

Dr hab. inż. Robert Kalbarczyk, prof. UPWr
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Wydział Gospodarki Przestrzennej i Architektury Krajobrazu
Katedra Architektury Krajobrazu
Zakład Adaptacji do Zmian Klimatu
ul. Grunwaldzka 55, 50-357 Wrocław

Wrocław, 09.11.2023 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr. inż. arch. kraj. Patryka Antoszewskiego
pt. „Środowisko termiczne ekosystemów miejskich: dekodowanie, parametryzacja,
optymalizacja”.

Podstawa formalno-prawna opracowania recenzji

Opinia została napisana na zlecenie prof. dra hab. Andrzeja Blecharczyka, Przewodniczącego Rady Naukowej, na podstawie pisma nr RNDRIO 32/4000/2023 z dnia 04.10.2023 r. w związku z uchwałą Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu (uchwała XXXX/5/2023 z dnia 29 września 2023 r.). Podstawą wykonania recenzji była dokumentacja przygotowana przez mgr. inż. Patryka Antoszewskiego zgodnie z wymogami Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora (Dz. U. z 2018 poz. 1668, z późn. zm.).

Dokumentacja zawierała:

1. kopię dyplomu nr 49618 z dnia 15 lipca 2019 r. potwierdzająca tytuł zawodowy magistra inżyniera (zał. 1),
2. rozprawę doktorską (zał. 2),
3. opinię promotora (zał. 3),
4. opinię Dyrektora Szkoły Doktorskiej UPP wraz z informacją o zaliczeniu wszystkich przedmiotów (zał. 4),
5. wykaz osiągnięć naukowych (zał. 5),
6. raport z Jednolitego Systemu Antyplagiatowego z dnia 08.09.2023 r. (zał. 6),
7. życiorys (zał. 7),
8. kwestionariusz osobowy (zał. 8).

Rozprawa doktorska Opiniowanego nie była wcześniej przedmiotem procedur związanych z uzyskaniem stopnia naukowego (str. 4 zał. 2, oświadczenie autora rozprawy doktorskiej).

Podstawowe dane o kandydacie

Pan mgr inż. arch. kraj. Patryk Antoszewski tytuł zawodowy mgra inż. architekta krajobrazu uzyskał w 2019 r. na Wydziale Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu (zał. 1).

Jeszcze w trakcie studiów Opiniowany był wiceprezesem Koła Naukowego Architektury Krajobrazu. Doświadczenie zawodowe, jako projektant i ogrodnik, zdobywał w firmie projektowo-wykonawczej „Strefa Zieleni”. Odbył dwa zagraniczne staże projektowo-badawcze w Wielkiej Brytanii i Holandii; ukończył również wiele certyfikowanych kursów z zakresu projektowania regeneratywnego. Za swoje osiągnięcia projektowe otrzymał wiele wyróżnień i nagród w konkursach zarówno krajowych, jak i międzynarodowych. Obecnie jest

członkiem międzynarodowego stowarzyszenia European Landscape Architecture Student Association. Złożył dwa wnioski grantowe w ramach konkursów NCN i NCiBR.

Pan mgr inż. Patryk Antoszewski jest współautorem czterech publikacji naukowych o zasięgu międzynarodowym, opublikowanych w trzech periodykach: International Journal of Environmental Research and Public Health, Forests i Sustainability. Naukometryczne dane dotychczasowego dorobku naukowego ocenione współczynnikiem oddziaływania (tzw. Impact Factor) wynoszą 10.561 zgodnie z rokiem opublikowania, liczbą punktów – aż 480 zgodnie z wykazem MEiN w roku opublikowania.

Obecnie Opiniowany jest zatrudniony na stanowisku asystenta badawczo-dydaktycznego (1/2 etatu) w Katedrze Terenów Zieleni i Architektury Krajobrazu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

Ocena rozprawy doktorskiej

Podstawą ubiegania się Pana mgra inż. Patryka Antoszewskiego o nadanie stopnia naukowego doktora w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo jest praca pisemna w postaci nieopublikowanej monografii pt. „Środowisko termiczne ekosystemów miejskich: dekodowanie, parametryzacja, optymalizacja”. Praca dysertacyjna została napisana pod kierunkiem dra hab. inż. Dariusza Świerka.

Układ pracy jest nietypowy, ale czytelny i zawierający wszystkie niezbędne rozdziały dla dysertacji naukowej. Autor nie wyodrębnił rozdziału „dyskusja”, na co z pewnością wpływ miał wdrożeniowy charakter pracy. Na szczęście dyskusja jest zastąpiona m.in. analizą potencjału technologii i strategii komercjalizacji. Praca składa się z 10 merytorycznych rozdziałów i 3 wyodrębnionych części, w których zostały przedstawione i omówione m.in.: parametry elementów ekosystemu miejskiego modyfikujące środowisko termiczne (część I), analizy danych parametrycznych, model parametryczny i możliwości optymalizacji charakteryzowanego ekosystemu (część II), a także koncepcja, plan i strategia komercjalizacji systemu informatycznego wraz z przygotowaniem jego do wdrożenia (część III). Część wynikowa pracy została zamieszczona w części II i III. Dodatkowo treść pracy podzielono na 33 podrozdziały, w których wyszczególniono aż 68 różnych zagadnień, większość z nich została oznaczona symbolami – od M1 do M6, od F1 do F4, od P1 do P4, od Z1 do Z8, od KM1 do KM5, od R1 do R8. Najprawdopodobniej wprowadzone literowe symbole najczęściej pochodziły od pierwszych liter słów zagadnień umieszczonych w tytułach kolejnych podrozdziałów. W opiniowanej pracy znajdują się również rozdziały: „wstęp”, „metodyka badań”, „podsumowanie” i oczywiście bibliografia. Poza spisem głównych rozdziałów autor zamieścił również streszczenie pracy w języku polskim i angielskim oraz wykaz skrótów i symboli.

Maszynopis obejmuje łącznie 211 stron wraz ze spisem bibliograficznym i ikonograficznym, w tym 9 tabel, 49 rycin i 7 załączników.

Stwierdzam, że układ pracy dysertacyjnej i jej struktura spełniają wymogi stawiane rozprawom naukowym.

Dysertację napisano na podstawie aż ok. 430 pozycji bibliograficznych, w tym 27 stron internetowych (głównie zawierały one raporty, syntezy i akty prawne) i aktów legislacyjnych – ustaw, rozporządzeń i uchwał. Autor zamieścił również spis literatury pod niektórymi załącznikami – nr 1 i 3-6 (ok. 220 pozycji bibliograficznych). Część tych pozycji jednak nie została ujęta w pozycjach bibliograficznych zamieszczonych na końcu maszynopisu. Utrudniło to dokonanie analizy liczebności zbioru przywoływanej w pracy literatury. Zdecydowana większość, bo aż 99,9%, to literatura obcojęzyczna, głównie angielskojęzyczna. Powyższa literatura posłużyła przede wszystkim do napisania wstępu (str. 13-23), części I dotyczącej dekodowania (str. 35-78) i części II dotyczącej parametryzacji (str. 79-98). Dobór literatury nie był przypadkowy, był ściśle związany z tematyką dysertacji, gdyż

został on oparty na logicznym schemacie wyboru publikacji w okresie dwóch ostatnich dekad. Autor do badań literaturowych zakwalifikował 486 artykułów naukowych, z czego 313 dotyczyło parametrów obiektów środowiska zabudowanego, a 173 parametrów obiektów błękitno-zielonej infrastruktury. Przejrzysty i kompletny wybór literatury przyczynił się do przygotowania bardzo dobrej koncepcji systemu informatycznego.

Autor postawił trzy trafne hipotezy badawcze:

- 1) „Modyfikacja środowiska termicznego ekosystemu miejskiego jest możliwa poprzez zmiany wartości parametrów geometrycznych, morfologicznych i topograficznych obiektów środowiska zabudowanego (BE) i błękitno-zielonej infrastruktury (BGI)”.
- 2) „Mnogość znormalizowanych danych parametrycznych związanych z wpływem obiektów BE i BGI na termikę miast w kontekście jednej strefy klimatycznej umożliwi zbudowanie precyzyjnego cyfrowego modelu środowiska termicznego ekosystemu miejskiego oraz stworzenie wytycznych projektowych pozwalających na jego optymalizację”.
- 3) „Możliwe jest zaprojektowanie oprogramowania automatycznie kreującego wielowarstwowe i realne w implementacji układy błękitno-zielonej infrastruktury w odpowiedzi na podane przez użytkownika warunki przestrzenno-termiczne obszaru zurbanizowanego. Celem którego jest uzyskanie najwyższego możliwego poziomu mitygacji efektu miejskiej wyspy ciepła (UHI) i optymalizacji komfortu termicznego człowieka we wskazanym terenie”.

Celem głównym dysertacji było stworzenie projektu oprogramowania optymalizującego środowisko termiczne miasta. W pracy określono dodatkowo 7 celów szczegółowych (str. 24), które wskazują logiczne przejście dwóch etapów technologicznych dla projektowanego oprogramowania, czyli zaobserwowanie podstawowych zależności (TRL 1) i sformułowanie koncepcji technologii (TRL 2).

Hipotezy i cel dysertacji zostały prawidłowo sformułowane. Można by się zastanowić nad zmianą sformułowania etapu technologicznego TRL 1 z „zaobserwowanie podstawowych zależności” na „poznanie podstawowych zależności”.

W dysertacji użyto mieszanej metodologii badań, łączącej metody ilościowe i jakościowe, aby mieć zalety obu i zminimalizować ich wady, co świadczy o dojrzałości Doktoranta. Metody jakościowe wykorzystano do badań obiektów środowiska zabudowanego (BE) i błękitno-zielonej infrastruktury (BGI), ich parametrów oraz sposobu analizy danych, a także do zbudowania holistycznego obrazu modyfikatorów efektu miejskiej wyspy ciepła (UHI) oraz wytycznych do optymalizacji środowiska termicznego miasta. Z kolei metody ilościowe zastosowano do weryfikacji częstości występowania specyficznych badań z zakresu wpływu parametrów obiektów BE i BGI na intensywność efektu UHI oraz do oceny możliwości wykorzystania poszczególnych parametrów w modelowaniu środowiska termicznego miasta. Przy wykorzystaniu analizy dyskryminacyjnej sprawdzono, które rodziny / grupy parametrów były najczęściej wykorzystywane w badaniach nad BE i BGI i w jakich krajach. W tym celu zastosowano progresywną analizę krokową, za pomocą której oceniono wszystkie analizowane zmienne, a te, które najbardziej przyczyniły się do dyskryminacji grupowej, zostały uwzględnione w modelu. Proces ten powtarzano aż do osiągnięcia wartości co najmniej lub poniżej poziomu 0,05 dla badanej zmiennej. Test permutacji Monte Carlo został przeprowadzony w celu określenia poziomu istotności zarówno dla każdej zmiennej z osobna, jak i dla całego modelu. Do sprawdzenia, która z technik będzie najbardziej odpowiednia dla analizowanego zbioru danych, posłużyła analiza zgodności. Wszystkie testy, obliczenia, a także wykresy zostały przygotowane w oprogramowaniu Canoco for Windows oraz w arkuszu kalkulacyjnym Microsoft Excel.

W moim odczuciu w metodologii badań zabrakło przedstawienia formuły i skali wskaźnika temperatury fizjologiczno-ekwiwalentnej (PET) opisującego komfort termiczny pieszych, do

którego autor często się odwołuje w pracy. M.in. w części III pracy można się dowiedzieć, że zadaniem głównym modułu obliczeń PET jest przeliczenie wartości UHI na skalę PET.

Autor zrobił kwerendę aktów prawnych związanych z planowaniem przestrzennym i aktów pokrewnych, w których mogły pojawić się terminy bezpośrednio związane z tematyką pracy. Opis dokumentacji projektowej systemu informatycznego oparto na metodologii UML, stosowanej w inżynierii oprogramowania. Etapy systemu informatycznego autor przedstawił szczegółowo na stronach 32-33 maszynopisu (zał. 2). Poziom gotowości technologicznej produktu oszacowano na podstawie klasyfikacji TRL w skali 9-stopniowej. Wykonano również analizę rynku pod kątem wdrożenia systemu informatycznego w Polsce.

Stwierdzam, że zarówno zakres badań, jak i dobór metod zastosowany w dysertacji jest właściwy i zgodny z przyjętymi hipotezami badawczymi.

We wstępie pracy Doktorant przedstawił m.in. teoretyczne uwarunkowania miejskiej wyspy ciepła i udział błękitno-zielonej infrastruktury w jej mitygacji. W części I pracy autor w ekosystemie miejskim wyróżnił i zdefiniował trzy skale obiektów o specyficznych właściwościach termicznych, czyli skalę jednostki sąsiedzkiej, skalę kanionu ulicznego i skalę budynku. W pracy zamieszczono i bardzo dobrze opisano rodzaje obiektów błękitno-zielonej infrastruktury, czyli zieleni powierzchniową, obiekt wodny, zieleni przyuliczną, żywą ścianę i zielony dach na tle głównych skali przestrzenno-krajobrazowych i synergii zachodzących pomiędzy jednostkami architektoniczno-urbanistycznymi w nich osadzonymi.

Pod rozważę sugeruję wziąć wprowadzenie zmiany stosowanego w pracy terminu „zielona ściana” na terminy „żyjąca ściana” lub „roślinna ściana”, które rekomendują stosować eksperci Polskiego Stowarzyszenia „Dachy Zielone” (Weber-Siwińska M. i in. 2017. Architektura Krajobrazu 3: 4-17).

Autor słusznie zauważył, że powierzchnia obszaru zurbanizowanego warunkuje jego obraz termiczny i determinuje ten wpływ w zależności od stopnia zurbanizowania analizowanej jednostki architektoniczno-urbanistycznej, a także zwrócił uwagę na szereg atrybutów modyfikujących obraz termiczny ekosystemu miejskiego, takich jak: materiały budowlane i związane z nimi procesy fizyczne (porowatość, promieniowanie cieplne, przewodność cieplna, pojemność cieplna, emisyjność, albedo).

W pracy wytypowano rodzaje lokalnych stref klimatycznych w zależności od typu zabudowy i pokrycia terenu. Niektóre z tych stref mogą pełnić funkcję cieplej lub chłodnej wyspy w mieście. Uważam, że w tych strefach, np. na obszarze pokrytym zaroślami i krzewami (LCZ C) nie mamy do czynienia z klimatem, ale z mikroklimatem, zazwyczaj charakteryzującym układ warunków meteorologicznych dla małej części środowiska i dlatego proponuję zmienić nazwę tego terminu z „lokalne strefy klimatyczne” na „lokalne strefy mikroklimatyczne”.

W pracy zostały omówione jednostki architektoniczno-urbanistyczne i ich parametry w kontekście dynamiki zmian temperatury oddziałującej na otoczenie i w kontekście koncepcji systemu informatycznego. W przypadku budynku i jego otoczenia autor wyodrębnił, a następnie scharakteryzował, najważniejsze jego parametry decydujące o warunkach mikroklimatycznych miejsca, takie jak: wysokość, kształt i powierzchnia, roślinna ściana, zielony dach, geometria powierzchni (charakteryzująca stosunek szerokości odstepu między budynkami do ich wysokości), orientacja ulicy w stosunku do przebiegu ścieżki słonecznej, zieleni przyuliczna. Z kolei jednostkę sąsiedzką autor dysertacji opisał za pomocą następujących parametrów: powierzchnią zabudowy, wzorem przestrzennym zabudowy, gęstością zabudowy, wysokością zabudowy, a także obecnością terenów zieleni i obiektów wodnych, które najistotniej mogą decydować o tworzeniu się miejskiej wyspy ciepła.

Większość omawianych procesów w kontekście intensywności efektu UHI została bardzo dobrze zilustrowana na ryc. 9-41, co z pewnością ułatwiło interpretację charakteryzowanych zagadnień.

W części II autor rozprawy doktorskiej przedstawił analizę dostępności danych parametrycznych, która została zdefiniowana przez liczbę publikacji naukowych, w których dany parametr lub ich grupa, dotycząca obiektów BE i BGI, zostały wymienione jako modyfikujący środowisko termiczne miasta. Powyższa analiza została przeprowadzona wg przyjętej klasyfikacji. Do każdej z dwóch wyodrębnionych klas (BE i BGI) przyporządkowano obiekty miejskiego ekosystemu, a następnie każdy obiekt został opisany trzema rodzinami / grupami parametrów: geomorfologiczną – określającą wielkość przestrzenne obiektów, morfologiczną – przedstawiającą strukturę wewnętrzną obiektu i jego właściwości, topograficzną – odpowiadającą na pytania „gdzie?” i „jak?” usytuowany jest obiekt w tkance miasta. Ocena jakościowa danych, która została wykonana za pomocą kanonicznej analizy zgodności (CCA) umożliwiła wytypowanie najistotniejszych rodzin / grup parametrów dla badanej klasy i wykorzystanie ich w modelu parametrycznym, a następnie zaimplementowanie ich do koncepcji systemu informatycznego. Logiczna reprezentacja parametrycznego modelu środowiska termicznego miasta została przedstawiona w załączniku 2. Na podstawie hierarchii skal i informacji o przynależności obiektów Doktorant skonstruował ogólne wzory logiczne opisujące środowisko termiczne ekosystemu miejskiego w różnych skalach.

W podrozdziale „Wytyczne do optymalizacji środowiska termicznego ekosystemu miejskiego” mgr. inż. arch. kraj. Patryk Antoszewski wskazał główne założenie optymalizacyjne polegające na dostosowaniu ilości promieniowania przychodzącego do potrzeb termicznych budownictwa, właściwych dla typu klimatu, w którym znajduje się miasto, a także wskazał m.in. na uwzględnienie komfortu termicznego pieszych, długości wegetacji w danej szerokości geograficznej oraz szerokiej gamy modyfikatorów in-situ i ex-situ. Natomiast ograniczenia optymalizacyjne środowiska termicznego ekosystemu miejskiego wynikające z polskich aktów prawnych zamieszczono w zał. 6.

Część poufna recenzji

Fragment recenzji pozostaje niejawnym w związku z zabezpieczeniem własności intelektualnej UPP oraz autora pracy.

Fragment recenzji pozostaje niejawnym w związku z zabezpieczeniem własności intelektualnej UPP oraz autora pracy.

Podsumowanie i wnioski nie budzą wątpliwości oraz wynikają z przeprowadzonych badań i przygotowania systemu informatycznego służącego automatycznej optymalizacji środowiska termicznego obszarów zurbanizowanych z użyciem obiektów błękitno-zielonej infrastruktury. Niewątpliwie praca ma charakter aplikacyjny, a jej wyniki badań będą mogły być w przyszłości wykorzystane w sposób praktyczny przez wiele grup odbiorców.

Uwagi, które nie zostały umieszczone bezpośrednio w tekście recenzji:

-Zamiast określenia częstotliwość (str. 13, 14, 30, 85 itd.) proponuję stosować termin częstość, która wyraża stosunek wystąpień danego zjawiska w czasie. Jednostką

częstotliwości wg układu SI jest herc. Jednostka ta opisuje liczbę powtórzeń jakiegoś zjawiska na sekundę i dotyczy zagadnień fizycznych nie omawianych w niniejszej dysertacji, np. ruchu obrotowego, drgań, napięć.

-W pracy nie zostały zdefiniowane pojęcia – niska roślinność i niska zabudowa. Proszę o ich definicję.

-Proszę o wyjaśnienie następującego sformułowania „Korzystanie z urządzeń klimatyzacyjnych (A/C) może podnieść lokalną temperaturę zewnętrzną o 1,7°C za sprawą strumieni ciepła tłoczonych z wnętrz budynków” (str. 51). Klimatyzacja chłodzi czy podgrzewa powietrze w pomieszczeniach? Proszę rozwinąć temat.

-Proszę o wyjaśnienie następującego sformułowania „Wpływ parametru współczynnika proporcji kanionu jest dynamiczny w ciągu dnia i całego roku” (str. 53). Czy to oznacza, że zmienia się szerokość i głębokość kanionu w ciągu dnia?

-Zamiast określenia gładkość (str. 54 i 55) proponuję stosować termin szorstkość (lub współczynnik aerodynamicznej szorstkości terenu), który ma istotny wpływ na zmianę prędkości wiatru w danej przestrzeni.

-W pracy proponuję konsekwentnie stosować termin zieleń przyuliczna, zamiast terminu zieleń uliczna (str. 92).

-Należy unikać sformułowań typu „najistotniejsze statystycznie” (str. 86) na rzecz sformułowań, np. istotny statystycznie na poziomie $\alpha < 0,01$ czy $\alpha < 0,001$.

-„Chłodzenie ewaporyzacyjne” (str. 60), czy chodziło o „chłodzenie ewaporacyjne”?

Wniosek końcowy

Przedstawiona do oceny rozprawa Pana mgra inż. arch. kraj. Patryka Antoszewskiego pt. „Środowisko termiczne ekosystemów miejskich: dekodowanie, parametryzacja, optymalizacja” napisana pod naukową opieką dra hab. inż. Dariusza Świerka w pełni mieści się w dyscyplinie naukowej rolnictwo i ogrodnictwo oraz spełnia warunki określone w art.187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 poz. 1668, z późn. zm.).

Stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego polegające na przygotowaniu systemu informatycznego służącego automatycznej optymalizacji środowiska termicznego obszarów zurbanizowanych z użyciem obiektów błękitno-zielonej infrastruktury. Stwierdzam również, na podstawie przedłożonej rozprawy dysertacyjnej, że Kandydat do stopnia doktora prezentuje odpowiednią ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo oraz nabył umiejętności do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. W związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie Pana Patryka Antoszewskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego we wskazanej dyscyplinie.

Jednocześnie biorąc pod uwagę kompleksowość i szeroki zakres badań nad koncepcją systemu informatycznego, a także bardzo wysoką merytoryczną wartość rozprawy dysertacyjnej zarówno części teoretycznej, jak i części praktycznej **wnioskuję** do Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu o **jej wyróżnienie.**

