

1. WPROWADZENIE

Projektowanie to proces tworzenia na podstawie konkretnych wytycznych i w ściśle określonych warunkach. Jest podejmowane w celu rozwiązania danego problemu projektowego. Często podczas projektowania wymaga się zaproponowania wielu różnych wariantów i porównywania ich, dążąc do optymalnej formy [5]. W przypadku koncepcji architektonicznych proces projektowania poprzedzają analizy warunków naturalnych terenu, wymagań funkcjonalno-użytkowych, konstrukcyjnych, realizacyjnych, finansowych, prawno-normatywnych i estetyczno-kompozycyjnych [16]. Uwarunkowania te przybierają formę parametrów w postaci jednostek fizycznych (na przykład metrażu działki czy wysokości planowanego budynku) oraz wielkości liczbowych, a także opisów słownych. Na ich podstawie powstaje koncepcja programowa, czyli opracowanie przedstawiające możliwości projektowe w kontekście danej inwestycji [16]. Dane będące informacjami wyjściowymi do projektowania mają więc bezpośredni wpływ zarówno na efekt końcowy pracy architekta, jak i na cały proces projektowy.

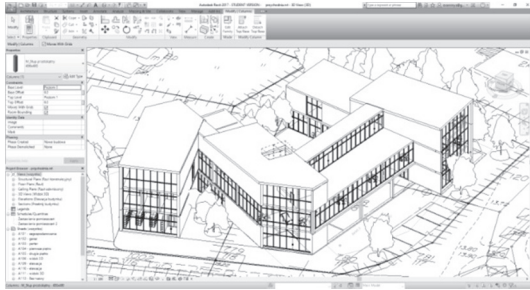
Informacja to wiedza przekazana ze źródła do odbiorcy. Jej charakter jest potencjalny, co oznacza, że odbiorca może się do niej dostosować lub zignorować niesiony przez nią komunikat. Informacja jest też względna, czyli może mieć inną wartość dla poszczególnych jej odbiorców [15]. We współczesnym projektowaniu architektonicznym mnogość wytycznych i uwarunkowań sprawia, że są one praktycznie niemożliwe do zapamiętania i, w związku z tym, wykorzystania przez architekta działającego samodzielnie [16]. Problem również stanowi wykrywanie braku lub niekompletności informacji, a także wykluczanie występowania danych nieprawdziwych bądź nieaktualnych. Błędy spowalniają proces projektowy i mogą przyczynić się do konieczności rezygnacji z przyjętego rozwiązania i powrotu do wcześniejszych etapów tworzenia.

W pracy zwrócono uwagę na formę, jaką przybiera informacja w projektowaniu architektonicznym, oraz na konsekwencje zmian sposobu przepływu informacji dzięki zastosowaniu nowych technologii¹.

2. ROZWÓJ TECHNOLOGICZNY A ARCHITEKTURA

Architektura jako profesja istniała już w starożytności, choć wraz z biegiem czasu zmieniały się forma i sposób wykonywania zawodu architekta. Stałymi elementami były jednak osoba inwestora, cel oraz dostępne środki do jego osiągnięcia. Przed pojawieniem się narzędzi cyfrowych projekt architektoniczny powstawał w formie papierowej. Rysowanie i powielanie projektu zajmowało dużo czasu, a każda zmiana w projekcie wymagała wprowadzania korekty na wielu

inż. arch. Agata Dalach, Wydział Architektury, Politechnika Gdańska



Rys. 1. Modelowanie budynku w programie Autodesk Revit (źródło: opracowanie własne)

obliczeń związanych z projektem. Już w XVIII i XIX wieku architekci wyposażali się w urządzenie zwane pascaline, służące do dodawania i odejmowania liczb [8]. Powstawały też tablice matematyczne, zawierające wyniki podstawowych działań. W latach 60. ubiegłego stulecia komputer zaczął stawać się nowym narzędziem pracy architekta. Dzięki temu do architektury włączone zostały modele matematyczne i algorytmy wspomagające tworzenie projektów budynków. Znanymi architektami czasów początku komputeryzacji w Polsce są Adam Szymski i Stanisław Latour, którzy w swoich dziełach opisywali projektowanie systemowe, skupiające się na analizie problemu i wyznaczeniu celu i zadania projektowego [8].

Już w latach 60. XX wieku zaczęły pojawiać się pierwsze programy wspomagające projektowanie komputerowe (CAD – ang. *Computer Aide Design*), jednak dopiero trzydzieści lat później odnotowano wzrost sprzedaży licencji na to oprogramowanie [17]. Wprowadzenie modelowania 3D całkowicie odmieniło projektowanie architektoniczne. Zupełnie inne podejście do tworzenia zaproponowało oprogramowanie BIM (ang. *Building Information Modelling*), czyli pozwalające modelować informację o budynku (rys. 1). Na podstawie wirtualnej makiety budynku w projekcie umieszczone są wszystkie dane i właściwości komponentów, a także jego sytuacja i przewidywane warunki użytkowania. Ułatwia to współpracę pomiędzy wieloma projektantami oraz daje nowe możliwości prezentacji projektu. BIM traktowane jest także jako proces twórczy [17].

Dzięki zastosowaniu komputerowego wspomaganie projektowania stało się możliwe tworzenie form architektonicznych o wiele bardziej swobodnych niż do tej pory [8]. Oprogramowania CAD oraz BIM zostały wyposażone w możliwość zastosowania własnych skryptów programistycznych, co doprowadziło do powstania o wiele bardziej nietypowych form [17]. Zmianie uległ także sposób prezentacji projektu. Oprócz dokumentacji, dostępnej obecnie także w formie cyfrowej, informacje o przyszłej inwestycji przedstawiane są w formie plansz graficznych, a nawet animacji. Przeskalowane makiety budynków mogą zostać wykonane szybko i dokładnie na podstawie plików trójwymiarowego modelu [6].

Postęp technologiczny miał także swoje odbicie w sposobach wznoszenia budynku. Wraz z rozwojem przemysłu zaczęto stosować elementy typowe, o standardowej wielkości i wymiarach znajdujących odzwierciedlenie w modułach [16]. Obecnie, po utworzeniu dokładnego wirtualnego modelu budynku, dane w postaci wymiarów i współrzędnych geometrycznych mogą zostać prze-

stronach, a to z kolei mogło prowadzić do powstawania niezgodności [17]. Utrudnione było udostępnianie dokumentacji osobom, które potrzebowały jej w danym momencie. Z biegiem czasu coraz większym problemem stawało się obejmowanie coraz większej ilości informacji dotyczących projektu.

Stałym elementem pracy architekta jest również konieczność wykorzystywania rozmaitych

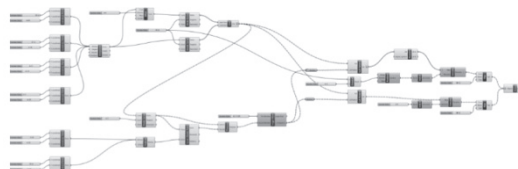
kazane bezpośrednio do programu CAM (ang. *Computer-Aided Manufacturing*) w celu wyprodukowania poszczególnych elementów albo wcześniej do oprogramowania CAE (ang. *Computer-Aided Engineering*), aby sprawdzić poprawność modelu. Oprócz usprawnienia produkcji zyskuje się większą kontrolę nad zużyciem materiałów, a więc i możliwość bardziej ekonomicznego dysponowania nimi [17].

Utworzenie dokładnego modelu budynku wpływa także na proces budowy. Wyznaczone współrzędne geometryczne mogą zostać przekazane zautomatyzowanym urządzeniom wyznaczającym umieszczenie danych elementów albo nawet rozmieszczającym je w konkretnym miejscu [7]. Po oddaniu budynku do użytku informacje o nim wciąż są przekazywane i analizowane. Służy do tego oprogramowanie FM (ang. *Facility Management*) wspomagające koordynowanie i funkcjonowanie budynku.

3. PROJEKTOWANIE PARAMETRYCZNE

Jak wspomniano wyżej, projektowanie architektoniczne spotyka się z wieloma ograniczeniami. Informacje te mogą stać się parametrami kształtującymi bryłę budynku [5]. Wybierając dane wyjściowe, na przykład rozmieszczenie okien w budynku czy wielkość elewacji, oraz stosując odpowiedni algorytm (rys. 2), można wygenerować nową bryłę, łatwą do modyfikowania i zmienną wraz z modyfikacją pozostałych elementów budynku lub warunków zewnętrznych. Elementami określającymi elewację budynku są proporcje, podziały, otwory, rozrzeźbienie, rozmieszczenie akcentów czy barwa [16]. Zapisując te dane w postaci parametrycznej, można łatwo modyfikować je oddzielnie lub uzależnić jedne od drugich. Architektura parametryczna skupia się na formach obłych i powłokach, ponieważ pozawala to na efektywniejsze konstrukcje i uniknięcie strat materiałów. Umożliwia też powstanie wielu wersji poszukiwanej formy w celu wyboru najbardziej efektywnej i pożądanej struktury [14].

Niewątpliwą zaletą tworzenia projektów za pomocą algorytmów jest ich geometryczne uporządkowanie [5]. To dzięki architekturze parametrycznej stał się możliwy podział nieregularnych powierzchni krzywoliniowych na elementy łatwe do wyprodukowania i zastosowania na budowie [5]. Dużą korzyścią wynikającą z wyboru projektowania parametrycznego jest szeroka możliwość optymalizacji pod względem warunków akustycznych, termicznych, oświetleniowych itp., bez konieczności ponownego rysowania projektu lub wprowadzania zmian w wielu jego elementach [5]. Proces dochodzenia do optymalnego kształtu budynku staje się ważniejszy niż jego ostateczna forma [9].



Rys. 2. Prosty algorytm utworzony za pomocą metody programowania wizualnego w rozszerzeniu Grasshopper do programu do modelowania Rhinoceros 3D. Z wykorzystaniem gotowych komponentów, połączonych w konkretny sposób, program generuje bryłę o formie zdefiniowanej przez projektanta (źródło: opracowanie własne)

Dzięki możliwości szybkiego wygenerowania wielu wersji modelu budynku konieczne jest zdefiniowanie sposobu wyboru wariantu ostatecznego. Projektowanie parametryczne wiąże się z dużym ryzykiem. Źle dobrane dane wejściowe mogą zaowocować wytworzeniem obiektu niefunkcjonalnego lub niemożliwego do skonstruowania. Niepewność tę wyrażają między innymi architekci pracowni UNStudio, podkreślający ważność procesu przedplanowania oraz przygotowania sposobów sprawdzenia, czy projekt spełnia wszystkie określone wymagania [10].

W architekturze parametrycznej często stosuje się systemy generatywne. Jednym z nich jest diagram voronoi, dzielący w określony sposób powierzchnię na obszary. Inne to L-System, imitujący proces rozwoju organizmów za pomocą sznurków, będących sekwencjami obiektów, czy Automaty Komórkowe, tworzące rozmaite wzory geometryczne [9]. Charakterystyczne dla architektury parametrycznej obte formy również mogą być uproszczone. Zakrzywione powierzchnie są znacznie trudniejsze i droższe w wykonaniu niż elementy płaskie, dlatego stosuje się teselację (ang. *tessellating*), czyli przekształcenie zakrzywionej formy w mozaikę lub siatkę elementów płaskich [6].

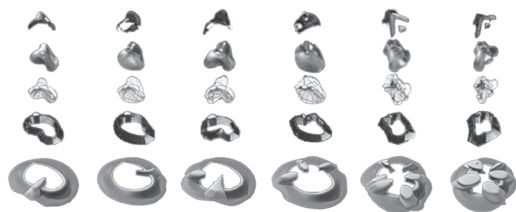
Architektura tworzona za pomocą algorytmów doczekała się swojej nazwy – parametryzm (ang. *parametricism*). Nadał ją Patrick Schumacher, główny architekt Zaha Hadid Architects i teoretyk architektury. W późniejszym czasie wyróżnił on jednak parametryzm 2.0, opisujący architekturę skupiającą się na problemach społeczno-ekologicznych [14].

4. ARCHITEKTURA EWOLUCYJNA

Choć w minionych epokach architektura wielokrotnie próbowała nawiązywać formą do natury, obecnie to odniesienie dokonywane jest za pomocą innych środków. Elementy dekoracyjne oraz wizualny wyraz wykończeń i detali, imitujących kształty roślin lub zwierząt, to środki wyrazu, jakie stosowali architekci od czasów starożytnych. Obecnie, dzięki zastosowaniu nowych technologii, możliwe staje się zasymulowanie procesów ewolucyjnych, charakterystycznych dla świata natury [10].

Dzięki wykorzystaniu komputera możliwe stało się tworzenie obiektów wirtualnie zmiennych w czasie. Wymaga to zaprogramowania symulacji rozwoju organizmu, jakim staje się projektowany budynek. Proces ten, w przeciwieństwie do ewolucji zachodzącej w przyrodzie, wymaga o wiele mniej czasu, który zależy bezpośrednio od mocy obliczeniowej komputera. Poszczególne wersje danego modelu mogą się mutować. Najważniejsze jest jednak utworzenie odpowiedniej metody selekcji cech wygenerowanego modelu. W tej sytuacji to nie architekt wybiera finalną wersję budynku, a oddaje tę możliwość utworzonemu przez siebie algorytmowi. Taka architektura staje się bardziej naturalna i mniej subiektywna [10]. Mimo to architektura wygenerowana za pomocą algorytmów nie zawsze spełnia warunki estetyczne, których nie da się umieścić w programie w postaci parametrów. Z tego powodu to nie najbardziej efektywna konstrukcyjnie czy ekonomicznie bryła powinna zostać wybrana, a taka, która będzie miała odpowiednie walory architektoniczne [5].

Tematowi temu Lidia Klein, polska historyczka sztuki, specjalizująca się w architekturze współczesnej, poświęciła swoją rozprawę doktorską pt. „Żywe architektury. Analogia biologiczna w architekturze końca XX wieku”, wydaną w 2014 roku przez Fundację Kultura Miejska. W pracy tej można znaleźć liczne odwołania



Rys. 3. Dom Embrionalny, Greg Lynn – geometria generowana komputerowo, bazująca na punktach kontrolnych, zmieniających położenie, co pozwala utworzyć prawie nieograniczoną liczbę wersji w postaci animacji (źródło: <http://glform.com>)

do dzieł między innymi Johna Frazera, Dennisa Dollensa czy Grega Lynna (rys. 3). Ostatni z wymienionych twórców skupia się na architekturze fałdy (*folding in architecture*) i animacji. Widzi on powiązanie popularności zakrzywionych elementów architektonicznych z rozwojem narzędzi CAD, które umożliwiły wykorzystanie algorytmów opierających się na matematyce wyższej.

Projektowanie z wykorzystaniem komputera nie jest więc wyłącznie zdigitalizowaniem procesów tworzenia architektury na papierze, a zaczyna polegać na umiejętnym wprowadzaniu danych rozpoczynających proces generowania modelu [10]. Budynek w ten sposób staje się „zmaterializowaną informacją”, będącą wynikiem wejściowych parametrów. Informacja ta staje się kodem genetycznym budynku [10]. Wokół informacji wyrasta architektura żyjąca, bazująca na zmianach parametrów, także tych odbywających się w czasie.

Projektowanie z wykorzystaniem komputera nie jest więc

5. BUDYNKI INTELIGENTNE

W latach 70. zaczęto wyposażać nowo budowane obiekty w rozmaite rozwiązania automatyczne i telekomunikacyjne. W kolejnej dekadzie ukształtowało się natomiast pojęcie budynku inteligentnego, czyli takiego, który w zaprojektowany sposób reaguje na potrzeby użytkowników lub reguluje koszty utrzymania. W takich obiektach umieszczone są nowoczesne instalacje i urządzenia mechaniczne oraz system automatycznego sterowania budynkiem [2]. Dzięki zastosowaniu monitoringu warunków w budynku (czujników i sensorów) stało się możliwe automatyczne sterowanie instalacją ogrzewania, klimatyzacji i wentylacji. Umieszczenie inteligentnych systemów ma też ogromny wpływ na bezpieczeństwo w budynku oraz warunki ewakuacji.

Projektowanie budynków inteligentnych związane jest również ze współczesnym pojęciem rozwoju zrównoważonego, wyrażanego w redukcji zużycia energii i lepszym zarządzaniu zasobami [13]. W tym celu dane dotyczące zużycia energii są zbierane i przetwarzane, aby udostępnić użytkownikom analizy i porównania pomiędzy poszczególnymi okresami. Budynki inteligentne mogą stać się również elementami inteligentnych sieci zarządzających energią i przekazujących jej zasoby pomiędzy poszczególnymi jednostkami w zależności od zapotrzebowania [12]. Biorąc pod uwagę ilość energii zużywanej przez budynki na świecie, można przypuszczać, że wprowadzenie inteligentnych technologii przyczyni się do znacznych zmian w światowej konsumpcji energii [12]. Ze względu na wykorzystanie odnawialnych źródeł energii ważne jest odpowiednie nimi zarządzanie ze względu na różnice w jej zużyciu pomiędzy godzinami szczytu a resztą dnia. Inteligentne systemy mogą zredukować te różnice poprzez odpowiednie dostosowanie warunków wewnątrz budynku [12].

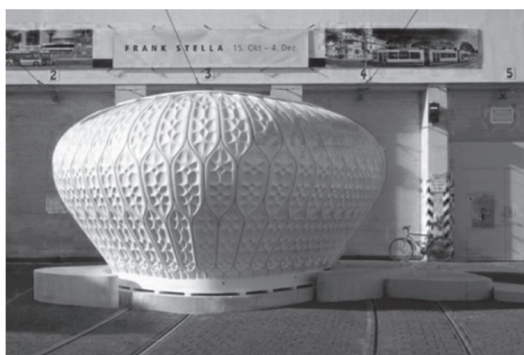
Architektura może się zmieniać, reagować na otoczenie i użytkowników, może ich stymulować do działania lub uczenia się. Obiekt przestaje być statyczny i umieszczony w konkretnej formie, a zaczyna komunikować się i reagować.

6. NOWE MATERIAŁY A INFORMACJA

Zaawansowane technologie wymagają sumiennego doboru odpowiednich materiałów. Decyzja o wyborze rozwiązań materiałowych powinna zachodzić już podczas tworzenia wirtualnego modelu budynku. Ze względu na rosnące zaawansowanie technologiczne materiałów niemożliwe staje się w kompletnie zrozumienie wszystkich ich aspektów przez jednego architekta. Następuje więc wymiana informacji pomiędzy specjalistami reprezentującymi wytwórców poszczególnych materiałów a projektantami budynku [16]. Poszczególne materiały mają znane parametry, które również mogą zostać uwzględnione podczas projektowania. Oprócz właściwości fizycznych i chemicznych jest to także struktura danego tworzywa [9]. Dzięki temu możliwe stało się symulowanie ekspozycji budynku na czynniki atmosferyczne, obciążenie oraz czas.

Przykładem współcześnie stosowanej technologii jest szkło zimnogięte (ang. *cold bent glass*), wykorzystywane w przypadku zakrzywionych powierzchni przeszkleń. Jego kształt jest zależny od ramy, bez której jego powierzchnia byłaby zupełnie płaska [3]. Informacją kształtującą zakrzywienie powierzchni szklanej jest odpowiednio zaprojektowana rama lub punkty mocowania. Zimnogięte szkło znalazło swoje zastosowanie w projekcie sklepienia nad jednym z peronów dworca kolejowego w 's-Hertogenbosch w Holandii. Na tym przykładzie wykazano, że zastosowanie cieńszej grubości powłoki niż w przypadku szkła giętego na gorąco okazało się dobrym i ekonomicznym rozwiązaniem [4].

Obecnie w architekturze wiele zastosowań znajdują materiały kompozytowe. Zaawansowane materiały kompozytowe (ang. *advanced composite materials*) to te, które zostały wytworzone za pomocą nanotechnologii w celu osiągnięcia znacznie większej wytrzymałości oraz mniejszej masy materiału [3]. Przykładem wykorzystania materiałów kompozytowych jest Cocoon_FS Pavilion zaprojektowany przez Pohl Architekten w 2010 roku (rys. 4). Bryła budynku składa się z powłoki w kształcie kokonu, utworzonej na podstawie diagramu Voronoi i wykonanej z cienkich paneli polimerowych zbrojonych włóknami.



Rys. 4. Cocoon_FS Pavilion (źródło: fot. L. Grozdanic, <http://www.evolo.us>)

Folie polimerowe znalazły swoje zastosowanie w powłokach oraz poduszkach elewacji budynków dzięki swojej dużej wytrzymałości, połączonej z lekkością. Poduszki wykonane z ETFE można zobaczyć na elewacji budynku Media-ICT, zaprojektowanego przez architektów z biura Cloud-9 w roku 2007 w Barcelonie. W celu zwiększenia wydajności budynku poduszki wypełniane są powietrzem

w zależności od nastonecznienia. Każda z nich sterowana jest indywidualnie za pomocą urządzeń badających temperaturę i wilgotność wewnątrz budynku [3]. Jest to przekazywanie informacji pomiędzy elementami budynku, bez aktywnego udziału osób z niego korzystających.

Oprócz tego, że wprowadzono nowe materiały, zmienił się także proces wytwarzania. Współcześnie coraz większą popularnością cieszy się druk 3D, zwany również drukiem przestrzennym. Pozwala on osiągnąć o wiele większą dowolność w formie projektowanego budynku. Początkowo drukarki 3D miały ograniczone wymiary, co decydowało o tym, że produkowane za ich pomocą elementy mogły stać się jedynie fragmentami z przeznaczeniem do późniejszego złożenia. Obecnie rozmiar drukowanych elementów jest ograniczony wyłącznie finansami. Również asortyment materiałów wykorzystywanych do druku 3D powiększył się od tworzyw sztucznych do różnorodnych mieszanek. Elementy tworzone w taki sposób cechują się większą swobodą, dzięki czemu wznoszony budynek może zyskać zupełnie nową formę estetyczną. Przyszłość druku 3D związana jest nie tylko ze zwiększaniem skali, ale również z tworzeniem mikrostruktur w skali nano [18].

7. NOWE ZASTOSOWANIA ARCHITEKTURY

Podczas wznoszenia budynku informacja przekazywana jest nie tylko pomiędzy pracownikami budowy, ale także urządzeniami mogącymi wyręczyć ludzi lub zastąpić ich przy bardziej złożonych zadaniach. Dzięki odpowiednio zaprojektowanym robotom możliwe jest na przykład bardzo dokładne ustawienie elementów drobnowymiarowych (np. cegieł) w sposób zaprojektowany przez architekta, a niemożliwy do osiągnięcia przez wykonawcę – człowieka. Przykładem jest projekt *The Programmed Wall* (Zaprogramowana Ściana) autorstwa Fabio Gramazio i Matthiasa Kohlera, profesorów Instytutu Technologicznego w Zurychu. Za pomocą przygotowanego skryptu cegły umieszczono we właściwych miejscach, z odpowiednim przesunięciem i przekręceniem tworzącym łagodne przejścia w ułożeniu. Osiągnięto w ten sposób unikatowy wyraz artystyczny.

Wartą odnotowania zmianą w architekturze jest także jej cel. Coraz częściej projektowane budynki nie opuszczają przestrzeni komputera. Nie wiąże się to ze zbyt skomplikowaną formą, trudną lub nieoptyczną w wykonaniu, a nowymi metodami prezentacji projektów. Modele budynków tworzone są w celach badawczych lub wizjonerskich. Przykładami niezrealizowanych obiektów są projekty Frazera i Lynna, które pomimo istnienia wyłącznie w formie wirtualnej wpłynęły na rozwój współczesnej architektury [10].

Powstają też niezwiązane z architekturą gałęzie kultury, takie jak na przykład przemysł gier komputerowych. Rozwijający się realizm wirtualnych przestrzeni wymaga umieszczenia w nich dokładnych i precyzyjnie wykonanych elementów architektonicznych.

8. WSPÓŁCZESNE WYZWANIA ARCHITEKTURY

Aspektem, którego nie można pominąć, jest przekazywanie wyglądem i estetyką budynku informacji o jego przeznaczeniu. Doskonałym przykładem jest gmach Holenderskiego Instytutu Dźwięku i Obrazu w Hilversum. Ten zaprojektowany w 2006 roku przez biuro Neutelings Riedijk Architects obiekt prezentuje wszystkimi czterema elewacjami pełnią funkcję muzeum oraz magazynu dla

kulturowego dziedzictwa Holandii. Budynek w kształcie idealnego sześcianu o boku 50 m, umieszczonego w połowie pod ziemią, ma lekką konstrukcję stalową, wypełnioną różnokolorowymi panelami szklanymi. Na ich powierzchni odtworzone zostały słynne kadry z holenderskiej telewizji. Panele nie są w pełni przeziernie, dzięki czemu przez elewacje można zobaczyć, co się dzieje we wnętrzu budynku [3]. Informacja zapisana na elementach elewacyjnych miesza się z aktualnym życiem wewnątrz budynku.

Z powodu przemian społecznych i rozwoju technologicznego budynki często zmieniają swoją funkcję. Wiąże się to z bardzo dużym kosztem. Także w czasie, gdy budynek spełnia jedną funkcję, jest on wielokrotnie modyfikowany przez użytkowników. Dzięki zastosowaniu odpowiednich algorytmów można analizować i dostosowywać budynek do zmian w nim zachodzących [1].

Obecnie możliwe jest także modelowanie zachowania przyszłych użytkowników budynku. Symulacja tłumu może pozwolić zoptymalizować budynek pod względem przepływu ludzi, czyli wymaganej przestrzeni komunikacji [14]. Dotąd planowany użytkownik budynku był informacją liczbową, statyczną w czasie. Obecnie, za pomocą skryptów nadających wirtualnym użytkownikom rozmaite wzorce zachowań, można przewidzieć, które przestrzenie budynku będą bardziej uczęszczane. Konieczne może okazać się poinformowanie przyszłych użytkowników budynku o sposobie korzystania z jego udogodnień. Takim przekazem może być instrukcja obsługi budynku, przedstawiona w rozmaity sposób integralny z architekturą. Informacją przekazywaną użytkownikowi budynku jest jego funkcja oraz rozmieszczenie pomieszczeń.

Można wyróżnić trzy poziomy takiego przekazu: 1) podstawowe informacje dostarczane za pomocą znaków graficznych, schematów oraz krótkich haseł, kierowane do osób przechodzących; 2) dalsze dane, przeznaczone dla zainteresowanych przechodniów, występujące na znakach informacyjnych umieszczonych w niszach; 3) dokładne informacje dla osób związanych z tematem, dostępne także w formie cyfrowej przez internet [11].

9. WNIOSKI

Wraz z rozwojem nowoczesnych technologii, wyręczających architekta w projektowaniu i znacznie usprawniających cały proces powstawania budynku, pojawiają się wątpliwości. Można zadać pytanie, czy w architekturze projektowanej z wykorzystaniem komputera, a w szczególności tej generowanej algorytmicznie, rola architekta może zostać zmniejszona. Projektant, dawniej tworzący bryłę budynku, przejął funkcję kontrolera procesów zachodzących w przestrzeni wirtualnej [9]. Także pojawienie się oprogramowania CAD oraz BIM uczyniło projektowanie bardziej przystępnym. Rola architekta ulega zmianom wraz z przemianami technologicznymi, jednak jest on wciąż kluczową postacią przy tworzeniu zabudowy. John Frazer pisał, że jeśli zastąpimy rysunek pisaniem na komputerze, nie osiągniemy niczego [14].

Innym problemem jest rozwój sztucznej inteligencji i systemów uczących się. Czy komputer może sam wygenerować najbardziej optymalne rozwiązanie architektoniczne? Obecnie wydaje się to być niemożliwe ze względu na konieczność wyboru małej liczby parametrów oraz znalezienia sposobu selekcji ostatecznej wersji modelu. Optymalizacja wiąże się też z bardzo złożonymi pro-

cesami obliczeniowymi. Wyszukiwanie największej możliwej powierzchni zabudowy oraz największej możliwej powierzchni biologicznie czynnej jednocześnie wymaga podjęcia decyzji, która wielkość jest ważniejsza. Choć sztuczna inteligencja może w przyszłości przejąć wiele profesji obecnie wykonywanych przez człowieka, w przypadku architektury może to być znacznie utrudnione.

Jednakże wspomaganie komputerowe w znacznym stopniu wpłynęło na formę i estetykę budynków, pozwoliło wykluczyć wiele błędów i przyczyniło się do redukcji materiałów. Dzięki nowoczesnemu oprogramowaniu i własnym skryptom komputer staje się narzędziem, który nie ogranicza, a poszerza swobodę twórczą projektanta.

LITERATURA

- [1] Białkowski S., 2014. Budynek, który zmienia się w czasie. Optymalizacja topologiczna w projektowaniu architektonicznym. *Archivolta* 1(61).
- [2] Budynek inteligentny, 2005. T. 1: Potrzeby użytkownika a standard budynku inteligentnego, red. E. Niezabitowska, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej Gliwice.
- [3] Dent A.H., Sherr L., 2014. *Material Innovation: Architecture*. Thames & Hudson.
- [4] Gaal M., Vákár L., *Cold Bendable, Laminated Glass – New Possibilities in Design*, <https://movares.nl/wp-content/uploads/2012/01/ColdbendablelaminatedglassSEI.pdf> [dostęp: 16.04.2017].
- [5] Helenowska-Peschke M., 2014. Parametryczno-algorytmiczne projektowanie architektury. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.
- [6] Iwamoto L., 2009. *Digital Fabrications. Architectural and Material Techniques*. Princeton Architectural Press Nowy Jork.
- [7] Januszkiewicz K., 2010. O projektowaniu architektury w dobie narzędzi cyfrowych – stan aktualny i perspektywy rozwoju. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- [8] Januszkiewicz K., 2012. Jak było na początku. *Archivolta* 1(53).
- [9] Januszkiewicz K., 2012. Systemy i narzędzia generatywne. *Archivolta* 4(56).
- [10] Klein L., 2014. *Żywe architektury. Analogia biologiczna w architekturze końca XX wieku*. Fundacja Kultura Miejska Warszawa.
- [11] Kuczia P., 2013. *Bildende Bauten. Educating Buildings*. Osnabrück.
- [12] Lobaccaro G., Carlucci S., Löfström E., 2016. A review of systems and technologies for smart homes and smart grids. *Energies* 9(5).
- [13] Marsh P., 2012. *Intelligent Housing for People and Technology: Examining Sustainable Housing Beyond the Technical and the Opportunities for Design*. In *Smart Design*. Springer London.
- [14] *Parametric architecture. History and Future*, 2016. *Architecture design "Parametricism 2.0: Rethinking Architecture's Agenda for the 21st Century AD"*. Wiley.
- [15] Seidler J., 1983. *Nauka o informacji*. T. 1: Podstawy, modele źródeł i wstępne przetwarzanie informacji. WNT Warszawa.
- [16] Tauszyński K., 2011. *Wstęp do projektowania architektonicznego*, cz. 3. WSiP Warszawa.
- [17] Tomana A., 2016. *BIM. Innowacyjna technologia w budownictwie*. PWB Media Zdziebtowski Spółka Jawna Kraków.
- [18] Wesotowski Ł., 2015. Druk 3D w technologiach budowlanych. *Archivolta* 1(65).

INFORMACJA W ARCHITEKTURZE

STRESZCZENIE. Architektura zawsze powstawała w konsekwencji połączenia wizji architekta, wytycznych inwestora oraz uwarunkowań zewnętrznych – możliwości danego terenu oraz regulacji prawnych. Informacje te ewoluowały w czasie: od niepisanych ustaleń do konkretnych parametrów, definiowanych często wielkościami fizycznymi lub jednostkami liczbowymi. Projekt budynku może powstać w formie wirtualnego modelu, opartego na informacji o poszczególnych elementach. Coraz prężniej rozwija się architektura generowana za pomocą algorytmów, pozwalających na utworzenie symulacji wielu wersji w celu wybrania jednej, najefektywniejszej. Zastosowanie odpowiedniego oprogramowania otworzyło przed architektem nowe możliwości, jednocześnie wpływając na cały proces twórczy. Efekty powstawania projektu w ten sposób mają swoje odzwierciedlenie w nowych formach informacji o przyszłym budynku – już nie tylko w cyfrowym zapisie rysunków, ale przede wszystkim w modelu mającym o wiele obszerniejsze zastosowanie. Wraz z tymi zmianami architektura wspomagana komputerowo prezentuje zupełnie nowy wyraz artystyczny.

Słowa kluczowe: CAD, BIM, architektura parametryczna, nowe materiały