

Wrocław, 27.08.2019r.

Prof. dr hab. inż. Henryk Nowak
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego
Politechnika Wrocławska
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Jarosława Strzałkowskiego

pt.: *"Modyfikacja kompozytów betonowych pod względem izolacyjności i akumulacyjności cieplnej oraz wytrzymałości"*

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Podstawę formalną opracowania recenzji stanowi uchwała Rady Wydziału Budownictwa i Architektury Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie z dnia 19 czerwca 2019 roku oraz zlecenie Dziekana Wydziału, Pani dr hab. inż. Marii Kaszyńskiej, prof. nadzw., z dnia 25 czerwca 2019 roku (pismo: WBiA-SD/170/2019) na wykonanie recenzji.

2. Przedmiot i zawartość rozprawy

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Jarosława Strzałkowskiego pt.: *"Modyfikacja kompozytów betonowych pod względem izolacyjności i akumulacyjności cieplnej oraz wytrzymałości"*. Praca ma charakter teoretyczno-badawczy i składa się z 13 rozdziałów głównych i z 14-ego rozdziału ze spisem literatury, obejmującego 183 pozycje piśmiennictwa (w tym 6 pozycji współautorskich Doktoranta). Do pracy dołączono Załącznik z 6-cioma podrozdziałami. Tekst rozprawy liczy łącznie 228 stron tekstu zasadniczego, w tym 199 rysunków, 28 tabel i 18 wzorów w tekście zasadniczym oraz 25 stron tekstu w załącznikach, w tym 15 rysunków i 11 tabel. W ramach realizacji głównych celów pracy wykonano obszerne badania laboratoryjne oraz obliczenia symulacyjne.

W krótkim wprowadzeniu przedstawiono podstawowe informacje z zakresu ochrony cieplnej budynków w Polsce, tendencje zmian wymagań w tym zakresie w najbliższym czasie oraz podkreślenie, że budynki powinny charakteryzować się takimi rozwiązaniami materiałowymi i technologicznymi, które umożliwią z jednej strony zmniejszenie strat ciepła w okresie grzewczym, a z drugiej strony ograniczenie przegrzewania pomieszczeń w lecie. To drugie zagadnienie jest ściśle związane ze zdolnością do akumulowania ciepła przez przegrody budowlane, czyli związane z ich pojemnością cieplną.

Podjęta w ramach recenzowanej rozprawy doktorskiej tematyka badawcza dotyczy poszukiwania skutecznych metod modyfikacji składu kompozytów betonowych w celu

poprawy ich pojemności i izolacyjności cieplnej przy zachowaniu odpowiedniej wytrzymałości na ściskanie oraz jest ukierunkowana na zagadnienia związane z ograniczeniem zużycia energii w budynkach.

Rozprawa doktorska składa się z dwóch części: zasadniczej i z załącznika. W pierwszej kolejności zamieszczono streszczenie w języku polskim i angielskim oraz wykaz podstawowych oznaczeń. Następnie przedstawiono trzynaście rozdziałów oraz bibliografię obejmującą 183 pozycje.

W rozdziale 1 Doktorant podał uzasadnienie podjęcia tematu badawczego, omówił znaczenie analizowanego problemu badawczego oraz opisał strukturę rozprawy doktorskiej.

W rozdziale 2 przedstawiono przegląd literatury, który podzielono na cztery podrozdziały główne. W pierwszym omówiono klasyfikację betonów lekkich, w drugim podrozdziale opisano liczne badania dotyczące wpływu dodatków i domieszek na właściwości betonów - skupiono się tutaj na dodatkach takich jak aerozele, dodatkach na bazie grafitu, proszków aluminiowych, granulatów styropianowych czy materiałów fazowo-zmiennych. W podrozdziale trzecim przedstawiono badania dotyczące dynamiki cieplnej budynków, a w czwartym podsumowano przegląd literatury.

Rozdział 3 przedstawia uwarunkowania, założenia i tezę rozprawy doktorskiej oraz cel i zakres przeprowadzonych badań.

W rozdziale 4 podano informacje na temat składów recepturowych betonów poddanych badaniom. Omówiono także wykonane badania wstępne poszczególnych surowców wykorzystanych do produkcji betonów.

W rozdziałach od 5 do 10 przedstawiono zasadnicze prace doświadczalne obejmujące badania parametrów cieplnych (rozdział 5), badania wytrzymałości na ściskanie (rozdział 6), badania z zastosowaniem porozymetrii optycznej (rozdział 7) i rtęciowej (rozdział 8), analizy SEM i EDS (rozdział 9), a także badania procesów cieplnych w niestacjonarnych warunkach (rozdział 10).

W rozdziale 11 omówiono analizy dynamicznych charakterystyk cieplnych obliczonych na podstawie parametrów uzyskanych z badań doświadczalnych.

Rozdział 12 zawiera omówienia zależności między badanymi parametrami. Przedstawiono zależności występujące między parametrami mikrostrukturalnymi, zestawiono dane na temat porowatości a właściwości cieplnych i wytrzymałościowych. Omówiono zależności między parametrami cieplnymi, wytrzymałością i gęstością, a także parametrami wyznaczonymi w procesach niestacjonarnych.

W rozdziale 13 przedstawiono wnioski końcowe z przeprowadzonych pomiarów oraz kierunki dalszych badań.

Rozdział końcowy (bez numeracji) zawiera spis cytowanej literatury.

Rozprawę zamyka załącznik (składający się z 6 podpunktów) zawierający zarówno dane dotyczące badań wstępnych, ale też dokładne zestawienie wyników badań podstawowych w ramach realizacji przedmiotowej rozprawy. Dane te zostały przedstawione wyłącznie w odniesieniu do jednej przykładowej receptury. Do prezentacji wybrano (spośród testowanych 21 receptur) referencyjny beton zwykły R/S/0.

Do pracy dołączony jest również wykaz ważniejszych oznaczeń.

Zdefiniowany zakres prac badawczych jest interesujący zarówno w aspekcie praktycznym jak i naukowym. Stwierdzam, że przyjęty przez Doktoranta układ pracy jest poprawny i nie budzi zastrzeżeń.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

3.1. Ocena doboru tematu i postawionego zakresu i celów rozprawy

Obecnie w Polsce, podobnie jak w wielu innych krajach europejskich, oszczędność energii cieplnej i efektywność energetyczna budynków o różnym przeznaczeniu jest w dalszym ciągu istotnym problemem ekonomicznym, ekologicznym i środowiskowym. W ostatnich latach coraz większego znaczenia nabiera obniżenie energochłonności i zwiększenie efektywności energetycznej budynków (istniejących i nowoprojektowanych) oraz ich realizacja w standardzie energooszczędnym, niskoenergetycznym czy pasywnym, a w niedalekiej przyszłości również w standardzie prawie zero-energetycznym. Zaostrzające się przepisy odnośnie projektowania termicznej obudowy budynków (kolejna zmiana wymagań nastąpi w roku 2021) powodują konieczność, między innymi, stosowania coraz to bardziej efektywnych cieplnie materiałów budowlanych.

Duży wpływ na całoroczny bilans energetyczny budynku (zużycie energii cieplnej do ogrzewania zimą i zużycie energii elektrycznej do chłodzenia latem) mają, między innymi, właściwości cieplne przegród stanowiących termiczną obudowę budynku. Istotne jest aby przegrody te umożliwiły z jednej strony zmniejszenie strat ciepła w okresie grzewczym, a z drugiej strony ograniczały przegrzewanie pomieszczeń w lecie, co ściśle związane jest związane z tzw. dynamicznymi cieplnymi właściwościami przegrody.

W kontekście powyższych zagadnień bardzo interesujące jest stosowanie różnego typu kompozytów betonowych, w tym poszukiwanie skutecznych metod modyfikacji składu tych kompozytów w celu poprawy ich pojemności i izolacyjności cieplnej przy zachowaniu odpowiedniej wytrzymałości na ściskanie.

I to właśnie taka tematyka badawcza została podjęta w opiniowanej rozprawie.

Recenzowana rozprawa doktorska bardzo dobrze wpisuje się w ten aktualny problem badawczy, ważny przede wszystkim z punktu widzenia zastosowań praktycznych w zakresie cieplnych obliczeń przegród budowlanych i budynków oraz uzupełnia wiedzę w zakresie określenia wpływu różnych czynników na cieplne dynamiczne właściwości materiałów.

Uwzględniając powyższe, za pozytywną cechę rozprawy należy uznać postawienie przez Doktoranta ambitnego głównego zakresu badawczego, sprowadzającego się głównie do badań laboratoryjnych i obliczeń symulacyjnych. Założony główny zakres pracy jest osadzony w problematyce naukowej i równocześnie w realiach praktyki budowlanej. Ponadto, bardzo dobrze wpisuje się w problematykę badań materiałowych, a także w problematykę oszczędności energii w budynkach i budownictwa energooszczędnego. Klarowność postawionego głównego celu badawczego i metodyczne dążenie do jego zrealizowania świadczą o dobrym rozpoznaniu przez Autora tematyki badawczej i o odpowiednim przygotowaniu do prowadzenia badań i analiz teoretycznych.

Podsumowując tę część recenzji stwierdzam, że podjęty przez Doktoranta temat rozprawy jest aktualny, a zdefiniowany główny cel i zakres pracy jest jasny, zasadny i ważny tak z naukowego jak i z praktycznego punktu widzenia.

3.2. Tezy rozprawy

Na bazie głównych celów i zamierzeń pracy sformułowano jedną tezę rozprawy. Tezę sformułowano poprawnie, a przyjęty zakres badań doświadczalnych, obliczeń numerycznych oraz rozważań i analiz teoretycznych potwierdziły prawdziwość tezy. Przyjęta teza ma znaczenie poznawcze i praktyczne, a jej sformułowanie świadczy o oryginalności podjętego tematu. Odpowiedzi na tezę stanowią wnioski zamieszczone w rozdziale 13.

Można jedynie dodać, że w sensie jakościowym teza pracy wydaje się być intuicyjnie oczywista. Jednak w zakresie oceny ilościowej jest ona interesująca i może stanowić ważny przyczynek w sensie poznawczym w problematyce naukowej podjętej w rozprawie.

3.3. Ocena naukowej wartości rozprawy

Za najważniejsze oryginalne osiągnięcia naukowe Autora rozprawy uznaję:

- 1) Krytyczne przeanalizowanie dostępnych pozycji literatury naukowo-badawczej krajowej i zagranicznej, Z przeprowadzonego studium literaturowego wyniknęła potrzeba sformułowania własnego problemu badawczego oraz głównego celu i zakresu rozprawy.
- 2) Zaproponowanie metodyki badawczej, dotyczącej poszukiwania skutecznych metod modyfikacji składu kompozytów betonowych w celu poprawy ich pojemności i izolacyjności cieplnej przy zachowaniu odpowiedniej wytrzymałości na ściskanie, z ukierunkowaniem na zagadnienia związane z ograniczeniem zużycia energii w budynkach.
- 3) Opracowanie i przeprowadzenie oryginalnego programu badawczego, obejmującego 3 zasadnicze grupy kompozytów betonowych, wykonanych na 3 diametralnie różnych kruszywach grubych. Pierwszą grupę mieszanek wykonano na kruszywie kamiennym (kompozyty referencyjne, oznaczone symbolem (R)), w drugiej grupie mieszanek, oznaczonych symbolem (P), zastosowano lekkie kruszywo popiołoporytowe. Mieszanki z trzeciej grupy wykonano na bazie keramzytu (oznaczono jako (K)).
- 4) Przebadanie szerokiego zakresu składu kompozytów betonowych, skrajnie różniących się składem i technologią wykonania – w sumie przebadano 21 kompozytów betonowych zróżnicowanych:
 - a) rodzajem zastosowanego kruszywa,
 - b) sposobem jego przygotowania do badań,
 - c) alternatywnie wprowadzanymi domieszkami (napowietrzającą i upłynniającą),
 - d) oraz dodatkami (pyły krzemionkowe, granulaty aerożelowy, grafit, proszek aluminium).

- 5) Uzyskanie wyników, które mogą służyć efektywniejszemu określeniu rodzaju, ilości i wzajemnych proporcji poszczególnych składników w odniesieniu do kompozytu betonowego, któremu stawia się określone wymagania cieplne i wytrzymałościowe, uwzględniające specyfikę przewidywanych warunków eksploatacyjnych.
- 6) Przeprowadzenie pomiarów współczynnika przewodzenia ciepła i objętościowego ciepła właściwego oraz pomiarów wytrzymałości na ściskanie, a także szeroko zakrojone badania parametrów mikrostrukturalnych, w których wykorzystane zostały różne techniki – porozymetria optyczna, porozymetria rtęciowa, analiza SEM i EDS. Celem badań było uzyskanie obszernych zbiorów danych nt. poszczególnych właściwości, dowodzących że przyjęte w programie modyfikacje struktury wewnętrznej zaprojektowanych kompozytów bardzo silnie różnicowały przewodność cieplną i ciepło właściwe oraz wytrzymałość na ściskanie, dając możliwość wyboru najkorzystniejszego rozwiązania z uwagi na przewidywane zastosowanie danego kompozytu.
- 7) Przeprowadzenie symulacji obliczeniowych w odniesieniu do konkretnych przegród, wymodelowanych w taki sposób, aby warstwa konstrukcyjna była wykonana z każdego kompozytu o przebadanych wcześniej parametrach, wprowadzonych do testujących obliczeń. W ramach rozprawy opracowano również zależności, wiążące ze sobą poszczególne badane parametry.

4. Uwagi krytyczne

4.1. Uwagi merytoryczne

Poniżej wskazano na dyskusyjne lub ujemne strony rozprawy. Uwagi natury ogólnej o charakterze dyskusyjnym są następujące:

1. Uwagi do tytułu rozprawy – zdaniem recenzenta, biorąc pod uwagę zakres przeprowadzonych badań, tytuł powinien być bardziej precyzyjny. Jest: *”Modyfikacja kompozytów betonowych pod względem izolacyjności i akumulacyjności cieplnej oraz wytrzymałości”*. Powinno być *”Modyfikacja kompozytów betonowych pod względem izolacyjności i akumulacyjności cieplnej oraz wytrzymałości na ściskanie”*.
2. Teza rozprawy – co to jest *”podwyższona efektywność energetyczna przegrody”*?
3. Niedosyt budzi dość oszczędne potraktowanie zagadnienia dotyczącego dynamicznych charakterystyk cieplnych dla przegród wykonanych jedynie z kompozytów betonowych przy założeniu 24-godzinnej wahań temperatury i grubości warstwy kompozytu betonowego równej 24 cm. Czyli są to wątpliwości co do analizy przegrody bez jakiegokolwiek izolacji cieplnej umieszczonej po zewnętrznej stronie. Jak to się ma do realiów aktualnych i przyszłych wymagań w zakresie ochrony cieplnej budynków? Przegroda betonowa o grubości 24 cm nie spełnia jakichkolwiek aktualnych i przyszłych wymagań w tym zakresie, niezależnie od zastosowanych domieszek czy dodatków. Jak

uzyskane wyniki w tym zakresie można przełożyć na realne zastosowania ścian zewnętrznych z izolacją cieplną? Proszę o komentarz i wyjaśnienie.

4. W kontekście uwag powyżej, w rozprawie zabrakło zdaniem recenzenta chociażby uproszczonej próby oceny wpływu poprawionych cieplnych charakterystyk dynamicznych kompozytów betonowych (tzn. ścian wykonanych z tych kompozytów) na ogólną pojemność cieplną, na przykład domu jednorodzinnego, z wyliczeniem skutków ilościowych, zwłaszcza w okresie letnim, na przykład wpływu na długość okresu chłodzenia. Recenzent oczywiście zdaje sobie sprawę, że analiza tego zagadnienia, na przykład dla domu jednorodzinnego, dla różnych lokalizacji, dla różnego stopnia tzw. zwartości bryły budynku, zorientowania względem stron świata, stopnia przeszklenia elewacji, itp., mogłaby stanowić temat kolejnej rozprawy doktorskiej. Nie mniej jednak, chociażby uproszczona analiza w tym zakresie mogłaby wnieść więcej informacji.
5. W pracy często używane jest słowo "metodologia" zamiast "metodyka". Przypomnę, 'metodologia' jest to nauka o metodach badań naukowych i o skutecznych sposobach dociekania ich wartości poznawczej, natomiast 'metodyka' jest to zbiór zasad i sposobów dotyczących wykonywania jakiejś pracy i zmierzania do określonych celów.
6. W rozdziale 'Bibliografia' Doktorant powołuje się jedynie na pięć współautorskich publikacji. Dorobek Doktoranta w przedmiotowym zakresie merytorycznym jest wystarczający ale jednak skromny? Dlaczego w międzyczasie nie opublikował więcej artykułów związanych z pracą doktorską?
7. W pracy nie ma porównania wyników badań z wynikami otrzymanymi przez innych autorów - o ile takie porównanie było możliwe do wykonania.
8. W rozprawie nie podjęto próby oceny czy nawet prostego oszacowania efektów ekonomicznych i ekologicznych zaproponowanych rozwiązań.
9. Formułowanie wniosków – Doktorant zbyt 'odkrywczo' zredagował niektóre wnioski, używając sformułowań typu: "*Wraz ze wzrostem porowatości przewodność cieplna maleje*", "*Wraz ze wzrostem przewodności rośnie także gęstość strumienia ciepła*", czy też "*Bardzo wyraźny negatywny wpływ na wytrzymałość wywierało napowietrzenie kompozytów*". Tego typu wnioski są oczywiste i można je przedstawić bez wykonywania badań, w tym na przykład przekazać je na wykładach dla studentów. Powszechnie znane wnioski przytoczone wyżej należało sformułować inaczej, np.: "*Jak należało się spodziewać, badania potwierdziły, że wraz ze wzrostem porowatości przewodność cieplna maleje*" i następnie podać wnioski ilościowe wynikające z badań.
10. W jednym z wniosków Autor napisał: "*Materiały o niskiej gęstości uzyskiwały lepsze tłumienia oraz wyższe wartości przesunięć czasowych*". A z drugiej strony wiadomo, że czym większa jest gęstość przegrody budowlanej, tym lepsze są jej dynamiczne właściwości cieplne (tłumienie przepływającego strumienia ciepła oraz lepsze przesunięcie czasowe). Stąd też wzięła się idea stropodachów odwróconych czy też

dachów zielonych, w których świadomie zwiększono masę przegrody. Zatem skąd ten wniosek Autora? Proszę o wyjaśnienie tej kwestii.

11. Odnośnie powoływania się na artykuły w rozprawie – szkoda że Autor przy powoływaniu się na artykuły, głównie zagraniczne, nie informował jakiej lokalizacji dane wnioski dotyczą (Europa północna, środkowa, południowa, półkula południowa, itp.). Oczywiście przy każdej publikacji jest powołanie w tekście na źródło publikacji, z możliwością dotarcia do oryginału, ale taka informacja byłaby bardzo pomocna na etapie zapoznawania się z rozprawą.
12. Na str. 72 przedstawiono przykład analizy czterech wariantów budynków, różniących się powierzchnią okien oraz masą termiczną ścian wewnętrznych w budynkach w Australii. Pytanie – dlaczego przedstawiono rodzaj ścian zewnętrznych z oknem od strony południowej, z oknem od strony południowej z dodatkową masą termiczną, itp., podczas gdy powszechnie wiadomo, że na półkuli południowej słońce przechodzi od wschodu, poprzez stronę północną na zachód. Czyli, w tej sytuacji, systemy zacieniające oraz dodatkowa masa termiczna powinny być usytuowane na północnych elewacjach budynków lub w pomieszczeniach od strony północnej. Natomiast przegrzewanie pomieszczeń następuje od promieniowania słonecznego od strony północnej, a nie od południowej. Proszę o wyjaśnienie tej kwestii.

Uwagi natury szczegółowej o charakterze dyskusyjnym są następujące

13. Str. 13 – jest napisane, że 1/3 energii w budynkach zużywa się na cele ogrzewania i chłodzenia. Skąd takie dane? Brakuje informacji dla jakiego standardu energetycznego budynków są te dane, dla jakiej lokalizacji, czy to jest budynek jedno- czy wielorodzinny, itp., ? Proszę o komentarz.
14. Str. 13 – ilość stopni, str. 61. ilość godzin – powinno być liczba stopni, liczba godzin. Innymi słowy: przy wielkościach policzalnych stosujemy słowo ‘liczba’ (liczba osób, liczba godzin, itp.), a przy niepoliczalnych słowo ‘ilość’ (ilość powietrza, wody, itp.).
15. Str. 15 – co to jest energooszczędność przegród budowlanych?
16. Str. 15 – co to jest ‘część załącznikowa’? Powinno być: praca składa się z części zasadniczej i z załącznika.

4.2. Uwagi dotyczące redakcji rozprawy

Rozprawa jest napisana poprawnie z prawidłowym układem tekstu, na bardzo dobrym poziomie merytorycznym i edytorskim. W tekście rozprawy recenzent doszukał się nielicznych potknięć i nieścisłości. Ważniejsze uwagi dotyczące redakcji rozprawy są następujące:

1. Przy prezentacji niektórych wzorów brakuje powołań literaturowych, niektóre powołania podawane są w tekście – utrudnia to czytanie rozprawy oraz stwierdzenie czy dany wzór jest autorstwa Doktoranta, czy też nie (nieliczne przypadki).

2. Str. 25 – autorzy "*stworzyli komponenty*". Byłoby lepiej: "*opracowali komponenty*".
3. Str. 59 – co to jest "*absorpcyjność*" *promieniowania*". Jakiego zakresu promieniowania to dotyczy: krótkofalowego (słonecznego) czy długofalowego (podczerwonego, temperaturowego)?
4. Str. 63 – jest wzór oznaczony jako (1), powinno być jako (2.1). Ponadto, brak jest opisu współczynników występujących w tym wzorze oraz w tabeli 2.16.
5. Str. 71 – jest "*temperatura operacyjna*", powinno być "*temperatura operatywna*". Wyjaśnienie: zwrot anglojęzyczny "*operative temperature*" powinien być przetłumaczony jako "*temperatura operatywna*" w tłumaczeniu technicznym, natomiast w tłumaczeniu medycznym, rzeczywiście jako "*temperatura operacyjna*".

Proszę, aby Autor nie ustosunkowywał się do powyższych uwag w trakcie obrony, lecz ewentualnie uwzględnił je w przyszłych publikacjach.

5. Wnioski końcowe

W recenzowanej pracy doktorskiej mgr inż. Jarosław Strzałkowski rozwiązał oryginalne zadanie naukowe, polegające na modelowaniu mikrostruktury kompozytu betonowego w taki sposób, aby był on w stanie spełnić przeciwstawne wymagania dotyczące izolacyjności i akumulacyjności cieplnej oraz wytrzymałości na ściskanie. Stwierdzam, że główny cel rozprawy doktorskiej został osiągnięty.

Doktorant wykazał się dobrą znajomością aktualnego stanu wiedzy w zakresie objętym tematem, umiejętnościami planowania i prowadzenia badań laboratoryjnych oraz rozwiązywania problemów teoretycznych. Przeprowadził w szerokim zakresie badania doświadczalne oraz analizy obliczeniowe, a do rozwiązania postawionego problemu zastosował poprawne metody badawcze. Uzyskał oryginalne wyniki oraz wykazał, że potrafi analizować i krytycznie oceniać uzyskane rezultaty oraz formułować poprawne wnioski poznawcze. Świadczy to o Jego odpowiednim przygotowaniu i predyspozycjach do samodzielnego prowadzenia prac naukowo-badawczych. Ponadto zdaje sobie sprawę, że nie rozwiązał wszystkich problemów naukowych w analizowanym zakresie badań oraz widzi kierunki dalszych badań.

Uwagi krytyczne wymienione w punkcie 4 nie obniżają dobrego, moim zdaniem, poziomu merytorycznego i ogólnej wysokiej oceny dysertacji. Uwagi mają charakter porządkowy lub dyskusyjny i mam nadzieję, że przynajmniej w części będą pomocne Autorowi podczas przygotowywania artykułów do czasopism naukowych.

Oceniam, że rozprawa stanowi rozwiązanie oryginalnego zagadnienia naukowego oraz potwierdza, że Doktorant posiada ogólną wiedzę teoretyczną i umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Rozprawa jest opracowana na bardzo dobrym poziomie naukowym i redakcyjnym oraz wnosi w przedmiotowym zagadnieniu wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie 'budownictwo'. Ma również znaczenie praktyczne.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska autorstwa mgr inż. Jarosława Strzałkowskiego pt.: *"Modyfikacja kompozytów betonowych pod względem izolacyjności i akumulacyjności cieplnej oraz wytrzymałości"* spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim określone w Ustawie z dnia 14.03.2003 roku *"O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki"* (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.) oraz Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 (Dz. U. poz. 261). W związku z tym stawiam wniosek o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie jej do publicznej obrony.



Henryk Nowak