

Marcin GIEDROWICZ\*

## PROJEKTOWANIE PARAMETRYCZNE JAKO WSPARCIE ZBALANSOWANEGO MODELU DYDAKTYKI

W artykule opisano eksperymentalną metodę dydaktyczną, przez autora publikacji określaną jako zbalansowany model dydaktyki. Metoda bazuje na angażowaniu studentów w pełny proces projektowo-realizacyjny, częściowo osadzony poza akademicką rzeczywistością projektową. Przyjęta metoda ma za zadanie odtworzyć realia projektowe charakterystyczne dla profesjonalnej pracy zawodowej, z którą studenci spotykają się na ogół dopiero po zakończeniu studiów. Przeprowadzony eksperyment miał na celu przekazanie studentom wiedzy nieakademickiej i zderzenie ich z realiami pracy zawodowej. Realizacja zadania odbyła się przez zastosowanie narzędzi do projektowania parametrycznego oraz cyfrowej fabrykacji. W artykule omówiono wieloetapową drogę projektu i budowy prototypu parametrycznego mebla – regału, który docelowo ma się znaleźć w przestrzeni sali zabaw w publicznym żłobku. Mebel został zaprojektowany przy wykorzystaniu algorytmów stworzonych w programie Grasshopper oraz cyfrowej fabrykacji subtraktywnej z wykorzystaniem frezarki CNC. W podsumowaniu przedstawiono korzyści, jakie zyskali studenci biorący udział w eksperymencie.

**Słowa kluczowe:** projektowanie parametryczne, projektowanie generatywne, Grasshopper, Rhinoceros, cyfrowa fabrykacja, CNC

### 1. ZBALANSOWANY MODEL DYDAKTYKI

#### 1.1. Zbalansowany model dydaktyki – problematyka

Współczesny proces dydaktyczny stawia przed pracownikami naukowo-dydaktycznymi coraz nowsze wyzwania, w których najważniejszym celem jest odpo-

---

\* Politechnika Poznańska, Wydział Architektury, Instytut Architektury i Planowania Przestrzennego. ORCID: 0000-0002-3055-9222.

wiednie przygotowanie studenta do przyszłego zawodu. Koncepcje edukacyjne i strategie kształcenia młodego architekta bywają odmienne i często stanowią przedmiot sporu w środowiskach naukowych. Do dwóch najbardziej antagonicznych wobec siebie koncepcji edukacyjnych należą koncepcja ideologiczna i koncepcja realistyczna. Ta pierwsza zakłada, że podczas procesu edukacji studentom należy wpoić ideały i dogmaty myśli architektonicznej skoncentrowane wokół teoretycznych rozważań na temat architektury. Architektura widziana przez pryzmat tej koncepcji przedstawiana jest jako forma sztuki użytkowej, a jej twórca jako artysta. Tworzone obiekty traktowane są zaś jako wyraz geniuszu i potęgi kreacji umysłu architekta czy wręcz dzieło sztuki o zakodowanym przesłaniu, które niczym w historycznych rzeźbach i obrazach należy tropić, podążając za niuansami formy. Ta metoda edukacji zakłada, że uczelnię wyższą opuści architekt artysta o odpowiednio ukształtowanym kręgosłupie moralnym, którego niedostatki wiedzy typowo technicznej zostaną uzupełnione w trakcie aktywności zawodowej. Druga koncepcja edukacyjna stanowi inwersję tej pierwszej. Już na samym początku zrywa z nadmiernym wynoszeniem roli architekta do pozycji oświeconego artysty. Osobliwość tej metody zakłada, że architekt jest rzemieślnikiem, inżynierem, twar- do stąpającym po ziemi inspektorem procesu inwestycyjnego, jakim jest budowa obiektu. Kierunek edukacji w tej metodzie skoncentrowany jest wokół technologicznych, prawnych i inżynierskich wyzwań, jakie tworzy architektura, zrywając z artystycznym sacrum tej dziedziny nauki. Niemal natychmiast nasuwa się pytanie, która z tych dwóch odmiennych koncepcji dydaktycznych jest bardziej wartościowa. Pewne jest to, że zdecydowanie bardziej popularna na polskich wydziałach architektury jest ta pierwsza, pieczołowicie konserwująca obraz architekta artysty. Wydaje się również, że sami studenci przyczyniają się do popularyzacji tej koncepcji. Przepisy prawa budowlanego, warunki techniczne, liczne rozporządzenia i normy, a także wiedza z zakresu konstrukcji, budownictwa i bezpieczeństwa przeciwpożarowego oraz wiele innych kluczowych aspektów decydujących o powodzeniu procesu projektowego traktowane są przez studentów wyłącznie jako nieistotne elementy rozpraszające uwagę i piękno myśli twórczej.

W rozważaniach na temat przyszłości edukacji na polskich wydziałach architektury warto zasięgnąć wzorców stosowanych na uczelniach Europy Zachodniej. Sądzić można, że metody edukacyjne wypracowane na niektórych uczelniach przyjęły prawdziwie holistyczny charakter, cechujący się prawidłowym balansem pomiędzy koncepcją ideologiczną a realistyczną. Szkoła Bauhausu w Weimarze, kataloński IAAC, londyński The Bartlett UCL, FAUP w Porto [Natividade 2018: 743-752], ETH Zurych, jednostka CITA na Royal Danish Academy w Kopenhadze, ICD/ITKE w Stuttgarcie to jednostki naukowe, które w swoim przekazie edukacyjnym znakomicie realizują zbalansowany model dydaktyki. U podstaw tego modelu leży swoboda kreacji formy obiektu architektonicznego, jednak brutalnie zderzona z ograniczeniami, jakie niesie ze sobą proces budowy. Prawidłowe funkcjonowanie tego typu modelu może mieć miejsce tylko wówczas, gdy studenci będą czynnie zaangażowani w fizyczną budowę zaprojektowanego przez siebie

obiektu. Wymóg ten narzuca oczywiste ograniczenia, do których należą lokalizacja, koszt, czas i ograniczenia technologiczne związane z procesem budowlanym. Zatem szczególnie istotne jest wyskalowanie zadania do możliwości studentów, przy zachowaniu wartości edukacyjnych zadania. Na ogromną różnicę w skali projektu architektonicznego, na jego fizyczną realizację wielokrotnie zwracał uwagę Jan Stryk w publikacji *Źródła architektury informacyjnej* [2012]. W przypadku architektury ta rozbieżność skali jest większa niż w przypadku wielu innych dziedzin projektowo-technicznych, co stanowi istotne utrudnienie procesu dydaktycznego.

### **1.1. Projektowanie parametryczne i cyfrowa fabrykacja**

Przy realizacji zbalansowanego modelu dydaktycznego szczególnego znaczenia i wartości nabiera cyfrowa fabrykacja w połączeniu z projektowaniem parametrycznym. Z punktu widzenia dydaktyki wyraźną zaletą symbiozy tych dwóch metodologii projektowych i realizacyjnych jest szybkie przełożenie cyfrowej wizji na fizyczny obiekt. Jak stwierdza Rivka Oxman, „fabrykacja nie jest techniką modelowania, ale rewolucją w tworzeniu architektury” [2010: 14-23], która tworzy most pomiędzy ekranem komputera a placem budowy. Realizacja zaprojektowanego obiektu w trakcie 5-letniego procesu edukacyjnego jest rzadkością, której studenci na ogół nie mają okazji doświadczyć w żadnej skali architektonicznej. Koncepcyjne projekty studenckie rzadko opuszczają przestrzeń wirtualną osadzoną w przestrzeni ekranu komputera. Nawet jeśli się to stanie, wówczas docierają one nie dalej niż w przestrzeń papierowego wydruku. Podobnie sytuacja wygląda w nauczaniu podstaw budownictwa – wiedzy na ogół przekazywanej w formie rozważań teoretycznych i płaskich rysunków technicznych. Wydaje się, że jedna wizyta na budowie byłaby cenniejszym doświadczeniem dla studenta niż dwa semestry podstaw budownictwa w obecnym kształcie dydaktycznym. Projektowanie parametryczne wsparte cyfrową fabrykacją i zbalansowanym modelem dydaktycznym przełamuje to negatywne zjawisko, synergicznie łącząc elementy projektowania, budownictwa i realizacji.

## **2. IMPLEMENTACJA MODELU**

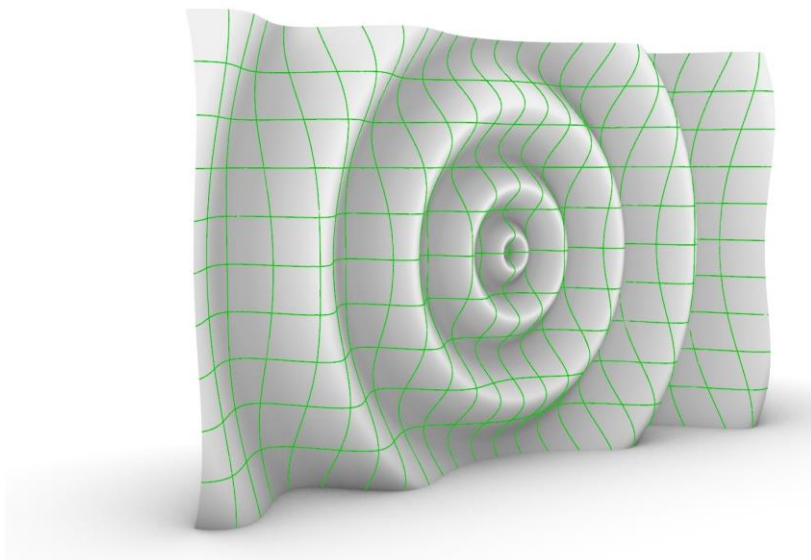
### **2.1. Zbalansowany model dydaktyki – program dydaktyczny i metodologia**

W ramach zajęć z innowatyki – przedmiotu realizowanego na Wydziale Architektury Politechniki Poznańskiej – podjęto eksperymentalną próbę wdroże-

nia zbalansowanego modelu edukacji. Studentom pierwszego semestru II stopnia, mającym za sobą zrealizowane ponad 3 lata edukacji, powierzono zadanie projektowo-realizacyjne [Strzała 2018: 763-770]. Polegało ono na zaprojektowaniu oraz budowie prototypu detalu architektonicznego, który docelowo miał znaleźć się w budynku żłobka. Żłobek w tym samym czasie był przedmiotem opracowania projektu budowlano-wykonawczego prowadzonego przez autora tej publikacji. Innymi słowy, w ramach zajęć akademickich do współpracy nad projektem typowo komercyjnym została zaproszona grupa studentów, której powierzono konkretne zadanie. Wyraźną zaletą tej sytuacji było osadzenie zajęć akademickich w realiach profesjonalnej pracy zawodowej, która rządzi się swoimi prawami, zupełnie odmiennymi od typowo akademickiej przestrzeni działań. Projekty akademickie w swojej znakomitej większości nie są krępowane wytycznymi inwestorskimi, budżetem projektu, licznymi przepisami oraz ograniczeniami technologicznymi. Fundamentem implementacji obranej metody dydaktycznej było wprowadzenie tych ograniczeń do procesu projektowego.

## 2.2. Zadanie projektowe

Tematem projektowym było stworzenie regału w wyznaczonej przestrzeni sali zabaw dla dzieci w wieku od 2 do 3 lat. Zaprojektowany regał miał spełniać funkcję mebla na przechowywanie zabawek oraz obuwia dzieci, jednak



Rys. 2.1. Geometria wejściowa – powierzchnia dwukrzywiznowa imitująca ruch wody; kolorem zielonym zaznaczono powstające przekroje



Rys. 2.2. Wizualizacja zaprojektowanej formy regału

poza typowo pragmatyczną funkcją projektowany mebel miał stanowić ozdobę sali zabaw, nadając jej interesującą stylistykę i klimat. W toku prowadzonych prac projektowych pojawiła się koncepcja mebla, który w swoim kształcie będzie przypominał dynamiczną falę powstającą w wyniku uderzenia kropli wody o płaską taflę. Uzyskana w ten sposób powierzchnia swobodna miała zostać poddana dalszym przekształceniom, które owocowały wytworzeniem półek o odpowiednich wymiarach. Cały proces projektowy odbył się przy zastosowaniu oprogramowania Rhinoceros + Grasshopper służącego do projektowania parametrycznego i generatywnego. W zamyśle prowadzącego projektu oraz studentów było stworzenie algorytmu, który zautomatyzuje cały proces projektowy, a także wygeneruje dokumentację techniczną, która pozwoli na cyfrową fabrykację mebla z wykorzystaniem maszyn CNC.

### 2.3. Proces projektowy

W pierwszym stadium pracy studenci musieli wygenerować falistą strukturę wejściową algorytmu, której wymiary musiały być dostosowane do wymiarów sali zabaw. Nieustannie towarzyszącym problemem przy tej części pracy był budżet projektu, który precyzyjnie określał kwotę, której realizacja mebla nie mogła przekroczyć. Ten czynnik już na samym początku pracy koncepcyjnej znacznie skrócił listę pomysłów i propozycji studentów. Wykluczone zostały wszystkie rozwiązania

stawiające na wykorzystanie kosztownych materiałów budowlanych, takich jak stal, lite drewno, tworzywa sztuczne. Również zaskakujące dla grupy studentów były ograniczenia wynikające ze standardowych wymiarów materiałów budowlanych, których chcieli użyć do budowy mebla. Mebla o długości 5 m i wysokości 2,7 m nie można było zbudować z niepodzielnych elementów, ponieważ na rynku nie występują materiały budowlane o tak obszerne wymiary. W konsekwencji do listy zadań studentów dołączyło kolejne, polegające na opracowaniu systemu połączeń pomiędzy poszczególnymi elementami mebla.

Drugi etap pracy polegał na domknięciu koncepcji mebla przez algorytmiczne wygenerowanie jego ostatecznego kształtu – ustalenie podziałów pionowych i poziomych, dobór materiału budowlanego i jego wymiaru (płyty MDF  $2800 \times 2070 \times 12$  mm). Opracowana sekwencja algorytmiczna w programie Grasshopper generująca podstawową formę mebla wymagała użycia około 75 bloków logicznych wraz z suwakami. Opracowany kilka tygodni później ostateczny algorytm generujący dokumentację techniczną, która trafiła do realizacji, zawierał 310 bloków logicznych i suwaków. Oznacza to, że zakończony etap koncepcyjny projektu stanowił zaledwie 25% procesu projektowego, nie wliczając procesu cyfrowej fabrykacji oraz budowy prototypu obiektu. Zestawienie tej prostej statystyki dało studentom interesujący obraz obszerności procesu projektowego i realizacyjnego, jednocześnie zwracając uwagę na skromny udział etapu koncepcyjnego na ich tle.

Trzeci etap pracy polegał na dostosowaniu opracowanej koncepcji do wymagań technologicznych, materiałowych, konstrukcyjnych oraz budżetowych. Pierwsza faza pracy polegała na oszacowaniu, jaka ilość materiału (płyty MDF) będzie potrzebna do budowy mebla. W tym celu wykorzystano algorytm typu „Nesting” dostępny dzięki plug-in programu Grasshopper „Generation”. Algorytm ten w bardzo krótkim czasie osadził obrysy wszystkich elementów mebla na formacie płyty MDF w taki sposób, aby zajmowały one jak najmniej miejsca. Można zatem uznać, że był to proces optymalizacji kosztów materiału budowlanego, jak również wstępne oszacowanie kosztorysu. Algorytm dostarczył informacji, że realizacja zadania wymaga zakupu 15 płyt MDF, obliczył również łączną długość ścieżki pracy maszyny CNC, co dało pewne przybliżone pojęcie na temat kosztu usługi frezowania płyt. Kolejnym bardzo istotnym problemem rozwiązany na tym etapie pracy były kwestie związane z konstrukcją mebla. Na podstawie obliczeń algorytmu objętość wszystkich elementów mebla miała wynieść  $0,53 \text{ m}^3$ , co w przełożeniu na masę budulca miało dać około 430 kg wagi. Dane te również stanowiły cenne informacje dla studentów, rzutowały na proces budowlany i logistyczny. Istotnym problemem do rozwiązania była kwestia prawidłowego łączenia elementów mebla, którego forma powstała jako efekt pracy algorytmu typu „Waffle”. Charakterystyka geometrii powstającej jako wynik działania tego typu algorytmu została opisana w książce *Współczesne projektowanie parametryczne w architekturze* [Bonenberg, Giedrowicz, Radziszewski 2019]. Podstawowym problemem powiązany z fabrykacją tego typu geometrii jest charakterystyka pracy maszyny CNC uzbrojonej we frez skrawający. Wszystkie kąty wewnętrzne danej geometrii

nie zostaną przycięte do precyzyjnego narożnika o kącie prostym. Maszyna zaokrągla każdy narożnik mający kąt wewnętrzny, a promień zaokrąglenia powiązany jest bezpośrednio ze średnicą frezu, która przy frezowaniu płyt MDF o grubości 12 mm na ogół wynosi 6 mm. W konsekwencji nieprecyzyjnie docięte narożniki nie licują się prawidłowo, tworzą dystanse pomiędzy wszystkimi elementami konstrukcji. Sytuacja ta ma wpływ nie tylko na zaburzenie geometrii całego mebla oraz zmianę jego całościowego wymiaru, ale przede wszystkim znacznie pogarsza jego stabilność. Zbyt duży dystans pomiędzy elementami konstrukcyjnymi powoduje rozchwianie całości konstrukcji, grożąc jej zawaleniem. W celu przeciwdziałania temu negatywnemu zjawisku już na etapie projektowym należy wyeliminować ryzyko powstawania zaokrąglenia kątów wewnętrznych. Wraz ze studentami opracowano prostą metodę ścinania zaokrąglenia. Polega ona na generowaniu w miejscu występowania kąta wewnętrznego zatoczki, którą ma wydrążyć frez. Innymi słowy, frez musi zagłębić się nieco głębiej (o wymiar średnicy frezu) w materiał, niż wymaga tego prawidłowy kształt elementu konstrukcyjnego. Tym sposobem frez ścina zaokrąglenie w narożniku, nie powodując osłabienia elementu. Ta pozornie prosta zasada wymagała opracowania obszernego algorytmu odpowiedzialnego za wygenerowanie zatoczek w każdym niewralgicznym punkcie konstrukcji. W rezultacie wszystkie elementy mebla pokryły charakterystyczne, okrągłe nacięcia tworzące kształt litery „T”. Ostatnią fazą projektową było wygenerowanie poziomów elementów spinających konstrukcję mebla. Na dnie i zwieńczeniu regału wygenerowano długi grzebieniowaty element konstrukcyjny stanowiący swoisty kręgosłup. Zabieg ten miał na celu przeciwdziałanie wzdłużnym ugięciom całej konstrukcji. Ostatnią fazą pracy projektowej było wygenerowanie systemu oznaczeń poszczególnych elementów konstrukcyjnych mebla. Zaprojektowana forma, mimo że ma dwie osie symetrii (poziomą i pionową biegnącą przez środek), owocowała dużą liczbą niepodobnych do siebie elementów. Proces ich prawidłowego łączenia zależny był od czytelnego oznaczenia każdego z nich numerem porządkowym. W rezultacie każdy element miał zostać opatrzony grawerowaną sygnaturą. Do budowy odpowiedniego algorytmu odpowiedzialnego za generowanie sygnatur wykorzystano plug-in Squid.

Tym samym zakończony został proces projektowy, a praca studentów skoncentrowała się na kwestiach związanych z cyfrową fabrykacją mebla. Nawiązali oni kontakt z zakładem produkcyjnym, który oferował frezowanie płyt MDF przy użyciu standardowej 2,5-osiowej frezarki bramowej. Do kompetencji studentów należała koordynacja procesu fabrykacji, jak również prawidłowe przygotowanie plików do pracy. Zgodnie z wytycznymi wykonawcy wszystkie elementy mebla zostały przedstawione w programie CorelDRAW w formie zamkniętych powierzchni rozmieszczonych na formacie płyty MDF pomniejszonej o niezbędny offset. W wyniku ręcznych modyfikacji rozmieszczenia paneli udało się zredukować liczbę płyt MDF z 15 do 14, co obniżyło koszt inwestycji. W przygotowanym pliku w formacie .cdr rozróznilo dwa kolory, gdzie pierwszy oznaczał frezowanie płyty na przestrzał, natomiast drugi – grawer na głębokość 1 mm. Proces cyfrowej fabry-



kacji przebiegł pomyślnie, bez żadnych komplikacji. Wkrótce po jej zakończeniu wszystkie elementy mebla zostały przetransportowane na miejsce budowy, tj. do holu budynku Wydziału Architektury i Wydziału Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej. Proces budowy mebla miał odbyć się z udziałem wszystkich studentów z grupy projektowej, dając im cenne doświadczenia polegające na rewizji słuszności przyjętych rozwiązań projektowych oraz możliwość zderzenia z rzeczywistością placu budowy. Ten etap badania i eksperymentu należy uznać za nieudany ze względu na brak obecności studentów podczas procesu budowy mebla. Sytuacja ta była wynikiem trwającej pandemii i zakazu przebywania studentów na terenie Wydziału Architektury. Mimo to mebel bez większych trudów w ciągu kilku godzin został wzniesiony dzięki pracy czterech pracowników Wydziału Architektury PP. Można jednak przypuszczać, że po zakończeniu pandemii i restrykcji z nią związanych studenci będą mieli okazję zrewidować uzyskane efekty projektowe, wzbogacając w ten sposób swoją wiedzę i doświadczenie zawodowe.



Rys. 2.3. Prototyp mebla w przestrzeni holu budynku WA i WIZ PP

### 3. PODSUMOWANIE

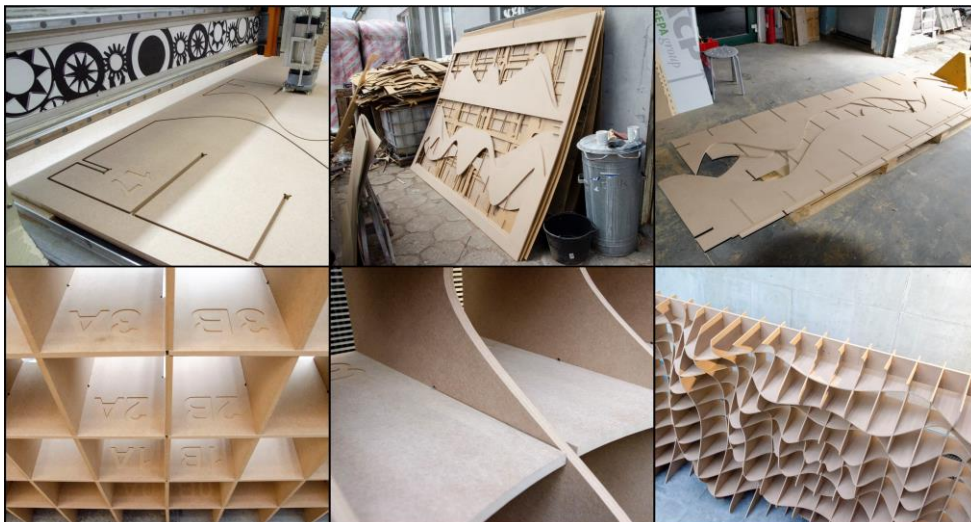
Wnioski płynące z przeprowadzonego eksperymentu i badania należy podzielić na dwie grupy. Pierwsza z nich odnosi się bezpośrednio do opracowanego projektu mebla, natomiast druga do uzyskanych efektów dydaktycznych.

Zaprojektowany i wzniesiony prototyp parametrycznego regału wykazał drobne mankamenty projektu. Pierwszy z nich odnosi się do większej niż spodziewana



niestabilności mebla podczas działania siły ściskającej wzdłuż konstrukcji – mebel przechyla się nawet o kilka centymetrów. Jest to kłopotliwa sytuacja wyłącznie wtedy, gdy prototyp znajduje się w przestrzeni otwartej. Docelowo mebel ma być osadzony pomiędzy dwoma murowanymi ścianami, które skutecznie wyeliminują swobodę jego ruchu. Nie w pełni prawidłowo zaprojektowane zatoczki frezu o kolistym kształcie niepotrzebnie wydłużyły czas pracy maszyny CNC, w przyszłości należy je przeprojektować na zatoki w kwadratowym kształcie. Cennych doświadczeń dostarczył sam proces budowy mebla. Istotnym problemem było prawidłowe wypoziomowanie go w taki sposób, aby zachował wszędzie kąty 90 i 180 stopni. Proces budowy utrudniały również poszczególne elementy, a także waga całości mebla oraz praca na wysokości.

Efekty dydaktyczne wydają się dalece satysfakcjonujące. Studenci poza opanowaniem podstawowych umiejętności z zakresu projektowania parametrycznego i generatywnego zyskali wiedzę na temat automatyzacji procesu projektowego. Przybliżone zostały im podstawowe algorytmy stanowiące cenne wsparcie procesu projektowego. Grupa projektowa zyskała również wiedzę na temat cyfrowej fabrykacji, jej charakterystyki i przebiegu oraz samodzielnego przygotowania plików produkcyjnych. Kolejnym wartościowym doświadczeniem było zderzenie z ograniczeniami, jakie niesie ze sobą projektowanie w standardzie wykonawczym, znacznie odległym od projektowania koncepcyjnego. Ograniczenia budżetowe, niezadowolenie klienta, sprzeciwy wykonawców, wytyczne konstruktora i branżyistów to problemy, z którymi przyszło mierzyć się studentom biorącym udział w tym eksperymencie. Fikcyjność akademickiej rzeczywistości projektowej przeważnie nie dostarcza tego typu doświadczeń. Kolejnym cennym doświadczeniem dla studentów była współpraca z innymi członkami procesu projektowo-wykonawczego, którzy nie są architektami. Hermetyczność przestrzeni akademickiej, w której studenci poruszają się wyłącznie w środowisku innych architektów, degeneruje ich wrażliwość na inne punkty widzenia. Typowy system wartości i percepcja problemów związanych z architekturą, takich jak harmonia z kontekstem, gramatyka formy i kształtu, kontynuacja materiałowa, rytm, faktura, osiowość, ukryte przesłanie i ideologia, są często kompletnie niezrozumiałe dla klienta oraz wszystkich członków procesu inwestycyjnego z wyjątkiem architekta. Sytuacja ta często prowadzi do wielu nieporozumień na osi architekt – inwestor i branżysty. W ramach przeprowadzonego eksperymentu studenci mieli okazję ćwiczyć interpersonalne umiejętności miękkie, takie jak konwersacja, negocjacja, wymiana poglądów oraz wzajemne zrozumienie potrzeb i oczekiwań. Pewnym wyraźnym niedosytem jest brak udziału studentów w procesie budowy mebla, który być może uda się przeprowadzić po przywróceniu normalnego toku pracy uczelni. Również, patrząc w przyszłość, cennym doświadczeniem dla studentów może być ich pojawienie się na placu budowy żłobka, gdzie zaprojektowany przez nich mebel zostanie wykonany przez profesjonalną firmę wykonawczą.



Rys. 3.1. Detale uzyskane w procesie cyfrowej fabrykacji subtraktywnej przy zastosowaniu frezarki bramowej CNC 2,5-osiowej

Sami studenci wyrazili satysfakcję z przeprowadzonych zajęć w eksperymentalnej formie, co znalazło potwierdzenie w przeprowadzonej ankiecie. W przyszłości autor publikacji planuje powtórzyć implementację zbalansowanego modelu dydaktyki na kolejnych grupach studentów, kontynuując obserwacje i badania.

## LITERATURA

- Bonenberg W., Giedrowicz M., Radziszewski K., 2019, *Współczesne projektowanie parametryczne w architekturze*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań.
- Natividade V., 2018, *Digital Design and Fabrication of Freeform Concrete Blocks*, *Computing for a better tomorrow – Proceedings of the 36th eCAADe Conference*, vol. 1, Lodz University of Technology, Lodz, pp. 743-752.
- Oxman R., 2010, *The New Structuralism: Design, Engineering and Architectural Technologies*, „Architectural Design”, 80 (4), pp. 14-23.
- Słyk J., 2012, *Źródła architektury informacyjnej*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Strzała M., 2018, *Design Research Based Method for Digital Fabrication Teaching*, *Computing for a better tomorrow – Proceedings of the 36th eCAADe Conference*, vol. 1, Lodz University of Technology, Lodz, pp. 763-770.

## **PARAMETRIC DESIGN AS SUPPORT FOR A BALANCED MODEL OF TEACHING**

### **Summary**

This article describes an experimental didactic method, which is referred to as a balanced didactic model by the author of the publication. The method is based on engaging students throughout the entire design and implementation process, which is partially embedded outside of the academic design realities. The applied method aims at recreating a professional design environment, which students generally encounter only after their graduation. The purpose of the conducted experiment was to familiarize students with non-academic knowledge and expose them to the realities of professional work. This task was performed through the implementation of tools used for parametric design and digital fabrication. The article depicts a multi-stage design and prototype building process of a parametric furniture piece – shelving unit, which is meant to be placed in a playroom of a public nursery. The furniture piece had been designed using algorithms created in Grasshopper software as well as digital subtractive fabrication method with the use of CNC milling machine. In the summary of the article, author describes the benefits gained by the students involved in this experiment.

**Keywords:** parametric design, generative design, Grasshopper, Rhinoceros, digital fabrication, CNC