

## **ARCHITEKTURA CYFROWA - O MIEJSCU TECHNOLOGII INFORMATYCZNYCH W KSZTAŁCENIU ARCHITEKTONICZNYM**

### **DIGITAL ARCHITECTURE – INFORMATICS TECHNOLOGIES IN ARCHITECTURAL EDUCATION**

**Maria Helenowska-Peschke**  
dr inż. arch.

Politechnika Gdańska  
Wydział Architektury  
Katedra Sztuk Wizualnych

#### **STRESZCZENIE**

**W artykule przedstawiono problematykę dotyczącą technologii cyfrowych w kształceniu architektonicznym w kontekście nowych metod projektowania. Obecnie w europejskiej praktyce edukacyjnej mamy do czynienia zarówno z wykorzystaniem komputera jako narzędzia kreślarskiego w tradycyjnej metodzie projektowania, nauką generatywnych i parametrycznych metod projektowania jak i eksperymentami wykorzystującymi poszerzoną rzeczywistość (Protospace) jako wspólne środowisko do projektowania w czasie rzeczywistym.**

Słowa kluczowe: komputerowe wspomaganie projektowania, metody projektowania, projektowanie parametryczne.

#### **ABSTRACT**

**The paper debates some issues connected with the role of digital technologies in the architectural education with respect to new design methods. At present the educational practice ranges from the use of a computer as a drafting tool for traditional design tasks, parametric design teaching as well as experimental augmented space such as Protospace for collaborative design in a real time.**

Keywords: computer aided design, design methods, parametric design

#### **O AUTORZE:**

Autorka od kilkunastu lat prowadzi zajęcia z przedmiotu Techniki komputerowe w projektowaniu na Wydziale Architektury PG. Jej zainteresowania naukowe obejmują wykorzystanie technologii komputerowych w edukacji i projektowaniu. Ma w swoim dorobku internetowe podręczniki multimedialne oraz publikacje w wydawnictwach recenzowanych i pokonferencyjnych.

## 1. WPROWADZENIE

„Myśląc o kształceniu architektonicznym zastanawiamy się nad tym co obecni studenci, uwolnieni przez komputer od godzin kreskowania i innych manualnych, rzemieślniczych i czasochłonnych czynności składających się na tradycyjne studia architektoniczne robią w zamian. Co użytecznego powinniśmy im zaoferować.”(Mark Burry, 2001)

Rozwój technologii cyfrowych spowodował zmiany zarówno w teorii architektury, metodyce projektowania jak i technologiach produkcyjnych w budownictwie. Najbardziej nowatorska i zaawansowana architektura ostatnich 10 lat nie mogłyby powstać bez komputerów. Również powszechna komercyjna praktyka projektowa zmieniała się dzięki szerokiej dostępności programów typu CAD oraz komputerów o dużej mocy obliczeniowej. Zagadnieniami związanymi z komputerowym wspomaganie projektowania zajmują się międzynarodowe instytuty edukacyjno-badawcze takie jak Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe, Association for Computer Aided Design in Architecture, Institut d'Arquitectura Avangarda de Catalunya, the CAAD Futures Foundation współpracujące z przodującymi szkołami architektury. Inicjowane przez te instytucje działania stanowią platformę do prezentacji rezultatów badań i wymiany doświadczeń między teoretykami, projektantami i edukatorami.

Już na początku lat 90 pracownicy londyńskiej Bartlett School of Architecture badali wpływ najnowocześniejszych technologii na architekturę. Studenci założonego w 1992 r. Unit 19 projektowali bazując na koncepcji ewoluującej, symbiotycznej relacji pomiędzy poszerzonym technologicznie ciałem człowieka a cyberprzestrzenią. Grupy dyplomowe podejmowały problematykę interaktywności w architekturze. Obecnie trudno by zapewne znaleźć uczelnię architektoniczną, która nie miałaby w programie nauczania przynajmniej jednego programu do wspomaganie projektowania. Nauczanie nowych metod projektowania wykorzystujących techniki informatyczne i nowoczesne technologie jest nadal domeną kilku nowatorskich uczelni.

W artykule przedstawiono trzy strategie wykorzystania komputerów w kształceniu architektonicznym, a mianowicie:

- wykorzystanie komputera jako narzędzia wspomagającego tradycyjne metody projektowania,
- zastosowanie generatywnych i parametrycznych metod projektowania,
- wykorzystanie eksperymentalnej przestrzeni (Protospace) jako wspólnego środowiska do projektowania w czasie rzeczywistym.

Wspomniano również o innych nowatorskich metodach projektowania takich jak model ewolucyjny J.H. Frazer'a i technologię BIM (Building Information Modeling), które przekraczają granice tradycyjnie rozumianego projektowania architektonicznego.

## 2. NARZĘDZIA CAD W TRADYCYJNYCH METODACH PROJEKTOWANIA

"Wielu innych architektów, jednakże, zaledwie dotyka cyfrowych możliwości chowając się za grafiką generowaną komputerowo, zadowolając się umalowaniem wirtualnych obrazków swoich budynków cyfrową szminką, w nadziei na uwiedzenie klienta, traktują komputer jak cudowny aerozol. Nie osiągnęliśmy jeszcze statycznego gruntu w rozwoju technologicznym, który stanowiłby dla architektów-akademików odniesienie do jego zastosowań w architekturze”( Marco Novak 1998).

Obecnie dostępne są różnorodne komercyjne programy komputerowe, znajdujące wielorakie zastosowania w projektowaniu architektonicznym i urbanistycznym, mimo to w dalszym ciągu najpowszechniejszym zastosowaniem komputerów w projektowaniu jest optymalizacja kreślenia. W programach nauczania wielu europejskich uczelni

architektonicznych, w tym Wydziału Architektury Politechniki Gdańskiej, jako narzędzie do tworzenia elektronicznej dokumentacji architektoniczno-budowlanej wykorzystywany jest program AutoCAD. Rysunek jest tworzony za pomocą linii, które mogą oznaczać różne komponenty budynku: ściany, okna, instalacje, zbrojenie itp. Opanowanie umiejętności tworzenia elektronicznej dokumentacji nie jest możliwe bez znajomości ścisłych konwencji (określonej normami) rysunku budowlanego, instalacyjnego, konstrukcyjnego. Z doświadczenia dydaktycznego autorki wynika, że bez tej wiedzy, studenci mają kłopot ze zrozumieniem przedstawianych koncepcji dotyczących organizacji i zarządzania informacjami graficznymi (takich jak warstwy, atrybuty, X-ref'y).

Programy obiektowe nowszej generacji (np. Revit) oferują nową metodę zapisu idei architektonicznej opartą na obiektach parametrycznych (koncepcja ta była wcześniej wykorzystana w programie ArchiCAD i 3Ds Max)<sup>1</sup>. Obiekty parametryczne (ściany, stropy, okna, drzwi) posiadają „inteligencję” umożliwiającą np. automatyczne dopasowanie otworu w ścianie w momencie osadzania okna lub wymiarów schodów do zadanej wysokości kondygnacji, itp. Dokumentacja 2D (elewacje, przekroje, detale konstrukcji) jest generowana automatycznie na podstawie przestrzennego modelu<sup>2</sup>. Opracowywanie dokumentacji elektronicznej nie stanowi osobnej czynności a jest ściśle powiązane z pracą nad koncepcją projektu. Chociaż opanowanie złożonych funkcji programu obiektowego wymaga sporo czasu są one coraz częściej nauczane i wykorzystywane jako narzędzia do projektowania w praktyce.

W latach 90 programy graficzne służyły przede wszystkim do prezentacji projektu, który wcześniej powstał w wyobraźni architekta. W ostatnich latach znaczenie programów CAD we wczesnej fazie projektowania wzrosło dzięki rozwojowi intuicyjnych i wygodnych narzędzi do generowania geometrii. Obecnie komputery umożliwiają nie tylko tworzenie i analizę wariantów projektu, ale przede wszystkim dają możliwości generowania zaawansowanej geometrii, która wychodzi daleko poza to co można wykreślić odręcznie<sup>3</sup>. Dynamiczne swobodne formy architektoniczne stanowiące wyzwanie dla racjonalnej estetyki modernizmu zyskały spore zainteresowania wśród architektów i designerów na całym świecie. „Dla architektów z nowojorskiego biura Asymptote, holenderskiego NOX i MvRdv komputer nie jest tylko narzędziem ułatwiającym prace nad projektowaniem budynku, ale integralną częścią procesu projektowania, drzwiami do nowych światów, w których nieeuklidesowe formy są tak naturalne jak sześcian i kule dla wcześniejszych generacji „(Philip Jodidio, 2003).

W praktyce i edukacji do tworzenia form o zaawansowanej geometrii wykorzystywane są z reguły programy, które powstały dla świata gier komputerowych i filmu np. Rhino3d, 3ds Max, Maya. Programy te umożliwiają modelowanie oparte na krzywych i powierzchniach Nurbs i podobnych. Modelowanie formy odbywa się za pomocą definiowania krzywych kontrolnych sterujących powierzchniami lub tzw. modyfikatorów (procedur całościowo zniekształcających geometrię poprzez jej rozciąganie, zginanie, skręcanie itp.). Modelowanie Nurbs stanowi umiejętność niezbędną do tworzenia form morficznych, o zakrzywionych powierzchniach lecz jest wymagającym i złożonym narzędziem i zapewne nie może stanowić standardowego elementu wykształcenia każdego absolwenta. Część uczelni oferuje modelowanie Nurbs w postaci przedmiotów obieralnych i warsztatów, w innych nie są wcale wykorzystywane w nauczaniu projektowania (np. tylko nieliczni studenci Wydziału Architektury PG opanowują tę

<sup>1</sup>Autorem tej koncepcji był w połowie lat 70 rosyjski matematyk Samuel P. Gibson, Założona przez niego Parametric Technology Corporation wypuściła w 1988 program Pro/Engineer.

<sup>2</sup>Wszelkie zmiany w modelu są również automatycznie wprowadzane do dokumentacji rysunkowej, jak również zestawień np. przedmiarów materiałów, kosztorysów.

<sup>3</sup>Pierwsze programy CAD umożliwiały tworzenie modeli obiektów architektonicznych opartych na geometrii składającej się z płaskich powierzchni i miały bardzo ograniczone opcje modyfikacji. Dlatego F. O Gehry zmuszony był skorzystać z programu Catia wykorzystywanego uprzednio przez przemysł lotniczy.

umiejętność we własnym zakresie). Być może często decyduje niesłuszna obawa o brak kontroli nad efektem modelowania (trudno ocenić czy wystarczający wysiłek i wiedza została wykorzystana do tworzenia formy czy też jest ona rezultatem szczęśliwego przypadku). Dotychczas w Polsce obiekty o zaawansowanej geometrii, miały małe szanse na realizację, ze względu na ograniczony budżet inwestorów i słabo rozwinięte zaplecze technologiczne.

### 3. PROJEKTOWANIE PARAMETRYCZNE, PROGRAMOWANIE GEOMETRII

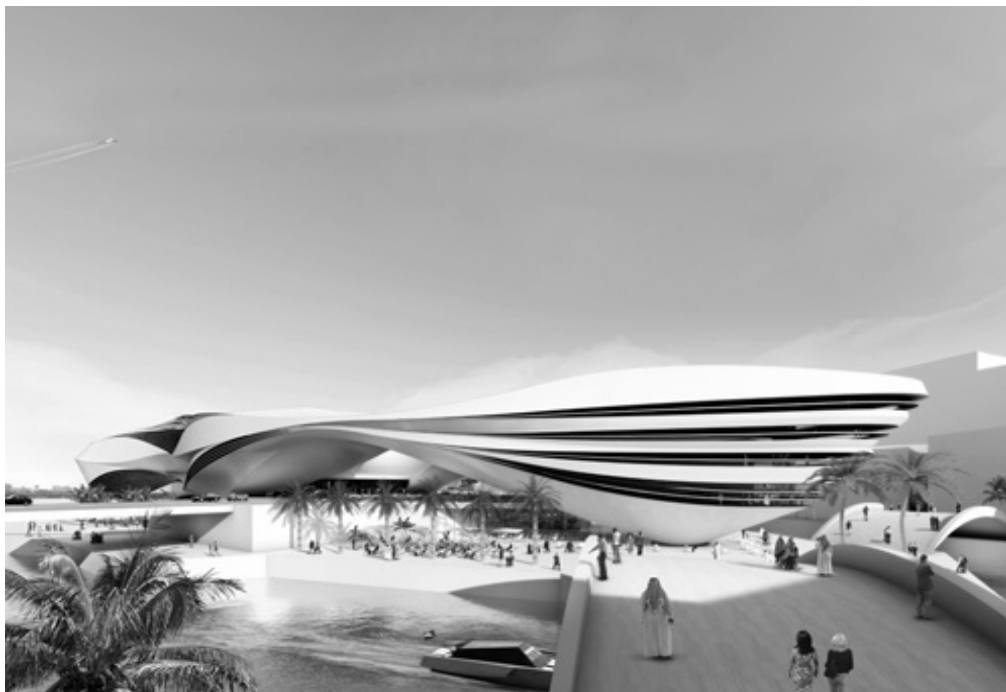
Obecnie komputerowe procedury towarzyszące tworzeniu zaawansowanej geometrii opierają się na zaawansowanej parametryzacji, która umożliwia tworzenie wirtualnych prototypów modelu (dla celów projektowych) a nawet numeryczne sterowanie produkcją finalnych elementów konstrukcyjnych<sup>4</sup>. Parametryczne i generatywne metody projektowania (parametric design, generative design) polegają na zdefiniowaniu relacji przestrzennych między elementami. Definiowanie relacji odbywa się bądź graficznie za pomocą oprogramowania zapamiętującego zależności geometryczne bądź też algorytmicznie w trakcie kodowania procedur projektowych. Projektant dobiera parametry - kryteria modyfikacji - choć efekt końcowy jest często nieprzewidywalny. Wstępnie wygenerowana forma może być modyfikowana aż do momentu, w którym stanie się satysfakcjonująca dla projektanta. W ten sposób osiągany jest pewien stopień interakcji między projektantem a modelem. Cyfrowe obiekty są rozkładane na moduły, które w kolejnych sprzężonych plikach są rozkładane do postaci 2D i gotowe do wycięcia np. za pomocą sterowanych numerycznie maszyn. Metody te umożliwiają masową indywidualizację w architekturze. Za przykład realizacji, które wcielają w życie wspomniane metody można chociażby uznać projekty biura ONL (Oosterhuis-Lenard) z Rotterdamu, Un Studio (Il. 1).

Projektowanie parametryczne jest jednym z modniejszych trendów w projektowaniu architektonicznym, którego uczą takie szkoły jak Architectural Association w Londynie, Institut d'Arquitectura Avangada de Catalunya, czy londyński Bartlett - Faculty of the Built Environment. Wymienione ośrodki dysponują odpowiednimi parkami maszyn CNC do wykonywania prototypów składającymi się z wycinarek laserowych, frezarek, drukarek 3D. Studenci tych uczelni poznają współczesny proces projektowy jako zamknięty i sprzężony cykl, który zaczyna się generatywnym bądź parametrycznym modelowaniem, a kończy cyfrową fabrykacją. Uczelnie dążą do tego by każdorazowo efekt projektowania można było zweryfikować za pomocą modelu w skali 1:1 (Il. 3).

Do uczenia generatywnej metody projektowania wykorzystywane jest różnorodne oprogramowanie. Opcje modelowania Nurbs (np. Rhinoceros 3d, Generative Components) są dostosowywane do założeń projektowych po przez procedury generatywne pisane w wewnętrznych językach programowania tych programów (np. AutoLisp programu AutoCAD, Visual Basic Script programu Rhino) stąd projektowanie generatywne implikuje konieczność zapoznania studentów z określonym językiem skryptowym. Do przekształcania siatki na parametryczne elementy (populacji elementów na wielokrzywiznowej płaszczyźnie) może być używany program ParaCloudGEM, Generative Components (Il. 4.) lub dodatki do programów np. Grasshopper do Rhino. Fabrykacja CNC odbywa się za pomocą osobnego programu np. MadCAM.

---

<sup>4</sup>Np. firma Gehry Technologies, założona przez Gehry'ego w 2002 wypuściła na rynek jeden z pierwszych programów umożliwiających projektowanie parametryczne Digital Project będący klonem Catia.



II. 1. Projekt UnStudio, The Museum of Middle East Modern Art Khor Dubai  
Źródło <http://www.unstudio.com/projects/recent/>



II. 2. Fragment modelu komputerowego BIM 70 piętrowej wieży biurowca Swire Properties Ltd w Hong Kongu  
Źródło: <http://www.gehrytechnologies.com>



Il. 3. Parametric Dome' - projekt studia Digital Tectonics w Institute for Advanced Architecture in Catalonia (IAAC) pod kierownictwem Marty Male Alemany, Źródło: autorzy projektu



Il. 4. Model parametryczny opracowany w programie ParaCloud Gem. Autor Stephen Nieto  
Źródło: <http://paraclouding.com/home/>

W Polsce w większości szkół architektury projektowanie parametryczne jest jedynie wzmiankowane<sup>5</sup>. Sytuacja ta ma szansę ulec zmianie wraz ze wzrostem wykorzystania nowoczesnych technologii w budownictwie (technologii cięcia strumieniem wody, promieniem laserowym oraz technologii SFF (Solid Freeform Fabrication). Zapewne wówczas metody generatywne i parametryczne jako umożliwiające masową indywidualizację bez podnoszenia kosztów budowy i dające dużą swobodę w eksperymentach formalnych znajdą się w kształceniu obok języków programowania.

#### 4. ARCHITEKTURA INTERAKTYWNA, PROTOPRZESTRZEŃ

Zamiast determinowania ludzkiego zachowania, albo pozwalania na to by było ono określane przez rysunki błyskotliwego architekta, przestrzeń powinna ewoluować i zmieniać się w zgodzie z społecznym i kulturowym kontekstem i potrzebami jej mieszkańców” (Daan Roosegaarde 2006).

Rozwój technologii cyfrowych doprowadził do technologicznego poszerzenia przestrzeni o czwarty wymiar- czas- tworząc tzw. cyberprzestrzeń. Próby wykorzystania możliwości ingerencji w przestrzeń w czasie rzeczywistym przeniósł na grunt uniwersytecki Neil Spiller na początku lat 90. Ogromny wpływ na obecną generację architektów mają również koncepcje Johna H. Frazer'a, który opisuje architekturę jako formę sztucznego życia<sup>6</sup>. Nowy model tworzenia form, struktur i organizacji naśladujących morfogeniczne procesy natury ma na celu osiągnięcie w sztucznym środowisku symbiotycznego zachowania jakie występuje w środowisku naturalnym. Metoda projektowania polega na zastosowaniu genetycznych algorytmów zawierających kluczowe parametry idei projektowej. Skrypty kodu, analogiczne do kodu DNA, w efekcie tworzą architekturę generatywną, która ewoluuje na skutek interakcji ze środowiskiem<sup>7</sup>. Nowe komputerowe technologie projektowania modelują wewnętrzną logikę, a nie zewnętrzną formę i pozwalają zobaczyć przyszłą architekturę powstającą w wyobraźni komputera. Model ewolucyjny pokazuje wykorzystanie komputerowych zasobów jako siły napędowej procesu projektowania w przeciwieństwie do medium odbijającego procesy myślowe.

Według Kasa Oosterhuis'a stoimy u progu prawdziwej rewolucji w architekturze:

„Budynki dzięki podłączeniu do światowej sieci informatycznej i wyposażeniu w urządzenia sensoryczne, staną się interaktywnymi hiperciałami zdolnymi do adaptacji do warunków środowiska.”

Jednostka badawcza Hyperbody założona w 2006 przez K. Oosterhuis przy Uniwersytecie Technicznym w Delft zajmuje się zastosowaniem technik produkcyjnych opartych na technologiach cyfrowych oraz projektowaniem w interdyscyplinarnych zespołach projektowych. Protoprzestrzeń stanowi miejsce do transdyscyplinarnych badań, edukacji i projektowania. Jest to laboratorium, w którym w czasie rzeczywistym studenci i naukowcy z różnych dyscyplin pracują razem w wirtualnym środowisku tworząc prototypy programowalnej architektury. Projektowanie w poszerzonej rzeczywistości pozwala na wprowadzanie zmian w czasie rzeczywistym, badanie alternatyw w danej dyscyplinie i informowanie o istniejących możliwościach współprojektantów. Dzięki symulowaniu za pomocą algorytmów praw fizyki i procesów zachodzących w naturze możliwe jest generowanie architektury interaktywnej dopasowującej się do zmian

<sup>5</sup> Pierwsze warsztaty projektowania parametrycznego w Polsce WF\_091 na WAPW poprowadzili w tym roku członkowie Workshops Factory -fundacji, która jest autorem inicjatywy związanych z generatywnymi metodami projektowania, modelowaniem parametrycznym oraz CNC.

<sup>6</sup> J. Frazer wydał w 1995 „An Evolutionary Architecture”, w której dowodzi, że architektura podobnie jak przyroda podlega procesom morfogenezy, genetyce, reprodukcji, selekcji itd.

<sup>7</sup> W przeciwieństwie do opisanej uprzednio generatywnej metody projektowania, gdzie projektant arbitralnie modyfikuje formę, w architekturze generatywnej za rezultat odpowiada matematyczny kod.

środowiska<sup>8</sup>. Zdania projektowe dotyczą różnej skali (budynek, detal architektoniczny, most, przedmieścia, plan urbanistyczny. „Architektura w końcu jest grą zespołową, w której uczestniczą obok architektów, inżynierowie, marketingowcy, użytkownicy. Kierownikiem interdyscyplinarnego zespołu powinien być klient - osoba która wybiera i decyduje. Ośmielam się twierdzić, że za 10 -15 lat prawie wszystkie biura będą zatrudniały programistów do projektowania własnego oprogramowania do projektowania” (Kas Oosterhuis, 2006).

Od zeszłego roku Hyperbody prowadzi nowy kierunek magisterski Master of Science in Non-standard and Interactive Architecture. W swych działaniach Hyperbody wykorzystuje zaawansowane techniki CAD, wizualizacje wirtualnej rzeczywistości i wielomodalnej telekomunikacji z użytkownikiem. Projektowanie odbywa się na granicy science fiction i science fact. Projekty są regularnie konsultowane przez specjalistów z branży elektronicznej, matematyków, ekspertów od sztucznej inteligencji i producentów. Do tworzenia interaktywnych instalacji wykorzystywany jest program MAX/MSP, do budowy wirtualnych modeli 3D – program Vrttools ponadto opracowano autorskie narzędzia do kalkulacji inżynierskich.

## 5. WIRTUALNA ARCHITEKTURA

*Czy ktoś dziś pamięta co było takiego w projektowaniu, co wymagało wspomagania zanim powstało komputerowe wspomaganie projektowania? (J. H. Frazer, 2006).*

W myśleniu o architekturze, znaczenie ma również fenomen wirtualnych realizacji. Działalność Hyperbody dowodzi, że architektura staje się działalnością zespołową, w której geniusz architekta nie koniecznie jest najważniejszy w procesie projektowania. Z kolei dzięki wirtualnym realizacjom architektki jak nigdy dotąd mogą stać się autorami swoich projektów w takim stopniu jak np. artyści malarze, rzeźbiarze itd. Według Neil Spiller'a wpływowego architekta i teoretyka wiele z najodważniejszych i najoryginalniejszych dzieł, które stworzyli architekci można odnaleźć w projektach, które nigdy nie zostały zrealizowane – „czyste marzenia, które są nieskażone przez koszty konstrukcji, komercjalizm i konserwatyzm”<sup>9</sup>. Projekty, które stały się inspiracjami w czasie kiedy powstały i są nimi do dziś. Architektura cyfrowa jest opozycją dla modelu tektonicznego, który kładzie nacisk na konstrukcję i stałość (w wirtualnym świecie materiały stanowią formę parametrycznej informacji). Łamie schematy tradycyjnego myślenia, w którym formy są bezwzględnie podporządkowane funkcji, przestrzenie wirtualne mogą się bowiem przenikać, a ich granice się zacierają<sup>10</sup>. Dzięki Marcos'owi Novak profesorowi University of California takie koncepcje wywodzące się z poszerzonej przestrzeni jak Transarchitektury. Luquid Architectures wpływają na sposób myślenia i uczenia o tym czym jest i czym może być architektura.

Nowatorska technologia projektowania BIM stanowi całkowicie odmienne oblicze wirtualnych realizacji. BIM oznacza integrację narzędzi do projektowania parametrycznego z zarządzaniem danymi dotyczącymi budynku. Modele 3D nie są już jedynie zapisem geometrii, ale równocześnie cyfrowym prototypem umożliwiającym symulowanie funkcjonowania obiektu. Dzięki temu możliwa jest analiza oceny projektu

---

<sup>8</sup> Water Pawilon na sztucznej wyspie Neeltie zaprojektowany przez NOX i Oosterhuis Associates jest jedną z pierwszych interaktywnych realizacji z zaprojektowaną komputerowo architekturą.

<sup>9</sup> Neil Spiller w 1998 opublikował „Digital dreams: Architecture and the new Alchemic Technologies” a w 2008 „Digital Architecture Now”.

<sup>10</sup> Ta filozofia przyswieca The Far Eastern International Digital Award - międzynarodowemu konkursowi rozgrywanemu w przestrzeni internetu. Pośród jury tego organizowanego od 2000 roku konkursu zasiadali między innymi Greg Lynn, Marcos Novak, Jacob van Rijs (MVRDV).



pod różnymi aspektami, ekonomicznym środowiskowym itp. przed jego realizacją. Już obecnie realizowane są duże projekty z wykorzystaniem tej technologii np. 70 kondygnacyjna wieża biurowca Swire Properties Ltd w Hong Kongu (Il. 2.).

## PODSUMOWANIE

Celem artykułu jest pokazanie nowych paradygmatów w projektowaniu stanowiących o miejscu technologii informatycznych w kształceniu architektonicznym obecnie i w przyszłości. Dzięki rozwojowi technologicznemu architektura przekracza kolejne granice. "Nie prymitywnej technologii hybrydowych stopów lub aluminiowych odlewów. Mówimy o cyberprzestrzeni, poszerzonej rzeczywistości, nanotechnologii, nauce o polimerach, inżynierii tkankowej itp."(Neil Spiller, 1998). Według N. Spiller'a to co uchodzi za wiedzę techniczną w tradycyjnym kształceniu jest już prehistorią. Absolwenci kończą studia nie mając pojęcia o materiałach i technologiach, które będą stanowiły o architekturze przyszłości. Niewątpliwie istnieją duże różnice między krajami w zakresie tego jak te technologie są asymilowane przez architektów i przemysł konstrukcyjny. Kilka znanych firm poprzez spektakularne realizacje powoli wpływa na zmianę praktyki projektowej i budowlanej w Europie. Nowatorskie uczelnie architektoniczne zmierzają do budowania kompleksowej wiedzy dotyczącej integracji szeroko rozumianych metod informatycznych z innowacyjnymi technologiami produkcyjnymi.

Według rozeznania autorki w większości polskich uczelni projektowanie komputerowe jest wciąż traktowane jako „tylko narzędzie” i odległe od swej prawdziwej istoty. Nie ma strategii edukacyjnej, która pozwalałaby na przygotowanie absolwentów do szerokiego zastosowania komputerów w projektowaniu a „komputery” są nauczane jako osobny przedmiot”. CAD oznacza nie wiele więcej jak komputerowo wspomagane kreślenie (Computer Aided Drafting), a w najlepszym razie modelowanie tego co już zostało zaprojektowane. Wpływa na to wiele czynników. Najpoważniejsze jest zapewne przywiązanie kadry dydaktycznej do tradycyjnych metod nauczania projektowania. Panuje obawa, że komputerowo generowana forma z założenia nie może spełniać wymogów funkcjonalnych, a wzrok jest jedynym zmysłem, który jest adresowany przez projektanta.

W artykule starano się wykazać, że najnowsze technologie informatyczne pozwalają architektom tworzyć i badać formy wizualnie estetyczne i niepowtarzalne, ale równocześnie doskonale spełniające swoje funkcje i spełniające wyzwania współczesnej ekonomii i ekologii. Podano przykłady nowatorskich uczelni i współpracujących z nimi instytutów badawczych zajmujących się implementacją nowych metod projektowania. Zapewne obecna generacja młodych architektów nie wykorzysta wszystkiego tego czego nauczy się w tych szkołach i będzie zmuszona wrócić do starych metod w obliczu twardej rzeczywistości. Jednak technologie informatyczne są odpowiedzią na wiele problemów współczesnego świata. Pozwalają na zmniejszenie kosztów projektowania (zwiększenie tempa wymiany informacji, automatyzacja powtarzalnych zadań, udziału ekspertów w procesie projektowania), budowy (techniki CNC) i eksploatacji (wirtualne prototypownie). Są szansą na tworzenie zarówno architektury zrównoważonej jak i niestandardowych, interaktywnych realizacji o zaawansowanej geometrii. Miejsce technik informatycznych na polskich wydziałach architektonicznych jest często ograniczone do minimum określonego przez standardy kształcenia Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Niestety ze względu na możliwości finansowe i sprzętowe wydziałów w praktyce nie ma miejsca na warsztaty (czy obieralne przedmioty) umożliwiające zapoznanie studentów z nowoczesnymi metodami pracy.

**BIBLIOGRAFIA:**

- [1] Spiller N., Unit 19 Restless Hearts and Restless Minds, w Architectural Design, nr 11/12, 1998, str 87-91
- [2] Crayton T., The Design Implications of Mass Customisation, Architectural Design, nr 2, 2001, str 74-81
- [3] Frazer J. H., The Generation of Virtual Prototypes for Performance Optimization, Proceedings of Game Set and Match Conference, Delf, 2006, str 208-210
- [4] Spiller N., Digital Architecture Now, Thames and Hudson, 2008
- [5] Jododio P., Architektura dzisiaj, Thaschen/TMC Art, 2003
- [6] Jong A., Schuilenburg M., From Genius to Scenius, Redefining creativity in the Practice of Architecture, Proceedings of Game Set and Match Conference, Delf, 2006, str 126 - 133
- [7] Kloft H., Structural Design of Form, Proceedings of Game Set and Match Conference, Delf, 2006, str 248-255
- [8] Oosterhuis K., Swarm Architecture, Proceedings of Game Set and Match Conference, Delf, 2006, str 14-30