

Recenzja

pracy doktorskiej mgr inż. arch. Michała Gołębiewskiego

pod tytułem:

Aspekty zastosowania kompozytów wapienno-konopnych w budownictwie indywidualnych domów mieszkalnych w architekturze proekologicznej

a. Podstawy opracowania

Podstawę formalną opracowania recenzji stanowi pismo Przewodniczącej Rady Dyscypliny Architektura i Urbanistyka Politechniki Warszawskiej dr hab. inż. arch. Krystyny Solarek, prof. uczelni.

Podstawę merytoryczną stanowi przekazana praca doktorska.

b. Charakterystyka pracy

Opiniowana praca doktorska liczy 256 stron w części zasadniczej i 8 stron aneksu. Część zasadnicza zawiera 274 ilustracji i 32 zestawienia tabelaryczne. Spis bibliografii liczy ponad 160 pozycji w postaci publikacji naukowych, 26 aktów prawnych i norm, 118 stron internetowych. Ponadto dołączono spis podstawowych oznaczeń i symboli oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. Aneks składa się z 2 części. Zawiera usystematyzowane dane z przeprowadzonych własnych badań w postaci 30 zestawień tabelarycznych.

Praca składa się z 7 rozdziałów, w tym z rozdziału wstępnego, w którym uzasadniono wybór tematu, zdefiniowano kluczowe dla pracy pojęcia, zaprezentowano jej cele, tezy oraz strukturę.

W drugim rozdziale określono tło tematyki badawczej poprzez przybliżenie związku rozwiązań materiałowych ze współczesnymi wyzwaniem ekologicznymi oraz zaprezentowanie rozwiązań zgodnych z nurtem budownictwa naturalnego. Autor odniósł się także do zagadnień kompozytów budowlanych oraz tendencji ich rozwoju oraz do rozwiązań materiałowo-budowlanych ścian zewnętrznych w budownictwie jednorodzinym w Polsce.

Rozdział trzeci zawiera charakterystykę kompozytów wapienno-konopnych (*hempcrete*) w zakresie ich składu, struktury i technik wykonywania. Dokonano także autorskiej oceny omawianych kompozytów z punktu widzenia ich wartości pro-środowiskowych.

Rozdział czwarty zawiera studium zastosowań kompozytów wapienno-konopnych w architekturze Polskiej i światowej. Autor odniósł się do historycznych śladów zastosowania tej

technologii budowania oraz do renowacji obiektów zabytkowych, które zapoczątkowały jej współczesny renesans. Następnie dokonał przeglądu zastosowań technologii *hempcrete* w domach jednorodzinnych na świecie, w przykładach realizacji światowych o innych funkcjach niż mieszkalna oraz w budownictwie jednorodzinnym w Polsce.

W rozdziale piątym dokonano szczegółowego zestawienia danych z wielu różnych źródeł literaturowych dotyczących właściwości fizycznych kompozytów wapienno-konopnych i ich wpływu na charakterystykę cieplno-wilgotnościową budynku oraz jego efektywność energetyczną.

Rozdział szósty zawiera prezentację autorskich badań. Dokonano w nim przeglądu obowiązujących w Polsce przepisów i norm oraz zaprezentowano wyniki badań konkretnych próbek materiałowych w zakresie wytrzymałości na ściskanie, współczynnika przewodzenia ciepła, współczynnika przepuszczalności pary wodnej i ciepła właściwego. Wykonano także szereg analiz ukierunkowanych na ocenę możliwości zastosowania omawianej technologii w budownictwie jednorodzinnym w Polsce.

Rozdział ósmy to podsumowanie pracy.

3. Ocena merytoryczna pracy

3.1. Ocena doboru tematu pracy

Praca dotyczy konkretnego rozwiązania materiałowego, mieszczącego się w nurcie budownictwa bazującego na prostych technologiach czepiących z materiałów naturalnych. Technologia *hempcrete* jest jeszcze mało rozpowszechniona na świecie, a w Polsce doczekała się jedynie pionierskich realizacji. Jednocześnie dotychczasowe doświadczenia dotyczące tej technologii są na tyle wartościowe i obiecujące, by stały się podstawą dla badań naukowych ukierunkowanych na jej doskonalenie i rozpowszechnianie. Temat pracy jest zatem właściwy dla pracy doktorskiej jako wyzwanie naukowe, jest także niezwykle ważny w aspekcie współczesnych problemów cywilizacyjnych. Mieści się bowiem w problematyce rozwoju budownictwa w kierunku jedynie słusznej i niezbędnej gospodarki cyrkularnej ukierunkowanej na poszanowanie zasobów środowiska i tworzenie zdrowych dla człowieka warunków życia. Ponadto praca ma wymiar praktyczny i może przyczynić się do pozytywnych zmian w sektorze budownictwa jednorodzinnego w Polsce.

3.2. Cele, tezy i zakres pracy

Celem pracy jest ocena zasadności stosowania technologii *hempcrete* w budownictwie jednorodzinnym ze wskazaniem możliwości i ograniczeń związanych w projektowaniu i użytkowaniu budynków. Szczególna uwaga Autora ukierunkowana została na możliwości, jakie daje ta technologia w zakresie minimalizowania wpływu budownictwa na środowisko. Dokonano także wstępnej oceny możliwości stosowania tego materiału w Polsce (w świetle obowiązujących przepisów i norm) na podstawie autorskich badań eksperymentalnych i obliczeniowych. Zakres pracy został określony właściwie. Zawężenie pola badań do budownictwa jednorodzinnego pozwoliło na jasne

określenie uwarunkowań i wymagań związanych z zastosowaniem technologii *hemcrete*, a powzięte do badań autorskich założenia (rodzaj i liczba parametrów, liczba wariantów) są adekwatne dla powziętego celu.

Teza pracy składa się z trzech precyzyjnych i konkretnych stwierdzeń. Są one właściwie sformułowane i dobrze wyważone w stosunku do możliwości, jakie dają podjęte w pracy badania. Zasadność sformułowanego celu, precyzja i trafność tez oraz właściwie zakrojony zakres pracy świadczą o dobrym warsztacie naukowym Doktoranta.

3.3. Najważniejsze elementy wartości naukowej pracy

Najważniejsze elementy wartości naukowej opiniowanej pracy to:

- Usystematyzowanie istniejących, rozproszonych dotąd badań światowych i nielicznych Polskich dotyczących kompozytów wapienno-konopnych w aspekcie ich składu, budowy i możliwości wykonywania, a także cech fizycznych kluczowych dla możliwości ich stosowania w budynkach
- Analiza technologii *hemcrete* z punktu widzenia śladu środowiskowego jaki wiąże się z jej zastosowaniem, w tym porównanie z innymi powszechnie stosowanymi w Polsce technologiami
- Analiza istniejących zastosowań technologii *hemcrete* w budynkach różnego rodzaju na świecie i w Polsce z uwzględnieniem ich wartości użytkowych i architektonicznych
- Badania własne eksperymentalno-obliczeniowe na określonej liczbie próbek kompozytu wapienno-konopnego w zakresie wytrzymałości na ściskanie, współczynnika przewodzenia ciepła, współczynnika przepuszczalności pary wodnej oraz ciepła właściwego
- Analiza ryzyka kondensacji węgłnej dla przegród wykonanych w technologii *hemcrete* z uwzględnieniem wszystkich stref klimatycznych w Polsce
- Ocena pojemności cieplnej przegród pionowych wykonanych z *hemcrete*
- Określenie możliwości, ograniczeń oraz przesłanek dla zastosowania tej nowatorskiej, naturalnej technologii w budownictwie jednorodzinym w Polsce .

3.4. Część badawcza pracy

Komponent badawczy pracy składa się z kilka elementów. Część z nich (rozdziały 3-5) ma charakter systematyzujący, a część (rozdział 6) prezentuje badania własne Autora. Choć bazę części systematyzującej stanowią zebrane informacje oraz badania innych autorów, to ich właściwe zestawienie i analiza pozwoliły Kandydatowi stworzyć podstawę do oceny zasadności stosowania kompozytów wapienno-konopnych w budownictwie jednorodzinym. Na szczególne uznanie zasługuje część wprowadzająca w problematykę, a więc niejako prolog do zasadniczych badań. W rozdziale 2.1 Autor odniósł się do znaczenia rozwiązań materiałowych w kontekście współczesnych problemów środowiskowych i koniecznych działań w kierunku ich minimalizowania. Syntetyczny tekst wsparty wieloma aktualnymi danymi i konkretną wiedzą, zdradza dojrzałość, zrozumienie i

świetną orientację Autora w tej problematyce, co dowodzi, że umie On spojrzeć na badane w pracy zagadnienie z bardzo szerokiej perspektywy. W dalszej części Autor dogłębnie przestudiował dotychczasową wiedzę dotyczącą komponentów tworzących *hemcrete*, ich wariantów i sposobów łączenia w kompozyt (rozdział 3). Imponująca jest liczba źródeł literaturowych z całego świata, bardzo rozproszonych, pochodzących z publikacji naukowych, ze środowisk pasjonatów i pionierów-praktyków oraz od producentów komponentów i elementów prefabrykowanych *hemcrete*. Bardzo wartościowym, autorskim elementem pracy jest ocena śladu środowiskowego oraz energii wbudowanej materiałów *hemcrete* oraz porównanie ich z innymi technologiami, najbardziej popularnymi w Polsce w sektorze budownictwa jednorodzinne. Daje to pogląd na skalę przewagi tego materiału nad innymi pod względem środowiskowym i podbudowuje motywację by go doskonalić i rozpowszechnić.

Autor wykonał także studium zastosowań technologii *hemcrete* z podziałem na przykłady światowe (o funkcji mieszkalnej i pozostałych) i Polskie (rozdział 4). Przedstawił także przykłady zastosowania tej technologii w zakresie renowacji, co zresztą było początkiem jej współczesnej historii. Zebrał w sumie kilkadziesiąt bardzo ciekawych przykładów, dokumentując je materiałem ilustracyjnym (często także z fazy budowy) i różnego rodzaju danymi. Pozwoliło to Autorowi na przestudiowanie możliwości architektonicznych tego materiału. Ciekawym i obiecującym wnioskiem jest fakt, że technologia ta nie ogranicza w istotnym sposób architektów i nie zamyka obiektów z *hemcrete* w żadnej określonej stylistyce. Może zostać wyeksponowana w plastycznym wyrazie obiektu, ale równie dobrze może pozostać niewidoczna dla odbiorcy.

Ostatnim elementem części analityczno-systematyzującej jest rozdział prezentujący właściwości fizyczne kompozytów wapienno-konopnych i ich wpływ na charakterystykę ciepło-wilgotnościową budynku (rozdział 5). Autor skompletował i rzetelnie przeanalizował istniejące badania wykazując, że technologia ta wpisuje się w nurt budownictwa energooszczędnego, bioklimatycznego i zdrowego dla człowieka, choć nie jest wolna od wad, a szereg zagadnień wymaga dalszych badań. Ten wątek jest wprowadzeniem do części prezentującej własne badania Autora ukierunkowane na ocenę możliwości zastosowania tego materiału w budownictwie jednorodzinym w warunkach polskich (rozdział 6). W pierwszej części tego rozdziału Autor dokonał przeglądu obowiązujących w Polsce przepisów i norm, z których wynikają wymagania, jakie powinny spełniać przegrody. Następnie Autor zaprezentował wyniki samodzielnie przeprowadzonych badań na określonej liczbie próbek kompozytu (o różnych parametrach charakteryzujących ich skład) w zakresie wytrzymałości na ściskanie, współczynnika przewodzenia ciepła, współczynnika przepuszczalności pary wodnej oraz ciepła właściwego. Dane te posłużyły Autorowi do przeprowadzonej w dalszej części analizy ryzyka wystąpienia kondensacji węgłnej, oceny pojemności cieplnej konstrukcji wykonanej w badanej technologii oraz możliwości projektowania przegród o wymaganym w Polsce współczynniku U_c . Ten rozdział pracy ma największą wartość w zakresie oryginalności badań. Autor wykazał się szeroką wiedzą i umiejętnościami wykraczającymi

poza dyscyplinę architektura i urbanistyka oraz doświadczeniem w organizacji i prowadzeniu badań naukowych. Autor wykazał zasadność zastosowania *hemcrete* w Polsce w budownictwie jednorodzinym określając jednocześnie pola do dalszych badań oraz formułując wskazania dla projektantów.

Praca skłania do wielu refleksji, których ślad można odnaleźć w pracy. Niezwykle interesujące są inne niż techniczne aspekty możliwości wdrażania tej technologii w Polsce. Należą do nich z pewnością koszty budowy z *hemcrete* w stosunku do innych technologii i ich relacja do trwałości tego materiału. Ważny wydaje się także aspekt technologiczny w zakresie możliwości budowania z *hemcrete* metodą gospodarczą przez niewykwalifikowaną siłę roboczą. Te dwa zagadnienia mogą rzucić nowe spojrzenie na kompozyty wapienno-konopne jako technologię zwiększającą dostępność budownictwa mieszkaniowego w Polsce. Ciekawe jest także zadanie Autora na postrzeganie społeczne tego materiału w Polsce. Na ile może być ono przychylne a na ile nieufne i niechętne? Wymienione uwagi nie mają charakteru zarzutu, gdyż ich obszar tematyczny wykracza poza określony we wstępie zakres pracy. Ciekawi mnie jednak zdanie Autora jako eksperta w zakresie technologii *hemcrete* i liczę na zapoznanie się z nim w ramach dyskusji podczas obrony pracy.

Całość części badawczej pracy, (zarówno jej elementy systematyzująco-analityczne, jak i badania własne, eksperymentalno-analityczne) ma dużą wartość naukową i stanowi istotny wkład w proces wdrażania technologii *hemcrete* w Polsce i nie tylko. Z tego punktu widzenia uzasadnione wydaje się wydanie tej pracy drukiem, jako bardzo pomocnej dla projektantów, wykonawców oraz poszukujących rzetelnej wiedzy inwestorów.

4. Uwagi krytyczne

Przedstawioną pracę oceniam wysoko. Nieliczne uwagi krytyczne nie wpływają zasadniczo na ostateczną wartość osiągnięcia Doktoranta. Jednak dwie nasunęły się podczas czytania pracy:

- a. Kilka fragmentów pracy wydaje się zbędnych w punktu widzenia wartości pracy Autora jako rozprawy doktorskiej. Należy do nich przegląd najbardziej popularnych obecnie technologii przegród domów jednorodzinnych w Polsce, oraz duża część rozdziału 5 zawierająca opis podstaw fizycznych wybranych zjawisk cieplno-wilgotnościowych w materiałach i przegrodach budowlanych. Mają one charakter podręcznikowy i bez szkody dla zrozumienia całości pracy, a z pożytkiem dla jej zwartości, mogłyby zostać usunięte. Zaznaczyć należy jednak, że z punktu widzenia możliwości wydania rozprawy drukiem i jej znaczenia edukacyjnego, fragmenty te są wartościowe
- b. Pewnym niedociągnięciem części pracy zawierającej przegląd przykładów budynków wykonanych w technologii *hemcrete* jest brak podania kryteriów wyboru tych, a nie innych przykładów oraz uzasadnienia kryteriów ich analizowania. Ze pożytkiem dla pracy byłoby także bardziej syntetyczne podsumowanie tej części, np. w postaci zestawień tabelarycznych.

5. Ocena strony formalnej pracy

Poziom formalny pracy jest bardzo dobry. Pod względem konstrukcji logicznej można ocenić ją wysoko. Konstrukcja ta znajduje ona swoje odzwierciedlenie w układzie pracy. Zwraca także uwagę rzetelne, konsekwentne opracowanie graficzne. Wszystkie rysunki są ujednolicone, a ich ujęcie właściwie oddaje istotę poruszanych problemów. Materiał ilustracyjny jest bardzo bogaty, duża część zdjęć pokazuje ważne dla tematyki pracy ujęcia z fazy budowy. Zatem są to ilustracje pozyskane wskutek specjalnych starań. Autor wykazał się umiejętnością powoływania na źródła. Bibliografia pracy jest niezwykle 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 dużą część tekstu traktuje o problematyce technicznej, zwykle trudnej w odbiorze. Poziom językowy pracy potwierdza dojrzałość Autora i wysoki poziom Jego pracy, zarówno w aspekcie naukowym, jaki i eksperckim.

6. Wnioski końcowe

W opiniowanej pracy doktorskiej rozwiązano postawione zadanie naukowe. Autor właściwie określił cele pracy i metody ich realizacji. Postawione tezy zostały udowodnione, a wnioski wyprowadzono prawidłowo. Autor rzetelnie wywiązał się z zadania badawczego, kompletując bogaty materiał i właściwie go opracowując. Na wszystkich etapach pracy wykazał się wysokim poziomem warsztatu naukowego.

Z pełnym przekonaniem stwierdzam, że przedłożona przez **mgr inż. arch. Michała Gołębiowskiego** praca doktorska pod tytułem: **„Aspekty zastosowania kompozytów wapienno-konopnych w budownictwie indywidualnych domów mieszkalnych w architekturze proekologicznej”** stanowi twórczy wkład do nauki w dyscyplinie architektura i urbanistyka oraz spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim, określone w *Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku, z późniejszymi zmianami, o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 3 października 2014r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzenia czynności w przewodach doktorskich, w postępowaniu habilitacyjnym oraz postępowaniu o nadanie tytułu profesora*. Stawiam zatem wniosek o dopuszczenie rozprawy do publicznej dyskusji.