

Prof. dr hab.inż. arch. Jacek Suchodolski
Wydział Architektury Politechniki Wrocławskiej
Wrocław ul.B.Prusa 53/55

Wrocław 15.08.23

W. Pan

Prorektor ds. nauki

Prof. dr hab. inż. Jacek Przepiórski

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Wydział Architektury

71-210 Szczecin ul. Żołnierska 50

Recenzja

Przedmiotem recenzji jest praca doktorska Pana mgr inż. arch. Michała Golańskiego pt. “ **Problem implementacji drewna w realizacji form swobodnych w architekturze początku XXI wieku** ” , wykonanej pod kierunkiem promotora Pani Prof. nzw. dr hab.inż arch. Krystyny Januszkiewicz. Recenzja została sporządzona na podstawie pisma Pana Prorektora ds.nauki prof.dr hab. inż. Jacka Przepiórskiego z dnia 01.06. 2023 roku .

1.Objętość i konstrukcja pracy

Przedłożona do recenzji praca została przekazana jako jednotomowa i liczy aż 476 stron i jest najobszerniejszą dysertacją jaką opiniował recenzent . Do zasadniczej części pracy dołączone są ; wykaz bezpośrednio wykorzystanej literatury na który składa się 478 pozycji , wykaz ilustracji i ich źródeł wg podziału na części pracy , wykaz tabel , wykaz źródeł internetowych mający 60 pozycji , oraz słownik użytych terminów . Całość została podzielona na 5 Części (rozdziałów), gdzie w pierwszej z nich – Określenie zamierzenia naukowo-badawczego , metody i celu pracy , Autor zawarł Wstęp oraz 1.0. - -Wprowadzenie , 1.1- Problem naukowy , 1.2 .- Określenie zamierzenia naukowo-badawczego , 1.3 .- Przedmiot badań , 1.4. -Cel pracy , 1.5 -Metodę badań , 1.6 -Stan

badan i 1.7- Podsumowanie części pierwszej . W następnych częściach Autor omawia ; Drewno jako materiał budowlany . Właściwości zastosowane na tle historycznego rozwoju (2) , Drewno w realizacji form swobodnych przed rewolucją cyfrową (3) , Drewno a cyfrowa powierzchnia form swobodnych , Analiza wybranych przykładów (4) , oraz Realizacja zamierzenia naukowo – badawczego – Wnioski końcowe (5) . Każdy rozdział posiada Wprowadzenie oraz Podsumowanie co w dużym stopniu ułatwia zapoznanie się z treścią poszczególnych Części w tej tak obszernej dysertacji .

2. Tematyka badań i układ pracy

We Wstępie do swej pracy Autor podkreśla i ukazuje znaczącą rolę jaką odegrało drewno jeden z pierwszych materiałów budowlanych do wznoszenia siedzib ludzkich , jako surowiec do wytwarzania przedmiotów codziennego użytku , stając się zarazem nośnikiem i wyrazem postępu naszej cywilizacji . Stosowane razem z innym budulcem jak kamień *“czy ceramiką tworzyło nową jakość wzbogacającą krajobraz kulturowy , nadając mu często odrębność regionalną widoczną i podziwianą do dziś ”* . Charakteryzując właściwości drewna wskazuje na jego wyjątkowość wynikającą z budowy tego surowca jako tkanki biologicznej , co z kolei decyduje o zmiennych właściwościach konstrukcyjnych . Mimo wypierania drewna przez żelbet , materiały kompozytowe i szkło , pozostaje ono nadal niezbędnym materiałem budowlanym . Nowe , szersze możliwości zastosowania drewna w budownictwie zwłaszcza do konstruowania przekryć w obiektach sportowych , kultu religijnego czy usługowych stwarza drewno klejone zbliżone swymi właściwościami do materiałów takich jak stal czy inne o izomorficznej strukturze . Nie mniej , jak zaznacza Autor możliwości stosowania w obecnej architekturze linii i płaszczyzn o falistym i płynnym kształcie , co nadaje jej nowej niespotykanej dotąd jakości , dynamiki i wyrazu jest spowodowane użyciem w procesie projektowym cyfrowych narzędzi opartych na matematycznym zapisie NURBS . Przytaczając słowa Autora ; *“ proces twórczy wkroczył w sfery wydawać , by się mogło , nieograniczonych możliwości powiązań wyobraźni , umysłu twórczego z zapisem cyfrowym . Jedyne ograniczeniem pozostaje materiał ”*

Tekst w **Części 1** poprzedza teza , *iż w XXI wieku realizacja form swobodnych powstających z drewna wymusza stosowanie nowych form strukturalnych a dotychczas stosowane systemy konstrukcyjne i rodzaje połączeń dla form prostokreślnych powinny być zastąpione nowymi strategiami wykorzystującymi wrodzone właściwości drewna oraz tworzącymi nowe relacje pomiędzy geometrią , materiałem i środkami produkcji .* Następnie w Punkcie 1.0 – Wprowadzenie , w którym podkreśla , iż nowe narzędzia cyfrowe wypierają tradycyjne sposoby projektowania a drewno dzięki swym właściwościom odpowiada wymogom w kształtowaniu krzywoliniowych form swobodnych . Punkt 1.1 – Problem naukowy , sprowadza się do zagadnienia *“ jakie relacje zachodzą*

w obiektach budowlanych o formie swobodnej pomiędzy geometrią bryły , właściwościami materiału a środkami produkcji ” . Ja twierdzi Autor ; chodzi tu głównie o drewno płaskie lub gięte w trzech kierunkach . W Określeniu zamierzenia naukowo-badawczego – Punkt 1.2 , precyzuje , że chodzi o ustalenie możliwości łączenia tradycyjnych technik z nowymi . Następnie definiuje terminy ; architektury krzywoliniowej , formy swobodnej , zdolności budowlanej i tektoniki cyfrowej . W Podpunktach 1.3.1 określa - Pole rozważań, a w 1.3.2 – Zakres badań . W Przedmiocie badań – 1.3 , . informuje iż chodzi o prymarne obiekty architektoniczne lub projekty studialne o swobodnej geometrii, w których użyto drewna w realizacji form krzywoliniowych . Zakres badań obejmuje lata 2000-2022 , tj. od daty powstania pierwszego cyfrowego obiektu o formie swobodnej z drewna przy użyciu maszyn CNC.

W Celu pracy – 1.4 , Autor jako zasadnicze cele podaje omówienie nowych metod w zastosowaniu drewna jako materiału tektonicznego i wykończeniowego oraz nowych technologii cyfrowych i ich roli we współczesnej architekturze. Przede wszystkim koncentruje się na zmianach zachodzących w teorii i praktyce materiałowej w kształtowaniu form swobodnych z drewna . Omawiany podpunkt kończy teza , którą Doktorant przedstawił przed Wprowadzeniem . Jako Metodę badań – 1.5 , przyjął analizę porównawczą wykazując jej przydatność w prowadzonych badaniach . Podpunkt 1.5.1 – Kryteria wyboru obiektów do analizy i źródła informacji , którymi są obiekty o formie swobodnej będącej częścią pięciu odmian funkcjonalnych wzniesione z drewna w latach 2000 – 2022 w wielu krajach . Następnie omówiono przyjęte kryteria dzieląc je na decydujące i uzupełniające .Dalszy podpunkt to – 1.5.2, Uzasadnienie wyboru badanego czasokresu , opiera się na faktach , które mówią o wzroście popularności drewna do budowy form krzywoliniowych o skomplikowanej geometrii . Właściwości fizyczne i plastyczne tego budulca czynią go na nowo atrakcyjnym , przeżywającym swą drugą młodość dzięki zastosowaniu jak podkreśla Autor technik NURBS ze środkami produkcji CNC .

Część pierwszą kończy Podpunkt -1.6 - Stan badań ...Doktorant proponuje podział na sześć grup badawczych zagadnień nad zastosowaniem drewna do tworzenia swobodnych form architektonicznych ; - historii zastosowania drewna do budowy krzywoliniowych form w której omawia pierwsze publikacje poruszające to zagadnienie (Semper XIX stulecie) wspomina o wkładzie jaki wnieśli tu teoretycy i praktycy z zagranicy i polscy architekci , - charakteryzuje drewno jako materiał budowlany z przedstawieniem jego właściwości, - omawia badania naukowe nad projektowaną cyfrowo architekturą , - przedstawia badania nad strategiami produkcji w systemie CAD/CAE/CAM , - zajmuje się poszukiwaniem nowych teorii poznawczych odnośnie architektury krzywoliniowej projektowanej cyfrowo , - porusza problem rewolucji cyfrowej na tle współczesnej epoki . W podsumowaniu części pierwszej – Podpunkt 1.7 Doktorant podkreśla , iż omawiane nowe narzędzia projektowe wraz z technikami produkcji umożliwiają nowe rozwiązania formalne i konstrukcyjne w zastosowaniu

drewna w architekturze .

Część 2 -Drewno jako materiał budowlany. Właściwości zastosowane na tle historycznego rozwoju .

Druga Część pracy została podzielona na sześć podpunktów w których omówiono następujące zagadnienia ; 2.1 Materiał budowlany w aspekcie filozofii starożytnej , 2.2 Drewno jako materiał budowlany , 2.3 Budowanie z drewna – rys historyczny , 2.4 Typologia konstrukcji z drewna , 2.5 Rozwój metod i technik wytwarzania i obróbki oraz 2.6 Drewno jako materiał wykończeniowy . Część druga została poprzedzona Wstępem i zakończona Podsumowaniem. Doktorant rozpoczyna swą narrację od zdefiniowania pojęć materia i materiał przypisując drewnu rolę archetypu dla tych określeń . Następnie kontynuując wątek filozoficzny zajmuje się pojęciami natura i sacrum , filozofią przyrody , materiałem , nauką i techniką oraz na końcu podpunktu -2.1.2 kształtem i materiałem .skupiając się na pojęciu tektonika przypisując mu związek z obiektami z drewna. W podpunkcie 2.2 zajmuje się – Drewnem jako materiałem budowlanym , omawiając jego Budowę biologiczną (2.2.1) , Pochodzenie (2.2.2) , Budowę (2.2.3) , Pozyskiwanie na potrzeby architektury i budownictwa (2.2.4) , Właściwości (2.2.5) w którym opisuje (bez numeracji) kolejno ; Właściwości fizyczne drewna , Strukturę , Strukturę mikroskopową , Gęstość , Barwę i rysunek , Anizotropię , Trwałość , Właściwości mechaniczne , Wytrzymałość (na ściskanie, rozciąganie , zginanie , ścinanie , sprężystość ,) , Właściwości sensoryczne , Percepcję wzrokową powierzchni , Właściwości perfomatywne , Właściwości termiczne , Adaptację do warunków środowiskowych , Wady , Zachowanie się względem wody , Właściwości środowiskowe , Palność drewna , Środki zapobiegania przed ogniem , Zwrot w kierunku ogniotrwałego budownictwa , Porównanie drewna z innymi materiałami .

Omyłkowo w tekście wprowadzono punkt 2,2 - Rodzaje drewna stosowane w budownictwie i architekturze (s.89) zamiast punktu 2.2.6 – Drewno budowlane . W punkcie tym podkreślając zalety drewna jako budulca zwraca uwagę na fakt iż nowe technologie zwiększają zakres jego użycia . Wymienia stosowane od dawna techniki obróbki drewna (drewno darte , okrągłe , tarcicę). Podpunkt 2.1.6 – Materiały drewnopochodne , zawiera informacje o wykorzystywanych odpadach drewna po jego obróbce i częściach pni do produkcji drewna klejonego , drewna CLT , kompozytów z drewna i tworzyw sztucznych . Tekst uzupełniają tabele 2.6 , 2.7 i 2.8 oraz liczne ilustracje .

Podpunkt 2.3 to- rys historyczny drewnianego budownictwa. Został on podzielony na; następujące podpunkty ; 2.3.1 Początki architektury drewnianej – w którym Autor sugeruje stosowanie dwóch wzorców we wznoszeniu najstarszych prehistorycznych budowli - pierwszych opartych na kącie prostym , oraz drugich z wykorzystaniem krzywizn które umożliwiał drewniany budulec .2.3.2 Skeomorfizm w architekturze – gdzie najstarsze porządki np. dorycki był pierwotnie kształtowany z drewna , by z upływem czasu stać się kamienną strukturą. 2.3.3 Rozkwit architektury drewnianej – Doktorant

powołując się na badania archeologiczne podkreśla powszechność i uniwersalność stosowania drewna w Europie Zachodniej i Środkowej pomiędzy VI a XVI stuleciem (str.109). Ze względu na jego właściwości konstrukcyjne , łatwej stosunkowo obróbki , dostępność , drewno stało się materiałem głównie służącym do budowy budynków , ich przyozdabiania czy wytwarzania przedmiotów codziennego użytku . Powołując się na materiały źródłowe (str.108) podaje , iż najstarszymi obiektami o drewnianej konstrukcji są kościoły w Anglii (IX – XI w.) i w Skandynawii (XII w.). Zwraca uwagę na istotny problem wyrębu lasów w gęsto zaludnionej Europie Zachodniej , co skutkowało koniecznością poszukiwania nowych źródeł pozyskiwania tego budulca oraz stosowania bardziej oszczędnych konstrukcji w użyciu drewna . Na stronie 111 Autor stwierdza , iż najstarsze drewniane świeckie budynki w Polsce pochodzą z XVII wieku . Na Dolnym Śląsku w miejscowości Chwaliszów trwa do dziś karczma sądowa wzniesiona w 1578 roku . Także niedaleko od Kamiennej Góry w Miskowicach istnieje tzw. karczma książęca w której najstarsze fragmenty pochodzą z XVI wieku . Co do stwierdzenia iż style rodzime w architekturze - odradzające się w drugiej połowie XIX stulecia , ” powstawały w drewnie” (uwaga recenzenta) , to trudno się z tym nie zgodzić mając na uwadze architekturę zakopiańską czy regionalną ukształtowaną w Sudetach . Ostatni podpunkt – 2.3.4 Kryzys architektury drewnianej , w którym Autor z jednej strony , mając na uwadze stały rozwój budownictwa , wprowadzanie nowych materiałów konstrukcyjnych i wykończeniowych , jak żeliwo , szkło (początek XIX stulecia) , stal , żelbet (druga połowa XIX w) czy tworzywa kompozytowe , wskazuje na wypieranie drewna jako podstawowego budulca , a z drugiej strony widzi, dzięki zastosowaniu nowych technik wykorzystujących właściwości strukturalne drewna , jego przyszłość. Podpunkt następny to 2.3 – Typologia konstrukcji z drewna . Autor wymienia podstawowe rodzaje konstrukcji drewnianych w ich historycznym rozwoju zaczynając od ; konstrukcji wieńcowych – 2.3.1 , poprzez konstrukcje szkieletowe – 2.3.2 zaliczając do nich kościoły słupowe , konstrukcje sumikowo-łatkowe , konstrukcje słupowo ryglowe , konstrukcje przysłupowe , lekkie konstrukcje szkieletowe , więźby dachowe , więźby krążynowe , system lamelowy Zollingera , kopuły drewniane- 2.3.3 , konstrukcje z drewna klejonego – 2.3.4 , konstrukcje z drewna masywnego (drewno klejone krzyżowo) i powłoki siatkowe – 2,3,5 . Do podpunktu dołącza - montaż powłoki siatkowej (?) . Autor omyłkowo na str. 120 określa konstrukcję ryglową wypełnioną gliną i słomą jako mur pruski . Zaliczenie konstrukcji przysłupowej do grupy konstrukcji szkieletowych wydaje się nie całkiem trafne , gdyż głównym elementem nośnym jest tu pionowa belka – słup posiadająca miecze lub nie . Jeśli chodzi o pierwotny obszar występowania konstrukcji przysłupowej to z pewnością są to Łużyce , pn. Czechy i pd.zach, część Dolnego Śląska , czyli tak zwany Umgebndeland (niem.) – czyli kraina konstrukcji przysłupowych . Na str. 122 Autor stwierdza iż ” pojawienie się konstrukcji przysłupowej tłumaczone jest rozwojem tkactwa prowadzonego na małą skalę w domach rzemieślników ” . Było właśnie odwrotnie , tkactwo występowało w dużej skali w domach

rzemieślników . Jest to wyczerpująco omówione m. innymi w książce Karla Bernerta – Umgebinderhäuser , która ukazała się w Niemczech w 1988 roku . Przy opisie więźb dachowych opartych na konstrukcjach ciesielskich (str.123) zostały pominięte tzw . więźby storczykowe występujące często w domach sudeckich . Podpunkt kolejny to – 2.4 Rozwój metod i technik wytwarzania i obróbki . Zasadą przestrzeganą przy obróbce drewna , w celu uzyskania elementów o wysokiej wytrzymałości mechanicznej i odporności na oddziaływanie czynników zewnętrznych było zachowanie struktury włókien tego materiału . Autor zwraca na fakt ten szczególną uwagę w kontekście następnego podpunktu – 2.4.1 Obróbka ręczna drewna. Zaznacza , iż przejście w epoce średniowiecza do innego ("drewna tartego ") sposobu obróbki drewna , co poszerzyło zakres stosowania , spowodowało znaczne jego zużycie . Po omówieniu – snycerki i stolarstwa , wskazuje na związek sztuki szkodniczej z architekturą . Jako jedne z pierwszych przykładów zastosowania form krzywoliniowych wymienia Pallazo della Regione w Padwie i bazylikę Palladiana w Vinzenzy . W podpunkcie 2.4.2 omawia - Obróbkę mechaniczną drewna oraz standaryzację architektury z drewna . Część Drugą kończy omówieniem sposobów łączenia drewna- podpunkt 2.4.3 , dzieląc je na złącza ciesielskie , mechaniczne i klejone . Ostatnim podpunktem Części Drugiej jest 2.5 – Drewno jako materiał wykończeniowy . Podobnie jak i w przypadku innych głównych rozdziałów dysertacji omawianą część zamyka Podsumowanie – 2.6 .

Część Trzecia pracy to – **Drewno w realizacji form swobodnych** . Część ta składa się z siedmiu rozdziałów – punktów w których omówiono ; Formę swobodną przed rewolucją cyfrową – 3.1 , Metody kształtowania strukturalnych form swobodnych w architekturze XX wieku – 3.1.1 koncentrując się na Metodzie Gaudiego – 3.1.2 , Metodzie znajdowania formy (Heinz Isler)- 3.1.3, Kształtowaniu strukturalnych form swobodnych z prętów stalowych (Frei Otto) – 3.1.4 , Kształtowanie strukturalnych form swobodnych z drewna – 3.1,5 , Multihalle w Mannheim (1970-1975) . Kontynuując omawia – Genealogię form swobodnych w architekturze drewnianej- 3.2 , gdzie zajmuje się Pierwszymi schronieniami z drewna – 3.2.1 i Konstrukcjami szalacowymi z żerdzi i gałęzi – 3.2.2. Prowadząc nadal swe rozważania w punkcie – 3.3 W kierunku krzywoliniowych form wykonanych z drewna omawia – Zespół cerkiewny w Kiży – 3.3.1 , Skręcone iglice – 3.3.2 , Lukarny – 3.3.2 , Goetheranum Rudolfa Steinera – 3.3.4 , Falujące ściany i falujący strop Alvara Alto , Tradycjonalizm postmodernizmu (Herb Greene Herb , Brat Prince , Henry Whiting , Bruce Goff , Imre Makovecz , Renzo Piano)– 3.3.6 . Podpunkt ten kończy Tabela 3.2- Realizacja form swobodnych z drewna w architekturze przedcyfrowej , Punkt 3.4 – Właściwości drewna wykorzystywane w architekturze przed rewolucją cyfrową . zawiera podpunkty 3.4.1- Właściwości wynikające z metod obróbki drewna , oraz – 3.4.2 Drewno i materiały drewnopochodne i 3.4.3 – Aspekt ekologiczny . Przedostatnim punktem Części 3 jest – 3.5 (w dysertacji omyłkowo oznaczony jako 3.6) zatytułowany Problem projektowania form swobodnych z drewna przed rewolucją cyfrową . Autor omawia w nim Aspekt ekologiczny – 3.5.1 ,

Modelowanie analogowe- 3.5.2 , Tektonikę architektury drewnianej przed rewolucją cyfrową – 3.5.3 , Stereotomię w architekturze drewnianej – 3.5.4 . Część trzecią zamyka – 3.5.5 Podsumowanie .

Rozdział ten (Część 3) Autor poświęcił na omówienie, jak to określa przedrewolucyjnych dokonań w sferze architektury drewnianej czyli od czasów zamierzonych aż do końca XX stulecia . Formy pierwszych schronień z drewna miały często charakter krzywoliniowy , a w toku dalszego rozwoju narzędzi obróbki tego surowca , wzrostu jej precyzji , powstawały krzywoliniowe obiekty o coraz bardziej śmiałych rozwiązaniach, lecz ich geometria była oparta na zasadach wywodzących się jeszcze ze starożytnej Grecji – czyli geometrii euklidesowej .

Nie przeszkodziło to (uwaga recenzenta) aby powstały w tym okresie znane , oryginalne obiekty o konstrukcji drewnianej , a zaprojektowane przez A. Alto , Frei Otto , Renzo Piano czy Imre Makovecza .

Część czwarta to – Drewno a cyfrowa powierzchnia form swobodnych – Analiza wybranych przykładów .

Rozdział ten składa się z siedmiu punktów w których Autor porusza po Wprowadzeniu - 4 ; Formę i powierzchnię swobodną modelowaną cyfrowo - aspekt ontologiczny – 4;1 , w którym definiuje Formę swobodną modelowaną cyfrowo - 4.1.1 , oraz Czym jest powierzchnia w cyfrowej praktyce projektowej – 4.1.2 .

Następny punkt to; Analiza porównawcza wybranych obiektów architektonicznych – 4.2 . W podpunkcie – 4.2.1 Założenia ogólne i kryteria wyboru obiektów do analizy . W podpunkcie – 4.2.2 Względy analizy Autor wyróżnia pięć kryteriów , które omawia w podpunktach od 4.2.2.1 do 4.2.2 .5 . Od rozpiętości , rozmiaru , wielkości , proporcji i skali obiektu architektonicznego poprzez aspekt przestrzenny formy swobodnej modelowanej cyfrowo , i geometryczne przygotowanie powierzchni formy swobodnej , aż do wytwarzania w systemie CAD/CAM .

W punkcie 4.3 następuje analiza wybranych obiektów eksperymentalnych i badawczych . Są to obiekty eksperymentalne i badawcze wykonane z drewna – 4.3.1 . Zostały scharakteryzowane w podpunktach od 4.3.1.1 do 4.3.1.17 . Są to przede wszystkim pawilony (m.innymi Pavilon Forest Park w Londynie , Pawilon badawczy w Stuttgarcie , Pawilon parametryczny we Wrocławiu , Pawilon francuski EXPO w Mediolanie 2015, czy Pawilon eksperymentalny w Szwajcarii w Zurichu) oraz wieża Kupla w Chelsinkach i kaplica Saint- Loup w Szwajcarii .

W punkcie 4.3.2 Autor przedstawia wyniki analizy obiektów eksperymentalnych wykonanych z drewna . Omawia – Poszukiwanie nowych połączeń – 4.3.2.1, Wpływ właściwości materiałowych drewna na łączenia elementów – 4.3.2.2 , Połączenia elementów drewnianych w obiektach o formie swobodnej – 4.3.2.3 , Charakterystyka parametryczna analizowanych obiektów eksperymentalnych wykonanych z drewna . Wyniki analiz przedstawia w tabeli 4.15

Punkt 4.4 – Implementacja drewna w architekturze XXI wieku . Autor na wstępie podkreśla , iż obecnie ma miejsce swoisty renesans zastosowań drewna w architekturze. Rozwój konstrukcji drewnianych skutkuje powstawaniem coraz ciekawszych obiektów o niekonwencjonalnych rozwiązaniach w tym realizacji form swobodnych , których kształtowanie jest możliwe dzięki wyjątkowym właściwościom drewna . Z kolei przy projektowaniu ; Chesa Futura zastosowanie technik cyfrowych otwiera przed tą dziedziną architektury całkiem nowe horyzonty . Autor poddaje analizie 12 obiektów , reprezentatywnych – jak deklaruje dla badanego okresu (podpunkty od 4.4.1 do 4.4.12) . Są to m. innymi ; Chesa Futura w St. Moritz autorstwa Normana Foster , Audytorium DZ Bank w Berlinie autorstwa Gehry Partners , Savill Building w Londynie autorstwa Glenn Howells Architects , Buro Happold , Pawilon dla słoni w Zurychu autorstwa Markus Schietsch Architekten , czy wieża w Urbach w Niemczech autorstwa Achim Menges , Jan Knippers. W wynikach analizy porównawczej – punkt 4.5 , Autor podsumowując zawarte w nim dane stwierdza , iż " Na rozwiązanie połączeń ma zasadniczy wpływ , przyjęty sposób wytwarzania elementów danej formy .Budulcem najczęściej wykorzystanym do wznoszenia form swobodnych przedstawionych obiektów są materiały budowlane powstałe na bazie drewna , przede wszystkim drewno klejone LVL i CLT ". W podpunkcie 4.5.1 – Poszukiwanie nowych typów konstrukcji , Autor zauważa, że za nowym kształtem uzyskanym dzięki realizacji form swobodnych, idzie skomplikowana tektonika dotycząca geometrii i zastosowanego materiału (skóra i struktura). Reasumując stwierdza , iż analizowane obiekty posiadają powierzchnie strukturalne o powłokowym charakterze pracy strukturalnej . Dzieli je na grupy w zależności od przyjętego rodzaju konstrukcji nośnej . Analizy załącza w tabelach 4.17 do 4.21 , Część czwartą zamyka podpunkt 4.5.2 – Poszukiwania nowych połączeń . Zamieszczona w nim tabela 4.22 zawiera analizę połączeń w omawianych obiektach architektonicznych . Jak zaznacza Doktorant przeważa tu typ połączeń powierzchniowych klejone , punktowe i czołowe (stalowe) , i liniowe (śruby , wkręty). Skomplikowana geometria form swobodnych wymusiła konieczność zastosowania nowych rodzajów połączeń. Na końcu Części 4 Autor zamieścił Podsumowanie – 4.6 .

Część 4 jest z punktu widzenia tematyki całej dysertacji rozdziałem zasadniczym w , którym zostały przeprowadzone analizy , badania dotyczące zagadnień związanych z użyciem drewna do budowy form swobodnych o skomplikowanej strukturze . To z kolei pozwoliło na przedstawienie najnowszych rozwiązań w zakresie stosowania materiałów i rodzajów nowych połączeń . Autor zaznacza , iż wśród badanych obiektów najliczniejszą grupę stanowią sztywne powłoki segmentowe do konstrukcji których użyto komponentów ze sklejki z łącznikami metalowymi . Drugą grupę stanowią formy swobodne , których konstrukcje stanowi drewno klejone CLT i LVL . Został również poruszony problem istotnych zmian w projektowaniu , będących wynikiem stosowania technologii cyfrowych ., które pozwalają na projektowanie form budynków o skomplikowanej geometrii . Autor również podkreślił jeszcze raz fakt , iż wyjątkowe właściwości budowy strukturalnej

drewna oraz możliwości wykorzystania jego komponentów w kształtowaniu form swobodnych we współczesnej architekturze legły u podstaw jego szerokiego zastosowania .

Całość recenzowanej rozprawy doktorskiej kończy **Część piąta – Realizacja zamierzenia naukowo-badawczego . Wnioski końcowe** . W Rozdziale tym Autor wyróżnił cztery główne punkty (oprócz Wprowadzenia - 5 i Podsumowania - 5.5). Jako pierwszą przedstawił Strategię badań – 5.1 , w której omówił treść i zasadnicze kierunki analiz we wszystkich pięciu Częściach swej dysertacji .

Następny podpunkt to Osiągnięte wyniki badań – 5.2 . Autor stwierdza , iż w XXI wieku doszło do przełomu w projektowaniu architektury drewnianej dzięki wspomaganemu komputerowemu (oaz modelowaniu parametrycznym i projektowaniu opartym na obliczeniach) . Zastosowana w badaniach analiza porównawcza dowiodła , iż następuje stopniowe odejście w nowo powstałych obiektach , od form opartych na prostokątnych układach do realizacji form swobodnych . Również dzięki nowym metodom stało się możliwe wykorzystanie właściwości drewna dotąd nie branych pod uwagę . W podpunkcie 5.2.1 – Projektowanie form swobodnych z drewna , Doktorant zamieszcza diagram il.5.1 – Metoda procesu projektowania . Została w nim przedstawiona wspomniana metoda uwzględniająca uwarunkowania mające miejsce w sferze fizycznej i cyfrowej w modelu 3D. Kontynuując swą narrację w podpunkcie następnym – 5.2.2 Autor przedstawia - Aspekty nowych relacji pomiędzy geometrią , materiałem i środkami produkcji w architekturze drewnianej w epoce cyfrowej . Problem ten ilustruje (il.5.2) w diagramie ujmującym opisywane zależności . Podpunkt 5.2.3 został poświęcony – Zmianom wykorzystania właściwości drewna . Autor analizuje tu wpływ pojawienia się nowych sposobów obróbki drewna i nowych materiałów z przetworzonych drewnopochodnych odpadów na poszerzenie możliwości kształtowania form swobodnych . Obrazuje to w tabeli 5.1 . Recenzent ma wątpliwości co do wypływającego z niej wniosku , iż dopiero podczas rewolucji cyfrowej doszło do zastosowania drewna jako konstrukcji kompozytowej np. drewna klejonego . Drewno klejone w postaci np. dźwigarów o znacznych rozpiętościach i o różnych kształtach pojawiało się już na większą skalę w latach 60-tych czy 70-tych XX stulecia w obiektach użyteczności publicznej . W następnej tabeli 5.2 porównuje wykorzystanie cech drewna w architekturze przed i w dobie rewolucji cyfrowej . Autor wskazuje tu na nowe możliwości kształtowania właściwości wytrzymałościowych drewna poprzez tworzenie wielokierunkowych układów materiałowych jak np. klejenie warstw drewna ze zróżnicowanym kierunkiem włókien (str.434) . Twierdzi , iż dochodzi do " redefinicji " właściwości drewna w nowych materiałach drewnopochodnych o zmienionej geometrii , i wyglądzie powierzchni oraz o poszerzonych możliwościach przenoszenia obciążeń . Wymogi stawiane nowym materiałom podczas realizacji form swobodnych , określają takie parametry, których nie posiada drewno lecz materiały drewnopochodne uzyskane z jego przetwórstwa . W podpunkcie 5.2.4 – Nowe rozwiązania strukturalne , Autor zwraca

uwagę na to , iż realizacja form swobodnych pociąga za sobą konieczność zmian w dotychczas stosowanych systemach konstrukcyjnych materiałowej , . Zestawienie nowych typów konstrukcji zamieszcza w tabeli 5.3 . Następnie porusza zagadnienia efektywności strukturalno-materiałowej oraz zwraca uwagę na konieczność wprowadzenia nowych połączeń dla obiektów o formach swobodnych . Sposoby połączeń umieszcza w tabeli 5.4 . W punkcie 5,3 – Tektonika cyfrowa architektury drewnianej wyjaśnia termin “ Tektoniki cyfrowej ” podając dane o jego genezie(s.440) . Projektowanie i wytwarzanie architektury drewnianej w systemie CAD/CAM, to podpunkt – 5.3.1 . Autor umieszcza tu diagram (il 5.4) – Ramy metodologiczne procesu projektowania form swobodnych . Ujęte są tu najważniejsze elementy we współczesnym projektowaniu jak geometria . materiał i wytwarzanie . W dalszym ciągu narracji zajmuje się nowymi wyzwaniami w projektowaniu architektonicznym , i integracją metod i narzędzi informatycznych . W podpunkcie 5.3.3 - Wytwarzanie cyfrowe konstrukcji drewnianych, zaznacza , iż system CAD/CAM w połączeniu z zastosowaniem CNC spowodował to , iż stało się możliwe wznoszenie architektury o formach swobodnych . Następnie w podpunkcie 5.4- Przyszły rozwój i perspektywy badań omawia metodologię projektowania .Autor stwierdza , ze istnieje potrzeba dalszego prowadzenia badań “*nad zintegrowanym interdyscyplinarnym procesem projektowania i wytwarzania w oparciu o technologię cyfrową*” . Zaznacza , iż obecnie jest widoczna tendencja do prowadzenia badań w połączeniu z praktyką projektową , gdyż dużą rolę odgrywa tu właśnie praktyka , która poszerza wiedzę oraz umożliwia uzyskanie doświadczenia. W podpunkcie 5.4.2 – Właściwości materiałowe , powtarza wielokrotnie już sformułowane stwierdzenie o znaczącej roli materiałów budowlanych wytwarzanych z zastosowaniem drewna . Dzięki swym właściwościom stosowane są w krzywoliniowych ustrojach nośnych . Ostatnim podpunktem Części 5 oprócz Podsumowania jest 5.4.3- Wytwarzanie CAD/CAM. Złożoność współczesnych zakrzywionych przekryć jak zauważa doktorant powoduje konieczność korzystania z wiedzy zespołów fachowców , którzy dysponują wiedzą teoretyczną i praktyczną . Doktorant na zakończenie punktu kreśli przyszłość , którą będzie czwarta rewolucja przemysłowa w której nastąpi jeszcze bardziej zawansowana komputeryzacja .

3. Uwagi końcowe

Przekazana do recenzji praca doktorska stanowi zwięzłe – mimo swej objętości i logiczne opracowanie Doktoranta o właściwie podjętej metodzie badań , poddającej analizie aktualne zagadnienie – *Problem implementacji drewna w realizacji form swobodnych w architekturze początku XXI wieku* . Po Określeniu zamierzenia naukowo-badawczego , metody i celu pracy oraz stanu badań , w następnej Części -2 pracy omówiono właściwości drewna jako materiału budowlanego na tle historycznego rozwoju tego budulca . W Części -2 zostały przedstawione ; Drewno jako materiał budowlany w

aspekcie filozofii starożytnej – 2.1 , Drewno jako materiał budowlany – 2.2 , gdzie Autor szczegółowo omawia m. innymi budowę i właściwości drewna – co można by umieścić w przypisach . Budowanie z drewna rys historyczny- 2.3 , gdzie z kolei Doktorant ukazuje początki architektury drewnianej jej rozwój i upadek. W następnym punkcie – 2.4 została omówiona typologia , gdzie Autor opisując obszar występowania tradycyjnej architektury regionalnej mając na względzie przysłup , podaje m. innymi Górny Śląsk . Na obszarze tym konstrukcja przysłupowa była swoistym importem z sąsiedniego Dolnego Śląska , a nie miejscem jej narodzin za które uważane są Łużyce przez poważną część badaczy . Część 3 – Drewno w realizacji form swobodnych przed rewolucją cyfrową . Wydaje się , iż punkt 3.2 – Genealogia form swobodnych w architekturze drewnianej , mógłby znaleźć się na początku tej Części . Doktorant charakteryzując drewniane konstrukcje powstałe przed rewolucją cyfrową zwraca uwagę na widoczny wzrost komplikacji ich formy. Przytaczając przykłady obiektów wzniesionych z drewna słusznie wykazuje , iż ich realizacja stała się możliwa dopiero po zastosowaniu technik cyfrowych . Stąd podział na budowle zrealizowane przed i po rewolucji cyfrowej .

Nie mniej jednak oprócz wartości konstrukcyjnych drewna , którego trwałość i wytrzymałość zostały znacznie podwyższone poprzez stworzenie materiałów kompozytowych, istotna jest także w architekturze jego specyficzna barwa i klimat , którymi charakteryzują się powstałe z jego udziałem wnętrza. Ciekawym spostrzeżeniem w dysertacji jest zwrócenie uwagi przez Doktoranta na wpływ konstrukcji szkodliwych na formę niektórych obiektów architektonicznych.

Część 4 - Drewno a cyfrowa powierzchnia form swobodnych. Analiza wybranych przykładów. Rozdział ten zasadniczy w całej dysertacji, poświęcony został analizie wybranych obiektów o formach swobodnych powstałych dzięki cyfrowym narzędziom projektowym . Jak zaznacza Autor są to obiekty eksperymentalne powstałe w latach 2002- 2022 . Są to przykłady reprezentatywne pozwalające na przeprowadzenie zamierzonych badań zasadniczych dla całej pracy doktorskiej . Jak już zostało w dysertacji zaakcentowane kluczową rolę odegrały tu właściwości nowych materiałów budowlanych powstałych na bazie drewna jak i rodzaje nowych połączeń koniecznych dla tych konstrukcji . Autor wskazuje słusznie na konieczną komplementarność badań w sferze geometrii , struktur i materiałowej .

Przyszłość dla dalszych badań nad krzywoliniowymi formami swobodnymi w architekturze Doktorant widzi w pogłębianiu sfery komputerowej , przestrzeni cyfrowej i w nowych rozwiązaniach strukturalnych dotyczących geometrii i systemów konstrukcyjnych Ujął to w postawionej tezie , którą należy przyjąć zdaniem recenzenta za udowodnioną. Również podsumowując od strony edytorskiej przedłożoną pracę należy podkreślić jej wartości estetyczne na które składa się bogata szata ilustracyjna , graficzna i zdjęciowa świadcząca o pracowitości i zaangażowaniu Autora .

4. Konkluzja

Zamieszczone uwagi nie wpływają na wysoką ocenę tej wartościowej pracy , poruszającej aktualny , ważny i interesujący temat wyczerpująco przedstawiony z dużym zaangażowaniem Autora oraz z czytelnie sformułowanymi wnioskami i prawidłowo skonstruowaną tezą . W związku z powyższym po analizie recenzowanej pracy doktorskiej stwierdzam , iż dysertacja opracowana przez mgr inż. arch. Michała Golańskiego pod kierunkiem promotora Prof. nzw .dr hab. inż .arch. Krystyny Januskiewicz , pt; “ *Problem implementacji drewna w realizacji form swobodnych w architekturze początku XXI wieku* ” , odpowiada kryteriom i warunkom określonym w Ustawie o tytule i stopniach naukowych , stanowiąc oryginalne i wyróżniające się osiągnięcie w rozwoju badań nad współczesną architekturą . Dlatego stawiam wniosek o dopuszczenie recenzowanej pracy doktorskiej do publicznej obrony przed Radą Wydziału Architektury Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie . Równocześnie wnioskuję mając na uwadze walory recenzowanej dysertacji o jej wyróżnienie .

Prof. dr hab. inż. arch. Jacek Suchodolski

;

