



## **MODELE ARCHITEKTONICZNE A ROZUMIENIE STRUKTURY PRZESTRZENNEJ BUDOWLI HISTORYCZNYCH I WSPÓŁCZESNYCH**

### **ARCHITECTURAL MODELS AND STRUCTURAL COMPREHENSION OF HISTORICAL AND CONTEMPORARY BUILDINGS**

**Katarzyna Barełkowska**  
mgr inż. arch.

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy im. Jana i Andrzeja Śniadeckich  
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska  
Zakład Architektury

#### **STRESZCZENIE**

Artykuł omawia rolę jaką pełni fizyczny model w procesie projektowania architektonicznego oraz wybrane aspekty zastosowania modeli architektonicznych w procesie edukacyjnym. Szczególne miejsce zajmują implementacje związane z nauczaniem historii architektury. Omówiono liczne korzyści jakie generuje konstruowanie modeli obiektów historycznych – przede wszystkim lepsze zrozumienie struktury przestrzennej, idei, funkcji i formy budynku oraz poszukiwanie własnych rozwiązań konstrukcyjnych i formalnych. Studenci kształtują swój zmysł koordynowania różnorodnych działań – konstrukcyjnych, kompozycyjnych, związanych z proporcjami, estetycznych.

Słowa kluczowe: model architektoniczny, historia architektury, edukacja architektoniczna

#### **ABSTRACT**

The article discusses the role of architectural model (physical) in the process of architectural design as well as selected aspects of architectural model application in students' curriculum. It refers to the application during the course of history of architecture, particularly. Construction of architectural models brings many benefits – better understanding of historical structures, of ideas, function and form of the building. The ultimate goal for students is to shape their perception of various contents – structure, composition, proportion, aesthetics – and the ability to coordinate them simultaneously.

Key words: architectural model, history of architecture, architectural education

## WPROWADZENIE

Na przestrzeni wieków, modele stanowiły istotne narzędzie pracy architekta, dzięki któremu było możliwe zarówno kształtowanie idei projektowej jak i planowanie realizacji budowlanych. Poprzez model abstrakcyjna myśl artysty i projektanta zostaje poprzez model skryształizowana w fizycznym materiale. Ten fenomen był tematem rozważań Arystotelesa który zestawiał w swoich rozważaniach o konieczności i celowości z jednej strony naturę materiałów, z drugiej świadome i celowe ludzkie działania, ideę architekta<sup>1</sup>. W piętnastym stuleciu Leon Battista Alberti opisał aplikacyjne zastosowanie tej teorii w projektowaniu architektonicznym poprzez zastosowanie modeli. Alberti pisał że architektura jest ideą ukształtowaną w umyśle architekta, zanim przybierze materialną postać. W tym kontekście model staje się narzędziem badania i definiowania idei projektowej w trójwymiarowej materialnej reprezentacji<sup>2</sup>.



Ryc. 1. Model Katedry Sagrada Familia, Antonio Gaudi, Muzeum Sagrada Familia w Barcelonie, fot. K. Barełkowska

Fig. 1. Model of Sagrada Familia by Antonio Gaudi. Museum of Sagrada Familia in Barcelona, photo. K.B.



Ryc. 2. Pracownia modelarska Antonio Gaudiego, Muzeum Sagrada Familia w Barcelonie, fot. K. Barełkowska

Fig. 2. Antonio Gaudi's modelling workshop. Museum of Sagrada Familia in Barcelona, photo. K.B.

## MODEL ARCHITEKTONICZNY W PROCESIE PROJEKTOWYM

Makieta będąc miniaturą posiada wiele cech wspólnych z docelowym obiektem budowlanym, co pozwala przeprowadzić stosunkowo wiarygodną weryfikację i waloryzację rozwiązań architektonicznych na etapie projektowym. Grupy związane zawodowo z architekturą wprawnie powinny posługiwać się dwuwymiarowymi reprezentacjami przestrzeni trójwymiarowej, niemniej odbiorcy spoza tego kręgu zawodowego często mają problemy ze złożeniem rzutów, widoków i elewacji w formy przestrzenne. Miniatury od wieków pełnią rolę medium informacyjnego dzięki któremu architektura na etapie projektowym staje się namacalnym i postrzegalnym tworem dla inwestorów i potencjalnych odbiorców. Współcześnie modele fizyczne – materialne są sukcesywnie wypierane przez te wirtualne, tworzone komputerowo. Niewątpliwie różnice między fizycznym modelem, a modelami wirtualnymi tworzonymi na bazie specjalnego oprogramowania komputerowego mogą się nie wydawać oczywiste. Model wirtualny pozwala na pozornie większą swobodę kreacyjną – projektant nie jest ograniczony własnościami materiałów, możliwe jest osiągnięcie szczegółowego odzwierciedlenia detalu jak, charakteru niektórych materiałów (szkło, stal,

<sup>1</sup> „Wytwór nie może powstać bez składników, które by nie miały natury koniecznej, ale nie powstaje dzięki nim (wyjawszy to, że stanowią przyczynę materialną); wytwór powstaje ze względu na jakiś cel. (...) Innymi słowy: konieczność jest w materii, celowość - w pojęciu.” Arystoteles, *Fizyka*, przekł. K. Leśniak, Księga II, rozdziały: 8. O celowości w naturze, 9. O konieczności w naturze;

<sup>2</sup> Alberti (1996: 34).

kamień, drewno), gdyż ich uformowanie jest skutkiem wykorzystania gotowej biblioteki materiałowej. Skonstruowanie modelu komputerowego pozwala również na kreowanie dynamicznych animacji, generowanie dynamicznych widoków i parametryczne zmiany kierunku i szerokości kąta widzenia wirtualnej kamery. W owej swobodzie generowania i manipulowania tworem cyfrowym kryje się zarówno duży atut jak i potencjalny ślepy zaułek. Ewentualne przekłamania wynikające z niewłaściwego kąta widzenia, specyficznego kadru czy przeskalowania mogą celowo lub przypadkowo powodować błędny odbiór i ewaluację projektu architektonicznego, mogą nie tylko oczarować klienta, ale i zmylić samego autora. Wirtualny model nie pozwala poczuć namacalności bryły, możliwości fizycznego obcowania z realnym odwzorowaniem, w jego faktycznych proporcjach i kształcie<sup>3</sup>. Fizyczny, wyskalowany model architektoniczny daje możliwość oceny ogólnego kształtu, proporcji i formy obiektu równocześnie z odbiorem detalu, w istocie będąc bliżej fenomenowi percepcji prawdziwego obiektu architektonicznego. Ponadto technologia wykonania fizycznego modelu przy wykorzystaniu materiałów o konkretnych fizycznych właściwościach w lepszym stopniu, niż generowanie parametrycznych figur w przestrzeni wirtualnej, odzwierciedla prawa statyki oddziałujące na budowlę, nawet, jeśli stosowany w makiecie materiał ma zupełnie inne właściwości, niż materiał docelowy – drewno, tektura, gips czy styrodur. Praca w namacalnym materiale uczy po prostu odpowiedzialności, za konsekwencję konstrukcji, za zużycie materiału, harmonię wszystkich komponentów.

#### MODELE PRZESTRZENNE W PROCESIE EDUKACJI ARCHITEKTONICZNEJ

W programach edukacji architektonicznej w Polsce zastosowanie makiet jako narzędzia pracy i rozwoju studenta wydaje się zdecydowanie zbyt marginalne i zbyt duże jest przyzwolenie na zastępowanie ich odpowiednikami wirtualnymi. Tradycyjna praca na makiecie przynosi liczne korzyści zarówno na polu przedmiotów kierunkowych, jak i uzupełniających. Oczywiście najistotniejszą rolę odgrywają modele towarzyszące projektom architektonicznym, ale również w ramach takich przedmiotów jak kompozycja (tzw. podstawy projektowania) czy urbanistyka stanowią, o ile tylko są wprowadzone do programu zajęć, istotny element programów edukacyjnych, skutkujący dużymi korzyściami dydaktycznymi.



Ryc. 3. Przekrojowy model Erechtejonu na Akropolu, Paula Majcher, ćwiczenie z Historii Architektury w Zakładzie Architektury UTP w Bydgoszczy pod kierunkiem K. Barełkowskiej.

Fig. 3. Section model of Erechtheion on Acropolis, Paula Majcher, exercise elaborated in Dept of Architecture under guidance of K. Barełkowska



Ryc. 4. Przekrojowy model świątyni egipskiej Hathor w Denderze, aut. Anna Czaplewska, ćwiczenie z Historii Architektury w Zakładzie Architektury UTP w Bydgoszczy pod kierunkiem K. Barełkowskiej.

Fig. 4. Section model of Egyptian temple of Hathor in Dendera, Anna Czaplewska, exercise elaborated in Dept of Architecture under guidance of K. Barełkowska

<sup>3</sup> Eliasson (2007: 19).

Niestety, bardzo mało popularne jest posługiwanie się modelami przy nauce przedmiotów inżynierskich – przede wszystkim z zakresu statyki budowli. Wykonanie prostych konstrukcji z podstawowych materiałów jest niezastąpionym narzędziem poznania zasad działania statyki, a w przypadku eksperymentowania z modelem, także oddziaływań dynamicznych. Klasycznym tego typu przykładem są ćwiczenia polegające na budowaniu konstrukcji mostowych zdolnych wytrzymać określone obciążenia z wykorzystaniem prostych elementów drewnianych o założonych przekrojach<sup>4</sup>. Również w zakresie nauczania historii architektury makiety są pomocą dydaktyczną kształtującą rozumienie dyscypliny wśród jej młodych adeptów. Zbyt rzadko stanowią element programu zajęć.

### SPECYFIKA PRZEDMIOTU HISTORII ARCHITEKTURY

Nauczanie historii architektury tradycyjnie ma miejsce na samym początku curriculum i zazwyczaj wyprzedza studia przedmiotów projektowych. Usytuowanie tego przedmiotu przed przedmiotami projektowymi podyktowane jest pragmatycznym założeniem, że student wykształci odpowiednio bogaty język fachowy, rozumienie ewolucji dyscypliny, w tym rozumienie ewolucji myśli architektonicznej, proporcji, skali, relacji do człowieka i wielu innych elementów obecnych w tematyce wykładów i ćwiczeń tego przedmiotu. Wynika stąd konieczność budowania założeń kształcenia tak, aby oprócz przyswojenia i utrwalenia wiedzy z zakresu przedmiotowego, ukazać studentom jedność wiedzy architektonicznej z różnych przedmiotów, pokazać spójność curriculum, przygotować ich do późniejszych, skoncentrowanych na kreowaniu przestrzeni etapów nauczania. Praca koncentruje się przede wszystkim na wyrobieniu wrażliwości formalnej oraz wykształceniu biegłości w odczytywaniu, odtwarzaniu, z myślą o docelowym kreowaniu układów przestrzennych i konstrukcyjnych.



Ryc. 5. Przekrojowy model świątyni etruskiej, aut.: Mateusz Radtke, ćwiczenie z Historii Architektury w Zakładzie Architektury UTP w Bydgoszczy pod kierunkiem K. Barełkowskiej.

Ryc. 5. Section model of Etruscan temple, Mateusz Radtke, exercise elaborated in Dept of Architecture under guidance of K. Barełkowska



Ryc. 6. Przekrojowy model świątyni gotyckiej, aut.: Magdalena Samplawska, ćwiczenie z Historii Architektury na WSG w Bydgoszczy pod kierunkiem R. Barełkowskiego.

Ryc. 6. Section model of cathedral in Gniezno, Magdalena Samplawska, exercise elaborated in Institute of Architecture and Urban Planning WSG under guidance of R. Barełkowski

<sup>4</sup> Hejduk i Henderson (1988: 20).

W zakresie nauczania kanonu historii architektury – ogólnych cech specyficznych dla poszczególnych stylów oraz znajomości obiektów będących egzemplifikacją tych cech dla różnych epok historycznych, ćwiczenia modelarskie są pomocne przy utrwalaniu materiału prezentowanego w ramach wykładów. Historia jako przedmiot nauczania powinna wykraczać poza postrzeganie jej wyłącznie jako zbioru zagadnień estetycznych i formalnych. Seria wykonywanych modeli z różnych epok jest okazją do zrozumienia ewolucji myśli architektonicznej pełniej, dając okazję do zrozumienia uniwersalnych założeń architektonicznych, przestrzennych. Student poznaje różne spojrzenia na relacje zewnątrz z wnętrzem, obowiązujące przez wieki. Model przestrzenny jest tu szczególnie skutecznym narzędziem kształcenia, zwłaszcza jeśli jest to model przekrojowy – daje okazję do konfrontowania sfery wewnętrznej z zewnętrzną, powierzchności architektury z jej autonomicznym środowiskiem, jakiego buduje wnętrze obiektu. Podczas budowania makiety student musi przeprowadzić znacznie dogłębniejsze badania źródłowe<sup>5</sup>, ale na tym prace się nie kończy. Materiał zbierany przez studenta jest analizowany i przetwarzany na rekonstrukcję projektu. Obok wiedzy, którą kolokwialnie można by nazwać encyklopedyczną, pojawia się wiedza empiryczna, sensualna. Co więcej, dotyczy ona syntezy rozwiązań ideowych, funkcjonalnych, konstrukcyjnych i formalnych.

W procesie tworzenia modelu student musi nadać tworzywu materialną strukturę, czasem wykonaną w sposób uproszczony, czy nawet błędny – lecz także usterki, potknięcia, niedoskonałości stają się składową doświadczenia, pozostają jako korzyść związana z przyswojenym poszukiwaniem rozwiązania dla problemów strukturalnych oraz próba budowania przestrzeni przy pomocy prostych elementów – stropów, ścian słupów czy zadażeń. Ćwiczenia modelarskie uczą ponadto hierarchizacji charakterystycznych cech obiektu i wyekstrahowania najistotniejszych elementów niezbędnych dla właściwego odwzorowania. Wrócić warto tu do szczególnie trudnych i jednocześnie najsilniej kształtujących modeli przekrojowych, których wykonanie wymaga odtworzenia licznych niewidocznych w większości popularnych źródeł elementów konstrukcyjnych i dociekania nad zastosowanym w oryginalnym obiekcie materiałem. Jeszcze innym typem są makiety czysto strukturalne, które dotyczą fragmentów i sprecyzowanych zagadnień przestrzennych i konstrukcyjnych. Niekiedy też modele przyjmują postać hybrydową, łącząc konwencje warsztatowe.

## PODSUMOWANIE

Poprzez budowanie modeli przestrzennych możliwe jest bardziej dogłębne zrozumienie struktury przestrzennej obiektów historycznych, w sposób bezpośredni przyswajana jest wieloaspektowość architektury na którą składa się idea, forma, funkcja i konstrukcja obiektów. Ponadto utrwalana jest wiedza z zakresu przedmiotu oraz rozumienie dla ważnych aspektów społecznych i kulturowych architektury. Podstawą warsztatu projektowego architekta powinna być nie tylko wiedza o budowlach historycznych ze szczególnym uwzględnieniem rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych, ale przede wszystkim zgłębienie relacji funkcjonalno-przestrzennych oraz idei która jest siłą sprawczą wszelkiej twórczości. Architektura buduje tkanę przestrzeni otaczającej człowieka, tworzy materialne środowisko życia oraz bezcenne wartości kulturowe. Zrozumienie istoty procesów rozwojowych oraz wpływu przemian historycznych i kulturowych na kształtowanie środowiska przestrzennego i przyswojenie sobie odpowiedzialności za formowanie jakości kulturowej środowiska jest kluczowym elementem edukacji przyszłych projektantów przestrzeni. Poznanie i zrozumienie historii architektury powinno prowadzić do wykształcenia postaw poszanowania dla dziedzictwa historycznego i różnorodności kulturowej w środowisku przestrzennym oraz zdefiniowania właściwego punktu odniesienia w relacji między współczesnością a spuścizną minionych pokoleń.

<sup>5</sup> Oprócz tradycyjnych źródeł literaturowych konieczne jest zebranie bogatego materiału zdjęciowego oraz, w przypadku obiektów nie zachowanych w całości, przeglądu wykonanych rekonstrukcji.

## **ARCHITECTURAL MODELS AND STRUCTURAL COMPREHENSION OF HISTORICAL AND CONTEMPORARY BUILDINGS**

### **INTRODUCTION**

Over the centuries, the models were an important tool for an architect. This tool allowed for both shaping the ideas of design and planning how to process the construction. In a model, an abstract idea of the artist and the designer is confronted with a physicality of solid material. This phenomenon was the subject of discussion of Aristotle, who in their deliberations about the necessity and expediency juxtaposed the nature of the materials on the one hand, and on the other hand conscious and purposeful human action, the idea of an architect. In the fifteenth century, Leon Battista Alberti described the application of this theory in the architectural design, with the excessive use of models. Alberti wrote that architecture is an idea formed in the mind of the architect, before you take the material form. In this context, the model becomes a tool to study and define design ideas in three-dimensional representation of the material before they emerge in a reality.

### **MODEL OF ARCHITECTURAL DESIGN PROCESS**

A mock-up, being a miniature of designed object, has many features common with the target object, with its construction. It allows to perform relatively reliable verification and valorization of architectural solutions at the design stage. Professional architectural groups use two-dimensional representations of three-dimensional space as a legal requirement, but customers outside the professional circle often have problems with the perception of spatial concepts, the compilation of 2D drawings into 3D vision is particularly difficult. For centuries miniature models serve as a medium through which the architecture becomes informative at the design stage and becomes a tangible product for investors and recipients who may perceive its potential and comprehend its features. Today, physical models are gradually being replaced by the virtual, created by computer. At first, differences between the physical model and virtual models are created based on a special computer software may not seem obvious. Seemingly, virtual model allows for greater freedom of creativity - the designer is not limited by material properties, it is possible to achieve specific detail, unique nature of some materials (glass, steel, stone, wood), because their formation is a result of the use of digital library patterns. A computer model also allows to create dynamic animations, generate dynamic views and parametric changes of direction and the width of the virtual camera viewpoint. This freedom to generate and manipulate digital creation hides simultaneously a great asset as well as potential blind alley. Any distortion as a result of wrong angle, a specific frame or scaling may intentionally or accidentally cause an incorrect reception and evaluation of architectural design. Thus, it can not only charm the customer, but sometimes confuse both the customer and even the author. Virtual model does not give you the advantage of feeling solid, tangible material, disavowing the real proportions and shapes. Physical, scaled architectural model gives the opportunity to assess the general shape, proportion and form of the object simultaneously with the receipt of detail, in fact, being closer to the true perception of the phenomenon of the architectural object. Moreover, technology of the physical model using materials with specific physical properties, to much greater extent than the generation of parametric shapes in virtual space, reflects the laws affecting static structure, even if materials used in the model – wood, cardboard, gypsum or styrodur – have completely different properties than the target material. Working in a tangible material simply teaches responsibility, a consequence of construction, the consumption of material, and harmony of all components.

### **SPATIAL MODELS IN THE PROCESS OF ARCHITECTURAL EDUCATION**

In programs of architectural education in Poland application of mock-ups as a tool for development of student's work seems to be far too marginal. The permission to replace

them with their virtual counterparts is too liberal. The traditional architectural model has many benefits, both in the major subjects, as well as complementary. Of course, the most important is the role of models made for architectural projects, but also in such subjects as the composition (so-called basic principles of design) and urban form, as long as they are introduced into the curriculum. Thus models should be seen as an important element in educational programs, bringing major benefits in the process of teaching.

Unfortunately, the use of models in science engineering is not very popular - primarily in the field of static structures. Execution of simple construction of basic materials is an indispensable tool for understanding the principles of statics, and for experimenting with the model, its dynamic interactions. A classic example of this type are exercises in building a bridge able to withstand predetermined loads with the use of simple wooden elements of the assumed cross-sections. It is equally beneficial in the teaching of architectural history, too. Models herein may be interpreted as teaching aid, and they are shaping the understanding of historic structures among students.

### **SPECIFIC SUBJECT OF HISTORY OF ARCHITECTURE**

Teaching the history of architecture traditionally takes place at the beginning of curriculum studies, and usually precedes the design subjects. The precedence of this subject before the design is performed, has, among others, pragmatic assumption that the student develops appropriately rich professional language, gains understanding of the evolution of the discipline, including understanding the evolution of architectural thought, experiences in a multi-sensory way proportion, scale, relationship to man (also in a model) and many other elements present in the subject of lectures and exercises within this course. The learning objectives have to be built so, that in addition to acquire and consolidate knowledge, students should be presented with the integrity of the architectural problems, consolidating different subjects. What's more, the consistency of curriculum should be reinforced, preparing students for later subjects, focused on creating an education space for didactic stages. Work focuses primarily on shaping formal sensitivity and proficiency in reading, rendering, in order to acquire students' ability to manipulate spatial and structural systems.

In the teaching of the canon of architectural history - the general characteristics specific to the individual style and knowledge of the objects that are an exemplification of these characteristics for different historical periods. Modeling exercises are helpful in consolidating the material presented in the lectures. History as a subject of teaching should go beyond the perception of nothing, but a set of aesthetic and formal issues. Performing a series of models from different eras is an opportunity to get better understanding of the evolution of architectural thought, giving the opportunity to acknowledge the universal principles of architectural space. The student learns different views of the exterior with the interior and their mutual relationship, existing for centuries. The spatial model is particularly effective for learning, especially if it is a cross-sectional model. It provides an opportunity to confront the inner to the outer place, the superficiality of architecture with its autonomous environment, responsible for final form of the interior of the object. When building a model student must carry out much more profound study of sources, but this work does not end there. Material collected by the student is analyzed and processed to reconstruct the project. In addition to knowledge that can colloquially be called encyclopaedic, there is empirical knowledge, sensual. Moreover, it concerns the synthesis solutions, ideological, functional, structural and formal.

In the process of creating a model student must attribute the substance with particular pattern. Sometimes it is performed in a simplified manner, or even wrong - but also a fault, tripping, component failures become experience, remain as a benefit associated with experience in seeking solutions to structural problems and an attempt to build a space with simple elements - floors, walls, pillars and roofs. Modeling exercises also teach the characteristics of the object hierarchy and extract the most important elements

necessary for the proper mapping. Cross section models are particularly difficult and yet the most educative, encouraging students to explore, research, reconstruct numerous invisible components, going beyond the most popular sources, learning investigation techniques to get to the original information on the building. Yet also another type of purely structural models, which display explicit spatial and structural issues, are also very valuable. Sometimes miniatures also take the form of hybrid models, combining diverse workshop techniques and conventions.

## SUMMARY

By building spatial models in-depth understanding of the spatial structure of historical objects can be greatly improved, in a way that directly absorbs many aspects of architecture, consisting integrated apprehension of idea, form, function and construction. A knowledge of the subject and understanding of important social and cultural aspects of architecture is consolidated. As acknowledgement of the basis of design workshop, the architect should not only know historical buildings, but also grasp particular construction and materials solutions. He should also be able to explore functional and spatial relationships and distill the idea as causative force of architectural creation. The architecture builds the fabric of space surrounding the man, creates the material environment of life and priceless cultural values. Understanding the nature of development processes and the impact of historical and cultural change in shaping the built environment and acquire the responsibility for shaping the cultural quality of the environment is a key element of the education of future designers of space. Knowledge and understanding of the history of architecture should lead to the emergence of attitudes of respect for heritage and cultural diversity in the environment and spatial definition of the relevant reference point in the relationship between modernity and the legacy of past generations – in which model application improves it greatly.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Alberti, L. B.: 1996, *On the Art of Building in Ten Books*, tłum. Rykwert J., Leach N., Tavenor R., The MIT Press, Cambridge
- [2] Eliasson, O.: 2007, *Models Are Real, Models 306090*, 306090 Books, Princeton Architectural Press, New York, 18-25
- [3] Hejduk J. i Henderson R.: 1988, *Education of an Architect*, Rizzoli International Publications, New York

## O AUTORZE

Katarzyna Barełkowska, mgr inż. arch., Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Zakład Architektury. Obecnie naucza projektowania architektonicznego, historii architektury oraz projektowania zorientowanego na kwestie środowiskowe.

## ON THE AUTHOR

Katarzyna Barełkowska, MSc. engineer architect, assistant at the University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz, Faculty of Civil and Environmental Engineering, the Department of Architecture. She currently teaches architectural design, history of architecture, and environmental architectural design.