



DOI: 10.21005/pif.2019.40.A-01

SPACE AND FORM OF INFORMATION ARCHITECTURE PRZESTRZEŃ I FORMA ARCHITEKTURY INFORMACYJNEJ

Jan Słyk

dr hab. inż. arch. prof. PW

Author's Orcid number: 0000-0001-7022-9423

Wydział Architektury
Politechnika Warszawska

ABSTRACT

Space and form are the most important concepts of architectural discourse. The way a person perceives the environment depends on the innate sensitivity and cultural codes. The forms used by architects refer to individual taste and to technical conditions of the design. The civilization revolution we are currently experiencing affects the foundations of architecture. Digitization of the environment changes human contact with the environment and extends the catalog of forms used. Today, thanks to the digital medium, we create automatic and variational messages. They affect the weakening of the material interpretation of space. The architectural environment becomes discontinuous, interactive and individualized by programmable components.

Key words: Digital medium, information revolution, koncept przestrzeni, simulation, virtual space.

STRESZCZENIE

Przestrzeń i forma to najistotniejsze pojęcia dyskursu architektonicznego. Sposób w jaki człowiek odbiera otoczenie zależy od wrodzonej wrażliwości i od kodów kulturowych. Używane przez architektów formy są konsekwencją upodobań oraz od technicznych uwarunkowań projektu i realizacji. Rewolucja cywilizacyjna, której obecnie doświadczamy wpływa na fundamenty architektury. Cyfryzacja środowiska zmienia kontakt człowieka z otoczeniem oraz poszerza katalog wykorzystywanych form. Dzięki cyfrowemu medium tworzymy dziś automatyczne i wariacyjne komunikaty. Wpływają one na osłabienie materialnej interpretacji przestrzeni. Otoczenie architektoniczne staje się nieciągłe, interaktywne oraz indywidualizowane przez programowalne komponenty.

Słowa kluczowe: koncept przestrzeni, medium cyfrowe, rewolucja informacyjna, symulacja, przestrzeń wirtualna.

1. INTRODUCTION

The new generation electronic device will be able to create individualized libraries for its users, helpful in conducting research. It will handle text messages and images. Like the human brain, it will be able to recompile data sequences by arranging new threads with structure and content depending on needs. Instead of building directories, it will use individual indexing. Each record would be searched basing on the original content... This is how Vannevar Bush characterized in 1945 MEMEX, a hypothetical apparatus supporting man in everyday analytical tasks and in gathering knowledge (Bush, V., 1945). The reader certainly allied the description with the technology that surrounds us from everywhere today. Shortly after the war it was just a pure futurism, it caused smiles and doubts, if verbalized – it survived only in the form of handwriting or sheets produced by typewriter...

The new architecture will reject tectonic interpretations. It will not require connection with ground, safe distribution of masses or joints supporting building material. Physical body of the building will be replaced by electronics. Instead of a traditionally shaped facade, it will use interface to contact the user. The interface will bring information about the internal structure, arrangement of gates, and formal composition. It will also embrace messages regarding meanings, including those related to feelings and symbolism. The functional system will be much more flexible, as the digital medium, providing connections with hyperlinks. Physical nearness will no longer determine availability. Access codes and the ability to navigate in a multi-layered information structure will be more important. The buildings will become interactive and will lose their individual shapes... This is how the dean of the MIT Department of Architecture wrote in 1998 about the future of our cities and buildings (Mitchell W., 1998, s. 204). It is difficult to assess whether the polemic with Kenneth Frampton was purely eristic competition here. The accuracy of William Mitchell's guess will be verified in the future. However, even today we can see changes in the way humans interact with the environment. It concerns both: the substance that builds our surrounding and sensitivity affecting the way we interpret spatial phenomena.

2. SPACE AND FORM – ARCHITECTURAL THEORIES AND PRACTICE

In the title of the Pomeranian quarterly, which helps the architectural society to conduct scientific discourse since 2005, one can find two idioms constituting the understanding of the environment. The first indicates the problem of interpretation and cognition, the second refers to the language and tools used in creativity. Both have changed over time. Following their interpretation helps to understand phenomena and recognize trends in architectural development.

To describe the world, it was not enough to name individual, observed entities. Man has always sought to define a common basis for things. Collecting experiences through the senses and through theoretical reasoning, he wanted to embed facts in a universal environment. Initially, the coherence of assumptions and observations was the main proof of truth. Over time, people sought general, and later fairly exact, confirmation that science calls evidence. Defining space was not easy. It required reconciliation of facts observed at different scales and with a different cognitive apparatus. It was associated with the need to overcome ontological dilemmas such as infinity, relativity, the relationship of the environment with man and his origin. Even today, without adding specific terms, we often lose control over the accuracy of statements concerning space. Even if it refers to the same location, the physical Newtonian space will be different from the quantum, social or data space.

From the architectural point of view, the first milestone on the road to exploring space was Pythagorean thought and its consequences in the field of building, which we know today through the record made by the hand of Mark Vitruvius. The strength of Greek theory resulted from the inference mechanism that constituted it, unique in the ancient world and still valid today. Being aware that certain components of human existence and the world cannot be described directly, Greeks trusted the mathematical method and interpreted all issues with its help. Thus, Pythagorean space was a mathematical space, largely belonging to geometry. It was not created by adding up experience and exploring, but by establishing axioms and building theorems. Axioms rationally

replaced beliefs, and maybe also magic and intuition. The theory based on them was verified in the second phase. Here, logical considerations were carried out and their authenticity was determined by compliance with the axioms. One can imagine completely abstract theories. These also arose. For Pythagoreans, however, it was primarily important to interpret the observed world. They integrated knowledge. They tried to maintain the widest possible compatibility of mathematics, art, natural and humanistic knowledge.

The architectural space described in the *Ten Books* is based on the concept of Euclidean geometry. The laws of commensurate proportions govern its composition. This is because it uses the output of Pythagorean theory, which did not know the algebraic methods of describing incommensurate numbers. It is noteworthy that Vitruvius writes about buildings and their elements using abstract language related to geometric figures (lines, polygon points, etc.). He follows the trail of axiomatic reasoning. By knowing Tales's theorem, he identifies the drawing kept in scale with a real object. This thought, obvious from today's perspective, required the Greeks to overcome barriers, because only mathematical proof allowed the use of drawing code as a means equivalent to construction reality.

Vitruvian form described in the work *On architecture*, in accordance with the declarations, tried to reflect the beauty of the world. The Corinthian capital imitated a basket overgrown with acanthus. Characteristic proportions of the human body were present in the orders, plans and drawings of the facades. After a closer look at the texts, and especially the drawings contained in the work, we can see, however, that isomorphic representations were of secondary importance for shaped architectural forms. Vitruvius' workshop was based on descriptive geometry. Constructions made using a compass and a ruler led to repetitive shapes based on mathematical theorems¹. The majority of these forms were based on abstract patterns hardly found in the nature.

We had to wait until the modern era for subsequent changes in the interpretation of architectural space. Initially, they were associated with the opening of a model that, thanks to the invention of perspective, crossed the border between the real and virtual worlds (Słyk J., 2018, s. 31). In the sphere of theoretical foundations, it did not diverge significantly from the Pythagorean formula. It used advanced geometrical techniques, which indirectly reached the architectural sphere, thanks to optical considerations conducted in the Middle Ages (Vesely D., 2004, s. 113). The abstract, geometric interpretation of the environment remained valid. Confidence in ideal Platonic figures was strengthened: lines and circles, which thanks to drawing with a compass and ruler allowed defining all the forms needed and used.

The change of view that the Renaissance brought, concerned the relation of the designation and the graphic notation associated with it. For the ancients, drawing was a mathematical representation of a building, which allowed architectural reasoning to take place in a substitute environment called technical documentation. Thanks to the painting expressions of Masaccio and Bramante, the architectural space has crossed the border of representation. It flowed freely between visual recording of the surroundings and the illusion built by the artist. The precision of a perspective workshop based on geometrical and optical considerations became the measure of compliance with the recipient's expectations.

Up to the time of Descartes, the basis of mathematical formalization supporting the use of architectural space was geometry. Shifting interest from number to relation and algebraic representation of figures in a coordinate system stimulated the development of a new interpretative instrument. Algebraic calculation, mapping of function in its graph and finally - the function variation course and differential calculus began to affect spatial considerations. Although less intuitive, they built a much more efficient apparatus for describing the ubiquitous irregularity observed in the natural environment. All these processes coincided with the need to explore curvilinear, highly complicated architectural forms. Browsing the work of Wojciech Guzicki makes the reader realize how demanding was to draw patterns of late-gothic windows (Guzicki W., 2011). The expression of full and late Baroque, made the task of creating documentation impossible. The design process returned to

¹ An example of such an operation are the schemes for plotting full and shallow channels in columns where the chord angle theorem is used.

the construction site again, as words were more effective than defining forms by means of descriptive geometry. Overcoming this constrain was only possible by changing workshop techniques. A mathematically educated monk and architect Guarino Guarini did it. In his Turin church projects, he used vaults based on ribs, which were highly complicated in shape. He defined them in the graphs, quite similar to Isaac Newton's work on planetary motion (Słyk J., 2012, s. 49). The curves were approximated to arcs in a coordinate system, taking into account the variability of their course. Thanks to the new concept of space description, the range of represented phenomena has been expanded. In a similar convention, it was possible to define sections of the building, trajectories of celestial bodies and movements of invisible particles. Using the new generation geometry, Guarini designed the phenomenal chapel of the Holy Shroud, while the forms created by the architects of the nineteenth and twentieth centuries went boldly towards fluid curvilinear inspirations². In the nineteenth century, mathematics provided interpretations of architectural space with one more powerful stimulus. It was the discovery of theoretical geometry: non-Euclidean, multidimensional and topological studies. Not useful for the art of building in a practical sense, influenced the sensitivity of architects indirectly. We find the projection of Manning's hypercube in surreal painting and futuristic visions of constructivists' spatial ideas. Max Bill designed one-sided surfaces and sculptures. We experience architectural reminiscences of these trends today, among others in the work of UN Studio.

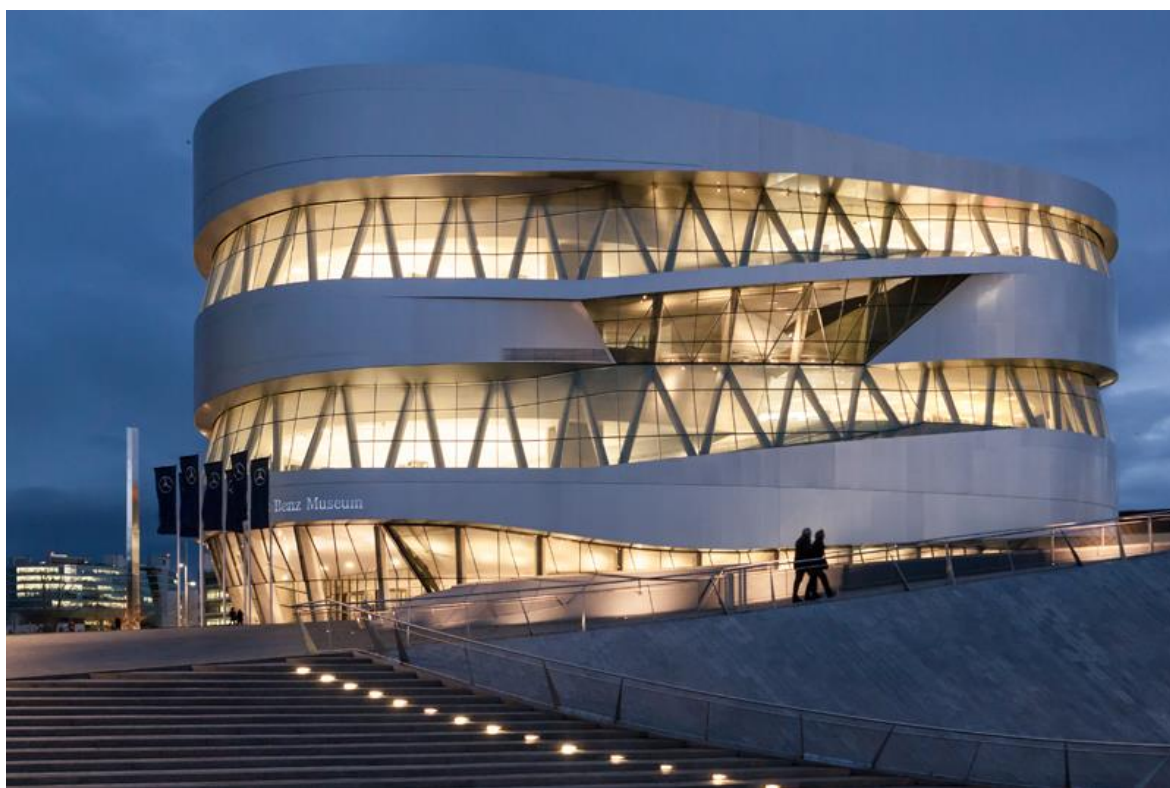


Fig. 1. Mercedes & Benz Museum in Stuttgart, designed by UNStudio. The building is inspired by the topological form of the three-leaf node. Source: author

Ryc. 1. Muzeum Mercedes & Benz w Stuttgarcie, proj. UNStudio. Budynek inspirowany topologiczną formą węzła trójlistnego. Źródło: autor

² This context is widely considered by Gilles Deleuze in the essay *Le pli. Leibniz et le baroque*, Louvain 1989

3. INFORMATION REVOLUTION IN ARCHITECTURE

The concepts of algorithmic description of space and searching for solutions through programming processes appeared in architecture long before the invention of computers. The development of natural sciences, laboratory methods, evolution theory, statistical and probabilistic tools strongly influenced the engineering of the industrial era. The most effective material solutions, the easiest to produce, meeting the needs of the mass user were sought. Architecture of the modern era has trusted industrial technics. Modularly described space, used mappings and statistics. In shaping the form, it implemented optimization.

Important steps to formalize spatial problems and forms were made in a traditional workshop environment, using physical models that were prepared in accordance with the methodology of natural sciences. It allowed Antonio Gaudi, and later Frei Otto, to significantly reevaluate the technique of spatial creation. These architects gave up the right to arbitrarily decide on the choice of form. In some cases, they did not define initial aesthetic expectations at all. By hanging rags soaked in gypsum, producing soap membranes or photographing string vault models, they formulated a problem, which was then solved by empirical means. The most appropriate result was determined by simulation and comparing laboratory results. The effect was verified aesthetically after, not before the act of creation.

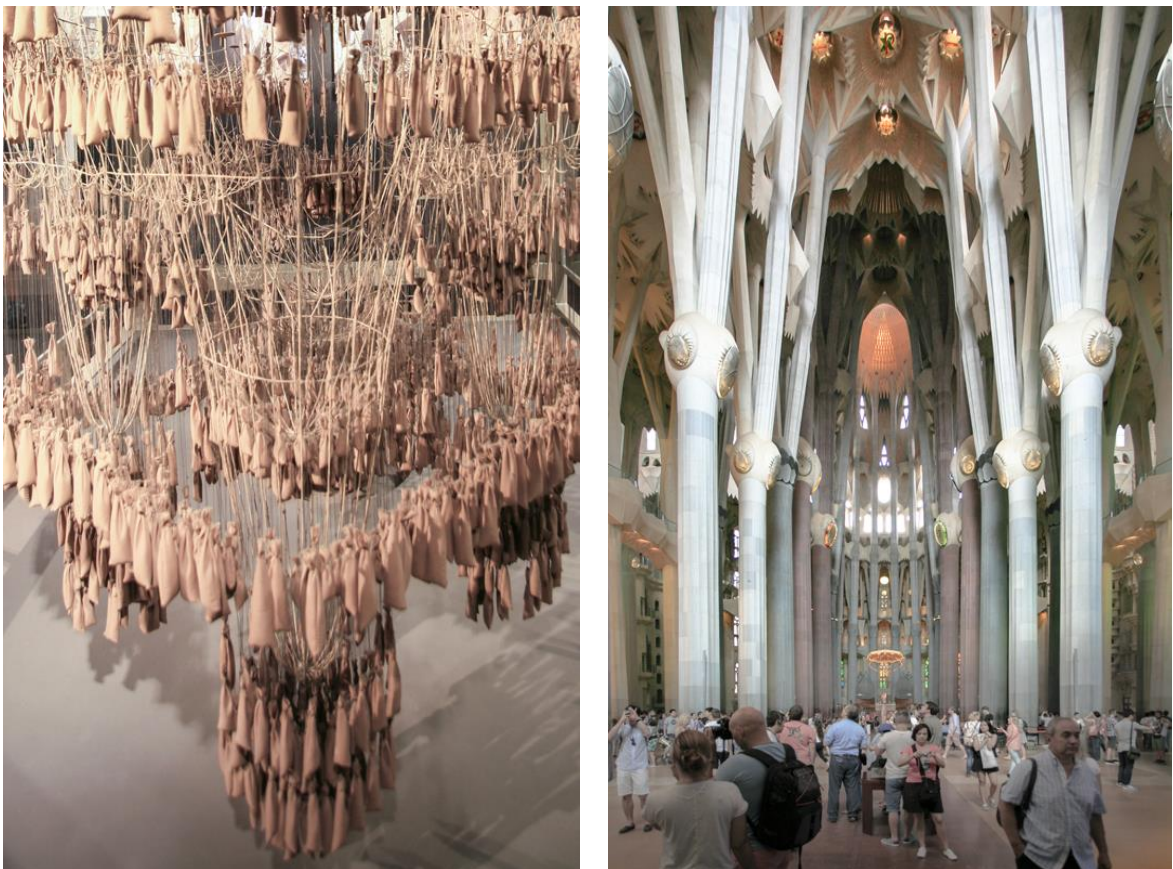


Fig. 2. String simulation model and interior of the Holy Family church in Barcelona, designed by Antonio Gaudi. Source: author

Ryc. 2. Sznurkowy model symulacyjny i wnętrze kościoła Świętej Rodziny w Barcelonie, proj Antonio Gaudiego. Źródło: autor

The formalization tendency was even more pronounced in the works of Luigi Moretti carried out in the late 1950s at IRMOU - an institute created for the cooperation of urban planners and Italian mathematicians. The designs of stadiums and concert halls presented at the Milan triennial were created thanks to the use of algorithmic methods implemented to search the most suitable audience systems in the light of several pre-set criteria (visibility, viewing angles, sound propagation, etc.). The resulting objects were extremely visually appealing. They resembled the forms used by expressionists, Oscar Nimeyer, and modern lovers of blobic shapes. However, they were created quite differently. They projected an information process in a volumetrically interpreted space, where parameters related to the conditions of use were assigned to subsequent locations.

A program and a machine were needed to realize the idea of transferring empirical architectural instruments to digital space. Scientists working in the Boston Lincoln Lab under the supervision of Ivan Sutherland proved to be pioneers in both fields. In the inheritance from cold-war military applications, they got the TX-2 computer system, together with the task of checking the new implementations in industry, mainly in the field of mechanical engineering. The MIT team has been spectacularly successful in all areas explored. The first computer graphic editor - *Sketchpad* was created. Originally the program operated on a plane, later it gained functions useful in working with three-dimensional objects. It was prepared to enter data from the screen, to process, to remember geometric definitions, to build objects with a hierarchical structure and to generate documentation. Sutherland's team started study relevant to the architect's contact with space, including intuitive exploration. The *Sword of Damocles*, built at LincolnLab, was the first projection apparatus to provide interactive contact with virtual space. Despite obvious imperfections due to technological limitations, it initiated the era of human contact with the simulated spatial environment and with forms existing only in computer memory.

MIT's work should be understood as a small-scale intellectual test, checking the possibilities in an inadequately expensive technological environment. A real information revolution in architecture could only take place when computers reached efficiency and price that guaranteed widespread use. Today, we implement the ideas of Ivan Sutherland and his successors in practice. This leads to a drastic increase in the possibilities of information exchange, experimentation, optimization and interdisciplinary cooperation. At the same time, we face changes in the interpretation of space and developing new catalog of architectural forms.

4. DIGITAL MEDIUM, NEW SPATIAL ENVIRONMENTS AND FORMS OF INFORMATION ARCHITECTURE

Digital medium is the main factor influencing the reevaluation of contemporary interpretations of architectural space. Although the buildings exist in the material environment of the natural world, the process of design, construction and use is largely due to computer network and to the use of mobile programmable computerized devices. Messages are constantly flowing between these machines and people. A content is formulated in accordance with IT requirements. Lew Manovich described the digital medium as a new language we use communicating in all areas of life. It has a specific syntax and semantic functionality that can be characterized using five determinants (Manovich L., 2011). The digital medium is (1) modular and (2) numerically represented. This means that at the technical level, it uses universal code capable of describing every object. In addition, the new language has the ability (3) to automate (4) to create variation and (5) to transcode.

The digital medium affects architecture by changing its way of interpreting space. It parameterizes the environment, assigning all objects to an abstract coordinate matrix. We can feel it operating applications based on digital standards such as GIS or BIM. Because new space description depends on modular sets of digital information, it can be freely configured, searched, and published. It refers to reality, but in a technical sense it is binary representation. As a consequence - the digital architectural space becomes discontinuous, equipped with hyperlinks, limited by access codes and exposed to hacker attacks.

The digital medium allows you to automatically translate messages within and outside discipline. Due to the programs working in the area of digital medium, the content can be transformed,

adapted to external parameters projected as a family of solutions. This functionality allows you to create variational, interactively responsive spatial objects. After adding the appropriate content projectors (interface), we gain comfortable access to this space. Some architects are testing design options in virtual environments. The designs of the Virtual Guggenheim Museum and NYSE by the Asymptote New York studio assume that the architectural environment can be at least partially dematerialized. This deprives the user of direct contact with the building. Instead, it provides new functionalities. The rooms can be combined into variable configurations. Size, purpose and decor can be freely transformed in real time. The need for orientation and identification in space does not disappear. Architects satisfy it by introducing permanent elements of the system, clearly linking the object with the creative concept. Interestingly, the permanent components of the architectural idea are founded on a truly topological grounds. As in mathematical understanding, the shape deviates not changing the general definition, because the family of results stays homologous in the geometric sense.

Virtual reality creates own environment. It differs from the traditional understanding, forming sometimes-alarming perspective of tomorrow³. Less distinguished but more consistent changes in the area of contact with the spatial environment are possible thanks to the use of augmented reality (technology combining traditional and digital information transfer). Architects use it to create project visualizations embedded in a natural environment, presenting simulation concepts to users, as well as providing the ability to control the building through built-in interfaces. In the era of building intelligence, which has become, users expect communication with invisible processes taking place in the building. Technology companies offer materials and equipment that express information electronically. Movable glazing and façade elements, automatic doors and windows, kitchen equipment, light sources, even radiators and walls can speak the language of smartphones today. They become a matter of architectural space, which, apart from spatial forms, colors, and physical features, has specific behaviors that the architect has designed and is being controlled by the user.

The forms of information architecture began to change strongly under the influence of discoveries made by mathematicians working for car concerns. At the end of the 1960s, the concept of replacing the polynomial curvature description with highly parameterized Bezier curve formulas appeared. It was the first step to free modeling of complex shapes by intuitive use of few, highly variable parameters. The architects took advantage of these possibilities by designing and then realizing buildings equipped with skin constructed of individual elements. Buckminster Fuller created his domes from triangular and hexagonal tiles. The tessellations roofing of the British Museum and Smithsonian Institution designed by Foster & Partners were designed differently. The multi-curved surface was traced as a contextual response to the historic surroundings. NURBS surfaces were hung in an irregular outline, which were then divided into tiles with variable rib dimensions. The roofing maintains stiffness together with keeping small dimensions of the structure's bars. However, it required complicated production and assembly process in which individual components were digitally trimmed and marked to fit precisely at the target location. Zaha Hadid's workshop took advantage of the flexibility of modeling using NURBS by shaping the organic roofing of Hungerburg rail stops. Here, digital support for the implementation process was also needed. Glass plating panels were mounted on load-bearing profiles resembling frames of the ship's hull. The elements were numerically prototyped and assembled with high precision to obtain smooth lines referring to ice caps.

It is difficult to predict in which direction the technological revolution will push the architecture of the future. We can see today that the feeling of being embedded in physical space has been weakened. The forms we meet in cities and on the web are changing. We experience the positive and negative effects of addiction to a digital medium. We have access to the latest information; we track the ups and downs of architects globally and in real time. At the same time, before zebra crossings, we meet warnings: *turn off your smartphone and live ...*

³ Catastrophic visions for the dissemination of this technology were outlined in literature and film, among others by Stanisław Lem in *The Futurological Congress* and by the Wachowski brothers in *Matrix* movie series



Fig. 3. Roofing of the courtyard in the British Museum, designed by Foster & Partners. Source: author
Ryc. 3. Zadaszenie dziedzińca British Museum, proj Foster&Partners. Źródło: autor

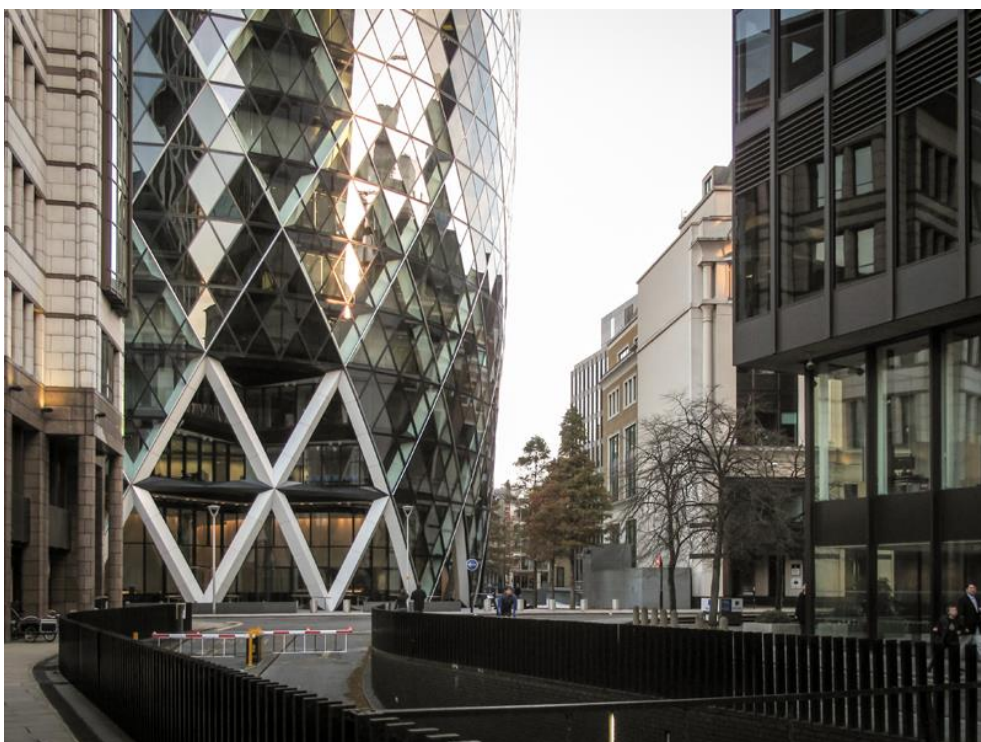


Fig. 4. An office building at 30 St Mary Axe in London designed by Foster & Partners. Source: author
Ryc. 4. Biurowiec przy 30 St Mary Axe w Londynie. Proj Foster&Partners. Źródło: autor

Regardless of general doubts, you can already note significant changes in sensitivity that affect the domain of architecture. The first is the social expectation of interactivity. Antonino Saggio writes about this new trend as a major catalyst for change (Saggio, A., 2010). Our cars and our buildings cease to be repetitive products of the industrial age. They become flexible personalized objects subordinated to the needs of the prosumer.

Professor Mitchell's observations contained in the essay mentioned earlier and also in books about the future of architecture seem to be correct⁴. In contact with space, we are increasingly using electronic amplifiers of senses. Our cities and homes are becoming discontinuous. We jump between locations thanks to contact with the global knowledge base. The environment learns our behavior and reacts to it. We, however, become addicted, perhaps exposing ourselves to unknown threats affecting the IT sphere intertwined invisibly with our existence.

PRZESTRZEŃ I FORMA ARCHITEKTURY INFORMACYJNEJ

1. WSTĘP

Urządzenie elektroniczne nowej generacji będzie potrafiło tworzyć dla swych użytkowników zindywidualizowane biblioteki pomocne w prowadzeniu badań. Będzie operowało komunikatami tekstowymi oraz obrazami. Podobnie jak ludzki mózg, zdolne będzie rekompilować utworzone sekwencje danych układając nowe wątki o konstrukcji i zawartości zależnej od potrzeb. Zamiast budowania katalogów, posłuży się indywidualnym indeksowaniem. Każdy zapis będzie mógł być odnaleziony na podstawie oryginalnej zawartości... Tak Vannevar Bush scharakteryzował w roku 1945 MEMEX (Bush, V., 1945), hipotetyczny aparat wspomagający człowieka w codziennych zadaniach analitycznych i w gromadzeniu wiedzy. Czytelnik z pewnością skojarzył opis z technologią jaka otacza nas dziś zewsząd. Krótco po wojnie był to czysty futurizm, budził uśmiechy i powątpiewania, jeśli werbalizowane i utrwalane to piórem lub z pomocą maszyny do pisania.

Nowa architektura odrzuci tektoniczne interpretacje. Nie będzie wymagała związku z gruntem, bezpiecznego rozłożenia mas i węzłów wspomagających łączenie porcji budulca. Materiał fizyczny zastąpi elektronicznym. Zamiast tradycyjnie ukształtowanej fasady skontaktuje się z użytkownikiem za pomocą interfejsu. To w nim zapisze informacje o wewnętrznej strukturze, rozmieszczeniu wejść, kompozycji części składowych w całościowym układzie. W nim utrwali komunikaty dotyczące znaczeń, również tych związanych z uczuciami i symboliką. Układ funkcjonalny uelastyczni się, gdyż cyfrowe medium zapewni połączenia za pomocą hiperlinków. Fizyczna bliskość przestanie decydować o dostępności. Ważniejsze będą kody dostępu i zdolność nawigowania w wielowarstwowej strukturze. Budynki staną się interaktywne przez co stracą indywidualny kształt. Tak o przyszłości naszych miast i budynków napisał w roku 1998 dziekan Wydziału Architektury MIT (Mitchell W., 1998, s. 204). Trudno ocenić czy polemika z Kennethem Framptonem była tu wyłącznie erystycznym współzawodnictwem. Trafność domysłów Williama Mitchella zweryfikuje przyszłość. Można jednak już dziś dostrzec zmiany w sposobie interakcji człowieka ze środowiskiem. Dotyczą one zarówno substancji która buduje nasze otoczenie jak i wrażliwości wpływającej na sposób interpretacji zjawisk przestrzennych.

⁴ we are talking here about several futuristic works of this author, including: Mitchell, W. J., *City of bits: space, place and the Infobahn*, MIT Press, 1996 and: Mitchell, W. J. *Me++*. *The Cyborg Self and Networked City*, MIT Press, 2004

2. PRZESTRZEŃ I FORMA – TEORIE I PRAKTYKA ARCHITEKTONICZNA

W tytule szczecińskiego kwartalnika, który pomaga środowisku architektonicznemu prowadzić dyskurs naukowy już od roku 2005, mieszczą się dwa pojęcia konstytuujące poglądy na temat kształtowania środowiska. Pierwsze odnosi się do sfery interpretacyjnej i poznawczej, drugie do języka i narzędzi wykorzystywanych w twórczości. Oba zmieniają znaczenie wraz z upływem czasu. Podążanie śladem ich interpretacji pomaga odczytywać charakterystyczne zjawiska i rozpoznawać trendy rozwoju architektury.

Aby opisać świat nie wystarczyło nazwać jednostkowe, tworzące go byty. Człowiek dążył zawsze do określenia wspólnej podstawy rzeczy. Zbierając doświadczenia poprzez zmysły i drogą teoretycznego rozumowania, chciał osadzić spostrzeżenia w uniwersalnym środowisku. Początkowo zadawał się zgodnością założeń z obserwacją. Z czasem dążył do potwierdzeń o charakterze ogólnym, a później całkiem ścisłych, które nauka nazywa dowodami. Zdefiniowanie *przestrzeni* nie było rzeczą prostą. Wymagało uzgodnienia faktów obserwowanych w różnych skalach i różnym aparatem poznawczym. Wiązało się z koniecznością przewyciężania ontologicznych dylematów takich jak nieskończoność, względność, związek otoczenia z człowiekiem i jego pochodzeniem. Nawet dziś, bez dodania uściślających określeń tracimy często kontrolę nad ścisłością wypowiedzi. Nawet jeśli dotyczy tej samej lokalizacji, fizyczna przestrzeń newtonowska różni się będzie od przestrzeni kwantowej, społecznej czy przestrzeni danych.

Z punktu widzenia architektury pierwszym kamieniem milowym na drodze ku poznaniu przestrzeni była myśl pitagorejska i jej konsekwencje w dziedzinie budowania, które znamy dziś poprzez zapis dokonany, krótko przez Chrystusem ręką Marka Witruwiusza. Siła teorii greckiej wynikała z konstytuującego ją mechanizmu wnioskowania, unikatowego w świecie starożytnym i aktualnego do dziś. Mając świadomość, że pewne składniki ludzkiej egzystencji i świata nie dają się opisać wprost, Grecy zaufali metodzie matematycznej i z jej pomocą interpretowali wszystkie zagadnienia. Przestrzeń pitagorejska była więc przestrzenią matematyczną, w znacznej mierze przynależną do geometrii. Nie powstawała przez sumowanie doświadczeń i eksplorowanie lecz przez ustalenie aksjomatów i budowanie twierdzeń. Aksjomaty w racjonalny sposób zastępowały wierzenia, a może również magię i intuicję. Teoria na nich oparta ulegała weryfikacji w drugiej fazie. Tu prowadzono rozważania logiczne a ich prawdziwość ustalano przez zgodność z aksjomatami. Można wyobrazić sobie teorie całkowicie abstrakcyjne. Takie również powstawały. Dla Pitagorejczyków ważne było jednak przede wszystkim interpretowanie obserwowanego świata. Integrowali wiedzę. Starali się zachować możliwie szeroką zgodność matematyki, sztuki, wiedzy przyrodniczej i humanistycznej.

Przestrzeń architektoniczna opisana w *Dziesięciu Księgach* jest oparta na koncepcji geometrii euklidesowej, a jej kompozycja rządzi się prawami proporcji współmiernych. Jest tak, gdyż korzysta z dorobku teorii pitagorejskiej, ta zaś nie znała algebraicznych metod opisu niewspółmierności. Warto zauważyć, że Witruwiusz pisze o budynkach i ich elementach używając abstrakcyjnego języka odnoszącego się do figur geometrycznych (linii, punktów wielokątów itd.). Podąża tu tropem rozumowania aksjomatycznego. Dzięki znajomości twierdzenia Talesa utożsamia rysunek w skali z rzeczywistym obiektem. Ta oczywista z dzisiejszej perspektywy myśl wymagała od Greków wypracowania, gdyż dopiero matematyczny dowód pozwolił używać kodu rysunkowego jako środka równoważnego do budowlanej rzeczywistości.

Forma witruwiańska zgodnie z deklaracjami zawartymi w dziele *O architekturze* starała się odwzorowywać piękno świata. Kapitel koryncki naśladował koszyk przerastający akantem. Charakterystyczne proporcje ludzkiego ciała obecne były w porządkach, planach i rysunkach fasad. Po bliższym przyjrzeniu się tekstom, a szczególnie rysunkom zawartym w pracy widzimy jednak, że izomorficzne odwzorowania miały dla kształtowanych form architektonicznych znaczenie drugorzędne. Warsztat Witruwiusza opierał się na geometrii wykreślnej. Konstrukcje wykonywane przy użyciu cyrkla i linijki prowadziły do uzyskania powtarzalnych, opartych na twierdzeniach matema-

tycznych kształtów⁵. Formy te w dominującej większości oparto na wzorach abstrakcyjnych niewystępujących w przyrodzie.

Na kolejne zmiany w interpretacji przestrzeni architektonicznej trzeba było czekać do ery nowożytnej. Początkowo wiązały się one z otwieraniem modelu, który dzięki wynalazkowi perspektywy przekroczył granicę świata realnego i wirtualnego (Słyk J., 2018, s. 31). W sferze podstaw teoretycznych nie odbiegał znacznie od wzoru pitagorejskiego. Korzystał z zaawansowanych technik geometrycznych, które do sfery architektonicznej dotarły pośrednio, dzięki rozważaniom optycznym prowadzonym jeszcze w średniowieczu (Vesely D., 2004, s. 113). Aktualna pozostawała abstrakcyjna, geometryczna interpretacja otoczenia. Wzmocnieniu uległo zaufanie do idealnych platońskich figur: linii i koła, które dzięki kreśleniu cyrklem i przy linii pozwalały wyznaczyć wszystkie stosowane formy.

Zmiana spojrzenia, którą przyniósł renesans dotyczyła relacji desygnatu i związanego z nim zapisu graficznego. Dla starożytnych rysunek był matematyczną reprezentacją budynku, dzięki któremu rozumowanie architektoniczne mogło odbywać się w zastępczym środowisku dokumentacji technicznej. Dzięki malarskim ekspresjom Masaccia i Bramanteo przestrzeń architektoniczna przekroczyła granicę reprezentacji. Przepływała swobodnie między wrokową rejestracją otoczenia i iluzją zbudowaną przez artystę. Miarą zgodności z oczekiwaniami odbiorcy stała się precyzja perspektywicznego warsztatu opartego na rozważaniach geometrycznych i optycznych.

Do czasów Kartezjusza podstawą formalizacji matematycznej wspomagającej operowanie przestrzenią architektoniczną była geometria. Przeniesienie zainteresowania z liczby na relację oraz algebraiczne odwzorowanie figur w układzie współrzędnych stymulowały rozwój nowego instrumentu interpretacyjnego. Kalkulacja algebraiczna, odwzorowanie funkcji w wykresie a wreszcie – badanie przebiegu zmienności i rachunek różniczkowy zaczęły oddziaływać na rozważania przestrzenne. Choć mniej intuicyjne, stanowiły znacznie bardziej wydajny aparat opisu nieregularności wszechobecnej w otoczeniu przyrodniczym. Wszystkie te procesy zbiegły się w czasie z potrzebą eksplorowania krzywoliniowych, wysoce rozrzeźbionych form architektonicznych. Lektura pracy Wojciecha Guzickiego uświadamia czytelnikowi jak karkołomnym zadaniem było wykreślanie wzorów żebrowań późnogotyckich okien (Guzicki W., 2011). Ekspresja pełnego i późnego baroku, choćby w wydaniu Borrominiego, czyniły zadanie tworzenia dokumentacji niewykonalnym. Proces projektowania wracał ponownie na plac budowy, gdyż tłumaczenie słowami okazywało się efektywniejsze niż definiowanie form środkami geometrii wykreślnej.

Przewycięzenie tego stanu możliwe było jedynie drogą zmiany technik warsztatowych. Dokonał jej matematycznie wykształcony zakonnik i architekt Guarino Guarini. W swych turyńskich realizacjach sakralnych stosował sklepienia oparte na skomplikowanych pod względem kształtu żebrowaniach. Definiował je w przestrzeni odwzorowania, która kojarzy się z pracami Izaaka Newtona dotyczącymi ruchu planet (Słyk J., 2012, s. 49). Krzywe przybliżane były do łuków w układzie współrzędnych z uwzględnieniem zmienności ich przebiegu. Dzięki nowej koncepcji opisu przestrzeni rozszerzeniu uległ zakres reprezentowanych zjawisk. W podobnej konwencji udawało się definiować przekroje budowli, trajektorie ciał niebieskich i ruchy niewidocznych cząstek. Stosując geometrię nowej generacji Guarini zaprojektował fenomenalną kaplicę Świętego Całunu, zaś formy tworzone przez architektów dziewiętnastego i dwudziestego wieku podążyły coraz śmielej ku płynnym krzywoliniowym inspiracjom⁶. W wieku dziewiętnastym matematyka dostarczyła interpretacjom przestrzeni architektonicznej jeszcze jednego silnego bodźca. Było nim odkrycie geometrii teoretycznych: nieeuklidesowych i wielowymiarowych oraz studia topologiczne. Nieprzydatne dla sztuki budowania w sensie praktycznym, wpłynęły na wrażliwość architektów w sposób pośredni. Projekcje hiperbrył Manninga odnajdujemy w surrealistycznym malarstwie i w futurystycznych wizjach przestrzennych konstruktivistów. Powierzchnie jednostronne umieszczał w swych grafikach i rzeźbach Max Bill. Architektoniczne reminiscencje tych tendencji odnajdujemy współcześnie, między innymi w twórczości UN Studio.

⁵ Przykładem takiego działania są schematy wykreślenia pełnych i płtykich kaneli w kolumnach gdzie wykorzystano twierdzenie o kącie opartym na cięciwie.

⁶ Szeroko kontekst ten rozważa Gilles Deleuze w eseju *Le pli. Leibniz et le baroque*, Louvain 1989

3. REWOLUCJA INFORMACYJNA W ARCHITEKTURZE

Koncepcje algorytmicznego opisu przestrzeni i poszukiwanie rozwiązań drogą programowania procesów pojawiły się w architekturze na długo przed wynalezieniem komputerów. Rozwój nauk przyrodniczych, metody laboratoryjne, teoria ewolucji, narzędzia statystyczne i probabilistyczne oddziaływały silnie na inżynierię ery industrialnej. Poszukiwano rozwiązań najefektywniejszych materiałowo, najłatwiejszych w produkcji, odpowiadających potrzebom masowego użytkownika. Architektura ery nowoczesnej zaufała technikom przemysłowym. Modułarnie opisywała przestrzeń, używała mapowań i statystyk. W kształtowaniu formy korzystała z optymalizacji.

Istotne kroki ku formalizacji zapisu zagadnień i form przestrzennych wykonano w tradycyjnym środowisku warsztatowym, korzystając z fizycznych modeli, które przygotowywano zgodnie z metodyką nauk przyrodniczych. Pozwoliło to Antonio Gaudiemu, a później Frei Otto istotnie przewartościować technikę kreacji przestrzennej. Architekci ci zrezygnowali z prawa arbitralnego decydowania o wyborze formy. W niektórych przypadkach w ogóle nie definiowali wstępnych oczekiwań estetycznych. Wieszając nasączone w gipsie szmaty, rozpinając mydlane membrany lub obciążając sznurkowe modele sklepienia formułowali problem rozwiązywany następnie drogą empiryczną. Najodpowiedniejszy wynik ustalano przez symulację i gromadzenie wyników laboratoryjnych. Efekt weryfikowano estetycznie po, nie przed aktem kreacji.

Jeszcze silniej tendencja formalizacyjna przejawiała się w pracach Luigi Morettiego prowadzonych pod koniec lat pięćdziesiątych XX wieku w IRMOU – instytucie utworzonym dla współpracy urbanistów i matematyków włoskich. Przedstawione na mediolańskim triennale projekty stadionów i sal widowiskowych powstały dzięki wykorzystaniu metod algorytmicznych do poszukiwania układów widowni najbardziej odpowiednich w świetle kilku wstępnie ustalonych kryteriów (widoczności, kątów obserwacji, propagacji dźwięku itp.). Wynikowe obiekty były szalenie atrakcyjne wizualnie. Przypominały formy stosowane przez, ekspresjonistów, Oscara Nimeyera, czy współczesnych zwolenników błobicznych kształtów. Powstały jednak zupełnie inaczej. Stanowiły projekcję informacyjnego procesu w wolumetrycznie interpretowanej przestrzeni, gdzie kolejnym lokalizacjom przypisywane były parametry związane z warunkami użytkowania.

Aby zrealizowała się idea przeniesienia architektonicznego instrumentarium empirycznego do przestrzeni cyfrowej potrzebne były program i maszyna. Pionierami w obu dziedzinach okazali się naukowcy pracujący w latach pięćdziesiątych w Bostońskim Lincoln Lab pod kierunkiem Ivana Sutherlanda. W spadku po zimnowojennych aplikacjach militarnych dostali oni system komputerowy TX-2, z zadaniem sprawdzenia przydatności maszyn liczących dla zadań techniczno-przemysłowych, głównie w obszarze inżynierii mechanicznej. Na wszystkich eksplorowanych polach zespół MIT odniósł spektakularne sukcesy. Stworzono pierwszy komputerowy edytor graficzny - Sketchpad. Pierwotnie program operował na płaszczyźnie, później zyskał funkcje przydatne w pracy z obiektami trójwymiarowymi. Był przygotowany do wprowadzania danych z ekranu przetwarzania i zapamiętywania definicji geometrycznych, budowania obiektów o strukturze hierarchicznej oraz do generowania gotowej dokumentacji. Zespół Sutherlanda dotknął wszystkich istotnych dla architekta problemów kontaktu z przestrzenią, w tym również intuicyjnej eksploracji. Zbudowany w LincolnLab *Miecz Damoklesa*, był pierwszym aparatem projekcyjnym zapewniającym interaktywny kontakt z wirtualną przestrzenią. Mimo oczywistych z racji ograniczeń technologicznych niedoskonałości, zapoczątkował erę kontaktu człowieka z symulowanym środowiskiem przestrzennym i z formami istniejącymi wyłącznie w pamięci komputera.

Prace MIT traktować trzeba jako próbę intelektualną w małej skali, sprawdzenie możliwości w nieadekwatnie kosztownym środowisku technologicznym. Prawdziwa rewolucja informacyjna w architekturze nastąpić mogła dopiero w chwili gdy komputery osiągnęły sprawność i cenę gwarantującą powszechne zastosowanie. Dziś wdramy pomysły Ivana Sutherlanda i jego następców w praktyce. Prowadzi to do drastycznego zwiększenia możliwości w sferze wymiany informacji, eksperymentowania, optymalizacji, współpracy międzybranżowej. Równocześnie, częściowo niezauważalnie następują zmiany w sferze interpretacji przestrzeni oraz w stosowanym katalogu form architektonicznych.

4. MEDIUM CYFROWE, NOWE ŚRODOWISKA PRZESTRZENNE I FORMY ARCHITEKTURY INFORMACYJNEJ

Głównym czynnikiem wpływającym na przewartościowanie współczesnych interpretacji przestrzeni architektonicznej jest medium cyfrowe. Choć budynki funkcjonują w materialnym otoczeniu środowiska przyrodniczego to proces ich projektowania, wznoszenia i eksploatacji przebiega w znacznym stopniu dzięki funkcjonowaniu sieci komputerowej oraz z wykorzystaniem wbudowanych i mobilnych programowanych aparatów. Między tymi komponentami i ludźmi nieustannie przepływają komunikaty, które formułowane są zgodnie z informatycznymi wymaganiami. Lew Manovich opisał medium cyfrowe jako nowy język, którym porozumiewamy się we wszystkich obszarach życia. Posiada on specyficzną składnię oraz funkcjonalność semantyczną, które można scharakteryzować używając pięciu wyznaczników (Manovich L., 2011). Ich poznanie uwypukla różnicę między tradycyjnym porozumiewaniem a komunikacją z użyciem komputerów. Medium cyfrowe jest (1) modułarne i (2) numerycznie reprezentowane. Oznacza to, że na poziomie technicznym operuje uniwersalnym kodem zdolnym opisać każdy obiekt. Ponadto nowy język dysponuje zdolnością (3) automatyzowania (4) wariacyjności i (5) transkodowania.

Cyfrowe medium wpływa na architekturę zmieniając jej sposób interpretowania przestrzeni. Parametryzuje otoczenie, przypisując wszystkie obiekty do abstrakcyjnej macierzy współrzędnych. Korzystamy z tego sięgając po aplikacje oparte na standardach porządkujących takich jak GIS lub BIM. Ponieważ konwencje opisu przestrzeni są modułarnymi zbiorami informacji cyfrowych, to można je dowolnie konfigurować, przeszukiwać, dokonywać projekcji. Odnoszą się do realnej rzeczywistości, ale w sensie technicznym są informatycznymi odwzorowaniami. W konsekwencji – architektoniczna przestrzeń cyfrowa staje się nieciągła, wyposażona w hiperłącza, ograniczona kodami dostępu a nawet podatna na ataki hackerów.

Medium cyfrowe pozwala automatycznie tłumaczyć komunikaty wewnątrz i pomiędzy dziedzinami. Ze względu na pracujące w obszarze języka programy treść może być przekształcana, dostosowywana do zewnętrznych parametrów lub podawana w formie rodziny pokrewnych rozwiązań. Taka funkcjonalność pozwala tworzyć wariacyjne, interaktywnie reagujące na potrzeby rozwiązania przestrzenne. Po dodaniu odpowiednich projektorów treści (interfejsów) zyskujemy użytkowy dostęp do tej przestrzeni. Niektórzy architekci testują możliwości projektowania w środowiskach wirtualnych. Projekty sieciowego muzeum Gudgenheima i oraz NYSE wykonane przez nowojorską pracownię Asymptote wychodzą z założenia, że środowisko architektoniczne może zostać, przynajmniej częściowo, zdematerializowane. Pozbawia to użytkownika bezpośredniego kontaktu z budynkiem. Dostarcza w zamian nowe funkcjonalności. Pomieszczenia mogą łączyć się w zmienne konfiguracje. Wielkość, przeznaczenie i wystrój można swobodnie przekształcać w czasie rzeczywistym. Nie znika potrzeba orientacji i identyfikacji w przestrzeni. Architekci zaspokajają ją wprowadzając stałe elementy układu, jednoznacznie wiążące obiekt z koncepcją twórczą. Co ciekawe, trwałe składniki idei architektonicznej przybierają w projekcie muzeum formę prawdziwie topologiczną. Podobnie jak w rozumieniu matematycznym, lokalne zmiany kształtu nie zmieniają ogólnej definicji, gdyż w sensie geometrycznym są homologiczne.

Wirtualna rzeczywistość tworzy ostro zarysowaną, obcą tradycyjnemu pojmowaniu środowiska, niekiedy zatrważającą perspektywę jutra⁷. Mniej jaskrawe, lecz bardziej powszechne zmiany wywołane w kontakcie z otoczeniem przestrzennym możliwe są dzięki wykorzystaniu *rozszerzonej rzeczywistości*, czyli technologii łączącej przekaz informacji drogą tradycyjną i cyfrową. Architekci korzystają z niej tworząc wizualizacje projektów osadzone w naturalnym środowisku, przedstawiając symulacyjne koncepcje użytkownikom, a także zapewniając możliwość sterowania budynkiem za pomocą wbudowanych interfejsów. W dobie ekspansji inteligencji budynkowej, która stała się między innymi narzędziem troski o środowisko, użytkownicy oczekują komunikacji z *niewidocznymi* procesami toczącymi się w budynku. Firmy technologiczne oferują materiały i elementy wyposażenia, które komunikują się drogą elektroniczną. Ruchome przeszklenia i elementy fasady, drzwi i okna, wyposażenie kuchenne, a nawet grzejniki i ściany potrafią dziś mówić językiem smartfonów. Stają się budulcem przestrzeni architektonicznej, która obok formy przestrzennej, barwy, cech fi-

⁷ Katastroficzne wizje upowszechnienia tej technologii zarysowane zostały w literaturze i w filmie, między innymi przez Stanisława Lema w *Kongresie Futurologicznym* i przez braci Wachowski w serii filmów *Matrix*

zycznych, posiada specyficzne zachowania, które zaprojektował architekt i którymi steruje użytkownik.

Formy architektury informacyjnej rozpoczęły zmieniać się silnie pod wpływem odkryć jakie na polu definiowania figur geometrycznych uczynili matematycy pracujący dla koncernów samochodowych. Pod koniec lat sześćdziesiątych XX wieku pojawiła się koncepcja zastąpienia wielomianowego opisu krzywizn wysoko sparametryzowanymi formułami krzywych Bezierra. Był to pierwszy krok ku uwolnieniu modelowania złożonych kształtów drogą intuicyjną, z wykorzystaniem niewielu, silnie zmiennych parametrów. Architekci skorzystali z tych możliwości projektując a następnie realizując budynki, których powłoki nie składały się z powtarzalnych elementów. Buckminster Fuller tworzył swe kopuły z trójkątnych i sześciokątnych kafelków. Teselacje przekryć British Museum czy Smithsonian Institution projektu firmy Foster&Partners powstały inaczej. Wielokrzywiznowa powierzchnia została zaprojektowana jako kontekstualna reakcja na zabytkowe otoczenie. W nieregularnym obrysie zawieszono powierzchnie NURBS, które następnie podzielono na kafelki o zmiennych wymiarach żeber. Zadaszenie zachowuje sztywność przy niewielkich gabarytach prętów struktury. Wymagało jednak skomplikowanego procesu produkcji i montażu, w którym indywidualne elementy były cyfrowo przycinane i znakowane, by trafić precyzyjnie w docelową lokalizację. Z elastyczności modelowania przy użyciu NURBS skorzystała pracownia Zahy Hadid kształtując organiczne zadaszenia przystanków kolejki Hungerburg. Tu również potrzebne było cyfrowe wspomaganie procesu realizacji. Szklane tafle poszycia zamocowano na profilach nośnych przypominających wręgi kadłuba statku. Elementy były obrabiane numerycznie i montowane z wysoką precyzją dla uzyskania płynnych linii nawiązujących do lodowych czap.

Najpełniejszą manifestacją formalnego ukierunkowania architektury informacyjnej są projekty w których proces algorytmiczny towarzyszył najwcześniejszym etapom formowania idei, kontynuowany był w trakcie realizacji i pomaga w funkcjonowaniu gotowego obiektu. Forma nie jest w tych przypadkach emanacją woli twórcy. Stanowi wynik godzenia wielu uwarunkowań, a sposób w jaki podejmowano decyzje stanowi o indywidualności koncepcji i zaznacza indywidualne autorstwo. Przystępując do konkursu na projekt pływalni olimpijskiej w Pekinie firma PTW Architects poszukiwała wzoru ideowego ściśle odpowiadającego programowi budynku. Znalazła go w matematycznej koncepcji sieci Weaire'a–Phelana, która stanowi model procesu pienienia cieczy. Ukształtowanie formy opartej na ścisłym, geometrycznym wzorze wymagało zastosowania metod numerycznych. Na etapie konkursowym wykorzystano je do kształtowania sieciowej konstrukcji i cyfrowej produkcji modeli. W trakcie realizacji stworzono indywidualny program symulujący pracę nietypowego schematu konstrukcyjnego, wspomagającego programowanie scenariuszy ewakuacji, dostarczającego danych do cięcia nieregularnych poduszek ETFE. Program ten stanowi dziś podstawę pracy systemów informatycznych w obiekcie. Podobnie ściśle podeszli do projektowania biurowca dla firmy SwissRE architekci firmy Foster&Partners. Wyjściowymi założeniami koncepcji była minimalna konieczna dla spełnienia celu biznesowego powierzchnia, uwarunkowania urbanistyczne londyńskiego City oraz dążenie do optymalizacji kosztów budowy i eksploatacji. Program symulacyjny szukał najlepszej formy przy zmieniających się parametrach. Unikatowy model spiralnie przemieszczanych atriów i ikoniczny kształt cygara nie były więc tradycyjnie rozumianym *zamiarem autora*. Stanowiły odpowiedź na zadanie minimalizowania sił obciążających fasadę i wykorzystania wirowego ruchu mas powietrza zgodnego z kierunkiem działania siły Coriolisa.

Trudno przewidzieć w jakim kierunku rewolucja technologiczna popchnie architekturę przyszłości. Widzimy już dziś, że poczucie osadzenia w przestrzeni fizycznej uległo zachwianiu. Zmieniają się formy, które spotykamy w miastach i w sieci. Doświadczamy pozytywnych i negatywnych skutków uzależnienia od cyfrowego medium. Mamy dostęp do najnowszych informacji, śledzimy wzloty i upadki architektów na skali globalnej i w czasie rzeczywistym. Równocześnie spotykamy przed przejściami dla pieszych ostrzeżenia o brutalnej treści: *schowaj smartfona i żyj...*

Niezależnie od ogólnych wątpliwości można już dziś zanotować istotne zmiany wrażliwości, które wpływają na potrzeby zaspokajane przez architektów. Pierwszą z nich jest społeczne oczekiwanie interaktywności. Antonino Saggio pisze o nim jako o głównym katalizatorze zmian (Saggio A., 2010). Nasze samochody i nasze budynki przestają być powtarzalnymi produktami ery

przemysłu. Stają się elastycznymi podporządkowanymi potrzebom prosumenta obiektami osobistymi.

Słuszne wydają się również spostrzeżenia profesora Mitchella zawarte w przywołanym wcześniej eseju a także w książkach o przyszłości architektury⁸. W kontakcie z przestrzenią korzystamy coraz częściej z elektronicznych wzmacniaczy zmysłów. Nasze miasta i domy stają się nieciągle. Przeskakujemy między lokalizacjami dzięki kontaktowi z globalną bazą wiedzy. Środowisko uczy się naszych zachowań, reaguje na nie. My zaś uzależniamy się, chcąc nie chcąc, być może narażamy na nieznane zagrożenia dotyczące informatycznej sfery splecionej w sposób niewidoczny z naszą egzystencją.

BIBLIOGRAPHY

- Architecture, Representation and Crash Culture”, New York 1998, s. 204
- Bush, V., *As We May Think*, [w:] *The Atlantic Monthly* (Jul 1945), 176 (1): 101–8.
- Guzicki W., *Geometria maswerków gotyckich*, Warszawa 2011
- Manovich L., *Język nowych mediów*, Warszawa 2011
- Mitchell W. J., *Antitectonics: the Poetics of Virtuality*, [w:] Beckmann J. (Ed.): „The Virtual Dimension: Architecture, Representation and Crash Culture”, New York 1998, s. 204
- Mitchell, W. J., *Me++*. *The Cyborg Self and Networked City*, MIT Press, 2004
- Saggio, A. *The IT Revolution in Architecture. Thoughts on a paradigm shift*, New York, 2010
- Slyk J., *Modele architektoniczne*, Warszawa 2018,
- Slyk J., *Źródła architektury informacyjnej*, Warszawa 2012, s. 49
- Vesely D., *Architecture in The Age of Divided Representation*, Cambridge 2004,

⁸ mowa tu o kilku futurystycznych pracach tego autora między innymi o: Mitchell, W. J., *City of bits: space, place and the Infobahn*, MIT Press, 1996 oraz: Mitchell, W. J. *Me++*. *The Cyborg Self and Networked City*, MIT Press, 2004

AUTHOR'S NOTE

Jan Słyk, MSc, Architect, Professor of Warsaw University of Technology,

Born and working in Warsaw. Dean of the Faculty of Architecture WUoT. Author of 2 books, and over 40 scientific papers, editor of 3 monographs. His research and didactic activity is focused on methodology of design and IT implementation in architecture. Active, practicing architect holds full design license from 2000. Author of over 70 design projects: housing, commercial, public buildings, mainly in Warsaw.

O AUTORZE

Jan Słyk, dr hab. inż. arch. profesor PW,

Urodzony i pracujący w Warszawie. Autor 2 książek, ponad czterdziestu artykułów naukowych, redaktor trzech monografii. W działalności badawczej i dydaktycznej - koncentruje się na metodologii projektowania i zastosowaniu technik informacyjnych w architekturze. W latach 2012-16, prodekan ds. studiów, a od 2016 roku – dziekan Wydziału Architektury PW. Aktywny, praktykujący architekt. Autor ponad 70 projektów: budynków mieszkalnych, handlowych, użyteczności publicznej.

Contact | Kontakt: jan.slyk@pw.edu.pl