

Wpłynęło.....16.06.2023
Numer WBAiŚ.....
Referent/symbol.....

Recenzent:

dr hab. inż. Robert Wójcik, prof. UWM

Instytut Geodezji i Budownictwa
Wydział Geoinżynierii
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Tel. kom. +48 605 962 313
E-mail: robert.wojcik@uwm.edu.pl

Olsztyn 6.06.2023 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

**mgr inż. Moniki Dybowskiej-Józefiak pt.: „Identyfikacja czynników
determinujących trwałość i estetykę elewacji budynków”**

Praca wykonana na Wydziale Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska
Politechniki Bydgoskiej

1. Podstawa wykonania recenzji

Podstawą formalną do wykonania niniejszej recenzji są następujące dokumenty:

- uchwała Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Bydgoskiej z dnia 21 kwietnia 2023 r.,
- pismo Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Bydgoskiej, Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport z dnia 24 kwietnia 2023 r., sygnowane przez Przewodniczącą Rady Panią dr inż. Justynę Sobczak Piąstka.

Podstawą merytoryczną jest analiza rozprawy doktorskiej mgr inż. Moniki Dybowskiej-Józefiak pt.:

***„Identyfikacja czynników determinujących trwałość
i estetykę elewacji budynków”.***

Promotorem pracy jest dr hab. inż. Maria Wesołowska, prof. PBŚ, natomiast promotorem pomocniczym dr inż. Krzysztof Pawłowski, prof. PBŚ.

2. Tematyka rozprawy

2.1. Przedmiot, cel i tezy rozprawy

Przedmiotem badań rozprawy są tynki cienkowarstwowe systemu ETICS, o różnych fakturach, na spoiwie mineralnym (tynk mineralny i tynk silikatowy) i organicznym (tynk akrylowy oraz tynk silikonowy).

Celem pracy rozprawy jest analiza zmian zachodzących w cienkowarstwowym wyprawach tynkarskich pod wpływem długotrwałego oddziaływania środowiska zewnętrznego i ich wpływ na podstawowe właściwości systemu ETICS (ang. *External Thermal Insulation Composite*).

W pracy sformułowano następujące tezy:

1. Estetyka elewacji budynków jest ściśle związana z procesem biokorozji zachodzącym na powierzchni wypraw tynkarskich systemu ETICS, w zależności od ekspozycji wypraw względem stron świata.
2. Długotrwałe funkcjonowanie tynków cienkowarstwowym w środowisku zewnętrznym powoduje zmiany w ich mikrostrukturze, które przekładają się na właściwości wilgotnościowe i ich mrozoodporność.
3. Zmiany właściwości wypraw tynkarskich powstałe pod wpływem środowiska zewnętrznego w istotny sposób wpływają na izolacyjność systemu ETICS.

Podstawą pracy były badania własne przeprowadzone w warunkach laboratoryjnych i na wykonanym w tym celu poligonowym stanowisku badawczym. Wyznaczono następujące cele badań poligonowych:

- analiza wpływu orientacji elewacji na intensywność biokorozji i degradację tynków, definiowaną przez zmiany mikrostruktury i kapilarność.
- analiza wpływu orientacji elewacji na zmiany izolacyjności termicznej systemu bazującego na styropianie - najczęściej stosowanym materiale termoizolacyjnym w systemie ETICS.

Rozprawa została przygotowana w formie monografii liczącej 184 strony. Praca zawiera 53 tabele i 94 rysunki. Pracę podzielono na 7 rozdziałów. Doktorantka odniosła się do obszernej bibliografii składającej się z 174 pozycji literaturowych, zamieszczonych w wykazie w kolejności odnoszenia się do ich treści. Na końcu monografii zamieszczono również 16 tabel w formie załączników. Przedstawiono streszczenia w języku polskim i angielskim. Monografię wydano starannie z zachowaniem trybu zbliżonego do

procedury wydawniczej.

2.2. Ocena trafności wyboru tematu i tytułu

Pogarszanie się izolacyjności termicznej na skutek zawilgacania i biodegradacji w przypadku fasad ocieplanych ETICS następuje niejednokrotnie już w pierwszych latach eksploatacji budynku. Przekłada się to na zmniejszenie efektywności energetycznej polskiego budownictwa, w którym ETICS jest dominujący. W wielu przypadkach wymagania dotyczące ciepłochronności nie są spełnione już w momencie przekazywania obiektu do użytkowania. Zainteresowanie się przyczynami występowania wad skutkujących postępującym w czasie zwiększaniem się zapotrzebowania ciepła na ogrzewanie jest w pełni uzasadnione. Przeprowadzone przez Doktorantkę badania laboratoryjne oraz poligonowe pozwoliły lepiej rozpoznać istotne przyczyny degradacji wypraw tynkarskich w systemie ETICS, co w pełni uzasadnia wybór tematyki.

Tytuł dysertacji sugeruje, że praca odnosi się do całego spektrum elewacji stosowanych w budownictwie. Zdaniem recenzenta brakuje rozszerzenia tytułu o informację, że dotyczy ona technologii ETICS - zapewne takie uściślenie z racji masowo występujących problemów w obszarze dociepleniowym zwiększyło by grono zainteresowanych czytelników. Również z uwagi na obszerną listę czynników wpływających na jakość elewacji, które nie zostały omówione w dysertacji, jak chociażby zabezpieczenie (lub jego brak) badanych tynków przed namnażaniem mikroorganizmów przy zastosowaniu biocydów, należało poinformować (bez szkody dla oceny całej pracy), że dotyczy ona jedynie wybranych czynników, a nie wszystkich.

3. Charakterystyka rozprawy

Rozprawa składa się z siedmiu rozdziałów. Na wstępie omówiono istotę systemu ETICS, a następnie zaprezentowano własne badania.

W opisie ETICS przedstawiono mechanizmy dezintegracji cienkowarstwowych wypraw tynkarskich wykonywanych na podłożu z EPS z podziałem na czynniki abiotyczne i biotyczne.

Sześćoletnie badania własne przeprowadzono na cienkowarstwowych tynkach:

–akrylowych,

- mineralnych,
- silikatowych,
- silikonowych.

Badano powierzchni skażenia biologicznego oraz destrukcję mikrostruktury tynków z wykorzystaniem porozymetrii rtęciowej, absorpcji kapilarnej warstwy zewnętrznej oraz jej wpływ na izolacyjność cieplną systemu. Ocena porowatości i wodochłonność tynków są standardowe i nie budzą wątpliwości. Na podstawie zmian porowatości i chłonności słusznie stwierdzono, że korozja biologiczna niszczy strukturę cienkowarstwowych tynków mineralnych – szczególnie na podłożu EPS.

W rozdziale pierwszym omówiono powody, dla których podjęto tematykę dotyczącą ETICS, jak również określono zakres prowadzonych badań i analiz własnych. Szczegółowe dane dotyczące technologii docieplania przedstawiono w drugim rozdziale.

Sedno problemu, jakim są czynniki wpływających na występowanie degradacji biologicznej materiału wykorzystywanego do wykonania cienko powłokowych tynków przedstawiono w rozdziale trzecim. Zwrócono szczególną uwagę na problemy wykonawcze oraz oddziaływania atmosferyczne.

Na podstawie szerokiego tła problematyki w czwartym rozdziale przedstawiono przedmiot, cel, tezy badawcze i zakres rozprawy (zdaniem recenzenta cel pracy można było przedstawić znacznie wcześniej).

Kolejne rozdziały: piąty i szósty poświęcono opisowi i analizie badań własnych. Na szczególną uwagę zasługują 6-letnie badania poligonowe. Szkoda, że prowadzono je głównie na podłożach pozbawionych efektu „wymiany ciepła”. Jak to łatwo zaobserwować grzyby, glony i porosty znacznie lepiej rozwijają się na powierzchniach budynków w strefach ogrzewanych w okresie sezonu grzewczego przy gradiencie temperatury i termodyfuzyjnej wymianie wilgoci między środowiskiem wewnętrznym i zewnętrznym przegród. Natomiast należy zwrócić uwagę na istotny walor badań własnych polegający na przeprowadzeniu porównania dwóch faktur wykonanych różnymi technikami typu „baranek” i „kornik”. Dodatkowo powierzchnie były zorientowane w cztery strony świata, co umożliwiało przeprowadzenie również oceny oddziaływania warunków atmosferycznych w zakresie nasłonecznienia i ukośnego opadu deszczu. Wnikliwie zbadano bardzo istotny parametr jakim jest wodochłonność tynków oraz zmienny w czasie rozkład porowatości.

Wyniki wieloletnich badań własnych i analiz przedstawiono w rozdziale siódmym. Sformułowano tam również wnioski końcowe. Wykazano, że skażenie biologiczne

powierzchni pokrytych tynkami należącymi do czterech grup materiałowych jest zróżnicowane i zależy od kierunku ekspozycji względem stron świata. Wskazano szczegóły dotyczące występujących różnic. Określono zmiany strukturalne w badanych podłożach w zakresie rozkładu porowatości. Przedstawiono również podsumowanie i kierunki dalszych badań.

Na szczególną uwagę zasługuje opracowanie oryginalnej metodologii badania mrozoodporności cienkowarstwowych powłok tynkarskich, która powinna być doskonała i propagowana.

Uzyskane wyniki mają wartość użyteczną. Problemy z niską trwałością dociepleń w systemie ETICS są wszechobecne i oczekuje się rychłego ich rozwiązania. Zaprezentowane analizy odnoszą się zarówno do literatury krajowej jak i międzynarodowej. Podjęta tematyka wydaje się aktualna i potrzebna, ponieważ niewiele jest pozycji literaturowych opisujących konkretne badania poświęcone tej tematyce. Większość opracowań dotyczy opisu makroskopowego występujących zjawisk mykologicznych.

4. Uwagi ogólne i szczegółowe

4.1. Uwagi dotyczące redakcji rozprawy

Rozprawa jest napisana poprawnie na bardzo dobrym poziomie merytorycznym. W tekście rozprawy można zauważyć jedynie potknięcia edytorskie polegające na „przyklejaniu” jednostek miar do cyfr. Jak wiadomo przy zapisywaniu wartości należy zostawić odstęp między wartością liczbową a oznaczeniem jednostki miary. Aktualnie przyklejanie nie jest dopuszczalne nawet w przypadku symbolu oznaczającego procenty. Stosowanie również polskiej nazwy handlowej „styropian” w odniesieniu do ekspandowanego polistyrenu EPS w rozprawie naukowej należy uznać za problematyczne, ponieważ może to sugerować, że chodzi tu o jakiś szczególny produkt.

4.2. Uwagi krytyczne

Materiały stosowane do wykonywania tynków cienkowarstwowych w technologii ETICS powinny zawierać w swoim składzie biobójcze dodatki uodparniające na rozwój mikroorganizmów. Wiadomo, że w sprzyjających dla siebie warunkach, przy odpowiedniej temperaturze oraz podwyższonym poziomie wilgoci mikroorganizmy wykazują

zdolność do szybkiego namnażania się. W rozprawie zauważono, że odczyn pH ma istotne znaczenie dla rozwoju mikroorganizmów, jednak grzyby pleśniowe najlepiej rozwijają się w zakwaszonym środowisku, podczas gdy glony preferują alkaliczne wartości pH. Niekontrolowany środkami biobójczymi rozwój mikroorganizmów prowadzi do istotnej zmiany wartości pH tynku nawet już w początkowym okresie eksploatacji i kolonizacja ulega zmianie. Ponadto środki biobójcze charakteryzują się zróżnicowanym spektrum biobójczej aktywności (mogą spowalniać tylko rozrost grzybów czy tylko glonów lub działać wszechstronnie. Czas działania biocydu również jest istotnym czynnikiem cenotwórczym. Masy tynkarskie ogólnie nazywane „mineralnymi”, „silikatowymi” itd. są dostępne w zróżnicowanych formach użytkowych zwanych formułkami i poza konkretną bazą (np. akrylem) w składzie znajduje się wiele różnych komformulantów, które wpływają na odporność biologiczną, urabialność, nasiąkliwość, bezpieczeństwo dla środowiska i wiele innych właściwości jak np. coraz częściej spotykany „efekt kwiatu lotosu”. W składzie występują również w zróżnicowanych proporcjach po prostu odpadowe wypełniacze, które obniżają koszt produkcji. Z uwagi na chęć obniżenia kosztów produkcji skład jest „dostosowywany” do rynku zbytu i panujących uwarunkowań prawnych. W Polsce producenci ETICS są zwolnieni z obowiązku uodparniania swoich wyrobów na oddziaływanie mikroorganizmów. Masy tynkarskie produkowane na nasz krajowy rynek są nawet wielokrotnie tańsze od produktów przeznaczonych na rynek zachodni, tak więc ich jakość odbiega znacznie od światowych standardów. Odporność na biodegradację i długość czasu działania ochrony szczególnie rzutują na koszt zakupu. Proszę zatem Doktorantkę o uzupełnienie informacji czy aspekt formułki był rozpoznawany w analizach własnych. Jeśli nie był, to sugeruję zainteresowanie się tym problemem w dalszej działalności naukowej.

Mało satysfakcjonujący z naukowego punktu widzenia jest zastosowany przez Doktorantkę sposób oceny stanu mykologicznego powierzchni tynków polegający na oznaczeniu jedynie udziału powierzchni zainfekowanej przez mikroorganizmy za pomocą fotografii mikroskopowych. Przy braku wiedzy mykologicznej lepszą metodą byłoby np. fluorymetryczne wykrycie enzymu obecnego w grzybach nitkowatych. Jest to metoda ilościowa, w której określa się zagęszczenie masy grzybiczej pobieranej z powierzchni. Stopień zagrzybienia jest mierzony przy pomocy substratu enzymu fluoropochodnego, który pod wpływem podziału wypuszcza fluorofor podlegający fluorescencji. Intensywność fluorescencji zależy od gęstości biomasy (grzybni). Przy wykorzystaniu takiej

techniki nie zachodzi konieczność precyzyjnego hodowania i oznaczania grzybów – chociaż rozróżnienie ogólne grzybów od glonów byłoby w analizowanym przypadku uzasadnione.

Wskazane wyżej uwagi krytyczne przedstawiam w celu ukierunkowania dalszych badań doktorantki i nie wpływają one na ogólną bardzo pozytywną ocenę całości pracy.

5. Ocena merytoryczna

Doktorantka wykazała odpowiednie przygotowanie naukowe do prowadzenia badań. Dysertację należy uznać za cenną i twórczą w szczególności w kontekście dość skąpych wyników dotychczasowych badań prowadzonych w omawianym obszarze. Pozytywnie oceniam przyjętą w rozprawie metodologię, jej wartość jako opracowania naukowego oraz wnioski. Problematykę zaprezentowano w sposób zrozumiały.

Podsumowując, rozmiar poniesionego wysiłku naukowego oraz uzyskane wyniki zawarte w rozprawie doktorskiej, stwierdzam, że stanowią one ważny wkład w rozwiązanie istotnego problemu naukowego i równocześnie eksperckiego jakim jest rozpoznawanie czynników wpływających na trwałość elewacji w technologii ETICS.

Rozprawa doktorska mgr inż. Moniki Dybowskiej-Józefiak pt.: *„Identyfikacja czynników determinujących trwałość i estetykę elewacji budynków”*, wnosi nowe wartości do nauki i ma duże znaczenie dla budownictwa w zakresie rozpoznania wybranych czynników determinujących trwałość i estetykę dociepleń.

Stwierdzam, że postawione w pracy tezy zostały udowodnione, a przyjęty zakres badań zrealizowany.

Biodegradacja fasad jest w Polsce szczególnie dużym problemem i wzorem innych krajów europejskich wymaga systemowej kontroli. Obecnie większość elewacji budynków jest wykończona tynkami cienkowarstwowymi. Natomiast jako warstwę termoizolacyjną w ok. 90% (wg Europejskiego Stowarzyszenia Producentów EPS (EUMEPS)) stosuje się EPS. O popularności takiego rozwiązania przede wszystkim decydują względy finansowe. Praca doktorska Pani mgr inż. Moniki Dybowskiej-Józefiak wpisuje się w ten oczekiwany nurt badawczy. Początkowo zadowalające parametry termoizolacyjne całego ustroju ściennego z upływem czasu znacznie się pogorszają, co wykazały badania. Rozprawa wnosi istotny wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport, ma znaczenie naukowe i praktyczne.

6. Wniosek końcowy

Przygotowanie rozprawy wskazuje na posiadanie wiedzy i umiejętności do samodzielnego prowadzenia przez doktorantkę badań naukowych. Recenzowana rozprawa mgr inż. Moniki Dybowskiej-Józefiak pt.: „*Identyfikacja czynników determinujących trwałość i estetykę elewacji budynków*” spełnia wymogi stawiane w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (z późniejszymi zmianami) oraz w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z 19 stycznia 2018 r., a jej wyniki mają istotne znaczenie praktyczne. Wnoszę o dopuszczenie recenzowanej rozprawy do publicznej obrony.

Z poważaniem,



dr hab. inż. Robert Wójcik, prof. UWM