powodzi); sposoby łagodzenia tej zmiany (adaptacja do zmiany klimatu, np. tzw. eco-city, zielona infrastruktura); rolę terenów zieleni nieformalnej w usługach ekosystemowych dla mieszkańców (m.in. usługi regulacyjne i kulturowe); wykorzystanie połączonych technik teledetekcyjnych z klasycznymi metodami badań terenowych w inwentaryzacji obszarów zieleni; naukowego i planistycznego ujęcia nieużytków miejskich tworzących kategorię zieleni nieformalnej; różnorodność florystyczną i fitosocjologiczną roślinności nieużytków miejskich, związaną z pozostałościami naturalnych siedliskach, gatunkami ruderalnymi i obcymi; dynamikę przekształceń nieużytków miejskich pod wpływem czynników naturalnych oraz antropogenicznych; zwiększenie bioróżnorodności, naturalne procesy sukcesji, przy minimalizacji ingerencji człowieka, które w przypadku nieużytków miejskich mogą zostać zaburzone przez gatunki obce, w tym inwazyjne, skutkujące wyparciem gatunków rodzimych.

Ponadto we „Wstępie”, Doktorant zarówno bezpośrednio, jak i pośrednio, uzasadnia podjęcie tematu badawczego będącego przedmiotem rozprawy, m.in. ze względu na: niedocenianą rolę terenów zieleni nieformalnej w tkance miasta; słabe rozpoznanie/zbadanie nieużytków miejskich; potrzebę dokładniejszego poznania nieużytków miejskich, umożliwiającą ich odpowiednie włączenie w tzw. zieloną infrastrukturę miasta; kluczową rolę pełnej wiedzy o zasobach lokalnej zieleni w budowaniu odporności aglomeracji na zmianę klimatu; trudności w przewidywaniu kierunków procesów sukcesji zachodzących na obszarze nieużytków miejskich, spowodowanych licznymi czynnikami zakłócającymi; zrozumienia roli i skutków działań człowieka, w procesie sukcesji na obszarach nieużytków miejskich; konieczność zautomatyzowania procesu identyfikacji zieleni miejskiej oraz integracji danych z różnych czujników pomiarowych umożliwiające inteligentne zarządzanie tymi terenami. Uzupełnieniem uzasadnienia podjęcia tematu badawczego może być także pytanie postawione przez Doktoranta na końcu rozdziału „Wstęp”: *„czy podejmowane interwencje (czyt. na obszarach nieużytków miejskich) są pożądane z perspektywy zachowania i promowania bioróżnorodności, czy bardziej z powodu pełnionych przez nie usług ekosystemowych?”*.

W rozprawie Doktorant określił cel pracy oraz pytania badawcze (Rozdz. 2). Celem przedłożonej do recenzji rozprawy jest *ocena wpływu typów roślinności spontanicznej*

nieużytków miejskich i jej przestrzennej struktury na wartość świadczonych regulacyjnych usług ekosystemowych. Do realizacji założonego w dysertacji celu, Doktorant postawił 4 pytania badawcze, które posłużyły do sformułowania głównej hipotezy badawczej oraz 4. hipotez pomocniczych.

Pytania badawcze dotyczyły: sposobu użycia metod teledetekcyjnych w identyfikacji typów roślinności nieużytków miejskich; struktury roślinności, jakoś ekologicznej wyrażonej różnorodnością florystyczną i wielkością świadczonych regulacyjnych usług ekosystemowych nieużytków miejskich; czynników wpływających na jakość ekologiczną nieużytków miejskich, wyrażoną ich różnorodnością florystyczną oraz stopnia odzwierciedlenia w dokumentach planistycznych miast danych dotyczące typów roślinności nieużytków miejskich. Natomiast sformułowana przez Doktoranta główna hipoteza badawcza w brzmieniu „*Nieużytki miejskie stanowią istotny element zieleni miejskiej*”, została uszczegółowiona 4. hipotezami pomocniczymi:

- zbiorowiska roślinne nieużytków miejskich i gatunki inwazyjne występujące w płatach roślinności można skutecznie identyfikować przy użyciu wysokorozdzielczych danych LiDAR oraz obrazów multispektralnych;
- różnorodność florystyczna nieużytków miejskich jest bardzo zróżnicowana, a ich roślinność spontaniczna – w tym zdominowana przez gatunki inwazyjne – pełni istotne usługi regulacyjne;
- duża ciągłość siedliskowa i obecność płatów naturalnych oraz półnaturalnych w sąsiedztwie nieużytków miejskich sprzyja ich jakości ekologicznej wyrażonej wskaźnikami naturalności;
- w dokumentach planistycznych brakuje kompleksowych danych dotyczących typów roślinności nieużytków miejskich.

Doktorant przedstawił (Rozdz. 2, ryc. 1) powiązania między postawionymi hipotezami, a poszczególnymi publikacjami stanowiącymi element rozprawy doktorskiej, w których przeprowadzone badania oraz uzyskane wyniki posłużyły do weryfikacji postawionych hipotez. Również w sposób wyraźny i zrozumiały została przedstawiona metodyka i metody przeprowadzonych badań, charakterystyka obszaru badań oraz wykorzystanych materiałów (Rozdz. 3, ryc. 2), obejmująca m.in. innymi badania terenowe i kameralne. Przedstawione zostały także powiązania między zaproponowanymi pytaniami badawczymi, zastosowanymi metodami badań oraz poszczególnymi artykułami wchodzącymi w skład dysertacji. W ocenie recenzenta, zarówno metodyka badań, jak i zastosowane metody badawcze są poprawne, czego wcześniejszym potwierdzeniem są pozytywne recenzje wykonane na zlecenie redakcji czasopism naukowych, w których ukazały się artykuły składające się na cykl publikacji stanowiących element rozprawy. Powyższe zagadnienia zostały opracowane i przeprowadzone poprawnie, zgodnie ze sztuką i praktyką, co w ocenie recenzenta wskazuje na opanowanie przez Doktoranta umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

W rozprawie Doktorant, w dwóch odrębnych rozdziałach przedstawił wyniki (Rozdz.4) i ich dyskusję (Rozdz. 5.). Ze względu na powiązanie obydwu rozdziałów, recenzent odniesie się do nich łącznie.

W odniesieniu do identyfikacji nieużytków miejskich z wykorzystaniem metod teledetekcyjnych Doktorant w rozprawie wskazał, że dokładność identyfikacji poszczególnych zbiorowisk roślinności spontanicznej jest zależna od rodzaju danych wykorzystywanych w klasyfikacji. W zależności od typu i rodzaju wykorzystanych danych, precyzja identyfikacji zbiorowiska roślinności spontanicznej waha się od 3% do 94% (wykorzystanie wysokości roślin z danych LiDAR – od 3% do 60%; wykorzystania danych RGB – od 4% do 55%; użyciu obrazów multispektralnych – od 70% do 94%), natomiast jednoczesne użycie danych LiDAR, RGB i obrazowania multispektralnego daje dokładność od 87,5% do aż 98,7%. Doktorant stwierdził również, że wykorzystanie metod teledetekcyjnych, pozwala na względnie jednoznaczne rozpoznawanie i monitorowanie stanu roślinności nieużytków miejskich, mogące m.in. przyczyniać się do sprawnego zarządzania gatunkami inwazyjnymi. Skuteczność identyfikacji wnikania do nieużytków miejskich gatunku inwazyjnego, klonu jesionolistnego (*Acer negundo*), wynosiła 66-86%, gdzie najwyższe wartości detekcji otrzymywano w wykorzystując kontrast pomiędzy zielonym spektrum światła i bliską podczerwienią – GNDVI oraz algorytm losowego lasu decyzyjnego – tzw. random forest. Ponadto wraz z wiekiem drzewa wzrasta precyzja wykrywania. W dyskusji wyników przedstawiono stanowiska innych badaczy, którzy otrzymali zbliżone wyniki oraz wysnuli podobne wnioski. W ocenie recenzenta prawidłowo przedstawiono wyniki badań oraz przeprowadzono dyskusję otrzymanych wyników. Doktorant trafnie zauważył, że niezbędna jest integracja różnych źródeł danych do mapowania roślinności nieużytków miejskich, w celu uzyskania możliwie najbardziej wiarygodnych wyników, co również wskazuje na wysoki potencjał wysokorozdzielczych technik teledetekcyjnych w identyfikacji roślinności i jej struktury badanych terenów.

Jednakże w ocenie recenzenta, należy poddać pod dyskusję kilka kwestii, związanych z aplikacyjną i praktyczną stroną możliwości wykorzystania otrzymanych wyników, w szczególności wśród osób nie posiadających przygotowania naukowego, a zajmujących się planowaniem i zarządzaniem terenami zielonymi w miastach. Pierwsza dotyczy zaproponowania wartości granicznej progu dokładności/precyzji (70%, 80%, 90%?) identyfikacji zbiorowisk roślinności spontanicznej, pozwalającej uznać uzyskane wyniki za wystarczająco dokładne do określenia kategorii zbiorowiska roślinności spontanicznej danego obszaru. Natomiast druga dotyczy możliwości ograniczenia wykorzystania zaproponowanych metod teledetekcyjnych identyfikacji zbiorowisk, do zbiorowisk w określonych fazach wzrostu, np. fazie inicjalnej, optymalnej lub terminalnej, lub drzew w określonym wieku. Gdyż większą dokładność wyników uzyskiwano w przypadku starszych drzew i zbiorowisk w późniejszej fazie wzrostu. Kolejnym zagadnieniem budzącym zastrzeżenia recenzenta jest również kwestia sformułowań odnoszących się do skutecznego wykorzystania zastosowanych przez Doktoranta metod i technik teledetekcyjnych do wykrywania drzewiastych gatunków inwazyjnych. W ocenie recenzenta sformułowanie to odnosi się ogólnie do wszystkich drzewiastych gatunków inwazyjnych. Recenzent nie

wyklucza skuteczności wykorzystania zaproponowanych przez Doktoranta metod teledetekcyjnych, w stosunku do innych drzewiastych gatunków inwazyjnych (w literaturze przedmiotu można odnaleźć stosowane publikacje na ten temat), jednakże w rozprawie przedstawiono badania i ich wyniki ograniczające się do klonu jesionolistnego (*Acer negundo*), którego dotyczyć powinny zawarte w rozprawie stwierdzenia i wnioski. Choć w innej części rozprawy odnoszono się również do robinii akacjowej (*Robinia pseudoacacia*). Natomiast przenoszenie ich na inne drzewiaste gatunki inwazyjne, powinno odbywać się z zachowaniem ostrożności lub powinno zostać poparte choćby wstępnymi wynikami badań.

W części rozprawy poświęconej strukturze roślinności, różnorodności florystycznej i regulacyjnych usług ekosystemowych nieużytków miejskich, Doktorant zaprezentował ciekawe wyniki badań i analiz, wskazujące na istotną rolę, stanowiących część zielonej infrastruktury miast – nieużytków miejskich, zajmując nawet kilkanaście procent powierzchni aglomeracji miejskiej. Doktorant stwierdził, że przeciętną różnorodność florystyczną nieużytków miejskich, a na badanych powierzchniach odnotowywano średnio 14 gatunków roślin naczyniowych, w sumie w nieużytkach odnotowano 334 gatunków roślin naczyniowych, w tym aż 46 to gatunki rzadkie. Indeks Shannona-Wienera (wskaźnik różnorodności gatunkowej) nie wskazuje na istotne statystycznie różnice pomiędzy badanymi zespołami roślinnymi. Różnice w strukturze roślinności dotyczą głównie zagęszczenia zdrewniałych pędów, a zespół *Chelidonio-Aceretum negundi* odznacza się największą liczbą pędów. Zbiorowiska nieleśne są zasiedlają przez młode drzewa (w podobnym tempie), gdzie ich zagęszczenie wynosi ok. 340 m²/ha. Zwarcie warstwy drzew w zbiorowiskach leśnych jest podobne i wynosi 70-85%. Wartość LAI warstwy drzew i krzewów przyjmuje podobne wartości we wszystkich zbiorowiskach drzewiastych. W ocenie recenzenta należy zgodzić z zawartym w dyskusji stanowiskiem Doktoranta, który stwierdza, że przedstawiona w wynikach badań, obecnie przeciętna różnorodność florystyczna nieużytków miejskich, wydaje się być dynamiczna i uzależniona od procesów sukcesji ekologicznej zachodzą na badanych obszarach. Ponadto przeciętna bioróżnorodność (ok. 14 gatunków roślin naczyniowych) może być związana z początkowym stadiów stabilizacji ekosystemów, która w dalszych etapach sukcesji i dojrzewania roślinności można przyczynić się do wzrostu bioróżnorodności, obserwowanej na bardziej ustabilizowanych siedlisk miejskich. Należy również zgodzić się z Doktorantem, że znaczący, dominujący, udział gatunków inwazyjnych odnotowany na badanym terenie, stanowi istotne zagrożenie dla różnorodności florystycznej, a gatunki drzew takich jak klon jesionolistny (*Acer negundo*) i robinia akacjowa (*Robinia pseudoacacia*), zaliczanych do obcych gatunków inwazyjnych, intensywnie konkurują z rodzimą florą, prowadząc do zastępowania rodzimej roślinności leśnej.

Pozytywnym wynikiem badań zaprezentowanym w rozprawie jest wielkość usług ekosystemowych pełnionych przez badane zbiorowiska. Badane zbiorowiska stanowiły istotny komponent zielonej infrastruktury w zakresie pochłaniania pyłów, retencji wody oraz efektu wychładzania. Stwierdzono znaczne różnice pomiędzy pochłanianiem pyłów przez zbiorowiska leśne i nieleśne (co wydaje się oczywiste) oraz wzrost zdolności do pochłaniania pyłów przy wyższych stężeniach tych zanieczyszczeń w powietrzu. W rozprawie wykazano, że

z pośród badanych zespołów, zespół *Chelidonio-Robinetum* wykazuje największą zdolność do pochłaniania pyłów (26,5 kg/ha), kilka razy więcej niż analogiczne zbiorowisko *Geo-Aceretum platanoidis* (5,7 kg/ha), czy zbiorowiska nieleśne. Ponadto stwierdzono, że badane zbiorowiska nie wykazują statystycznie istotnych różnic w ochronie przed wysuszeniem podłoża. Jednakże wszystkie zbiorowiska chronią podłoże przed wysuszeniem lepiej niż intensywnie użytkowany trawnik (badane zbiorowiska zwiększały wilgotność gleby średnio o 44%). Średnie różnice temperatur wykazują, że wychładzanie podłoża najbardziej ogranicza okap *Chelidonio-Aceretum negundi* i *Chelidonio-Robinetum*, a w przypadku zbiorowisk nieleśnych największe różnice względem temperatury podłoża koszonego trawnika odnotowano w *Rudbeckio-Solidaginetum*. Słusznie zauważa Doktorant, że właściwości badanych terenów w zakresie ochrony podłoża przed wysychaniem oraz regulacji temperatury świadczą o dużym potencjale nieużytków miejskich w zakresie łagodzenia skutków zmiany klimatu, takich jak wyspy ciepła czy niedobory wody, które dopełnia duży potencjał do pochłaniania pyłów, przez badane zbiorowiska, gdzie *Chelidonio-Robinetum* osiągały najwyższe wartości, jednocześnie zwiększając swoją efektywność wraz z rosnącym poziomem zanieczyszczenia powietrza.

Jednakże w ocenie recenzenta poddania pod dyskusję oraz wyjaśnienia przez Doktoranta wymaga kwestia kolizji usług ekosystemowych i inwazyjnych gatunków obcych. Czy zakres i wielkość korzyści płynących z regulacyjnych usług ekosystemowych świadczonych przez spontaniczną roślinność nieużytków miejskich, w akceptowalnym stopniu rekompensuje/może rekompensować, kolizję z obecnością na tych terenach gatunków obcych i inwazyjnych gatunków obcych (w szczególności wymienionych w rozprawie klonu jesionolistnego (*Acer negundo*) i robinii akacjowej (*Robinia pseudoacacia*)), stanowiących konkurencję i zagrożenie dla rodzimej flory, których wprowadzanie do środowiska powinno być ściśle kontrolowane i ograniczane, a obecność w środowiska IGO stwarzających zagrożenie dla Polski i UE powinna być eliminowana. Chociaż w publikacji III zawarto stwierdzenie o konieczności weryfikacji ogólnie przyjętej, negatywnej opinii o gatunkach inwazyjnych, szczególnie w przypadku dużego potencjału do pochłaniania pyłów, to w ocenie recenzenta warto zaproponować określenie parametrów brzegowych (np. ilość pochłanianych pyłów, wielkość płatu roślinności, udział gatunków inwazyjnych w zbiorowisku, typ IGO - drzewa, krzewy, byliny, etc.), pozwalających uznać przewagę korzyści płynących z usług ekosystemowych, nad zagrożeniami ze strony obcych gatunków inwazyjnych.

W odniesieniu do części rozprawy dotyczącej czynników kształtujących roślinność nieużytków miejskich Doktorant wykazał, że na parametry różnorodności florystycznej czy strukturę roślinności wpływają: sposób zarządzania danym terenem (zabiegi koszenia lub usuwania siewek drzew); ciągłość siedliskowa; poprzedni sposób zagospodarowania obszaru (teren zabudowany, ogród); obecność zadrzewionych płątów w bliskim sąsiedztwie. Wykazano, że na nieużytkach miejskich obserwuje się szeroki zakres faz sukcesji, od stadiów inicjalnych (rośliny ruderalne rzadko pokrywające glebę), po zwarte drzewostany (stabilne siedliska), jednakże często sukcesja była zatrzymywana na etapie pośrednim (siedliska o otwartym charakterze) przez wykonywanie zabiegów pielęgnacyjnych (koszenie, usuwanie

siewek drzew). Ciągłość siedliskowa w zbiorowiskach leśnych, wpływała pozytywnie na ogólną liczbę gatunków roślin; liczbę gatunków starych lasów; liczbę gatunków rzadkich (dla Warszawy); ze wzrostem ciągłości siedliskowej zwiększała się liczba tych gatunków, malała hemerobia siedliska i udział urbanofitów. W zbiorowiskach nieleśnych również odnotowano wpływ ciągłości siedliskowej, jednakże na mniejszą liczbę parametrów. Ze wzrostem ciągłości siedliskowej, rosła ogólna liczba gatunków roślin, a malała hemerobia siedliska. W przypadku zbiorowisk nieleśnych, obecność płątów zbiorowisk leśnych w bliskim sąsiedztwie, negatywnie wpływał na ogólną liczbę gatunków roślin i powodował wzrost hemerobii. Ważnym elementem wyników badań zawartych w rozprawie jest istotny statystycznie pozytywny wpływ ciągłości siedliskowej na udział gatunków leśnych i negatywny wpływ na udział gatunków inwazyjnych w strukturze roślinności nieużytków leśnych. W ocenie recenzenta należy zgodzić się ze stanowiskiem Doktoranta zaprezentowanym m.in. w dyskusji, że : nieużytki miejskie są rezerwuarem różnorodnych grup gatunków roślin, od pionierskich po bardziej specjalistyczne; umiarkowane zabiegi pielęgnacyjne w zbiorowiskach nieleśnych zwiększają liczbę gatunków na stanowisku przy dominacji roślinności zielnej, sprzyjają bioróżnorodności, oferują otwarte przestrzenie przydatne do rekreacji; zbiorowiska leśne sprzyjają obecności gatunków rzadkich oraz leśnych, a także ochronie bioróżnorodności o charakterze konserwatorskim. Również trafnie zauważył Doktorant, że dominacja drzewiastych gatunków inwazyjnych w badanych zbiorowiskach leśnych (ok. 1/3 drzewostanu), może zagrażać ich ekologicznej równowadze, w skrajnych przypadkach może prowadzić do utworzenia się jednogatunkowych drzewostanów, w których wraz z wiekiem następuje spadek liczby gatunków w warstwie podszytu. Jednakże w badanych nieużytkach udział gatunków inwazyjnych wynoszący ok. 10%, może wskazywać na ich ustępowanie i świadczyć o postępującej stabilizacji siedliska.

Istotnym zagadnieniem poruszonym przez Doktoranta, z punktu widzenia praktycznego wykorzystania inżynierii ekologicznej, jest ujęcie roślinności nieużytków miejskich w dokumentach planistycznych miast, gdzie zbiorowiska roślinne identyfikowane w granicach miast są często pomijane podczas sporządzania dokumentów planistycznych. Zaprezentowane w rozprawie wyniki badań wskazują, że na 467 typów zbiorowisk, jednak tylko 211 z nich zostało uwzględnionych w analizowanych dokumentach planistycznych. Grupą siedlisk najczęściej wymienianych analizowanych dokumentach były siedliska leśne (ok. 62% siedlisk zidentyfikowanych w literaturze), dalej siedliska łąkowe czy wodne/szuwarowe (ok. 42% siedlisk zidentyfikowanych w literaturze), najrzadziej uwzględniane były siedliska synantropijne, tworzące florę wielu nieużytków miejskich (ok. 28% siedlisk zidentyfikowanych w literaturze). W warunkach miasta stołecznego Warszawa, wartości te były niższe: siedliska leśne – ok. 50%, siedliska synantropijne – ok. 23% (najliczniejsze siedliska w Warszawie), natomiast siedliska wodne i torfowiska nie zostały uwzględnione w analizowanych dokumentach planistycznych. Należy zgodzić się z Doktorantem, który w rozprawie stwierdził, że niepokojąca jest marginalizacja w procesach planistycznych zbiorowisk synantropijnych, często zajmujących znaczą powierzchnię miasta, odgrywających istotną rolę w miejskim krajobrazie ekologicznym, pełniących różnorodne funkcje ekologiczne, m.in. zwiększania bioróżnorodności, pochłaniania pyłów, ograniczania

efektu miejskiej wyspy ciepła, czy retencji wody opadowej, co czyni niezbędnym włączenie ich w tzw. zieloną infrastrukturę. Również stanowisko Doktoranta dotyczące siedlisk związanych ze zbiornikami wodnymi, stanowi ważny głos w planowaniu miasta. Alarmujący jest fakt pomijania tych siedlisk w dokumentacji planistycznej Warszawy, prawdopodobnie związany z intensywną ekspansją miasta obejmującą tereny nizinne (m.in. doliny zalewowe, mokradła), atrakcyjne pod względem inwestycyjnym ze względu na płaską rzeźbę terenu, ułatwiającą prowadzenie prac budowlanych i obniżającą koszty inwestycji. Taka komercjalizacja mokradeł, pomija wiele usług ekosystemowych świadczonych przez siedliska wodne i torfowiska, których charakter jest niematerialny lub niemierzalny w kategoriach ekonomicznych, jednakże kluczowych z perspektywy zmiany klimatu i usług ekosystemowych, takich jak ochrona przeciwpowodziowa, filtracja wody czy regulacja mikroklimatu łagodząca efekt miejskiej wyspy ciepła. Słusznie zauważa Doktorant, że zbiorowiska leśne częściej uwzględniane są w planach i strategiach ze względu na powiązania z tkanką miejską, gdzie lasy i zadrzewienia, przekształcano w parki lub lasy miejskie, mające duże znaczenie kulturowe i historyczne dla lokalnych społeczności, a także istotne w zachowaniu bioróżnorodności oraz ochronie zasobów naturalnych, pełnieniu ważnych funkcji ekosystemowych, m.in. oczyszczaniu powietrza, regulacji mikroklimatu oraz retencji wody, stanowiących ważny element adaptacji miasta do zmiany klimatu.

Jednakże w ocenie recenzenta poddania pod dyskusję oraz zajęcia przez Doktoranta stanowiska wymaga kwestia potencjalnej możliwości uznania nieużytków miejskich porośniętych spontaniczną roślinnością jako formalnych składników terenów zieleni miejskiej oraz obecności na nich inwazyjnych gatunków obcych. Czy formalne uznanie terenów nieużytków miejskich porośniętych spontaniczną roślinnością, za kategorię terenów zielonych w granicach miasta, nie utrudni przeciwdziałania i zwalczania rozprzestrzeniania się gatunków obcych. Na terenach zieleni miejskiej, w zakresie czynności związanych m.in. z utrzymywaniem terenów zieleni w granicach miast, a także przy utrzymywaniu zieleni towarzyszącej obiektom budowlanym, wyłączone są ustawowe zakazy i zezwolenia dotyczące wprowadzania do środowiska oraz przemieszczania gatunków obcych (art. 7 ust. 3 ustawy o gatunkach obcych (t.j. Dz. U. z 2023 r. poz. 1589.)), chyba, że rośliny te są zaliczane do IGO stwarzających zagrożenie dla Unii Europejskiej lub Polski i ich usuwanie jest obligatoryjne (Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 grudnia 2022 r. w sprawie listy inwazyjnych gatunków obcych stwarzających zagrożenie dla Unii i listy inwazyjnych gatunków obcych stwarzających zagrożenie dla Polski, działań zaradczych oraz środków mających na celu przywrócenie naturalnego stanu ekosystemów (Dz.U. 2022 poz. 2649)).

W podsumowaniu do rozprawy, Doktorant przedstawia najważniejsze wyniki i wnioski płynące z przeprowadzonych badań, w tym stanowiące nowe informacje lub nowe ujęcie problemu. W ocenie recenzenta, bardziej czytelnym sposobem prezentowania wniosków jest ich wypunktowanie, niż opisowa prezentacja, co należałoby uwzględnić na dalszych etapach postępowania o nadanie stopnia doktora (publiczna obrona). Doktorant proponuje również sposoby i kierunki praktycznego zastosowania uzyskanych wyników i wyciągniętych wniosków, m.in. w zrównoważonym planowaniu i zarządzaniu przestrzenią miasta. Zarówno w pisemnej części rozprawy jak i przedłożonych publikacjach, Doktorant

pośrednio lub bezpośrednio weryfikuje postawione hipotezy szczegółowe oraz hipotezę główną, a także osiągnięcie celu dysertacji. W ocenie recenzenta, Doktorant podczas publicznej obrony powinien bezpośrednio wskazać czy w jakim zakresie zostały zweryfikowane postawione hipotezy i osiągnięty cel rozprawy doktorskiej.

4. Formalna ocena rozprawy

Układ pracy, podzielony na część wstępną i dołączone artykuły naukowe jest spójny i klarowny. Cele pracy, główna i szczegółowe hipotezy oraz pytania badawcze zostały sformułowane w sposób jasny i precyzyjny.

W ocenie recenzenta przyjęte przez Doktoranta cele, metody badawcze, a także ich analiza jest właściwa, w kontekście sprecyzowanego tytułu rozprawy. Wykorzystane w całej pracy (tekst dysertacji wraz z publikacjami): dane uzyskane w trakcie badań terenowych i kameralnych; bazy danych; metody badań; aparatura badawcza; badane parametry; zastosowane i analizowane wskaźniki; zastosowane oprogramowanie; analiza statystyczna; analiza wyników, a także wnioskowanie, są poprawne i wystarczające do zweryfikowania postawionych w rozprawie hipotez.

Dysertacja napisana jest w języku polskim, za wyjątkiem części publikacji stanowiących element rozprawy, napisanych w języku angielskim. W ocenie recenzenta język jest poprawny a treść przekazywana jest w sposób komunikatywny. Doktorant nie uniknął błędów językowych, jednakże są one sporadyczne i nie zmniejszają wartości rozprawy.

Za istotne osiągnięcie Doktoranta, recenzent uznaje m.in.:

- Wykazanie potencjału wykorzystania wysokorozdzielczych technik teledetekcyjnych w zarządzaniu terenami zieleni miejskiej, gdzie integracja zaawansowanych technologii, (LiDAR, obrazowanie multispektralne, algorytmy uczenia maszynowego), umożliwia precyzyjną identyfikację zbiorowisk roślinnych, ale także skuteczną detekcję inwazyjnych gatunków drzewiastych, takich jak klon jesionolistny (*Acer negundo*).
- Wskazanie utrzymywania się bioróżnorodności nieużytków miejskich w badanych miastach na niskim lub przeciętnym poziomie, które ze względu na dynamiczny charakter tych obszarów, gdzie wraz z postępem sukcesji i stabilizacją siedliska, wykazują wzrost bogactwa florystycznego oraz wartości wskaźnika Shannona-Wienera, a bardziej zaawansowane stadia sukcesji wyraźnie różnią się pod względem udziału gatunków inwazyjnych, natomiast zarządzanie terenami, oparte na wspieraniu procesów sukcesji oraz kontrolowaniu gatunków inwazyjnych, sprzyja odbudowie bioróżnorodności.
- Wykazanie istotnej roli regulacyjnych usług ekosystemowych pełnionych przez badane zbiorowiska (stanowiące istotny komponent zielonej infrastruktury), które w zakresie pochłaniania pyłów, retencji wody, ochrony podłoża przed wysychaniem oraz regulacją temperatury i efektu wychładzania, świadczą o dużym potencjale nieużytków miejskich w zakresie łagodzenia skutków zmiany klimatu, takich jak wyspy ciepła czy niedobory

wody, a także poprawy jakości powietrza przez zbiorowiska leśne, gdzie najwyższe wartości wykazano w zbiorowisku *Chelidonio-Robinetum*.

- Konieczność zwiększenia reprezentowania w dokumentach planistycznych zbiorowisk roślinności nieużytków miejskich, co powinno przyczynić się do bardziej zrównoważonego i efektywnego zarządzania zielenią miejską, odpowiadając jednocześnie na wyzwania związane z adaptacją miast do zmiany klimatu.

Uwagi poddane pod dyskusję oraz uwagi wymagające ustosunkowania się Doktoranta zawarto w treści rozdziału 3. recenzji. Pomimo ogólnie poprawnego przygotowania rozprawy, Doktorant nie uniknął błędów i niedociągnięć natury technicznej:

- Czcionka na rycinach 1, 2 i 8 umieszczonych w części pisemnej rozprawy, jest zbyt mała, co utrudnia zapoznanie się ich treścią.
- Na stronie 38, ostatni wiersz, znajduje się niedokończone zdanie „*W skali miasta mogą one dostarczyć*”, które Doktorant powinien rozwinąć podczas obrony.
- W załączonej publikacji nr I, brakuje strony nr 8, w numeracji rozprawy jest to str. 56.
- Na stronie 106 rozprawy, zamieszczono nieczytelny załącznik nr 1 do publikacji nr III,
- Na stronie 107 rozprawy, zamieszczono nieczytelny załącznik nr 2 do publikacji nr III,
- W załączonej publikacji nr IV, brakuje stron nr 13-15, w numeracji rozprawy są to str. 123-125.
- W egzemplarzu rozprawy przesłanym do recenzji, na stronach 143-144 zamieszczono niepodpisane oświadczenie Doktoranta, o współautorstwie w publikacjach przedłożonych jako element rozprawy. Stanowi to istotny błąd formalny – usuwalny. W ocenie recenzenta, należy domniemywać, że skoro rozprawa została przyjęta i przesłana do recenzji, przeszła ona ocenę formalną, to brak podpisu Doktoranta w przesłanym egzemplarzu należy uznać za przeoczenie (w wersji elektronicznej widnieje podpis Doktoranta), możliwe do usunięcia przed kolejnymi etapami postępowania o nadanie stopnia doktora, przede wszystkim przed publiczną obroną.
- W przesłanym do recenzji egzemplarzu rozprawy doktorskiej, w rozdziale 9. poświęconym oświadczeniom o współautorstwie nie zamieszczono oświadczeń: Demarchi L., Jóźwiak J., Mielczarek D., Wińska-Krysiak M. Vitasović Kosić I. W ocenie recenzenta, należy domniemywać, że skoro rozprawa została przyjęta i przesłana do recenzji, przeszła ona ocenę formalną, to brak przywołanych oświadczeń w przesłanym egzemplarzu należy uznać za przeoczenie, możliwe do usunięcia przed kolejnymi etapami postępowania o nadanie stopnia doktora, przede wszystkim przed publiczną obroną.
- Na stronie 157, w oświadczeniu o współautorstwie w publikacji, brakuje daty.
- Na stronie 160, w oświadczeniu o współautorstwie w publikacji, brakuje daty.

Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Doktoranta w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Autor rozprawy starannie przeprowadził przegląd literatury przedmiotu, czym dowiódł dobrą znajomością badanego zagadnienia.

Wiedza teoretyczna Doktoranta posłużyła do określenia celu, zaplanowania i realizacji badań, tym samym Doktorant wykazał się umiejętnością samodzielnego zaplanowania i prowadzenia pracy naukowej. Wnioskowanie jest poprawne, na dobrym poziomie merytorycznym. W ocenie recenzenta, cele postawione w rozprawie zostały osiągnięte. Dysertacja stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego w obszarze roli roślinności spontanicznej nieużytków miejskich w regulacyjnych usług ekosystemowych. W kontekście szeroko rozumianej inżynierii ekologicznej (stanowiącej gałąź inżynierii środowiska), przeprowadzone badania przyczyniły się do zdobycia nowej wiedzy w zakresie będącym przedmiotem rozprawy, tym samym podkreślając ważność ich dla rozwoju dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo energetyka. Zaprezentowane w dysertacji wyniki, poza naukową wartością poznawczą posiadają również potencjał aplikacyjny. Wyniki i wnioski mogą być przydatne m.in. dla władz miast odpowiedzialnych za planowanie przestrzenne, promujących wykorzystanie regulacyjnych usług ekosystemowych roślinności spontanicznej nieużytków miejskich, m.in. jako elementu zielonej infrastruktury miasta i adaptacji miasta do zmiany klimatu.

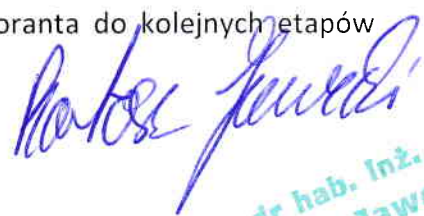
5. Podsumowanie i wnioski końcowe

Przedłożoną do oceny rozprawę doktorską mgr inż. Piotra Archicińskiego „Wpływ roślinności spontanicznej nieużytków miejskich na wartość regulacyjnych usług ekosystemowych” oceniam jako wartościową, stanowiącą oryginalne rozwiązanie istotnego problemu jakim jest wartość regulacyjnych usług ekosystemowych związanych z roślinnością spontaniczną nieużytków miejskich.

Tematyka rozprawy jest aktualna i ważna zarówno z naukowego, jak i praktycznego punktu widzenia. Otrzymane wyniki mogą przyczynić się do rozwoju dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz wykazują potencjał praktycznej aplikacji. Doktorant wykazuje znaczącą wiedzę teoretyczną w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Przy ocenie rozprawy doktorskiej mgr inż. Piotra Archicińskiego, wzięto pod uwagę: znaczenie, oryginalność podjętej tematyki, poprawność formowania celów i hipotez badawczych, metodykę badań, opis interpretacji uzyskanych wyników, poprawność wnioskowania, strukturę rozprawy oraz jej stronę warsztatową. Biorąc pod uwagę powyższe kryteria oraz uwagi zawarte w recenzji stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Piotra Archicińskiego wypełnia niezbędne warunki i wymagania stawiane rozprawie doktorskiej w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz spełnia wymagania ustawy z dnia 20 lipca 2018 r.- Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668, z późn. zm.), stawiane rozprawie doktorskiej.

W związku z powyższym wnoszę o dopuszczenie Doktoranta do kolejnych etapów procedowania przewodu doktorskiego.


dr hab. inż.
Bartosz Jawecki
prof. uczel.