



**DOI: 10.21005/pif.2023.56.B-02**

## **EVOLUTION OF FUNCTIONAL AND STRUCTURAL ARRANGEMENTS OF OFFICE HIGH-RISE BUILDINGS IN THE CONTEXT OF BIOPHILIC SOLUTIONS IN THE EARLY 21ST CENTURY**

### **EWOLUCJA UKŁADÓW FUNKCJONALNO-STRUKTURALNYCH BIUROWYCH BUDYNKÓW WYSOKICH I WYSOKOŚCIOWYCH W KONTEKŚCIE ROZWIĄZAŃ BIOFILNYCH W POCZĄTKACH XXI W.**

**Krzysztof Bizio**

dr hab. inż. arch.

Author's Orcid number: 0000-0002-8738-2448

West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Poland  
Faculty of Architecture  
Katedra Architektury Współczesnej, Teorii i Metodologii Projektowania

#### **ABSTRACT**

The article analyzes the functional and structural solutions of office high-rise and tall buildings developed in the early 21st century, incorporating biophilic design principles. The study identifies two primary trends in the way their functional layouts are designed. The analysis of the evolution of functional and structural changes is presented in the context of contemporary architecture development, with a specific reference to the modernism era. The conclusions drawn from the research highlight biophilic ideas as a crucial element in sustainable architectural design strategies.

Key words: biophilia, contemporary architecture, high-rise and tall buildings, office architecture, sustainable design.

#### **STRESZCZENIE**

Tematem artykułu jest analiza rozwiązań funkcjonalno-strukturalnych biurowych budynków wysokich i wysokościowych, powstałych w początkach XXI w., przy których projektowaniu wykorzystano idee biofilii. W opracowaniu dokonano podziału na dwie podstawowe tendencje w sposobie projektowania ich układów funkcjonalnych. Analizę ewolucji zmian funkcjonalno-strukturalnych przedstawiono w kontekście rozwoju architektury współczesnej, a szczególnie odniesiono do rozwoju architektury okresu modernizmu. Efektem przeprowadzonych badań stały się wnioski, w których idee biofilności przedstawiono jako jeden z elementów strategii zrównoważonego projektowania architektonicznego.

Słowa kluczowe: architektura biur, architektura współczesna, biophilia, budynki wysokie i wysokościowe, projektowanie zrównoważone.

## 1. INTRODUCTION

The integration of architectural space with elements of the natural environment or with solutions designed to replace it is one of the major trends shaping the main currents of contemporary urban planning and architecture. In Europe, since the early 20th century, social movements and urban-architectural tendencies challenging both historical urban planning and the concepts of rental housing, which developed in the late 19th and early 20th centuries, became increasingly prevalent. Critics from the international movement questioned the shortcomings of traditional urban planning and architecture, emphasizing issues such as excessive building density, lack of systematically solved sunlight, shading, and ventilation problems, as well as insufficient recreational and green areas. Responses to these problems in the early stages of modernism included concepts like Ebenezer Howard's garden city (1898), new urban planning principles formulated by Le Corbusier (1925), and the demands of the Athens Charter (1933).

Office architecture of high-rise and tall buildings emerged in a modern form in the United States in the late 19th and early 20th centuries. Its most notable achievements were associated with the establishment and development of the Chicago School. The office architecture created by the Chicago School can be considered a manifestation of early modernism. In the early 20th century, the idea of creating high-rise and tall buildings, synonymous with modernity, was embraced by architectural avant-garde. American solutions became an inspiration for European architects in envisioning the cities of the future. Examples of the shaping of this modernist phantasmagoria include drawings of the city of the future La Città Nuova (1912-1914) by Antonio Sant'Elia; the skyscraper project on Friedrichstrasse (1921) in Berlin by Ludwig Mies van der Rohe; or the high-rise buildings in Le Corbusier's alternative Parisian development presented in the Plan Voisin (1925). However, it was only from the second half of the 1930s that mature functional-structural and aesthetic schemes of the International Style relating to high-rise and tall buildings crystallized. In that period, the first implementations began to shape the canon, replicated in the following decades. Examples of such early realizations include the Palace of the Ministry of National Education and Public Health (1936) in Rio de Janeiro, designed by Lucio Costa, Oscar Niemeyer, and Le Corbusier; and the United Nations Secretariat (1948-1952) in New York by Le Corbusier.

Changes in the functional-structural schemes in the architecture of high-rise and tall buildings occurred with the emergence of structuralism, metabolism in the 1960s, and later, hi-tech architecture. However, after this period, there was a stagnation in the development of structural-functional aspects, and postmodernist architects focused on formal issues. It was only from the early 21st century that new concepts began to appear, changing previous schemes. The foundation of these changes became the popularization of sustainable development ideas, including the incorporation of recreational and green spaces into building structures, creating an illusion of nature. Although these ideas appeared in visionary projects in the early 20th century, it was only the development of construction techniques and technologies, along with the use of digital tools in design, that allowed their realization. In the case of high-rise and tall buildings, engineering aspects remain fundamental, but ecological and functional considerations are becoming increasingly important in their evaluation. The number of innovative implementations is still relatively small, but undoubtedly, this trend is progressing both quantitatively and qualitatively. This provides a basis for asserting that we are currently at a moment of changing some paradigms in the design of high-rise and tall office buildings, with the increasingly common inclusion of biophilic spaces as one of the elements of these changes.

## 2. THEME AND ADOPTED RESEARCH METHOD

The theme of the article revolves around research related to changes in functional and structural schemes in tall and high-rise office buildings that emerged in the early 21st century. These changes are a result of applying principles of sustainable development, particularly those involving biofilic design elements, in architectural projects. For the purposes of this study, biofilic design in tall and high-rise buildings is defined as the creation of spaces incorporating plant elements, aiming to improve the technical parameters of the building and subjectively enhance user comfort.

The problems of implementing elements of the natural environment into architectural space are juxtaposed with the developmental trends of contemporary architecture. In order to present evolutionary processes, the analysis focuses on the main types of high-rise and tall buildings in the concepts of international style and late modernism. The primary part of the research involves analyzing selected examples of solutions developed in the early 21st century. For the purposes of the study, available design materials were gathered, and after a structural-functional analysis, they were categorized into two main types

In the research, materials presenting design solutions and their discussions were utilized, made available on the websites of their creators, as well as through press and architectural portals. In the historical section, literature concerning the development of contemporary architectural doctrines was used, along with discussions on the evolution of principles for designing office spaces. A separate part of the analyzed bibliography consists of studies on the principles of sustainable design and solutions referred to as "green architecture". Particularly noteworthy is the work "The Green Skyscraper: The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings" by the pioneer of bioclimatic architecture for tall and high-rise buildings by Yeang Ken.

### **3. THE MAIN DIRECTIONS OF INSPIRATION BY THE NATURAL ENVIRONMENT IN THE CONTEXT OF THE DEVELOPMENT OF HIGH-RISE BUILDINGS UNTIL THE BEGINNING OF THE 21ST CENTURY**

The concept of "biophilic design" was popularized by Edward O. Wilson, who introduced it in one of his publications in 1984. However, referencing nature in architectural design has been one of the main developmental paths of contemporary architecture since its beginnings. In an attempt to systematize inspirations from elements of the natural environment in the perspective of office high-rise buildings, for the purposes of this study, three basic types of relationships were distinguished:

- inspirations from natural forms influencing the construction of architectural form;
- inspirations from natural processes influencing the construction of architectural form;
- incorporating elements of the natural environment, or its substitutes, into the architectural space.

#### **3.1. Inspirations from natural forms influencing the construction of architectural form**

The ideas of biomorphic design can be found in the works of Antonio Gaudí, as well as in the early development of modern organic architecture, including the projects of Alvar Aalto, Hugo Haring, and Hans Scharoun. Their proposed solutions mainly focused on residential architecture and public buildings with different functions. Frank Lloyd Wright made a significant contribution to the development of innovative spatial layouts for office buildings and the application of innovative construction inspired by natural forms. In the administrative building of the Larkin Company (1904) in Buffalo, he introduced a central space connecting several office floors, illuminated from the inside by a skylight. His construction experiments included the office-laboratory-production complex of the S.C. Johnson Company (1936–1939) in Racine, where he applied mushroom-shaped slabs inspired by the structure of a cactus. Another example is the Price Tower (1955) in Bartlesville, a steel-concrete structure with cantilevered floors attached to a central core, resembling the form of a tree and its branches. Among other well-known biomorphic office buildings, created by modernist architects, one can mention the Marina City complex (1959–1967) by Bertrand Goldberg, whose shape was a paraphrase of a corn cob, and the Australia Square Office Tower Sydney (1961-1967) by Harry Seidler and Pier Luigi Nervi, designed in a cylindrical form reminiscent of a tree trunk.

#### **3.2. Inspirations from natural processes influencing the construction of architectural forms**

A different type of inspiration influencing the construction of architectural forms, also reflected in the design of high-rise and tall buildings, has become a reference to biological processes. The late modernist architects played a crucial role in this regard. The most significant achievements of this trend were created by Japanese metabolist architects. Examples of such inspirations include the

conceptual project for the city of the future, "City in the Air" (1962) by Arata Isozaki, and the realized project of the Shizuoka Centre (1967) by Kenzo Tange. Metabolist projects often referred to the idea of a tree with its trunk and branches, which architects reflected in the structure of the building.

### 3.3. Introducing elements of the natural environment or its substitutes into architectural space

At the foundation of modernist architecture lay the broad concept of creating a new living environment for humanity. Modernism, as a movement inspired by various influences, combined seemingly polar tendencies. On one hand, it was fascinated by industry and technology, developing rationalistic design directions; on the other hand, it aimed to create a kind of green Eden. Tall and high-rise buildings became the area where these tendencies could intersect. Le Corbusier laid the groundwork for the concept of creating tall residential and public buildings in green areas in the 1920s and 1930s. His idea was to design tall buildings that would be elevated on pillars at the ground level, thereby allowing for minimal building footprint and maintaining the maximum size of publicly accessible green areas. Simultaneously, individual loggias were meant to compensate for the lack of direct access to green areas. He presented such concepts early in his creative journey (Fig. 1) and later in Pavillon de l'Esprit Nouveau (1925), the conceptual project for the reconstruction of Paris, Plan Voisin (1925), and further developed it in the Algiers Reconstruction Plan (1932). These ideas were continued by a whole generation of architects fascinated by his vision. The culmination was futuristic concepts of a total environment combining technology and nature from the late 1950s and early 1960s. Notable figures in this line of thinking <sup>1</sup> include Yona Friedman and the Archigram group. wymienić należy Yone Fridmana i grupę Archigram.



Fig. 1. Studies on residential architecture by Le Corbusier from the 1920s. The author envisioned creating large loggias within the structure of the building, compensating residents for the lack of direct contact with the ground. Source: Hilberseimer L., Grosstadt Architektur, Stuttgart, 1927.

Ryc. 1. Studia nad architekturą mieszkaniową autorstwa Le Corbusiera z lat 20. XX w. Autor zakładał stworzenie w strukturze budynku dużych powierzchniowo loggii, które miały rekompensować mieszkańcom brak bezpośredniego kontaktu z terenem. Źródło: Hilberseimer L., Grosstadt Architektur, Stuttgart, 1927.

## 4. MAIN TYPES OF FUNCTIONAL AND STRUCTURAL ARRANGEMENTS OF TALL AND HIGH-RISE OFFICE BUILDINGS IN THE SECOND HALF OF THE 20TH CENTURY

Functional-structural arrangements of high-rise office buildings created in the early 21st century, incorporating green and recreational spaces, represent an evolution of ideas developed in the second half of the 20th century. In attempting to systematize these solutions from the perspective of their impact on the discussed architecture of biophilic buildings, two types of inspirations can be distinguished:

<sup>1</sup> Significant contributions to these ideas were also made by Polish architects: Oskar Hansen, Włodzimierz Gruszczyński, Jan Gluszczyk Dagamara, Tadeusz Zipser, Ryszard Semka, and Jacek Popek.

- inspirations by functional-structural solutions used in international style buildings;
- inspirations by functional-structural solutions used in structuralist and hi-tech architecture buildings.

It should be emphasized that the return to traditionalism and the development of postmodernism in late 20th-century architecture <sup>2</sup> did not significantly impact the functional layouts of high-rise buildings, focusing instead on the symbolism of façade forms. A separate structural issue was the development of deconstructivism; however, at the end of the 20th century, architects of this movement did not implement high-rise buildings. The solutions that emerged in the 21st century represented different stylistic directions<sup>3</sup>.

#### 4.1. Functional-structural schemes used in buildings of the international style period

The development of tall office buildings in the early part of the 20th century primarily took place in cities in the United States. During the interwar period, these buildings, in terms of style, still referenced historical forms, but there were also designs incorporating the geometric aesthetics of modernism. A notable shift in stylistic approach is evident in the work of one of the most significant American firms of that period, Raymond Hood and John Mead Howells. Between 1923 and 1925, they designed the Chicago Tribune Tower in Illinois, combining neogothic and early modernist elements in its elevations. In 1929-1930, they designed the Daily News Building in New York, whose elevations consisted of minimalist ceramic vertical strips. Functionally and structurally, they share a similar composition, featuring a communication-sanitary core surrounded by office spaces. The differences in detailed planning mainly arise from the degree of articulation of the volume. The layout with a central core in the case of point towers is considered the most practical<sup>4</sup>. It's essential to emphasize the secondary nature of the facade aesthetics, which primarily held symbolic significance, reflecting the desired vision of modernity by both the investor and the architect. After the end of World War II, with the rapid economic development of the United States, another wave of tall office building constructions emerged, closely associated with the triumph of the international style. This phenomenon is linked to the popularization of modernism and the arrival of prominent European architects in the United States. A symbol of this period was the Seagram Building (1954-1958) in New York designed by Mies van der Rohe (Fig. 2). His proposed functional-structural concept upheld the idea of a communication-sanitary core, previously developed in American architecture<sup>5</sup>. The idea of a point tower with a central core and curtain wall facades was replicated by many imitators, with Skidmore, Owings & Merrill (SOM) being the most well-known. Some of their most notable and influential projects included Lever House (1950-1952) in New York, Manufacturers Hanover Trust Bank (1953-1954) in New York, Inland Steel Building Chicago (1955-1958) in Illinois, and Chase Manhattan Bank (1955-1961) in New York.

<sup>2</sup> As examples of two of the most important high-rise office buildings designed and realized in postmodern aesthetics, the following should be mentioned: the Portland Building (1982) in Portland by Michael Graves and the AT&T Building (1994) in New York by Philip Johnson and John Burgee. These buildings were designed with a central communication-sanitary core, replicating the functional schemes developed during the International Style period..

<sup>3</sup> Designers of the deconstructivist movement in the 1990s focused their creative efforts on public and residential buildings of smaller scales. In the 21st century, architects like Rem Koolhaas, Zaha Hadid, Bernard Tschumi, and Coop Himmelb(l)au designed and realized high-rise buildings, but their work at the beginning of the century cannot be considered a direct continuation of deconstructivist ideas. Exceptional in this context are the experimental projects from the late 20th century by Peter Eisenman. He designed two theoretical, unrealized projects for Berlin. The first was The Max Reinhardt Haus (1993), a building with an undoubtedly innovative form, consisting of two deconstructed towers, each with its own, typical for earlier solutions, communication-sanitary core. In 2000, Eisenman designed the Spree Dreieck Tower 2000. This project was a creative paraphrase of Mies van der Rohe's concept and utilized the idea of three independent central communication-sanitary cores proposed in the 1920s. Eisenman's Berlin tower projects stood out against the backdrop of contemporary creativity with their original and expressive form, but in terms of structural solutions, they continued the central communication-sanitary core ideas.

<sup>4</sup> Some buildings, due to their elongated shape, were designed in a corridor layout, served by one or several stairwells. For the purposes of this study, such solutions were also classified as having a centrally located communication-sanitary core.

<sup>5</sup> Mies van der Rohe independently developed the concept of an independent communication core from the American designs since the 1920s.

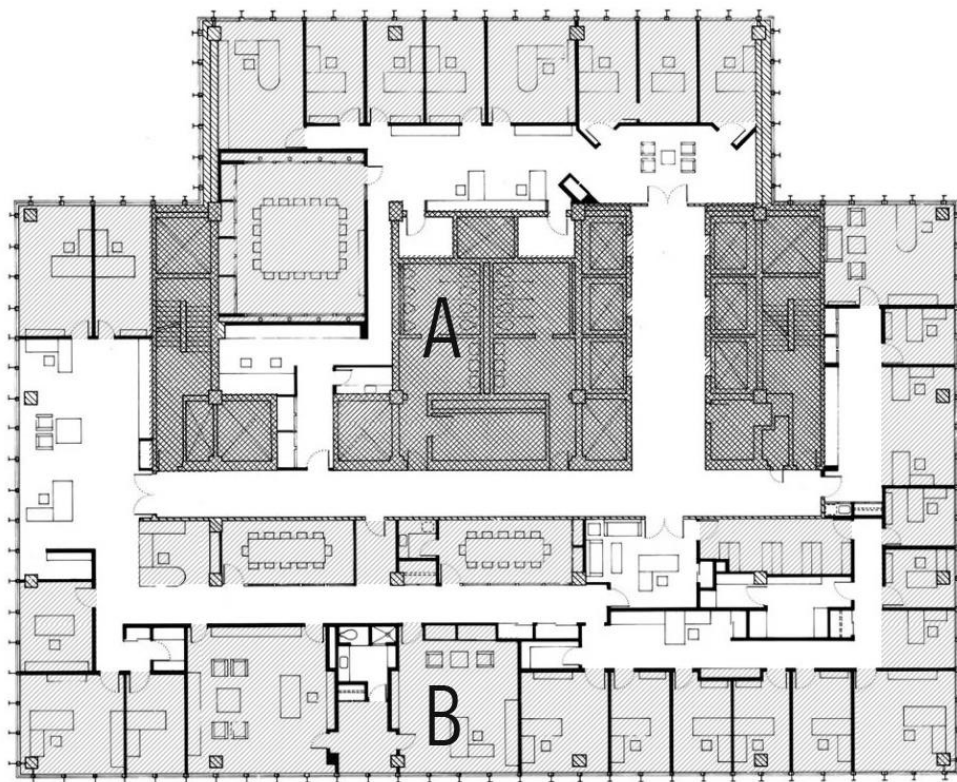


Fig 2. Structural analysis of the floor plan of the repetitive floor of the Seagram Building (1954-1958), New York, architect: Ludwig Mies van der Rohe. Designations: A – communication-sanitary core zone, B – office space zone. Source: Archeyes, 2022

Ryc. 2. Analiza strukturalna rzutu piętra powtarzalnego Seagram Building (1954-1958), Nowy Jork, architekt: Ludwig Mies van der Rohe. Oznaczenia: A – strefa pionu komunikacyjno-sanitarnego, B – strefa przestrzeni biurowej. Źródło: Archeyes, 2022

#### 4.2. Functional-structural schemes used in late modernism and hi-tech architecture

Since the 1960s, there has been a deepening crisis in the International Style, and the ideas of late modernism have taken on an increasingly important role in the explorations of avant-garde architects. Late modernism departed from the restrained and minimalist forms of the International Style, replacing them with sculptural expression and the exposition of structure as a building element that shapes both function and form. Examples of these explorations include the unrealized City Tower project (1952-1957) in Philadelphia by Louis Kahn or a series of sketches by Paul Rudolph, the late realization of which became The Concourse (1994) in Singapore. From the late 1960s and 1970s, structural concepts were taken up and creatively developed by British architects in the hi-tech movement. They pragmatically interpreted the ideas of megastructures, resulting in particularly interesting concepts for the design of high-rise buildings and towers.

Two of the most well-known early examples of these ideas are the Hong Kong and Shanghai Bank (1985) in Hong Kong by Norman Foster + Partners and the Lloyd's Building (1986) in London by Richard Rogers & Partners (Fig. 3). Their innovation lay in creating an alternative concept for a high-rise building. In the center of this new type of tower, an atrium was placed, illuminating the office space from the inside, while the communicative and installation functions were located in the outer zone. Breaking away from the central canon paved the way for even more advanced concepts, where the essence was a freer arrangement of individual functional blocks.

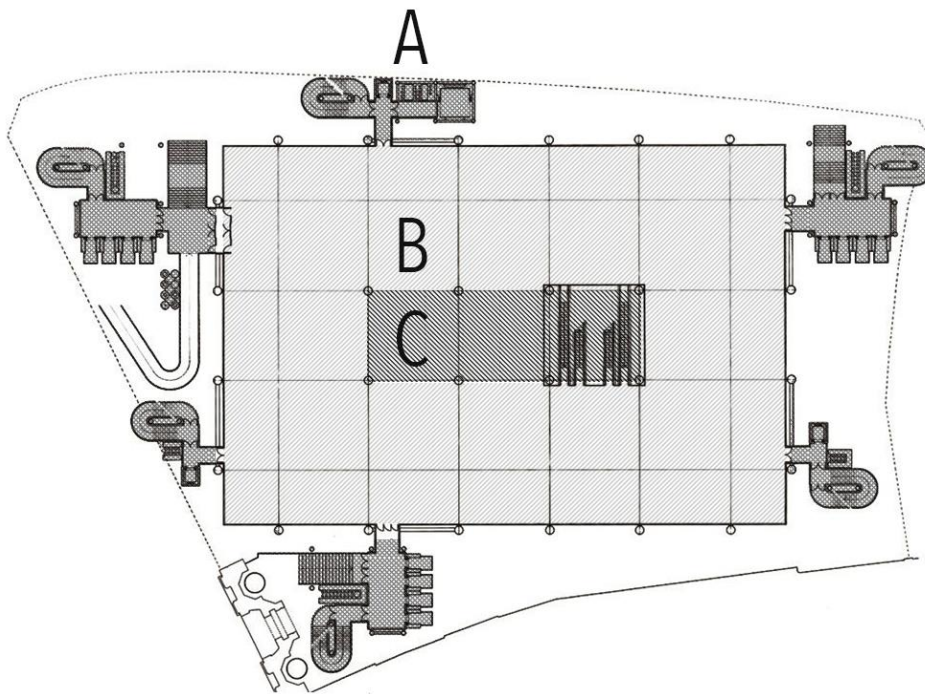


Fig. 3. Structural analysis of a typical floor plan of the Lloyd's Building (1986), London, architect: Richard Rogers & Partners. Designations: A - vertical communication-sanitary zone, B - office space zone, C - inner atrium zone. Source: Ariza H. 2014.  
Ryc. 3. Analiza strukturalna rzutu piętra powtarzalnego Lloyd's Building (1986), Londyn, architekt: Richard Rogers & Partners. Oznaczenia: A – strefa pionu komunikacyjno-sanitarnego, B – strefa przestrzeni biurowej, C – strefa wewnętrznego atrium. Źródło: Ariza H. 2014.

Another structural breakthrough associated with the hi-tech trend was the design of the Commerzbank Tower (1997) in Frankfurt by Norman Foster + Partners. This building, possessing typical features of hi-tech architecture, also introduced innovative solutions. The designers themselves referred to the project as the "world's first ecological office tower"<sup>6</sup>. The central part of the building still features an atrium, and the communication elements are placed in its corners. Simultaneously, in the floor plans, four-story blocks of winter gardens were introduced, serving to improve ventilation conditions and enhance social interactions (Fig. 4).

## 5. ANALYSIS OF SELECTED EXAMPLES OF FORMS AND FUNCTIONAL SCHEMES OF HIGH-RISE AND SKYSCRAPER BUILDINGS IN THE CONTEXT OF BIO-PHILIC SOLUTIONS IN THE EARLY 21ST CENTURY

The concept of introducing biophilic elements into the office spaces of high-rise and tall buildings in the form of gardens and internal recreational areas, which was modernized with the initiation of the Commerzbank Tower, evolved in the first two decades of the 21st century. The number of such implementations was relatively small; however, new conceptual ideas and a series of other eco-friendly solutions emerged simultaneously. Their combination aligns with the broadly understood concept of sustainable architectural design for high-rise and tall buildings. This encompasses not only the issue of biophilic spaces but also solutions aimed at increasing the efficiency of energy use and production, optimizing ventilation and air conditioning processes, enhancing water usage

<sup>6</sup> The designation "world's first ecological office tower" is found in the project description provided by Foster and Partners (Foster+Partners, 2017).

efficiency, strategies for maximizing natural daylight, a wide range of actions related to the optimization of building materials, and construction technology that seeks to minimize carbon footprint. Additionally, it addresses social aspects focused on improving the comfort of shared spaces.

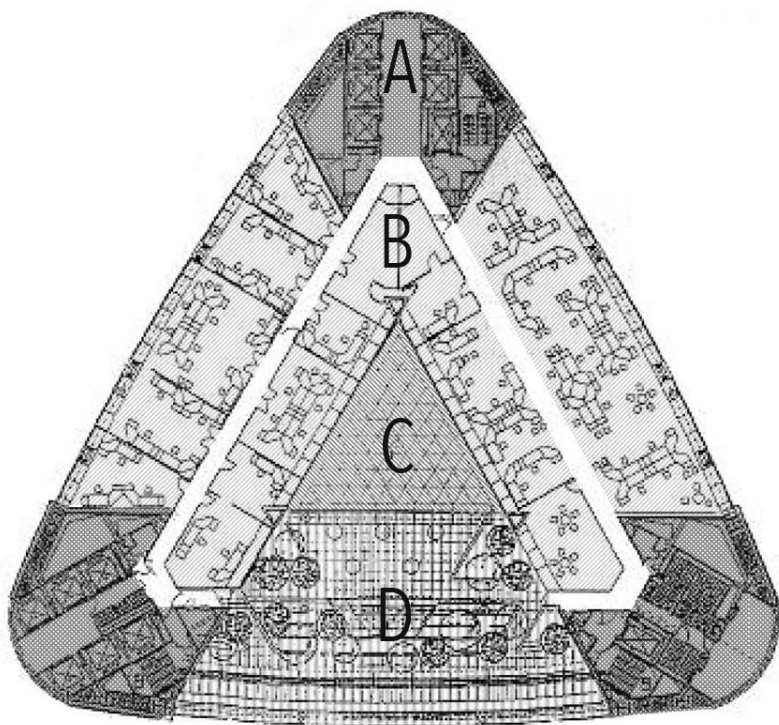


Fig. 4. Structural analysis of the floor plan of the repetitive floor of Commerzbank Tower (1997), Frankfurt on the Main, architect: Norman Foster + Partners. Designations: A – vertical communication-sanitary zone, B – office space zone, C – internal atrium zone, D – biophilic zone (gardens, recreational spaces). Source: Archinform.

Ryc. 4. Analiza strukturalna rzutu piętra powtarzalnego Commerzbank Tower (1997), Frankfurt nad Menem, architekt: Norman Foster + Partners. Oznaczenia: A – strefa pionu komunikacyjno-sanitarnego, B – strefa przestrzeni biurowej, C – strefa wewnętrzznego atrium, D – strefa biofilna (ogrody, przestrzenie rekreacyjne). Źródło: Archinform.

Focusing research on the ways of creating biophilic spaces in high-rise and tall office buildings built in the early 21st century, two fundamental types can be distinguished:

- placement of biophilic elements in the building's facade;
- placement of biophilic elements in the internal structure of the building.

For the purpose of analysis, several representative examples of solutions for each of the identified types were selected and discussed.

### 5.1. Biophilic elements in the building's facade

The elevation serves as a boundary between the external and internal spaces of a building. As an intermediate zone, it can be resolved in diverse ways, either constituting a homogeneous barrier or an intermediate space belonging to both the interior and exterior of the building. After analyzing various examples of realizations and concepts in high-rise and tall buildings, where elevations fulfill diverse functions, three fundamental trends have been identified:

- the elevations, both static and active, lack biophilic elements,
- biophilic elevations open in the form of balconies and loggias,
- enclosed biophilic elevations in the form of a permanent spatial buffer.



### 5.1.1. Static and active elevations devoid of biophilic elements

The first stage of modifying elevations in high-rise buildings involves the introduction of a permanent barrier, typically composed of multiple layers of glass, creating a protective zone. This allows for the regulation of natural light, provides the opportunity for natural ventilation, and influences the control of thermal conditions. Two of the most well-known examples of such solutions are the London projects: The Shard (2012) designed by Renzo Piano and 30 St Mary Axe (2004) by Norman Foster + Partners. In both buildings, the authors applied glass facade panels designed to optimize protection against wind and sunlight reflection, preventing the building from overheating. Innovative eco-friendly solutions were implemented in these structures, such as the use of greywater for domestic purposes and the incorporation of photovoltaic panels for electricity generation. It is worth noting that despite the controversies surrounding both buildings, their form is partially the result of studies on optimizing eco-friendly solutions.

Another model introducing control over daylight access is the use of active facades. The principle of introducing shutters and other shades has been present in the history of architecture for centuries. This is particularly evident in the architecture of countries where solar radiation necessitates the creation of architectural solutions to limit its impact. Among these solutions, Arabic architecture takes the forefront, and in the architecture of the late 20th and early 21st centuries, special credit for modern architectural forms that transpose Arabic motifs should be attributed to the work of Ateliers Jean Nouvel. However, concerning high-rise buildings, the most well-known contemporary example of transposing motifs from traditional geometric Arabic architecture to parametric facade solutions is the Al Bahar Towers (2012) in Abu Dhabi, designed by Aedas Architects. The glazed walls of the tall building are covered by a movable, dynamic lattice screen that changes its shape depending on the intensity of sunlight (Fig. 5). This solution primarily impacts the operating costs of the building's air conditioning<sup>7</sup>.

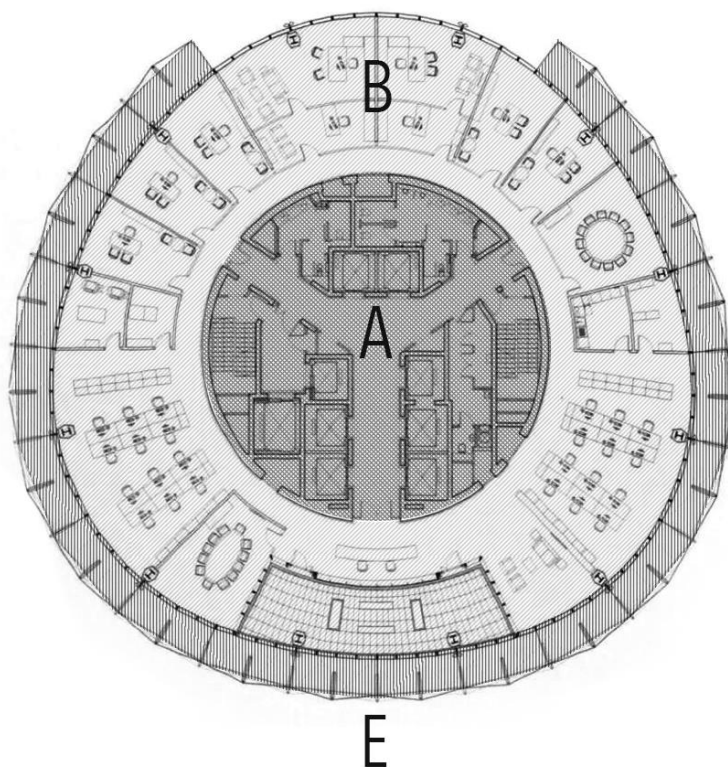


Fig. 5. Structural analysis of the floor plan of the repetitive floor of Al Bahar Towers (2012) in Abu Dhabi, architect: Aedas Architects. Designations: A - vertical communication-sanitary zone, B - office space zone, E - active (shaded) facade zone. Source: Hyoungsub 2015.

Ryc. 5. Analiza strukturalna rzutu piętra powtarzalnego Al Bahar Towers (2012) Abu Zabi, architekt: Aedas Architects. Oznaczenia: A – strefa pionu komunikacyjno-sanitarnego, B – strefa przestrzeni biurowej, E – strefa aktywnej (przysłanianej) elewacji. Źródło: Hyoungsub 2015.

<sup>7</sup> The issue of mobile facades is still in the experimental stage and most often concerns buildings of smaller heights, as exemplified by the Kiefer Technic Showroom (2007) designed by Ernst Giselsbrecht + Partner.

### 5.1.2. Biophilic elevations open in the form of balconies and loggias

The most numerous group of examples of the use of intimate biophilic spaces in the facades of tall and high-rise buildings consists of projects that utilize balconies and loggias. Although these possibilities are limited by building regulations<sup>8</sup>, their simplicity, constituting a pragmatic development of ideas typical for residential architecture, allows for the creation of innovative formal possibilities.

In the design principles of balconies and loggias in complexes of tall and high-rise buildings, there is often a combination of residential, office, commercial, and other public functions. This is most often due to the scale of the development, treating it as an independent and self-sufficient element of the urban organism. An example of such a realization is One Central Park Sydney (2014) designed by Ateliers Jean Nouvel. In earlier projects, Jean Nouvel introduced vertical green walls, and in the Sydney project, he enhanced them with plantings of trees and shrubs on platforms, as well as green terraces. Another example of the use of platforms in a tall office building is Tour Trinity (2020) in Paris, designed by Jean-Luc Crochon and Cro & Co Architecture.

An interesting scheme for incorporating balconies and loggias in tall buildings is presented by the Dutch firm UNstudio. In their two projects, Green Spine (2018) in Melbourne and New Heart (2023) in Dusseldorf, they introduced the idea of dividing the building into two independent towers and incorporating balconies, loggias, and terraces at the point of division. A radical vision of introducing loggias and balconies around the entire perimeter of the building was presented in the concept of The Rainbow Tree (2022) by Vincent Callebaut. According to the author's intention, the building, fully surrounded by loggias, is meant to evoke the Filipino Eucalyptus Deglupta tree. It is worth noting that the author envisions the construction of the building using locally sourced, wood-derived materials.

### 5.1.3. Enclosed biophilic elevations in the form of a permanent spatial buffer

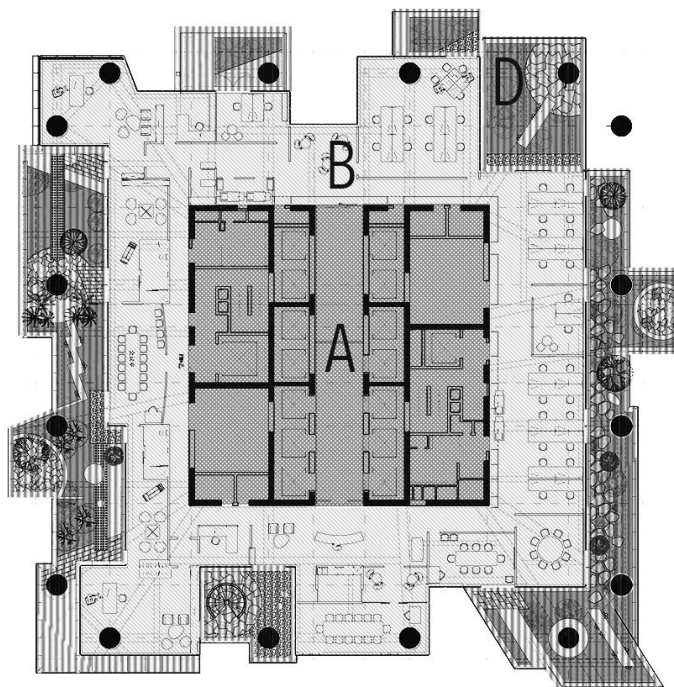
The most technologically advanced solution for building facades is considered to be the introduction of a permanent, three-dimensional buffer space containing green and recreational elements. Similar to structural facades, this solution allows for the regulation of natural light, provides the possibility of natural ventilation, and influences the control of thermal conditions. However, an additional important element is the creation of a shared recreational space for office workers. A exemplary instance of such a solution is the SBF office building (2018) in Guangdong Sheng, China, designed by Hans Hollein and Christoph Monschein. The approach involves introducing, in segments of the facade, a closed buffer zone where architects designed green gardens and other communal spaces (Fig. 6). These buffers extend through several floors and are then transferred to another zone of the building. The architects described the building's concept as follows: *The tower building (...) is sculpted with vertical gardens integrated into the architecture, giving it a very distinctive appearance, speaking of an alternative style of work and sustainable development. The vertical tower is a layered structure consisting of two different zones, each comprising 5 to 6 floors, repeated alternately 3 and 4 times* (Archdaily, 2018). An example of maximizing the concept of a buffer zone, understood as an intermediate space, is the Shanghai Tower project in China (2008-2015) designed by the Gensler firm. The project introduces a series of atriums encircling the building, and the concept is referred to as "vertical urbanism." The architects described the project's ideas as follows: *The Shanghai Tower is designed to embrace and stimulate the life of the city. However, instead of horizontally scattered parks throughout the city, the tower provides vertically arranged meeting places. These are innovative sky gardens that set this building apart from all the skyscrapers ever built* (Archdaily, 2016). The project's distinctive feature is its curvature, creating an impression of aerodynamics. The design utilizes parametric possibilities and realizes the concept of a "double skin."

<sup>8</sup> In Polish legislation, according to the provisions of §303, points 2 and 3 of the Announcement of the Minister of Development and Technology of April 15, 2022, regarding the publication of the consolidated text of the Regulation of the Minister of Infrastructure on the technical conditions that buildings and their location should meet, balconies can be used in buildings up to a height of 25 meters above the ground, and loggias can be used up to a height of 55 meters above the ground.

Fig. 6. Structural analysis of the floor plan of the repeatable floor of SBF (2018), Guangdong Sheng, architects: Hans Hollein and Christoph Monschein. Annotations: A – vertical communication-sanitary zone, B – office space zone, D – biophilic zone (gardens, recreational spaces). Source: Archdaily (2018).

Ryc. 6. Analiza strukturalna rzutu piętra powtarzalnego SBF (2018), Guangdong Sheng, architekt: Hans Hollein i Christoph Monschein. Oznaczenia: A – strefa pionu komunikacyjno-sanitarnego, B – strefa przestrzeni biurowej, D – strefa biofilna (ogrody, przestrzenie rekreacyjne).

Zródło: Archdaily (2018)



## 5.2. Biophilic elements in the internal structure of the building

With technological advancements, opportunities arose to introduce green and recreational spaces within the interior zones of buildings. After analyzing available examples of implementations and concepts in tall and high-rise buildings where communal spaces were incorporated into the internal structure of the building, two fundamental trends in solutions were identified:

- green and recreational communal spaces in the form of horizontal zones,
- green and recreational communal spaces in the form of vertical and hybrid zones.

### 5.2.1. Horizontal zones

The frequently used spatial composition scheme involves alternating the placement of green zones, designed as multi-story, distinct blocks in a horizontal layout. This modified compositional scheme is employed in the works of WOHA Architects. The Singaporean architects attempt to combine the high-density requirements of investors with elements of green space in their projects (Fig. 7). They perceive their solutions as a synergy of architecture, urban planning, and landscape architecture, defining their architectural philosophy as an attempt to answer questions such as *how to build sustainably; how to create diverse and captivating environments; how can the built environment create and enhance a sense of community; how can we achieve density while introducing amenities* (WOHA). In their projects, they address issues such as the "civic generosity index," understood as the degree of accessibility of space for the public; the "ecosystem contribution index," understood as the complementing of the urban ecosystem by the designed object; or the "self-sufficiency index," understood as the ability of a given investment to provide its own energy, food, and water. Their most well-known examples include the Oasia Hotel in Singapore (2015) and Parkroyal on Pickering (2013). These implementations are based on a scheme of horizontal zoning, supplemented by various methods of introducing biophilic elements.

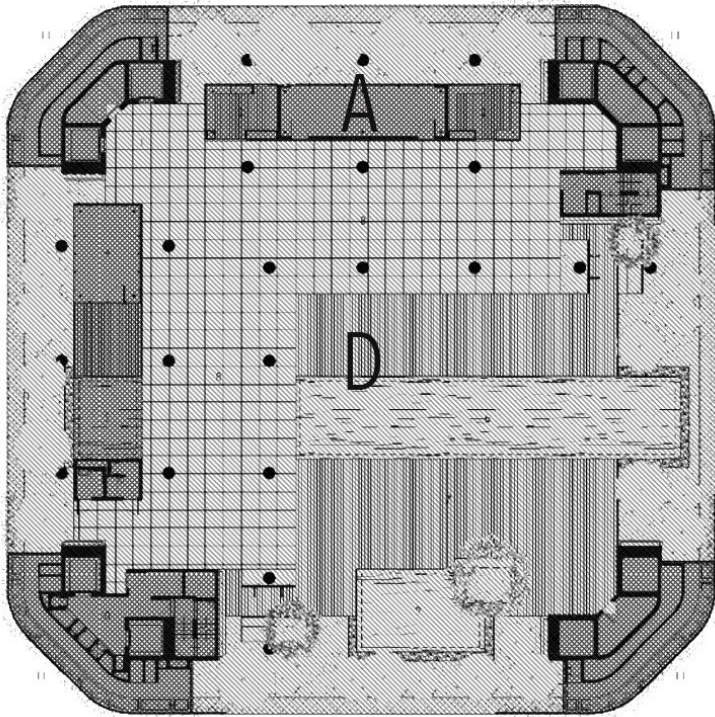


Fig. 7. Structural analysis of the floor plan of Oasia Hotel Singapore (2015) Singapore, architect: WOHA. Designations: A – vertical communication-sanitary zone, D – biophilic zone (gardens, recreational spaces). Source: Archdaily (2016-A)

Ryc. 7. Analiza strukturalna rzutu piętra powtarzalnego Oasia Hotel Singapur (2015) Singapur, architekt: WOHA. Oznaczenia: A – strefa pionu komunikacyjno-sanitarnego, D – strefa biofilna (ogrody, przestrzenie rekreacyjne). Źródło: Archdaily (2016-A)

The concept of horizontal zoning is currently in the experimental phase of design, and among the recently developed concepts, notable examples include CapitaSpring (2022) in Singapore, designed by Bjarke Ingels Group and Carlo Ratti Associati; ODA Terrarium Cheong-Dam (2023) in Seoul, designed by ODA, as well as the planned redevelopment of Austin and the Waterline Tower (2023) by KPF

### 5.2.2. Vertical and hybrid zones.

The most complex concepts introduce recreational and green zones in the form of buffers throughout the entire structure of the building. A pioneer in the design of bioclimatic skyscrapers was the Malaysian architect Kenneth Yeang. One of the earliest implementations of this kind was his project Menara Mesiniaga (1993) in Petaling Jaya, Malaysia. Conceptually, this project involved introducing plates that the architect referred to as "sky courts," defining them as "floating flat urban landscapes." Yeang further developed his uncompromising concepts, incorporating bioclimatic elements both inside and outside the building in his subsequent designs. In the Nara Tower project for Tokyo, he attempted, as he described it, to create *vertical landscape architecture with an ecosystem for filtering clean air* (Gattupalli A. 2023). Yeang introduced an even more radical vision in the conceptual project EDITT/The Tropics Tower in Singapore, where he incorporated a vertical

Among other structural concepts, notable examples include Regnum Tower (2009) in Istanbul by Park Associati (Fig. 8), where the communal space is designed as a vertical atrium spanning most of the building's height. Leeza SOHO (2018) in Beijing by Zaha Hadid Architects is particularly noteworthy in this category, featuring a central space that runs through the entire height of the building. A separate chapter in the creation of ecological utopias based on bioclimatic skyscrapers is the work of Vincent Callebaut. In visionary projects, he employs diverse functional schemes, creating the most radical design ideas in contemporary times.

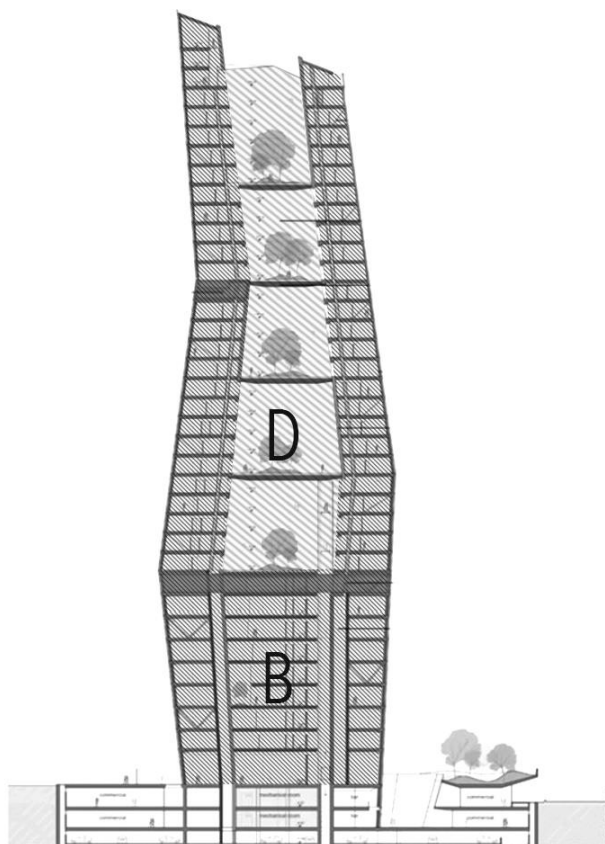


Fig. 8. Structural analysis of the section of the conceptual design of Regnum Tower (2009), Istanbul, architect: Park Associati. Designations: B – office space zone, D – biophilic zone (gardens, recreational spaces). Source: Pham D. (2009).

Ryc. 8. Analiza strukturalna przekroju koncepcji budynku Regnum Tower (2009), Stambuł, architekt: Park Associati. Oznaczenia: B – strefa przestrzeni biurowej, D – strefa biofilna (ogrody, przestrzenie rekreacyjne). Źródło: Pham D. (2009).

## 6. SUMMARY AND CONCLUSIONS

The idea of Arcadia as a perfect union of nature and human habitation is a recurring concept in culture in various forms from antiquity to the present day. In the early 21st century, after the successes and failures of contemporary architecture, this fantasy returns, becoming a theme in projects and theoretical considerations of modern architects. Although the design of high-rise and tall buildings is largely an engineering challenge, in the context of incorporating biophilic elements, it can also be interpreted as an attempt to realize the timeless idea of Arcadia.

Contemporary architecture of high-rise and tall buildings, in its typological development, traces back to the turn of the 19th and 20th centuries. The first American skyscrapers emerging during that period became an inspiration for the nascent modernist movement. Modernist architects developed their own concepts for high-rise and tall buildings, creating structural and aesthetic solutions in the International Style. The shift in paradigms in designing skyscrapers can be observed with the emergence of structuralism, followed by the development of the hi-tech movement. Hi-tech architects, driven by their fascination with technology, were naturally predisposed to develop new typologies.

Since the beginning of the 21st century, architecture has witnessed the coexistence of various trends and architectural directions. A new element gaining increasing attention, independent of aesthetic aspects, is sustainable design. This type of design encompasses a broad range of activities aimed at improving the use of existing resources and enhancing user comfort. In this context, the incorporation of biophilic elements can be considered as one element of a sustainable development strategy.

The number of implementations of such buildings is still relatively small. However, in 2022 and 2023, investors and architects presented several new spectacular business projects based on the principles of sustainable development, including increasingly bold concepts incorporating biophilic solutions. Spatial and technical solutions that may have seemed like visions of the future in the early 21st century are now becoming proposals aimed at implementation. A new trend is the use of Cross-Laminated Timber (CLT) technology and the incorporation of wood-like elements in the finishing and arrangement of spaces. Combined with biophilic elements, this creates an even more synergistic environment, referencing the natural world. This raises hope that these trends will not only continue to develop but will see significant acceleration in the coming years.

## **EWOLUCJA UKŁADÓW FUNKCJONALNO-STRUKTURALNYCH BIUROWYCH BUDYNKÓW WYSOKICH I WYSOKOŚCIOWYCH W KONTEKŚCIE ROZWIĄZAŃ BIOFILNYCH W POCZĄTKACH XXI W.**

### **1. WSTĘP**

Integracja przestrzeni architektonicznej z elementami środowiska naturalnego, lub z rozwiązaniami które mają to środowisko zastępować, jest jedną z ważniejszych tendencji tworzących główne nurty urbanistyki i architektury współczesnej. W Europie od początku XX w. coraz powszechniejsze stawały się ruchy społeczne i tendencje urbanistyczno-architektoniczne, które kwestionowały zarówno historyczną urbanistykę miejską, jak i szczególnie koncepcje miasta czynszowego, która rozwinęła się w drugiej połowie XIX i na początku XX w. Krytycy wywodzący się z szeregów ruchu międzynarodowego kontestowali ułomności tradycyjnej urbanistyki i architektury, akcentując problemy zbyt dużej intensywności zabudowy, braku systemowo rozwiązanych problemów nasłonecznienia, przysłaniania i przewietrzania, oraz braku wystarczającej wielkości terenów rekreacyjnych i zielonych. Odpowiedzią na te problemy stały się w początkach modernizmu m.in. koncepcje miasta-ogrodu Ebenezero Howarda (1898), nowe zasady urbanistyki sformułowane przez Le Corbusiera (1925), czy też postulaty Karty Ateńskiej (1933).

Architektura biurowa budynków wysokich i wysokościowych pojawiła się w nowoczesnej postaci w Stanach Zjednoczonych w końcu XIX i na początku XX w. Jej najbardziej znane dokonania związane były z powstaniem i rozwojem Szkoły Chicagowskiej. Architektura biurowa tworzona przez twórców Szkoły Chicagowskiej może być uznana za przejaw wczesnego modernizmu. W początkach XX w. idea tworzenia budynków wysokich i wysokościowych, będąca synonimem nowoczesności, została przejęta przez awangardę architektoniczną. Amerykańskie rozwiązania stały się dla europejskich architektów inspiracją do tworzenia wizji miast przyszłości. Jako przykłady kształtowania się tego modernistycznego fantazmatu wymienić można m.in.: rysunki miasta przyszłości La Città Nuova (1912-1914) autorstwa Antonio Sant'Elia; projekt wieżowca przy Friedrichstrasse (1921) w Berlinie autorstwa Ludwiga Miesa van der Rohe; czy też budynki wysokie w alternatywnej zabudowie Paryża przedstawione przez Le Corbusiera w Plan Voisin (1925). Jednak dopiero od drugiej połowy lat 30. XX w. wykrystalizowały się dojrzałe schematy funkcjonalno-strukturalne i estetyczne stylu międzynarodowego odnoszące się do budynków wysokich i wysokościowych. W tamtym okresie rozpoczęły się pierwsze realizacje, które zaczęły kształtować kanon, powielany przez kolejne dziesięciolecia. Jako przykłady takich wczesnych realizacji wymienić można m.in.: Pałac Ministerstwa Edukacji Narodowej i Zdrowia Publicznego (1936) w Rio de Janeiro, autorstwa Lucio Costy, Oscara Niemeyera i Le Corbusiera; oraz Sekretariat ONZ (1948-1952) w Nowym Yorku Le Corbusiera.

Zmiany w schematach funkcjonalno-strukturalnych w architekturze budynków wysokich i wysokościowych nastąpiły wraz z pojawieniem się w latach 60. XX w. strukturalizmu, metabolizmu, a na-

stępnie architektury hi-tech. Po tym okresie doszło jednak do stagnacji rozwoju strukturalno-funkcjonalnego, a architekci postmodernistyczni skupiali się na problemach formalnych. Dopiero od początków XXI w. obserwować można pojawienie się nowych koncepcji, które zmieniają dotychczasowe schematy. Ich fundamentem stała się popularyzacja idei zrównoważonego rozwoju, w tym wprowadzania w struktury budynków przestrzeni rekreacyjnych i zielonych, tworzących iluzję natury. Choć idee te pojawiały się w projektach wizyjnych już w początkach XX w., to dopiero rozwój technik i technologii budowlanych, oraz zastosowanie w projektowaniu narzędzi cyfrowych, pozwoliło na ich urzeczywistnienie. W przypadku budynków wysokich i wysokościowych wciąż podstawowym zagadnieniem pozostają aspekty inżynierskie, to równocześnie coraz ważniejsze w ocenie ich rozwiązań stają się kwestie ekologiczne i użytkowe. Ilość nowatorskich realizacji jest wciąż niewielka, ale bez wątpienia tendencja ta ulega ilościowemu i jakościowemu progresowi. Stwarza to podstawę do twierdzenia, iż znajdujemy się obecnie w momencie zmian części paradygmatów w projektowaniu wysokich i wysokościowych budynków biurowych, a jednym z elementów tych zmian staje się coraz powszechniejsze włączanie w te projekty przestrzeni biofilnych.

## 2. TEMAT I PRZYJĘTA METODA BADAWCZA

Tematem artykułu są badania związane ze zmianami schematów funkcjonalnych i strukturalnych w wysokich i wysokościowych budynkach biurowych, powstałych w początkach XXI w., które są wynikiem stosowania w projektowaniu architektonicznym zasad zrównoważonego rozwoju, w tym szczególnie elementów projektowania biofilnego. Projektowanie biofilne w budynkach wysokich i wysokościowych definiowane jest na potrzeby niniejszego opracowania, jako tworzenie przestrzeni wykorzystującej elementy roślinne, służące zarówno poprawie technicznych parametrów użytkowych budynku, jak i subiektywnie rozumianego komfortu użytkownika.

Problemy implementacji elementów środowiska naturalnego w przestrzeń architektoniczną zestawiono z rysem rozwojowym architektury współczesnej. Ze względu na potrzebę przedstawienia procesów ewolucyjnych w opracowaniu dokonano analizy głównych typów budynków wysokich i wysokościowych w koncepcjach stylu międzynarodowego i późnego modernizmu. Najważniejszą częścią badań jest analiza wybranych przykładów rozwiązań powstałych w początku XXI w. Dla potrzeb badań zgromadzono dostępne materiały projektowe, a następnie po analizie strukturalno-funkcjonalnej, dokonano ich podziału na dwa główne typy.

W badaniach wykorzystano materiały prezentujące rozwiązania projektowe i ich omówienia, udostępniane na stronach internetowych ich twórców, oraz przez prasę i portale architektoniczne. W części historycznej wykorzystano literaturę dotyczącą rozwoju współczesnych doktryn architektonicznych, oraz omówienia ewolucji zasad projektowania przestrzeni biurowych. Osobną część analizowanej bibliografii stanowią opracowania dotyczące zasad zrównoważonego projektowania, oraz rozwiązań określanych mianem „architektury zielonej”. Na szczególne podkreślenie zasługuje opracowanie „The Green Skyscraper: The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings”, autorstwa pioniera bioklimatycznej architektury budynków wysokich i wysokościowych Yeanga Kena.

## 3. GŁÓWNE KIERUNKI INSPIRACJI ŚRODOWISKIEM NATURALNYM W KONTEKŚCIE ROZWOJU BUDYNKÓW WYSOKICH I WYSOKOŚCIOWYCH DO POCZĄTKU XXI W.

Pojęcie „biophilic design” zostało rozpropagowane przez Edwarda O. Wilsona, który wprowadził je w jednej ze swych publikacji w 1984 r. Jednakże odwołanie się do natury w projektowaniu architektonicznym, stanowi jedną z głównych ścieżek rozwojowych architektury współczesnej od jej początków. Próbuąc dokonać systematyki inspiracji elementami środowiska naturalnego z perspektywy biurowych budynków wysokich i wysokościowych, dla potrzeb niniejszego opracowania wyróżniono trzy podstawowe rodzaje relacji:

- inspiracje formami przyrodniczymi wpływające na budowę formy architektonicznej;
- inspiracje procesami przyrodniczymi wpływające na budowę formy architektonicznej;

- wprowadzanie elementów środowiska naturalnego, lub jego substytutów w przestrzeń architektoniczną.

### **3.1. Inspiracje formami przyrodniczymi wpływające na budowę formy architektonicznej**

Idee projektowania biomorficznego występują w twórczości Antonio Gaudiego, a także od początków rozwoju modernistycznej architektury organicznej m.in. w projektach Alvara Aalto, Hugo Häringa i Hansa Scharouna. Proponowane przez nich rozwiązania koncentrowały się w głównej mierze na architekturze mieszkaniowej, oraz obiektach publicznych o innych funkcjach. Istotny wkład w rozwój nowatorskich układów przestrzennych budynków biurowych i zastosowanie innowacyjnych konstrukcji budowlanych inspirowanych formami naturalnymi, wniósł Frank Lloyd Wright. W budynku administracyjnym Larkin Company (1904) w Buffalo, wprowadził on centralną przestrzeń łączącą kilka kondygnacji biurowych, którą doświetlił od wewnątrz świetlikiem dachowym. Eksperymentami konstrukcyjnymi były: zespół budynków biurowo-laboratoryjno-produkcyjnych firmy S.C. Johnson (1936–1939) w Racine, w której zastosował on stropy grzybkowe, inspirowane budową kaktusa; oraz wieżowiec Price Tower (1955) w Bartsville, zaprojektowany w konstrukcji stalowo-betonowego trzonu, do którego przymocowano wspornikowo stropy, wzorowane na formie drzewa i gałęzi. Pośród innych znanych biomorficznych biurowych budynków wysokich i wysokościowych, tworzonych przez architektów modernistycznych, wymienić można m.in. kompleks Marina City (1959–1967) autorstwa Bertranda Goldberga, którego kształt był parafrazą kolby kukurydzy; oraz Australia Square Office Tower Sydney (1961-1967) autorstwa Harrego Seidlera i Pier Luigi Nervi, który zaprojektowano w formie cylindrycznej, nawiązującej do pnia drzewa.

### **3.2. Inspiracje procesami przyrodniczymi wpływające na budowę formy architektonicznej**

Odmiernym rodzajem inspiracji wpływającej na budowę formy architektonicznej, znajdujących swoje odzwierciedlenie także w projektowaniu budynków wysokich i wysokościowych, stało się odniesienie do procesów biologicznych. Za kluczowe w tym zakresie uznać należy poszukiwania architektów późnego modernizmu. Najważniejsze realizacje tego nurtu stworzone zostały przez japońskich architektów metabolistycznych. Jako przykłady tego typu inspiracji wymienić można m.in. projekt koncepcyjny miasta przyszłości Miasto Powietrzne (1962) autorstwa Araty Izosakiego; oraz zrealizowany projekt Centrum Shizuoka (1967) autorstwa Kenzo Tangego. Projekty metabolistyczne najczęściej odnosiły się do idei drzewa z jego pniem i gałęziami, które architekci odzwierciedlali w strukturze budynku.

### **3.3. Wprowadzanie elementów środowiska naturalnego, lub jego substytutów w przestrzeń architektoniczną**

U podstaw architektury modernistycznej stała szeroko zakrojona koncepcja stworzenia nowego środowiska życia człowieka. Modernizm jako nurt inspirowany różnymi wpływami, łączył w sobie pozornie biegunowe tendencje. Z jednej strony fascynował się przemysłem i techniką, rozwijając racjonalistyczne kierunki projektowe, z drugiej strony dążył do stworzenia rodzaju zielonego edenu. Obszarem w którym te tendencje mogły się spotkać stały się budynki wysokie i wysokościowe. Podwaliny pod koncepcję tworzenia wysokich budynków mieszkalnych i publicznych, które osadzono w terenach zielonych w latach 20. i 30. XX w. stworzył Le Corbusier. Jego ideą było projektowanie budynków wysokich, które w części parterowej ustawiane byłyby na słupach, co w konsekwencji pozwalałoby na zachowanie możliwie niewielkiej powierzchni zabudowy i utrzymanie maksymalnej wielkości ogólnodostępnych terenów zielonych. Równocześnie brak bezpośredniego dostępu do terenów zielonych miały rekompensować indywidualne loggie. Koncepcje taką prezentował już w początkach swojej drogi twórczej (Ryc. 1), a następnie przedstawił m.in. w Pavillon de l'Esprit Nouveau (1925), projekcie koncepcyjnym przebudowy Paryża Plan Voisin (1925), oraz rozwinął w Planie Przebudowy Algieru (1932). Idee te były kontynuowane przez całe pokolenie architektów zafascynowanych jego wizją. Ich ukoronowaniem stały się futurologiczne koncepcje



totalnego środowiska łączącego technikę i przyrodę z przełomu lat 50. i 60. XX w. Jako najbardziej znanych twórców tego sposobu myślenia<sup>9</sup> wymienić należy Yone Fridmana i grupę Archigram.

#### **4. GŁÓWNE TYPY UKŁADÓW FUNKCJONALNO-STRUKTURALNYCH BIUROWYCH BUDYNKÓW WYSOKICH I WYSOKOŚCIOWYCH W DRUGIEJ POŁOWIE XX W.**

Układy funkcjonalno-strukturalne biurowych budynków wysokich i wysokościowych powstałe w początkach XXI w., w których wprowadzano przestrzenie zielone i rekreacyjne, stanowią rozwinięcie idei wypracowanych w drugiej XX w. Próbując dokonać systematyki tych rozwiązań z perspektywy ich wpływu na omawianą architekturę budynków biofilnych, wyróżnić można dwa rodzaje inspiracji:

- inspiracje rozwiązaniami funkcjonalno-strukturalnymi stosowanymi w budynkach stylu międzynarodowego;
- inspiracje rozwiązaniami funkcjonalno-strukturalnymi stosowanymi w budynkach architektury strukturalistycznej i architektury hi-tech.

Należy podkreślić, iż powrót w architekturze końca XX w. do tradycjonalizmu i rozwój postmodernizmu<sup>10</sup> nie wpłynęły znacząco na zmiany układów funkcjonalnych budynków wysokich i wysokościowych, koncentrując się na problemach symboliki form elewacyjnych. Osobnym zagadnieniem strukturalnym był rozwój dekonstruktywizmu, jednak w końcu XX w. architekci tego nurtu nie realizowali budynków wysokościowych, a rozwiązania które powstały w XXI w. reprezentowały już inne kierunki stylistyczne<sup>11</sup>.

##### **4.1. Schematy funkcjonalno-strukturalne stosowane w budynkach okresu stylu międzynarodowego**

Rozwój budynków biurowych wysokich i wysokościowych w pierwszej części XX w. odbywał się głównie w miastach Stanów Zjednoczonych. W okresie międzywojennym budynki te pod względem stylistycznym nawiązywały wciąż do form historycznych, ale pojawiały się także realizacje wykorzystujące zgeometryzowaną estetykę modernistyczną. Zmiana stylistyki widoczna była w twórczości jednego z najważniejszych amerykańskich biur tego okresu Raymond Hood i John Mead Howells, którzy w latach 1923-1925 zaprojektowali Chicago Tribune Tower Chicago w Illinois, którego elewacje stanowiły połączenie form neogotyckich i wczesnomodernistycznych, a w latach 1929-1930 zaprojektowali Daily News Building New York w Nowym Jorku, którego elewacje składały się już z minimalistycznych, ceramicznych pionowych pasów. Pod względem funkcjonalno-strukturalnym posiadają one jednak podobną budowę, na którą składa się trzon komunikacyjno-sanitarny, który otoczony jest strefą przestrzeni biurowych. Różnice w szczegółowym rozplanowaniu wynikają w głównej mierze ze stopnia rozczłonkowania bryły. Układ z centralnym trzonem

<sup>9</sup> Istotny wkład w te idee wnieśli także polscy architekci: Oskar Hansen, Włodzimierz Gruszczyński, Jan Głuszczyk Dagamary, Tadeusz Zipser, Ryszard Semka i Jacek Popek.

<sup>10</sup> Jako przykłady dwóch najważniejszych wysokich budynków biurowych zaprojektowanych i zrealizowanych w estetyce postmodernistycznej wymienić należy: Portland Building (1982) w Portland autorstwa Michaela Gravesa, oraz AT&T Building (1994) w Nowym Jorku autorstwa Philipa Johnsona i Johna Burgee. Budynki te zaprojektowano z centralnym trzonem komunikacyjno-sanitarnym, powielającym schematy funkcjonalne wypracowane w okresie stylu międzynarodowego.

<sup>11</sup> Projektujący w latach 90. XX w. architekci nurtu dekonstruktywistycznego koncentrowali swoje wysiłki twórcze na budynkach publicznych i mieszkaniowych o mniejszych skalach. Już w XXI w. Rem Koolhaas, Zaha Hadid, Bernard Tschumi i Coop Himmelb(l)au projektowali i realizowali budynki wysokościowe, ale ich twórczość z początku wieku nie może być uznana za bezpośrednią kontynuację idei dekonstruktywistycznych. Wyjątkowe w tym kontekście są eksperymentalne projekty z końca XX w. autorstwa Petera Eisenmana. Zaprojektował on dwa teoretyczne, niezrealizowane projekty dla Berlina. Pierwszym był The Max Reinhardt Haus (1993), budynek o niewątpliwie nowatorskiej formie, składający się z dwóch zdekomponowanych wież, z których każda posiadała własny, typowy dla wcześniejszych rozwiązań trzon komunikacyjno-sanitarny. W 2000 r. Eisenman zaprojektował natomiast wieżowiec Spree Dreieck Tower 2000. Projekt ten stanowił twórczą parafrazę koncepcji Miesa van der Rohe i wykorzystywał zaproponowaną w latach 20. XX w. idee trzech niezależnych centralnych trzonów komunikacyjnych. Berlińskie projekty wieżowców autorstwa Peter Eisenmana wyróżniały się na tle ówczesnej twórczości oryginalną i ekspresyjną formą, ale w zakresie rozwiązań strukturalnych kontynuowały idee centralnego trzonu komunikacyjno-sanitarnego.

w przypadku budynków punktowych uznać należy za najbardziej praktyczny<sup>12</sup>. Warto podkreślić wtórny charakter estetyki elewacji, która miała przede wszystkim znaczenie symboliczne, odnoszące się do pożądanego przez inwestora i architekta wizji nowoczesności. Po zakończeniu II wojny światowej, wraz z gwałtownym rozwojem gospodarczym Stanów Zjednoczonych, obserwowano można było kolejną falę realizacji wysokich budynków biurowych, która związana była z triumfem stylu międzynarodowego. Zjawisko to należy łączyć z popularyzacją modernizmu, w a także przyjazdem do Stanów Zjednoczonych wybitnych europejskich architektów. Symbolem tego okresu był Seagram Building (1954-1958), który powstał w Nowym Jorku według projektu Miesa van der Rohe (Rys. 2). Zaproponowana przez niego koncepcja funkcjonalno-strukturalna podtrzymywała idee trzonu komunikacyjno-sanitarnego, rozwijanego wcześniej w architekturze amerykańskiej<sup>13</sup>. Idea punktowego wieżowca z centralnym trzonem i kurtynowymi ścianami elewacyjnymi powielana była przez wielu naśladowców, z których najbardziej znanym stało się biuro Skidmore, Owings & Merrill (SOM). Do jego najbardziej znanych i wpływowych realizacji należały: Lever House (1950-1952) w Nowym Jorku, Manufacturer's Hanover Trust Bank (1953-1954) w Nowym Jorku, Inland Steel Building Chicago (1955-1958) w Illinois, oraz Chase Manhattan Bank (1955-1961) w Nowym Jorku.

#### 4.2. Schematy funkcjonalno-strukturalne stosowane w architekturze późnego modernizmu i hi-tech

Od lat 60. XX w. obserwowano można pogłębiający się kryzys stylu międzynarodowego, a coraz ważniejszą pozycję w poszukiwaniach awangardowych architektów zaczęły zajmować idee późnego modernizmu. Późny modernizm odszedł od powściągliwych i minimalistycznych form stylu międzynarodowego i zastąpił je rzeźbiarską ekspresją, oraz ekspozycją struktury, jako elementu budującego zarówno funkcję jak i formę. Jako przykłady tych poszukiwań wymienić można niezrealizowany projekt City Tower (1952-1957) w Filadelfii autorstwa Louisa Kahna, czy też serię szkiców wykonanych przez Paula Rudolpha, których późnym urzeczywistnieniem stał się The Concourse (1994) w Singapurze. Od przełomu lat 60. i 70. XX w. koncepcje strukturalne zostały podjęte i twórczo rozwinięte w przez brytyjskich architektów nurtu hi-tech. Idee megastruktury zostają przez nich zinterpretowane w sposób pragmatyczny, ale ten pragmatyzm owocuje szczególnie interesującymi koncepcjami w zakresie projektów budynków wysokich i wysokościowych.

Jako dwa najbardziej znane wczesne przykłady realizacji tych idei wymienić należy: Hong Kong and Shanghai Bank (1985) w Hong Kongu autorstwa Norman Foster + Partners i Lloyd's Building (1986) w Londynie autorstwa Richard Rogers & Partners (Rys. 3). Ich nowatorstwo polegało na stworzeniu alternatywnej koncepcji budynku wysokiego. W centrum nowego typu wieżowca umieszczono atrium, które doświetlało przestrzeń biurową dodatkowo od wewnątrz, natomiast funkcje komunikacyjne i instalacyjne ulokowano w strefie zewnętrznej. Rozbicie kanonu centralnego otworzyło drogę do jeszcze dalej posuniętych koncepcji, których istotą było swobodniejsze zestawienie poszczególnych bloków funkcjonalnych.

Kolejnym przełomem strukturalnym związanym z nurtem hi-tech stał się projekt Commerzbank Tower (1997) we Frankfurcie nad Menem autorstwa Norman Foster + Partners. Budynek ten posiadając cechy typowe dla architektury hi-tech, zaproponował także nowatorskie rozwiązania. Sami autorzy określili projekt jako „pierwszą na świecie ekologiczną wieżę biurową”<sup>14</sup>. W centrum budynku nadal znajduje się atrium, a komunikacja umieszczona jest w jego narożach, ale równocześnie w rzutach wprowadzono czteropiętrowe bloki ogrodów zimowych, które służą poprawie warunków wentylacji, ale także polepszeniu relacji społecznych (Rys. 4).

<sup>12</sup> Część budynków, ze względu na swój wydłużony kształt, projektowano w układzie korytarzowym, który obsługiwany był przez jedną, lub większą ilość klatek schodowych. Dla potrzeb niniejszego opracowania także takie rozwiązania zakwalifikowano jako rozwiązania z centralnie umieszczonym pionem komunikacyjno-sanitarnym.

<sup>13</sup> Idee niezależnego trzonu komunikacyjnego Mies van der Rohe rozwijał samodzielnie, niezależnie od koncepcji amerykańskich od lat 20. XX w.

<sup>14</sup> Określenie „pierwszej na świecie ekologicznej wieży biurowej” znajduje się w opisie projektu zamieszczony przez Foster and Partners (Foster+Partnes, 2017)

## **5. ANALIZA WYBRANYCH PRZYKŁADÓW FORM I SCHEMATÓW FUNKCJONALNYCH BUDYNKÓW WYSOKICH I WYSOKOŚCIOWYCH W KONTEKŚCIE ROZWIĄZAŃ BIOFILNYCH W POCZĄTKACH XXI W.**

Idee wprowadzania w przestrzenie biurowe budynków wysokich i wysokościowych elementów biofilnych w postaci ogrodów i terenów wewnętrznej rekreacji, które w nowoczesnej formie zostały zapoczątkowane w Commerzbank Tower, rozwijały się w pierwszych dwóch dziesięcioleciach XXI w. Ilość tego typu realizacji była stosunkowo niewielka, jednakże pojawiły się równoległe nowe koncepcje ideowe, oraz szereg innych rozwiązań proekologicznych. Ich suma wpisuje się w szeroko rozumianą ideę zrównoważonego projektowania architektonicznego budynków wysokich i wysokościowych, w której poza problemem przestrzeni biofilnych wprowadzane są rozwiązania mające na celu m.in.: zwiększenie efektywności wykorzystania i produkowania energii; optymalizacja procesów wentylacji i klimatyzacji budynków; zwiększenie efektywności wykorzystania wody, rozwiązania mające na celu pełniejsze wykorzystanie naturalnego światła dziennego; czy też szeroki wachlarz działań związanych z optymalizacją materiałów budowlanych i technologią budowy, dążącą do minimalizacji śladu węglowego; oraz problematyką społeczną skupioną na poprawie komfortu użytkownika przestrzeni wspólnych.

Koncentrując badania na sposobach kreacji przestrzeni biofilnych w wysokich i wysokościowych budynkach biurowych powstałych w początkach XXI w., wyróżnić można ich dwa podstawowe typy:

- lokowanie elementów biofilnych w elewacji budynku;
- lokowanie elementów biofilnych w wewnętrznej strukturze budynku.

Dla potrzeb analizy wybrano i omówiono po kilka reprezentatywnych przykładów rozwiązań dla każdego z wyodrębnionych typów.

### **5.1. Elementy biofilne w elewacji budynku**

Elewacja stanowi granicę pomiędzy przestrzenią zewnętrzną i wewnętrzną budynku. Jako strefa pośrednia może być rozwiązywana w zróżnicowany sposób, stanowiąc jednorodną barierę, lub przestrzeń pośrednią przynależną do wnętrza i zewnątrz budynku. Po przeanalizowaniu dostępnych przykładów realizacji i koncepcji budynków wysokich i wysokościowych, w których elewacje pełniły zróżnicowane funkcje, wyróżniono 3 podstawowe tendencje tych rozwiązań:

- elewacje stałe i aktywne pozbawione elementów biofilnych;
- elewacje biofilne otwarte w formie balkonów i loggii;
- elewacje biofilne zamknięte w formie stałego buforu przestrzennego.

#### **5.1.1. Elewacje stałe i aktywne pozbawione elementów biofilnych**

Pierwszym etapem modyfikacji elewacji w budynkach wysokich i wysokościowych jest wprowadzenie stałej przegrody złożonej najczęściej z kilku warstw szkła i wytworzenie strefy ochronnej. Pozwala ona na regulowanie dostępu światła dziennego, stwarza możliwość naturalnej wentylacji, oraz wpływa na kontrolę warunków termicznych. Dwa najbardziej znane przykłady takich rozwiązań to londyńskie projekty: The Shard (2012) autorstwa Renzo Piano, oraz 30 St Mary Axe (2004) autorstwa Norman Foster + Partners. W obydwu budynkach autorzy zastosowali tafle szkła elewacyjnego, którą projektowano z uwzględnieniem optymalizacji ochrony przed działaniem wiatru i odbiciem promieni słonecznych, zapobiegające przegrzaniu budynku. W obiektach zastosowano szereg innowacyjnych proekologicznych rozwiązań, takich jak m.in.: wykorzystywanie szarej wody do celów gospodarczych, czy zastosowanie paneli fotowoltaicznych do produkcji energii elektrycznej. Należy podkreślić, iż mimo szeregu kontrowersji, które wzbudziły obydwa budynki, ich forma jest częściowo wynikiem studiów nad optymalizacją rozwiązań proekologicznych.

Kolejnym modelem wprowadzającym kontrolę nad dostępem światła dziennego są elewacje aktywne. Zasada wprowadzania okiennic i innych przesłon jest obecna w historii architektury od stuleci. Szczególnie wyraziście obserwować ją można w architekturze krajów, w których operacja promieni słonecznych wytwarza konieczność tworzenia rozwiązań architektonicznych, które je

ograniczają. Pośród tych rozwiązań na plan pierwszy wysuwa się architektura arabska, a w architekturze przełomu XX i XXI w. szczególne zasługi dla nowoczesnych form architektonicznych, które transponują motywy arabskie, należy przypisać twórczości Ateliers Jean Nouvel. Jednak w odniesieniu do budynków wysokich i wysokościowych najbardziej znanym współczesnym przykładem transpozycji motywów tradycyjnej, geometrycznej architektury arabskiej na parametryczne rozwiązania elewacyjne jest budynek Al Bahar Towers (2012) w Abu Zabi autorstwa Aedas Architects. Przeszlone ściany wysokiego budynku przesłonięto ruchomą, mobilną przegrodą ażurową, która w zależności od intensywności działania promieni słonecznych zmienia swój kształt (Ryc. 5). Rozwiązanie to wpływa w głównej mierze na koszty eksploatacji klimatyzacji budynku<sup>15</sup>.

### 5.1.2. Elewacje biofilne otwarte w formie balkonów i loggii

Najliczniejszą grupę przykładów zastosowań kameralnych przestrzeni biofilnych w elewacjach budynków wysokich i wysokościowych, stanowią projekty wykorzystujące balkony i loggie. Choć możliwości te ograniczane są przez przepisy budowlane<sup>16</sup>, to jednak ze względu na ich prostotę, stanowiącą pragmatyczne rozwinięcie idei typowych dla architektury mieszkaniowej<sup>17</sup>, pozwalają one na tworzenie innowacyjnych możliwości formalnych.

W założeniach projektowania balkonów i loggii w kompleksach budynków wysokich i wysokościowych, często występuje łączenie funkcji mieszkalnych, biurowych, handlowych, a także innych funkcji publicznych. Wynika to najczęściej z wielkości założenia i traktowania go jako samodzielnego i samowystarczającego elementu organizmu miejskiego. Przykładem takiej realizacji może być One Central Park Sydney (2014) autorstwa Ateliers Jean Nouvel. Jean Nouvel już we wcześniejszych projektach wprowadzał pionowe, zielone ściany. W projekcie w Sydney zastosował je także, wzbogacając je m.in. o nasadzenia drzew i krzewów na platformach, oraz zielone tarasy. Innym przykładem zastosowania platform w wysokim budynku biurowym jest Tour Trinity (2020) w Paryżu, autorstwa Jean-Luca Crochona i Cro & Co Architecture.

Interesujący schemat rozwiązań wprowadzających balkony i loggie w budynkach wysokich prezentuje holenderskie biuro UNstudio. W swoich dwóch projektach: Green Spine (2018) w Melbourne i New Heart (2023) w Dusseldorfie, przedstawili idee rozdzielania budynku na dwie niezależne wieże i wprowadzenie balkonów, loggii i tarasów w miejscu ich podziału. Radykalną wizję wprowadzenia loggii i balkonów wokół całego obwodu budynku przedstawił w koncepcji The Rainbow Tree (2022) Vincent Callebaut. Budynek w pełni otoczony loggiami ma się według intencji autora odwoływać do filipińskiego drzewa Eucalyptus Deglupta. Wartym podkreślenia jest fakt, iż autor zakłada, że sama konstrukcja budynku zostanie wykonana także z lokalnych, drewnopochodnych materiałów.

### 5.1.3. Elewacje biofilne zamknięte w formie stałego buforu przestrzennego

Jako najbardziej zaawansowane technologicznie rozwiązanie elewacyjne, uznać należy wprowadzanie przestrzeni stałego, przestrzennego bufora, w którym umieszczone są elementy zielone i rekreacyjne. Tak jak miało to miejsce w przypadku elewacji strukturalnych, rozwiązanie to pozwala na regulowanie dostępu światła dziennego, stwarza możliwość naturalnej wentylacji, oraz wpły-

<sup>15</sup> Problematyka mobilnych fasad znajduje się wciąż na etapie eksperymentów i dotyczy najczęściej budynków o mniejszych wysokościach, jak na przykład Kiefer Technic Showroom (2007) autorstwa Ernst Giselbrecht + Partner.

<sup>16</sup> W polskim prawodawstwie, zgodnie z zapisami §303, pkt 2 i 3 Obwieszczenia Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 15 kwietnia 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, balkony można stosować w budynkach do wysokości 25 metrów nad teren, a loggie można stosować do wysokości 55 metrów nad teren.

<sup>17</sup> Nowatorskie zastosowanie balkonów i loggii w architekturze mieszkaniowej stanowi osobne zagadnienie projektowe i badawcze. Symboliczną dla tego typu rozwiązań stała się w ostatnich latach realizacja Bosco Verticale (2014) w Mediolanie, autorstwa Steffano Boeri Architetti. Obiekt ten przez autorów zdefiniowany został jako próba stworzenia „pionowego lasu”. Interesujące pod względem formalnym są projekty grupy MVRDV. Architekci łączą w nich funkcje mieszkalne i biurowe, używając charakterystycznej estetyki piętrzących się prostopadłościennych struktur. Przykładem realizacji takiej idei jest projekt Valley (2022) w Amsterdamie, którzy sami autorzy określają jako „symfonię życia”. Metafory „pionowego lasu” i „symfonii życia”, wskazują na akcentowanie przez ich twórców znaczenia „żywej przestrzeni” i wagi umieszczania w nich balkonów i loggii z zielenią.

wa na kontrolę warunków termicznych. Jednakże dodatkowym, ważnym elementem jest tu uzyskanie wspólnej przestrzeni rekreacyjnej, służącej pracownikom biurowym. Jako wzorcowy przykład tego rodzaju rozwiązania wymienić można budynek biurowy SBF (2018) w chińskim Guangdong Sheng, którego autorami są Hans Hollein i Christoph Monschein. Rozwiązanie to polega na wprowadzeniu we fragmentach strefy elewacyjnej zamkniętego bufora elewacyjnego, w którym architekci zaprojektowali zielone ogrody i inne przestrzenie wspólne (Rys. 6). Bufory te ciągną się poprzez kilka kondygnacji, a następnie przerzucane są do innej strefy budynku. Autorzy w następujący sposób opisali idee budynku: *Budynek wieży (...) jest rzeźbiony pionowymi ogrodami zintegrowanymi z architekturą, co nadaje mu bardzo wyrazisty wygląd, mówiący o alternatywnym stylu pracy i zrównoważonym rozwoju. Pionowa wieża jest konstrukcją warstwową składającą się z dwóch różnych stref od 5 do 6 pięter każda, które powtarzają się naprzemiennie 3 i 4 razy* (Archdaily, 2018). Przykładem maksymalizacji idei strefy buforowej, rozumianej jako przestrzeń pośrednia, jest projekt Shanghai Tower Chiny (2008-2015) autorstwa biura Gensler. Autorzy projektu wprowadzili wokół budynku serię oplatających go atriów, a sam koncept nazwali „urbanistyką pionową” i w następujący sposób opisali idee projektu: *Wieża Szanghajska została zaprojektowana tak, aby obejmować i stymulować życie miasta. Jednak zamiast parków rozmieszczonych poziomo po całym mieście, wieża zapewnia miejsca spotkań ułożone pionowo. Są to innowacyjne podniebne ogrody, które wyróżniają ten budynek spośród wszystkich wieżowców, jakie kiedykolwiek zbudowano* (Archdaily, 2016). Elementem charakterystycznym projektu jest jego zakrzywienie i uzyskane wrażenie aerodynamiczności. Projekt wykorzystuje możliwości parametryczne i realizuje idee „podwójnej skóry”.

## 5.2. Elementy biofilne w wewnętrznej strukturze budynku

Wraz z rozwojem technologicznym pojawiły się możliwości wprowadzania przestrzeni zielonych i rekreacyjnych w strefach wewnątrz budynku. Po przeanalizowaniu dostępnych przykładów realizacji i koncepcji budynków wysokich i wysokościowych, w których przestrzenie wspólne wprowadzono w wewnętrznej strukturze budynku, wyróżniono 2 podstawowe tendencje rozwiązań:

- zielone i rekreacyjne przestrzenie wspólne w formie stref poziomych;
- zielone i rekreacyjne przestrzenie wspólne w formie stref pionowych i hybrydowych.

### 5.2.1. Strefy poziome

Często używanym schematem kompozycji przestrzennej jest naprzemienne umieszczanie stref zielonych, projektowanych jako kilkupiętrowe, wydzielone bloki w układzie poziomym. Taki modyfikowany schemat kompozycyjny stosowany jest w twórczości biura WOHA Architects. Singapurscy architekci próbują w swych projektach połączyć wymaganą przez inwestorów dużą intensywność zabudowy z elementami zielonej przestrzeni (Rys. 7). Swoje rozwiązania postrzegają jako synergię architektury, urbanistyki i architektury krajobrazu, a swoją filozofię architektury, definiują jako próbę odpowiedzi na pytanie: *jak budować w sposób zrównoważony; jak tworzyć różnorodne i zachwycające środowiska; w jaki sposób środowisko zbudowane może stworzyć i wzmocnić poczucie wspólnoty; jak możemy osiągnąć zagęszczenie, a jednocześnie wprowadzić udogodnienia* (WOHA). W swoich projektach podejmują m.in. takie problemy jak: „wskaźnik hojności obywatelskiej”, rozumiany jako stopień dostępności przestrzeni dla ogółu; „indeks wkładu w ekosystem”, rozumiany jako uzupełnienie ekosystemu miejskiego przez projektowany obiekt; czy też „wskaźnik samowystarczalności”, rozumiany jako zdolność danej inwestycji do zapewnienia własnej energii, żywności i wody. Najbardziej znanymi przykładami ich realizacji są: Oasia Hotel Singapur (2015) i Parkroyal on Pickering (2013). Realizacje te oparte są o schemat poziomego strefowania, które uzupełniony jest także innymi sposobami wprowadzania elementów biofilnych.

Idea poziomego strefowania znajduje się obecnie w fazie eksperymentów projektowych, a wśród powstałych w ostatnim czasie koncepcji wymienić można m.in.: CapitaSpring (2022) w Singapurze, autorstwa Bjarke Ingels Group and Carlo Ratti Associati; ODA Terrarium Cheong-Dam (2023) w Seulu autorstwa ODA, czy też zakładane plany przebudowy Austin i wieżowiec Waterline (2023) firmy KPF.

### 5.2.2. Strefy pionowe i hybrydowe.

Najbardziej złożone koncepcje wprowadzają strefy rekreacyjne i zielone w formie buforów w całą strukturę budynku. Pionierem w zakresie projektowania wieżowców bioklimatycznych był malezyjski architekt Kenneth Yeang. Jednym z pierwszych tego typu realizacji był jego projekt Menara Mesiniaga (1993) w Petaling Jaya w Malezji. Pod względem ideowym projekt ten polegał na wprowadzeniu płyt, które autor nazwał „niebiańskimi dziedzińcami” i zdefiniował jako „unoszące się płaskie krajobrazy miejskie”. Architekt rozwija swoje bezkompromisowe koncepcje, wprowadzając elementy bioklimatyczne zarówno do wnętrza jak i na zewnątrz budynku, w swoich kolejnych koncepcjach. W projekcie Nara Tower dla Tokio, podjął, jak sam to określił, próbę stworzenia „pionowej architektury krajobrazu z ekosystemem w celu filtrowania czystego powietrza” (Gattupalli 2023). Jeszcze radykalniejszą wizję Yeang wprowadził w projekcie ideowym EDITT/ The Tropics Tower w Singapurze, w której prowadził pionowy dziedzińiec w formie rdzenia.

Pośród innych strukturalnych koncepcji wymienić można m.in. Regnum Tower (2009) w Stambule autorstwa Park Associati (Rys. 8), gdzie przestrzeń wspólną rozwiązano w formie pionowego atrium przechodzącego przez większość wysokości budynku. Na szczególną uwagę w tej kategorii projektów zasługuje Leeza SOHO (2018) w Pekinie autorstwa Zaha Hadid Architects, w którym autorzy wprowadzili centralną przestrzeń przechodzącą przez całą wysokość budynku. Osobnym rozdziałem w zakresie tworzenia ekologicznych utopii, opartych o bioklimatyczne wieżowce, stanowi twórczość Vincenta Callebauta. W projektach wizyjnych stosuje on zróżnicowane schematy funkcjonalne, tworząc współcześnie najbardziej radykalne idee projektowe.

## 6. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Arkadia jako wyobrażenie doskonałego połączenia przyrody i miejsca życia człowieka jest ideą powracającą w kulturze w różnych postaciach od starożytności po współczesność. W początkach XXI w. po sukcesach i porażkach architektury współczesnej, ten fantazmat znów powraca i staje się tematem projektów i rozważań teoretycznych współczesnych architektów. I choć projektowanie budynków wysokich i wysokościowych to w znacznej mierze wyzwanie inżynierskie, to równocześnie w kontekście stosowania elementów biofilnych, można je interpretować także w perspektywie próby urzeczywistnienia idei odwiecznej arkadii.

Współczesna architektura budynków wysokich i wysokościowych w swojej typologicznej ścieżce rozwoju sięga do przełomu XIX i XX w. Powstające w tamtym okresie pierwsze amerykańskie wieżowce stały się inspiracją dla rodzącego się ruchu modernistycznego. Architekci modernistyczni tworzyli własne koncepcje budynków wysokich i wysokościowych, tworząc rozwiązania strukturalne i estetyczne stylu międzynarodowego. Zmianę paradygmatów w projektowaniu wieżowców obserwować można wraz z pojawieniem się strukturalizmu, a następnie rozwojem nurtu hi-tech. Architekci hi-tech, ze swą fascynacją techniką, w naturalny sposób predystynowani byli do wypracowania nowych typologii.

Od początku XXI w. obserwować można w architekturze współistnienie wielu nurtów i kierunków architektonicznych. Nowym elementem, który zyskuje coraz szerszy oddźwięk i przebiega w sposób niezależny od aspektów estetycznych, jest projektowanie zgodne z ideami zrównoważonego rozwoju. Projektowanie to obejmuje szeroki zakres działań służących poprawie wykorzystania istniejących zasobów, ale także służy poprawie komfortu użytkownika. W tym kontekście wprowadzanie elementów biofilnych, uznać można za jeden z elementów strategii zrównoważonego rozwoju.

Ilość realizacji tego typu budynków jest wciąż stosunkowo niewielka. Jednakże w 2022 i 2023 r. inwestorzy i architekci zaprezentowali kilka nowych, spektakularnych projektów biznesowych, których idea oparta jest o elementy zrównoważonego rozwoju, w tym także coraz odważniejsze koncepcje wprowadzające rozwiązania biofilne. Rozwiązania przestrzenne i techniczne, które jeszcze w początku XXI w. mogły wydawać się jedynie wizjami przyszłości, stają się obecnie propozycjami kierowanymi do realizacji. Nowym trendem staje się wykorzystanie technologii CLT i wprowadzanie elementów drewnopodobnych w wykończeniu i aranżacji pomieszczeń. W połączeniu z przestrze-

niami biofilnymi tworzy to jeszcze bardziej synergetyczne środowisko, odwołujące się do świata przyrody. Pozwala to wyrazić nadzieję, że tendencje te w realny sposób będą nie tylko rozwijane, ale ulegną wręcz znacznemu przyspieszeniu w najbliższych latach.

## BIBLIOGRAPHY

- Archdaily (2016-A) Oasia Hotel Downtown / WOHA <https://www.archdaily.com/800878/oasia-hotel-downtown-woha> (access / dostęp 10.10.2023 r.)
- Archdaily (2018). SBF Tower / Hans Hollein & Christoph Monschein. <https://www.archdaily.com/899116/sbf-tower-hans-hollein-and-christoph-monschein>. ISSN 0719-8884 (access / dostęp 10.10.2023)
- Archdaily (2016). Shanghai Tower / Gensler. <https://www.archdaily.com/783216/shanghai-tower-gensler>. ISSN 0719-8884 (access / dostęp 10.10.2023 r.)
- Archeyes (2022). The Seagram Building in New York City: Mies van der Rohe's Masterpiece. <https://archeyes.com/seagram-building-new-york-mies-van-der-rohe/> (access / dostęp 10.10.2023)
- Archinform <https://www.archinform.net/projekte/6071.htm> (access / dostęp 10.10.2023)
- Ariza H. (2014) Lloyd's building. Futuristic design in the City of London <https://architecturalvisits.com/en/lloyds-of-london-building> (access / dostęp 10.10.2023)
- Bizio K., Nowak K. (2020), Koncepty wysokich budynków biurowych w architekturze modernizmu i ich wpływ na rozwiązania współczesne, [w:] Architektura XX wieku – zachowanie jej autentyczności i integralności w Gdyni i w Europie, Gdynia, ss.123-128.
- Foster+Partnes (2017). Commerzbank Headquarters. <https://www.fosterandpartners.com/projects/commerzbank-headquarters>, (access / dostęp 10.10.2023)
- Gattupalli A. (2023). The Bioclimatic Skyscraper: Kenneth Yeang's Eco-Design Strategies. <https://www.archdaily.com/999905/the-bioclimatic-skyscraper-kenneth-yeangs-eco-design-strategies> (access / dostęp 10.10.2023 r.)
- Hyoungsub (2015) ARCH 655 - Parametric Modeling in Design Project 1\_ 2015 Spring <https://hyoungsub.blogspot.com/2015/03/arch655-parametric-modeling-in-design.html>, (access / dostęp 10.10.2023)
- Jencks Ch., Kropf K. (2013). Teorie i manifesty architektury współczesnej, Warszawa
- Khan H.-U. (2001). International Style. Modernist Architecture from 1925 to 1965. Köln
- Kiecko E. (2018). Przyszłość do zbudowania. Futurologia i architektura w PRL, Warszawa
- Koolhaas R. (2017). Śmieciowa przestrzeń, Centrum Architektury, Warszawa.
- Le Corbusier (2017). Karta ateńska, Centrum Architektury, Warszawa.
- Pham D. (2009) Inhabitat, Regnum Tower for Istanbul Features BioClimatic Architecture <https://inhabitat.com/regnum-tower-for-istanbul-features-bioclimatic-architecture/regnum6/>, (access / dostęp 10.10.2023)
- Raizman D. (2010). History of Modern Design, London
- Ryńska E.D. (2001). Bioklimatyka a forma architektoniczna, Warszawa
- Wines J. (2008). Zielona architektura, Köln
- WOHA. <https://woha.net/design-philosophy/> (access / dostęp: 10.10.2023 r.).
- Yeang K. (2000) The Green Skyscraper: The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings, New York
- Złowodzki M. (1997). Technologiczne i środowiskowe projektowanie architektury biur, Kraków

**AUTHOR'S NOTE**

Head of the Department of Contemporary Architecture, Design Theory and Methodology of the Faculty of Architecture of the West Pomeranian University of Technology in Szczecin. In his research he focuses on contemporary architecture theory and the revitalization and activation of cities.

**O AUTORZE**

Kierownik Katedry Architektury Współczesnej, Teorii i Metodologii Projektowania na Wydziale Architektury Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. W pracy naukowej zajmuje się teorią architektury współczesnej, oraz rewitalizacją i aktywizacją miast.

Contact | Kontakt: [Krzysztof.Bizio@zut.edu.pl](mailto:Krzysztof.Bizio@zut.edu.pl)