



FSS#2 SURFACE ACTIVE STRUCTURE

# 01 ABSTRACT

## چکیده

چکیده:  
مجموعه کارگاههای سازههای فضایی فرم آزاد با هدف تحقیق و تمرین در میان دو حوزه سازههای فرم آزاد و روش‌های یکپارچه طراحی و ساخت رایانشی برگزار می‌گردد. هر یک از این برنامه‌های آموزشی به یک روش و فن خاص در راستای ساخت سازههای فرم آزاد می‌پردازد. این کارگاه با بررسی سازههای سطح فعال و خم فعال تلاش نموده تا در زمان سه هفته دو سازه متفاوت از این دسته را طراحی کرده و سازد. در این سییر دانشجویان در ابتدا با مطالعه مصالح و شناخت رفتار آن روش‌هایی را جهت توسعه فرم ایجاد نموده‌اند. سپس، با استفاده از ابزار ساخت دیجیتال طراحی خود را توسعه داده و در مقیاس واقعی تولید کرده‌اند. تمامی قطعات این دو سازه از پلای‌بود با خصامت‌های سه و شش میلی‌متر بوده و با استفاده از ابزار ساخت دیجیتال پرش خورده‌اند. سپس به کمک اعمال نیرو و استفاده از ویژگی‌های ایستیک مصالح خم شده تا به شرایط و فرم نهایی خود برسند.

Abstract:  
Freeform Space Structure Workshops are held for the purpose of research and practice the two areas of free form structures and computer integrated construction and design methods. Each of these training programs deals with a specific way of constructing free form structures. This workshop tried to design and construct two different structures by examining surface active and bending active structures. At first, students have created ways to develop the form by studying the materials and understanding their behavior. Then, they have developed their designs using digital fabrication tools and produced them on a real scale. All parts of these two structures are made of Plywood with thicknesses of 3 and 6 mm and cut using digital fabric cutting machines. Then, by applying force and using the elastic properties of the materials, they are bent to their final shapes.

۲ شهریور تا ۱۵ شهریور  
AUGUST 24 - SEPTEMBER 6



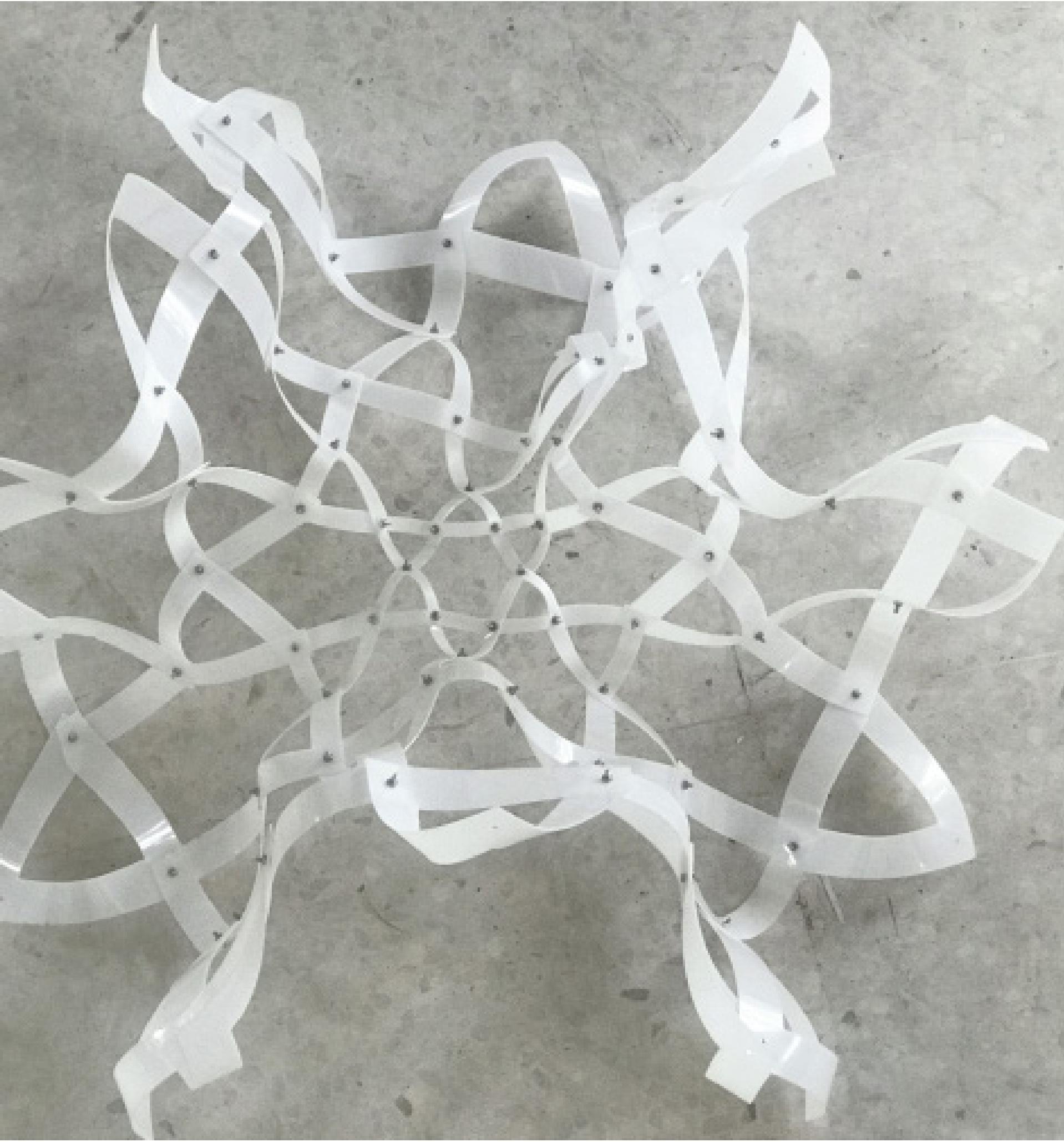
# 02 INTRODUCTION

## معرفی

**معرفی**  
این کارگاه آموزشی با همکاری دانشگاه هنر و دانشگاه تهران، توسط خانه ساخت دیجیتال دانشگاه هنر، قطب علمی فن اوری معماری دانشگاه تهران و انجمن علمی تکنولوژی معماری دانشگاه تهران در شهریور ماه ۱۳۹۸ به میزبانی دانشگاه هنر و تهران برگزار گردید. هدف از برگزاری این کارگاه تجربه طراحی و ساخت دیجیتال یکپارچه برای دانشجویان و انسانی با ابزار و امکانات ساخت دیجیتال بوده است. به این منظور، طراحی و ساخت دو پاویون در دو دانشگاه در دستور کار قرار گرفت. هر دوی این پاویون‌ها با یک فن، سازه‌های سطح فعال، و با استفاده از مصالح ورقه‌ای تخته چندلا ساخته شد. تستهای نهایی و ساخت تمامی قطعات این دو پاویون تماماً به صورت دیجیتالی تولید شدند. در این کارگاه ۱۴ دانشجو و ۹ مدرس حضور داشتند.

### Introduction:

The workshop was organized in collaboration with University of Art and University of Tehran, by Digital craft house at University of Art, Centre of Excellence in Architectural Technology and association of architectural technology at university of Tehran in September 2019. The purpose of this workshop was to provide students with an integrated digital design experience and familiarity with digital fabrication tools and facilities. Our ultimate goals were to produce two pavilion at two universities. Both pavilions were constructed with plywood sheets and using a technique of surface active structures. Final tests and manufacturing of all parts of these two pavilions were all digitally produced. This workshop was attended by 14 students and 9 teachers.



# 03 PROCESS

## فرآیند

### فرآیند

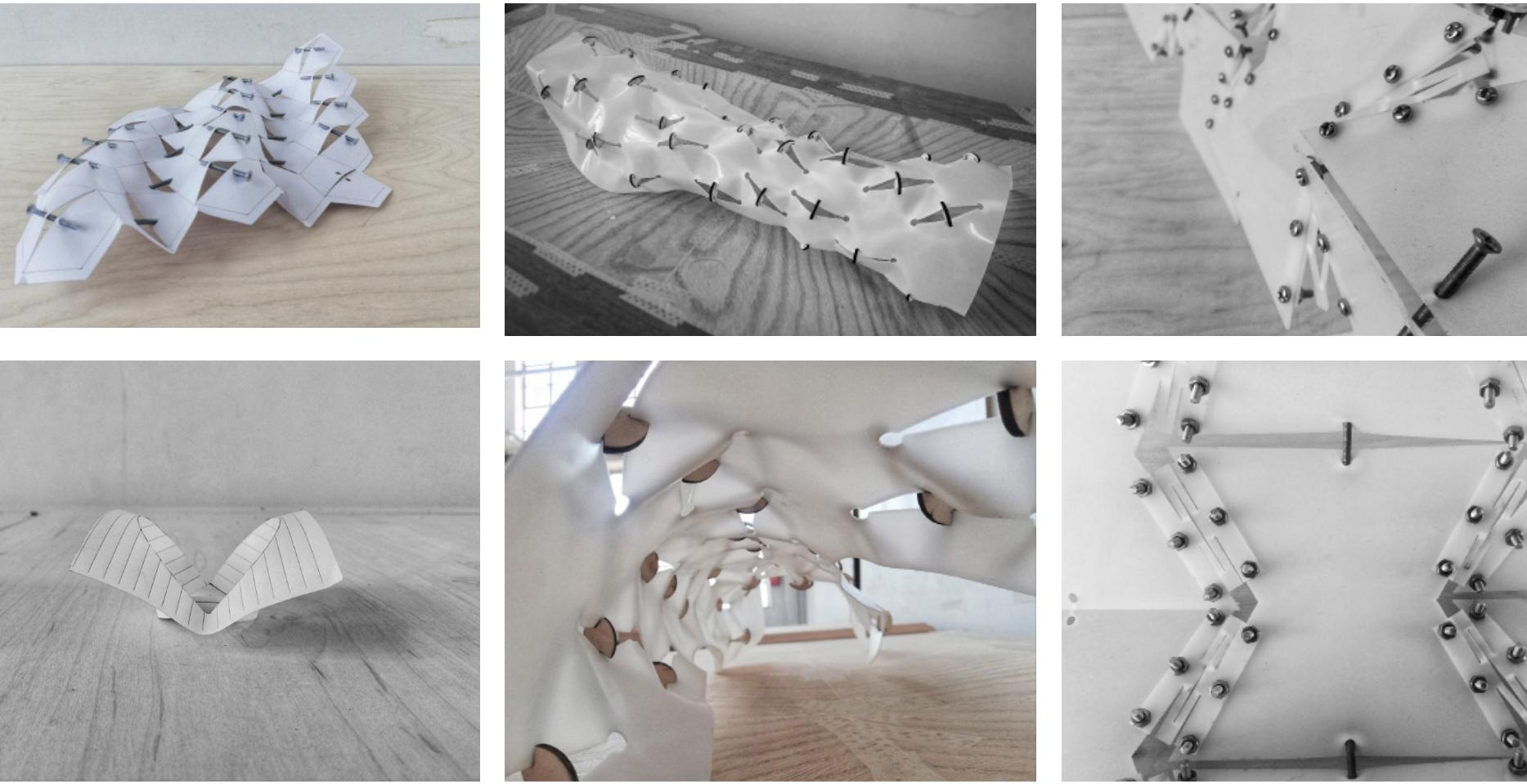
در مرحله صفر کارگاه، پیش از شروع دوره آموزشی روش‌های مختلفی برای ساخت الاستیک و توانایی برش با دستگاه‌های ساخت دیجیتال مورد آزمایش قرار گرفت. در نتیجه این فرآیند «مقوا و های ایمپکت پلی استایرن» به عنوان مصالح مطلوب نمونه سازی و تخته چندلا با خصائص مختلف جهت استفاده در کار نهایی انتخاب گردیدند.

مرحله اول این کارگاه شامل دو بخش آموزش و تجربه بود. به گونه‌ای که در بخش آموزش به دانشجویان نرم‌افزار گرس‌هایپر به عنوان ابزار طراحی دیجیتال و معرفی تجهیزات به عنوان ابزار ساخت دیجیتال معرفی گردید تا بتوانند از پتانسیل‌های آن در طراحی خود استفاده نمایند. سپس در بخش تجربه از دانشجویان خواسته شد تا تلاش کنند با خم کردن ورق‌ها یک مدول یا قسمتی از یک سازه خم فعال را سازند. در این قسمت دانشجویان موفق شدند تا هفت مدل اولیه متفاوت طراحی نمایند.

در مرحله بعد، سه سیستم مختلف به عنوان گزینه‌های اصلی انتخاب شدند و دانشجویان در سه گروه به مطالعه و توسعه طرح پرداختند. خروجی این قسمت مکت یک پنجم کل و یا بخشی از کار نهایی بود به گونه‌ای که این اطمینان حاصل شود که هر گروه فرآیند تولید یک پاویون را در مقیاس مکت به صورت دیجیتالی و با جزئیات مشابه کار نهایی تجربه خواهد نمود.

در آخرین مرحله دو اثر از سه گزینه موجود با رای دانشجویان انتخاب گردید و در مقیاس واقعی ساخته شد. تولید نقشه‌های ساخت این قسمت تماماً توسط کد در CNC milling نرم‌افزار گرس‌هایپر انجام گردید و تمام قطعات توسط دستگاه برش و برش لیزر تولید گشت.

**Process:**  
In the zero phase of the workshop, different methods of fabrication of these types of structures and different types of materials were tested for their elastic deformation and ability of cutting with digital fabric cutting machines. As a result of this process, "cardboard and high Impact polystyrene" was selected as the desired prototyping material and plywood with different thicknesses for use in the final work.  
The first phase of the workshop consisted of two parts: training and experience. In the training section, students were introduced to the Grasshopper software as a digital design tool and digital fabrication tools to realize their potential in design. Students were then asked in the experience section to try to bend a sheet to form a module or part of an active bend structure. In this section, the students succeeded in designing seven different prototype. In the next step, three different systems were selected as the main options and students studied and developed them in three groups.  
The output of this part was prototypes of a fifth of the hole or part of the final work. This is to ensure that each group experiences the process of producing a prototype of pavilion using digital design tools and in the same detail as the final work.  
In the last step, two works were selected by students' vote and were made on a real scale. The production of the construction drawings was made entirely by code in the Grasshopper software and all parts were produced by CNC milling and laser cutting.



# 04 FINAL PRODUCT

## محصول نهایی

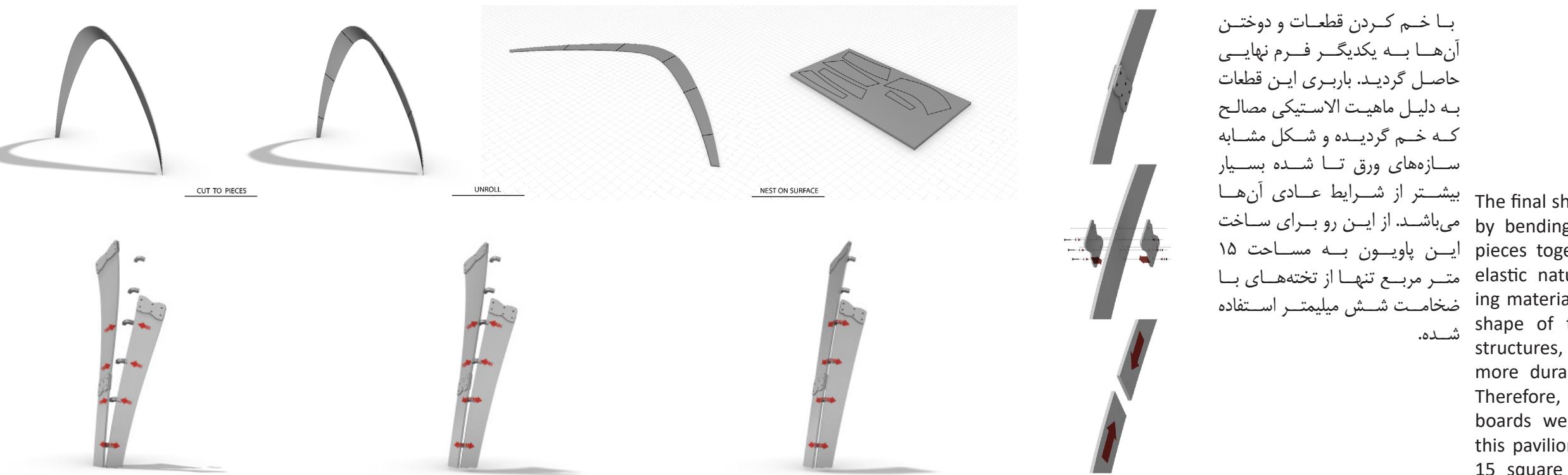
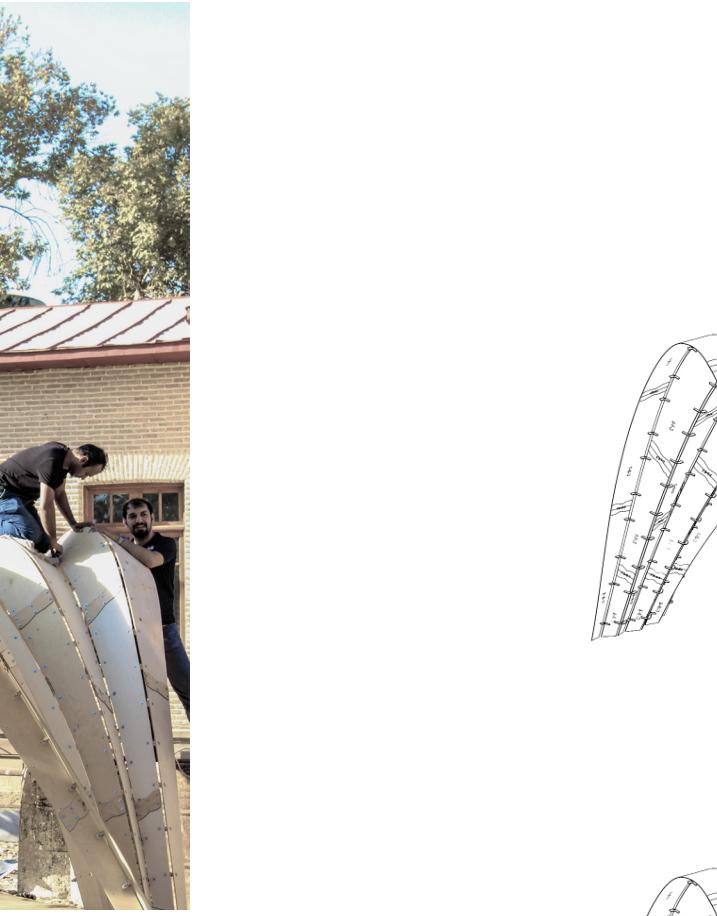
محصول نهایی  
اولین محصول این کارگاه پاویونی می باشد که در حیاط باغ ملی اجرا شده است. این پاویون از قطعات حلالی شکلی تولید شده اند که در اثر اتصال پشت به پشت به یکدیگر یک خم سه بعدی در فضای پیدا کرده و به همان صورت پایدار می گردد. از کنار هم قرار دادن این قطعات شکل نهایی حاصل گشته است. در ابتدا این فرم به صورت دیجیتالی در نرم افزار Grasshopper مدل شد و سپس گستردگی هر قطعه ترسیم گردید. با توجه به طول پنج متری قطعات این سازه، هر قطعه به قطعات کوچکتری تقسیم شد تا بتوان آنها را از صفحات استاندارد تخته چندلا در ابعاد ۱۲۲ در ۲۴۴ سانتیمتر برش زد. قطعاتی نیز به عنوان صفحه دوخت این قطعات کوچکتر جهت تولید فرم حلالی شکل و اتصال حلال ها به یکدیگر تولید گردید.

### Final product:

The first product of this workshop is the pavilion that placed in the courtyard of Bagh-Melli campus. This pavilion is made of U shaped pieces that are connected back to back and provided a three dimensional bent in space and stabilized in the same way. Final shape is result of putting these pieces together.

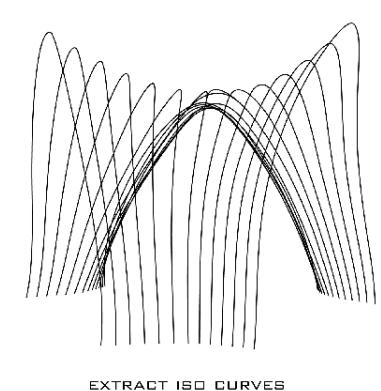
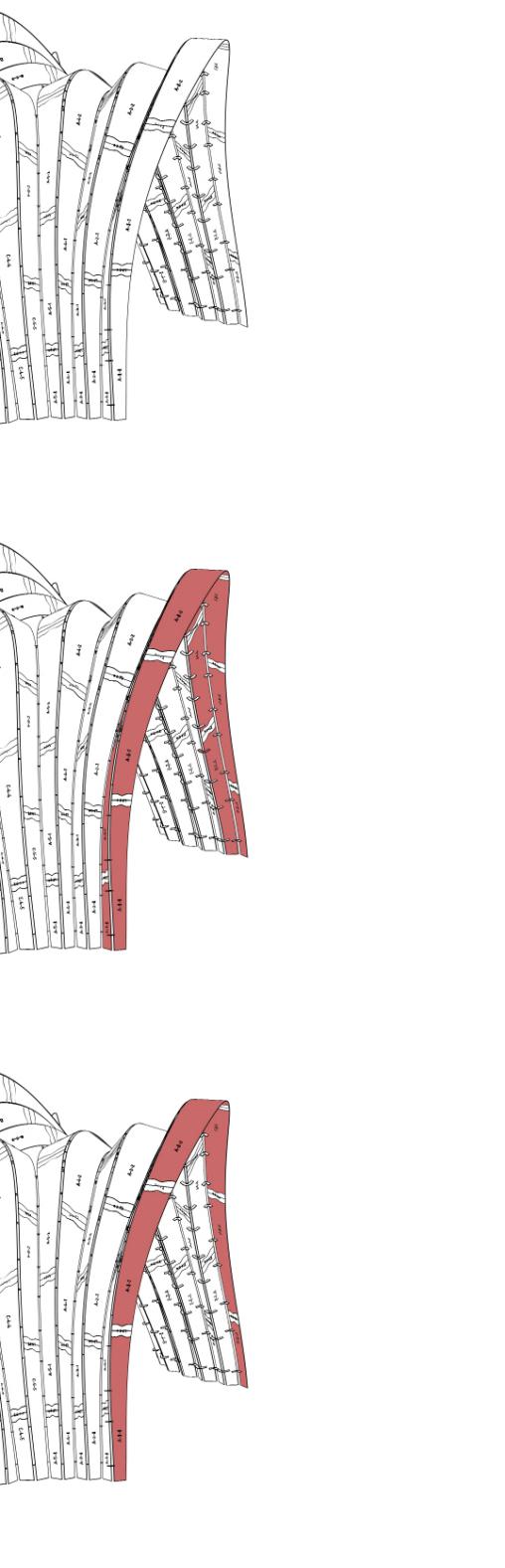
Initially this form was digitally modeled on Grasshopper software and then the unroll of each piece was plotted. Due to the five-meter length of the pieces, each piece was split into smaller pieces so that they could be cut from standard plywood sheets 122 x 244 cm. Also some members were produced as a stitching plate for these smaller parts to produce a U shaped form and to bind the U-shapes together.





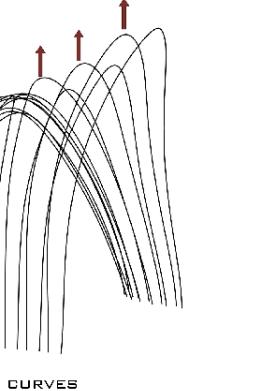
با خم کردن قطعات و دوختن آنها به یکدیگر فرم نهایی حاصل گردید. بازیری این قطعات به دلیل ماهیت الاستیکی مصالح که خم گردیده و شکل مشابه سازه‌های ورق تا شده بسیار بیشتر از شرایط عادی آنها می‌باشد. از این رو برای ساخت این پاویون به مساحت ۱۵ متر مربع تنها از تخته‌های با ضخامت شش میلیمتر استفاده شده.

The final shape was obtained by bending and sewing the pieces together. Due to the elastic nature of the bending materials and the similar shape of the folded sheet structures, they are much more durable than normal. Therefore, only 6mm thick boards were used to build this pavilion with an area of 15 square meters.

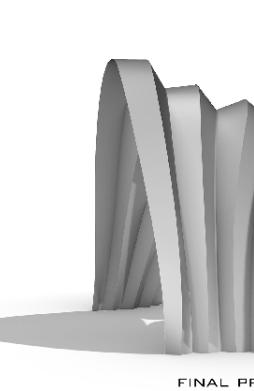


BASE ON 3 POINT

BASE CURVES



EXTRACT ISO CURVES

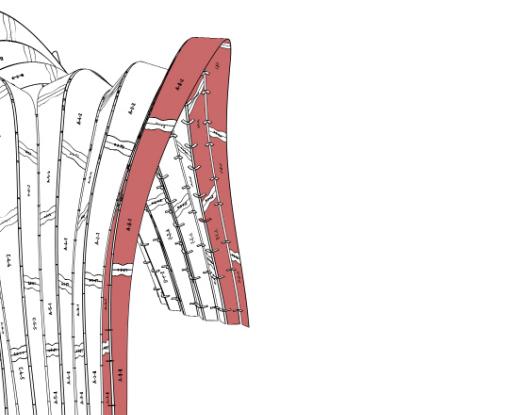


RISE ISO CURVES

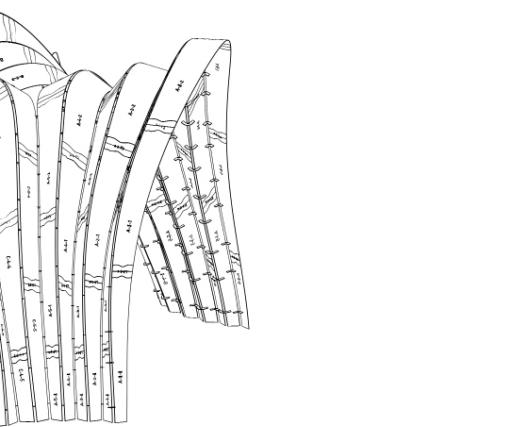


MAKE SURFACE

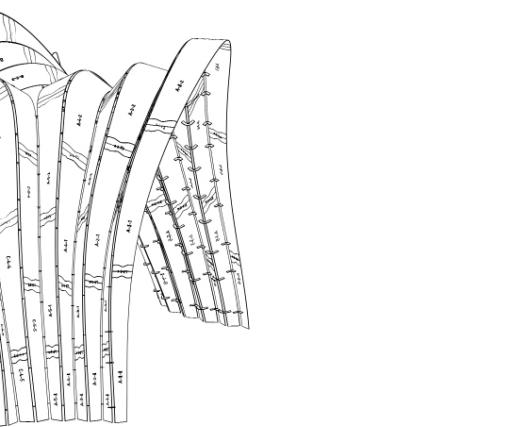
FINAL PRODUCT



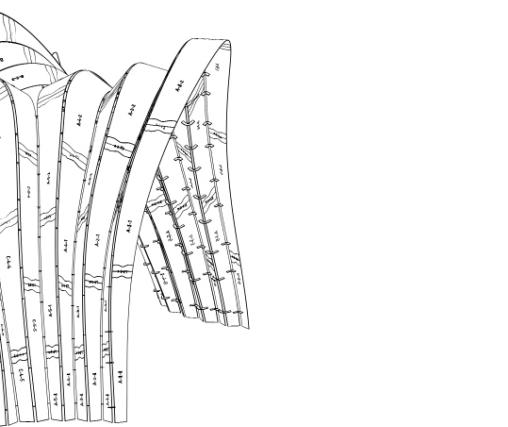
FINAL PRODUCT



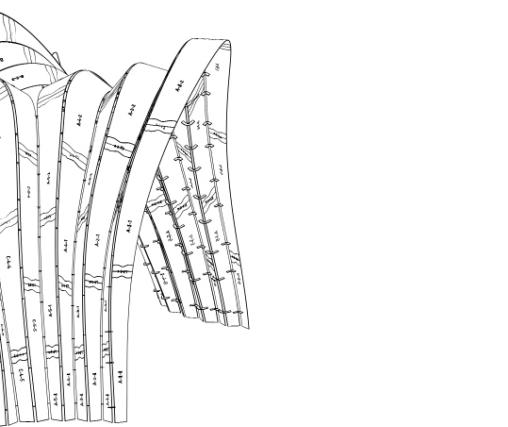
FINAL PRODUCT



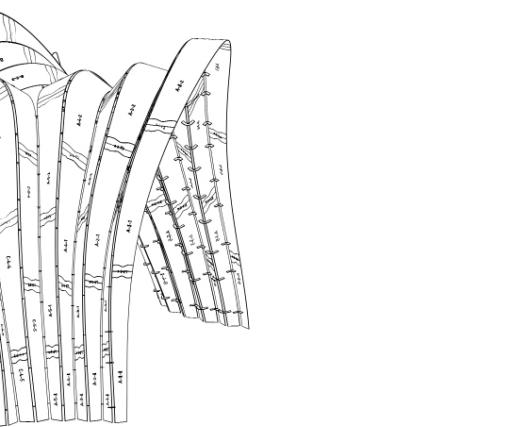
FINAL PRODUCT



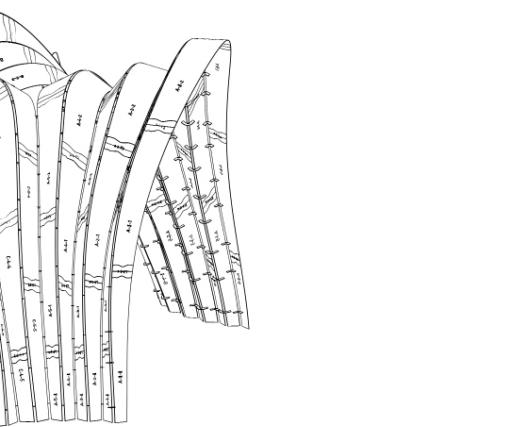
FINAL PRODUCT



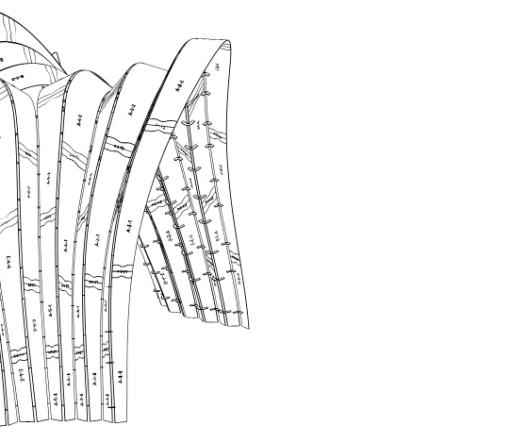
FINAL PRODUCT



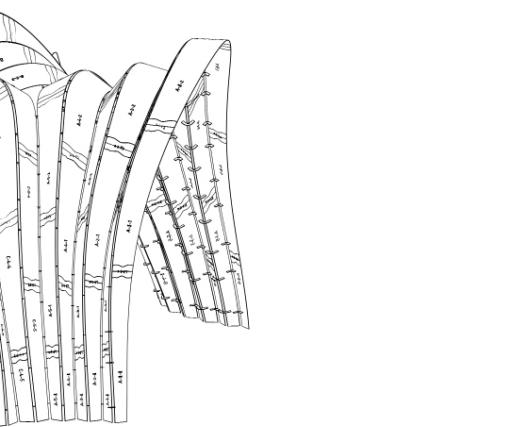
FINAL PRODUCT



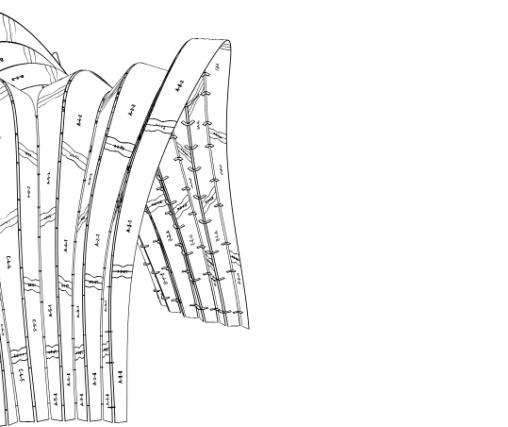
FINAL PRODUCT



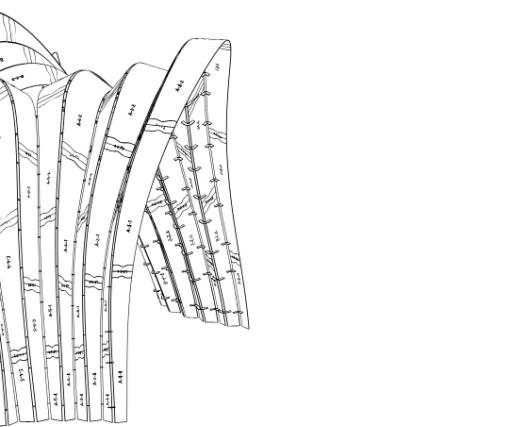
FINAL PRODUCT



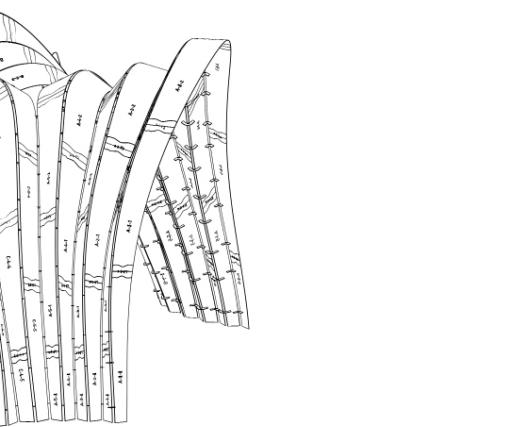
FINAL PRODUCT



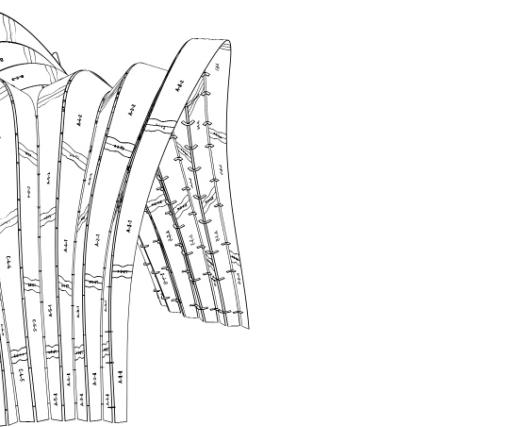
FINAL PRODUCT



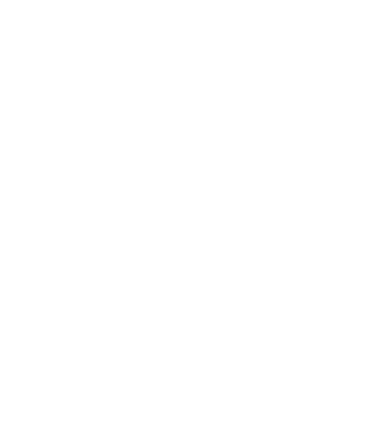
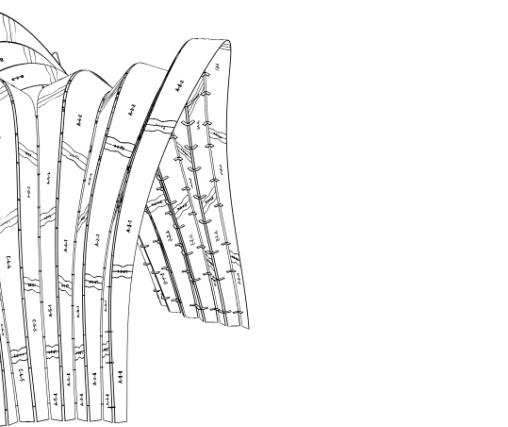
FINAL PRODUCT



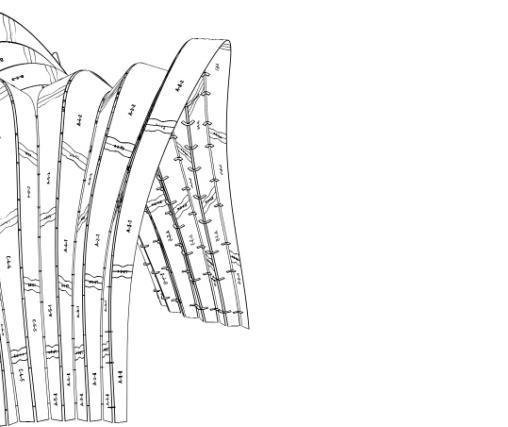
FINAL PRODUCT



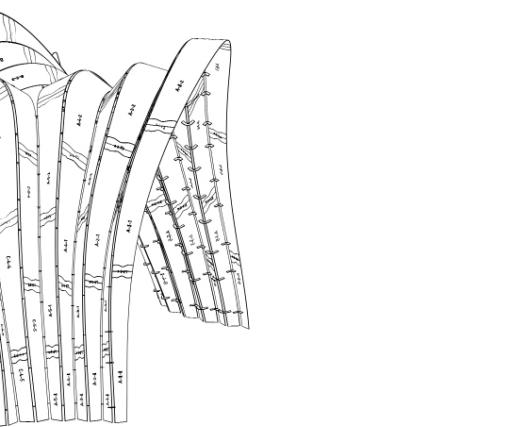
FINAL PRODUCT



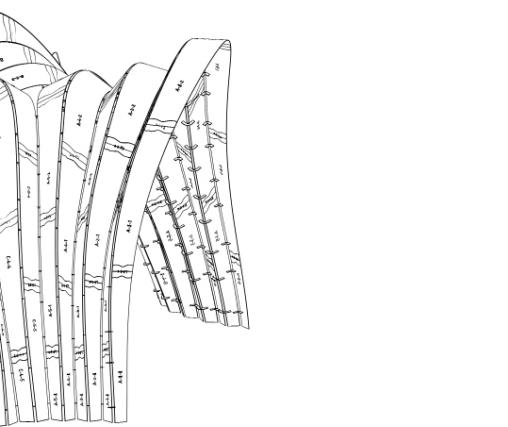
FINAL PRODUCT



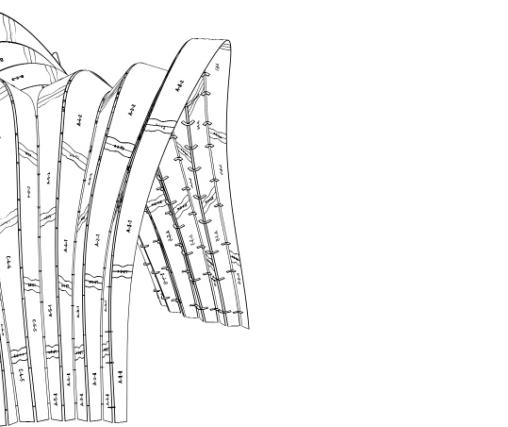
FINAL PRODUCT



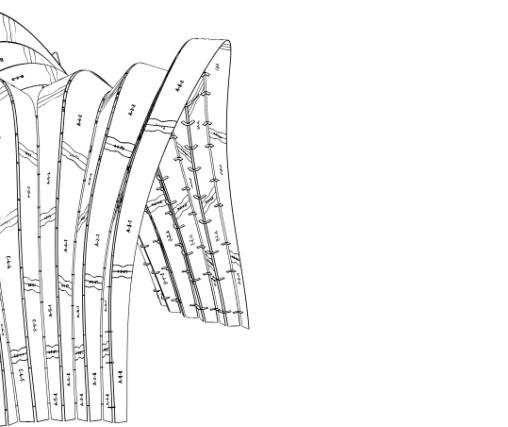
FINAL PRODUCT



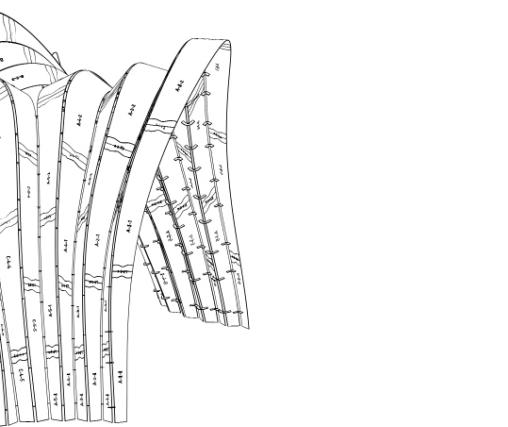
FINAL PRODUCT



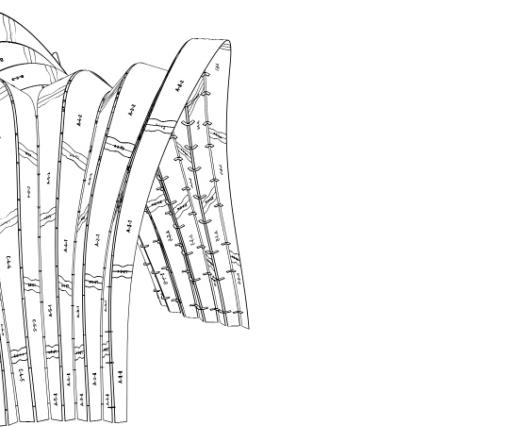
FINAL PRODUCT



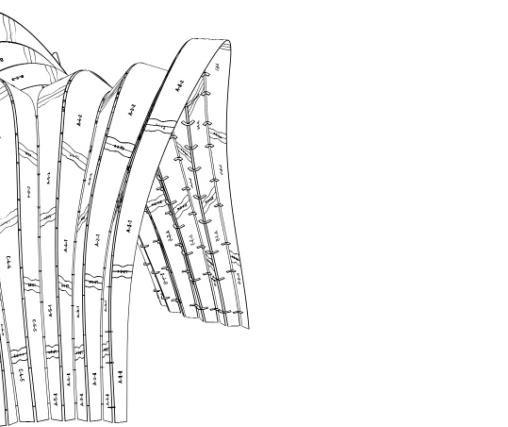
FINAL PRODUCT



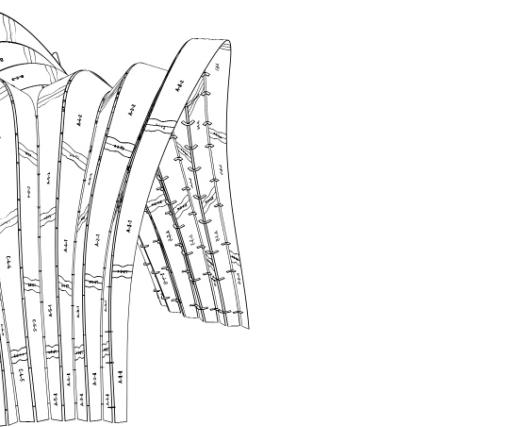
FINAL PRODUCT



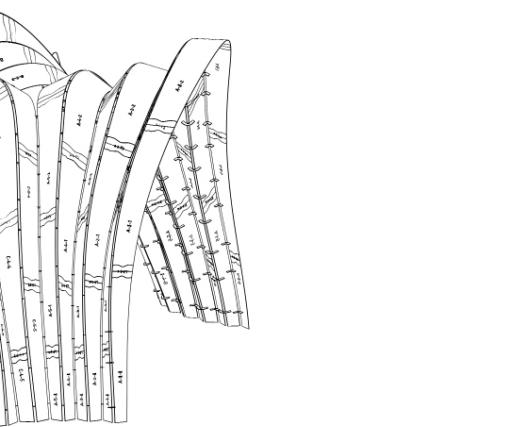
FINAL PRODUCT



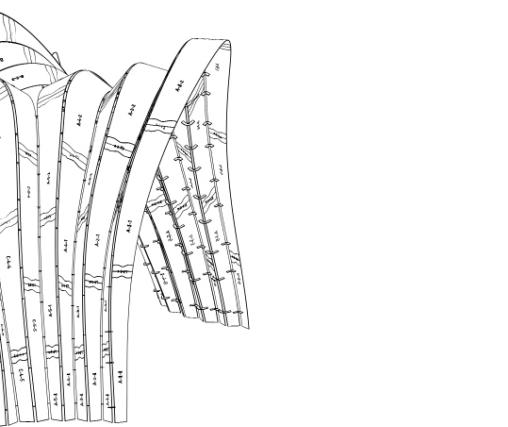
FINAL PRODUCT



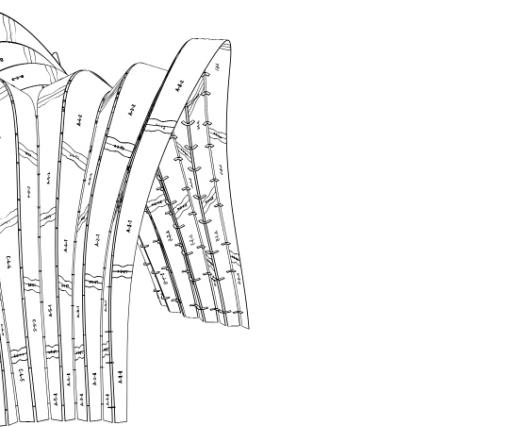
FINAL PRODUCT



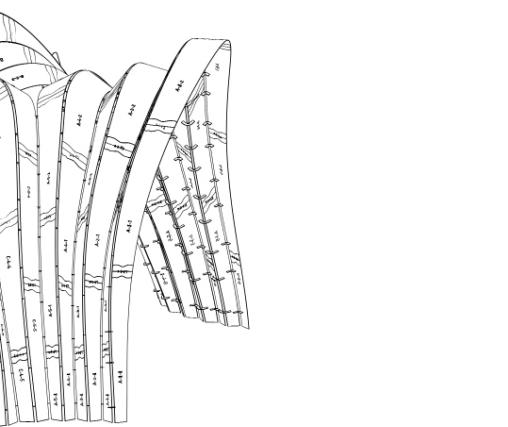
FINAL PRODUCT



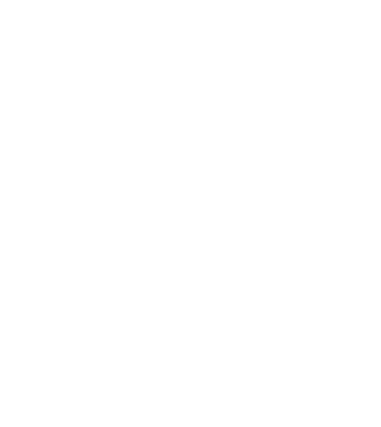
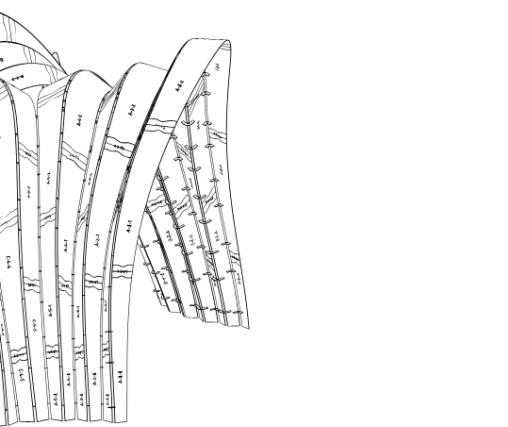
FINAL PRODUCT



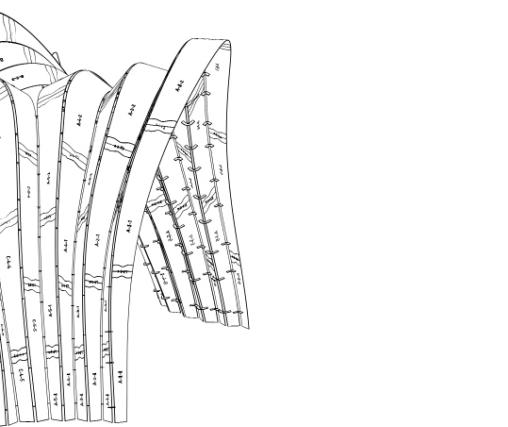
FINAL PRODUCT



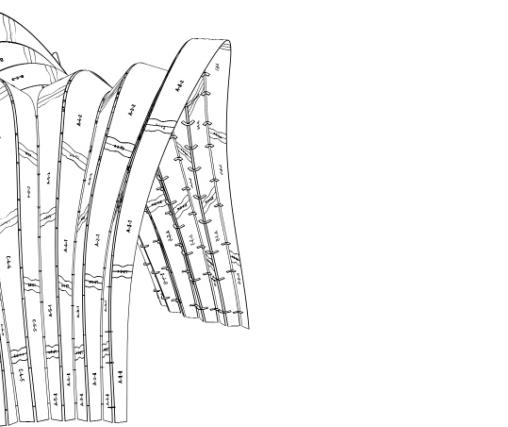
FINAL PRODUCT



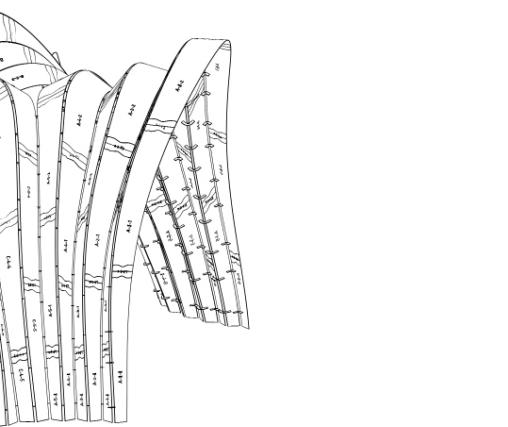
FINAL PRODUCT



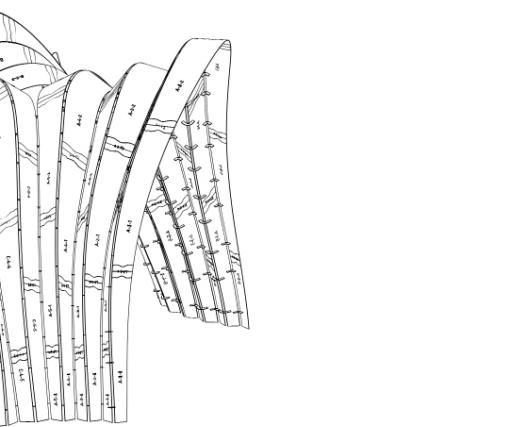
FINAL PRODUCT



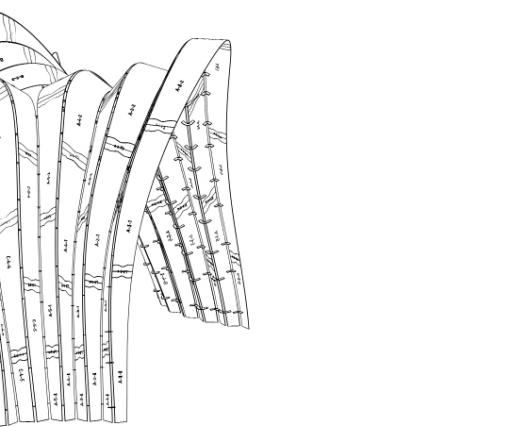
FINAL PRODUCT



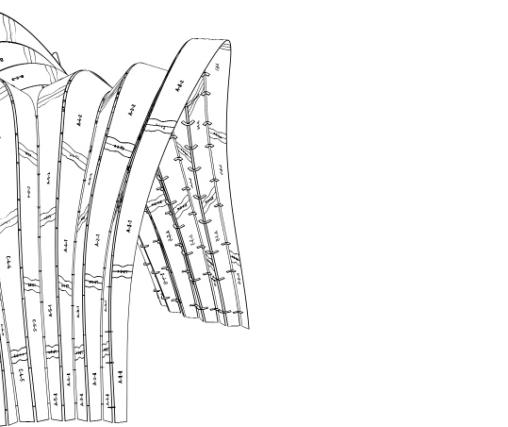
FINAL PRODUCT



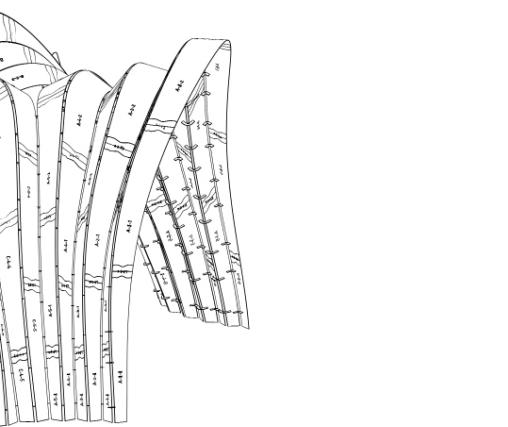
FINAL PRODUCT



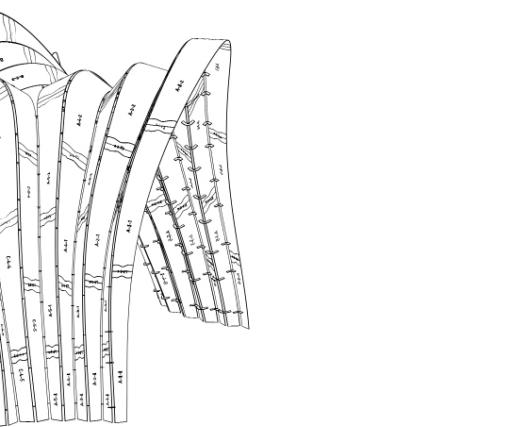
FINAL PRODUCT



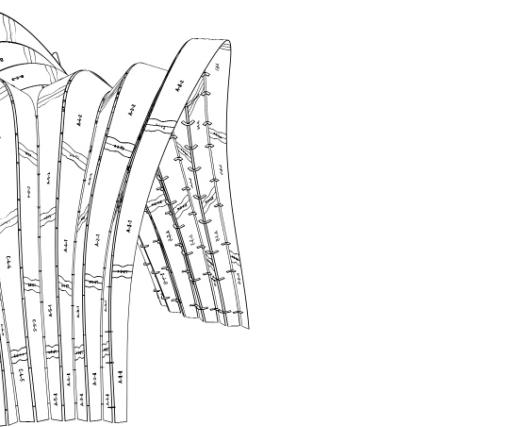
FINAL PRODUCT



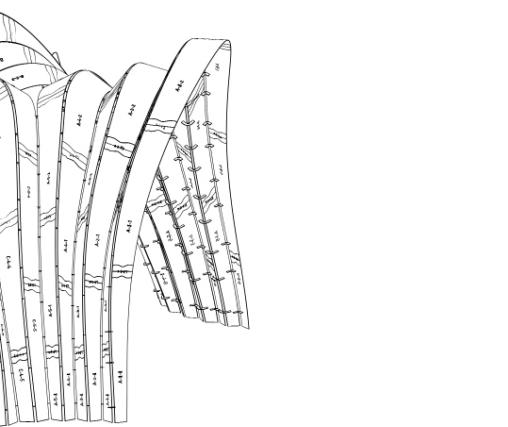
FINAL PRODUCT



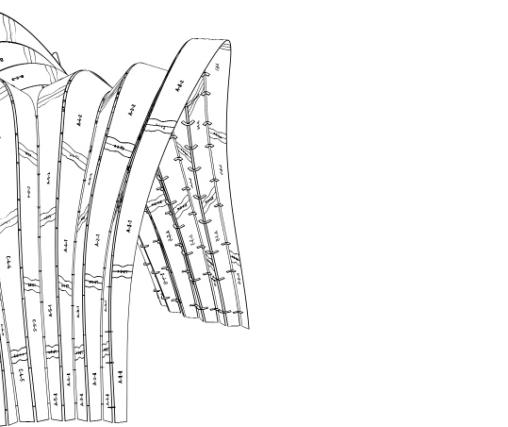
FINAL PRODUCT



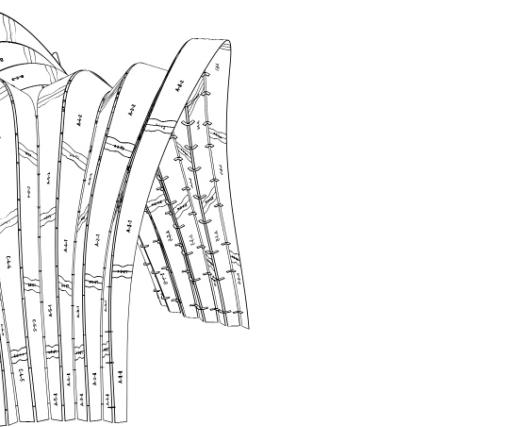
FINAL PRODUCT



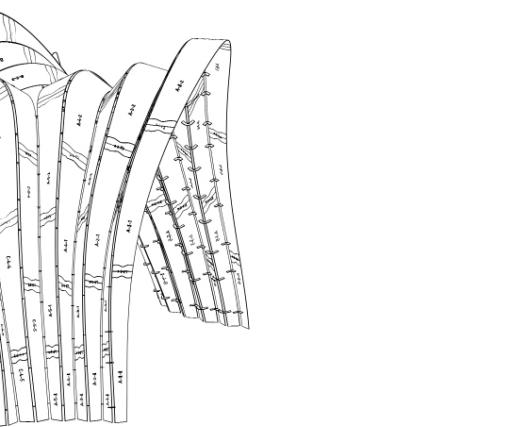
FINAL PRODUCT



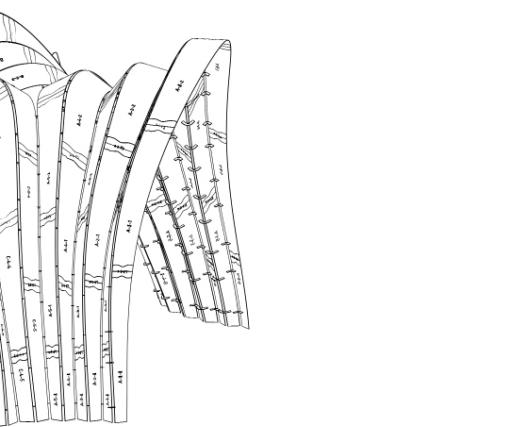
FINAL PRODUCT



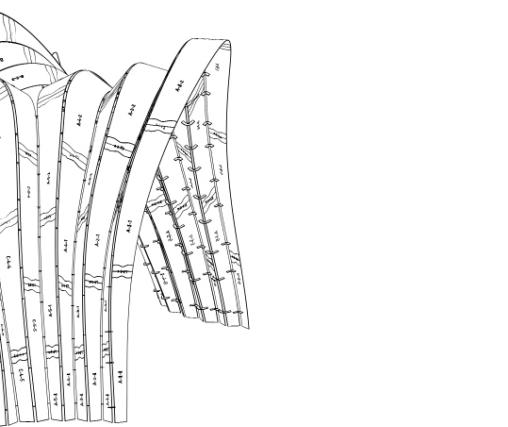
FINAL PRODUCT



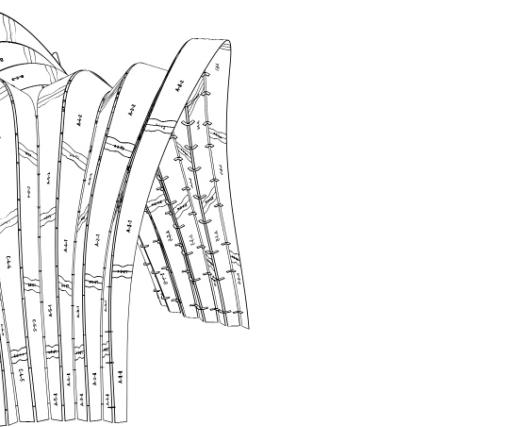
FINAL PRODUCT



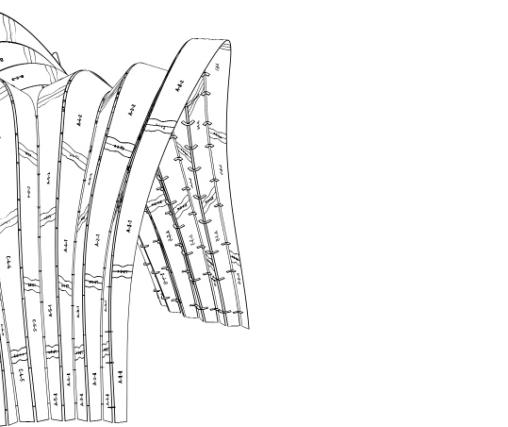
FINAL PRODUCT



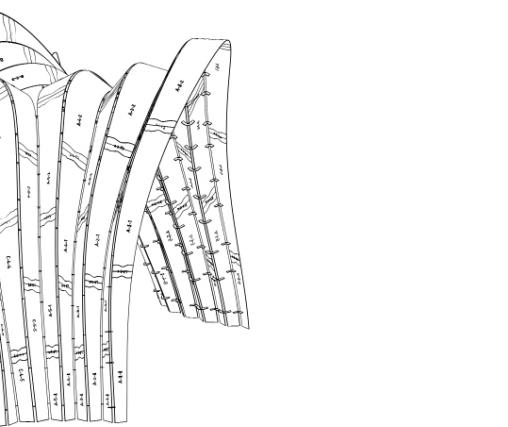
FINAL PRODUCT



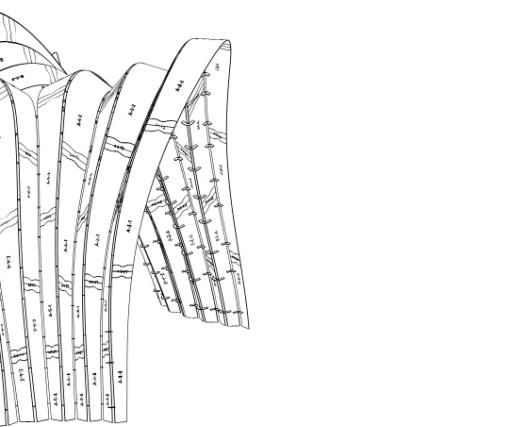
FINAL PRODUCT



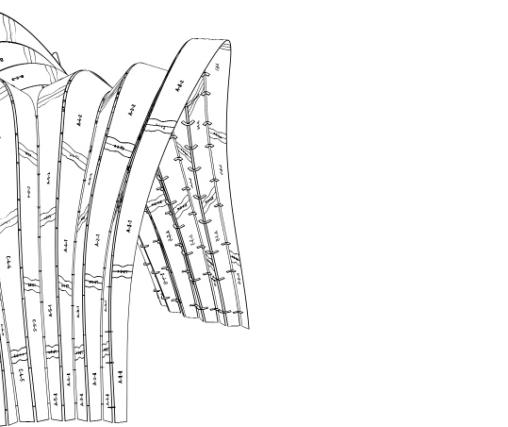
FINAL PRODUCT



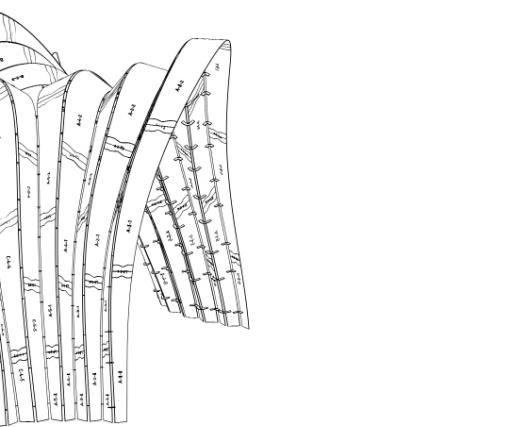
FINAL PRODUCT



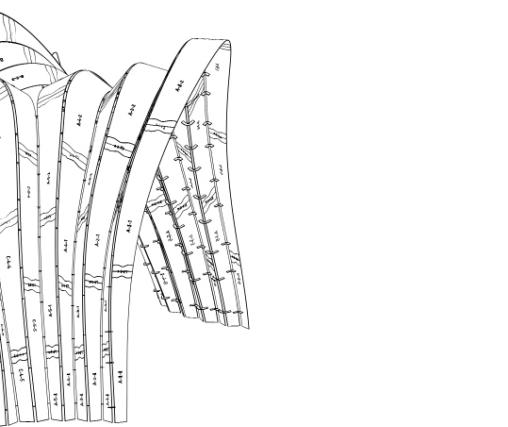
FINAL PRODUCT



FINAL PRODUCT



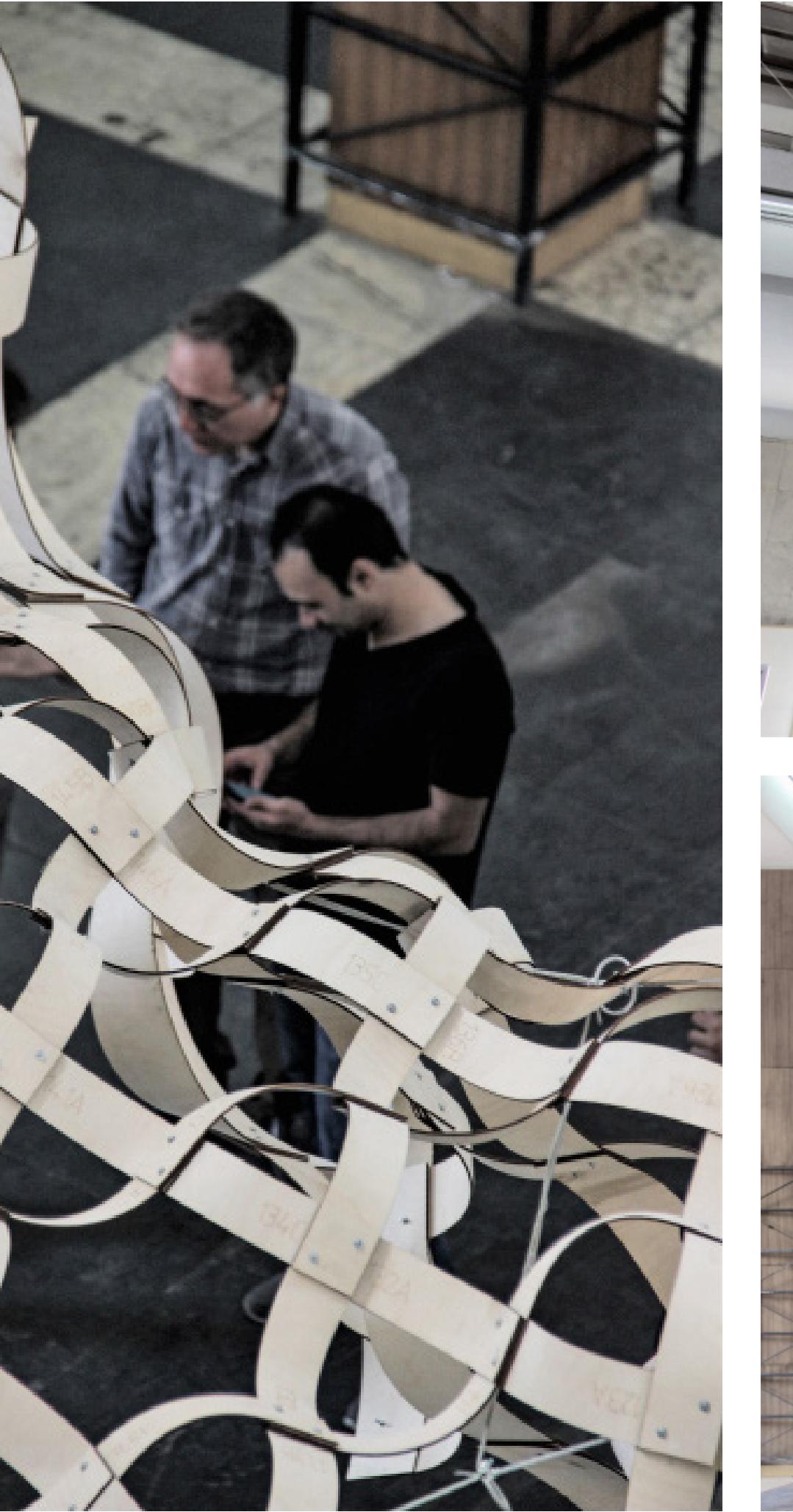
FINAL PRODUCT

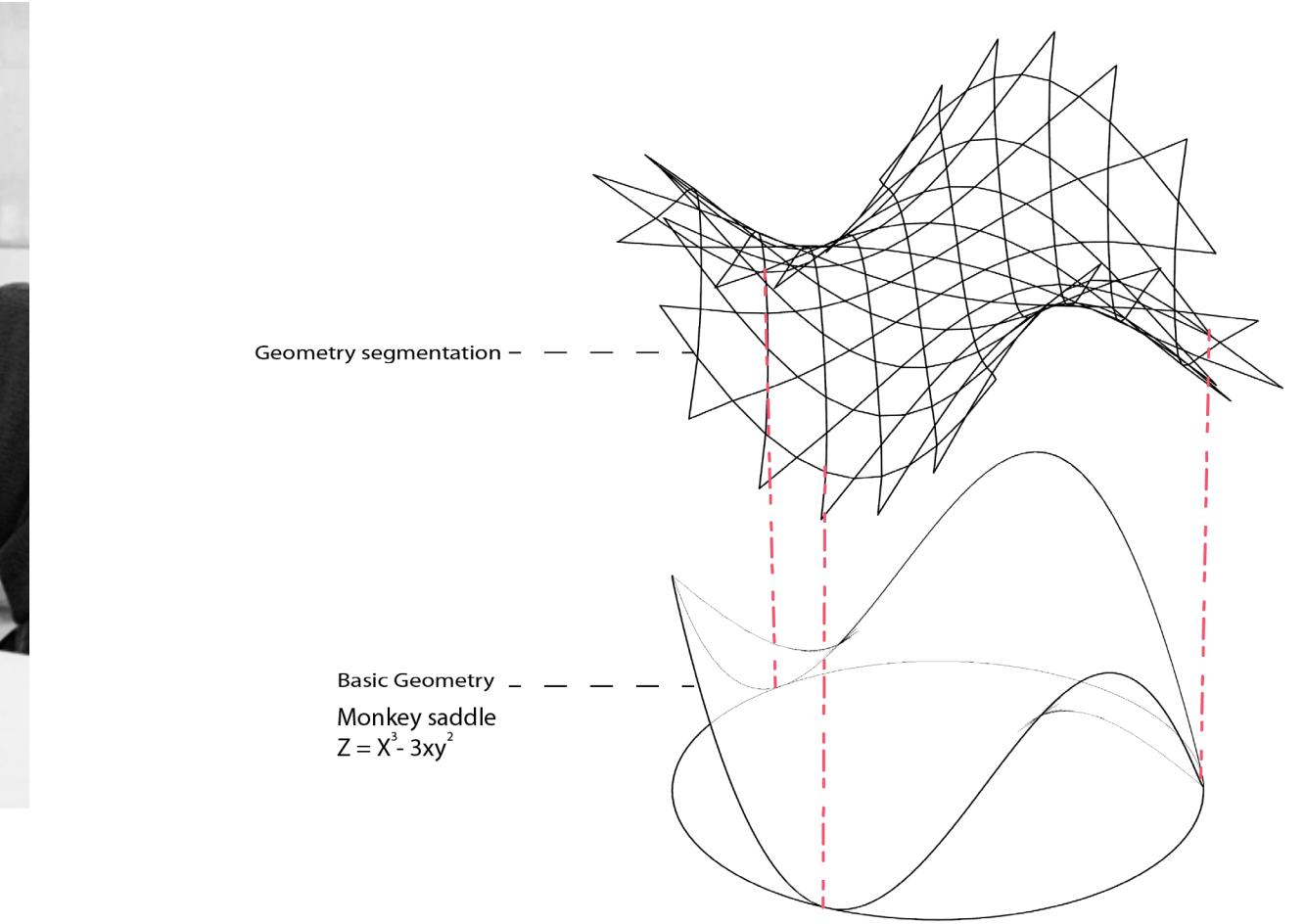


محصول دوم این کارگاه یک سازه آویز بوده که در سالن نمایشگاه دانشکده هنرهای زیبای دانشگاه تهران نصب گردیده است. این سازه از یک مدول سه ضلعی تشكیل شده که به صورت یک U ما دو زاویه  $90^\circ$  درجه به شکل تخت تولید شده و سپس با رساندن دو سر U به یکدیگر به کمک خم کردن اعضا شکل یک مثلث ورم کرده را پیدا می کند. با کنار هم قرار دادن این مثلثها می توان به یک سازه تخت رسید. در مرحله بعدی با بزرگ کردن برخی از مثلثها داشجوان تلاش کردند تا فرم سه بعدی را ایجاد نمایند. پس از درک رفتار این سازه تلاش شد تا الگوریتمی در گرس هاپر ایجاد شود تا بتواند فرم نهایی را در فضای دیجیتالی شبیه سازی کرده و این طریق ابعاد هر قطعه را برای رسیدن به فرم نهایی تعیین کند.

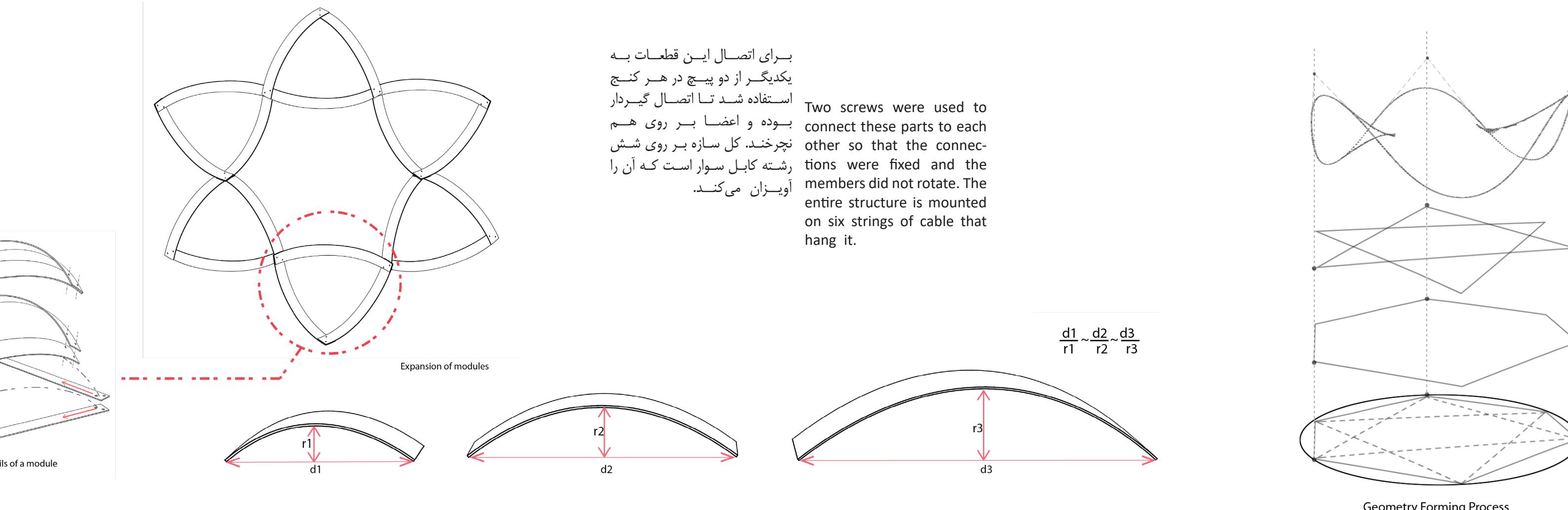
پس از تهیه نقشه های ساخت و بافت، قطعات از تخته سه لایی سه میلیمتری برش خوردنده تا آماده نصب گردند. در این مرحله تمامی قطعات در راستای عمود بر چوب برش خوردنده ترا راحتتر خم شوند.

The second product of this workshop is a pendant structure installed in the Exhibition Hall of the Faculty of Fine Arts of the University of Tehran. The structure is made up of a triangular module that forms a flat U with two  $90^\circ$  angles. By bending the two ends of the U, it bends the members to form a bended triangle. The flat structure is made of these triangles. Next, by enlarging some triangles, the students attempted to create a three-dimensional form. After understanding this structure's behavior, we tried to create an algorithm in Grasshopper to simulate the final form in digital space and determine the dimensions of each fragment to reach the final form. After preparing the digital file of fabrication and texture, parts were cut from 3mm plywood to be ready for installation. At this step, all the pieces were cut perpendicular to the timber to bend more easily.





برای اتصال این قطعات به  
بکدیگر از دو پیچ در هر گنج  
استفاده شد تا اتصال گیردار  
بوده و اعضا بر روی هم  
پیچند. کل سازه بر روی شش  
رشته کابل سوار است که آن را  
آویزان می کنند.



معرفی برگزارکنندگان  
برگزارکنندگان این کارگاه آموزشی خانه ساخت دیجیتال دانشگاه هنر و قطب علمی و  
انجمن علمی فن آوری معماری دانشگاه تهران بوده‌اند.

مدیریت آزمایشگاه: دکتر علیرضا مستنی، عضو هیئت علمی دانشگاه هنر  
ناظر علمی: دکتر محمد رضا متینی، عضو هیئت علمی دانشگاه هنر  
دانشجویان:

مهسا ابراهیمی دستگردی  
پریسا بابالحوانیجی  
معن مالکی  
علیرضا نظری‌نا  
رهیار قنبری  
فرزانه سلطانی قلاتی  
لیلا تشکری  
حسنا پاهنر  
ثمین فرجیان  
مریم فرامرز قراملکی  
هایله سوده قره‌باغ  
درسا سادات سیدی  
محمد شاهناظری  
کوثر آزادیان  
مدسین:  
رامین حق نظر  
سیدعلی درازگیسو  
مهران مسعودی  
جواد الله قلی  
علیرضا محمدی باغبانان  
مرجان حسین‌زاده  
شادی خالقی  
فاطمه امینی یکتا  
هایله امید

#### Introducing the Organizers:

The workshop was organized by Digital craft house at University of Art and  
Centre of Excellence in Architectural Technology and association of architectural  
technology at university of Tehran.

Laboratory Manager: Dr. A. Mostaghni  
Workshop supervisor: Dr. M. Matini  
Students:

Mahsa Ebrahimi Dastgerdi  
Parisa Babolhavaeji  
Moein Maleki  
Alireza Nazarnia  
Rahyar Ghambari  
Farzaneh Soltani Ghalati  
Leila Tashakori  
Hosna Bahonar  
Samin Farajian  
Maryam Faramarz Qaramaleki  
Hanieh Sotudeh Gharebaagh  
Dorsa Sadat Seyed  
Mohammad Shahnazari  
Kosar Azadian  
Teachers:  
Ramtin Haghnazar  
Seyed Ali Derazgiso  
Mehran Masoudi  
Javad Allahgholi  
Alireza Mohammadi Baghbanan  
Marjan Hoseynzade  
Shadi Khaleghi  
Fatemeh amini yekta  
Hanieh Omid

