

# KOMPUTER JAKO ELEKTRONICZNY PARTNER PROJEKTOWANIA

Małgorzata Stolarewicz

Wydział Architektury, Politechnika Białostocka, ul. Grunwaldzka 11/15, 15-893 Białystok  
E-mail: malgorzata.stolarewicz@gmail.com

## COMPUTER- A DIGITAL CO-AUTHOR OF DESIGNING

### Abstract

In the paper the exploratory use of computer in the contemporary designing is presented. Relatively recently he was only machine used to production necessary documentation. However latest technological achievement leads to changes in methodology of designing process and its final effects. Moreover some architects reach to unconventional scientific disciplines, what establish new tendency in architecture. Additionally integration drawing software with manufacturing machines cause that forms and shapes are possible to realize. In this way computer becomes a digital co-author of designing.

### Streszczenie

W artykule poruszana jest tematyka kreatywnego wykorzystania komputera we współczesnym projektowaniu architektonicznym. Komputer do pewnego czasu był urządzeniem używanym głównie do operacji wytwarzania niezbędnej dokumentacji. Jednakże ostatnia rewolucja informatyczna oraz szybki rozwój technologii umożliwił wykorzystanie technik komputerowych w szerszym zakresie. Dokonywane przez komputery analizy i obliczenia całkowicie zmieniają metodykę wykonywanej pracy, a także sposób, w jaki jest postrzegana i oceniana. Dodatkowo coraz większe grono architektów sięga do niekonwencjonalnych dziedzin nauki i technologii, tworząc nowe metody projektowania, a dzięki zintegrowaniu programów projektowych z urządzeniami wykonawczymi istnieje możliwość realizacji obiektów o innowacyjnych kształtach. W ten sposób komputer i towarzysząca mu technologia stają się nie tylko narzędziem rysunkowym, ale także uczestnikiem i współtwórcą projektowania.

Keywords: computer; computer technology; parametric design

Słowa kluczowe: komputer; technologia komputerowa; projektowanie parametryczne

## WPROWADZENIE

Większość architektów wykorzystuje komputer wyłącznie jako narzędzie we wspomaganie projektowania. Sprzęt ten, złożony z urządzeń i odpowiednio do nich dobranych programów, służy głównie do produkcji niezbędnej dokumentacji projektowej. Natomiast czynność poszukiwania wstępnych idei i kreowania formy pozostawiona jest tylko i wyłącznie architektom-twórcom. Powoduje to, iż korzystanie z dobrodziejstw komputera ogranicza się najczęściej do dwu- i trójwymiarowego przedstawienia własnych koncepcji. Oczywiście, wraz z rozwojem nowoczesnych metod mode-

lowania wzrosła także jakość tej prezentacji. Dawne proste aksonometrie zostały zastąpione „fotorealistycznymi” wizualizacjami z wiernym oddaniem materiałów, światła i otoczenia. Jednakże te wyidealizowane „fotografie” pozostają wciąż jedynie wizualizacją idei, które powstały w głowie projektanta. Komputer, jak był, tak i pozostał jedynie narzędziem umożliwiającym przedstawienie projektu szerszej publiczności.

„Benedyktyńska” praca nad wizualizacją projektu prowadzi do zaniku zdolności kreatywnego projektowania, gdzie twórca sumiennie i wytrwale trzyma

się ustalonych schematów. W rezultacie powoduje to powstawanie projektów tylko i wyłącznie poprawnych. Nie jest to jednak wina narzędzia, ale całego procesu projektowego. „*Tak więc może nie wydawać się to całkiem dziwne, że w architekturze wciąż widzimy i traktujemy komputer bardziej jako narzędzie niż jako medium. Otoczeni, tak jak my, szeroką gamą środków, których używamy, zdajemy się nie zauważać tego nowego i, być może, najpotężniejszego środka. Ciągłe posługujemy się komputerami jako narzędziami...*”<sup>1</sup>. Nie od dziś bowiem wiadomo, że większa liczba umysłów zwiększa ilość pomysłów. Następuje tak zwane zjawisko synergii, gdzie współdziałanie oddzielnych, różnych czynników daje efekt zdecydowanie większy niż suma poszczególnych czynności. Działania te uzupełniają się poprzez współpracę i synchronizację. Jak twierdzi Ranulph Glanville: komputer „*może nam pomóc we wzbogaceniu zakresu form wizualnych i pomysłów dla nas dostępnych, obiecująco działając jak wzmacniacz, a nawet uczestnik twórczej burzy mózgów.*”<sup>2</sup> Wobec takiego rozumowania narzędzia komputerowe nie są już używane jedynie do ilustracji projektowej, ale zaczynają być eksplorowane w znacznie szerszym zakresie. Oprócz podstawowych, ogólnie przypisanych im funkcji, rozpoczyna się odkrywanie nowych możliwości w kreowaniu nieoczekiwanych form i obrazów, które nieraz mogą zaskoczyć samego autora.

## 1. ANALITYCZNE PODEJŚCIE DO PROJEKTOWANIA DAWNIEJ I WSPÓŁCZEŚNIE

Komputer jest niezastąpiony w obliczeniach i przetwarzaniu danych. Wymaga to jednak pewnego rodzaju logicznego myślenia i konsekwencji w zamierzeniach. Takie analityczne podejście do projektowania nie jest domeną wyłącznie współczesnej architektury. Logiczna, geometryczna kompozycja występowała już w czasach starożytnych. Odnaleźć ją można w stylach, ornamentach, dekoracjach czy porządkach architektonicznych. Już bowiem starożytni posługiwali się pięcioma porządkami, gdzie proporcje każdego z nich zostały szczegółowo określone przez Witruwiusza i dodatkowo zdefiniowane przez kolejnych architektów. Przykładowo: w stylu doryckim kolumna miała 12 modułów wysokości, kapitel i tryglif 1 moduł, a wysokość gzymsu 1,6. Za moduł zazwyczaj przyjmowano połowę

średnicy trzonu kolumny u podstawy<sup>3</sup>. Przyjmując wielkość modułu i znając liczbę kolumn w elewacji, architekt był w stanie wyliczyć pozostałe wymiary budowli, jak: wysokość, szerokość czy rozmiary elementów dekoracyjnych.

Współcześnie zasady kreowania formy nie są już tak jednoznacznie zdefiniowane. Dawne kanony dotyczące proporcji i kształtu zostały zastąpione kryteriami estetyczno-wizualnymi określanymi przede wszystkim przez autora. Nie oznacza to jednak, że zapanowała zupełna projektowa swoboda. Kubatury, wielkości oraz ogólne reguły projektowania wciąż determinowane są przez prawo i ustawy. Przez wiele też lat jednym z głównych ograniczeń projektowych były materiał i konstrukcja budynku. Jednakże ostatnie stulecie obfitowało w rewolucyjne przemiany w rozwoju technologii. Istotne znaczenie miały osiągnięcia w przemyśle budowlanym, gdzie przełomowym momentem było wprowadzenie zbrojonego betonu, który stał się głównym materiałem budowlanym XX wieku. Stworzył on nowe możliwości dla projektantów i inżynierów. Innowacyjne kształty i powierzchnie przestały być już jedynie utopią. Osiągnięcie to zainicjowało kolejny przełom w projektowaniu - wcześniej niemożliwe do wykonania konstrukcje stały się wreszcie wykonalne.

Rewolucje XX wieku przyniosły także rozwój technologii komputerowej oraz narzędzi wspomagających projektowanie. W erze powszechnej mechanizacji pojawiły się nowe możliwości wytwarzania materiałów, zmieniając przy tym sposoby myślenia o obiektach, ich projektowaniu i realizacji. Aby dokładnie zrozumieć możliwości jakie daje zastosowanie komputera w procesie projektowania, należałoby zapoznać się z zarysem rozwoju narzędzi komputerowych oraz ich wykorzystaniem w architekturze.

## 2. ZARYS ROZWOJU NARZĘDZI CYFROWYCH I ICH ZASTOSOWANIA W PROJEKTOWANIU ARCHITEKTONICZNYM

Początki rozwoju technologii komputerowych datuje się na lata czterdzieste XX wieku. W tym okresie rozpoczęły się pierwsze badania nad skonstruowaniem *wieloczynnościowej, samoliczącej maszyny*, czyli komputera. Pierwsza idea dotycząca powstania takiego rodzaju urządzenia została wysunięta przez

<sup>1</sup> Cytat na podstawie: R. Glanville, *Prezentacje jasne, uczciwe i prawdziwe*, [w:] *Projektowanie wspomagane komputerowo- bariery i inspiracje twórcze*, Materiały konferencyjne, Wydział Architektury Politechniki Białostockiej, Białystok, 15-16 Kwiecień 1994, s. 22.

<sup>2</sup> Tamże, s. 25

<sup>3</sup> A. Palladio, *Cztery księgi o architekturze*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1955, s. 26-30.

David Hilberta, a następnie kontynuowana przez angielskiego matematyka Alana Turinga<sup>4</sup>. Pracowali oni nad koncepcją programowania i przeprogramowywania numerycznego. Tak innowacyjne podejście stało się początkiem rozwoju nauk komputerowych, a skonstruowanie maszyny, która będzie sama przetwarzać i powtarzać otrzymane informacje, stało się głównym obszarem badań wielu naukowców.

Doprowadziły one do zbudowania w 1946 pierwszego komputera: ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer)<sup>5</sup>. Była to pierwsza elektroniczna maszyna komputerowa, która bazowała na systemie dziesiętnym. Skonstruowana na potrzeby wojska, wykorzystywana była do obliczeń tablic balistycznych, projektów bomby atomowej czy badań promieni kosmicznych. Pomimo swoich rozmiarów (12m długości, 6m szerokości, 3m wysokości i 30 ton wagi)<sup>6</sup> służyła aż do 1955 roku.

Kolejnym ważnym osiągnięciem było stworzenie w latach pięćdziesiątych maszyny kontrolowanej numerycznie NC (Numerical Control), a także opracowanie języka do obliczeń numerycznych. W latach 1954- 1957 John Backhus na zlecenie IBM opracował pierwszy język programowania wyższego rzędu. Jego głównym zastosowaniem były obliczenia na potrzeby naukowo-inżynierskie. Dokonania te wykorzystywane były głównie w przemyśle zbrojeniowym do masowej produkcji.

Istotne jest, że wszelkie osiągnięcia w rozwoju grafiki komputerowej odbywały się dzięki rosnącym potrzebom przemysłu okrętowego, lotniczego i samochodowego. Pierwszy system CAD (Computer Aided Design), wykonujący przekształcenia, transformacje i rotacje obiektów geometrycznych, można było zobaczyć na konsoli graficznej IBM Alpine. Dokonanie to szybko znalazło swoje zastosowanie w projektowaniu powierzchni konstrukcji, przetwarzaniu cech i przestrzennych parametrów samolotów i samochodów. Jednak wciąż nie było rozwiązań możliwych do zastosowania w projektowaniu budynków. Dopiero w 1963 roku nastąpił punkt zwrotny, gdy Ivan Sutherland z MIT (Massachusetts Institute of Technology) opracował program SKETCHPAD. System ten wpłynął na zmianę i rozwój metod interakcji człowieka z komputerem. Bo w tym już w kolejnej dekadzie komputery były w stanie

wyręczać projektantów w sprawnym sporządzaniu rysunków technicznych.

Najbardziej dynamiczny okres rozwoju branży komputerowej przypadł na lata dziewięćdziesiąte XX wieku. Nastąpiła wtedy ekspansja programów do wykonywania rysunków dwuwymiarowych oraz modeli bryłowo-powierzchniowych (modelowanie 3D). Na rynku pojawiły się udoskonalone programy projektowe, jak ArchiCAD, AutoCAD czy MegaCAD<sup>7</sup>, które szybko znalazły zastosowanie w biurach konstrukcyjnych i budowlanych. Dzięki wzrastającym możliwościom (mowa tu o krzywej B-Spline i powierzchni NURB<sup>8</sup>) rozpoczął się kolejny etap w projektowaniu krzywoliniowych form architektonicznych zwanych *swobodnymi*. Rozwinięta została także rzeczywistość wirtualna, która umożliwiła pokazywanie obiektu z perspektywy użytkownika.

Rewolucyjnym momentem było także pojawienie się systemu CAM (Computer Aided Manufacturing). Stworzony na potrzeby przemysłu okrętowego, lotniczego i samochodowego - umożliwił szybką wizualizację modelowanych prototypów oraz późniejszą produkcję masową z optymalną dokładnością. Wraz z zintegrowanym systemem CAD dał możliwość wymiany informacji z urządzeniami CNC (Computerized Numerical Control), co umożliwiło zastosowanie różnorodnych materiałów w obiektach różnej wielkości. Ta bezpośrednia łączność procesu projektowego z konstruowaniem i wykonywaniem otworzyła przed projektantami nowe możliwości. W rezultacie komputer przestał być jedynie narzędziem projektowym. Stał się elektronicznym doradcą i asystentem architekta, oferując szeroki zestaw narzędzi niezbędnych w projektowaniu unikatowych budowli.

### 3. WYŻSZA MATEMATYKA W PROJEKTOWANIU ARCHITEKTONICZNYM

Pomimo ogromnych zalet system CAD jest bardzo pracochłonny i czasochłonny. Wymaga on długotrwałego wprowadzania danych oraz nie pozwala na natychmiastowe zmiany z wglądem w efekt finalny. Za długo trwa też ponowne rysowanie skomplikowanych kształtów. Oczywiście, odpowiada on na polecenia użytkownika, ale stosowany jest jedynie w przewidywalnym zakresie. Stąd też architekci w poszukiwaniu szerszego zasto-

<sup>4</sup> Informacje w oparciu o badania J. Frazera opublikowane w książce *An evolutionary architecture*.

<sup>5</sup> Skonstruowany przez J. P. Eckerta i J. W. Mauchly'ego z USA.

<sup>6</sup> Na podstawie informacji ze strony Instytutu Maszyn Matematycznych, <http://www.imm.org.pl>.

<sup>7</sup> Producenci: ArchiCAD (węgierska firma Graphisoft), AutoCAD (amerykańska firma Autodesk), MegaCAD (niemiecka firma Megatech Software GmbH).

<sup>8</sup> Te matematyczne modele pozwoliły na obliczanie i przedstawianie krzywych oraz powierzchni.

sowania technologii komputerowej w projektowaniu sięgają do nauk ścisłych. Specjalnie dla nich firma Autodesk wprowadziła na rynek programy, takie jak: Architectural Desktop (ADT) czy Rhino, które są kompatybilne z AutoCAD-em i 3D Studio VIZ. Umożliwiają one generowanie różnorodnych form przez dane zestawy parametrów, a także symulują i analizują oddziaływania różnych czynników na ukształtowanie formy.

Projektanci zaczęli używać do projektowania budowli cyfrowych systemów generatywnych zapożyczonych z innych dyscyplin naukowych.

- **Automaty komórkowe (Cellular Automata)**

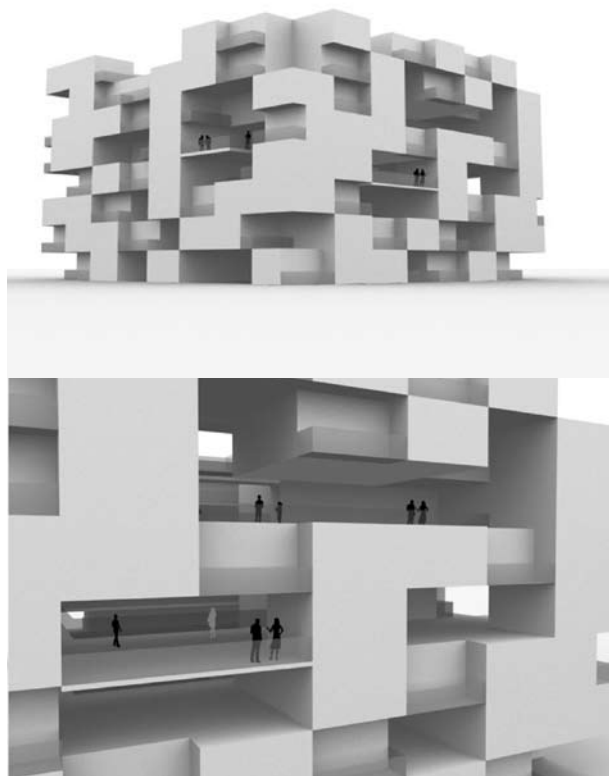
Jest to system pojedynczych komórek ułożonych obok siebie. Każda komórka ma kształt identycznego kwadratu i zlokalizowana jest na prostokątnej siatce przypominającej w układzie szachownicę. Przyjmuje ona jeden ze zdefiniowanych stanów zgodnie z zasadą przyjętą dla określania stanu komórek sąsiednich. Modele te opierają się na zasadzie samoreprodukcji i zostały opracowane na podstawie badań węgierskiego matematyka Johna van Neumana (1903 - 1957).

Głównym walorem CA w projektowaniu jest możliwość generowania nieskończonej ilości zróżnicowanych wzorów geometrycznych. Znajdują one swoje

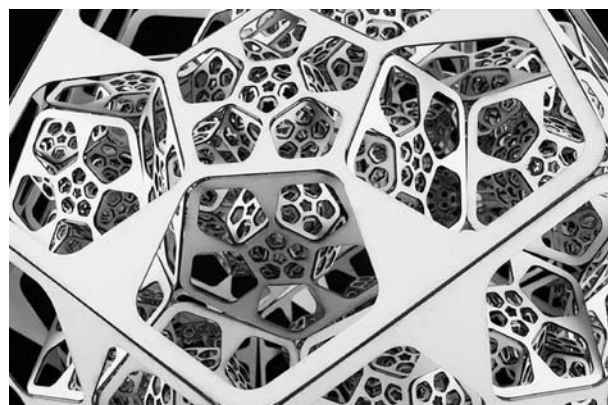
zastosowanie zarówno w projektach budynków, jak i w urbanistyce. Przykładem jest działalność Ingeborga M. Rockera, który wraz ze studentami Uniwersytetu Harvarda wygenerował w programie Rhino ścianę składającą się z drewnianych cegieł. Opierając się na kodzie RAPID i zintegrowanym z nim 6-osiowym robotem ABB, określone zostały pozycja i orientacja poszczególnych elementów.

- **L-System**

L-System, w odróżnieniu do automatów komórkowych, wywodzi się z zagadnień biologicznych. W 1968 roku węgierski biolog Aristid Lindenmayer opracował matematyczne modele opisujące proces wzrostu prostych organizmów wielokomórkowych. System ten opierał się na kształtowaniu struktur abstrakcyjnych w oparciu o sekwencję prostych form, zwanych *sznurkami*. Obecnie stanowi on podstawę struktur informatycznych symulujących procesy zachodzące głównie w świecie natury. To alternatywne podejście do rozwoju środowiska znajduje także zastosowanie w architekturze. Wykorzystaniem L-Systemu w projektowaniu zajmują się między innymi: Karl S. Chu, Emergent Group, OCEAN NORTH oraz Michael Hansmeyer.



**Ryc. 1.** Projekt koncepcyjny bloku wielorodzinnego zaprojektowanego w oparciu o automaty komórkowe. Fot. Anna Zajkowska



**Ryc. 2.** Tworzenie abstrakcyjnych form w oparciu o L-System (Foldable Fractal 2.0, Marius Watz, Berlin, 2007). <http://www.flickr.com/photos/sanchtv/4192677281/sizes/z/in/photostream/>.

- **Fraktale**

Fraktale są to formy składające się z nieskończonej liczby elementów. Elementy te są w swoim kształcie podobne do całości, stąd też fraktale określa się jako obiekty samopodobne. Długość ich zwiększa się do nieskończoności w nieskończonej małej skali, ukazując wysublimowane detale nawet w wielokrotnym powiększeniu. Krzywej fraktalnej nie można określić za pomocą układu współrzędnych, gdyż nie opisuje obiektów świata realnego (jak prosta, okrąg, kwadrat, sześciąt).

W architekturze wykorzystywane są do poszukiwania nowych form estetycznych. Do grona projektantów zajmujących się fraktalami zaliczyć można: Petera Eisenmana (projekt: Cannaregio, Wenecja, 1978), Stevena Holla (projekt: Simmons Hall, MIT Cambridge), Johnstona Marklee (projekt: Helios House, Los Angeles 2007), biuro ARM Ashton Raggart McDougal (projekt: Storey Hall, Melbourne, patrz ryc. 3) oraz Grega Lynna (projekt Cardiff Bay Opera House, 1994).



**Ryc. 3** Wykorzystanie fraktali w projekcie galerii, Storey Hall w Melbourne (Australia), ARM Ashton Raggart McDougal. Fot. Bernd Ploderer, [http://www.flickr.com/photos/bernd\\_ploderer/2599528502/sizes/l/in/photo-stream/](http://www.flickr.com/photos/bernd_ploderer/2599528502/sizes/l/in/photo-stream/).

- **Diagramy Voronoi**

W 1907 roku rosyjski matematyk Georgij Fiedorowicz Voronoi, na podstawie przeprowadzonych studiów, zdefiniował n-wymiarowe przypadki podziału przestrzeni na obszary. Cechą szczególną jest to, że podziały składają się z wielokątów wypukłych i zezwalają na dekompozycję przestrzeni i fragmentację jej na regiony.

Diagramy Voronoi znajdują swoje zastosowanie szczególnie w biologii, grafice komputerowej, geofizyce czy antropologii. W dziedzinie architektury są wciąż we

wstępnej fazie interpretacji. Jedną z grup architektów zajmujących się badaniem zależności między architekturą, budownictwem, biologią i matematycznymi obliczeniami jest biuro MATSYS. W 2006 roku zaprezentowało obiekt zaprojektowany w oparciu o algorytmy diagramu Voronoi. Jego realizacja była możliwa dzięki urządzeniom CNC.

- **Gramatyka kształtu (Shape Grammar)**

Gramatykę kształtu można uznać za pierwszy system skierowany bezpośrednio do projektantów. Opiera się on na wytwarzaniu kształtów geometrycznych według ściśle zdefiniowanych reguł. Reguły te określają transformację przestrzenną (przesunięcie, dobór skali, obracanie etc.) każdego komponentu, tak aby stał się częścią innego. Walorem używania *Shape Grammar* w projektowaniu jest uzyskanie nieskończonej ilości kształtów geometrycznych na podstawie skończonej ilości zasad.

Przykładem projektu powstałego w oparciu o gramatykę kształtu jest Experience Music Project (Seattle, 1997- 2000) zaprojektowany przez biuro F.O. Gehry'ego<sup>9</sup>. Obiekt ten składa się z sześciu budynków o różnych kształtach i kolorach. Pomimo wizualnych różnic spinają się ze sobą, tworząc nierozdzielalną całość. Całkowita liczba aluminium i stali nierdzewnej oscyluje w granicach 21 tysięcy kompozycji składających się z 7 tysięcy paneli, gdzie każdy jest niepowtarzalny w swym kształcie. Kształty te zostały wymodelowane za pomocą trójwymiarowego programu modelującego CATIA. CATIA był systemem wyprodukowanym dla przemysłu lotniczego, a Gehry był pierwszym architektem, który użył go w realizacji projektu.

- **Algorytmy genetyczne**

Podstawy projektowania algorytmów genetycznych zostały opracowane przez amerykańskiego naukowca Johna H. Hollanda w 1975 roku. Polegają one na zdefiniowaniu genotypu, który jest bazą do utworzenia fenotypu. Genotyp jest zbiorem informacji opisującym rozwiązanie przedstawionego problemu, a fenotyp zbiorem cech oceniającym, jak dobre jest to rozwiązanie. Ta technika obliczeniowa jest głównie znana w dziedzinach, w których chodziło o optymalizację najlepszych, przestrzennych rozwiązań alternatywnych. Połączenie algorytmu generatywnego z algorytmem ewolucyjnym sprawia, że algorytmy genetyczne stały się atrakcyjnym narzędziem projektowym dla

<sup>9</sup> Mowa tu o biurze Gehry Partners.

architektów wrażliwych na środowisko. A złożoność powstałych projektów przewyższa zdolność przewidywania i pojmowania.

Biurami architektonicznymi, które zajmują się zgłębianiem wiedzy o algorytmach genetycznych, są: Emergence and Design Group, Foreign Office Architects (FAO), OCEAN NORTH, Scheffler + Partners Architects.

Wszystkie wyżej wymienione narzędzia projektowania opierają się głównie na wprowadzaniu danych w postaci algorytmów czy parametrów. Stąd też w świecie architektonicznym coraz częściej pojawia się wyrażenie: *projektowanie parametryczne*. Jest ono niczym innym, jak praktycznym użyciem technologii komputerowej do tworzenia kształtów budynków, których formy opierają się na algorytmach i parametrach ustalonych przez projektanta. Atutem tego rodzaju projektowania jest możliwość aktualizacji danych na wielu poziomach. Oznacza to, że zmiany mogą być dokonywane na poziomie poszczególnego parametru, bądź też dla całego projektowanego obiektu. Taka poręczna manipulacja danymi daje możliwość szybkiego wglądu w końcową formę obiektu bez dodatkowych modyfikacji. Forma powstałych obiektów jest bardzo często trudna do zdefiniowania w ujęciu tradycyjnego budownictwa. Jednakże znajdują swoją realizację dzięki zaawansowanej technologii maszyn, które produkują pożądane detale.

#### 4. PRZEGLĄD PRZYKŁADOWYCH PROJEKTÓW Z WYKORZYSTANIEM TECHNIK KOMPUTEROWYCH

Użycie technologii komputerowej w projektowaniu staje się coraz bardziej powszechne w środowisku projektowym. Jednym z pierwszych architektów, który dostrzegł korzyści płynące z integracji systemów CAD/CAM, jest Frank O. Gehry. Jego projekty słyną ze złożonych, skomplikowanych kształtów budynków (ryc. 4). *„Do uzyskania precyzji kształtów i powierzchni wymagane są specjalnie kontrolowane maszyny, takie jak urządzenie CNC. Wiele bowiem projektów wymaga innowacyjnych rozwiązań, jak wygięcie paneli metalu, ceglane łuki czy krzywe tafle szkła. Dlatego też wykonywane są one oddzielnie i dopiero później dostarczane na miejsce budowy”<sup>10</sup>.*

Projektowanie parametryczne jest używane nie tylko do kreowania formy budynków. Znajduje także



**Ryc. 4.** F.O. Gehry, The Cleveland Clinic Lou Ruvo Center for Brain Health (Las Vegas, USA).

Fot. odonata98 (Creative Commons Licence), <http://www.flickr.com/photos/29820142@08/4586001600/sizes/1/n/photostream/>

zastosowanie w planowaniu przestrzennym, wzornictwie przemysłowym, architekturze wnętrz, a nawet modzie. Jednym z projektantów mody, który sięgnął po projektowanie parametryczne, jest John Galliano. W 2009 roku zaprojektował dla Christiana Diora specjalną kolekcję opartą na pracy komputera. Innowacyjne ubrania, które zaprojektował, stały się wydarzeniem w dziedzinie mody.

Podobny trend zauważalny też jest w projektach małej architektury. Biuro Rocker-Lange Architects zaprojektowało ławkę miejską w oparciu o algorytmy i parametry. Model jest odzwierciedleniem środowiska zewnętrznego, gdzie zaprogramowane dane są ściśle związane z lokalizacją. W ten sposób uzyskiwane są oryginalne meble o różnorodnej formie, tworząc nieskończoną linię mebli<sup>11</sup>.

#### PODSUMOWANIE

Wiek XX stał się epoką zaawansowanego rozwoju: rozwoju technologicznego, technicznego, budowlanego, a przede wszystkim architektonicznego. Tradycyjne projektowanie zostało zastąpione projektowaniem komputerowym wspartym technikami inżynierskimi. Dzięki temu nowatorskie pomysły artystów

<sup>10</sup> *Learning from Frank Gehry* blog of Michelle Kaufman <http://blog.michellekaufmann.com/>.

<sup>11</sup> Więcej informacji: <http://eng.totonko.com/2010/01/urban-adapter-rocker-lange-architects/>

i architektów stały się możliwe do zrealizowania. Techniki CAAD rozszerzyły możliwości projektantów o:

- operowanie formami o dużym stopniu złożoności,
- generowanie i analizę form geometrycznych wielokrotnie złożonych,
- szybkie i precyzyjne podejmowanie decyzji w procesie projektowym i wykonawczym,
- podejmowanie decyzji z możliwością ciągłych zmian,
- kontrolę kształtów, materiałów i wzorów z łatwym wglądem w efekt końcowy - wizualizacje.

Obserwujemy ciągły rozwój nowych dziedzin, metod i sposobów podejścia do projektowania. Nowy sposób współpracy architekta z komputerem powoli kształtuje nowy styl w architekturze, gdzie innowacyjny, często zaskakujący wygląd uzyskiwany jest w oparciu o reguły, algorytmy czy parametry. Daje to także większe możliwości innym dziedzinom życia, jak sztuka, moda, wzornictwo przemysłowe, mała architektura czy budownictwo.

Najważniejszą zmianą jest jednak to, że twórcza praca z komputerem umożliwia oderwanie się od schematów, przyjętych reguł i sztywno przestrzeganych za-

sad. Komputer, łamiąc bariery naszej własnej wyobraźni, staje się nie tylko narzędziem graficznym, ale także elektronicznym partnerem w projektowaniu.

## LITERATURA

1. **Bartnicka M. (1994)**, *Zły będzie jeszcze gorszym*, [w:] *Projektowanie wspomagane komputerowo - bariery i inspiracje twórcze*, materiały konferencyjne. WA PB, Białystok
2. **Frazer J. (1995)**, *An evolutionary architecture*, John Frazer and Association, London.
3. **Garcia M.**, *Prologue for a History, Theory and Future of Patterns of Architecture and Spatial Design*, AD Patterns of Architecture, vol. 79, no. 6.
4. **Glanville R. (1994)**, *Prezentacje jasne, uczciwe i prawdziwe*, [w:] *Projektowanie wspomagane komputerowo - bariery i inspiracje twórcze*, materiały konferencyjne, WA PB, Białystok.
5. **Januszkiewicz K. (2010)**, *O projektowaniu architektury w dobie narzędzi cyfrowych. Stan aktualny i perspektywy rozwoju*, Wyd. ASTRA, Kraków.
6. **Palladio A. (1955)**, *Cztery księgi o architekturze*, PWN, Warszawa.