

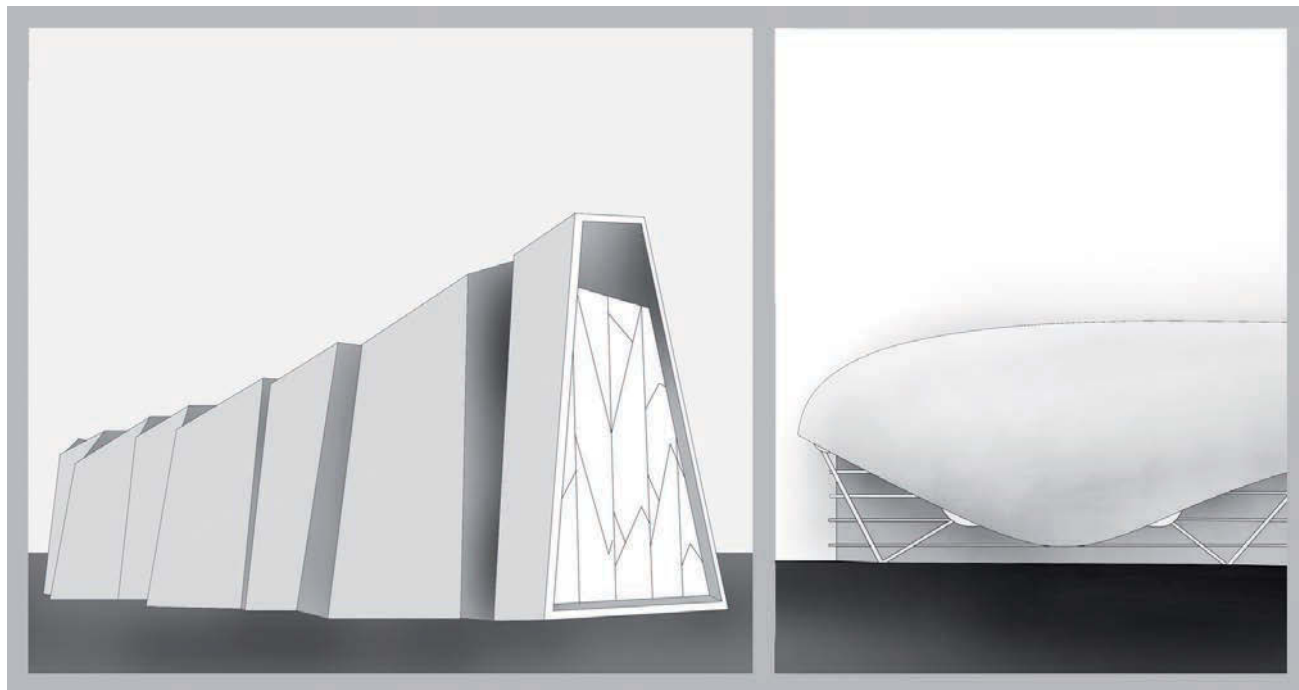
# Formy strukturalne a elewacja w architekturze

**Anna Nowak**  
**Wiesław Rokicki**

Na przestrzeni wieków przemiany zachodzące w zakresie funkcji i sposobu kształtowania przegród zewnętrznych, a w szczególności elewacji, spowodowały istotne zmiany w projektowaniu architektury. We współczesnej architekturze elewacja stanowi jeden z najważniejszych elementów wizualnych silnie wpływających na kształtowanie obiektu inteligentnego, efektywnego i zrównoważonego.

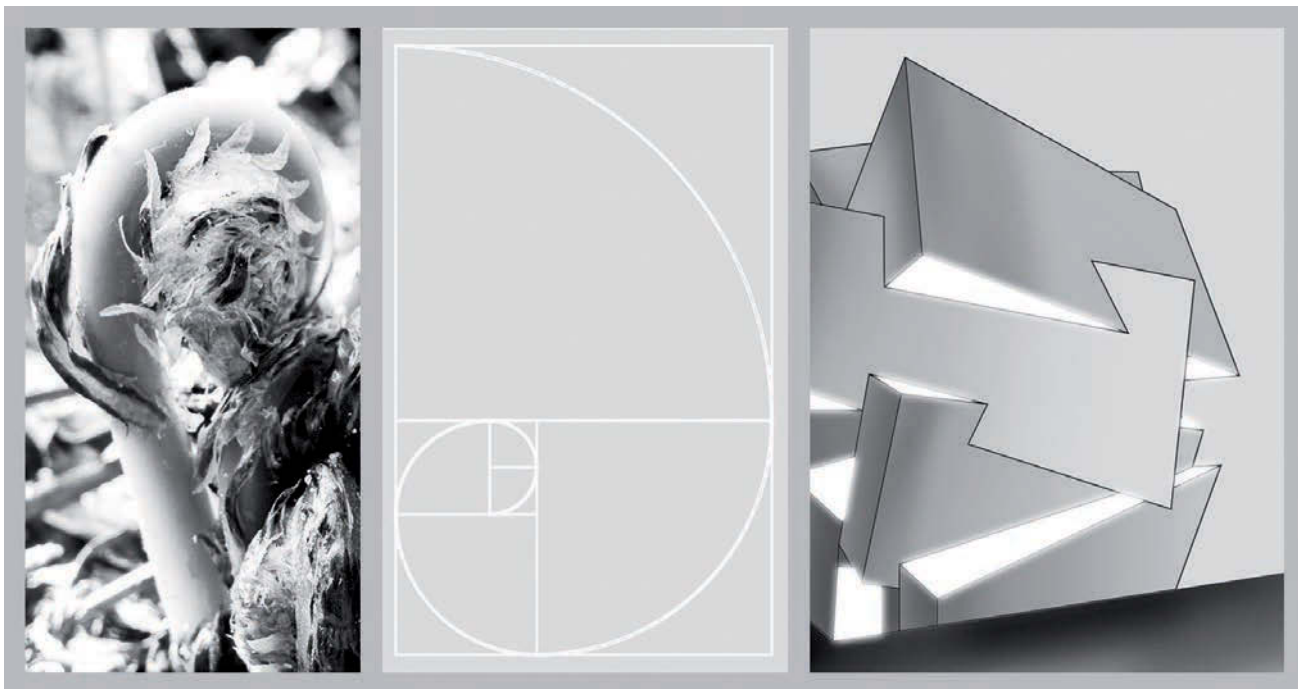
Współczesny obraz kształtowania obiektów architektonicznych to synergiczne projektowanie formy i struktury budynku. Struktura budynku to coraz częściej powierzchnia strukturalna, która stanowi istotny element układu konstrukcyjnego. Forma strukturalna powiązana jest z modelem geometrycznym

określającym kształt obiektu architektonicznego. W osiągnięciu synergii projektowej istotną rolę odgrywa prowadzenie wieloaspektowego procesu projektowego ze specjalistami z różnych dziedzin, co umożliwia optymalizację projektu już na etapie koncepcji. Skutkuje to widocznym przejściem z projektowania klasycznych, prostokątnych



Z lewej: Foldingowa forma strukturalna kaplicy St. Loup w Pompaples w Szwajcarii, projektu architektów z pracowni Localarchitecture.  
Z prawej: Krzywoliniowa powłoka budynku Yas Viceroy Hotel w Abu Dhabi, projektu grupy Asymptote





Z lewej: Ciąg Fibonacciego widoczny w formach spotykanych w świecie przyrody na przykładzie paproci.  
 W środku: Ciąg Fibonacciego i złoty podział.  
 Z prawej: Koncepcja budynku Extension Spiral Victoria & Albert Muzeum w Londynie, projektu Daniela Libeskinda i Cecilia Balmonda.

kreślnych form wykorzystujących tradycyjne systemy konstrukcyjne na swobodne projektowanie form strukturalnych poszukujących optymalnych struktur nośnych.

### Dynamizm form

Współczesny obraz kształtowania obiektów architektonicznych to synergiczne projektowanie formy i struktury budynku, które coraz częściej są powierzchnią strukturalną. Stanowi ona istotny element układu konstrukcyjnego. W osiągnięciu synergii projektowej istotną rolę odgrywa prowadzenie wieloaspektowego procesu projektowego ze specjalistami z różnych dziedzin, co umożliwia optymalizację projektu już na etapie koncepcji. W efekcie znaczenia nabiera system BIM oraz narzędzia umożliwiające wdrażanie osiągnięć z innych dziedzin, do tej pory niekojarzonych z architekturą. Dzięki temu widoczne jest przejście z projektowania klasycznych, prostokreślnych form wykorzystujących tradycyjne systemy konstrukcyjne na

Współczesne koncepcje architektoniczne coraz częściej projektowane są w sposób podkreślający ich dynamiczny charakter.

swobodne projektowanie form strukturalnych poszukujących optymalnych struktur nośnych. Współczesne koncepcje architektoniczne coraz częściej projektowane są w sposób podkreślający ich dynamiczny charakter. Chwilowość architektury to nie tylko ruch w warstwie estetycznej obiektu, uzyskiwany za pomocą zmiennych materiałów, czy interaktywnych fasad, lecz także zmienność możliwa poprzez zastosowanie technologii mobilnych i elementów transformujących charakter obiektu. Prowadzi to do zastąpienia klasycznie pojmowanej trwałości, użytecznością i elastycznością koncepcji architektonicznych widocznych już w projektach grupy Archigram. Pozwala to na podporządkowanie architektury innym elementom, które stanowią o jej chwilowym, zmiennym charakterze, prowadząc do kształtowania niestabilnej, ulotnej formy.

### Folding

Kształtowanie obiektów architektonicznych coraz częściej opiera się na foldingu statycznym. Jest to metoda polegająca na krawędziowaniu. Technika ta inspirowana jest orgiami, tektoniką i energią strzały. W poszczególnych płaszczyznach składających się na bryłę budynku akcentowane są krawędzie, a forma powstaje poprzez zginanie danej powierzchni. Za pomocą foldingu można determinować formę, która wykazuje lepsze parametry nośne w konstrukcjach obiektów dużej rozpiętości. Struktura foldingowa widoczna jest w kaplicy

Za pomocą foldingu można determinować formę, która wykazuje lepsze parametry nośne w konstrukcjach obiektów dużej rozpiętości.

st. Loup w Pompaples w Szwajcarii. Architekci z pracowni Localarchitecture zaprojektowali strukturę składającą się z drewnianych paneli łączonych w sekcje. Kształtowanie obiektu podlegało analizom komputerowym z uwagi na tworzenie i wymiarowanie konstrukcji nośnej obiektu.

### Kształtowanie formy

Dzięki wykorzystaniu narzędzi cyfrowych możliwe stało się kształtowanie architektury krzywoliniowej w opraciu m.in. o krzywe Beziera i NURBS. Przykładem takiej architektury jest budynek Kunsthau w Grazu projektu architektów Petera Cook'a i Colina Fournier'a. W projekcie wykorzystano przekształcenia topologiczne w poszukiwaniu optymalnych siatek dla organicznej formy przestrzennej, co umożliwiło uzyskanie optymalnej struktury prętowej stanowiącej konstrukcję przekrycia muzeum. Miękka forma obiektu w postaci tzw. błoiba nadaje jej specyficzny charakter.

Innym przykładem swobodnego kształtowania formy obiektu są powłoki budynków Yas Viceroy Hotel w Abu Dhabi. Projekt grupy Asymptote to skóra architektoniczna, której szklane elementy obracają się wokół własnej osi za pomocą siłowników hydraulicznych, w celu wentylacji budynku. Do stalowej konstrukcji powłoki zamont-

towano diody LED RGB sterowane przez lighting control system. W efekcie elewacja w porze nocnej ma dynamiczny charakter.

Wśród współczesnych tendencji w zakresie kształtowania formy strukturalnej obiektów widoczne jest dążenie do optymalizacji struktury. W ich poszukiwaniach znaczną rolę odgrywa projektowanie bioniczne, będące sposobem aplikacji zaobserwowanych procesów i systemów techniki. Wśród istotnych aspektów w zakresie kształtowania formy obiektów architektonicznych należy wymienić naturalne procesy formotwórcze. Wykorzystanie bionicznych widoczne jest m.in. w projekcie badawczym pawilonu Research Pavilion z 2011 roku, autorstwa architektów z Instytutu Projektowania Obliczeniowego i Instytutu Budownictwa i Projektowania Konstrukcji Uniwersytetu w Stuttgarcie. Struktura obiektu, jak opisują to autorzy, ma cechy struktur biologicznych tj. różnorodność, anizotropowość i hierarchiczność. Innym przykładem jest projekt The Spiral Extension w Londynie Daniela Libeskinda i Cecilia Balmonda, który był inspirowany złotą spiralą. Poprzez odpowiednie pozaginanie płaskiej powierzchni, możliwe było ukształtowanie samonośnej struktury. W konsekwencji uzyskano formę strukturalną niewymagającą wprowadzenia dodatkowych podpór we wnętrzu. Kształtowanie formy obiektu architektonicznego z wykorzystaniem naturalnych wzorców widoczne jest również w pawilonie The Velvet State w Roskilde. W projekcie architektów z pracowni SHJWORKS Architectural jego struktura została utworzona z kilku form, które zostały ukształtowane na podstawie krzywych łańcuchowych jako sekwencje widoczne w poszczególnych przekrojach.

**Wśród współczesnych tendencji w zakresie kształtowania formy strukturalnej obiektów widoczne jest dążenie do optymalizacji struktury.**

Procesy biologiczne mogą być również przeniesione do architektury w formach nośnych. W efekcie możliwa jest optymalizacja układu w oparciu o projektowanie bioniczne. Nie byłoby to możliwe bez wykorzystania modeli matematycznych opisujących struktury biologiczne. Przykładem ich zastosowania opisujących jest Weaire-Phelan, która stanowi konstrukcję nośną pływalni Water Cube w Pekinie projektu architektów z pracowni PTW Architects.

Tworzone formy wymagają optymalnego kształtowania i interdyscyplinarnego procesu projektowego. Ewolucja konstrukcji nośnej obiektu i formy przestrzennej doprowadziła do rozszerzenia możliwości projektowych w zakresie kształtowania swobodnych brył. Złożoność możliwości w zakresie poszukiwania formy obiektów architektonicznych stanowi znak czasu we współczesnej architekturze. ■

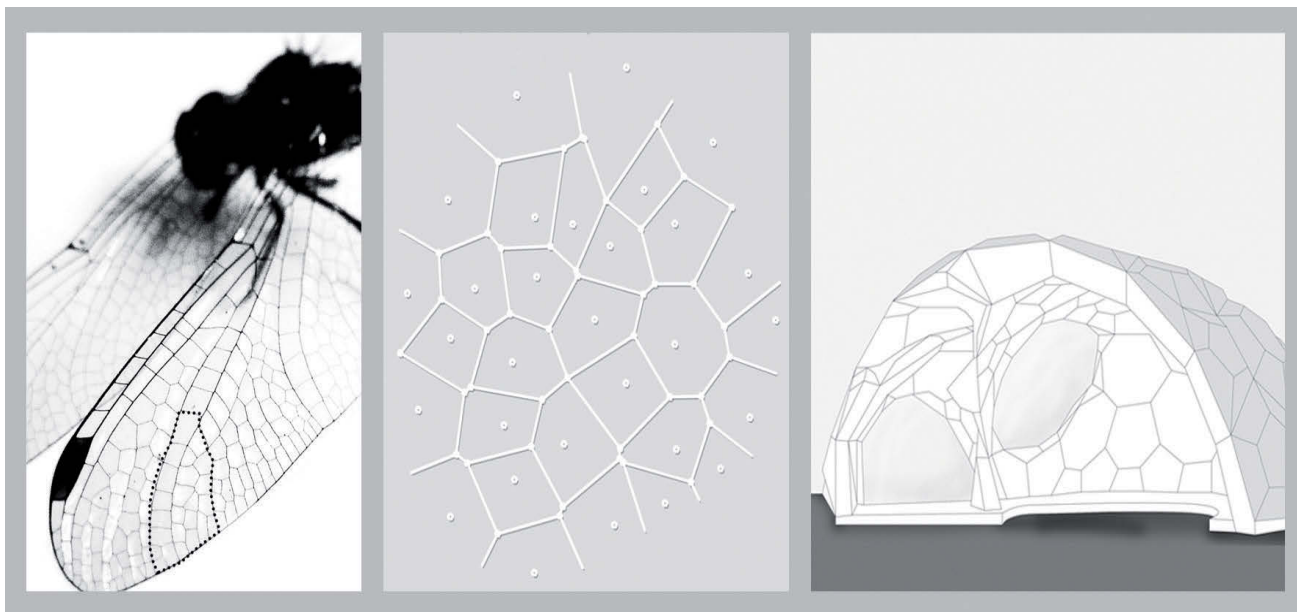
#### Bibliografia

1. Cala I., Józwiak A., Michalak H., Nowak A., Pietrzak J., Rokicki W., Współczesne tendencje kształtowania fasad a ich rozwiązania techniczno-materiałowe, Warszawa 2013
2. Nowak A., Rokicki W., Aspekty projektowania bionicznego w kształtowaniu nowoczesnych elewacji, Warszawa 2014
3. Nowak A., Rokicki W., Bioniczne aspekty projektowania architektury w dążeniu do struktur antropomimetycznych, [w:] Dornowski W. (red.), Problemy Współczesnej Architektury i Budownictwa. Materiały Konferencji Naukowej ARCHBUD 2013, Warszawa 2013
4. Sroka-Bizoń M., Architektura definiowana geometrią?, Czasopismo Techniczne z. 15 Architektura z. 7-A2, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2010

#### Abstract

*Over the centuries, the transformation taking place in terms of features and how to shape the external divisions, and the facade in particular, caused significant changes in the design of architecture. In modern architecture, the facade is one of the most important visual elements which strongly influences the formation of an intelligent, efficient and sustainable object. The increasingly complex issues and more efficient methods of searching, cause a continuous evolution of the facade concept. The ever changing design trends shape structural surfaces with emergent characteristics, imprinting a clear sign of the times in contemporary architecture. The "emerging" new concepts in the design of modern architecture are often original solution of qualitatively higher generation developed as a result of a synergistic pursuit. The visible architectural object give an ambiguous meaning to "stability", which is part of the Vitruvian triad, changing the time factor in the both passive (effective objects, which do not require changes in its structure over time) and active aspects (those elevations that vary over time). As a result, the modern approach to the issues concerning form and facade shaping leads to the search for new opportunities and ways to design, turning the structural surfaces into a particular environmental element.*

**Słowa kluczowe:** elewacja, kształtowanie przegród zewnętrznych, dynamizm form, kształtowanie formy, folding,



Z lewej: Diagramy Woronoja widoczne w strukturze skrzydła ważki. Źródło: Opracowanie własne;

W środku: Teselacja Woronoja z widocznymi centrami poszczególnych komórek.

Z prawej: Diagramy Woronoja zastosowane w kształtowaniu formy strukturalnej pawilonu badawczego z 2011 roku opracowanego na Uniwersytecie w Stuttgarcie.