

Formy reprezentacji architektonicznej. Powierzchnie Catalana – przykłady projektów studialnych



dr inż. arch.

JOLANTA TOFIL

Wydział Architektury
Politechnika Śląska

ORCID: 0000-0002-9779-2627

W przypadku efektywnych form strukturalnych, cechujących się ścisłą symbiozą formy architektonicznej i rozwiązania konstrukcyjnego, właściwości geometrii nie tylko umożliwiają realizację zamierzenia, ale pozostają głównym środkiem kształtowania wyrazu architektonicznego w wymiarze estetycznym.

Formę architektoniczną postrzegamy jako zespół kształtu i materii. Kształt implikuje odniesienie do właściwości geometrii jego struktury, natomiast forma, będąc zależna od kształtu, odsyła bezpośrednio do aspektów materii oraz jej własności fizykalnych. Prócz aspektów strukturalno-materiałowych analizie podlegają również środki wytwórcze.

Projektowanie architektoniczne inspirowane jest współcześnie różnymi możliwościami technologii cyfrowej oraz dyscyplinami takimi jak matematyka wraz z geometrią i fizyka. Technologie komputerowe zmieniły reprezentację projektu z czytelnego zapisu geometrycznego na instrumentalne powiązania geometryczne. Obserwujemy stale rosnące zainteresowanie projektowaniem, obliczaniem oraz stosowaniem struktur architektonicznych w postaci różnorodnych powierzchni gładkich i złożonych – twórczego wykorzystania powierzchni analitycznych, tj. „powierzchni, które można zdefiniować za pomocą równań

wektorowych, parametrycznych lub jawnych” [1]. Projektowanie to można określić jako definiowanie parametrów, przez które są kodowane i wyjaśniane związki pomiędzy zamierzeniem twórcy a odpowiedzią projektową. Pracę twórczą architekta w środowisku cyfrowym wyraża wielokryterialny proces podejmowania decyzji wpływających na symulację i optymalizację projektów. Wizualizacja owych operacji dająca w konsekwencji parametryczny model przestrzenny obiektu architektonicznego to jednakowoż wirtualne określenie właściwości geometrii komponentów jego struktury. Nadal aktualne pozostaje słynne stwierdzenie Le Corbusiera: wszystko jest geometrią.

Ukierunkowanie – geometria formy

Jednym z istotnych i koniecznym warunkiem urzeczywistnienia architektury nadal pozostaje umiejętność definiowania geometrycznych cech obiektów. W środowisku cyfrowej pracy nad modelem

w procesie symulowania nowego rodzaju struktur dochodzi wręcz do „manipulowania informacją dotyczącą złożonej geometrii formy i jej struktury. (...) Niesie to jednak ze sobą nowe wymagania. Od projektantów oczekuje się bowiem głębszego zrozumienia geometrii, matematyki” [2].

Obecnie znanych jest kilkaset powierzchni analitycznych wyznaczonych za pomocą równań jawnych, niejawnych lub parametrycznych, które to podlegają różnym wariantom klasyfikacji. Powierzchnie Catalana stanowią podzbiór klasy powierzchni generowanych przez linie proste. Cechuje je względna prostota konstrukcji przy jednoczesnej efektywności kształtu w pożądanej architekturze krzywoliniowości. Praca z obiektem budowlanym przy wykorzystaniu owych powierzchni satysfakcjonuje różnorodnością form o cechach wysokiej wartości estetycznej. Wśród powierzchni prostoliniowych stosowanych z dużym powodzeniem w architekturze znajdujemy: cylindroidy, konoidy, paraboloidy

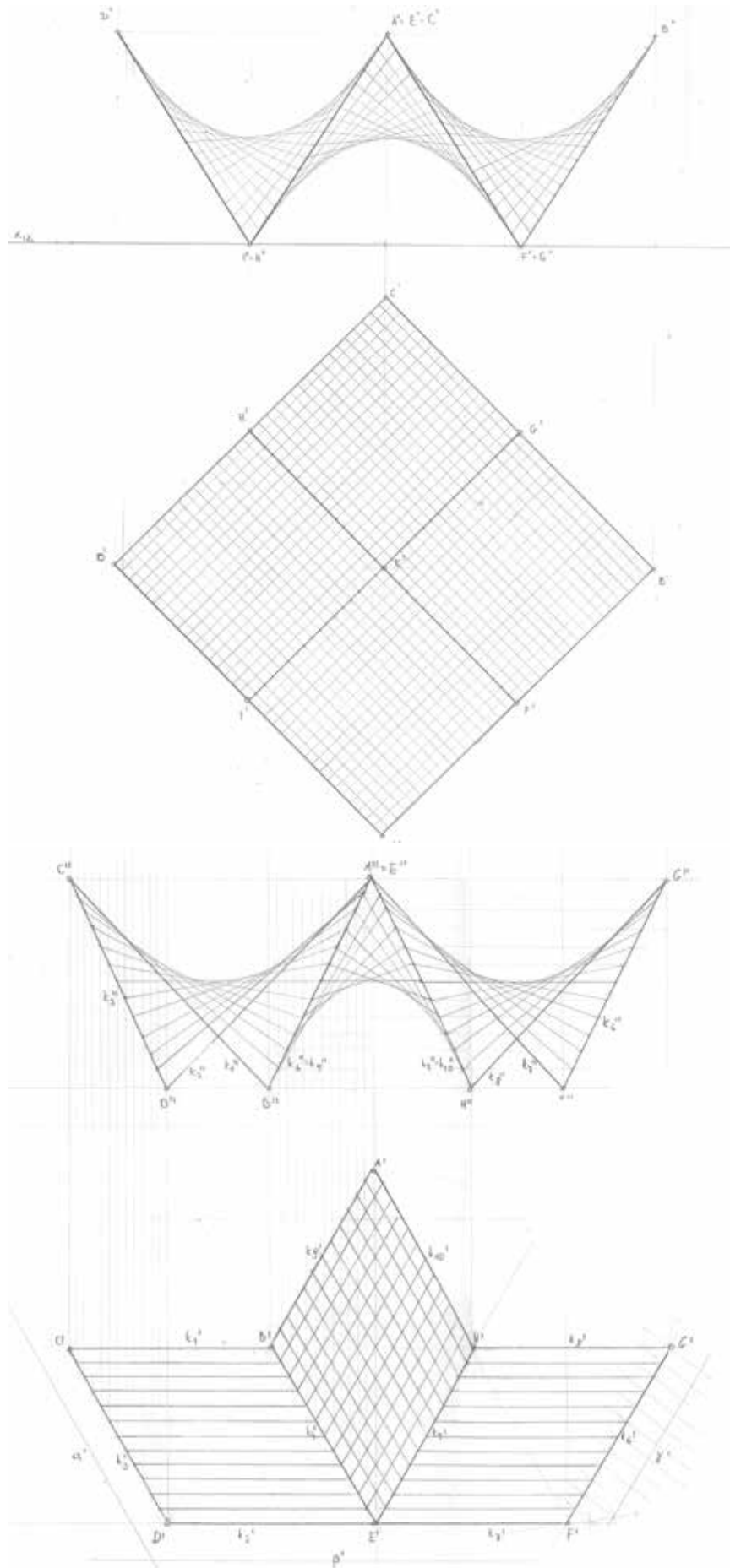


Fot. 1. Stacja Mediopadana, Reggio Emilia, Włochy; źródło: fot. autor

hiperboliczne. Różnica między nimi wynika z odmiennych ścieżek ruchu tworzącej powierzchni podczas jej formowania. Prosta – tworząca ma równocześnie punkty wspólne z trzema kierującymi¹, z tym że jeden z nich jest punktem niewłaściwym.

Biorąc pod uwagę owe trzy typy powierzchni Catalana, warto zwrócić uwagę na paraboloidę hiperboliczną. Owa powierzchnia siodłowa to dwukrzywiznowa powierzchnia minimalna² – powierzchnia antyklastyczna³ o ujemnej krzywiznie Gaussa – będąc stabilną, uchodzi za wyjątkowo sztywną. Wykazuje tzw. działanie membranowe, w którym to sity wewnętrzne są skutecznie przenoszone przez powierzchnię. Od wczesnych lat pięćdziesiątych XX wieku nastąpił gwałtowny wzrost zainteresowania konstrukcjami wykonanymi w całości lub z fragmentów paraboloidy hiperbolicznej. Są ich setki – zrealizowanych przez wybitnych architektów, uznanych za konstrukcje o optymalnych parametrach techniczno-ekonomicznych, częstokroć wyróżnionych nagrodami i zajmujących wysokie miejsca w rankingach stowarzyszeń zawodowych i czasopism.

Konoida sinusoidalna była natomiast gloryfikowana przez słynnego hiszpańskiego architekta Antonio Gaudiego. Ową formę zastosował m.in. w strukturze przekrycia taniej szkoły dla dzieci budowniczych katedry w Barcelonie. Inny światowej sławy architekt tego samego pochodzenia – Santiago Calatrava, przyczynił się do rozpowszechnienia pokrewnego kształtu. Sinusoidalną cylindroidę możemy podziwiać w strukturze kinetycznej rzeźby Wave, która została zainstalowana w 2002 roku przed muzeum w Dallas⁴. Podobną formę, lecz w układzie horyzontalnym, odnajdziemy w projekcie z 2004 roku, na terenie kompleksu olimpijskiego w Atenach. Szczególną uwagę warto jednak zwrócić na realizację dwóch obiektów, w których falista struktura stanowi podstawę kreacji wyrazu formalno-estetycznego. W 2001 roku ukończono budowę winiarni Grupy Bodegas i Bebidas w hiszpańskiej



Fot. 2., 3. Rysunki koncepcyjne struktury geometrycznej projektowanych obiektów; źródło: studenci pierwszego roku Wydziału Architektury Politechniki Śląskiej

¹ Jedną z tych kierujących jest zawsze prosta niewłaściwa płaszczyzny kierującej, dwie pozostałe mogą być prostymi lub krzywymi. Tworzące, poruszając się przy zachowaniu położenia równoległego do wspomnianej płaszczyzny kierującej, kreują układ prostych skośnych (z tego względu powierzchnie te nazywane są czasem powierzchniami skośnymi).

² Pierre Simon de Laplace (1749–1827) wykazał, że powierzchnią minimalną jest taka powierzchnia, której średnia krzywizna w każdym jej punkcie jest równa zero.

³ Powierzchnie antyklastyczne charakteryzują się występowaniem w każdym ich punkcie krzywizn przeciwnych znaków (dających efekt wypukłości i wklęsłości) w dwóch prostopadłych kierunkach.

⁴ Rzeźbę stanowi 129 smukłych belek z brzoju o równych proporcjach potoczonych z mechanizmem, który wprawia ją w falisty, sinusoidalny ruch. Dla uzyskania niezwykłych efektów wizualnych owa kinetyczna struktura została posadowiona w basenie z czarnego granitu wypełnionego płytką wodą i jest podświetlana po zmroku.

Laguardii. Natomiast w 2014 roku powstała Mediopadana – jedyna stacja szybkiej kolei na trasie Mediolan – Bolonia. Stanowi ona istotny węzeł komunikacyjny łączący miasto Reggio Emilia z resztą świata⁵ (fot. 1.).

Doświadczenie – projekt studialny

Każde myślenie projektowe wiąże się z umiejętnością rozumienia, odczytywania i planowania operacji, które sprawia, że projektowany obiekt ewoluuje w świadomie zaplanowanym kierunku. Student realizujący zadanie projektowe operujący bogactwem środków – szeroką znajomością dostępnym form oraz wiedzą na temat ich własności, może swój zamiar zrealizować w sposób pełny i interesujący.

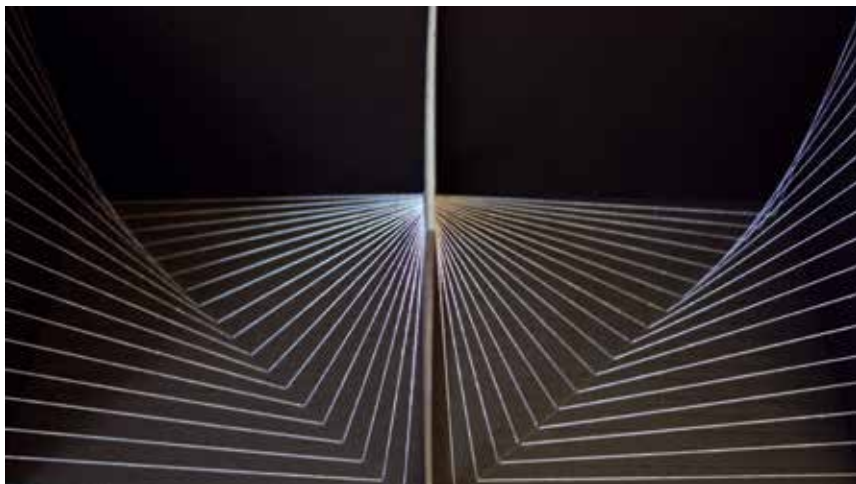
Cyril Stanley Smith wypowiedział zdanie, które stało się inspiracją podjętego zadania projektowego zrealizowanego wraz ze studentami pierwszego roku Wydziału Architektury Politechniki Śląskiej: „Cokolwiek postrzegamy, możemy to zrozumieć, tylko dostrzegając jego strukturę i myśląc poprzez strukturalną analogię i porównanie” [3].

W zagadnieniach kształtowania zdefiniowanych form strukturalnych w architekturze ich morfologia – jakościowa reprezentacja geometryczna – pozwala na koncepcyjne przejście od pierwotnego wzorca: prototypu zorganizowania struktury formy, do takiego, w którym nastąpi formowanie modelowe. Obiekty topologiczne podlegają systematycznemu procesowi urozmaicenia poprzez dodawanie elementów: nadających im odmienne właściwości projekcyjne, następnie powiązań zależnościowych i – na końcu – metrycznych. Podobnie postępowali studenci, posługując się wyjściowym materiałem wykładowym, definiującym poszczególne typy powierzchni Catalana. Te same warunki wstępne zadania projektowego mogą skutkować, i zazwyczaj skutkowały, różnymi rozwiązaniami. Pomimo tego, iż wykreowane obiekty w ramach każdej z form różnią się, następuje to zawsze z dokładnością do stabilności strukturalnej. Co jednak niezwykle istotne w dziedzinie architektury, te różnice, które można by nazwać odchyleniami od pierwotnego wzorca, sprawiają, że poszczególne budowle odbierane są jako indywidualne dzieła sztuki projektowej.

Uszczegółowienie – formy reprezentacji

Renzo Piano w wykładzie wygłoszonym 17 czerwca 1998 roku z okazji przyznania mu nagrody Pritzкера wypowiedział znamienne słowa: „Architektura jest sztuką. Wykorzystuje zdobycze techniki, aby budować emocje, i czyni to w swoim własnym języku” [4].

Podstawowe sposoby zapisu idei architektonicznej to media służące do przekazu, do komunikacji projektanta z odbiorcą. Wszystkie



Fot. 4–5. Modele obiektów architektonicznych, w których zastosowano powierzchnie Catalana; Źródło: studenci pierwszego roku Wydziału Architektury Politechniki Śląskiej

one służą jednak do wyjaśnienia pewnego modelu myślowego, który stworzony jest w umyśle i który realizuje się w utworze architektonicznym. Niewątpliwie, aby zapewnić w miarę szeroki odbiór i zrozumienie projektu, należy jednocześnie posługiwać się kilkoma metodami zapisu przestrzeni architektonicznej. Wzajemne ich przenikanie i uzupełnianie mają wpływ na jakość pracy architekta i przekładają się bezpośrednio na wartość jego dzieł.

Wydaje się, że mamy do dyspozycji sześć sposobów zapisu myśli projektowej. Pierwszym z nich jest opis służący do sformułowania założeń projektu oraz idei. Kolejny stanowi płaski rysunek przedstawiający organizację przestrzeni obiektu, na który składają się rzuty i przekroje. Istnieje jeszcze rysunek tzw. przestrzenny, do którego zaliczyć możemy aksonometrię oraz perspektywę, za pomocą którego również obrazujemy organizację przestrzeni zewnętrznej i wewnętrznej, ale w relacji z otoczeniem, środowiskiem oraz w zestawieniu ze skalą człowieka. „Te sposoby obrazowania przestrzeni zapewniają prezentacji architektonicznej pewną wymierność przez podbudowę

teoretyczną, uwzględniającą fizyczną rzeczywistość dzieła. Są jakąś formą mimesis – rysunkowym naśladownictwem rzeczy istniejącej i wyobrażenia, rygorystycznym sposobem informacji o kształcie czy wymiarze przedmiotu...” [5]. Należy również wspomnieć o zapisie w postaci filmu, wówczas mamy do czynienia z osadzeniem przestrzeni w czasie. Kolejną formą zapisu jest model cyfrowy, w którym forma generowana jest za pomocą odpowiedniego algorytmu. W architekturze XXI wieku uwagę koncentruje się na projektowaniu parametrycznym, w którym to model cyfrowy staje się pojedynczym źródłem informacji, które mogą być generowane, kontrolowane i zarządzane przez projektanta. No i w końcu model fizyczny, który zawiera zupełnie inny aspekt niż wymienione wcześniej, a mianowicie ukazuje sposób budowy w połączeniu z fizycznym dotykiem materii.

⁵ Więcej informacji o obiekcie patrz: inny artykuł w tym numerze – *Fala konstrukcyjnych i konstruktywnych przeobrażeń – Mediopadana*.



Fot. 6–7. Modele obiektów architektonicznych, w których zastosowano powierzchnie Catalana; źródło: studenci pierwszego roku Wydziału Architektury Politechniki Śląskiej

Reprezentacja dwuwymiarowa – rysunek

Rola rysunku w procesie kształcenia architekta i jego znaczenie dla warsztatu twórczego była i jest niepodważalna. Poczynając od odręcznych, poglądowych, proporcjonalnych przedstawień brył, dalej rzutów, przekrojów, elewacji, po rysunki techniczne czy też czysto instruktażowe, rysunek to podstawowy kod relacji umysłu i ręki architekta. „Jeśli nadrzędnym celem architektury jest budowanie, to właśnie rysowanie rozpoczyna owo przedsięwzięcie, a zarazem informuje o budowaniu – jest bowiem zapisem, jaki ustala zależności przestrzenne i plastyczne, odwzorowując je w ujęciu geometrycznym i graficznym. [...] W prezentacji architektonicznej teoretyczne zasady geometrii umożliwiają przekaz wizualny, który jest dokładnym odwzorowaniem rzeczy. Istotnym elementem przekazu są konwencje projekcji geometrycznej, oparte na regułach zapisywania metrycznej i formalnej definicji architektury. Projekcje takie proponują: widoki ortogonalne, aksonometryczne, perspektywiczne, które w rysunkowym projektowaniu mają codzienne zastosowanie” [6] (fot. 2., 3.).

Reprezentacja trójwymiarowa – model fizyczny

Modele-miniatury od wieków pełniły funkcję medium informacyjnego w kontakcie między projektantem a inwestorem czy też potencjalnymi odbiorcami. Grupy zawodowe związane z budownictwem wprawnie poruszają się w świecie dwuwymiarowych reprezentacji przestrzeni trójwymiarowej, natomiast odbiorcy spoza tego kręgu mogą mieć pewien kłopot z zestawieniem rzutów, przekrojów oraz widoków w jedną formę obiektu. Model przestrzenny – fizyczny będąc tym rodzajem zapisu, który ukazuje aspekt sposobu budowy, jest zrozumiały dla wszystkich. Ma wiele cech wspólnych z docelowym obiektem, co pozwala przeprowadzić stosunkowo wiarygodną weryfikację oraz waloryzację zastosowanego rozwiązania. Znane jest powszechne przekonanie, że to, co daje się wymodelować, daje się również zbudować. Można więc uznać, iż jest on swego rodzaju prototypem budowli.

Niepodważalną wartością modelu jest zaistniały dotyk materii, z której powstaje. Jako produkt realny przyszłego obiektu wywołuje potrzebę dotknięcia go, zbadania

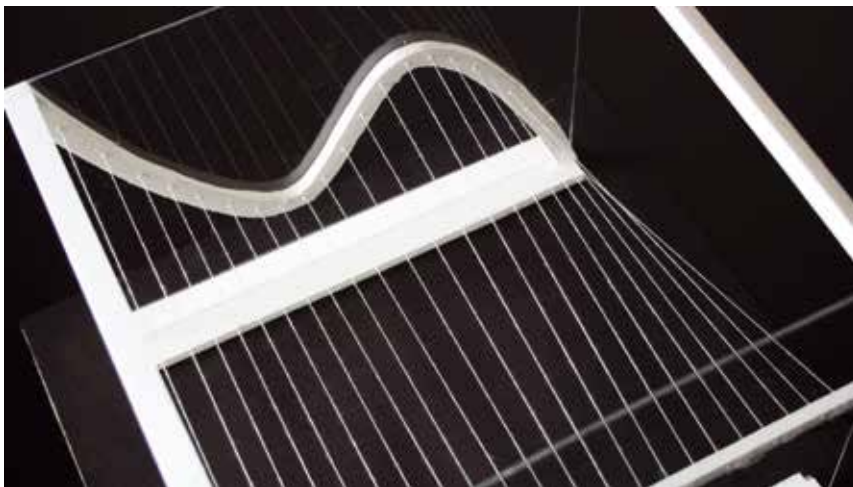
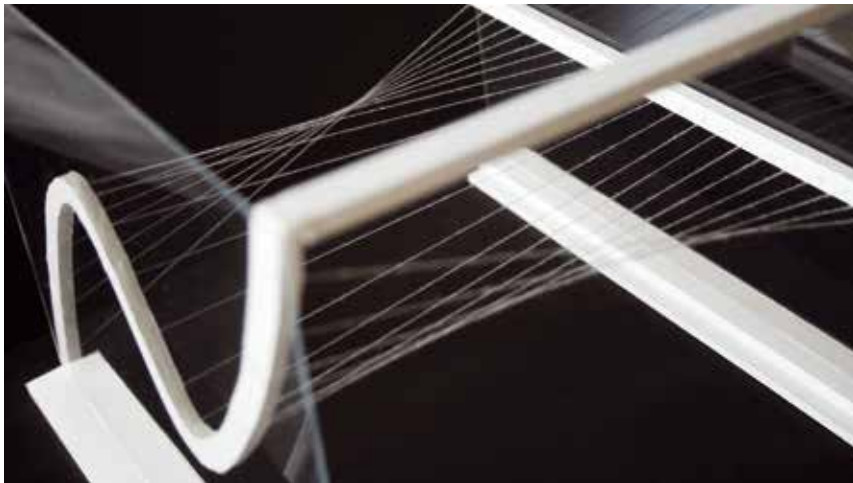
struktury i kształtu. Prawdopodobnie dzieje się tak dlatego, iż model, szczególnie ten wiernie oddający rzeczywistość, aktywizuje widza – klienta czy też inwestora, będąc dla niego bardziej zrozumiały niż zapis w postaci dokumentacji rysunkowej lub obrazu wirtualnego wykonanego w syntetycznej przestrzeni cyfrowej⁶. Model fizyczny zawsze stanowił niezwykle atrakcyjny materiał w łączności ze zleceniodawcą, ciesząc się jego dużym zainteresowaniem. Będąc podsumowaniem projektu, może być również ciekawym elementem w procesie jego promocji.

Model fizyczny daje potencjalnemu wykonawcy możliwość oceny ogólnego kształtu, proporcji i formy obiektu. Technologia jego wykonania przy wykorzystaniu materiałów o konkretnych fizycznych własnościach odzwierciedla prawa statyki oddziałujące na budowlę. Oczywiście materiał powszechnie stosowany w praktyce studenckiej, tj. balsa, tektura, pleksi, styrodur itp. ma zupełnie inne własności niż materiał, który byłby zastosowany w projekcie, ale praca w namacalnym materiale uczy studentów odpowiedzialności za decyzję doboru tworzywa do zaprojektowanej konstrukcji (fot. 4–9.).

Podsumowanie

Kształcenie akademickie ma na celu rozwijanie umiejętności racjonalnego rozwiązywania problemów przy wykorzystaniu wiedzy na temat rządzących daną dziedziną praw i zasad. W każdym projekcie architektonicznym i konstrukcyjnym muszą być uwzględnione warunki geometrii budowli. Sama analiza geometryczna dotycząca tylko jednego zagadnienia daje projektantowi bogaty materiał do rozważań, a student poprzez ścisłe rozumowanie geometryczne uzyskuje właściwe rozwiązanie. Zdobyte umiejętności reprezentacji przestrzeni w postaci rysunkowej, jak również poprzez odpowiednio ukształtowany model fizyczny, jest natomiast podstawowym warunkiem kreatywnego wykorzystania tak powszechnych obecnie technik cyfrowych. „Ujęcie geometryczne przestrzeni jest dostosowane do intencji przekazu: może rozstrzygać o trafności prezentacji. Jak to potwierdza historia, wybór rodzaju odwzorowania jest subiektywną decyzją architekta. Aby jednak

⁶ Komputer, będąc narzędziem w rękach twórcy, może, choć nie powinien, ograniczać proces projektowy do ram możliwości poszczególnych programów oraz do poziomu opanowania graficznego interfejsu i dostępnych funkcji.



Fot. 8–9. Modele obiektów architektonicznych, w których zastosowano powierzchnie Catalana; źródło: studenci pierwszego roku Wydziału Architektury Politechniki Śląskiej

ekspresja w obrazie architektonicznym miała pełną moc oddziaływania, ujęcie geometryczne musi być zapisane w odpowiedniej formie...” [6]. Jak wykazano w artykule, jedną z nich jest, „trudna sztuka budowy makiet, która nie polega wyłącznie na redukcji rzeczywistości. Sztuka ta podlega własnym prawom, a przedstawienie budowy obiektu jest jedynie jej pretekstem” [7]. Na podstawie opisanego badania projektowego oraz dydaktycznych doświadczeń zauważamy niezaprzeczalnie, iż konstruowanie modeli architektonicznych generuje wiele korzyści – lepsze rozumienie struktury przestrzennej, idei, funkcji i formy obiektu. Realizuje najwyższy cel rozwoju mentalnego studentów Wydziału Architektury, jakim jest zwarte kształtowanie zmysłu koordynowania różnorodnych działań – konstrukcyjnych, kompozycyjnych oraz związanych z estetycznymi proporcjami.

Słowa Julienu Guadeta „każda forma architektoniczna, która narusza lub fałszuje konstrukcję, jest wadliwa” zwracają uwagę na konieczność kształtowania takich form, w których zarówno reprezentacja, jak i cel praktyczny są oczywiste. Studenckie realizacje zadania projektowego dotyczące

koncepcji obiektów architektonicznych, w których zastosowano powierzchnie Catalana, wyrażają zgodność pomiędzy przyjętym systemem strukturalnym a formalno-reprezentatywnym – podkreślającym charakter i zasadność budowlanej w odniesieniu do tematu.

Bibliografia

- [1] Nervi P.L., *Scienza o arte del costruire? Caratteristiche e possibilità dle cemento armato*, Citta Studi Edizioni, Mediolan 1997, s. 9.
- [2] Mamieva I.A., Influence of the geometrical researches of ruled surfaces on design of unique structures, „Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings” 2019, nr 15 (4), s. 299–307.
- [3] <https://www.muratorplus.pl/technika/programy/czym-jest-projektowanie-parametryczne-aa-YNna-T22a-PNyR.html> (dostęp: 3.06.2023).
- [4] Crapo H., Review: Transpolyhedra, dual transformations by explosion-implosion, by Hareesh Lalvani, *Structural Topology*, No. 6 (1982), s. 17.
- [5] Jodidio P., *Piano. Renzo Piano Building Workshop Complete Works 1966 – Today*, Taschen, Koln 2014, s. 6.
- [6] Misiągiewicz M., *O prezentacji idei architektonicznej*, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, wyd. II, Kraków 2003, s. 265.
- [7] Gajewski P., *Zapiski myśli o przestrzeni*, Politechnika Krakowska, Kraków 2001, s. 89.
- [8] Guadet J., *Elements et theorie de l'architecture* (Ed. 1901), Hachette Livre, BNF, Paryż 2013, t. 1, s. 109.

DOI: 10.5604/01.3001.0053.9288

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Tofil Jolanta, 2023, *Formy reprezentacji architektonicznej. Powierzchnie Catalana – przykłady projektów studialnych*, „Builder” 11 (316).

DOI: 10.5604/01.3001.0053.9288

Streszczenie: W przypadku efektywnych form strukturalnych, cechujących się ścisłą symbiozą formy architektonicznej i rozwiązania konstrukcyjnego, właściwości geometrii nie tylko umożliwiają realizację zamierzenia, ale pozostają głównym środkiem kształtowania wyrazu architektonicznego w wymiarze estetycznym. Co więcej, geometryczne formy topologiczne opisane równaniami parametrycznymi dają wiele możliwości modelowania struktur, również w przestrzeniach cyfrowych. Zwrócenie uwagi na owe aspekty było celem akademickiego zadania projektowego określonego w artykule. Badania całości kształtu zagadnienia oparto na przeglądzie literatury, obserwacjach własnych – doświadczeniach projektowych i dydaktycznych oraz wielokrotnym studium przypadku.

Słowa kluczowe: język architektoniczny, architektura, powierzchnie Catalana, projekty studialne

Abstract: FORMS OF ARCHITECTURAL REPRESENTATION. CATALAN SURFACES – EXAMPLES OF STUDY PROJECTS.

In the case of effective structural forms, characterized by a close symbiosis of architectural form and fabric solution, the properties of geometry not only enable the realization of the intention, but remain the main medium of shaping architectural expression in the aesthetic dimension. Moreover, geometric topological forms described by parametric equations provide many opportunities to model structures, also in digital spaces. Paying attention to these aspects was the goal of the academic design task specified in this paper. The research of the whole issue was based mainly on a literature review, own observations – design and teaching experiences and multiple case studies.

Keywords: architectural language, architecture, Catalan’s surfaces, study projects