Prof. dr hab. inż. arch. Jacek Suchodolski

Wydział Architektury Politechniki Wrocławskiej

Wrocław ul. B .Prusa 53/55

Wrocław . 18.09.21

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

Recenzja dotyczy pracy doktorskiej Pana mgr. inż. arch. Piotra Gradzińskiego pt. '' **Zastosowanie analizy cyklu życia (LCA) w projektowaniu architektury domów jednorodzinnych** '' , wykonanej pod kierunkiem promotora dr hab. inż. arch. Marka Wołoszyna , prof. ZUT i promotora pomocniczego dr inż. arch. Leszka Świątka . Recenzja została sporządzona na podstawie pisma Pana Prorektora ds. nauki prof. dr hab. inż. Jacka Przepiórskiego z dnia 08.07.2021 roku .

1. Objętość i konstrukcja pracy

Przedłożona do recenzji praca została przekazana jako jednotomowa i liczy aż 354 strony i należy do obszerniejszych dysertacji . Do zasadniczej części pracy dołączona jest bibliografia zawierająca 535 pozycji , spis stron internetowych mający144 źródła , spis ilustracji i tabel oraz *Przypisy końcowe* na które składają się – *1.Przykłady zastosowania metody cyklu życia w pracy naukowo-dydaktycznej oraz –2.Ocena Cyklu Życia stosowanych materiałów budowlanych (studium przypadku), Etapy kalkulacji ,3.Tabela – Granicznych wartości środowiskowych dla planety Ziemi oraz 4.Załącznik – arkusze kalkulacyjne .przykładowym domu jednorodzinnym*

Całość została podzielona na 7 rozdziałów , które poprzedza Spis treści i Wstęp . Rozdział 1 – *Wprowadzenie w problematykę pracy* zawiera Wprowadzenie (1.1) ,

Zamierzenie naukowo-badawcze (1.2) w którym wprowadzono podpunkty ; Zakres problemowy (1.2.1) , Zakres i przedmiot badań (1.2.2). Następnie Autor przedstawia Stan badań (1.3) . Cel badań i tezę (1.4) , Metodę badań (1.5) w której wyróżnia ; Kryteria wyboru obiektów oraz źródła i zakres informacji (1.5.1) , Zakres analiz obiektu architektonicznego (1.5.2) , Konstrukcję pracy (1.5.3) . Rozdział 1 kończy podpunkt 1.6 – Słownik użytych terminów .
W następnych rozdziałach Autor omawia ; Metodę Oceny Cyklu Życia (2) , Tendencje w projektowaniu i budowaniu współczesnych domów jednorodzinnych na Pomorzu Zachodnim (3) , Analizę metodą Oceny Cyklu Życia (LCA) elementów i struktury domów jednorodzinnych na Pomorzu Zachodnim (4) , Proces projektowy a metoda Oceny Cyklu Życia (LCA) (5) , Metodę Oceny Cyklu Życia a architekturę domów jednorodzinnych – nowy czynnik w projektowaniu (6) , całość dysertacji kończy rozdział 7 – Wnioski końcowe , po którym autor zamieścił Bibliografię , Spis ilustracji i tabel oraz Przypisy końcowe . Każdy rozdział oprócz pierwszego i ostatniego podsumowują Wnioski .

2. Tematyka badań i układ pracy

Nasilające się zmiany klimatyczne na całym świecie będące skutkiem wzrostu temperatur , które wynikają z kolei ze zwiększającej się emisji gazów cieplarnianych do atmosfery , stają się palącym problemem dla ludzkości . Coraz szybszy rozwój cywilizacji skutkujący zwiększaniem produkcji dóbr konsumpcyjnych w różnych dziedzinach gospodarki , również widoczny jest w budownictwie . Produkcja materiałów budowlanych , ilość zużytej energii do ich powstania a po latach życia do utylizacji , tym samym ingerencja w środowisko naturalne , są istotnymi elementami , uwzględnianymi w różnych analizach i badaniach .
W przedłożonej dysertacji Autor zajmuje się zagadnieniem wpływu analiz i ocen według metody LCA (Oceny Cyklu Życia) na proces projektowania domów jednorodzinnych. Autor stwierdza , iż ze względu na brak takich badań w Polsce powstała potrzeba uzupełnienia tej luki . Wskazuje również na konieczność uwzględnienia dodatkowo w tej metodzie , korzystając z możliwości narzędzi cyfrowych , czynników określających cechy proekologiczne danego obiektu . Istotny wpływ na formę budynku ma materiał z którego powstał , którego z kolei cykl życia (istnienia) ma określone oddziaływanie na środowisko naturalne . Jak zaznacza sam Autor praca stanowi próbę , poprzez przeprowadzone w niej szczegółowe analizy , uzyskania danych określających zakres wpływu metody LCA na kształt architektury i proces projektowy .
We *Wstępie* - Autor nakreśla wagę problemu ochrony środowiska , które degradowane jest między innymi poprzez nadmierne zapotrzebowanie energii przy wznoszeniu budynków oraz na znaczne jej ilości do produkcji różnorodnych materiałów budowlanych. Aby uniknąć zużycia nadmiernej ilości energii należy wprowadzić już w procesie projektowania i produkcji uwzględnienie założeń , które obniżyły by na nią

zapotrzebowanie. Zasadnicze znaczenie miało by zastosowanie metody Analizy i Oceny Cyklu Życia LCA .
We *Wprowadzeniu* – 1.1 Autor kontynuuje dalej swą narrację odnośnie zależności formy obiektu od stosowanego materiału budowlanego , jego właściwości eksploatacyjnych oddziaływaniu na środowisko , stwierdzając powstanie relacji między ‘’wytwarzaniem a architekturą ‘’ . Uważa , iż ‘’ problematyka dysertacji skupia się na odziaływaniu metody Analizy Cyklu Życia , która poprzedza Ocenę Cyklu Życia , na architekturę budynku jednorodzinnego ‘’ . Również zaznacza , iż obiekty architektoniczne w swym pełnym cyklu życia wywierają wpływ na środowisko naturalne , co zostało podkreślone już na samym wstępie rozdziału . Porusza również kwestię nieaktualności istniejącej definicji architektury (forma , konstrukcja , funkcja) , gdyż nie uwzględnia ona dzisiejszej konieczności energooszczędnego projektowania oraz potrzeby budowania elastycznej formy i funkcji obiektu mając na względzie cykle życia rodziny oraz zmieniające się wymagania .

W *Zamierzeniach naukowo-badawczych* (1.2), zostało sformułowane przez Autora stwierdzenie , które charakteryzuje istotę dysertacji , iż ‘’ Zamierzeniem naukowo-badawczym jest poznanie w jaki sposób wyniki LCA mogą determinować formę architektoniczną rozpatrywaną w aspektach funkcjonalno-przestrzennych , strukturalnych i materiałowych’’ . Dodając do tego ‘’ konieczność zachowania zasobów środowiska naturalnego przy jednoczesnym ograniczeniu ilości zanieczyszczeń i odpadów ‘’.

W *Zakresie i przedmiocie badań* (1.2.2) – Autor informuje , iż badaniami zostały objęte domy jednorodzinne powstałe w Polsce na Pomorzu Zachodnim w latach 2000 – 2012 na obrzeżach miast , a zbudowane z materiałów otrzymywanych w procesach przemysłowych . Pozwoli to zdaniem Autora poddać badaniom użyty budulec , oraz określić oddziaływanie na środowisko obiektów wzniesionych z tych materiałów.

Stan badań (1.3) – W podpunkcie tym Doktorant przypomina o początkach badań nad cyklem życia produktu , co miało miejsce w latach 60-tych XX wieku (Harold Smith) , gdy powstała metoda inwentaryzacji tego procesu. Metoda ta , gdy skażenie środowiska oraz problem związany z odpadami stały się coraz bardziej palącymi , została uściślona i ulepszona (metoda Analizy i Oceny Cyklu Życia). Następnie zostały wymienione i scharakteryzowane programy badań środowiskowych powstałe w wielu krajach w latach 90-tych i początku dwutysięcznych. Także Autor omawia publikacje polskojęzyczne , zauważając, iż najczęściej poruszają problem pod kątem wytycznych zrównoważonego rozwoju (publikacje A. Baranowskiego , A. Panka , M. Wołoszyna , D. Masły czy Marii Stawickiej – Walkowskiej) . Kontynuując wymienia Doktorant książki – jak zaznacza, koncentrujące się na metodzie Analizy i Oceny Cyklu Życia w języku polskim i angielskim . Podsumowując stwierdza , iż nie powstała jak dotąd publikacja w której omówiony został by wpływ metody Analizy i Oceny Cyklu Życia na estetykę architektury np. budynku jednorodzinnego , tzn. na jego formę , konstrukcję i funkcję . Dlatego brakujące

elementy metody powinny zostać opracowane , tak aby możliwa była kompleksowa ocena Cyklu Życia .

1.4 *Cel badań i teza* - Doktorant formuje główny cel badań , którym jest '' Określenie w jaki sposób metoda Analizy Cyklu Życia , stosowana w kolejnych fazach procesu projektowego może wpływać na architekturę domów jednorodzinnych '' . Zasadniczy cel badań został przez Autora uzupełniony siedmioma szczegółowymi celami badawczymi . Ich realizacja jest nieodzowna do spełnienia głównego celu badań . Następnie Doktorant stwierdza , że istotnym problemem jest również to ,aby określić wpływ projektowanego istniejącego budynku na środowisko , jak i wpływ środowiska na budynek . Tu znów przechodzimy do konkluzji , iż badania nie dotyczą tylko określenia oddziaływania materiału budowlanego na środowisko naturalne , lecz wpływu tego materiału na architekturę budynku jednorodzinnego . Również istotnym jest , jak wyniki badań uzyskane rozbudowanymi metodami LCA mogą wpłynąć na formę architektoniczną budynków jednorodzinnych o cechach ekologicznych .
Podpunkt kończy sformułowana przez Doktoranta teza pracy doktorskiej . *''Stosowanie wyników metod Analizy i Oceny Cyklu Życia we wszystkich etapach procesu projektowego ma istotny wpływ na architekturę domów jednorodzinnych i kontrolę oddziaływania na środowisko '' .* Teza ta wydaje się słuszną tylko rodzi się pytanie czy wpływ LCA na formę , funkcję i konstrukcję budynku będzie podwyższał poziom jego estetyki , czy będzie ją w pewnym sensie ograniczał i spłycał .

1.5 *Metoda badań* - Omawiając metody badań Autor stwierdza , iż materiał oraz rodzaj konstrukcji współcześnie powstających budynków umożliwiają przeprowadzenie potrzebnych analiz dla Oceny Cyklu Życia , a obecna technologia nadaje się do pomiarów ilości energii potrzebnej do funkcjonowania danego obiektu . Również sterowanie instalacjami jest możliwe w szerokim zakresie .
Kontynuując swą narrację Doktorant stwierdza , iż obecnie stosowane cyfrowe analizy są w stanie generować różnorodne warianty form architektonicznych o zmiennych właściwościach ekologicznych , jak i pozwalają na stosowanie wybranych materiałów budowlanych . Autor następnie charakteryzuje cyfrowe narzędzia BIM , mając na uwadze metodę LCA.
Podkreśla słusznie , iż podjęty problem badawczy ma wielowątkowy charakter a trudność sprawia charakterystyka ekologiczna budynku , gdyż analizy dotyczą wpływu środowiska na architekturę i architektury na środowisko . Dodaje równocześnie , iż oba te problemy powinny być wspólnie podczas badań brane pod uwagę .

1.5.1 *Kryteria wyboru obiektów oraz źródła informacji* – Autor informuje , iż do analizy w dysertacji wybrano siedem budynków jednorodzinnych i zespołów zabudowy , które są uważane za rozwiązania typowe dla Pomorza Zachodniego . Następnie Autor podaje kryteria wyboru obiektów do analizy .

1.5.2 *Zakres analiz obiektu architektonicznego* – Jako podstawowa forma badań w dziedzinie architektury została przyjęta tu analiza porównawcza , a instrumentem badawczym jest metoda Analizy i Oceny Cyklu Życia . Autor zaznacza , iż wybór formy obiektu wynika z relacji ze środowiskiem naturalnym . Istotny wpływ na nią mają koncepcje energooszczędne . Przytacza tu spostrzeżenie , iż forma podąża za energią oraz , iż podąża również za środowiskiem . Przypomina także zasady kształtowania funkcjonalnego domów energooszczędnych , oraz kładzie nacisk na uwzględnienie okresów charakterystycznych w życiu rodziny . Wspominając o przyjętych systemach konstrukcyjnych , zauważa – co oczywiste , iż każdy z nich odznacza się określonym wykorzystaniem materiału . Zamieszczona tabela 1.1 określa zmienność , elastyczność i trwałość części składowych budynku .

1.5.3 Konstrukcja pracy –Autor zamieszcza tu spis rozdziałów dysertacji z krótką charakterystyką ich treści .

1.6 Słownik użytych terminów

Ułatwiający korzystanie z dysertacji doktorskiej .i wyjaśniający szereg występujących w niej nowych terminów , wywodzących się z obcych języków (głównie angielski). Więcej miejsca poświęcił Autor w wyjaśnianiu pojęcia zrównoważonego rozwoju i projektowaniu według jego zasad . Jako podsumowanie zamieścił rycinę 1.1 , która przedstawia trzy aspekty tego rozwoju współgrające z procesem projektowania .

Rozdział 2 – *Metoda Oceny Cyklu Życia (Life Cycle Assessment) w budownictwie* .
Rozdział ten został podzielony na 9 podrozdziałów .
Pierwszy z nich to – 2.1 *Ekofilozofia a metoda Oceny Cyklu Życia* . Autor zwraca tu uwagę na wagę relacji zachodzących pomiędzy działalnością człowieka (budowanie) a przyrodą tak , aby zminimalizować negatywne skutki wynikające z tej zależności dla przyrody .
Zdając sobie sprawę z tego , iż budynek jest tworem sztucznym wzniesionym przez człowieka , co wyklucza jego całkowitą nieszkodliwość dla środowiska przyrodniczego , a przez zastosowanie rozbudowanej metody LCA - analizującej cykl życia od powstania obiektu , aż do jego rozbiórki , Autor podkreśla konsekwentnie potrzebę stałego kontrolowania tego procesu . Nawet jeszcze w fazie projektowej na początku całego zdarzenia , aż do problemów związanych z utylizacją materiałów po zakończeniu ‘’ życia ‘’ budynku . Porusza również kwestię tzw. energii wbudowanej mającą określić stopień ekologiczności użytych materiałów . Pisząc jeszcze o cyklu życia rodziny przechodzi do ekofilozofii zauważając , iż problematyka oddziaływania budynków – czyli sztucznych tworów człowieka, na środowisko była obecna od stuleci . Przytacza tu nawet Kodeks Hammurabiego , prace Witruwiusza , wypowiedzi polskich architektów, oraz więcej miejsca poświęca Fullerowi będącemu zwolennikiem , propagatorem architektury wzorowanej na dziełach niedościgłej przyrody w swej doskonałości estetycznej i

konstrukcyjnej .
Dążenie do jedności człowieka z naturą , którą to ideę zawiera także koncepcja zrównoważonego rozwoju , łączy się z charakterem i kierunkiem ekologicznym metody LCA , której poświęcona jest dysertacja . Rozdział podsumowuje opracowana przez Autora ryc.2.1 – Etapy projektu domu jednorodzinnego a możliwości zastosowania metody LCA .

Podpunkt 2.2 – *Aspekty negatywnego oddziaływania budownictwa na środowisko naturalne*
Autor analizuje negatywny wpływ dwutlenku węgla na środowisko naturalne i tzw. zbudowane , wskazując na zawyżone zużycie surowców oraz nieodnawialnych źródeł energii , co przyczynia się do zwiększenia emisji dwutlenku węgla . Przytacza dane Komisji Europejskiej , które określają iż budynki są odpowiedzialne za zużycie 40 % energii oraz 36% emisji CO2 w Uniii rocznie .

Podpunkt 2.3 – *Antropopresja*

Wyjaśniając istotę tego terminu , Autor wskazuje na negatywną rolę człowieka w obecnej epoce geologicznej holocenu , w której degradując środowisko naturalne człowiek stwarza podstawę do określenia tego okresu jako antropocen , przyjmując początek tego cyklu od połowy XIX stulecia – czyli początków rewolucji przemysłowej. W zachodzących przemianach środowiska negatywną rolę odgrywa rozwój urbanizacji terenów , powodując obniżanie jakości biologicznej obszarów oraz niekorzystne zmiany klimatu na Ziemi .

2.4 *Geneza technik ekologicznych*
Istotne znaczenie dla określenia negatywnego wpływu na środowisko odpadów , stopnia zużycia materiałów i energii ma określenie drogi , którą przechodzi podczas swego życia dany produkt. Ustalenie metody umożliwiającej zarejestrowanie drogi cyklu życia w 1963 roku – jak oznajmia Autor , daje początek ‘’ analizowaniu cyklu życia produktów ‘’ . Uściślenie metody Analizy Cyklu Życia w następnych latach jest wynikiem dużego zwiększenia się zanieczyszczenia i powstawania ogromnych ilości różnorodnych odpadów . Wpływa to negatywnie , wręcz katastrofalnie na środowisko naturalne . Na zamieszczonych rycinach i tabelach 2,2 i 2.3 Autor przedstawia ; Wpływy i skutki zmian klimatycznych w UE , Proponowane parametry granic planetarnych i obowiązujące granice planetarne .

2.5 *Charakterystyka metody Oceny Cyklu Życia (LCA)* Omawiane metody winny uczestniczyć w procesie projektowym aby spowodować pozytywne współgranie między działalnością ludzką a środowiskiem naturalnym , stwierdza Autor na początku punktu . Następnie , kontynuując tok rozumowania podkreśla , ze ocena kosztów cyklu życia winna być poprzedzona analizą oraz następnie kontynuowana razem z Oceną Cyklu Życia , co prowadzi do wiarygodnego wyniku . Ilustruje to rys.2 .3 . Dalej omawia cztery

fazy badań z wykorzystaniem metody LCA . Poziom szczegółowości tych badań przedstawia w tabeli 2.4 . Podsumowując stwierdza , iż wszystkie rozpatrywane fazy wykazują dążność do zminimalizowania wpływu powstającego produktu na środowisko. (ryc. 2.5 , 2.6 , 2.7). Autor kładzie nacisk na stwierdzenie , iż w początkowych fazach projektowania i zamówień , konieczne jest korzystanie z technik cyfrowych .Na końcu punktu 2.5 zauważa , iż ilość stosowanych narzędzi do analiz powoduje problem w wyborze tego najbardziej adekwatnego i nieskomplikowanego .

2.6 *Charakterystyka cyfrowych narzędzi analitycznych BIM – w kontekście metody LCA*
Autor słusznie konkluduje , iż narzędzia i programy LCA nastawione są na badanie oddziaływania stosowanego materiału w budynku na środowisko , a potrzebne jest również określenie środowiska na dany obiekt. Czyli wyłania się potrzeba wzięcia pod uwagę czynników związanych z klimatem i środowiskiem . Dlatego też w dysertacji wzbogaca się metodę LCA o taką możliwość .

2.7 *Materialność budynku i wieloaspektowość oceny materiałów budowlanych*

Autor zafascynowany osiągnięciami współczesnej nauki i techniki , które odsłaniają stale nowe możliwości kształtowania i doboru materiałów , wyboru technik budowy , oraz umożliwiają kontrolę nad poborem energii przez budynek , który ma własny mikroklimat stwierdza , iż obiekty stają się coraz bardziej częścią natury jak i cała obecna architektura . Widzi także analogie między kodem genetycznym DNA a procesem projektowym w architekturze uwzględniającym zapis materii (ryc. 2. 8). W konsekwencji budynek staje się częścią środowiska .
Mając na uwadze dokonujące się współcześnie zmiany i szybki postęp w wielu dziedzinach wiedzy związanych z budownictwem , inżynierią materiałową coraz ostrzejszymi wymogami stawianymi przed wznoszonymi obiektami, związanymi z rosnącym zanieczyszczeniem środowiska , kierunek rozwoju architektury wydaje się naturalny i jest konsekwencją istniejących realiów , a budynek mimo jego ciągłego doskonalenia i dostosowywania się do natury pozostaje wytworem sztucznym realizowanym przez człowieka – zdaniem recenzenta .

2.8 *Analiza Cyklu Życia a mechanizm klosza*
Doktorant omawia wyniki porozumień z Kioto , Kopenhagi i Paryża , dotyczące redukcji światowej emisji gazów oraz przedstawia zalecenia systemy handlu emisjami ET . Również komentuje mechanizm czystego rozwoju CDM (co spowodowało nałożenie ‘’klosza’’ przez kraje europejskie).

2.9 *Wnioski*
W podpunkcie tym kończącym rozdział drugi Autor podkreśla , iż metoda Analizy Cyklu Życia budynku będzie w przyszłości obiektywnym narzędziem umożliwiającym ocenę negatywnego i pozytywnego wpływu na środowisko . Poszczególne analizy w metodzie Cyklu Życia obiektu (etapu projektowania , limitu emisji , śladu ekologicznego) pozwolą

na określenie skali skażenia dla większych zespołów zabudowy , co jak zaznacza doktorant z kolei umożliwi ustalenie negatywnego limitu ‘’ oddziaływania na środowisko naturalne ‘’ . Ilustruje to ryc. 2.10 , opracowana przez Autora .

Rozdział 3 *Tendencje w projektowaniu i budowaniu współczesnych domów jednorodzinnych na Pomorzu Zachodnim*

3.1 Pomorze Zachodnie ,charakterystyka środowiska naturalnego
Po krótkim wstępie Autor określa granice historyczne Pomorza Zachodniego oraz podkreśla wagę powołania do życia Euroregionu Pomerania – 1 grudnia 1995 roku . Euroregion ten obejmuje swym zasięgiem regiony przygraniczne Polski i Niemiec , których skład wymienia Autor. Następnie omówiono cechy klimatu panującego w Województwie Zachodniopomorskim zaznaczając , iż jest mocno zróżnicowany co powoduje ekstremalne stany pogody (huragany i burze). Jak słusznie zauważono ma to istotny wpływ na przyjęcie odpowiednich rozwiązań projektowych w budynkach . Również bujnie porastające lasy ten region z wieloma zbiornikami wodnymi , liczne tereny zielone podnoszą wymagania projektowe (tab .tabl.3.1).

3.2 *Charakterystyka współczesnej zabudowy jednorodzinnej na obszarze Pomorza Zachodniego*
Rozpoczynając omawianie tego podpunktu (str.78 wiersz trzeci od góry) Autor formułuje dość nieszczęśliwie brzmiące zdanie; ‘’ Kształt dziedzictwa kulturowego , do którego należy architektura na tym obszarze , ukształtował się w wyniku oddziaływania różnorodnych wpływów narodów osiedleńczych pozostawiających ślady swej działalności’’ . Brak jest tu sprecyzowania i określenia jakie są to ‘’ narody osiedleńcze ‘’ i jakie przyniosły ze sobą wpływy ?.... oraz kształt ukształtował się !? Pod ryc. 3.1 widnieje podpis , iż są to budynki o konstrukcji szachulcowej . Z tego co widać na fotografiach (wypełnienie konstrukcji ryglowej ścian budynku cegłą) jest to mur pruski , a nie szachulec (wypełnienie konstrukcji ryglowej zaprawą z gliny i wapna , warkoczami ze słomy, drobnymi kamieniami , fragmentami desek). Następnie Autor dokonuje analizy kształtów dachów przy użyciu narzędzi cyfrowych (kąt nachylenia połaci , rodzaje połaci dachowych) ze względu na występujące na Pomorzu silne wiatry (ryc.3 .3). Celem jest wyłonienie najbardziej optymalnej formy dachu. Tylko dlaczego nie został poddany analizie dach z naczółkiem ? Np. mansardowy .
Przechodząc do dalszych badań Autor informuje , iż ogranicza je do polskiej części regionu . Omawia dane statystyczne odnośnie budownictwa jednorodzinnego , odpadów komunalnych , ilości odbiorców i zużycia energii elektrycznej , jak i gazu oraz wody. Wskazuje , iż domy jednorodzinne na Pomorzu Zachodnim nie różnią się niczym od tych budowanych w innych regionach kraju , przytaczając opisy podstawowych odmian technologii wznoszenia domów . Autor określa je jako technologie ‘’ tradycyjne udoskonalone ‘’. Nawiązując następnie do charakteru architektonicznego budynku , Autor wskazuje na wymogi regulujące te sprawy, tzn. między innymi ; wysokość , ilość

kondygnacji , formę dachu-jego geometrię , odległość linii zabudowy , proporcje budynku ,zawarte w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego . Do analizy Autor wybrał sześć osiedli z minimum dwudziestoma budynkami wolnostojącymi w zabudowie jednorodzinnej w Województwie Zachodniopomorskim . Badaniom zostały poddane; technologia wznoszenia budynku , materiały budowlane do wykonywania ścian , stropów , pokryć i konstrukcji dachów , stolarki okien i drzwi . Przeprowadzono także analizy zacieniania , naświetlania światłem naturalnym – umieszczenia paneli fotowoltaicznych , kolektorów słonecznych , ścian Trombea , oraz jak zaznacza jeszcze Autor - wpływu materiałów budowlanych na środowisko naturalne . Rezultaty badań przedstawiono w tabeli 3.4 . W podsumowaniu rezultatów badań Autor jeszcze raz stwierdza , iż rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe nie różnią się niczym od stosowanych w innych częściach Polski . Również forma , proporcje elementów bryły poddanych analizie budynków nie wykazują tendencji do dostosowania formy – jak pisze Autor '' podążającej za środowiskiem ''. Czy Autorowi chodzi o brak dowiązania do miejscowej tradycji budowlanej istniejącej najprawdopodobniej na badanym obszarze przed 1945 rokiem , czy o współczesne stosowanie dobranych materiałów konstrukcyjnych i wykończeniowych ze względu na naturalne środowisko ?

3.3 *Oddziaływanie budownictwa jednorodzinnego na środowisko naturalne w badanym obszarze*

Autor konkludując poprzedni podpunkt stwierdza , iż zawarte w nim dane umożliwiają ustalenie wpływu badanych budynków na środowisko jak i określenie ilości potrzebnej energii do ich prawidłowego funkcjonowania , oraz optymalny rodzaj technologii . Zaznacza , iż powinno się projektować budynki energooszczędne , ekologiczne , niskoemisyjne CO2 , pasywne . Energochłonność jest istotnym czynnikiem występującym w cyklu życia obiektów . Jej zmniejszenie jest korzystne we wszystkich etapach tego cyklu . Załączone tabele 3.5 , 3.6 i 3.7 ukazują podział budynków na standardy energetyczne , oraz ich klasyfikację energetyczną .
Podpunkt zamyka ryc. 3.7 , gdzie Autor przedstawia mechanizm klosza jako miernik wp ływu zabudowy jednorodzinnej na środowisko.

3.4 *Wnioski*

Autor wskazuje we wnioskach , iż poszerzenie metody LCA o analizy kształtu obiektu , umożliwi wykorzystanie czynników środowiskowych do zminimalizowania negatywnego wpływu na przyrodę .

Rozdział 4 *Analiza metodą Oceny Cyklu Życia (LCA) elementów i struktury domów jednorodzinnych na Pomorzu Zachodnim*

4.1. *Analiza Cyklu Życia domu jednorodzinnego* W podrozdziale zostały poddane analizie domy jednorodzinne z 6 osiedli znajdujących się na Pomorzu Zachodnim . Pierwszym analizowanym jest jednorodzinny budynek z dzielnicy Szczecina – Gumieńce z 1934 roku o powierzchni 160 m 2 . Chodzi o stwierdzenie jaki wpływ wywiera na

otoczenie dany dom oraz zespół budynków mając na względzie emisję CO2 z nieodnawialnych źródeł energii , czyli energii wbudowanej o szkodliwym oddziaływaniu . Badania zostały podzielone na etapy ; pierwszy dotyczy terenu z powtarzalnymi jednorodzinnymi domami i zalet wynikających z przyjętej formy w aspekcie energetycznym , drugi polega na podaniu wielkości wsp. przenikania ciepła ‘’ U’’ , dla przegród obiektu , tych z 1934 roku , oraz obecnie stosowanych spełniających wymagane normy . Także zbadano dodatkowo wpływ konstrukcji drewnianej na środowisko . Trzeci etap to Analiza Cyklu Życia referyncyjnego domu – jak pisze Autor , wpływu użytych do jego budowy materiałów na środowisko naturalne i zbudowane . Dokumentacja zawierająca wyniki badań została umieszczona na kartach (planszach) , od Karty 0 do K 6C , gdzie Autor zawarł opis specyfikacji zabudowy , rzut i przekrój domu , jego zdjęcia , Ocenę Cyklu Życia obiektu i jego specyfikację materiałową – podzieloną na dwa warianty ; przed i po zmianie (chodzi o zastosowanie styropianu lub wełny mineralnej) , jest to opracowanie Autora który obliczenia wykonał na EPD i kalkulatorze Microsoft Exel . Dodatkowo zamieszczono obliczenia , wykorzystując metodę Analizy Cyklu Życia , wariantów różnych rozwiązań dla ścian zewnętrznych i dachów , które w dużej mierze decydują o charakterze i wyrazie plastycznym budynku .
Reasumując Autor stwierdza , iż uzyskane wyniki analiz umożliwiają określenie wpływu na środowisko wybranych materiałów oraz mają istotne znaczenie dla architektury obiektu . Kontynuując , jeszcze raz wskazuje na przydatność i celowość zastosowania metody LCA , która obejmuje pełny cykl kształtowania architektury obiektu . Także zdaniem Autora trzeba brać pod uwagę wzajemną zależność konstrukcji , funkcji , i formy , co jest jednym z kanonów w kształtowaniu wyważonej architektury .

4.2 *Wykorzystanie elementów klimatyczno - środowiskowych we wstępnym procesie projektowym z zastosowaniem cyfrowych narzędzi analitycznych*
Autor wskazuje tu na wagę analizy struktury urbanistycznej z zastosowaniem narzędzi cyfrowych, która rzutuje na jakość energetyczną założeń przestrzennych . Problemami mogą być tu korytarze wiatrowe i zacienienie oraz hałas generowany przez miasto. Autor podkreśla , iż uzyskane dane z analiz wpłyną na nadanie właściwych parametrów formie architektonicznej jak i urbanistycznej . Istotnym również jest sprecyzowanie założeń już na etapie koncepcji urbanistycznej . Korzyści z przeprowadzonych analiz cyfrowych obrazuje tabela 4.1.
Kontynuując rozważania nad osiąganiem piękna w architekturze uwidacznia rolę materiałów budowlanych i przyjętej geometrii całości. Również podkreśla rolę czynników środowiskowych i ich wpływu na przyjęty kształt budynku oraz oddziaływania formy, na środowisko naturalne i zbudowane w aspekcie minimalizowania negatywnych reakcji.
Oczywiście zagadnienie piękna w architekturze jest z pewnością przedmiotem wielu rozważań , dyskusji , wymiany poglądów i będzie wiecznie aktualne . Są przytaczane argumenty za i przeciw . Wydaje się , iż jednym z decydujących czynników o atrakcyjności formy obiektu , jej harmonijnych proporcjach , właściwego doboru detalu

budowlanego jest jej regionalne pochodzenie , co zwłaszcza jest widoczne na terenach górskich . Wielowiekowa obserwacja cech miejscowego klimatu , dostępność określonych materiałów budowlach o niskim poziomie energochłonności , wpłynęły na powstanie optymalnych form budynków odznaczających się swoistym pięknem - recenzent. Autor w swej pracy podkreśla nieodzowność stosowania narzędzi cyfrowych włączanych do Oceny Cyklu Życia , oraz potrzebę ekologicznego projektowania co wpłynie na właściwości ekologiczne formy architektonicznej .
4.3 *Analizy konsumpcji energetycznej oraz pasywnych zysków i strat energii w* tak jak zaznacza Autor , badaniom poddano dom jednorodzinny wolnostojący. Rozpoczęto od rzucanego cienia , następnie rocznego nasłonecznienia powierzchni budynku oraz rocznego dostępu światła dziennego przez ten obiekt . W kolejności badano roczne straty energetyczne i zyski po ustaleniu współ. przen. cieplej ‘’U’’. Dokonano także analiz obciążenia wiatrem budynku istniejącego . Badany budynek został przebudowany (koncepcyjnie) w sposób nie naruszający charakteru jego formy – jak zaznacza Autor . Chodziło o stworzenie warunków podobnych dla domu pasywnego . Następnie poddano w ten sposób przygotowane koncepcje Analizie i Ocenie Cyklu Życia. Podobne analizy przeprowadzono dla budynków w wybranych osiedlach Pomorza Zachodniego (Karty od 1 do 6A). Wyniki badań jednoznacznie wskazują na to , iż najwięcej energii w cyklu życia budynku pochłania ogrzewanie , wentylacja i oświetlenie . Aby zminimalizować straty energii , w podsumowaniu tego podpunktu Autor zaznacza że istotnym m. innymi jest ; odpowiednie usytuowanie budynku względem stron świata , ukształtowanie bryły budynku z uwzględnieniem charakteru panującego klimatu , dobranie odpowiedniego kąta nachylenia połaci dachowych , likwidacja okapów i wprowadzenie zaobleń (chyba chodzi o zaokrąglenia ?) co wpływa na zmniejszenie obciążeń wiatrem różnych elementów budynku .
4.4 *Analiza środowiskowo-energetyczna istniejącego osiedla zabudowy jednorodzinnej z lat 30-tych XX w , oraz obecnie wznoszonych osiedli zabudowy jednorodzinnej na obszarze Pomorza Zachodniego*
Jak zaznacza Autor przeprowadzone analizy dostarczają informacji dotyczących określonego obszaru urbanistycznego i budynków jednorodzinnych oraz ocenę najkorzystniejszych rozwiązań i dane do wykluczenia negatywnych oddziaływań. Badania przeprowadzono pod kątem ; cienia stwarzanego przez budynki , rocznego nasłonecznienia powierzchni i panujących wiatrów .
Na kartach od 0 do 6A przedstawiono ; specyfikację poddanego analizom osiedla (6 wybranych osiedli), plan i widok osiedla , stan istniejący i proponowane zmiany .

Podpunkt 4.5. *Wnioski*

W podsumowaniu rozdziału Doktorant jeszcze raz podkreśla , ze przeprowadzone analizy dowodzą pierwszoplanowej roli energii dla przebiegu właściwego (optymalnego) cyklu życia obiektu . Ważnym jest także możliwość wykorzystania formy do

akumulowania energii . Dodaje , iż wybór materiałów o wysokim lub niskim oddziaływaniu ekologicznym ma związek , z formą –czyli jej atrakcyjnością w określonym budynku. Również zaznacza konieczność – wynikającą z analiz , wzięcia pod uwagę charakterystyki klimatu na danym obszarze , gdyż morze on mieć wpływ na architekturę domu . *Widocznym jest – spostrzeżenie recenzenta , że wpływ klimatu na charakter bryły budynku jest oczywisty , co z pewnością szczególnie zauważalne jest w górach , gdzie kształt i konstrukcja domów są przede wszystkim uwarunkowane klimatem , oraz dawniej dostępnością budulca . Budulca głównie drewna i kamienia , które i dziś wykazują swe zalety* . Czynniki , które wpływają na architekturę budynków na Pomorzu Zachodnim zamieścił Autor w tabeli 4.2 . W dużej mierze są to w sferze materiałowej ; zmiana izolacji ze styropianu na wełnę mineralną , w usytuowaniu ; zwiększenie powierzchni nasłonecznionych oraz rezygnacja z elementów zacieniających , w przypadku wiatru i deszczu ; usunięcie takich elementów jak okapy , zadaszenia , zastosowanie kształtów krzywoliniowych oraz wprowadzenie absydy na ścianie szczytowej .
Kończąc rozdział Autor podkreśla ważność konstrukcji , funkcji i formy w zastosowanej metodzie Oceny i Analizy Cyklu Życia budynku biorąc pod uwagę cykl życia materii i jegoj wpływ na środowisko.

Rozdział 5 *Proces projektowy a metoda Oceny Cyklu Życia (LCA)*

5.1 *Charakterystyka procesu projektowego*

Tak jak brzmi tytuł podrozdziału Autor zajmuje się w nim omówieniem definicji dotyczących projektowania rozpoczynając od publikacji Metody projektowania Ch. Jonsa Następnie przytacza nazwiska M . Asimowa ,Ch .Alexandra , J. Boyda zauważając , iż proces projektowania staje się myśleniem projektowym jako metoda praktyczna . Niewątpliwy przełom w projektowaniu zaznaczył się w latach 70-tych XX wieku , gdy zaczęto wykorzystywać komputery z systemami informatycznymi . Umożliwiło to szybkie i obrazowe symulowanie wyników prac , co poszerzyło zakres zastosowania narzędzi badawczych . Złożoność procesu projektowego , gdzie na końcowy wynik ma zasadniczy wpływ talent jednostki i całego zespołu, oraz często różnorakie ograniczenia , jest elementem oczywistym . Także zasada zrównoważonego rozwoju – jak zaznacza Autor rzutuje na architekturę obiektu . Konieczne jest w niej uwzględnienie wysokości zużytkowania energii . Na ryc. 5.7 Autor zamieszcza schemat proekologicznego projektowania budynku . Kontynuując swe rozważania Doktorant stwierdza , iż często podczas projektowania brakuje osobom w to zaangażowanym wiedzy o ekologii , cyklach życia budynku i właściwościach materiałów użytych do jego bodowy . Dla tego Autor jest zdania , iż projektowanie powinno mieć charakter holistyczny . A więc proces inwestycyjny , jako całościowy cykl od koncepcji do realizacji , narzuci w tym procesie prawidłowe działania stosując metodę Analizy i Oceny Cyklu Życia . Następnie zastanawiając się nad definicją projektu Autor przytacza przemyślenia (A. Stabryła , Lock , Fuller , Edmondson) teoretyków i projektantów w tej dziedzinie wiedzy . Również

powołując się na D. Ramsa przytacza zasady dobrego projektu .
Kończąc omawiany podpunkt wyraża opinię (ryc. 5.12), iż tworzenie Zintegrowanych Zespołów Projektowych jest optymalnym rozwiązaniem pozwalającym osiągnąć cel - kreowanie architektury na zasadach zrównoważonego rozwoju , stosując jako nadrzędną metodę Analizy Cyklu Życia .

5.2 *Etapy projektu a metoda Oceny Cyklu Życia (LCA)*
W podpunkcie tym zdefiniowano etapy projektu architektonicznego na postawie Zintegrowanego Procesu Projektowego co pozwala na zastosowanie metody Analizy i Oceny Cyklu Życia . Metoda ta umożliwia ; dobór technologii i materiałów , określenie zapotrzebowania na energię , uwzględnienie działań po zakończeniu życia budynku – jak zaznacza Autor . Wyodrębniono cztery etapy dla Projektu Architektonicznego . Dla Analizy Cyklu Życia również cztery fazy . Etapy i fazy - jak komentuje Autor , prowadzą do ewaluacji rozwiązań stanowiąc w Zintegrowanym Procesie Projektowym cykl powtarzalny , umożliwiając analizę rozwiązań projektowych . Uwagę swą koncentruje następnie Doktorant na materiałach użytych do budowy budynków (EPD) , przypominając o ich wpływie na środowisko naturalne danego obiektu (tab.5.1) . Również estetyka budynku w dużej mierze uzależniona jest od rodzaju stosowanych materiałów . Doktorant kończąc podpunkt stwierdza ,iż '' budynki projektowane kiedyś są bardziej ekologiczne , bo są świadomie uczciwe ''. W przypisie nr 43 dodaje , że do ich budowy stosowano materiały lokalne , naturalne . Zarzuca obecnemu społeczeństwu bezkrytyczne powielanie powierzchownych , często tandetnych , modnych form w architekturze dalekich od ekologii a związanych z działalnością marketingową .
Trudno tu nie przyznać racji Autorowi , co recenzent również już sugerował pisząc o regionalnym budownictwie zwłaszcza w górach , gdzie dobór materiałów był z oczywistych względów ekologiczny i zarazem optymalny (były to przecież kamień i drewno o różnych parametrach).

5.3 *Analiza ; materiałów , konstrukcji , funkcji , formy w obiekcie architektonicznym – domu jednorodzinnego*
W podpunkcie poruszono problemy związane z relacjami człowiek – natura , gdzie może ona być źródłem wszelkich inspiracji , zwłaszcza w architekturze . Nawiązując do tych związków relacji między naturą a budynkiem charakteryzowanym jako żywy organizm , Autor dochodzi do wniosku , iż może on cierpieć na różne choroby lub być zdrowym oddziaływując na środowisko .

5.3.1 *Materiały*
Na wstępie Autor przypomina , iż każdy materiał posiada swój tzw. cykl życia od pozyskania go , do odpowiedniego uformowania , użytkowania i do rozbiórki obiektu . Następnie jest ponownie wykorzystany lub utylizowany. Zbadanie tych faz umożliwiają Metodyka Analizy i Ocena Cyklu Życia . Ważne jest aby zastosowany materiał charakteryzował się niską emisją CO2 , co ma znaczący wpływ na środowisko .

Reasumując , materiał decyduje w dużej mierze o wymiarze plastycznym obiektu , fizycznym oraz o jego poziomie energetycznym . Jest także głównym elementem od którego zależy długość życia budowli , możliwości powtórnego zastosowania , oraz określa koszty przedsięwzięcia . Na koniec Autor wskazuje na jeszcze jeden istotny czynnik , a mianowicie koszty transportu surowca z którego ma być np. wytwarzany na miejscu końcowy produkt służący do wznoszenia domów .

5.3.1.1 *Materiały przyjazne środowisku , naturalne i lokalne*

Na pierwszy plan wysuwa Autor materiały , które pozyskiwano w sposób nieskomplikowany , przy zastosowaniu najprostszych narzędzi, czyli jak pisze; drewno , kamień , glinę i inne . Widoczny jest trend w budownictwie jednorodzinnym , a i w budynkach o większych kubaturach do zastosowania drewna , jako materiału naturalnego , który posiada niski współczynnik energii pierwotnej , oraz niewielką emisję do atmosfery przy obróbce do celów budowlanych . Drewno dzięki zastosowaniu nowoczesnych metod podczas przeróbki , procesom klejenia , laminowania uzyskuje nowe właściwości konstrukcyjne , które są porównywalne ze stalą (drewno klejone) i innymi materiałami konstrukcyjnymi . Przytacza przykłady znanych budowli w których wykorzystano jako materiał konstrukcyjny bądź elewacyjny właśnie drewno . W dalszym ciągu zwraca uwagę na minimalny wpływ drewna na środowisko naturalne , co przy potrzebie budowy dużej ilości mieszkań dla wzrastającej ludzkiej populacji jest nie bez znaczenia . Podkreśla również możliwość wznoszenia domów z tego budulca zgodnych z kanonami tradycji . Kończąc podpunkt wspomina o materiałach mających negatywny wpływ na środowisko , jak ; kleje , stal stopowa , tworzywa sztuczne , metale kolorowe i inne .
Przytacza także przykład drewna klejonego jako materiału szkodliwego dla środowiska wcześniej pisząc o jego ekologicznej alternatywie (s. 219) dla stali i betonu . (?)

5.3.1.2 *Materiały jako elementy ponownie wykorzystane*

Pisząc o wadze problemu recyklingu przytacza dane zobowiązujące Polskę – ustalone przez Parlament Europejski i Radę Eu , do osiągnięcia 50-70% poziomu recyklingu w 2020 roku co wskazuje na tkwiące tu duże możliwości w wykorzystaniu wtórnym materiałów budowlanych . Niestety jak dotąd materiał budowlany , po rozbiórce kończy najczęściej swój żywot na składowisku .
Następnie Autor przytacza realizacje w których wykorzystano materiały pochodzące z recyklingu , między innymi Zalotaya Elemera , Michaela Reynoldsa , czy w Polsce w Drawsku Pomorskim . Jeśli pierwszy z budynków powstał z materiałów odpadowych (elementy metalowe , łańcuchy , kawałki szkła czy drewna) to drugi samowystarczający czerpie energię z odnawialnych źródeł – jak zaznacza Autor, jak i posiada odpowiednią orientację w stosunku do stron świata i przystosowanie do panujących warunków . Trzeci wybudowany w Drawsku Pomorskim nawiązuje do rozwiązań zastosowanych przez

Michaela Reynoldsa , również stosując materiały odpadowe (opony , butelki , puszki itp.) Odwołując się dalej do przykładów światowych Autor stwierdza , iż możliwe jest powtórne wykorzystanie materii bez konieczności eliminacji jej na składowisku odpadów , co może być już przewidziane w fazie projektowej przez architektów z uwzględnieniem demontażu .

5.3.2. *Konstrukcja*

Autor omawia najczęściej spotykane systemy konstrukcyjne w budownictwie jednorodzinnym w Polsce zauważając , iż najczęściej stosowanymi są technologie murowane ścian warstwowych. Jako następną technologię wyróżnia szkieletową z drewna i z bali . Podkreśla rolę inspiracji pochodzących z natury (m. innymi C.Mattheck , J. Rębielak , B. Fuller , architekci japońscy) jak i systemów wspomaganych komputerowo. Przytacza wyniki badań , gdzie porównanie ilości energii potrzebnej do powstania różnych rodzajów konstrukcji stawia na pierwszym miejscu kratownicę drewnianą , a na ostatnim aluminiową . Do tekstu dołącza tabelę 5.8 z której wynika że najbardziej negatywny wpływ na środowisko (potencjalne tworzenie ocieplenia) ma pustak ceramiczny , a najlepszym materiałem są bale drewniane .
Tak więc drewno znów ukazuje swój duży walor – uwaga recenzenta , jako materiał o różnych zastosowaniach w budownictwie .

5.3.3 *Funkcja*

Rozważania nad kształtowaniem funkcji w domach jednorodzinnych stały się tematem wielu autorskich opracowań . Autor przytacza tu wytyczne , które opracowali m. innymi ; M. Wołoszyn , Hegger M., Fuchs M. Pisząc o problemach związanych z funkcją i formą wskazuje na nieadekwatność preferowania w budownictwie jednorodzinnym form zamkniętych , gdyż cykl życia rodziny (Duvall) składający się z ośmiu faz , narzuca konieczność swobodnej aranżacji funkcji . Czyli forma i funkcja powinny umożliwiać elastyczne wprowadzanie zmian . Istotnym elementem jest również obecność zainteresowanych osób w projektowaniu początkowym . Problem uniwersalności przestrzeni w architekturze podjęty został w Japonii (Willa Katsura w Kioto) .
Autor ceniąc wysoko osiągnięcia japońskiej architektury , wysuwa na pierwszy plan jej elastyczność , gdzie możliwe jest dowolne organizowanie funkcji , dzięki m .innymi przesuwnym ścianom . Wspomina również o europejskich osiągnięciach w tej dziedzinie , np ; willa w Utrechcie czy budynek mieszkalny w Malmö , gdzie współpraca z mieszkańcami w procesie projektowym miała zasadniczą wagę .

5.3.4 . *Forma*

Chodzi tu o formy obiektów wzorujące się na naturze , uwzględniające potrzebę oszczędności energii . Zauważając , iż natura była od wieków inspiracją dla architektów przywołuje przykłady sięgające starożytności , czy późniejsze z przełomu XIX i XX wieku (secesja) , wymieniając nazwiska V.Horty , A.Gaudiego , A.Aalto , Haringa czy Scharona.

Przechodząc do dokonań architektów z końca XX stulecia i lat XXI wieku zaznacza ,iż cyfryzacja i programy komputerowe umożliwiają stosowanie różnych ,nieraz skomplikowanych form o ciekawym i niespotykanym kształcie . Autor uważa , iż zaproponowana przez projektanta forma , jej oryginalność powinna być podporządkowana dążeniu do zminimalizowania zapotrzebowania na energię , a nie być celem samym w sobie (tab.5 . 10). Dążenie do autonomii i samowystarczalności , czyli zmniejszenie wpływu na środowisko są według Autora prawidłowo przyjętymi kierunkami rozwoju dla budownictwa jednorodzinnego (przykłady – Heliotrop we Freiburgu , czy dom M.V.Lopeza w Porto). Ukazując dalsze przykłady architektury jednorodzinnych budynków powstałych poza granicami kraju , gdzie główną ideą jest minimalizacja szkodliwego oddziaływania na środowisko poprzez stosowanie nowych materiałów i technologii , Autor stwierdza , iż formy budynków na Pomorzu Zachodnim nie wskazują na wykorzystanie nowoczesnych rozwiązań w tej dziedzinie . Jako jedną z przyczyn tego stanu rzeczy widzi Autor w '' niewystarczającej ilości planów zagospodarowania przestrzennego'' oraz w zbytniej elastyczności decyzji o warunkach zabudowy – czytaj celowym dopuszczaniu (recenzent) przez urzędy , zresztą nie tylko na Pomorzu (recenzent) do szkodliwej dla kompozycji i ładu przestrzennego i formy poszczególnych budynków , dowolności .

5..4 *Dezaktualizacja funkcji i formy domu jednorodzinnego*

Autor rozważa dezaktualizację architektury budynku , jako proces wynikający z braku poczucia tożsamości z otaczającą , zaprojektowaną architekturą. Jako przykład podaje Villę Besnus o modernistycznym rodowodzie , której pierwotna forma została zmieniona przez dokonywane przeróbki właścicieli nieruchomości . Omawia zmiany funkcjonalne (powiększenie przestrzeni mieszkalnej) oraz detalu architektonicznego domów z lat 1933-38 w osiedlu Wendorf w Szczecinie – dzisiejszej dzielnicy Gumieńce , których efektem jest zmiana początkowej formy domu . Przeprowadzone badania ankietowe –jak zaznacza Autor , pozwoliły na wyjaśnienie powodów przeprowadzanych zmian w omawianym osiedlu . Inwentaryzacja fotograficzna ukazuje rozmiary dewastacji dawnej zabudowy przez wprowadzone nowe rozwiązania urbanistyczne i architektoniczne , czego efektem jest zanik ducha miejsca – jak określa to Autor . Podrozdział kończy tabela 5.12 podsumowująca prowadzone rozważania .

5.5 *Ogólnodostępna baza informacji jako narzędzie wspomagające Ocenę Cyklu Życia*

Autor proponuje założenie banku informacji materii o budynku – czyli o ilości materiałów ,ilości energii wbudowanej , możliwościach odzyskania elementów składowych , kosztach , czasie , etapach życia ……. co ma ułatwić projektantom obecnym i przyszłym ocenę czy możliwym jest wybudowania z nich nowego obiektu , oraz określić możliwość recyklingu . Jak dalej zaznacza Autor każdy nowy budynek powstający w mieście byłby ujęty w owym banku , jako w przyszłości przydatny do ponownego wykorzystania jego

energii . Kontynuując zaproponowano formę zapisu danych w banku materii . Obecnie istnieją już kraje w których bazy danych są rozwijane (np.Holandia – gdzie powstają mapy budynków , czy mapy drzew w Nowym Yorku). Również wspomniano o witrynach komputerowych , które pozwoliłyby na stworzenie sieci wymiany informacji o poziomie zgromadzonych materiałach w obiektach.
Podrozdział podsumowuje ryc.5.52 – *Bank materii miasta* …… autorstwa doktoranta .

5.6 *Wnioski*
We wnioskach Autor podsumowuje wiedzę i przemyślenia zawarte w rozdziale poświęconemu procesowi projektowemu w odniesieniu do metody cyklu życia . Stwierdza , iż stosując ocenę cyklu życia wszystkich elementów budynku ułatwia się stosowanie optymalnych rozwiązań projektowych Zauważa , iż obecny model cywilizacji przedkładający konsumpcję nad zasadnicze wartości i cele społeczne i ekologiczne , staje się nie do zaakceptowania jak i często obecna architektura . Architektura nowego budynku powinna być tak kształtowana aby zmniejszać negatywne oddziaływania obiektu na środowisko w jego cyklu istnienia . Wykorzystanie metody Analizy i Oceny Cyklu Życia przez projektanta powinno – jak twierdzi Autor, mieć decydujący wpływ na formę obiektu . Jako podsumowanie w graficznej formie zamieszcza Autor ryc. 5.53 .

Rozdział 6
Metoda Oceny Cyklu Życia a architektura domów jednorodzinnych – nowy czynnik w projektowaniu

Rozdział ten , przedostatni w dysertacji ma charakter podsumowujący , ukazujący najważniejsze kierunki i wnioski płynące z całej pracy. Na początku Autor zauważa słusznie, iż panujące procesy globalizacji oddziaływujące negatywnie na stan środowiska , spowodowały konieczność powstania ekologicznej metody Analizy Cyklu Życia istotnej przy Ocenie Cyklu Życia . Metoda ta zastosowana do badań związanych z wielkością wpływu na środowisko przez budynki jednorodzinne od powstania do utylizacji obiektu , stanowi pełną ocenę . Również opisywana metoda zapewnia cykl badań dotyczących zastosowanych materiałów oraz innych istotnych elementów technicznych w obiekcie . Doktorant przypomina ,iż projekt musi spełniać wymagania wynikłe z oceny ; procesów energetycznych , użytych materiałów , zastosowanej konstrukcji , proponowanej funkcji, przyjętej formy budynku .Osiągnięcie równowagi między architekturą a środowiskiem naturalnym jest tu nadrzędnym celem . Nie mniej Autor obiektywnie zauważa , iż metoda Analizy i Oceny Cyklu Życia jeśli chodzi o architekturę posiada określone luki , słabe punkty , które mogą wpłynąć na końcowe wnioski . Jednak wracając do postawionej tezy we wstępnej części pracy Doktorant uważa , iż został udowodniony wpływ metody LCA na funkcję , konstrukcję i formę budynku .
Kończąc rozdział nr 6 Autor , kładzie nacisk na konieczność realizacji określonych wymogów w celu uzyskania prawdziwych wyników analiz , są to ; początkowy proces projektowy , który należy określić na etapie koncepcji architektonicznej , także należy w

prawidłowo w przeprowadzonej Analizie Cyklu Życia uwzględnić pełny cykl istnienia materiałów we wstępnej fazie projektowania , również należy przeprowadzić ocenę śladu ekologicznego pod względem poboru energii , podobnie funkcja powinna wynikać z cyklu życia rodziny oraz w formie budynku należy uwzględnić analizy energetyczne , a nie tylko jak pisze kierować się subiektywnym odczuciem piękna . Swe rozważania Autor podsumowuje ryciną 6.1

Dysertację kończy rozdział 7 – *Wnioski końcowe* .

Autor odnosząc się do postawionej w początkowej części dysertacji tezy o wpływie metody Analizy i Oceny w projektowaniu architektury na wszystkie etapy danego obiektu (konstrukcję , funkcję , formę) uważa ją za udowodnioną . Odnośnie do jej (LCA) obecnego zakresu stosowania podaje , iż rzadko ma to miejsce w przypadku pełnej analizy i oceny budynku w stosunku do środowiska . Określa to jako wadę , lecz z drugiej strony zauważa niedogodności w postaci złożoności dostępu do metody oraz komplikacje w przetwarzaniu informacji(chodzi o materiały budowlane). Brak jest ujednoliconej bazy danych(Bank danych) ich uporządkowania , selekcji itp. . Autor sugeruje potrzebę wprowadzenia niejako przez organy ustawodawcze , obowiązku korzystania z tej metody przez projektantów co wpłynęłoby na uporządkowanie potrzebnych danych . Podkreśla jeszcze raz jej złożoność w porównaniu do innych produktów. Z drugiej strony poszerzenie analizy LCA o badania dotyczące oddziaływania budynków na środowisko oraz środowiska na obiekt , umożliwiają zminimalizowanie szkodliwego wpływu w obu przypadkach . Jest to uzupełnieniem luki w tym zakresie wiedzy w Polsce , gdyż jak podaje Autor badania w tej dziedzinie prowadzone są rzadko. Na końcu rozdziału Doktorant zamieszcza tabelę i rycinę ilustrujące omawiane zagadnienia (tab. 7.1 i ryc.7.1 ryc. 7.2).

3. Uwagi końcowe

Przedstawiona do recenzji praca stanowi zwięzłe i logiczne opracowanie Autora o właściwej podjętej metodzie badań , poddającej dogłębnej analizie problem *Zastosowania Analizy Cyklu Życia (LCA) w projektowaniu architektury domów jednorodzinnych* .Po Wstępie w którym została nakreślona tematyka poruszana w pracy , w rozdziale nr 1 - omówiono Wprowadzenie , Zamierzenia naukowo-badawcze , Zakres problemowy , Zakres i przedmiot badan , Stan badań , Cel badań i tezę , Metodę badań , Kryteria wyboru obiektów oraz źródła i zakres informacji , Zakres analiz obiektu architektonicznego , konstrukcję pracy , Słownik użytych terminów .
W rozdziale nr 2- Metoda Oceny Cyklu Zycia Autor zaznacza , iż metoda ta będzie obiektywnym narzędziem stosowanym do analiz i ocen badanych procesów oddziaływania budownictwa na środowisko naturalne oraz również środowiska na obiekty architektoniczne . Nawet sugeruje ,iż stanie się ‘’ nieodzownym elementem Warunków Technicznych w przyszłości ‘’, określających rodzaj eko-limitów dla danego –

projektowanego obiektu architektonicznego . Jest to twierdzenie z pewnością dyskusyjne , gdyż opisywana metoda posiada swe zalety i wady do których należy jej znaczna złożoność .
Rozdział 3- Tendencje w projektowaniu i budowaniu współczesnych domów jednorodzinnych na Pomorzu Zachodnim – Jak można by się spodziewać w rozdziale tym Autor przedstawia środowisko przyrodnicze regionu i charakterystykę znajdującej się tam architektury. Kładzie nacisk na fakt , iż dotychczas metoda LCA analizująca wpływ materiałów budowlanych na środowisko naturalne , nie brała pod uwagę formy architektonicznej , której analizy umożliwiają minimalizację wpływu obiektu na środowisko naturalne . Poszerzenie LCA o badania dotyczące formy czyni ją bardziej komplementarną . Jest to z pewnością słuszne założenie , które stanowi meritum przedłożonej pracy doktorskiej i jest niewątpliwie twórczym wkładem Autora .
Rozdział 4- Analiza metodą Oceny Cyklu Życia elementów i struktury domów jednorodzinnych na Pomorzu Zachodnim - Został tu poruszony problem kształtowania formy budynku do gromadzenia energii w przypadku zastosowania Oceny Cyklu Życia . Materiały mają energię wbudowaną a elewacja może być przeznaczona do gromadzenia energii np. solarnej pasywnej , aktywnej. Z kolei właściwości ekologiczne formy architektonicznej są w ścisłym związku z jej walorami plastycznymi , decydującymi o jej harmonii i pięknie według Autora . Co jednak zdaniem recenzenta nie jest oczywiste.
W zamieszczonej tabeli 4.2 Autor nawiązując do tematyki rozdziału zajmuje się – Wskazaniami proekologicznymi dla badanych obiektów na postawie LCA z uwzględnieniem specyfiki regionu .
Rozdział nr 5 – Proces projektowy a metoda Oceny Cyklu Życia . Autor zaznacza , iż wykorzystanie metody Analizy i Oceny Cyklu Życia przez projektującego powinno wpływać widocznie na architekturę ,czyli formę ,funkcję i konstrukcję domu . Również LCA decyduje o poziomie poboru energii i wpływie na środowisko poprzez wydzielanie CO2 do atmosfery .
Rozdział nr 6,- Metoda Oceny Cyklu Życia a architektura domów jednorodzinnych--nowy czynnik w projektowaniu .
Rozdział ten stanowi podsumowanie dotychczas prezentowanego materiału badawczego Autor zauważa , iż powstanie metody LCA jest w dużej mierze wynikiem globalnego zagrożenia ze strony stale rosnącego zanieczyszczenia środowiska . Stosowanie jej w procesie projektowym domów jednorodzinnych rozwiązuje w dużej mierze problemy ekologiczne .
Nie mniej jest dyskusyjnym twierdzenie Autora , iż piękno budynku – jak twierdzi , powinno wynikać z obiektywnych analiz , a nie z subiektywnych odczuć architekta . Tu rodzi się pytanie czy te analizy (chodzi oczywiście o LCA) też nie są w części subiektywne , a ich ustalenia wpłyną rzeczywiście na piękno budynku? A poza tym – o czym wspomina , także Doktorant , głos istotny w kształtowaniu formy i funkcji budynku , w dużym stopniu będzie miał inwestor , którego zdanie nie musi pokrywać się z

sugestiami architekta stosującego LCA .
W Rozdziale nr 7 – Wnioski końcowe Autor stwierdza , iż postawiona teza na początku dysertacji została udowodniona o wpływie istotnym metody Analizy i Oceny Cyklu Życia we wszystkich etapach procesu projektowego na architekturę . Następnie zauważa , iż metoda LCA nie jest powszechnie stosowana co jest wadą . Z drugiej strony zaznacza – trudno się z tym nie zgodzić , iż jest metodą skomplikowaną (dostęp do danych oraz ich selekcja i przygotowanie) zwłaszcza jeśli chodzi o budynki . Minusem jest także nieistnienie banku danych , potrzebnych do stosowania ich w projektowaniu . Również wskazano na brak w Polsce badań w tym zakresie , którą to lukę wypełnia poddana ocenie metoda LCA .

4 Uwagi szczegółowe

Autor stosuje liczne przypisy w swej pracy za co trudno go ganić , lecz ich znaczna komasacja i mały druk znacznie utrudniają ich odbiór, Przykłady to strony 31, 32 , 38 , 39 , 45 , 49 , czy rzadko spotykane prawie ¾ strony nr 53 pokryte trudno czytelnym tekstem przypisów.
Na str. 78 w podpunkcie 3.2 zdanie; ‘’ Kształt dziedzictwa kulturowego ….. o czym wspomina już recenzent na str .8 swej recenzji , należałoby poprawić .
Na tej samej stronie ryc. 3.1 błąd rzeczowy w podpisie , to nie szachulec , a mur pruski.
Str. 79 Zdanie ; ‘’ Zauważa się także świadomość architektów ……. .’’ składnia , styl .
Str 80 Pytanie recenzenta . Dlaczego nie został poddany analizie budynek z dachem mansardowym z naczółkiem ?
Str. 202 sformułowanie ;‘’ Etapy Projektu Architektonicznego dzielą na Cztery Etapy’’ Trzeba to brzmienie zdania zmienić !
Str. 219 Pisząc o drewnie Autor stwierdza ; ‘’ Obecnie na rynku najczęściej stosowane produkty na bazie różnych wytwarzanych wysokojakościowych postaci drewna to drewniane produkty konstrukcyjne w skład którego wchodzą drewno klejone , drewno klejone warstwowo …….laminowane duże wióry. Dzięki prefabrykacji , standaryzacji oraz wysokiej jakości wytwarzanego drewna konstrukcyjnego zapewnia się ekologiczną alternatywę dla stali lub betonu. Dowodem jest między innymi realizacja ……. Projekty wspomnianych budynków zaprojektowane zostały z drewna klejonego ‘’ . Na str.227 Autor pisze; ‘’ Istnieją materiały lub elementy technicznie niezbędne w budownictwie , które w sposób negatywny znacznie wpływają na środowisko naturalne . Do takich materiałów należą między innymi ; kleje , stal stopowa , wyroby z drewna klejonego , materiały kompozytowe , nanomateriały , farby …….. itd. ‘’. Pytanie recenzenta ; A więc jakim materiałem według Autora jest drewno klejone w oddziaływaniu na środowisko ?
I na koniec , czy nie ma innego sformułowania dla stosowanego przez Autora ‘’ konsumpcja energii ‘’ ? Np. pobór energii , użytkowanie energii , wyczerpywanie energii , czerpanie energii czy korzystanie z energii .

5. Końcowa ocena pracy doktorskiej

Z pewnością w projektowaniu budynków , kształtowaniu ich architektury można się spodziewać , mając na względzie palące problemy związane z zanieczyszczeniem środowiska na całym świecie i również w Polsce, tendencji do wprowadzania obostrzeń ograniczających emisję CO2 i ograniczeń w zużyciu energii , lecz wydaje się iż prezentowana metoda – co przyznaje sam Autor w rozdziale nr 7 – Wnioski , ze względu na swą złożoność , stopień komplikacji nie będzie szerzej stosowana . Nie mniej wartość całej dysertacji polega , zdaniem recenzenta , na dogłębnej , rzetelnej analizie przedstawionego problemu , jego bezdyskusyjnej aktualności , której niedostrzeganie może w globalnym wymiarze doprowadzić do katastrofy o nieprzewidywalnych skutkach. Tak więc projektowanie w sferze architektury – tak jak wykazuje to Autor w metodzie Analizy Cyklu Życia , dzięki wpływowi LCA na wszystkie etapy procesów projektowych oddziaływujących na architekturę domów jednorodzinnych i kontroli wywieranego wpływu na środowisko , również staje się ważnym elementem w koniecznych przedsięwzięciach ograniczających zanieczyszczenie środowiska .

6. Konkluzja

Zamieszczone uwagi nie wpływają na pozytywną ocenę przedłożonej pracy , która jest wartościową dysertacją poruszającą aktualny i interesujący temat , wyczerpująco przedstawiony 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. Piotra Gradzińskiego pod kierunkiem promotora dr hab.inż.arch. Marka Wołoszyna , prof.ZUT , oraz promotora pomocniczego ; dr inż.arch. Leszka Świątka pt. ‘’ *Zastosowanie Analizy Cyklu Życia (LCA) w projektowaniu architektury domów jednorodzinnych* ‘’, odpowiada kryteriom i warunkom określonym w Ustawie o tytule i stopniach naukowych , stanowiąc oryginalne i wyróżniające się osiągnięcie w rozwoju badań nad architekturą współczesną . Dlatego stawiam wniosek o dopuszczenie recenzowanej pracy doktorskiej do publicznej obrony przed Radą Wydziału Architektury Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie .

Jacek Suchodolski