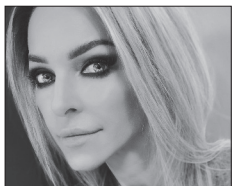


Forma architektoniczna obiektów o konstrukcji cięgnowej



dr inż. arch.
JOLANTA TOFIL
Politechnika Śląska
Wydział Architektury
ORCID: 0000-0002-9779-2627

Elementy konstrukcji cięgnowej odpowiedzialne za statykę obiektów nie stanowią jedynie strukturalnej osnowy, lecz odgrywają istotną rolę w określaniu formy architektury.

Wprowadzenie

Zgodnie z definicją wyrażoną przez wielkiego architekta Miesa van der Rohe architektura to „jasna struktura doprowadzona do jej dokładnego wyrażenia” [1]. Architektura jest wówczas, gdy każdy element budowli znajduje się na miejscu jemu właściwym, a ich związki podlegają prawom logiki. Definicja ta jest zbieżna z poglądem niemieckiego idealisty Friedricha Schellinga, iż „architektura jest

budowaniem” i że jej „walory estetyczne tkwią w reprezentacji w utrwalonych formach znaczenia całości budowli i jej części” [2].

W przypadku obiektów o konstrukcji cięgnowej najtrafniejsza wydaje się jednak definicja Artura Schopenhauera, iż wartość dzieła architektury zależy od stopnia jasności, z jaką ujawnia się zależność pomiędzy siłą ciężkości a wytrzymałością użytych materiałów. Natomiast formy poszczególnych czę-

ści i ich miejsce w całości budowli wyznaczone są przez funkcje przeciwdziałania sile ciężkości [3].

Motywacje

Świadomość istnienia siły ciężenia i konieczność przeciwdziałania jej zawsze były motywacją poszukiwania rozwiązań, w których idea statyczna oraz stosownie dobrany budulec rozstrzygały o trwałości realizowanego obiektu. Niezależnie od przekonań, preferowanego stylu czy kierunku w architekturze konstrukcja i forma budynku trwają w nierozwalnym związku.

Na szczególny charakter tego związku w dziejach budowania zwraca uwagę Sigfried Giedion: „w wieku dziewiętnastym konstrukcja dała wyraz pragnieniom, które tkwiły uśpione w podświadomości architektów” [4]. Niewątpliwie pragnienia te spełniły się podczas realizacji obiektów o konstrukcji cięgnowej, początkowo mostów wiszących¹. W perspektywie minionego czasu potwierdza się to, że zrealizowane w XIX i na początku XX wieku obiekty stworzyły podstawy nowoczesnej sztuki budowania. Bez owych odważnych prekursorskich doświadczeń realizacyjnych stosowne korekty nie byłyby możliwe. Nie byłyby one także możliwe bez ciągłych ulepszeń technologii materiałów budowlanych i metod obliczeniowych [5]².

Rozpoczyna się czas, gdy elementy konstrukcyjne włączone w architektoniczny porządek rzeczy inspirują formę obiektów o strukturze cięgnowej i określają jej związek z otoczeniem. Trafnie ujął to amerykański architekt Tony Robin w słowach: „wkracza-



Fot. 1. Pawilon wystawowy – Grande Bigo, Genua, Włochy (fot. aut.)



Fot. 2. Pawilon wystawowy – Grande Bigo, widok wnętrza. Genua, Włochy (fot. aut.)

¹ [4], s. 206. Ulepszona technologia stali została wykorzystana w produkcji lin i sprawiła, że te podstawowe elementy konstrukcji nośnej uzyskały niespodziewaną wytrzymałość. Ameryka wyprzedziła Europę w tych eksperymentach. W 1798 r. most wiszący na linach stalowych powstał w Pensylwanii, a w 1824 r. koło Tournon we Francji.

² Komputerowe obrazy przedstawiają charakterystyczne cechy rzeczy, zanim zostanie zrealizowana, co umożliwia wybór najbardziej efektywnych wariantów założeń statycznych.



my w okres, w którym konstrukcja stała się awangardą projektowania architektonicznego” [6]. Potwierdził natomiast w latach 70. XX wieku angielski konstruktor Felix Samuely: „w przyszłych wiekach historycy będą uważać naszą epokę za tę, której konstrukcja rozwinęła się z planu w system przestrzenny, dając w ten sposób początek nowej architekturze” [7].

Inspiracje

Inspiracje naturą mają w architekturze różne postaci związane z jej odmiennym rozumowaniem. U podstaw odnajdujemy jednak dwa sposoby jej pojmowania. Pierwszy jako kształt form biologicznych i zjawisk przyrodniczych. Drugi dotyczy logicznej prostoty procesów dostrzegalnych w konstrukcjach twórców natury oraz zasad ich funkcjonowania. Obydwa pozwalają nakreślić nurty inspiracji naturą w architekturze – formalny zwany organicznym (oparty na stylizowaniu kształtów natury) i racjonalny (dotyczący racjonalności pracy struktury oraz dopasowania architektury do potrzeb użytkowników).

W dobie architektury nowoczesnej pojawiło się określenie „architektura organiczna”. Frank Lloyd Wright mówił o niej: „w architekturze organicznej – Organic Architecture – jest całkowicie niemożliwe, by rozważać budynek jako jedną rzecz, inną jego urządzenie i układ, oraz jego otoczenie jako jeszcze inną” [8]. Architektura według niego miała rosnąć w harmonii form, kolorów i materiałów dobranych do otoczenia. Pier Luigi Nervi twierdził, że wartość architektury sprowadza się do walorów budowy jej organizmu³. Hugo Häring osobistą ideę organiczności tłumaczył nierozdzielny związek formy budynku i jego funkcji, plan miał być organiczną konsekwencją użyteczności⁴. Każda z tych interpretacji kieruje uwagę wprost na ścisły związek konstrukcji, funkcji oraz formy.

Koncepcja architektury organicznej Wrighta dziś kojarzyć się może z badaniami bioniki architektonicznej, która rozeznaje zasady budowy twórców natury i możliwości ich zastosowania w budowie form architektonicznych oraz organizacji przestrzeni uwzględniającej zasady jej zrównoważonego rozwoju⁵.

Pomysł, projekt, realizacja, w których ten związek jest utrzymany w stosownej równowadze, kojarzy się z budową organiczną, z naturą. W architekturze forma organiczna jest punktem odniesienia i źródłem inspiracji. Te inspiracje są czytelne w mostach oraz przekryciach o konstrukcjach cięgnowych, a cechy tej architektury potwierdzają powinowactwo z formami organicznymi. Wspierając się na zasadach, jakie podpowiada natura, konstrukcje cięgnowe realizują nadrzędne zadania statyczne. Uzyskują one maksymalną nośność przy minimalnym ciężarze własnym konstrukcji dzięki formom stosownym dla osiągnięcia takiego celu.



Fot. 3. Most Golden Gate, San Francisco, Stany Zjednoczone (fot. mgr inż. arch. Patryk Bryłka)



Fot. 4. Wschodni Most nad Wielkim Bełtem Dania (fot. aut.)

Walory plastyczne

Herbert Read swoje rozważania o sensie sztuki wspiera na przekonaniu, że dzieje sztuki zaczynają się od ekspresji [9]. To uzewewnętrznianie uczuć, pomysłów i ich widoczna oznaka oraz sposób nadawania im wyrazu czy wyrazistości odnosi się także do architektury. W tej sztuce oznacza to wyrażanie istoty pomysłu przestrzennej konfiguracji materii.

Mosty i przekrycia o konstrukcji cięgnowej można zaliczyć do tej grupy nowoczesnych budowli, które spektakularnie ucieleśniają strukturę nośną. Ta architektura wydaje się przykładem modelowego wydobywania plastycznych kształtów, ujawniających walory tworzywa i grę sił w eksponowanej konstrukcji. Nowoczesne mosty oraz przekrycia cięgnowe wydają się potwierdzać myśl Schopenhauera, że „czysto architektoniczne” znaczy tyle, co „konstrukcyjne”⁶.

W konstrukcjach cięgnowych obserwujemy zasadę optymalnej wydajności pracy, czyli maksymalnego efektu przy minimalnym nakładzie środków, co ma charakter ogólny estetyczno-moralny. Aspekt ten nie dotyczy ani środków finansowych, ani ilości ludzkiej energii zużytej przy budowaniu, ale odnosi się do sumy energii sprężystej nagromadzo-

nej w strukturach. Tak realizowana „oszczędność” wywiera decydujący wpływ na wygląd obiektu, czyniąc go zadziwiająco lekkim i częstokroć oryginalnym w formie, toteż można upatrywać w niej wartości estetycznych.

Słynny pogląd Antonio Gaudiego wyrażony w słowach „najwięcej dostojności mają najprostsze formy” [10] prezentuje jedną z najistotniejszych cech omawianych konstrukcji cięgnowych – ich syntetyczny charakter. Obecnie dokładniejsza znajomość rzeczywistej pracy konstrukcji wskazuje, że formy syntetyczne są doskonałe pod względem wydajności konstrukcyjnej. Toteż kryterium wydatności formy, podstawowe dla konstrukcji cięgnowych, gwarantuje im wartość plastyczną.

Wspomniana wydajność jest ściśle związana z zagadnieniem kierunkowych napięć. A chodzi tu o napięcia dynamiczne, które, jak

³ [4], s. 19.

⁴ [9], s. 121.

⁵ W 1969 roku odbyła się XXIV Sesja Generalna ONZ na temat aktualnego stanu środowiska na świecie. W wyniku Raportu U. Thanta nt. postępującej degradacji natury ochrona przyrody stała się priorytetem, co powoduje, iż rozpoczyna się era budownictwa zrównoważonego.

⁶ [4], s. 14.



Fot. 5. Kładka nad autostradą A4, Ruda Śląska (fot. aut.)

podkreśla Rudolf Arnheim, są tak samo nieodłączne od każdego spostrzeżenia jak rozmiar, kształt, kolor i położenie [11]. Rozwiązania dynamiczne w swym charakterze (forma swobodna – Żórawski czy atektoniczna forma otwarta – Wölfflin) [12, 13] odbierane są jako żywiołowe, pełne napięcia, a więc pozornie niezrównoważone, płynne, jakby nieograniczone, a forma wydaje się mieć postać rzeczy trwającej w ruchu⁷. Wyszczególnione odczucia wrażeniowe wywołują kształty elementów wywiedzione ze struktur ciągnowych. Śmiałość i dynamika, smukłość oraz delikatność to cechy, które charakteryzują tę architekturę i decydują o jej wdzięku oraz artystycznej wartości. Zaskakują skalą architektury i różnorodnością obrazów. Szczególną cechą tych budowli jest wielość diametralnie odmiennych obrazów postrzeganych w widzeniu perspektywicznym. Linie – kable główne, ciągną, wieszaki oraz płaszczyny oraz bryły, a nade wszystko wypukłe lub wklęsłe powierzchnie podwieszzonego przekrycia włączone w wielokierunkowy ruch odbierane są w perspektywie przez kadry przenikających się planów. Wszystko to zwielokrotnia ogrom jakby bezkresnej przestrzeni, gdzie granica pomiędzy zewnątrzem i wewnątrzem nie jest jednoznaczna.

Dynamika formy architektonicznej mostów i przekryć o konstrukcji ciągnowej wyraża się jednak nade wszystko w pozornej negacji siły ciężkości. Dzięki tym strukturalnym udaje się wyeliminować wrażenie masywności, między innymi przez pozorne oderwanie obiektu od ziemi. Raz jest to zadziwiająca lekkość smukłych elementów tworzących równoważną kompozycję wspartą na rytmie czy sekwencji form. Innym razem niecodzienny kształt budowany jest poprzez kontrast, akcent, pozorną nierównowagę elementów niewpisanych w kartezjańską siatkę pionów i poziomów.

Podsumowanie

Wybór rozwiązania konstrukcyjnego decyduje o ogólnym charakterze budowli i także o jego wartości estetycznej. Analiza wartości estetycznych konstrukcji ciągnowych pozwala wysoko je ocenić – ich syntetyczny charakter odpowiada tradycyjnym zasadom spójności kompozycji. Budowle, w których zastosowano konstrukcje ciągnowe, są przypadkiem, w którym racjonalność rzeczywiasta okazuje się tożsama z racjonalnością wizualną. W nich tradycyjne reguły łączą się z oryginalnością – cechą szczególnie cenioną we współczesnych systemach wartości. Ład przestrzenny współgra ze wzmoczoną dynamiką i co za tym idzie, z wyrazistością. Występująca analogia z formami organicznymi stanowi element humanizacji rozwiązania inżynierskiego, natomiast ekspresja przebiegu sił w ciągnach kojarzy się ze współczesnością – szybkim ruchem, tempem dzisiejszych przeobrażeń, wykorzystywaniem doświadczeń techniki.

Bibliografia

- [1] Blaser W., Mies van der Rohe. Lehre und Schule, Birkhäuser, Basel 1977, s. 15.
- [2] Schelling F.W.J., Filosofia dell'arte, (1892), Prismi, Neapol 1986, s. 236.
- [3] Stawińska J., Ekspresja sił w nowoczesnej architekturze, Arkady, Warszawa 1997, s. 13.
- [4] Giedion S., Przestrzeń, czas i architektura. Narodziny nowej tradycji, PWN, Warszawa 1968, s. 10.
- [5] Jodidio P., Nowe formy, Architektura lat dziewięćdziesiątych XX wieku, przeł. M. Motak, Muza SA, Warszawa 1998, s. 44.
- [6] Kuś S., O konstrukcjach Profesora Wacława Zalewskiego za granicą, „Inżynieria i Budownictwo”, 1997, nr 2.
- [7] Trzeciak P., Przegląd architektury XX wieku, Nasza Księgarnia, Warszawa 1974, s. 278.
- [8] Misiągiewicz M., O prezentacji idei architektonicznej [monografia], Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2003, s. 109.
- [9] Read H., Sens sztuki, Wiedza Powszechna, Warszawa 1982, s. 223.
- [10] Szulcewska B., Giedych R., Przestrzeń przyrodnicza i społeczna osiedli mieszkaniowych w XX i XXI wieku, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2011.
- [11] Arnheim R., Sztuka i percepcja wzrokowa. Psychologia twórczego oka, przeł. J. Mach, Wydawnictwa Artystyczne i Filmowe, Warszawa 1978, s. 25.

[12] Żórawski J., O budowie formy architektonicznej, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 1962.

[13] Wölfflin H., Podstawowe pojęcia historii sztuki. Problem rozwoju stylu w sztuce nowożytnej, Wydawnictwo Ossolineum, Wrocław – Warszawa – Kraków 1962, s. 194.

[14] Salvadori M., Siła architektury. Dlaczego budynki stoją, Wydawnictwo Murator, Warszawa 2001.

DOI: 10.5604/01.3001.0014.9354

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Tofil Jolanta, 2021, Forma architektoniczna obiektów o konstrukcji ciągnowej, „Builder” 7 (288). DOI: 10.5604/01.3001.0014.9354

Streszczenie: Mario Salvadori zaznacza, że struktura może istnieć bez architektury – jako przykład wskazuje maszyny – a architektura nie może istnieć bez struktury [14]. Za zasadnością podjętych rozważań może przemawiać przekonanie, iż elementy konstrukcji ciągnowej odpowiedzialne za statykę obiektów nie stanowią jedynie strukturalnej osnowy, lecz odgrywają istotną rolę w określaniu formy architektury. Metody użyte w badaniach nad tym zagadnieniem opierają się głównie na przeglądzie literatury, obserwacjach własnych oraz wielokrotnym studium przypadku.

Słowa kluczowe: konstrukcje ciągnowe, forma architektoniczna, prawdziwość formy

Abstract: Architectural form of cable-supported structures. Mario Salvadori states that structure can exist without architecture, giving machines as examples but architecture cannot exist without structure [1]. The reasoning behind the considerations in the article may be the belief that the elements of the cable-supported structure responsible for the statics of objects are not only the structural matrix, but play an important role in determining the form of the architecture. The methods used in the studies on this issue are mainly based on a literature review, own observations and multiple case studies.

Keywords: cable-supported structures, architectural form, verity of form

⁷ Juliusz Żórawski zaznacza, że forma jest czymś trójwymiarowym, w jakiś sposób uformowana jest z części. Rozróżnia narzucającą się dobitnie „formę spoiwą”, w której części są „jednoznacznie powiązane”. Przeciwstawia jej wieloznaczną „formę swobodną”, gdzie części są „lekką powiązane”. Rysują się analogie pomiędzy systematyką Żórawskiego i tą, którą proponuje Henryk Wölfflin. Wyróżnia „styl tektoniczny”, styl zwartego porządku i jasnej prawidłowości. Natomiast „styl atektoniczny” jest według niego stylem mniej lub więcej utajonej prawidłowości oraz rozluźnionego porządku. Styl tektoniczny kojarzy z „formą zamkniętą” natomiast atektoniczny z „formą otwartą”. Spostrzeżenia Wölfflina wsparte na studiach malarstwa, rzeźby i architektury renesansowej oraz przeciwstawianej jej barokowej (postklasycznej) mogą być punktem odniesienia w analizie architektury nowoczesnej.