

NOWA ARCHITEKTURA

Maria J. Żychowska

Wydział Architektury Politechniki Krakowskiej, Samodzielny Zakład Rysunku, Malarstwa i Rzeźby
e-mail: pazychow@cyf-kr.edu.pl

Streszczenie. Teoria chaosu, nauka o złożoności wraz z jej graficzną jednostką, czyli fraktalem, zmieniła percepcję otaczającego nas świata, kosmosu, również architektury. Można powiedzieć, iż znacząca część architektury ma cechy fraktalne. W pracy opisano zastosowanie geometrii fraktalnej w architekturze. Architektura oparta na geometrii fraktalnej jest architekturą sensu, porządku i złożoności. Należy przypuszczać, że geometria fraktalna stworzy podstawy dla „New Architecture”, czyli zupełnie nowego oryginalnego pojmowania architektury tworzonej według ścisłych rygorów matematycznych, jednocześnie proponując sposób formowania budowli, bazujący na wybranych doświadczeniach zaczerpniętych z historii architektury oraz na ekologicznych założeniach architektury organicznej.

Słowa kluczowe: teoria chaosu, fraktale, architektura

TEORIA CHAOSU I FRAKTALE

Zajmując się już od wielu lat zagadnieniami modernizmu, w tym także krytyką i wszystkimi negatywnymi aspektami, napotkałam szczególny jego opis. Dotyczy to mianowicie geometrycznej odrębności od pozostałych stylów, trendów w architekturze. Skrajna prostota w stosowaniu podstawowych brył opisywanych w elewacjach płaszczyznami i liniami przy braku detali, bez złożonych układów kompozycyjnych jest możliwa do opisanego za pomocą geometrii euklidesowej. Natomiast pozostały dorobek wraz z różnorodnością, bogactwem detali i złożonością formalną jest zjawiskiem dopiero teraz w pełni definiowalnym i opisywalnym, kiedy narzędziem stała się geometria fraktalna. Można powiedzieć, iż znacząca część architektury ma cechy fraktalne. Kiedy w połowie lat 70. XX w. została opisana matematycznie teoria chaosu, nauka o złożoności wraz z jej graficzną jednostką, czyli fraktalem, i zmianie uległa optyka w percepcji otaczającego nas świata, kosmosu, również do historii architektury wtargnęła ta na wskroś rewolucyjna koncepcja pojmowania rzeczywistości. Choć po kilku latach fascynacji dekonstrukcją jest to dziedzina wiedzy generalnie игно-

rowana przez architektów, prowadzone są badania, które przynoszą wiele nowatorskich dociekań. Dotyczą one zarówno interpretacji architektury historycznej, jak i projektowania architektonicznego i urbanistycznego. Przez część badaczy wiązana jest architektura fraktalna z budowlami organicznymi, utrzymanymi w duchu „nowej” religii – ekologii.

ZASTOSOWANIE GEOMETRII FRAKTALNEJ ARCHITEKTURZE

Zagadnieniem podstawowym jest przedstawienie wpływu geometrii fraktalnej na architekturę w aspekcie jej bogatej złożoności a podporządkowanej specyficznemu porządkowi i podobieństwu. W 1977 r. Benoit Mandelbrot opublikował pracę pt. *The Fractal Geometry of Nature* [Mandelbrot 1983, s. 4]. We wprowadzeniu do swej geometrii fraktalnej przedstawił różne aspekty chaosu. Zdefiniował zasady owego zasadniczego porządku, który wcześniej był traktowany jako chaotyczny, czyli nierządzony przez żadne prawa. I tak np. wahania giełdowe, zmienność pogody, kształty naturalnych form przyrodniczych, geograficznych można obecnie opisać za pomocą ścisłych reguł matematycznych. We wprowadzeniu do geometrii fraktalnej czytamy, że słowo fraktal pochodzi od łacińskiego słowa *frangere*, co znaczy „łamać, skruszyć, połamać”. Po raz pierwszy ten termin pojawił się w publikacji Mandelbrota. Oznacza on jednostkę nieskończoną, która w procesie powtórzeń daje nieskończoną liczbę rozwiązań. Graficznym obrazem fraktala może być tak zwana *gąbka Mengera* [Mandelbrot 1983, s. 144], której objętość zbliża się do zera, albo *trójkąt Sierpińskiego* [Mandelbrot 1983, s. 142]. W naturze również występują fraktale. Są nimi liście paproci, drzewa, linia brzegowa. W dużym skrócie można, więc powiedzieć, że fraktale są skonstruowane z kolejnych pomniejszych elementów ułożonych według hierarchii, których złożoność nigdy nie zanika.

Trudnym zadaniem pozostaje jednak dogłębne zrozumienie geometrii fraktalnej wraz z całym bagażem wzorów i obliczeń matematycznych i takie jej użycie, by w dziedzinie architektury nie poprzestać na dodaniu ornamentyki, przedstawianej poprzez wprowadzanie pewnej przypadkowości w kompozycji, jako fraktale, a w rzeczywistości niemającej z nimi nic wspólnego.

Można w skrócie powiedzieć, że następujące aspekty nowej geometrii wydają się najbardziej akuradne do zastosowania w architekturze:

- a) złożoność;
- b) podobieństwo albo symetria poprzez skalę, która powinna być rozumiana jako przeciwieństwo symetrii klasycznej;
- c) zdolności przenoszenia się poprzez skalę;
- d) geometryczne bogactwo;
- e) ściśle określony porządek.

Architektura oparta na geometrii fraktalnej jest więc architekturą sensu, porządku i złożoności.

Złożoność istnieje w architekturze od dawna, a po puryzmie modernizmu, zwiększyło się niejako na nią społeczne zapotrzebowanie. Występuje także jako bogactwo naturalnego otoczenia przyrodniczego, kontekst historycznej architektury, program procesu budowy, bogactwo technicznej infrastruktury. I jeśli złożoność może się stać siłą w architekturze, to fraktale jawią się jako narzędzia do zjednoczenia poszczególnych jej elementów, dotąd nie zawsze spójnych.

Wielkość i złożoność oraz panujący porządek wszechświata fascynowały ludzi od zawsze, ale nie mogły być wyrażane geometrycznie. Platon określił w swej teorii, że kosmos zbudowany jest z pięciu idealnych, regularnych trójwymiarowych brył, którym odpowiadają ogień, ziemia, powietrze, woda, duch [Tatarkiewicz 1960, s. 139]. Stąd też, wydaje się, można wyprowadzić modernizm, który stał się przeznaczeniem dla XX w. Le Corbusier mówił o sześcianie, stożku, kuli, walcu i ostrosłupie jako o formach odpowiednich do tworzenia najpiękniejszej architektury oraz twierdził, że sztuka powinna być czystym wytworem umysłu [Le Corbusier 1976, s. 20-21]. Nawoływał do prostoty form i wzorowania się na „eleganckich” kształtach przemysłowych obiektów. Tak też powstawała ascetyczna w formach architektura Miesa van der Rohe i innych modernistów, których zamierzeniem była kreacja powstająca w wyniku przede wszystkim procesu redukcji zbytecznych dekoracji i detali.

Mandelbrot zaś napisał, że ani chmury, ani góry, ani linia wybrzeża nie przypominają żadnych brył, że są formami złożonymi podobnie jak fraktale, które powstają w wyniku powtarzających się procesów. Przyglądając się ich obrazom, dostrzega się podobieństwo form w każdym kolejnym powiększeniu. Ilustracją tego zagadnienia, przydatną do specyficznej percepcji architektury, oprócz wcześniej przytoczonych, jest też krzywa Kocha, gdzie zaczynając od formy początkowej, poprzez jej wielokrotne powtarzanie, powstaje krzywa bardzo złożona, w której wszystkie elementy są podobne poprzez skalę.

Podczas gdy zdefiniowana teoria istnieje od 27 lat, to spoglądając w historię, wydaje się, że można znaleźć sporo przykładów architektury definiowanej obecnie jako posiadającej cechy fraktalne. Zastanawiając się nad tym, zaczęto po kolei rozważać, czy w architekturze nie można dostrzec właśnie takich podobieństw poprzez skalę, czy mogą zachodzić geometryczne związki zwane jako *self-similarity*, a stanowiące fundamentalną cechę geometrii fraktalnej. Owo podobieństwo odnotowano m.in. w architekturze Indii, gotyku, secesji, a ostatnio dekonstruktywizmu.

Reasumując, można, więc powiedzieć, że istotą tej architektury jest jej złożoność wynikająca z procesu powtarzania, multiplikowania elementów w różnej skali, zgodnie z matematycznymi zasadami geometrii fraktalnej, by np. detal, ornament pozostawał zintegrowany z większym fragmentem oraz całością założenia. Tak więc architektura oparta na geometrii fraktalnej posługuje się indywidualnym językiem, w którym takie elementy, jak skala (np. powiększanie stwarza możliwość wglądu w coraz mniejsze elementy, ale zawsze zachowujące podobieństwo do całości), wzajemne podobieństwo (nie jest to identyczność, ale

zdecydowana zbieżność kształtów, form), symetria (nie klasyczna, wzdłuż osi, ale poprzez skalę) oraz złożoność są traktowane w specyficzny sposób, z pewnością charakteryzując nowe pojmowanie architektury. Choć wiele z tych kwestii z dawien dawna przynależy do warsztatu twórców, nie tak były definiowane. Swoista moda na architekturę o cechach nowej geometrii często doprowadzała do powierzchownych zabiegów, a nie do w pełni świadomych kreacji. Warto odnotować, że toczyła się raczej w gronie matematyków.

Architektura indyjskich świątyń

Powstałe w ciągu wielu stuleci świątynie, wzniesione zgodnie z tradycyjnymi zasadami i powtarzalnymi kanonami proporcji, rozsiane są na obszarze całych Indii. Charakterystyczną ich cechą jest bardzo rozbudowana płaskorzeźbowa dekoracja odzwierciedlająca kosmiczny porządek, przedstawiająca panteon bogów i to zarówno w części północnej (styl *Nagara*), jak i południowej (styl *Dravidian*), na których to obszarach wytworzyły się nieco odmienne sposoby kształtowania brył budowli. W obu przypadkach bogactwo formalne pozwala sięgać do coraz mniejszej skali, z każdym razem znajduje się formę podobną do całości założenia. Jednocześnie warto zauważyć, że ornamentyka jest tak głęboko wrośnięta w całą strukturę budowli, tak mocno, że czasami nie można na jej wyodrębnić od reszty. Ta architektura od wielu lat jest przedmiotem badań, a literatura ją opisująca jest bogata. Konkretnym przykładem jest tu świątynia Parswanath w Khajuraho [Sala, Jackson³²].

Architektura gotyku

W średniowieczu tworzone również architekturę o bogatej ornamentyce, której płaszczyzny ścian rozczłonkowywano bogatymi podziałami i detalami. Poszczególne fragmenty z charakterystycznym rysunkiem okien, arkad były powielane poprzez różne skale, a te najmniejsze również pasowały stylistycznie do całości. W tym miejscu przytoczyć można przykład katedry St. Denis w Paryżu wraz z całym bogactwem form i detali.

Nie wszystkie elementy są jednakowe, identyczne, ale mocno siebie nawzajem przypominają, bez względu na to, czy są w małej skali, czy też stanowią znaczącej wielkości fragment na elewacji. Triforia, powielane są w nawach, na fasadach. Zjawiają się również w dekoracji drzwi. Zachodzi tu tak zwane podobieństwo poprzez skalę, które decyduje, iż całe założenie jest bardzo jednorodne i jakby wykreowane ze zunifikowanych, powiększanych, pomniejszych, kształtów. Nie występuje tu ścisły geometryczny rygor, ale pewna zasada tworzenia całości, pewien schemat kompozycyjny.

³² Ten ostatni jest autorem wielu opracowań na temat kultury i historii Indii w aspekcie rozważań dotyczących geometrii fraktalnej, a także, pod tym samym kątem, badań katedry europejskie i amerykańskie.

Gotyk jest szczególnie dobrym przykładem. Tam bowiem zarówno dekoracja bazy kolumny, jak i głowicy stanowią pomniejszoną wersję całego budynku. Patrząc na owe detale można precyzyjnie wyobrazić sobie, wywnioskować z poszczególnych fragmentów, całość budynku. W pewnym sensie wracamy więc do tradycji, ale równocześnie sięgamy do głęboko zakodowanej wiedzy, odkrywając ją dla nas na nowo.

Architektura secesji

Sam Mandelbrot napisał, że ta architektura nosi cechy fraktalne ze względu na powtarzalność stylistyczną detali w różnej skali. Tu wymienia się paryską operę Charlesa Garniera, której forma niejako antycypowała Art Nouveau poprzez jej charakterystyczną cechę, jaką jest duże rozczłonkowanie bryły skorelowane z funkcją, któremu odpowiadają stosowne detale architektoniczne i ornamentyka. Złożoność form i kształtów spiralnych, fraktalnych wyrażających siły przyrody, takie jak wiatr, wodę, słońce oraz syntetyczne interpretacje graficzne drzew, kości, muszli, kwiatów są kwintesencją sztuki secesyjnej, także architektury. Ich nawarstwianie w ornamentyce, strukturze założenia przyczyniły się zapewne do stworzenia dzieł takich architektów, jak Antonio Gaudiego, Victora Horta czy Charlesa Rennie Mackintosha. Jednocześnie ich twórcy zwrócili uwagę na ekspresję złożonych rytmów i wzorców zaczerpniętych z natury.



Rys. 1. Paryska opera Charlesa Garniera (fot. autor)

Fig. 1. Charles Garnier's Paris Opera (photo by the author)

Od tego czasu architekci podejmowali szereg prób przeniesienia zasad nowej geometrii do swej twórczości, zwłaszcza w latach 90. Wydaje się to być jeszcze jedną konsekwencją formalnego puryzmu zaproponowanego przez modernizm. Pionierem w poszukiwaniu form wybitnie złożonych stał się Frank Gehry, który w proponowanej przez siebie architekturze stworzył m.in. znakomite budowle ukształtowane według sinusoidalnych krzywizn, jak muzeum w Bilbao czy w Seattle.

Podobnie też Peter Eisenman proponował rozwiązanie oparte na matematycznych formułach obrazujących kolizje i chaos w architekturze. Niemniej jednak krytycy bardziej są skłonni uważać, że jego celem było wyrażenie niestabilności i braku uporządkowania wokół nas w stopniu większym niż całości zintegrowanej na zasadach fraktalnych powiązań.

Sposoby adaptacji geometrii fraktalnej do potrzeb architektury zostały podjęte w praktyce. Przykładem jest tu rozbudowa centrum medycznego przy Northwestern Memorial Hospital w Chicago. W projekcie tym świadomie stosowane są zasady tej geometrii na różnych etapach, począwszy od planowania placu budowy, a kończąc na wzorze posadzek [Maletz, s. 5]. Tam formy fraktalne stanowią podstawowy, modułarny system siatki, na której zjawiają się w budynki, wszystkie ich funkcje i detale.

Zrealizowanym, w pełni świadomym przykładem architektury fraktalnej jest Federation Square w Melbourne³³ [Melvin 2003]. Autorzy Peter Davidson i Don Bates stworzyli kreację urbanistyczno-architektoniczną utrzymaną w duchu nowej geometrii, realizując wizję przestrzeni urbanistycznej przeznaczonej dla funkcji związanych z kulturą, handlem, użytecznością publiczną. Sam plac jest elementem kluczowym założenia. Z jednej strony organizuje życie poszczególnych, umiejscowionych wokół obiektów, a z drugiej jest imponującym rozległym terenem z precyzyjnie zakomponowaną nawierzchnią. Tworzą ją różnej wielkości i koloru (od różowego do purpurowego oraz od fiołkoworóżowego do szarego) kamienne trójkąty (piaskowiec), ułożone według fraktalnych zasad geometrycznych organizujących całą jej powierzchnię. Wokół powstały nowe budynki, a także do kompozycji wnętrza zostały włączone historyczne obiekty. Dominującą dla całości estetyka architektury to fraktalne elewacje takich budynków, jak *Yarra Building*, zamykający fasadę południową i jednocześnie łączący plac z brzegiem rzeki. Jest to założenie wielofunkcyjne z przestrzennie ukształtowaną fasadą, w której jedynym elementem kompozycyjnym jest znów trójkąt, tak samo jak na powierzchni placu, który, zwielokrotniony, precyzyjnie ułożony przy częstej zmianie jego wielkości i kierunku, tworzy geometryczną strukturę powłoki. Podstawowymi materiałami budowlanymi są blacha, szkło, piaskowiec. Taką samą zasadą budowy struktury fasad przyjęto dla pozostałych nowych budynków. Proporcje geometryczne i zastosowanie materiałów zmieniają się w zależności od kolejnej elewacji, kolejnego budynku. Wszystkie

³³ strona internetowa pracowni architektonicznej: www.labarchitecture.com

fragmenty elewacyjnej kurtyny sprawiają wrażenie ciągle zmieniających się, dynamicznych powierzchni, a jednak jednorodnych w swej strukturze. Warto tu podkreślić, że w tej realizacji urzeczywistnione zostały futurystyczne idee i pomysły, o których w innych częściach świata, mówi się tylko i to na dodatek nieśmiało.

PROGNOZA

Trudno jeszcze dociec czy geometria fraktalna stworzy podstawy dla „New Architecture”, czyli zupełnie nowego oryginalnego pojmowania architektury tworzonej według ścisłych rygorów matematycznych, jednocześnie proponując sposób formowania budowli, bazujący na wybranych doświadczeniach zaczerpniętych z historii architektury oraz na ekologicznych założeniach architektury organicznej. Być może zainteresowanie teoriami Mandelbrota przeminie i pozostanie tylko architektoniczną fascynacją matematyków, a architekci obiorą inny kierunek, ich zdaniem bardziej adekwatny do przyszłych czasów? Trudno prognować. Jedno jest pewne, że my już ich nie poznamy.

PIŚMIENNICTWO

- Jackson W.J., Hindu Temples Fractals, www.liberalarts.iupui.edu/~wijackso/templefractals
Le Corbusier, 1976. Toward a New Architecture, tłum. F. Etchells, London.
Mandelbrot B. B., 1983. The Fractal Geometry of Nature. New York.
Melvin J., 2003. Federation Square. AD, Melbourne 3/4, 103-109.
Sala N. Fractal models in Architecture, opublikowane na stronie:
www.math.unipa.it/~grim/Jsala/workshop
Tatarkiewicz W., 1960. Estetyka starożytna. Wrocław.

NEW ARCHITECTURE

Abstract. Chaos theory and fractal geometry have changed our understanding of the Universe, the world and also our perception of historical and modern architecture. It can be said that a considerable portion of architecture exhibits fractal features. The paper presents the application of fractal geometry in architecture aimed at achieving sense, order, and complexity. Fractal geometry will presumably constitute the basis for „New Architecture”, i.e., the completely new and original approach to architecture designed according to precise mathematical discipline, but it will also propose a way of shaping buildings on the basis of selected experiences taken from the history of architecture, and ecological principles of organic architecture.

Key words: chaos theory, fractals, architecture