

**Recenzja pracy doktorskiej mgr inż. arch. Aleksandry Przywózki
pod tytułem: *Możliwość usprawnienia cyrkularności budownictwa oraz ustalenie i analiza
czynników wpływających na wyniki śladu środowiskowego na przykładzie wybranych
budynków biurowych na terenie Polski***

a. Podstawy opracowania

Podstawę formalną opracowania recenzji stanowi pismo Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny Architektura i Urbanistyka Politechniki Warszawskiej prof. dr hab. inż. arch. Krystyny Solarek oraz ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”. Podstawę merytoryczną stanowi przekazana praca doktorska.

b. Charakterystyka pracy

Opiniowana praca doktorska napisana jest w języku polskim, liczy w sumie 337 stron. Zawiera 116 rysunków i 53 zestawienia tabelaryczne. Spis bibliografii liczy 163 pozycje. Ponadto praca zawiera wykaz używanych terminów i skrótów oraz załączniki w formie papierowej oraz cyfrowej (zapis na płycie CD dołączonej do pracy) z różnymi rodzajami danych wykorzystanych w obliczeniach. Zamieszczono także streszczenie w języku polskim i angielskim.

Praca składa się z 10 rozdziałów, ale w rzeczywistości można mówić o 6, które stanowią podstawową treść pracy, gdyż numery nadano także wykazowi terminów (rozdział 1), bibliografii, spisowi ilustracji i tabel oraz załącznikom (rozdziały 9-11). Ponadto nastąpiła pomyłka w numeracji, w wyniku której brakuje rozdziału 5. Rozdział drugi to wstęp do pracy, zawierający sformułowanie problemu i pytań badawczych, definicję celów i tez i oraz opis metod badawczych.

Pozostałe rozdziały tworzą dwie części – teoretyczną opartą na analizie stanu badań w trzech ważnych dla dysertacji obszarach (rozdziały 3 - 6) oraz badawczą z podsumowaniem (rozdziały 7 i 8).

Rozdział trzeci Autorka określiła jako rozeznanie stanu badań i zaprezentowała w nim aktualny przegląd wiedzy i wdrożeń dotyczący podstaw gospodarki cyrkularnej w zakresie budownictwa. Odniosła się do nowego podejścia w relacji człowiek-środowisko, teorii gospodarki obiegu zamkniętego, potencjału ekologicznego podstawowych materiałów budowlanych, przykładów efektywnego zarządzania materiałami oraz miast, w których rozpoczęto wdrażanie zasad ekonomii cyrkularnej w budownictwie.

W rozdziale czwartym odniesiono się do problematyki śladu środowiskowego budynków. Jest to bardzo obszerny rozdział (pomimo, że jego tytuł jest oznaczony numerem 4, poszczególne

podrozdziały zaczynają się od oznaczenia 5, stąd pewnie błąd z numeracją kolejnych rozdziałów). Autorka zaprezentowała w nim kategorie wpływu na środowisko, metody obliczania śladu środowiskowego oraz technologie sprzyjające jego minimalizacji. Odniosła się także do znaczenia decyzji projektowych w tych dążeniach.

Rozdział szósty dotyczy systemów certyfikacji budynków. Autorka dokonała przeglądu najbardziej popularnych systemów w kontekście ich podejścia do kryteriów gospodarki obiegu zamkniętego.

Rozdział siódmy zawiera najważniejszą dla pracy, autorską część badawczą. Jest ona rozbudowana, liczy ponad 130 stron i składa się z kilku etapów.

Rozdział ósmy zawiera podsumowanie pracy ukierunkowane na propozycje zmian uprawniających cyrkularność budownictwa w Polsce. Pozostałe rozdziały, jak już wspomniano, to elementy uzupełniające jej zasadniczą zawartość

3. Ocena merytoryczna pracy

3.1. Ocena doboru tematu

Temat pracy mieści się w polu zagadnień środowiskowych, które stały się jednymi z ważniejszych we współczesnych uwarunkowaniach cywilizacyjnych. Zatem z tego już powodu można uznać dobór tematu za wartościowy. Jednak warto zauważyć, że dodatkowo praca wpisuje się w najbardziej aktualne kwestie śladu środowiskowego, jako obiektywnego parametru oceny środowiskowej budynków a także do cyrkularności, jako zasady, wzorowanej na porządku gwarantującym ciągłość istnienia świata natury. Do niedawna za najważniejsze uznawano kwestie energii. Dziś wiemy, że chodzi o coś więcej, a energia jest jedynie jedną z grup zasobów niezbędnych do istnienia budynków. Kompleksowe ujęcie oceny wpływu budynków na środowisko jest aktualnym problemem do rozwiązania, a praca bezpośrednio go dotyczy. Wysoko oceniam zatem wagę społeczną i środowiskową tego tematu, a jego ujęcie uważam za adekwatne do wymagań stawianych pracom doktorskim.

3.2. Cele, tezy i zakres pracy

We wprowadzeniu do głównych założeń pracy (rozdział 2 Wstęp) Autorka odniosła się do szerszego kontekstu zagadnień środowiskowych, które powinny być najważniejszym imperatywem zmian współczesnego budownictwa. Na pytanie czy rzeczywiście są, niestety nie można odpowiedzieć pozytywnie, gdyż na ogół wciąż przegrywają one z grą sił politycznych, energią wciąż nadmiernie rozwiniętej konsumpcji i ogólnoswiatowym pędem do wzrostu stopy życiowej. Zauważa to Autorka ukazując znaczenie podjętej przez siebie tematyki. Trafnie podsumowuje Ona także etap dążeń prośrodowiskowych, na którym aktualnie jesteśmy. Wiemy już, że kwestie energooszczędności w budownictwie, ochrony wyczerpujących się surowców, redukcji odpadów czy badanego szczególnie intensywnie w ostatnich latach śladu węglowego, to elementy większej całości. Aktualny stan badań

pozwała sądzić, że tą całością jest model gospodarki cyrkularnej. Syntetyczny, a jednocześnie dojrzały wywód rozpoczynający pracę jest dowodem na ugruntowaną wiedzę Autorki oraz Jej dużą świadomość dotyczącą ogólnej problematyki rozwoju zrównoważonego w zakresie architektury. Na tym tle Autorka sformułowała pytania badawcze oraz cele własnych badań prezentowanych w dysertacji. Dotyczą one diagnozy aktualnego stanu wdrożenia zasad cyrkularności w projektowaniu budynków w Polsce i możliwości rozwoju w tym zakresie oraz rozpoznania zależności pomiędzy problematyką wbudowanego śladu węglowego a cyrkularnością materiałową. Cele zostały sformułowane w sposób klarowny i są adekwatne dla wymagań pracy doktorskiej. Zakres badań został ograniczony do budynków biurowych oraz warunków polskich, co także należy ocenić pozytywnie. Jest to zakres realny jak na możliwości samodzielnych badań, a jednocześnie pozwalający na analizowanie budynków o podobnych cechach i wznoszonych w jednakowych uwarunkowaniach rynkowych i prawnych.

Autorka zaproponowała cztery tezy (str.30). Są w nich zarówno stwierdzenia o charakterze ogólnym (np. w tezie pierwszej o znaczeniu stosowania materiałów podatnych na przetwarzanie dla śladu środowiskowego budynków), jak i szczegółowym (np. w tezie drugiej o zakresie redukcji śladu środowiskowego wskutek ponownego wykorzystania materiałów po rozbiórce budynku). Jest także bardzo ciekawe odniesienie do relacji poszczególnych składowych śladu środowiskowego (teza trzecia) oraz do znaczenia popularnych w Polsce certyfikacji wielokryterialnych dla wdrażania idei cyrkularności (teza czwarta). Zestaw sformułowanych przez Autorkę tez uważam za wartościowy, trafny i dobrze wyważony w stosunku do możliwości badawczych pracy. Odnoszą się zarówno do ogólnych, choć nie oczywistych kwestii, jak i tych bardziej szczegółowych, ale możliwych do udowodnienia w pracy. Dwa niewielkie zastrzeżenia dotyczą po pierwsze: pytania czy nie należałoby umieścić w tezach (lub części w nich) informacji, że dotyczą one badanych budynków biurowych, a nie wszystkich w ogóle. Nie jestem przekonana czy wnioski z badań Autorki można przenieść wprost na wszystkie budynki niezależnie od wielkości, standardu itp. Po drugie mam uwagę dotyczącą niezbyt trafnego określenia użytego w tezie czwartej. Mówi ona, że „obecna struktura najpopularniejszych certyfikatów wielokryterialnych sprawia, że nie stanowią one efektywnej formy zachęty do wykonywania analizy cyklu życia budynku”. Dyskutowałabym z traktowaniem roli systemów certyfikacji w kategorii „zachęty” do działań pro środowiskowych. Ich rolą jest rzetelność oceny. O tym należy dyskutować i bezwzględnie oceniać. Rozumiem intencje Autorki, jednak nie wydaje mi się, by zostały poprawnie wyrażone w tezie 4. Są to jednak niewielkie mankamenty, które nie zmieniają faktu, że ujęcie naukowe pracy oceniam wysoko jako klarowne, logiczne i wyraźnie ukierunkowane, wartościowe zarówno z teoretycznego, jak i praktycznego punktu widzenia. Świadczy to o bardzo dobrym warsztacie naukowym Doktorantki i Jej dojrzałości.

3.3. Najważniejsze elementy wartości naukowej pracy

Najważniejsze elementy wartości naukowej opinowanej pracy to:

- Dokonanie autorskiego przeglądu teorii, rozwiązań, ustaleń prawnych oraz praktyk w zakresie wdrażania do budownictwa modelu gospodarki obiegu zamkniętego. Dają one obraz aktualnej sytuacji w kontekście Polski i Unii Europejskiej.
- Wykonanie i porównanie analiz wbudowanego śladu węglowego dla przykładowego budynku biurowego dla różnych wariantów materiałowych. Wynikiem tych badań jest określenie możliwości redukcji wbudowanego śladu węglowego za pomocą decyzji materiałowych. Autorka także określiła bariery w dostępie do danych utrudniające podjęte przez Nią badania.
- Wykonanie badań pogłębionych w zakresie analizy śladu węglowego (z wyszczególnieniem różnych jego kategorii) dla tego samego budynku biurowego w zależności od kombinacji wariantu konstrukcji z wariantem fasady. Wyniki badań pozwoliły na wnioskowanie dotyczące hierarchii znaczenia poszczególnych komponentów dla redukcji śladu węglowego.
- Wykonanie badań śladu środowiskowego w różnych kategoriach dla trzech opcji rozwiązania fasady dla teoretycznego budynku biurowego. Rezultaty badań pozwoliły określić znaczenie poszczególnych decyzji architektoniczno-materiałowych na możliwości redukcji śladu środowiskowego fasady.
- Wykonanie przeglądu certyfikowanych budynków biurowych w Polsce oraz głębsza analiza 20 wybranych przykładów pod względem relacji wysokości wyniku certyfikacji w stosunku do wnikliwości analiz dotyczących cyklu życia budynku oraz cyrkularności materiałowej.
- Wykonanie wywiadu kwestionariuszowego wśród 100 respondentów reprezentujących środowisko projektantów różnych branż na temat ich świadomości w zakresie gospodarki cyrkularnej, źródeł wiedzy na ten temat oraz barier w jej wdrażaniu.
- Opracowanie listy propozycji zmian wspierających przekształcanie gospodarkę materiałową w budownictwie w Polsce w kierunku cyrkularności.

3.4. Część badawcza pracy

Badania własne Autorki zostały zawarte w drugiej części pracy, w rozdziale siódmym. Jest to rozbudowany, wieloelementowy rozdział liczący ponad 130 stron. W sumie można go podzielić na trzy części. Pierwsza, największa część dotyczy badań wpływu materiałów na ślad środowiskowy budynku na przykładzie budynków: jednego projektowanego z pełną dokumentacją i modelem BIM i jednego teoretycznego. Autorka użyła w niej specjalistycznego oprogramowania między innymi umożliwiającego analizę Life Cycle Assessment oraz zapotrzebowanie budynku na energię. Badania te wymagały zebrania dużej liczby danych, w tym także trudnych do pozyskania. Wyniki badań pozwoliły na wiele wartościowych wniosków w zakresie znaczenia poszczególnych komponentów i użytych w nich materiałów dla redukcji śladu środowiskowego budynków. Autorka przeanalizowała także zależności między wynikami w różnych kategoriach oddziaływania na środowisko, zwracając

uwagę na najslabiej jak dotąd wykorzystany potencjał decyzji o ponownym użyciu materiałów po rozebraniu obiektu.

Druga część badań dotyczy oceny na ile problem badany w pracy obecny jest w najbardziej powszechnych w Polsce systemach certyfikacji budynków i jaka jest jego waga. Wymagało to od Doktorantki zdobycia i uporządkowania danych oraz żmudnej pracy analitycznej.

Trzecia część badań dotyczy oceny na ile problem badany w pracy jest obecny w świadomości projektantów związanych z procesem budowlanym, jak oceniają jego wagę, jaka jest ich wiedza w tym zakresie, skąd ją czerpią i co stanowi barierę dla jej wdrażania. Doktorantka posłużyła się badaniami ankietowymi, które zostały przygotowane ze wsparciem socjologa i przeprowadzone na grupie 100 osób, co pozwala wysoko ocenić miarodajność wyników. Rezultaty ankiety zostały właściwie opracowane.

Tak skonstruowany ciąg badań stanowi logiczny układ prowadzący do udowodnienia opisanych we wstępie tez. Szkoda, że Autorka nie pokusiła się o pokazanie we wstępie na schemacie graficznym tego ciągu działań z odniesieniem do podjętych celów i tez. Wzbogaciłoby to dość skromną część wstępu poświęconą metodom badań i pozwoliło czytelnikom od razu zrozumieć konstrukcję pracy. Tym niemniej zakres badań i ich jakość oceniam bardzo wysoko. Każda część została właściwie podsumowana. Każda z nich stanowi cenny materiał badawczy nadający się do publikacji w wysoko punktowanych czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym. Można byłoby rozważyć zbiorcze zestawienie wniosków z poszczególnych części na końcu pracy, by ułatwić ich zrozumienie w kontekście jej całości. W podsumowaniu pracy brakuje odwołania do tez, potwierdzenia ich dowodu oraz dyskusji. Warto byłoby zastanowić się na ile wnioski z tych wybranych przez Autorkę przypadków można rozciągnąć na budynki biurowe w ogóle, czy na grupę tych budynków o skali analogicznej do tych badanych (liczę na rozwinięcie tego wątku podczas obrony). Brakuje także wskazania dalszych kierunków badań, które byłyby dowodem na to, że Doktorantka jest w stanie zobaczyć swoje dokonania jako fragment znacznie większej drogi w dążeniu do postawionych celów. Bardzo wartościowy jest z kolei umieszczony w podsumowaniu zbiór różnego rodzaju działań, które należy podjąć by wspierać wciąż słabo jeszcze rozwinięte wdrażanie zasad gospodarki cyrkularnej do budownictwa.

4. Uwagi krytyczne

Przedstawioną pracę oceniam wysoko. Nieliczne uwagi krytyczne nie wpływają zasadniczo na ostateczną wartość osiągnięcia Doktorantki. Jednak kilka drobnych – oprócz podanych w punkcie 3 – nasunęło się podczas czytania pracy:

- a. Tytuł pracy jest trafny i jak najbardziej odzwierciedla jej treść oraz cele, jednak bez szkody dla jego sensu można byłoby go skrócić (zwykle sprzyja to możliwości zapamiętania tytułu przez czytelników).

- b. Polemizować można z słusnością zatytułowania rozdziału trzeciego „Stanem badań”, podczas gdy tytuły kolejnych dwóch zawierają informacje o omawianych zagadnieniach. W istocie wszystkie te trzy rozdziały są na swój sposób rozeznaniem stanu badań, przy czym pierwszy w nich dotyczy najbardziej ogólnych zagadnień. Zamiana tytułu tego rozdziału analogicznie do logiki tytułowania kolejnych byłaby korzystna.
- c. We wstępie pracy zabrakło przeglądu stanu badań w zakresie tematyki zbieżnej z celami dysertacji (w kolejnych rozdziałach mamy do czynienia w przeglądem innego rodzaju). Warto byłoby wskazać Autorów idących w podobnym kierunku i wykazać tym samym oryginalność własnego podejścia. Jest ona niewątpliwa, jednak dobrze byłoby wiedzieć o innych działaniach naukowych na tym polu (np. w innych krajach, w zakresie innych typów budynków itp.).
- d. W podrozdziale III.3. pt „Charakterystyka wybranych materiałów budowlanych i ich możliwości zamykania w cyklach obiegu zamkniętego” Autorka w kategorii Drewno zawarła także inne materiały low-tech, czyli słomę, glinę oraz paździerze konopne, co nie jest słuszne. Tworzą one odrębną kategorię, choć pewnie mało jeszcze liczącą się dla budynków średniej i dużej skali, do jakich zaliczają się budynki biurowe, badane w dysertacji.
- e. Nieco rozczarowujące są wnioski w części teoretycznej (podrozdział VI.4). Są one skromne i wybiórcze. Dotyczą głównie certyfikacji podjętej jako temat ostatniego z rozdziałów teoretycznych oraz zapowiadają badania opisane w następnej części pracy. Mając w pamięci elokwencję, umiejętność syntezy i dużą świadomość Doktorantki, którą pięknie pokazała w części wstępnej, można byłoby się spodziewać lepszego podsumowania części teoretycznej jako całości trzech rozdziałów umieszczonych w pracy po wstępie a przed częścią badawczą.

5. Ocena strony formalnej pracy

Poziom formalny pracy jest bardzo dobry. Pod względem konstrukcji logicznej można ocenić ją wysoko. Konstrukcja ta znajduje swoje odzwierciedlenie w układzie pracy. Zwraca także uwagę rzetelne, konsekwentne opracowanie graficzne. Wszystkie rysunki są ujednolicone, a ich ujęcie właściwie oddaje istotę poruszanych problemów. Autorka wykazała się umiejętnością powoływania na źródła. Bibliografia pracy jest bogata, zawiera ważne pozycje, w tym te najbardziej aktualne.

Praca napisana jest bardzo dobrym językiem. Czyta się ją z przyjemnością i warto, pomimo, że bardzo duża część tekstu traktuje o problematyce technicznej, zwykle trudnej w odbiorze. Pracy pomogłaby dokładna korekta językowa w zakresie błędów literowych (są one nieliczne) oraz lepsze przemyślenie numeracji podrozdziałów, jednak są to niewielkie mankamenty, łatwe do usunięcia w przypadku publikacji pracy lub jej części.

6. Wnioski końcowe

W opiniowanej pracy doktorskiej rozwiązano postawione zadanie naukowe. Autorka właściwie określiła cele pracy i metody ich realizacji. Postawione tezy zostały udowodnione, a wnioski wyprowadzono prawidłowo. Autorka rzetelnie wywiązała się z zadania badawczego, kompletując bogaty materiał i właściwie go opracowując. Na wszystkich etapach pracy wykazała się szeroką wiedzą teoretyczną w zakresie podjętej problematyki oraz wysokim poziomem warsztatu naukowego.

Z pełnym przekonaniem stwierdzam, że przedłożona przez **mgr inż. arch. Aleksandrę Przywózkę** praca doktorska pod tytułem: **„Możliwość usprawnienia cyrkularności budownictwa oraz ustalenie i analiza czynników wpływających na wyniki śladu środowiskowego na przykładzie wybranych budynków biurowych na terenie Polski”** stanowi twórczy wkład do nauki w dyscyplinie *architektura i urbanistyka* oraz spełnia ustawowe wymogi stawiane pracom doktorskim. Stawiam zatem wniosek o dopuszczenie rozprawy do publicznej dyskusji.

Dodatkowo, doceniając wysoki poziom naukowy pracy oraz jej znaczenie dla wspomagania praktyki projektowej w Polsce w zakresie budownictwa o wysokich standardach, wnoszę o jej wyróżnienie. Wniosek swój uzasadniam wysoką wartością naukową pracy, w której Autorka podjęła badania o dużym stopniu zaawansowania wykazując się wiedzą i umiejętnościami wykraczającymi poza kompetencje wynikające w zakresu własnej dyscypliny. Wyniki Jej badań mają duży walor aplikacyjny i trafiają w rzeczywiste, aktualne zapotrzebowanie w zakresie wspierania transformacji środowiskowej budownictwa.

Krzysztof Zieliński