

Dr hab. inż. Dariusz Heim, prof. PŁ
Katedra Inżynierii Środowiska
Politechnika Łódzka
ul. Wólczańska 213, 90-924 Łódź, Poland
tel. +48426313920, e-mail: dariusz.heim@p.lodz.pl

Łódź, dn. 04.03.2024

R E C E N Z J A

pracy doktorskiej mgr inż. arch. Aleksandry Przywózki
pt. „Możliwości usprawnienia cyrkularności budownictwa oraz ustalenie i analiza
czynników wpływających na wyniki wbudowanego śladu środowiskowego na
przykładzie wybranych budynków biurowych na terenie Polski”

wykonanej na Wydziale Architektury Politechniki Warszawskiej,
w dyscyplinie Architektura i Urbanistyka

Promotor: prof. dr hab. inż. arch. Elżbieta Dagny Ryńska

1. Podstawa opracowania recenzji

Recenzję opracowano na podstawie uchwały Rady Naukowej Dyscypliny Architektura i Urbanistyka Politechniki Warszawskiej z dnia 19 grudnia 2023 r. oraz na prośbę Pani Przewodniczącej Rady Naukowej - prof. dr hab. inż. arch. Krystyny Solarek, sformułowaną w piśmie z dnia 16 stycznia 2024 r.

Merytoryczną podstawę opracowanej recenzji stanowi przedmiotowa rozprawa przesłana w wersji drukowanej oraz elektronicznej.

2. Ocena zasadności podjęcia tematu

Istotnymi kierunkami rozwoju współczesnej architektury jest poszukiwanie rozwiązań odpowiadających na aktualne i przyszłe potrzeby społeczne, zmiany klimatyczne oraz wyzwania określone między innymi przez cele w zakresie zrównoważonego rozwoju, które stanowią kluczowy element „Agendy na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030”. Obecnie istnieje wiele inicjatyw, działań i programów o charakterze ogólnym lub skierowanych bezpośrednio do danej branży przemysłowej, mających na celu wspieranie jednego z sześciu priorytetów Unii Europejskiej, czyli program Europejski Zielony Ład. Jak wiadomo celem programu jest dostosowanie unijnej polityki klimatycznej, energetycznej, transportowej

i podatkowej na potrzeby realizacji celu, jakim jest ograniczenie emisji gazów cieplarnianych oraz przyszłej neutralności klimatycznej Unii Europejskiej. Sektory nieruchomości i budownictwa są uważane za kluczowe we wprowadzaniu głębokich zmian, w celu ograniczenia emisji dwutlenku węgla i spełnienia aktualnych potrzeb społecznych.

Wiele rozpoczętych i przyszłych inicjatyw dotyczy branży architektoniczno-budowlanej, i jest bezpośrednio powiązanych z projektowaniem architektonicznym. W szerszym pojęciu jak na przykład projekt „Nowy europejski Bauhaus” mają na celu stworzenie nowego stylu życia, zakładającego między innymi zgodność architektury z zasadami zrównoważonego rozwoju i uwzględniającej ograniczenie emisji dwutlenku węgla. Zagadnienia wpływu budownictwa na środowisko są czynnikiem w istotny sposób determinującym formę, konstrukcję i funkcjonalność przyszłych obiektów, w tym budynków biurowych. Optymalizacja rozwiązań materiałowych, rodzaj zastosowanych elementów technicznego wyposażenia budynków, integracja obudowy z odnawialnymi źródłami energii, rozwiązania tworzące architekturę biofilną czy fasady kinetyczne to jedynie przykłady wpływu nowych trendów na formę współczesnych budynków.

Recenzowana rozprawa doktorska pt. „Możliwości usprawnienia cyrkularności budownictwa oraz ustalenie i analiza czynników wpływających na wyniki wbudowanego śladu środowiskowego na przykładzie wybranych budynków biurowych na terenie Polski”, wpisuje się w aktualny kierunek rozwoju architektury zdeterminowany przez ogólne cele zrównoważonego rozwoju i priorytety Unii Europejskiej w celu osiągnięcia neutralności klimatycznej. W szczególności praca poświęcona została analizie wbudowanego śladu węglowego oraz projektowania zgodnie z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym.

Uważam, że temat przedstawionej rozprawy doktorskiej jest ważny, aktualny i zgodny z obecnymi trendami rozwoju architektury współczesnych budynków biurowych. Poza przeglądem aktualnego stanu wiedzy praca zawiera elementy oryginalne, wśród których wymienić należy m.in. i) wyniki analizy wbudowanego śladu węglowego dla przykładowego budynku biurowego wraz z wariantowaniem rozwiązań, ii) wyniki badań implementacji zasad projektowania cyrkularnego dla 20 obiektów, oraz iii) wyniki badań ankietowych pozwalających na określenie barier we wprowadzaniu projektowania cyrkularnego w Polsce.

3. Zakres i struktura rozprawy

Praca pt. „Możliwości usprawnienia cyrkularności budownictwa oraz ustalenie i analiza czynników wpływających na wyniki wbudowanego śladu środowiskowego na przykładzie wybranych budynków biurowych na terenie Polski” została przygotowana w formie książkowej wraz z niektórymi załącznikami, zawierającymi wyniki 4 badań, przekazanymi w wersji elektronicznej. Część zasadnicza pracy liczy łącznie 315 stron, oraz 22 strony załączników w formie wydruku. Dominującymi pod względem wielkości i istotnymi z merytorycznego punktu widzenia są 3 rozdziały teoretyczne oznaczone od III do VI (błędna numeracja) oraz rozdział VII (Część badawcza), zawierający oryginalne wyniki badań Autorki. W pracy zamieszczono 116 rysunków i 53 tabele wraz z ich spisami na końcu opracowania. Ponadto praca zawiera streszczenie w języku polskim i angielskim, a także

wykaz użytych terminów, skrótów i zwrotów (jako rozdział I). Proporcje rozdziałów są prawidłowe choć część teoretyczna, wraz z przeglądem aktualnego stanu wiedzy jest bardziej wyeksponowana niż część badawcza. Wnioski zamieszczone zostały w różnych częściach pracy i dotyczą jej poszczególnych fragmentów, niekoniecznie rozdziałów co sprawia wrażenie, że monografia jest zbiorem kilku opracowań. Pracę kończy podsumowanie badań jako rozdział VIII.

Praca rozpoczyna „Wstępem” w którym zdefiniowano zakres i obszar badań (rozdział II). W rozdziale tym sformułowano problem badawczy, określono tezy i cele pracy oraz krótko przedstawiono metody i sformułowano pytania badawcze. Rozdział III opisuje stan badań w tematach gospodarki obiegu zamkniętego, materiałów budowlanych w kontekście gospodarki o obiegu zamkniętym oraz wdrażania zasad ekonomii cyrkularnej w budownictwie na przykładzie różnych miast europejskich. Punkty III.2.2 i III.2.3. świadczą o uwzględnieniu przez Doktorantkę wiedzy z innych dziedzin nauki. Rozdział zawiera także informacje na temat europejskiego projektu BAMB - Building as Material Bank. Rozdział kolejny oznaczony jako IV (lub V), o tytule „Ślad środowiskowy budynku”, zawiera podstawowe informacje teoretyczne związane z tematyką rozprawy wraz z opisem metody LCA (Life Cycle Assessment). Natomiast w rozdziale VI, kończącym część teoretyczną opisano metody oceny środowiskowej budynków LEED i BREEAM w zakresie zagadnień materiałowych i surowcowych. W kolejnym rozdziale VII zawierającym wyniki oryginalnych badań i analiz, wyróżnić można 4 zasadniczych części: i) badania przykładowego obiektu, ii) badania przykładowej fasady, iii) badanie procesów certyfikacji wybranych budynków na terenie Polski, iv) badania kwestionariuszowe.

Biorąc pod uwagę łączną liczbę stron praca jest dość obszerna, zaś fragmentami mocno rozbudowana. Stanowi opracowanie obszerne, wielowątkowe i wielopoziomowe, przez co także dość ogólne w porównaniu z typowymi rozprawami doktorskimi, zorientowanymi raczej w kierunku rozwiązania szczegółowego problemu.

4. Ocena formalna

Przedstawiona praca ma charakter badawczo-analityczny i obejmuje zagadnienia z obszaru architektury i inżynierii środowiska przez co niewątpliwie ma charakter interdyscyplinarny. Cele pracy, jakie zamieszczono na str. 31 to: i) wskazanie efektywnych metod obniżenia wbudowanego śladu węglowego, ii) zbadanie zależności pomiędzy wbudowanym śladem węglowym budynków a cyrkularnością w obszarze materiałów budowlanych, iii) weryfikacja trendów w projektowaniu cyrkularnym na polskim rynku budowlanym i określenie możliwości ich usprawnienia. Przy tak sformułowanych celach zawsze pojawia się pytanie czy wybrany obiekt/obiekty są reprezentatywne w kontekście formułowania wniosków ogólnych. Jakie są uwarunkowania prowadzonych badań i analiz, a w szczególności ograniczenia. Zwłaszcza pierwszy ze sformułowanych celów pracy jest trudny do zrealizowania przy użyciu uproszczonych metod, bazując na uśrednionych parametrach oraz korzystając z zagranicznych narzędzi i baz danych. Uwaga ta nie umniejsza jednak znaczenia i poprawności tak sformułowanych celów pracy, a jedynie wskazuje na

możliwość udoskonalenia analizy w przyszłości. Pomimo, że cele pracy zostały sformułowane dość ambitnie a uzyskane wyniki mogą mieć charakter indywidualny, uważam, że w większości zostały one zrealizowane za pomocą poprawnie dobranych metod badawczych (i narzędzi) oraz dzięki wynikom analiz i badań ankietowych. Analizując same wyniki należy jednak pamiętać, że dotyczą one pewnych wybranych, niekoniecznie reprezentatywnych przypadków.

Autorka sformułowała następują 4 tezy pracy.

1. Wykorzystywanie wyrobów budowlanych o wysokim poziomie przetwarzalności może spowodować obniżenie wbudowanego śladu środowiskowego budownictwa. Jest to związane z wydłużeniem żywotności danego wyrobu lub materiału.

2. Implementacja modułu „D” analizy cyklu życia budynku (LCA) dotyczącego ponownego wykorzystania materiałów po rozbiórce budynku może obniżyć wbudowany ślad środowiskowy nawet o 25-30%.

3. Skoncentrowanie analiz śladu środowiskowego budynku na tylko jednym, wybranym kryterium środowiskowym, takim jak GWP, czyli potencjał globalnego ocieplenia, może spowodować zwiększenie negatywnego oddziaływania badanego budynku w innych kategoriach środowiskowych.

4. Obecna struktura najpopularniejszych w Polsce certyfikacji wielokryterialnych sprawia, że nie stanowią one efektywnej formy zachęty do wykonywania analizy cyklu życia budynku. To zmiany legislacyjne oraz zwiększanie świadomości na temat pozytywnych aspektów wykonywania analiz odgrywają kluczową rolę w zwiększeniu cyrkularności materiałowej w Polsce.

Teza 1 wydaje się dość oczywista jeżeli nie zawiera w sobie określonego, spodziewanego poziomu „obniżenia wbudowanego śladu środowiskowego”. Natomiast teza 4 wydaje się trudna do udowodnienia. W końcowej części pracy nie ma jednoznacznego odniesienia do sformułowanych na wstępie tez ze wskazaniem czy zostały one udowodnione czy też nie.

Praca ma klasyczny układ rozprawy doktorskiej. Na wstępie Autorka dokonała wprowadzenia czytelnika w tematykę rozprawy, sformułowała problem badawczy i umówiła zastosowane metody. Wiele rysunków zamieszczonych w pracy nie ma bezpośrednich odwołań w tekście, co nieco utrudnia jej czytanie. Przywoływane pozycje bibliograficzne są aktualne, a część z nich to źródła anglojęzyczne. Dwie pozycje w spisie bibliograficznym to publikacje Doktorantki, w tym jedna mono-autorska. Podsumowanie kończące zasadniczą część pracy jest dość konkretne, a ponadto zawiera propozycje zmian usprawniające cyrkularność budownictwa w Polsce, co nadaje pracy charakter praktyczny.

W mojej opinii praca wydaje się być w miarę obszerna (część zasadnicza liczy łącznie 315 stron) choć mogłaby być staranniejsz sformatowana. Niewątpliwie Doktorantka starała się dokonać jak najbardziej kompleksowej i rzetelnej oceny rozwiązań dla wybranych przypadków. Wielopłaszczyznowość podejścia do badanego zagadnień spowodowała, że uzyskane wyniki są w niektórych przypadkach niejednoznaczne, zaś zastosowane narzędzia wraz z bazami danych nie są do pełni miarodajne dla warunków polskich. Praca napisana jest poprawną polszczyzną, zaś drobne błędy o charakterze redakcyjnym wykazane w dalszej części recenzji nie mają wpływu na całościową, pozytywną ocenę.

5. Ocena merytoryczna

5.1 Ocena części przeglądowej

W mojej opinii część teoretyczna pracy dotycząca przeglądu literatury, czyli rozdziały III-VI jest obszerna i wielowątkowa. Świadczy o wszechstronnej wiedzy doktorantki z tematyki objętej rozprawą, zaś w szczególności na temat zagadnień dotyczącej śladu środowiskowego i certyfikacji środowiskowej budynków. Ewentualnym brakującym elementem byłoby zidentyfikowanie poruszanych zagadnień w kontekście celów zrównoważonego rozwoju w obszarach zdefiniowanych w dokumencie ONZ „Przekształcania naszego świata: Agenda na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju – 2030”. Poniżej zamieściłem inne uwagi szczegółowe dotyczące przeglądowej części pracy.

5.1.1. W kontekście dyskusji nad sformułowaniem „budownictwo ekologiczne”, str. 25, proszę o rozbudowanie swojej wypowiedzi klasyfikując odpowiednio budynki wykonane z materiałów naturalnych lub niskoprzetworzonych, takich jak glina, słoma, wyroby na bazie konopi, etc. (opisane w punkcie III.3.1). Czy znane są inne technologie bazujące na materiałach niskoprzetworzonych? Czy budynki wykonane z takich nietypowych materiałów mogą zostać uznane za budynki ekologiczne? Jak należałoby zakwalifikować budynki historyczne wykonane z materiałów naturalnych i nie posiadające zaawansowanych systemów technicznego wyposażenia budynków? Czy możliwe jest zaprojektowanie i wykonanie obiektu biurowego będącego budynkiem bioklimatycznym? Jak należy rozumieć ten rodzaj budownictwa?

5.1.2. Proszę o wyjaśnienie co należy rozumieć pod pojęciem „struktura certyfikacji wielokryterialnej” użytym w tezie nr 4. Czy chodzi o zakres ocen w rozważanych metodach, sposób uzyskiwania poszczególnych wskaźników, czy też o brak danych krajowych umożliwiających rzetelną ocenę budynków w Polsce?

5.1.3. Jak należy rozumieć „zachodzące procesy” w kontekście podrozdziału II.1.4, ostatni punkt (str. 31)? O „analizie procesów zachodzących w gospodarce obiegu zamkniętego” wspomniano również w streszczeniu rozprawy, natomiast w dalszej jej części nie znalazłem bezpośredniego odniesienia do takiego sformułowania? Pojawia się natomiast sformułowanie takie jak na przykład „proces budowlany”, „proces certyfikacji”, „proces wdrażania zasad ekonomii cyrkularnej”, „proces produkcyjny”, „proces przemysłowy”.

5.1.4. Jaki jest wpływ miks energetyczny w Polsce na wbudowany ślad węglowy produktów dostępnych na naszym rynku? Czy wykonano analizę materiałów i komponentów budowlanych dostępnych na polskim rynku w kontekście kraju ich pochodzenia, a w konsekwencji wbudowanego śladu węglowego? Czy i jak pochodzenie produktu wpływa na proporcje pomiędzy wbudowanym a operacyjnym śladem węglowym?

5.1.5. Czy w przypadku wbudowanego śladu węglowego drewna istnieje różnica pomiędzy drewnem iglastym a liściastym, a jeżeli tak to jaki jest to rząd wielkości? W przypadku elementów konstrukcyjnych najczęściej wykorzystywana jest tarcica iglasta podczas gdy do wykonywania elementów wykończeniowych, jest to drewno liściaste. Czy

w przypadku projektowania architektonicznego istnieją zalecenia stosowania drewna surowego jako elementów wykończenia. Jaki jest wpływ dodatków na ślad węglowy produktów drewnianych i drewnopochodnych, stosowanych na przykład w elementach drewna klejonego, płytach wiórowych, sklejkach etc.?

5.1.6. Jakie istnieją wady i zalety ponownego wykorzystania komponentów budowlanych, na przykład elementów prefabrykowanych po ich demontażu? Jakie ograniczenia stwarza dla architekta świadomość projektowania w zgodzie z ideą ponownego wykorzystania elementów? Czy istnieją bariery mentalne ograniczające takie podejście w projektowaniu?

5.1.7. Czy znane są metody ograniczenia zużycia surowców/materiałów w przypadku oszkleń okiennych lub strukturalnych (tabela 3, szkło)? Jakie istnieją metody poprawy właściwości fizycznych przeszkleń z jednoczesnym ograniczeniem masy szklarskiej użytej do ich wytworzenia? Jakie materiały z grupy izolacji termicznych charakteryzują się istotnie mniejszym śladem węglowym niż wymienione w tabeli 3?

5.1.8. Istotnym choć omówionym dość pobieżnie zagadnieniem jest elastyczność przestrzenna (III.5.1.2). Biorąc pod uwagę długość perspektywy czasowej zmian układu przestrzennego i funkcji budynku należy doprecyzować pojęcie „jakość architektoniczna”. Analizując zmianę jakości życia i oczekiwania użytkowników budynków, nawet jedynie na przestrzeni ostatnich dekad można założyć, że „oczekiwana jakość” ulegnie zmianie na przestrzeni stosunkowo krótkiego okresu czasu. Jednocześnie uwzględnienie znaczących zmian społeczno-organizacyjnych budynku powoduje na przykład konieczność przewymiarowania elementów konstrukcyjnych lub wielkości powierzchniowo-kubaturowych, co na etapie projektowania i realizacji obiektu może niekorzystnie wpłynąć na całkowity ślad środowiskowy budynku. Dodatkowym problemem przy tego typu podejściu jest sposób rozwiązania instalacji wewnętrznych, zwłaszcza tych, które wymagają odpowiednich przekrojów przewodów lub naturalnych spadków. Dużo informacji na ten temat znaleźć można w literaturze światowej, między innymi w pracach badaczy z Uniwersytetu Technicznego w Eindhoven (IFD technology).

5.1.9. Czy zagadnienia trwałości obiektów budowlanych (V.2.8) i materiałów budowlanych (V.2.9) zostały wykorzystane w dalszych analizach i badaniach? Czy korzystano ze wzoru podanego na stronie 95. Z uwagi na szybką zmianę estetyki we współczesnej architekturze polemizował bym także z liczbami zamieszczonymi w tabeli 5, w odniesieniu do materiałów wykończeniowych (na przykład płytki ścienne) oraz stolarki okiennej i drzwiowej.

5.1.10. W odniesieniu do informacji zawartych w tabeli 6, proszę o krótki komentarz dotyczący wprowadzania podobnych wymagań w Polsce. Które z kluczowych wymagań obowiązujący w pięciu krajach Unii Europejskiej jest najbardziej adekwatne do implementacji w naszych uwarunkowaniach prawnych?

5.2 Ocena części badawczej

Uważam, że zarówno cele jak i zakres pracy został sformułowany trafnie i dotyczy niezwykle aktualnego problem. Uzyskane wyniki analiz są z pewnością oryginalne, zostały prawidłową zinterpretowane i pozwoliły na sformułowanie wniosków końcowych. Ogólna ocena merytoryczna prezentowanej pracy jest wysoka. Jednakże jej dokładna analiza nakłada na mnie obowiązek sformułowania kilku uwag, w większości o charakterze dyskusyjnym, nie umniejszających jednak pierwotnej, pozytywnej opinii.

5.2.1. Czy w analizach uwzględniono efekt związany z karbonatyzacją betonu, czyli sekwestracji dwutlenku węgla, korzystnie modyfikującą bilans CO₂ w przyrodzie oraz zmniejszającą ślad węglowy cementu i betonu? Czy to zjawisko ma znaczenie w skali ogólnego śladu środowiskowego budynków?

5.2.2. Zastosowane narzędzie One Click LCA jest oprogramowaniem dość uniwersalnym posiadającym zarówno bazy danych szczegółowych jak i generycznych (uśrednionych). Natomiast parametry i dane zawarte w One Click LCA określone zostały przy założeniu innego niż występującego w Polsce miksu energetycznego, a tym samym inne są na przykład deklaracje środowiskowe wyrobów. Czy w analizie uwzględniono te uwarunkowania i przeliczono wartości otrzymane bezpośrednio z programu uwzględniając wspomniane różnice?

5.2.3. Czy rozważano analizę alternatywnych rozwiązań ograniczających przegrzewanie się budynku (VII.1.2.2) w porównaniu do powłok przeciwsłonecznych, których zastosowanie ma niewątpliwie wpływ na końcowy ślad środowiskowy?

5.2.4. Dlaczego w analizie energetycznej (VII.1.2.3) nie uwzględniono energii na oświetlenie, a tym samym sposób wykorzystania światła dziennego? Czy założenie, że budynek nie posiada systemu chłodzenia nie jest przyjęte na wyrost i czy sprawdzano komfort termiczny użytkowników budynku w okresie lata? Moim zdaniem bardziej adekwatnym byłoby zastosowanie do obliczeń metody symulacyjnej (na przykład IES Virtual Environment lub Design Builder) wykorzystywanej między innymi na potrzeby analiz BREEAM lub LEED.

5.2.5. Proszę o doprecyzowanie w jaki sposób dokonano optymalizacji w celu uzyskania wariantu 5 (Tabela 14). Co było funkcją celu w tej optymalizacji?

5.2.6. Proszę o wyjaśnienie co jest przyczyną drastycznego obniżenia emisji gazów cieplarnianych (rys. 51) przy zamianie wariantu 6 na wariant 8. Wykazana różnica jest niemal 7-krotna.

5.2.7. Które podejście do analizy śladu środowiskowego „od kołyski do grobu”, czy „od kołyski do kołyski” jest bardziej zasadne i powinno być stosowane w przypadku budynków?

5.2.8. Czy dokonano optymalizacji rozwiązania przeszkleń (VII.3. Badanie śladu środowiskowego przykładowej fasady) pod kątem wartości U, g i LT oraz czy rozważano wpływ ostatecznego rozwiązania na komfort wizualny użytkowników? Czy przyjęte

rozwiązania spełniają zapisy warunków technicznych w zakresie wartości f_c – współczynnika redukcji promieniowania?

5.2.9. Dlaczego w przypadku badania przykładowej fasady budynku (VII.3) skorzystano z narzędzia „Material Pyramiden” znacznie bardziej uproszczonego niż One Click LCA? Wyniki otrzymane tą metodą pozwalają formułować kolejne pytania. Na przykład dlaczego zastosowanie izolacji z włókna drzewnego zwiększa aż prawie 4 krotnie potencjał tworzenia dziury ozonowej?

5.2.10. Z uwagi na narastający problem zrównoważenia nowych budynków w krajach rozwijających się, o dynamicznie rosnącej liczbie mieszkańców, istotnym z globalnego punktu widzenia byłoby wskazanie możliwości częściowego wykorzystania wyników wniosków dla Polskiego rynku budowlanego. Czy możliwe jest sformułowanie pewnych wytycznych o charakterze ogólnym pozwalających na uniknięcie przyszłych błędów projektowych w innych krajach i na innych kontynentach.

6. Inne uwagi

Praca napisana jest starannie, choć występują w niej błędy stylistyczne i edytorskie oraz niefortunne sformułowania. W recenzji nie zamieszczam szczegółowych błędów redakcyjnych, natomiast poniżej sformułowałem kilka uwag o charakterze ogólnym, nie wymagających jednak odpowiedzi Doktorantki.

Nietypowe trzy pytania sformułowane przez Autorkę na stronie 31 (II.1.5) można było równie dobrze przededefiniować jako tezy rozprawy. Tym bardziej, że na przykład pytanie 3 wpisuje się nieco w 4 tezę pracy.

Punkt III.3.3 (str. 62) powinien być zatytułowany „drobnowymiarowe wyroby ściennie” i zawierać również informacje na temat pustaków, charakteryzujących się bez względu na tworzywo nieco innymi parametrami niż typowe cegły.

Tabela 3 (str. 67), brakuje informacji na temat wyrobów do izolacji przeciwwilgociowych i przeciwwodnych (bitumy) i innych impregnatów, a także na przykład domieszek powszechnie stosowanych we współczesnym budownictwie.

Pojęcie „Odwracalne projektowanie budynków” (str. 77), jest moim zdaniem niezbyt adekwatne, i być może jest efektem bezpośredniego tłumaczenia z nazwy angielskiej.

Norma „PN-EN 15804+A1:2014-04 Zrównoważoność obiektów budowlanych - Deklaracje środowiskowe wyrobu - Podstawowe zasady kategoryzacji wyrobów budowlanych”, została oficjalnie zastąpiona nowszym dokumentem.

W nawiązaniu do zdania „Najbardziej oczywistym i bezpośrednim sposobem przetwarzania odpadów w elementy konstrukcji budowlanej jest zagęszczenie”, uważam, że taki produkt nie spełnia kryterium wyrobu budowlanego, a tym bardziej elementu konstrukcyjnego.

Punkt V.3.5.1 i informacje w nim zawarte wydają się zbędne, a ponadto nie zostały wykorzystane w dalszej części pracy.

Fragment opisu analizowanego budynku (VII.1.2.1) jest moim zdaniem zbyt inżynierski, zaś podane w nim szczegóły, na przykład na temat parametrów technicznych, nie mają odzwierciedlenia w dalszej, częściowo uproszczonej analizie.

Nie jest jasne na czym polegała różnica wariantów 5 i 6 (Tabela 15) względem bazowego w zakresie „zamiany części ścian, stropów i słupów żelbetowych na konstrukcję drewnianą z drewna klejonego”, w części nadziemnej. Z rysunków wynika, że w wariacie bazowym nie występowały elementy żelbetowe w części nadziemnej.

Nie określono którym wariantom, od 1 do 8, odpowiadają wyniki przedstawione na rysunku 56 (budynek bazowy, docelowy i zoptymalizowany).

Wniosek dotyczący częstości wymian materiałów wykończeniowych (str. 223) nie zgadza się z danymi (założeniami) zamieszczonymi w tabeli 5.

7. Wniosek końcowy

Uwagi jakie zawarłem w swojej opinii w dużym stopniu mają charakter dyskusyjny i nie podważają w istotny sposób wartości naukowej pracy, jak również nie obniżają pozytywnej oceny samej Doktorantki. Stwierdzam, że Autorka opracowania podejmując istotny problem naukowy rozwiązała go samodzielnie, poprawnymi metodami badawczymi przez co wykazała się umiejętnością wymaganą od osób ubiegających się o stopień doktora. Otrzymane wyniki wnoszą nowe elementy do wiedzy nt. cyrkularności budownictwa oraz wbudowanego śladu środowiskowego, które obok aspektu poznawczego posiadają istotną wartość użyteczną.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr inż. arch. Aleksandry Przywózki pt. „Możliwości usprawnienia cyrkularności budownictwa oraz ustalenie i analiza czynników wpływających na wyniki wbudowanego śladu środowiskowego na przykładzie wybranych budynków biurowych na terenie Polski” spełnia wymagania Ustawy z dnia 20.07.2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 wraz z późniejszymi zmianami), dlatego wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Architektura i Urbanistyka Politechniki Warszawskiej o jej przyjęcie i dopuszczenie Kandydatki do publicznej obrony.



dr hab. inż. Dariusz Heim, prof. PŁ