

dr hab. inż. Henryk Wachta, prof. PRz
Katedra Energoelektroniki i Elektroenergetyki
Wydział Elektrotechniki i Informatyki
Politechnika Rzeszowska
Aleja Powstańców Warszawy 12
35 - 029 Rzeszów
Tel: 17 865 19 77
email: hwachta@prz.edu.pl

Rzeszów, dnia 26 sierpnia 2026 r.

**RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ
MGR INŻ. PIOTRA RATAJKIEWICZA**

zatytułowanej:

**„KONTEKSTOWE KSZTAŁTOWANIE OŚWIETLENIA PRZESTRZENI PUBLICZNYCH
- KRYTERIA JAKOŚCI OŚWIETLENIA
ORAZ MODEL WSPOMAGANIA DECYZJI PROJEKTOWYCH”**

1. Podstawa formalna recenzji

Niniejszą recenzję zrealizowałem w oparciu o:

- Ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r., art.187 (Dz. U. z 2023 r. poz.742) z późniejszymi zmianami,
- pismo Dziekana Wydziału Architektury Politechniki Poznańskiej dr hab. inż. arch. Agaty Gawlak, prof. PP o symbolu: WA.51.07.2026 z dnia 16 lipca 2026 r., informujące o powołaniu mnie Uchwałą Rady Dyscypliny Architektura i Urbanistyka Politechniki Poznańskiej nr 12/2025/2026 z dnia 14 lipca 2026 roku na recenzenta rozprawy doktorskiej autorstwa mgr inż. Piotra Ratajkiewicza zatytułowanej: „Kontekstowe kształtowanie oświetlenia przestrzeni publicznych – kryteria jakości oświetlenia oraz model wspomagania decyzji projektowych”,
- umowę o dzieło nr 0100/2026/207 z dnia 10 sierpnia 2026 roku na wykonanie recenzji niniejszej rozprawy doktorskiej oraz
- udostępnione mi w dniu 22 lipca 2026 r. dwa wydrukowane i oprawione tomy rozprawy wraz z jej kopią cyfrową utrwaloną na nośniku CD.

2. Przedmiot recenzji

Recenzowana rozprawa doktorska wykonana została na Wydziale Architektury Politechniki Poznańskiej, w dziedzinie nauk inżynieryjno - technicznych, w dyscyplinie architektura i urbanistyka, pod merytoryczną opieką dr hab. inż. arch. Hanny Michalak, prof. PP jako promotora.

3. Ocena podjętej tematyki i uzasadnienie jej wyboru

Na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat dziedzinie oświetlenia przestrzeni publicznych towarzyszyły dynamiczne przemiany technologiczne. Jednym z głównych

stymulatorów tych zmian stało się powszechne wdrażanie zintegrowanych z zaawansowanymi systemami optycznymi półprzewodnikowych źródeł światła o wysokiej skuteczności świetlnej, przekraczającej obecnie poziom 200 lm/W. Ta nowa jakość technologiczna, bazująca na małej powierzchni gabarytowej źródeł LED, pozwala z wysoką precyzją kierować strumień świetlny w wybrane strefy przestrzeni.

Równolegle ewoluują wymagania dotyczące jakości przestrzeni publicznych, bezpieczeństwa użytkowników, ochrony środowiska oraz ograniczania negatywnego wpływu światła sztucznego na zdrowie człowieka i ekosystemy. W procesie projektowym coraz większy nacisk kładzie się także na minimalizację emisji dwutlenku węgla w infrastrukturze transportowej, jak również na optymalizację kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych. W konsekwencji współczesne decyzje projektowe w obszarze techniki świetlnej nie mogą opierać się wyłącznie na wyodrębnionych przesłankach technicznych lub ekonomicznych.

Należy jednocześnie podkreślić, że zapewnienie bezpieczeństwa użytkowników w porze nocnej nadal pozostaje priorytetowym celem oświetlenia publicznego. Choć aktualne normy dotyczące oświetlenia dróg i ulic uwzględniają bezpieczeństwo wszystkich uczestników ruchu, to nie stanowią wystarczającej podstawy do kompleksowego kształtowania jakości zróżnicowanych przestrzeni publicznych po zmroku - w szczególności miejsc pełniących funkcje społeczne, rekreacyjne czy reprezentacyjne. Pełna percepcja wzrokowa otoczenia wymaga także uwzględnienia wielopoziomowego oświetlenia płaszczyzn pionowych takich jak elewacje, zieleń oraz inne elementy budujące granice przestrzeni.

A zatem w praktyce inżynierskiej i naukowej wyraźnie dostrzegalny jest brak spójnych i uporządkowanych wytycznych oraz metodyki, która umożliwiałaby wielokryterialne dostosowanie rozwiązań oświetleniowych do specyfiki miejsca, sposobu jego użytkowania oraz skutków środowiskowych i ekonomicznych. Braki te są szczególnie widoczne w kontekście aktualnego prawa zamówień publicznych, nie tylko dopuszczającego, ale wzmacniającego potrzebę oceny wielokryterialnej w projektowaniu oświetlenia. Biorąc powyższe pod uwagę można przyjąć, że punktem wyjścia podjętych przez Autora rozważań badawczych było założenie, że potrzeby oświetleniowe wynikają bezpośrednio z ogólnej funkcji analizowanego obszaru. W myśl tego założenia o zróżnicowaniu tych potrzeb w znacznym stopniu decydują specyficzne cechy przestrzeni oraz realny sposób jej użytkowania.

Korzystając z opieki naukowej Pani Promotor, Autor rozprawy doktorskiej podjął badania mające na celu opracowanie spójnego narzędzia, które pozwalałoby przełożyć zróżnicowane przesłanki projektowe na uporządkowaną, wielokryterialną procedurę wspomagania decyzji w zakresie projektowania oświetlenia. Działania te są w zamyśle Autora odpowiedzią na zarysowaną lukę badawczą.

Wobec powyższego stwierdzam, że podjęty przez Autora temat badawczy wpisuje się we współczesne trendy rozwoju dyscypliny architektura i urbanistyka i odpowiada na realne zapotrzebowanie nauki. Autor rozprawy doktorskiej formułując pytania badawcze w sposób przekonujący wykazał obecność luki badawczej w dotychczasowej literaturze przedmiotu, którą przeanalizował. Zarysowany problem badawczy jest jasny,

logiczny oraz odpowiednio szeroki na poziomie doktoratu. Wybór tematu oceniam jako trafny, a jego uzasadnienie jako wyczerpujące.

4. Ocena struktury, objętości i strony edytorskiej

Rozprawa doktorska przygotowana została w formie obszernej dwutomowej monografii (wydawnictwo książkowe sygnowane przez: Politechnika Poznańska, Wydział Architektury, Poznań 2026) obejmuje 304 strony tomu pierwszego oraz 131 stron tomu drugiego obejmującego 4 tematyczne grupy załączników. Praca zawiera 292 strony tekstu merytorycznego, 77 rysunków oraz 79 tabel (w tym 2 strony spisu treści, 10 stron bibliografii oraz 4 strony streszczenia w polskiej i angielskiej wersji językowej). Bibliografia obejmuje 162 pozycje literaturowe (w tym 70% pozycji zagranicznych, w tym 57 pozycji z ostatnich pięciu lat), 29 pozycji listy „masterplanów” oraz 40 pozycji norm, aktów prawnych, wytycznych technicznych oraz wybranych innych dokumentów. W bibliografii zamieszczono 7 współautorskich artykułów naukowych Autora rozprawy (poz. nr 76, 120, 121, 122, 123, 124 oraz 125), z których część figurowało na liście Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w roku ich publikacji. Z tej grupy w 6 publikacjach jest on pierwszym współautorem. Pozycja literaturowa nr 124 figuruje w wersji maszynopisu niepublikowanego. Wymienione pozycje literaturowe są związane bezpośrednio z tematyką rozprawy.

Zaproponowany i zrealizowany układ strukturalny rozprawy jest poprawny. Pozwolił mi wyodrębnić oraz jednoznacznie ocenić osiągnięcia własne Autora. Treść merytoryczna obejmuje 10 rozdziałów, w tym wstęp, podsumowanie i wnioski oraz końcowy rozdział bibliografii.

Rozdział pierwszy Autor poświęcił uzasadnieniu podjęcia problematyki badawczej, sformułowaniu celów badawczych oraz tezy pracy. Zamieścił krytyczny przegląd literatury ze wskazaniem nierozpoznanego obszaru badawczego oraz opis zaproponowanej metodologii. Opracowana treść rozdziału dowodzi, że zasadniczy problem badawczy podjęty przez Autora wynika z braku zintegrowanego podejścia łączącego parametry przestrzeni publicznej, kryteria jakościowe oświetlenia i procedury decyzyjne w projektowaniu. W tym rozdziale jasno uzasadniono naukową nowość poruszanej problematyki oraz istotną potrzebę podjęcia tematu.

W rozdziale drugim Autor jasno wykazał, iż problematyka oświetlenia przestrzeni publicznych charakteryzuje się wysokim stopniem złożoności, w ramach którego interaktywnie nakładają się na siebie determinanty przestrzenne, funkcjonalne, środowiskowe, ekonomiczne i te, które obejmują problematykę zarządzania oświetleniem. Udowodnił przy tym, że zdefiniowane potrzeby fotometryczne i jakościowe nie wykazują cech uniwersalności, lecz stanowią pochodną struktury morpho - funkcjonalnej danej przestrzeni, specyfiki jej użytkowania oraz konkretnych uwarunkowań kontekstowych. To cenne spostrzeżenie ujawniło istotną lukę w dotychczasowej praktyce inżynieryjno - projektowej, sprowadzającej nierzadko procesy decyzyjne do jednostronnego spełniania kryteriów normatywnych bądź wyodrębnionych preferencji.

Rozdział trzeci obejmuje zagadnienia identyfikacji cech kontekstu przestrzennego, istotnych dla zdefiniowania potrzeb oświetleniowych. Klasyfikacja przestrzeni według

potrzeb oświetleniowych jest tu kluczowa, gdyż pozwala przełożyć złożony problem urbanistyczny na zestaw konkretnych wskaźników wykonawczych. Autor słusznie zauważył, iż w praktyce projektowej ten poziom rozpoznania okazuje się rozstrzygający, gdyż o potrzebach oświetleniowych nie decyduje wyłącznie rodzaj zastosowanej infrastruktury technicznej, lecz przede wszystkim przestrzenne ukształtowanie otoczenia, relacje zachodzące między jego warstwami, intensywność i charakter użytkowania, a także funkcja, jaką światło powinno pełnić w kreowaniu odbioru i organizacji danego miejsca.

Metodologiczne podstawy oceny jakości oświetlenia przestrzeni publicznych stanowią treść **rozdziału czwartego**. Autor skupił się w nim na wymiarze projektowym i technicznym, definiując kluczowe zmienne, parametry odniesienia oraz uwarunkowania technologiczno - infrastrukturalne. Ta operacja umożliwiła wyselekcjonowanie porównywalnych cech poszczególnych wariantów oświetleniowych w oparciu o normy i zalecenia branżowe jako ważne źródło wskaźników oraz warunków brzegowych.

W **rozdziale piątym** wskazano, że ocena jakościowa oświetlenia nie może ograniczać się do pojedynczych wskaźników, lecz wymaga syntezy szeregu niezależnych wymiarów takich jak: uwarunkowania użytkowe, środowiskowe, ekonomiczne, estetyczne oraz obejmujące specyficzne zagadnienia zarządzania oświetleniem. Są to obszary z natury ze sobą powiązane, a zarazem pozostające niejednokrotnie w stosunku do siebie w sprzeczności. Jest to słuszne ukierunkowanie pracy badawczej na możliwość zastosowania w badaniach szczegółowych oświetlenia publicznego wielokryterialnej metody podejmowania decyzji „MCDA” z wykorzystaniem modelu „PROMETHEE”.

W ramach **rozdziału szóstego** Autor zaprezentował pozyskany i uporządkowany materiał badawczy, służący w dalszej kolejności do budowy modelu decyzyjnego. Omówił w nim metodykę badań szczegółowych oraz przedstawił rezultaty analizy środowiska wybranego obszaru, a także wyniki sondażu diagnostycznego, dotyczącego preferencji oświetleniowych użytkowników. Realizacja pomiarów poligonalnych pozwoliła skonfrontować przyjętą klasyfikację z rzeczywistym stanem infrastruktury i poziomami normatywnymi. Z kolei zastosowany komponent ankietowy umożliwił identyfikację ludzkich oczekiwań odnośnie ilości światła i poczucia komfortu w przestrzeni nocnej.

Rozdział siódmy zawiera istotę autorskiego wkładu naukowego rozprawy. Autor dokonał w nim redukcji wielowymiarowej przestrzeni problemowej. Proces ten objął wyodrębnienie kategorii kontekstu, określenie preferencji nadrzędnych oraz sformułowanie kryteriów oceny wraz z przypisanymi im wskaźnikami. Stanowiło to formalną podstawę do budowy modelu wspomagania decyzji projektowych z wykorzystaniem metody „MCDA/PROMETHEE”. W rozdziale zaprezentowano pełną algorytmizację procedury oceny wariantów oraz jej weryfikację aplikacyjną na reprezentatywnych próbach badawczych.

Treść **rozdziału ósmego** objęła dyskusję nad uzyskanymi przez Autora pracy rezultatami - omówiono w nim ich aplikacyjne oraz poznawcze implikacje dla dyskursu

o jakości oświetlenia przestrzeni publicznych. Dyskusja objęła również ograniczenia przeprowadzonych badań oraz możliwe ścieżki rozbudowy modelu.

Rozprawę zamyka **rozdział dziewiąty**, w którym Autor sformułował syntezę wniosków końcowych, zdefiniował swój zasadniczy wkład pracy w aktualny stan wiedzy oraz wskazał perspektywy kontynuacji badań. Integralną część rozprawy tworzą ponadto wykaz literatury oraz aneksy, będące źródłowym zapleczem materiałowym i dokumentacyjnym.

Wybrane uwagi edytorskie

Po zapoznaniu się z treścią rozprawy sformułowałem następujące ważniejsze uwagi porządkujące o charakterze edytorskim:

1. Ta sama pozycja literaturowa figuruje pod numerem 95 oraz 121 rozdziału „Bibliografia”.
2. W pracy tą samą nazwą „Tabela 4” oznaczono opis tabeli na str. nr 78 oraz 86 tomu pierwszego rozprawy.
3. W sytuacji środowiskowej nr 205 podrozdziału „1.2. Zdjęcia dzienne, zdjęcia nocne, rozkład luminancji” nie zamieszczono czytelnego zdjęcia w porze dziennej (str. nr 32 tomu drugiego rozprawy).
4. Brak w podrozdziale „1.2. Zdjęcia dzienne, zdjęcia nocne, rozkład luminancji” prezentacji sytuacji środowiskowych w pozycji nr 82 oraz pozycjach z zakresu od nr 181 do nr 190 (str. nr 21 oraz 31 tomu drugiego).
5. W podrozdziale „1.2. Zdjęcia dzienne, zdjęcia nocne, rozkład luminancji”, nie zamieszczono obrazów rozkładu luminancji poszczególnych sytuacji środowiskowych (pozycje nr 1 - 37, 81, 124, 137 oraz 159 tomu drugiego).
6. Autor niepotrzebnie w stosunkowo krótkim fragmencie tekstu rozprawy powtarza wielokrotnie tę samą informację, np. objęcie badaniami terenowymi 245 przypadków pomiarowych pojawia się w tomie pierwszym na stronie nr 157, 158, 159 oraz dwukrotnie na stronie nr 161.
7. W indeksie tabel nie ujęto tabeli nr 4 ze str. 78 tomu pierwszego rozprawy.
8. Na rys. nr 35, str. nr 98 tomu pierwszego nie naniesiono umieszczonych w opisie oznaczeń „b” oraz „c”.

Inne drobne, mniej istotne uchybienia, odbiegające od instrukcji dla autorów publikacji naukowych oraz szablonu monografii autorstwa Wydawnictwa Politechniki Poznańskiej, a obejmujące błędy interpunkcyjne, brak numeracji wzorów oraz sposób zapisu niektórych parametrów zamieszczonych we wzorach (np. współczynnika luminancji nawierzchni q_0), oraz zasad formatowania dokumentu pominąłem.

Biorąc powyższe pod uwagę uznaję, że w przekazanej mi do oceny rozprawie doktorskiej Autor wykazał się dobrą znajomością kluczowych publikacji stanowiących tło merytoryczne badanych zagadnień oraz precyzyjnie zidentyfikował i sformułował lukę badawczą. Na uznanie zasługuje czytelne wykazanie interdyscyplinarnych powiązań elementów architektury z techniką świetlną.

W części teoretycznej i metodycznej Autor jednoznacznie oraz precyzyjnie zdefiniował zastosowane w pracy pojęcia, użył właściwych terminów technicznych i wskaźników, konsekwentnie opierając się na obowiązujących słownikach naukowych, normach

przedmiotowych oraz literaturze branżowej. Właściwie zastosował i opisał metody badawcze reprezentatywne dla architektury i urbanistyki, w tym między innymi analizę przestrzenno - funkcjonalną, badania terenowe oraz elementy statystyki powiązane z ankietowaniem.

Dowiodł, co zasługuje na podkreślenie, posiadania szerokiej wiedzy z zakresu oświetlenia drogowego, iluminacji obiektów oraz analizy wielokryterialnej, sprawnie odnosząc rozważania teoretyczne do obowiązujących wskazań technicznych. Mając na uwadze wyszczególniony w recenzji, marginalny wpływ uchybień edytorskich na ogólną wysoką wartość merytoryczną pracy, skłaniam się do wniosku, że Autor udowodnił posiadaną ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie architektura i urbanistyka a struktura rozprawy zredagowana została poprawnie.

5. Ocena merytoryczna pracy

Wykazanie luki badawczej pozwoliło Autorowi rozprawy doktorskiej sformułować ogólny cel badawczy, którym było opracowanie metodologicznie uporządkowanego podejścia do kształtowania oświetlenia przestrzeni publicznych, umożliwiającego lepsze dopasowanie rozwiązań oświetleniowych do specyfiki miejsca oraz bardziej świadome podejmowanie decyzji projektowych.

Uzupełniając sformułowane zostały dodatkowe cele szczegółowe:

1. Wyodrębnienie typów przestrzeni publicznych oraz określenie ich cech istotnych z punktu widzenia potrzeb oświetleniowych.
2. Rozpoznanie oczekiwań dotyczących widoczności elementów układu przestrzennego po zmroku, w tym nie tylko powierzchni poziomych, lecz także wybranych elementów pionowych i zieleni.
3. Ustalenie kryteriów oceny oświetlenia oraz przypisanego im znaczenia w procesie podejmowania decyzji projektowych.
4. Opracowanie modelu „MCDA” wspomagającego porównanie wariantów i wskazanie wariantu rekomendowanego w ramach przyjętych założeń.

W ślad za ogólnym oraz dodatkowymi celami badawczymi zaproponowana została teza badawcza w brzmieniu:

„Cechy przestrzeni oraz sposób jej użytkowania stanowią podstawę doboru rozwiązań oświetleniowych w przestrzeniach publicznych, zaś ich uporządkowanie w modelu wielokryterialnego wspomaganie decyzji umożliwia ocenę wariantów oraz wskazanie rozwiązania najlepiej równoważącego wymagania funkcjonalne, społeczne, środowiskowe i ekonomiczne”.

W ogólnym ujęciu w pracy zaproponowano metodologię łączącą: studia literaturowe wraz z analizami opisowymi, badania terenowe z pomiarami średniej luminancji wybranych stref przestrzeni, badanie ankietowe, etap syntezy modelowej z wykorzystaniem metod wielokryterialnego wspomaganie decyzji oraz weryfikację działania modelu na wyodrębnionych rzeczywistych przypadkach projektowych.

Strukturalizacja kontekstu przestrzennego

Wskazany w rozprawie niedostatecznie rozpoznany obszar badawczy, sprowadzający się do trudności w przełożeniu złożoności przestrzeni publicznych na parametryczny zestaw cech aplikacyjnych dla potrzeb projektowania i oceny oświetlenia, w pełni



uzasadnia przyjętą przez Autora potrzebę wstępnej identyfikacji oraz strukturyzacji kontekstu przestrzennego, określającego warunki podejmowanych decyzji. W ramach badań szczegółowych trafnie wyodrębniono siedem reprezentatywnych typologii przestrzeni publicznych, obejmujących: ulice w zabudowie jednorodzinnej, kwartałowej i blokowej, ulice mieszkaniowo - handlowe, parki miejskie i tereny rekreacyjne, ciągi komunikacyjne w obszarach przemysłowych i technicznych oraz drogi w krajobrazie otwartym.

Na uznanie zasługuje wprowadzenie wielowarstwowego opisu przestrzeni. Jest on wynikiem postulatu Autora, iż analizując przestrzeń jako całość należy rozpatrywać także jego poszczególne strefy – warstwy widzialności. Zgodnie z tym podejściem opisem przestrzeni objęto układ płaszczyzn poziomych (powierzchnie ruchu: jezdnia, chodnik, ścieżka rowerowa), układ płaszczyzn pionowych (granice i ściany wnętrza urbanistycznego w strefach: niskiej < 3m, średniej 3-12m i wysokiej >12m), zieleni (niską i wysoką), strefy wyjść i aktywności oraz elementy orientacyjno - kompozycyjne. Zaproponowana w rozprawie struktura przestrzeni urbanistycznej jest w mojej ocenie dostatecznie precyzyjna i wyczerpująca potrzeby badawcze.

Autor także słusznie zauważa, że klasyfikacja przestrzeni na potrzeby inżynierii oświetleniowej musi stanowić rezultat wcześniejszej analizy cech kontekstu przestrzennego. Cechy te determinują nie tylko funkcję i cele oświetlenia w danej lokalizacji, ale także relacje zachodzące pomiędzy poszczególnymi warstwami przestrzeni, które należy uznać za istotne projektowo. Uwzględnienie w zestawieniu tematycznie - ilościowym cech morfologicznych, funkcjonalnych, kompozycyjnych, społecznych, środowiskowych oraz czasowych jest w pełni uzasadnione i wystarczające do prawidłowego zdefiniowania celów oświetleniowych.

Wyprowadzenie kryteriów i wskaźników (deskryptorów) modelu decyzyjnego

Wykazana w rozprawie metodyka wyłaniania kryteriów oceny wariantów oświetleniowych, wykraczająca poza klasyczne wartości luminancji czy natężenia oświetlenia, również zasługuje na uznanie. Finalnie Autor zaproponował rozbudowany zbiór 11 kryteriów szczegółowych obejmujących poza wymaganiami technicznymi i normatywnymi, także jakość przestrzenną, percepcję użytkowników, oddziaływanie środowiskowe, trwałość oraz koszty inwestycyjne i eksploatacyjne. Zestaw ten w sposób kompleksowy i wieloaspektowy łączy wymagania techniczne oraz normatywne, jakość przestrzenną i percepcję użytkowników, oddziaływanie środowiskowe, trwałość oraz zarządzalność, koszty inwestycyjne „CAPEX” i eksploatacyjne „TCO”.

W tym obszarze tematycznym na uwagę zasługuje także autorskie podejście polegające na wprowadzeniu uszczegóławiającej, pięciostopniowej skali wskaźników (deskryptorów). Zabieg ten umożliwił precyzyjne definiowanie pojęć jakościowych, nadając im jednoznaczny wymiar analityczny, możliwy do zastosowania w analizie wielokryterialnej. Pozwoliło to na obiektywną ocenę takich parametrów, jak: czytelność ścian wnętrza urbanistycznego, rozpoznawalność wejść, parterów i stref aktywnych, hierarchię planów, dominant i tła, czy też relacje światła z zielenią. Uważam, że wprowadzenie powyższych wskaźników znacząco wykracza poza tradycyjne podejście projektowe, sprowadzające się zasadniczo do oświetlenia płaszczyzn ruchu.



Preferencje (priorytety) nadrzędne i logika wag

Przedstawione w pracy ujęcie preferencji stanowi udany zabieg metodologiczny. Zastosowany mechanizm pozwala na jednoznaczne sprecyzowanie, które cele w danej przestrzeni publicznej powinny posiadać prymat decyzyjny. Takie uporządkowanie nie tylko znacząco zwiększa przejrzystość samej procedury wyboru, ale również skutecznie ogranicza ryzyko metodologicznego błędu, polegającego na mieszaniu danych opisowych, wartościujących i obliczeniowych tj. zjawiska nader częstego w praktyce projektowej. Podobnie na uwagę zasługuje wyodrębnienie pięciu obszarów preferencji nadrzędnych: bezpieczeństwa, ekonomii, ekologii, estetyki oraz zarządzalności. Operacja ta uczyniła proces określania wag w pełni czytelnym i umożliwiła jego formalną operacjonalizację na poziomie kryteriów szczegółowych.

Warto również docenić wprowadzenie dwóch wariantów ważenia: eksperckiego oraz decyzyjnego. Pierwszy z nich trafnie definiuje hierarchię kryteriów, wynikającą ze specyfiki i charakteru danej przestrzeni, drugi zaś stanowi wartościowe narzędzie do weryfikacji wrażliwości wyniku na wprowadzenie kontrolowanych priorytetów zarządczych. Rozwiązanie to pozwala precyzyjnie rozstrzygnąć, czy zmiany w końcowym rankingu są konsekwencją obiektywnej jakości wariantów, uwarunkowań kontekstowych, czy też przyjętego scenariusza decyzyjnego. Poczynione przez Autora uściślenia na etapie konstruowania modelu oceniam jako w pełni uzasadnione, dojrzałe naukowo i wnoszące istotną wartość do badanego obszaru.

Wykorzystanie procedury „MCDA/PROMETHEE” do oceny wariantów oświetleniowych, rankingu i rekomendacji

Wybór metodyki oceny wariantów oświetlenia przestrzeni publicznych zaprezentowany w rozprawie zasługuje na uznanie. Autor trafnie zauważył, że złożoność problematyki decyzyjnej w tym obszarze wymaga podejścia wielokryterialnego, które wykracza poza uproszczoną redukcję do pojedynczych wskaźników, takich jak koszt inwestycyjny, zużycie energii czy natężenie oświetlenia. Zastosowanie procedury „PROMETHEE”, należącej do rodziny metod wielokryterialnych wspomagania decyzji typu „*outranking*”, jest w pełni uzasadnione specyfiką podjętego problemu badawczego. Metoda ta efektywnie integruje w jednej macierzy decyzyjnej zróżnicowane kryteria: techniczne i ekonomiczne, przestrzenne i percepcyjne oraz środowiskowe. Aplikacja metody „PROMETHEE” pozwoliła nie tylko na obiektywne uszeregowanie analizowanych wariantów, ale również na zachowanie pełnej przejrzystości procesu oceniania poprzez jawne zdefiniowanie struktury wag, kierunków i funkcji preferencji oraz progów interpretacji różnic.

Co szczególnie wartościowe w kontekście aplikacyjnym, przedstawiona procedura nie ogranicza się do bezrefleksyjnego generowania końcowego rankingu. Analiza przepływów preferencji umożliwiła precyzyjne zidentyfikowanie struktury przewag i słabości poszczególnych rozwiązań oraz wykazanie kompromisów wynikających z przyjętych założeń. Dzięki temu rekomendacja końcowa stanowi dojrzałą syntezę merytoryczną, stanowiącą solidną podstawę do uzasadniania decyzji projektowych i inwestycyjnych, wolną od presji czysto kosztowej czy uwarunkowań subiektywnych.

Mając powyższe na uwadze, dobór metody „PROMETHEE” oceniam jako w pełni trafny, a sposób jej implementacji w ocenianej pracy – za skuteczny i poprawny metodologicznie.

Ankietowe i terenowe badania własne połączone z pomiarami średniej luminancji wybranych stref przestrzeni

Doceniam precyzyjnie przemyślaną selekcję materiału badawczego z autorskiej bazy obejmującej 245 sytuacji oświetleniowych. Wysegregowanych zostało 21 reprezentatywnych przykładów, ustrukturyzowanych w ramach 7 zbiorów typologicznych. Zestaw ten w pełni odzwierciedla zróżnicowanie wewnątrz urbanistycznych, relacji przestrzennych, układów komunikacyjnych oraz uwarunkowań krajobrazowo-środowiskowych, a także uwzględnia 3 warianty doświetlenia (stan właściwy, niedoświetlenie oraz prześwietlenie). Pozytywnie należy ocenić kalibrację materiału empirycznego poprzez przypisanie elementom przestrzeni zmierzonych średnich wartości luminancji oraz zestawienie ich z poziomami odniesienia normy PN-EN 13201 i przyjętymi konwersjami fotometrycznymi luminancji i natężenia oświetlenia. Zrealizowane badania potwierdziły operacyjność zaproponowanej przez Autora klasyfikacji kontekstu przestrzennego.

Cennym dopełnieniem badań pomiarowych było przeprowadzenie analiz ankietowych, które pozwoliły powiązać parametry fizyczne z subiektywną oceną percepcyjną respondentów. Metodologia ta umożliwiła uchwycenie wpływu charakteru przestrzeni oraz natężenia światła na odbiór otoczenia, a także identyfikację oczekiwań użytkowników w zakresie widoczności po zmroku – nie tylko w odniesieniu do płaszczyzn poziomych, ale również pionowych elementów struktury urbanistycznej i zieleni. W tej części pracy Autor sprawnie dokonał syntezy danych przestrzennych, pomiarowych i percepcyjnych.

Także merytorycznie właściwie zaplanowano reprezentatywność próby badawczej. Przy założonym marginesie błędu $E = 10\%$ wymagana minimalna liczebność próby wynosiła 97 osób, natomiast faktyczny udział w badaniu 178 respondentów zagwarantował wysoki poziom wiarygodności wnioskowań. Przeprowadzony etap empiryczny w pełni uzasadnił konieczność wdrożenia w dalszej części badań wielowariantowego modelu decyzyjnego, precyzyjnie opisującego potrzeby oświetleniowe poprzez konfigurację cech danego kontekstu przestrzennego.

Weryfikacja działania modelu na rzeczywistych przypadkach projektowych

Oceniam, że weryfikacja operacyjna opracowanego modelu stanowi jeden z najwartościowszych elementów rozprawy, jednoznacznie potwierdzający jej aplikacyjny i wdrożeniowy charakter. Model został poddany kompleksowej ewaluacji pod kątem trzech kluczowych parametrów: użyteczności praktycznej, stabilności rekomendacji (analiza czułości wag) oraz wpływu kryteriów ekonomicznych na końcowy ranking wariantów. Użyteczność modelu została zweryfikowana na podstawie jego aplikacyjnego przetestowania na sześciu rzeczywistych przypadkach projektowych poprzez konfrontację rekomendacji modelowych z decyzjami podjętymi w praktyce inwestycyjnej. Zważywszy na sygnalizowany przez Autora rozpoznawczy charakter badań, doborowi i liczbie przeanalizowanych przypadków nie można



postawić zarzutu – stanowią one reprezentatywną próbkę do wyciągania dojrzałych wniosków. Fakt, że wyniki rekomendacji modelu w przeważającej większości wykazały zgodność z praktyką projektową, dowodzi wysokiej wartości wdrożeniowej proponowanego narzędzia.

Równie wysoko należy ocenić przeprowadzoną analizę czułości wag, do której przyjęto pięć odmiennych profili preferencji (bazowy, kosztowy, jakości przestrzennej, środowiskowy oraz bezpieczeństwa). Uzyskana stabilność wskazana w pięciu z sześciu przypadków potwierdza, że prymat rekomendowanych rozwiązań ma charakter strukturalny, a nie wynika jedynie z arbitralnego doboru preferencji początkowych.

Doświadczalny test kosztowy dostarczył dowodów na to, że opracowane narzędzie zachowuje pełne właściwości procedury wielokryterialnej. Model nie ulega automatycznemu sprowadzeniu do dyktatu najtańszego rozwiązania w warunkach presji ekonomicznej, traktując koszt jako istotny, lecz kontrolowany element oceny. Pozwala to na precyzyjne uchwycenie, jakie wartości jakościowe, środowiskowe czy techniczne są zyskiwane bądź tracone przy określonych cięciach budżetowych.

Reasumując stwierdzam, że model w pełni realizuje stawiane mu cele: porządkuje proces decyzyjny, ujawnia wpływ przyjętych priorytetów oraz umożliwia świadomą kontrolę kryteriów ekonomicznych. Główna wartość naukowa i aplikacyjna proponowanego rozwiązania polega na udanej transpozycji intuicyjnego wyboru wariantów oświetleniowych na poziom obiektywnej i ustrukturyzowanej analizy wielokryterialnej.

Wątpliwości merytoryczne

Upieram się proszę Autora o zapoznanie się z treścią poniższych uwag szczegółowych, odniesienie się do pytań i przesłanie odpowiedzi na mój adres poczty email:

1. Na podstawie jakich kryteriów w opracowanych przez Autora pytaniach ankietowych sytuacje oświetleniowe zostały zdefiniowane jako przypadki „prześwietlone” lub „niedoświetlone”?
2. Na stronie nr 185 tomu pierwszego Autor informuje o tym, że „Badania zweryfikowano przy użyciu kwestionariusza ankiety internetowej na platformie Microsoft Forms”. W jaki sposób odwzorowano jednakowe warunki obserwowalności poszczególnych przykładów oświetlenia przestrzeni publicznych na wszystkich użytych w badaniach ankietowych wyświetlaczach obrazu oraz ich odniesienie do zrealizowanych wyników pomiarowych rozkładu luminancji?
3. Autor charakteryzując próbę badawczą respondentów na str.nr 191 informuje, że jej struktura jest „traktowana jako punkt odniesienia dla dalszej interpretacji wyników”. Następnie z rysunku nr 65 można uzyskać informację, że sumarycznie respondenci w wieku powyżej 50 lat stanowią 33,7% ogólnej liczby respondentów (jedna trzecia ogółu uczestników badań ankietowych). Z czego wynika fakt, iż w ankiecie oceny oczekiwań (w części danych respondenta) nie użyto dodatkowego pytania dotyczącego stanu kondycji wzrokowej tej grupy wiekowej?

4. Autor dla profilu eksperckiego zaproponował, aby poza kryterium bezpieczeństwa oraz zarządzalności systemu pozostałym dziewięciu kryteriom przydzielić równe udziały w masie wag (tabela nr. 68, str. nr 244 rozprawy). W oparciu o jakie przesłanki podjęto taką decyzję?
5. Na stronie nr 252 tomu pierwszego istnieje zapis: „W modelu rekomenduje się zastosowanie funkcji typu „V-shape”. Proszę o wyjaśnienie dlaczego właśnie ta funkcja została wskazana jako funkcja preferencji w metodzie „PROMETHEE”?
6. Użyteczność modelu została zweryfikowana w oparciu o rzeczywisty materiał projektowy. Na stronie nr 261 rozprawy czytamy: „Materiał weryfikacyjny obejmował rzeczywiste przypadki projektowe, w których analizowano po dwa lub trzy warianty”. Proszę o rozwinięcie, co leżało u podstaw ostatecznego wyboru danej liczby wariantów?

Podsumowując uznaję, że Autor wykazał się dojrzałością naukową i pełną umiejętnością prowadzenia samodzielnej pracy badawczej. Świadczą o tym przede wszystkim autorskie podejście do zdefiniowania luki badawczej, przemyślana i uzasadniona metodyka oraz krytyczna i dogłębna dyskusja wyników. Autor wykazał się także umiejętnością interpretacji uzyskanych danych oraz ich wykorzystania do formułowania wniosków badawczych.

6. Najważniejsze osiągnięcia naukowe i techniczne

Wykazane przez Autora uwarunkowania wskazują, że ocena funkcjonowania systemów oświetleniowych w przestrzeni publicznej stanowi złożony, wielokryterialny problem decyzyjny. W pracy dokonano prawidłowej klasyfikacji kryteriów oceny, trafnie rozgraniczając mierzalne parametry techniczno - ekonomiczne od trudno kwantyfikowalnych aspektów jakościowo - percepcyjnych. Finalny wybór spośród wstępnie zakwalifikowanych do badań szczegółowych metody sumy ważonej oraz metody „AHP” metody „PROMETHEE” należy uznać za w pełni uzasadniony merytorycznie. Metoda ta wykazuje szczególną przydatność w sytuacjach braku jednoznacznej porównywalności wariantów według jednego kryterium, gdy decyzja wymaga precyzyjnego uwzględnienia częściowych przewag i słabości poszczególnych rozwiązań.

Na uznanie zasługuje również zaproponowane w rozprawie uporządkowanie sposobu rozumienia jakości oświetlenia publicznego jako relacji pomiędzy parametrami technicznymi, cechami miejsca, sposobem użytkowania, percepcją, estetyką, bezpieczeństwem, środowiskiem i systemem zarządzania. Ujęcie to skutecznie wzmacnia odchodzenie od redukowania kwestii oświetlenia wyłącznie do spełniania wymagań normatywnych, minimalizacji kosztów, mocy zainstalowanej czy samej ilości światła.

Autorska procedura przejścia od rozpoznania kontekstu przestrzennego do oceny wariantów oświetleniowych zastosowana w pracy wdrożyła syntezę klasyfikacji miejsca, preferencji nadrzędnych, kryteriów szczegółowych, deskryptorów i procedury porównawczej. Jej zasadnicza wartość polega na uporządkowaniu procesu decyzyjnego w warunkach konfliktu kryteriów i niepełnej jednoznaczności danych. Inną



istotną wartością poznawczą dysertacji jest synergia badań terenowych, pomiarów luminancyjnych, odniesień normatywnych oraz badań percepcyjnych.

Za najważniejszy rezultat aplikacyjny rozprawy należy uznać model wspomagania decyzji projektowych, służący do porządkowania, porównywania i uzasadniania wyboru wariantów oświetleniowych. Model ten ujawnia przesłanki decyzji, wskazuje źródła przewagi poszczególnych rozwiązań i pozwala efektywnie komunikować konsekwencje odmiennych priorytetów projektowych czy ekonomicznych. Rozprawa wnosi do dyscypliny nową wiedzę w postaci struktury modelu, metodyki jego stosowania oraz sposobu interpretacji wyników. Ostatecznie światło zyskuje w niej miano narzędzia świadomego, odpowiedzialnego oraz w pełni uzasadnionego kształtowania przestrzeni publicznej po zmroku.

Zatem stwierdzam, że zaprezentowany w rozprawie doktorskiej materiał badawczy oraz sposób jego formalizacji jednoznacznie dowodzą, że jej Autor rozwiązał oryginalny problem naukowy, polegający na skutecznej integracji ocen jakościowych i ilościowych w wyborze wariantów oświetleniowych. Praca w moim odczuciu charakteryzuje się wysokim poziomem rzetelności metodycznej i stanowi istotny autorski wkład w rozwój dyscypliny architektura i urbanistyka.

7. Konkluzja

W oparciu o przeprowadzoną analizę merytoryczną i formalną przedłożonej mi do recenzji rozprawy doktorskiej zatytułowanej: „Kontekstowe kształtowanie oświetlenia przestrzeni publicznych - kryteria jakości oświetlenia oraz model wspomagania decyzji projektowych” oraz pomimo wyszczególnionych w treści recenzji uwag krytycznych, uwzględniając wartość całej rozprawy, wkład, zaangażowanie i osiągnięcia Autora stwierdzam, że mgr inż. Piotr Ratajkiewicz zaprezentował w niej szeroką i ugruntowaną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie architektura i urbanistyka. Przedstawił oryginalne rozwiązanie problemu naukowego w oparciu o nowatorskie metody analityczno - projektowe, czym dowiódł pełnej zdolności do samodzielnego planowania i prowadzenia pracy naukowo - badawczej. Sformułowane w pracy cele badawcze zostały osiągnięte a teza pracy udowodniona.

W świetle poczynionych ustaleń stwierdzam, że recenzowana przeze mnie praca doktorska spełnia wymogi prawne i merytoryczne stawiane rozprawom doktorskim, określone w art. 187 ust. 1 - 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zm.).

Mając powyższe na uwadze występuję do Wysockiej Rady Dyscypliny Architektura i Urbanistyka Wydziału Architektury Politechniki Poznańskiej z wnioskiem o przyjęcie rozprawy doktorskiej zatytułowanej: „Kontekstowe kształtowanie oświetlenia przestrzeni publicznych - kryteria jakości oświetlenia oraz model wspomagania decyzji projektowych”, dopuszczenie jej Autora mgr inż. Piotra Ratajkiewicza do publicznej obrony oraz dalszego etapowania postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno - technicznych.


dr hab. inż. Henryk Wachta, prof. PRz