

## APEX- INGA UNDANTAG

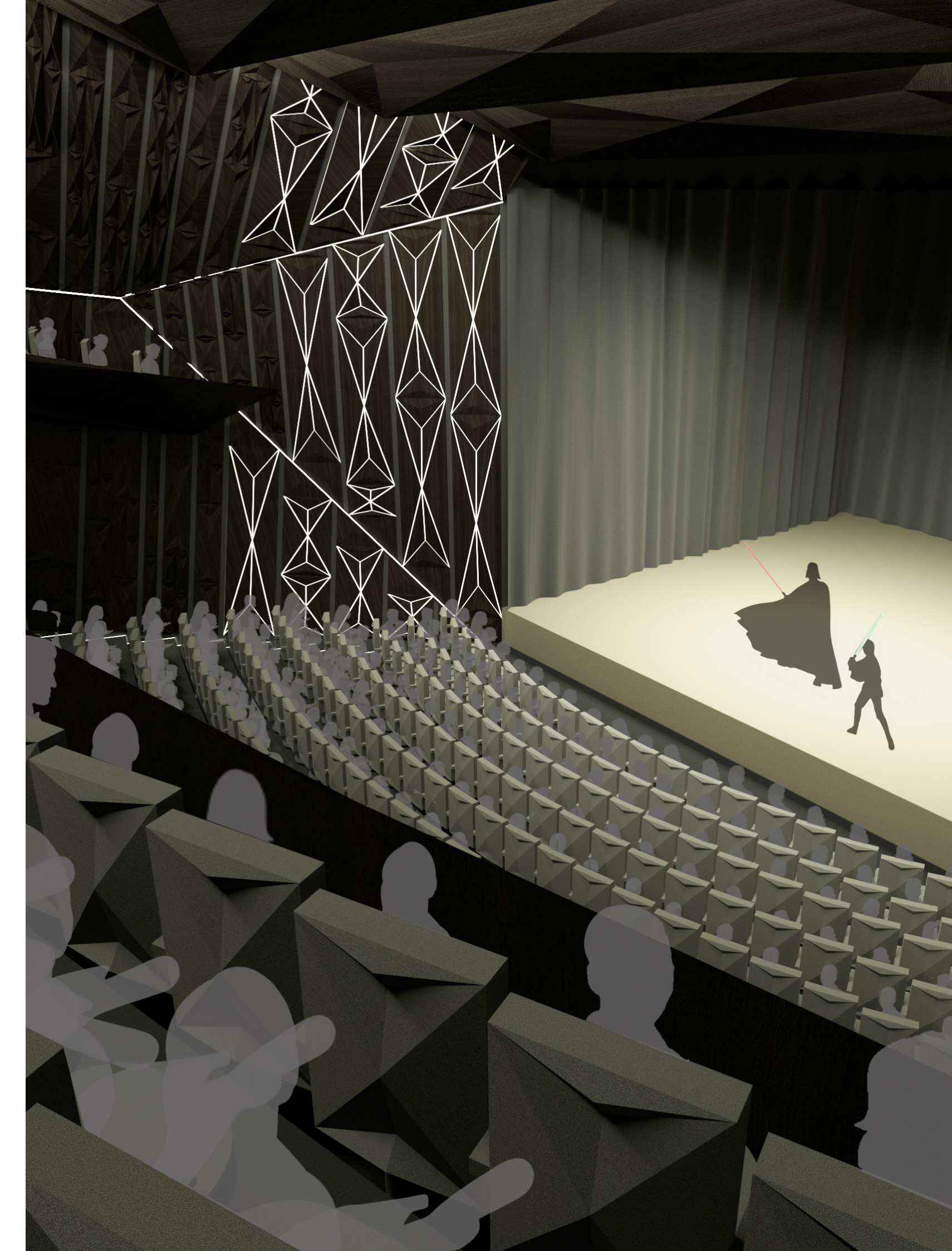
År: 2022

ACEX15- Kandidatarbete i Arkitektur och teknik

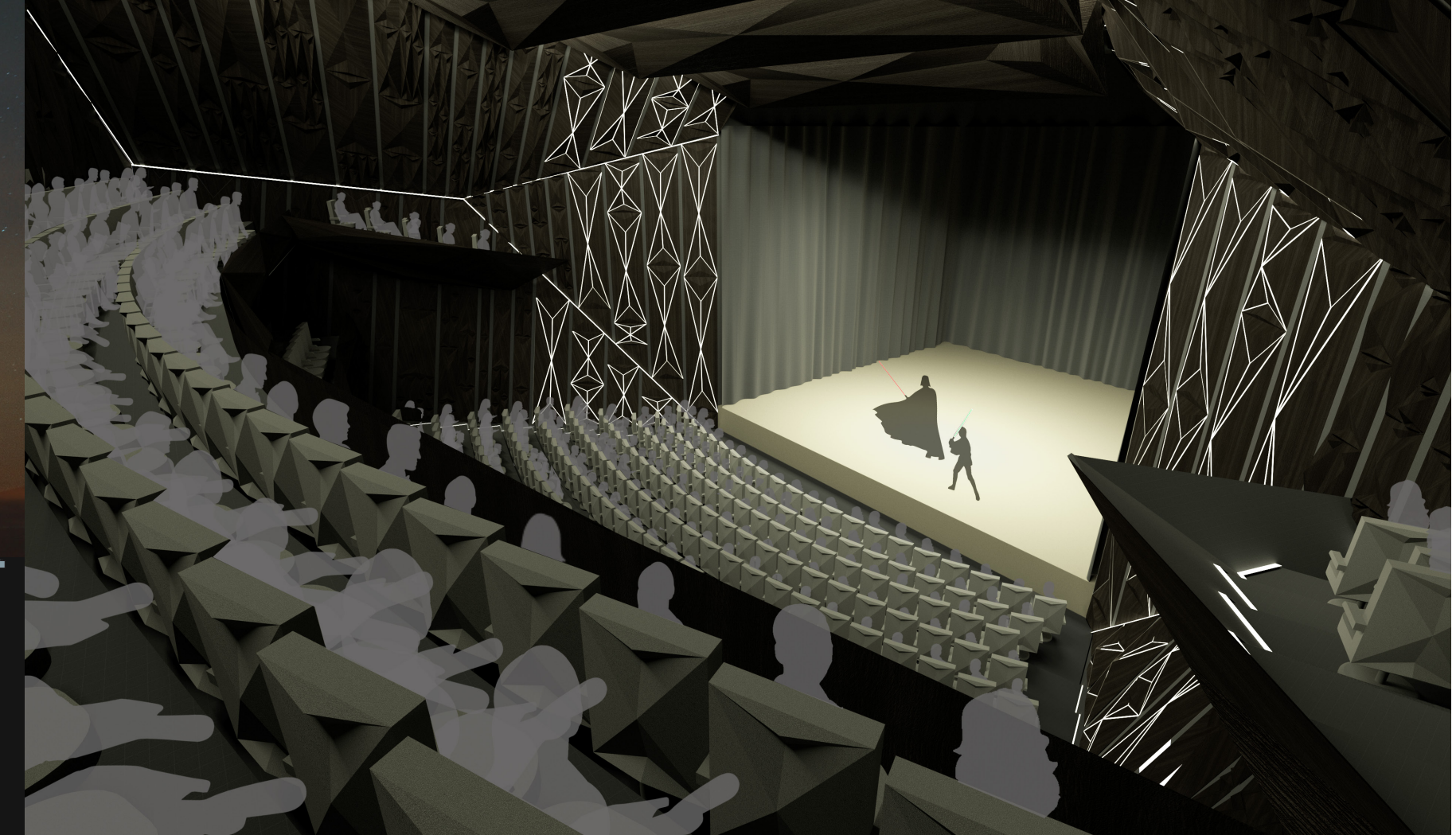
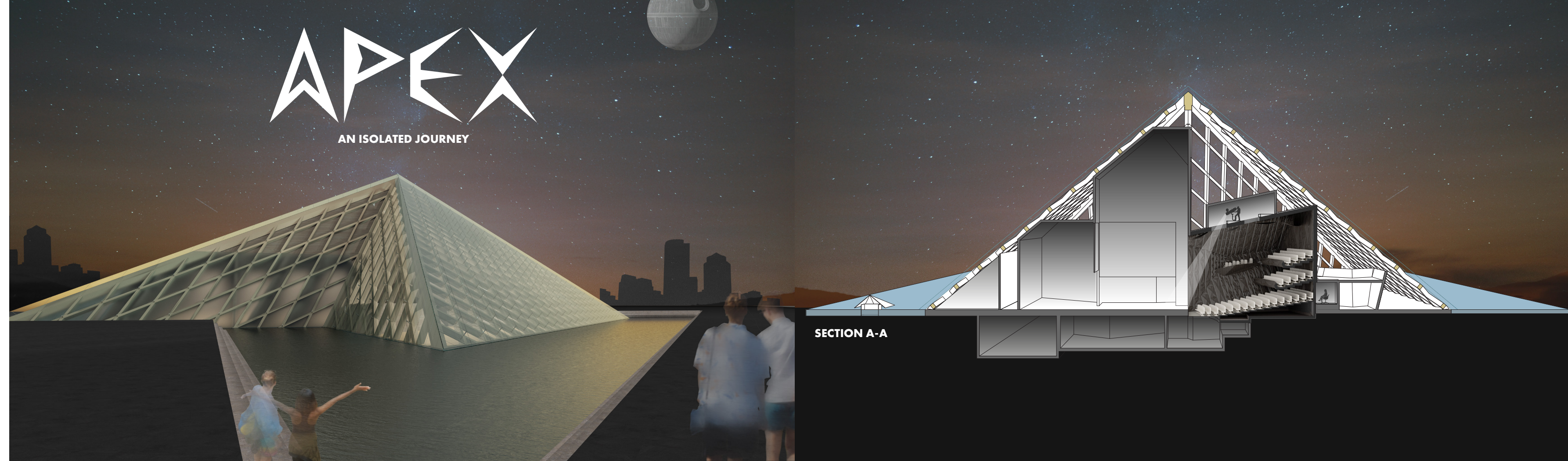
Rhinoceros 3D, Adobe Indesign, Adobe Illustrator, Adobe Photoshop

### Utmaning:

Utmaningen med projektet var att, tillsammans två kollegor, designa en byggnad avsedd för teaterverksamhet med en teatersalen som kunde erbjuda varierande akustiska egenskaper. Programet utgick från tävlingsprogramet som tillkännagavs av Acoustical Society of America som bland annat krävde att teatersalen skulle ha en kapacitet på 700 sittplatser. Att integrera arkitektoniska och strukturella koncept som kan främja akustiska egenskaper uppmuntrade och att visa omsorg på rumsakustik var väsentligt.



**Resultat:**  
De tre plancherna som lämnades in.

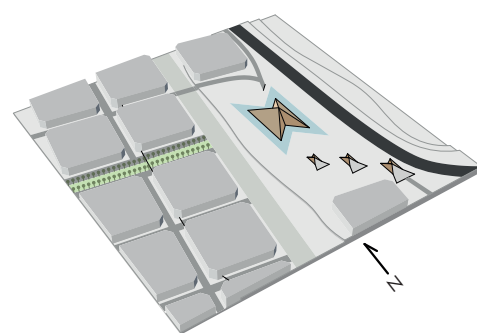


**NO EXCEPTIONS**

A theater that challenges the conventional urban silhouette with the desire to make the theater visit memorable with its pure expression, the shape of APEX can easily be replicated by folding a piece of paper. Same geometry is seen throughout the whole building and highlights a sinister feeling and atmosphere with its razor-sharp edges. The shape is truly present in all parts of the theater through the approach that all functions follow the form with no exception, to not break the shape. APEX benefits from the shape in different ways in the aspects of acoustics, structure, light and HVAC.

**SITE**

APEX is a landmark and a gathering spot in an urban environment. With the unconventional shape APEX resembles a starship that has collided with earth and the site reflects this theme. The impact from the crash created a mote around the structure which opens for public recreational areas. In the same time the mote isolate the building and will not be disturbed from the surrounding area. At the same time, people seek out the place, especially when there is a beautiful boulevard is directed at APEX allowing people from the street to gaze at the mesmerising shape

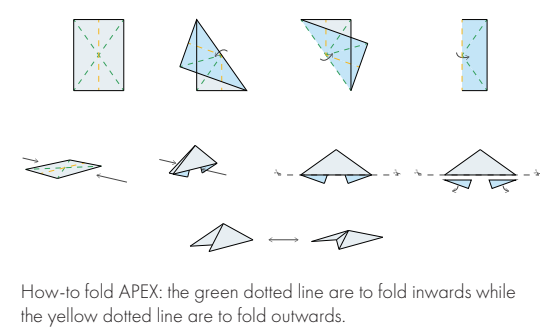
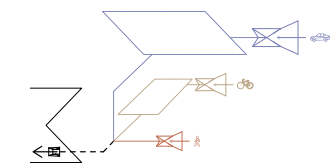


**STRUCTURE & FACADE**

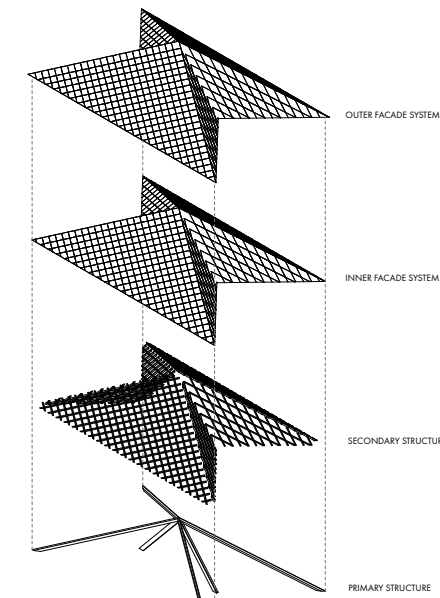
The main load bearing system consists of six larger beams spanning from the ground to the apex. Between these there are smaller elements building up a grid system where the facade is attached. The facade is built up of two layers of glass with an air gap between. The outer shell of the facade will consist of laminated glass panels with acoustic properties. These panels will have a reduction value of approximately 40 dB in the most critical frequencies and to avoid resonances between the panels there is damping applied to the connections. This will sufficiently sound insulate against the road and chiller to achieve a good sound environment inside the building.

**ENTRANCE**

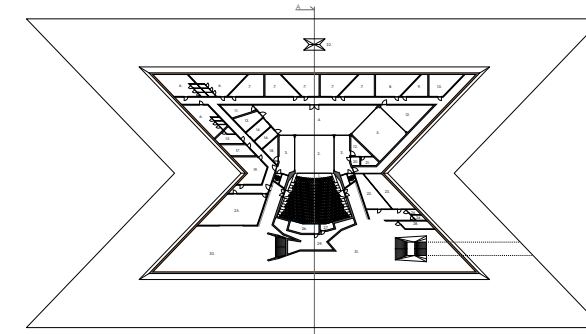
Visitors can not enter the building through the ground plane and have to enter through one of the three different tunnels underground. These tunnels will protect APEX from outdoor sound. The three tunnels are separated by car, bicycles and pedestrians and underground parking is offered to the vehicles. However before they all enter the building on a ground plane again the tunnels are joined together as one to integrate the visitors.



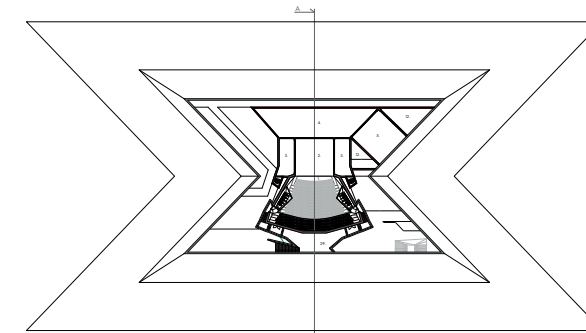
How-to fold APEX: the green dotted line are to fold inwards while the yellow dotted line are to fold outwards.



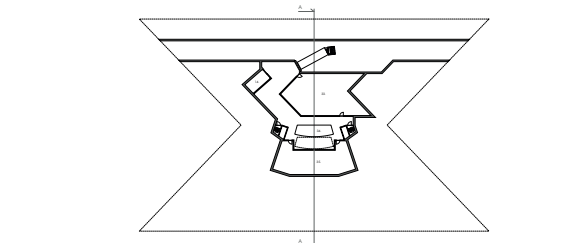
**FLOOR 0 - 1:1000**



**FLOOR 1 - 1:1000**



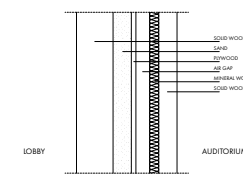
**FLOOR -1 - 1:1000**



ROOMS	AREA	NC	RT
1. Auditorium	280 m <sup>2</sup>	NC15	0.8 - 1.05 s
2. Scene	145 m <sup>2</sup>	NC15	
3. Wings	55 m <sup>2</sup>	NC15	
4. Scene shop	300 m <sup>2</sup>	NC40	
5. Rehearsal room	145 m <sup>2</sup>	NC20	0.8 - 1.05 s
6. Chorus dressing room	75 m <sup>2</sup>	NC35	
7. Solo dressing room	55 m <sup>2</sup>	NC35	
8. Costume shop	72 m <sup>2</sup>	NC40	
9. Wig & make-up	30 m <sup>2</sup>	NC40	
10. Green room	52 m <sup>2</sup>	NC40	
11. Lighting storage	28 m <sup>2</sup>	NC30	
12. Storage	95 m <sup>2</sup>		
13. Audio storage	28 m <sup>2</sup>		
14. Cargo elevator	24 m <sup>2</sup>		
15. Conductors dressing room	28 m <sup>2</sup>	NC35	
16. Dimmer room	22 m <sup>2</sup>		
17. Repair room	27 m <sup>2</sup>		
18. Audio rack room	22 m <sup>2</sup>		
19. Staff room	55 m <sup>2</sup>	NC40	
20. Toilet	6 m <sup>2</sup>		
21. Prop pantry	12 m <sup>2</sup>		
22. Men's restroom	56 m <sup>2</sup>		
23. Women's restroom	76 m <sup>2</sup>		
24. Unisex restroom	5 m <sup>2</sup>		
25. Restaurant kitchen	140 m <sup>2</sup>	NC40	
26. Control room	28 m <sup>2</sup>		
27. Audio mix position	8 m <sup>2</sup>		
28. Box office	22 m <sup>2</sup>		
29. Wardrobe	65 m <sup>2</sup>		
30. Restaurant	380 m <sup>2</sup>	NC40	
31. Lobby	370 m <sup>2</sup>	NC40	1.4 s
32. Chiller	-		
33. MEFFIT	290 m <sup>2</sup>		
34. Orchestra pit	42 m <sup>2</sup>	NC15	
35. Air supply auditorium	200 m <sup>2</sup>		

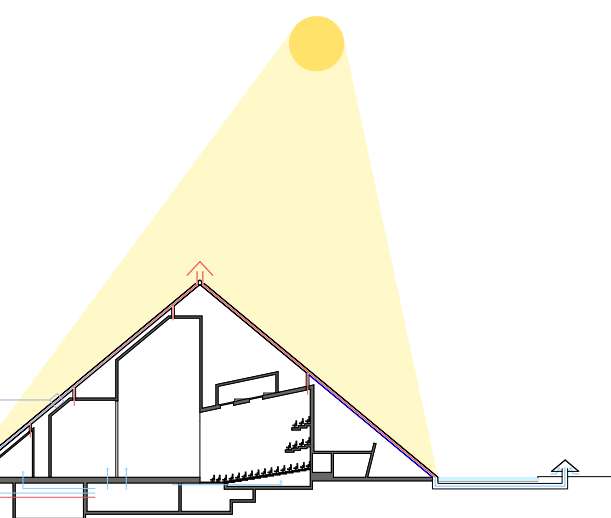
**THEATER INTERIOR**

The auditorium will be separated from the rest of the building with indoor double leaf walls. These walls will consist of massive wood, mineral wool, air gap and sand to add more mass. The extra mass will lower the critical frequency of the wall.



**VENTILATION & INDOOR CLIMATE**

There is an integrated system of sun shading between the two glass layers to make it possible to control the sunlight inside as well as radiation. The air gap is provided with fresh air in the bottom and is open at the top which makes it a natural ventilated space using the principle of convection where hot air flows upwards and creates an airflow between the layers. This flow is used to let hot air out from the building in certain rooms. Fresh air is supplied from the air handlers in the basement and the air is cooled through a chiller when needed. To prevent noise and vibrations to be reproduced from the air handlers these are placed on vibrations dampers as well as the ventilation tubes are isolated through flexible segments of tube.

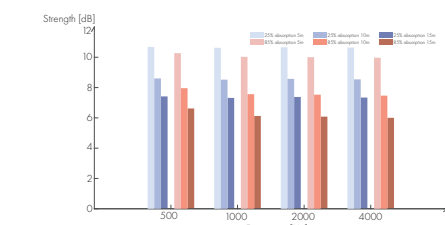


**THEATER HALL**

The main purpose of the auditorium is to host theatrical dramas and musical performances and the acoustics are mainly focused around this type of events. While other type of events which require different acoustic properties still can be reached. Variable acoustics is implemented by using acoustic panels which can change the reverberation time.

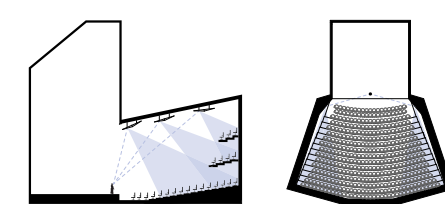
**STRENGTH**

Calculations show that the acoustic strength in the auditorium is good and will reach the seats furthest back in the hall. This is valid for both scenarios.



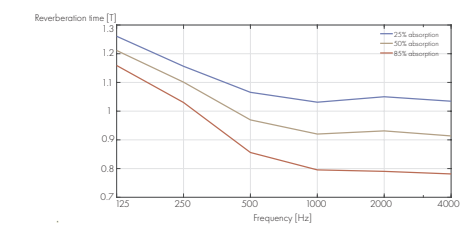
**EARLY REFLECTIONS**

To provide early reflections and good speech intelligibility, the acoustic panels with their reflective surfaces are mounted on the roof and the angled walls.



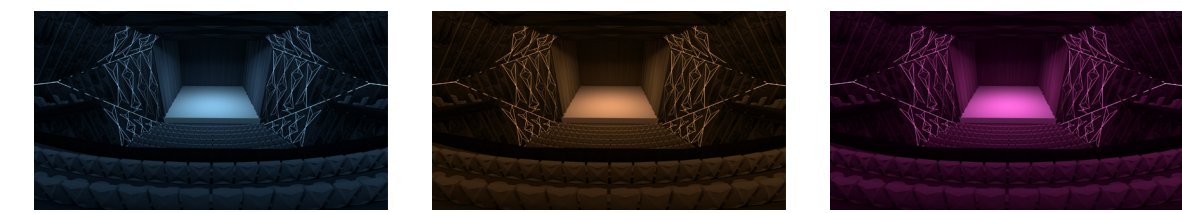
**PANELS**

The concept of the acoustic panels is to keep the geometry of the structure and implement it as architectural and acoustic elements in the auditorium. The idea of the panels is that they have an absorbent material behind them and that the panels can change form which creates more or less absorption. In this way, it is possible to adjust the reverberation time for different scenarios. The acoustic panels are designed to be diffusers in the auditorium and scatter the sound in all directions. The panels will come in different sizes and placed irregularly to make sure sound in a range of wavelengths are sufficiently scattered, creating a similar sound environment for the whole audience.



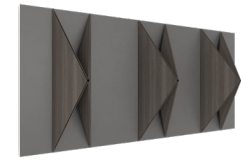
**PLAYFUL LIGHTING**

In the auditorium there is integrated light in the acoustical panels which enables an flexible and adjustable light atmosphere with different colors. The light could be used to fortify a show and make a magic ambience in harmony to music or play.



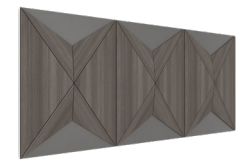
**SCENARIO: Musical**

With the acoustic panels fully compressed and maximal amount of absorbent showing, the auditorium is optimized for dramatic theater events. The reverberation time in this setting is T60 0.8s.



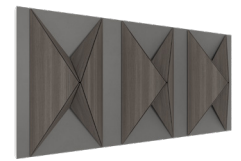
**SCENARIO: Drama theatre**

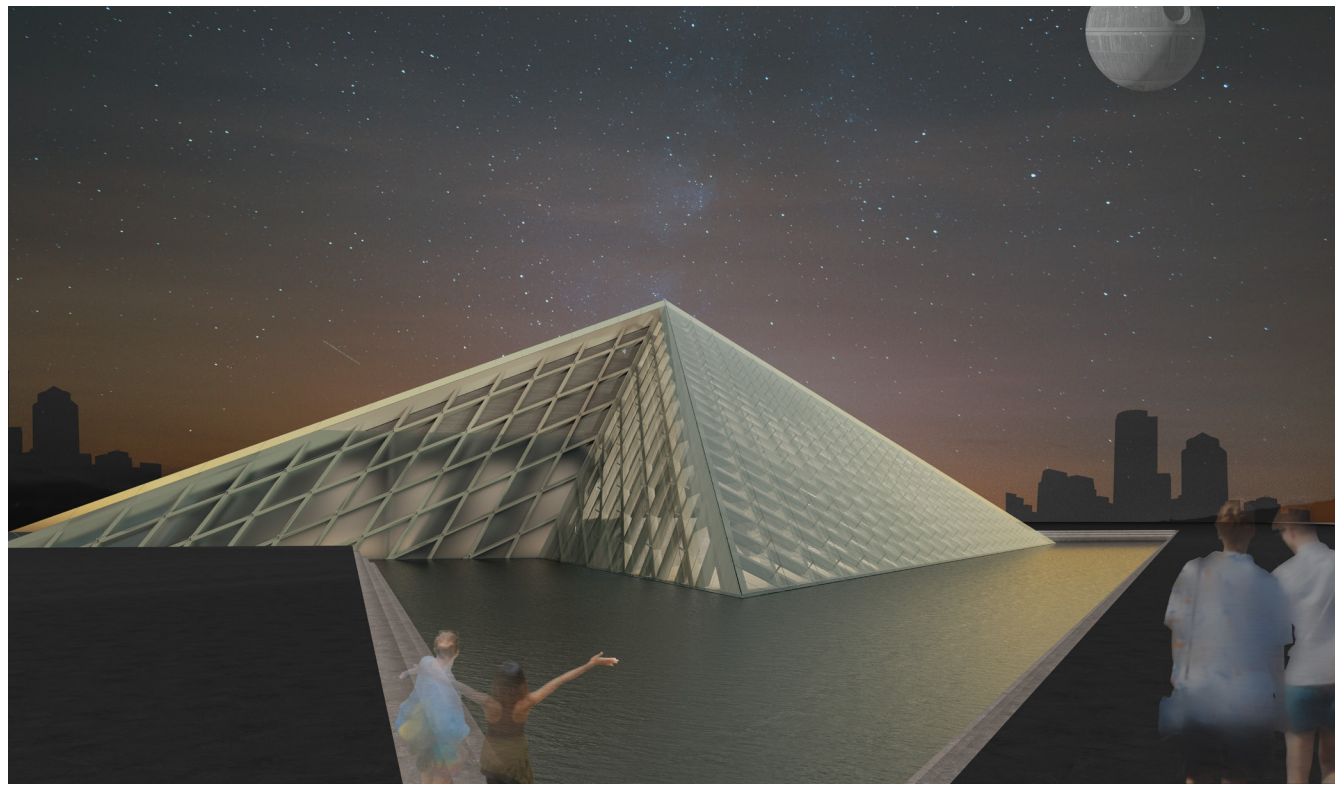
With the acoustic panels set to their minimal absorption setting, the auditorium will have a reverberation time of approximately T60 1.05s. This scenario is suitable for musical events when a longer reverberation time is needed.



**SCENARIO: Optimize**

Because of the flexibility and adjustability of the panels there are several absorption/reflection settings that the auditorium offers a wide variety of scenarios to optimize the acoustics depending on the amount of audience or desirable acoustic performance.



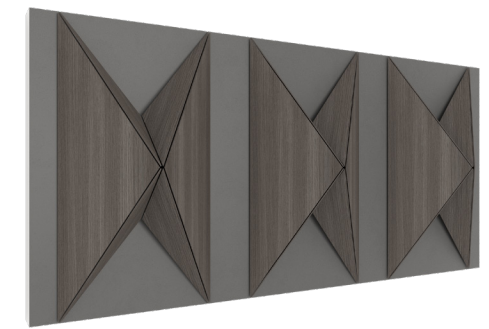
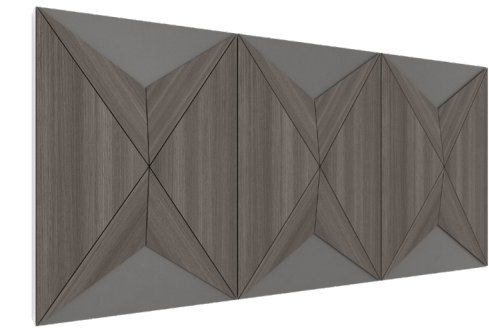
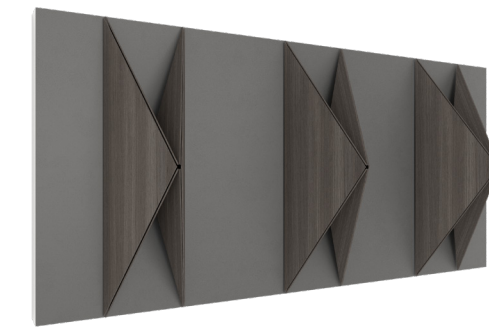
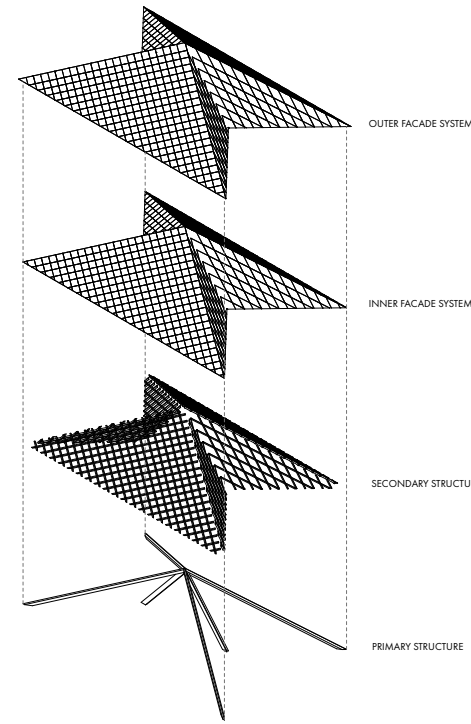


## APEX- En Isolerad Resa

APEX är en teater som utmanar den konventionella urbana siluetten med en önskan att göra teaterbesöket minnesvärt med sitt rena uttryck, samma geometri syns i hela byggnaden och framhäver en ondskefull känsla och atmosfär med sina knivskarpa kanter. Formen är närvarande i alla delar av teatern genom principen att alla funktioner följer formen utan undantag, för att inte bryta formen. APEX utnyttjar formen på olika sätt i aspekterna akustik, struktur, ljus och inneklimat.

## Struktur

Linjeillustration av en sprängkiss som principiellt visar det strukturella konceptet för APEX. Första ordningens bäring består av sex större balkar som späbber sig från marken till apexen. Sedan läggs ett system av mindre element i ett rutnätssystem som fasaden kan placeras på. Fasaden består av två skal där den yttre utgörs av laminerat glaspaneler med akustiska egenskaper.

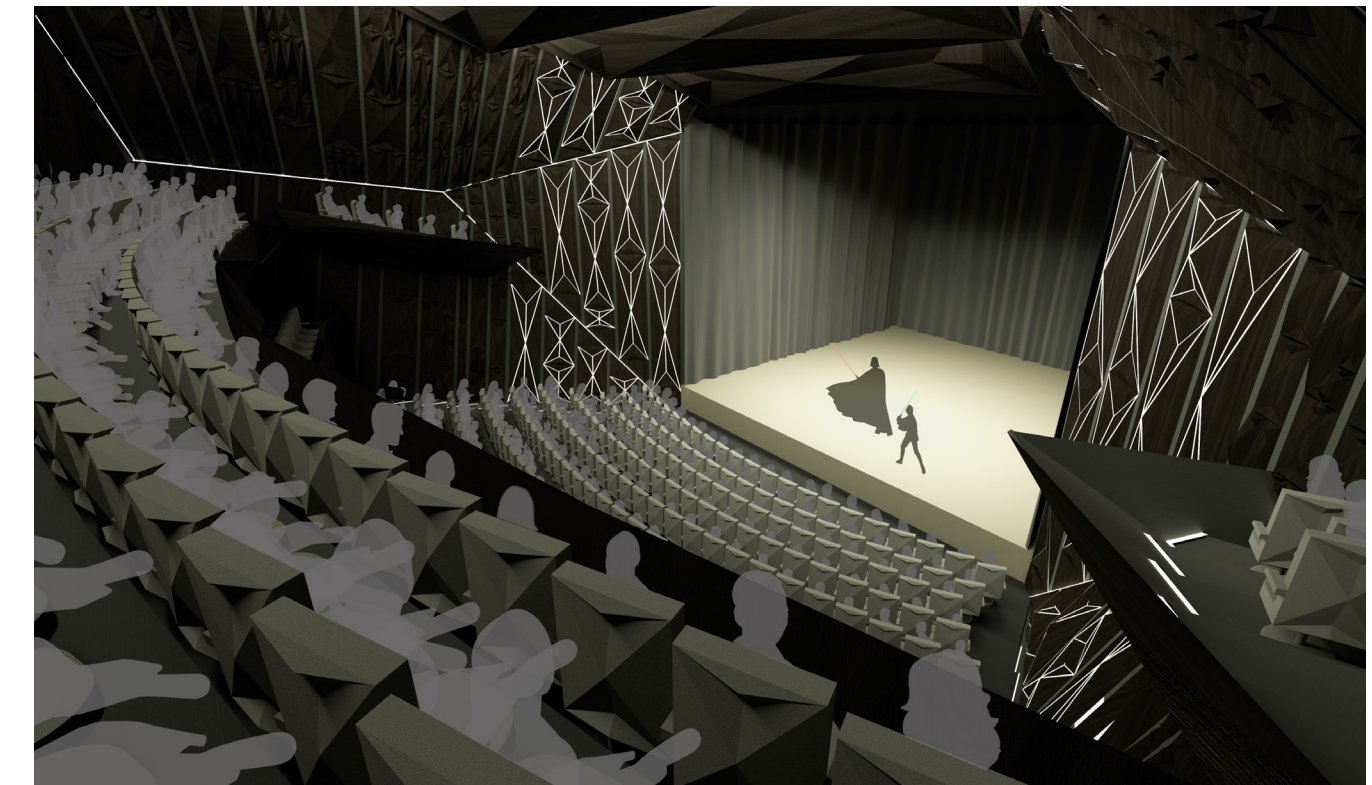


## Teatersalen

Teatersalens huvudsyfte är att arrangera teaterdramor och musikföreställningar därför är akustiken främst inriktad kring denna typ av evenemang. Medan andra typer av evenemang som kräver olika akustiska egenskaper fortfarande kan nås. Varierande akustik implementeras genom att använda akustikpaneler som kan ändra efterklangstiden. Rendingen visar ett exempel på hur det skulle se ut under en föreställning. Innan den slutgiltiga versionen producerades itererades det mycket med material och ljus för att få till rätt stämning som vill uppnås.

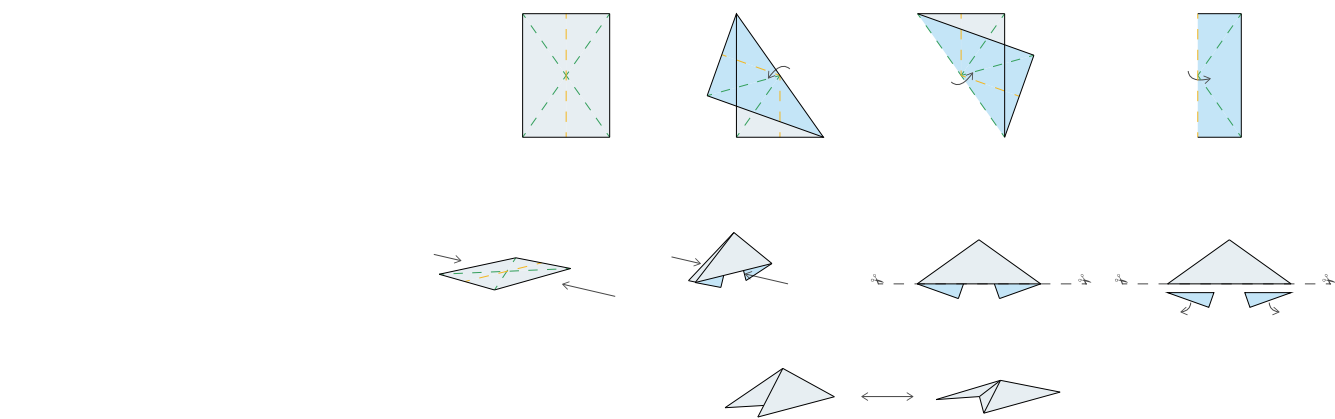
## Paneler

Konceptet med panelerna är att behålla APEX:s geometri och implementera den som arkitektoniska och akustiska element i auditoriet. Tanken med panelerna är att de har ett absorberande material bakom sig och att panelerna kan ändra form vilket skapar mer eller mindre absorption. På så sätt är det möjligt att anpassa efterklangstiden för olika scenarier. Illustrationerna på panelerna är renderade men kanske hade tjänat på att vara enklare linjeillustrationer eller scheman.



## Ljusets betydelse

I salen finns integrerat ljus i panelerna som möjliggör en flexibel och justerbar ljusatmosfär med olika färger. Ljuset kan användas för att förstärka en show och skapa en magisk stämning i harmoni med musik eller lek. Det var kul att visa den stora betydelsen artificiellt ljus kan ha och stämningen den kan uppnå.

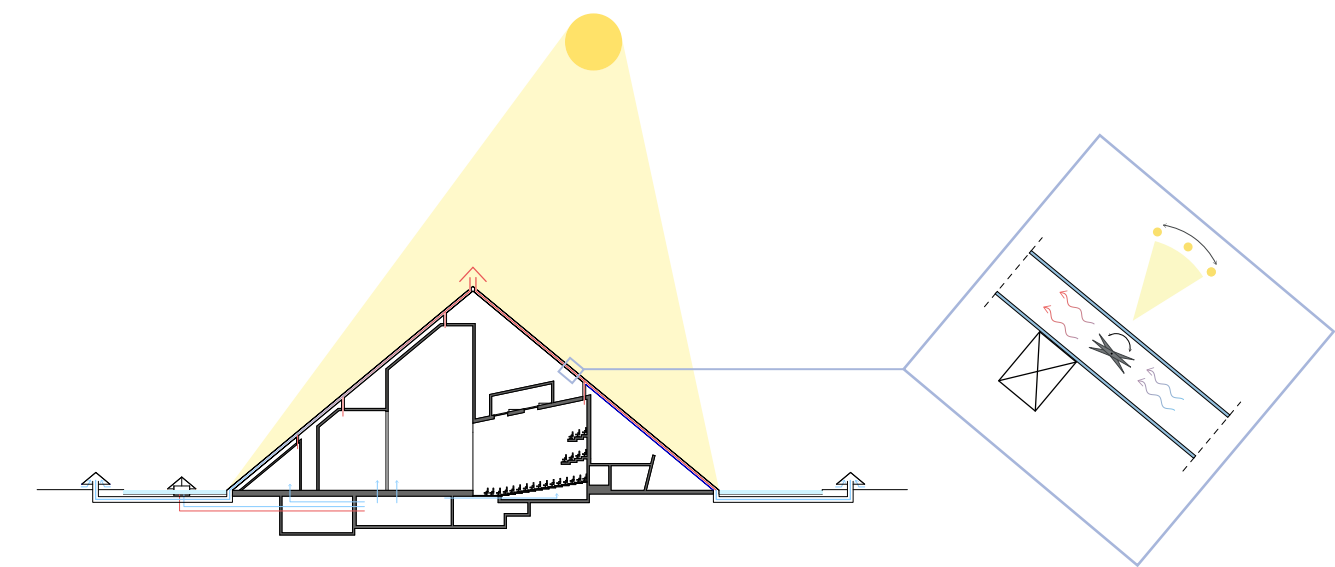


## Formen

APEX:s form kan enkelt avbildas med hjälp av ett pappersark, den gröna prickade linjen ska vikas inåt medan den gula prickade linjen ska vikas utåt. Formen kan sedan manipuleras med en rörelse enligt pilarna. Med enkla färger och symboler är tanken att vem som helst ska kunna förstå och vika formen själv.

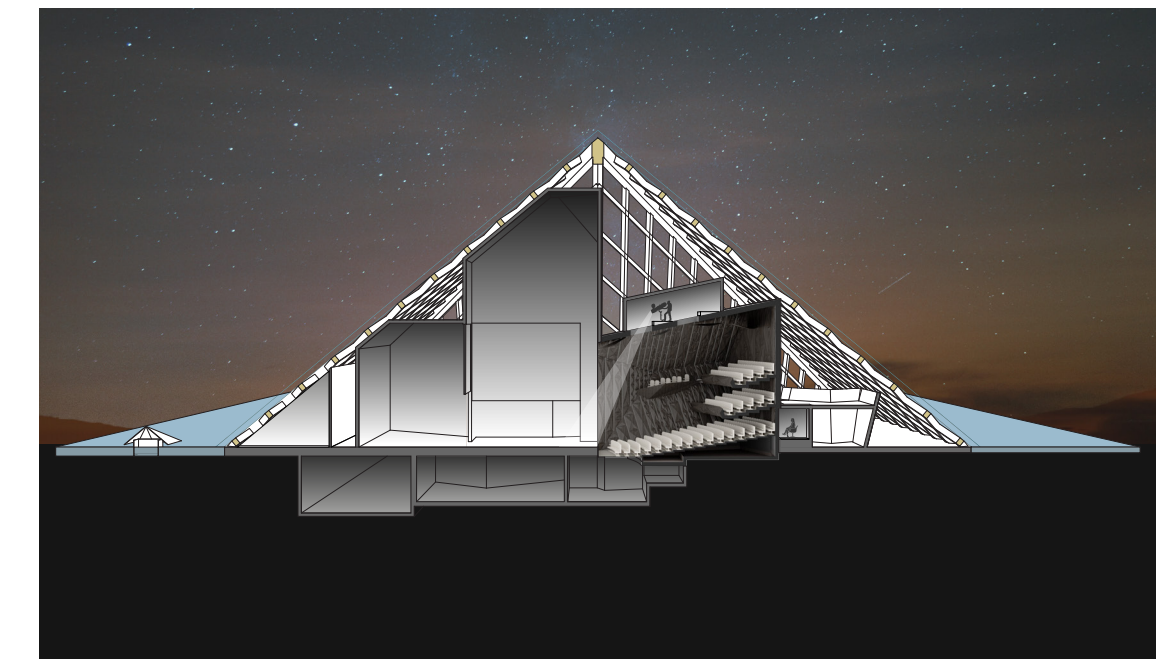
## Inneklimat

Principillustration till vänster visar hur byggnaden hanterar solljus och inneklimatet. Mellan de två glasfasederna finns ett solskyddssystem som ska kontrollera solljus och solinstrålningen in i byggnaden. Naturlig ventilation med hjälp av skorstenseffekten skapas då byggnaden har öppningar toppen och vid botten som tillåter ett luftflöde mellan glasfasederna. Flödet tillåter att varm luft från specifika rum, såsom teatersalen, kan transporteras ut. Tilluft förses från fläktar i källarvåningen. För att minska buller och vibrationer placeras dessa på vibrationsdämpare samt att ventilationsrören isoleras med hjälp av mjuka ventilationsrör. Med detta ville vi visa att stor omsorg och omtanke hade lagts på inneklimatet.



## Sektion

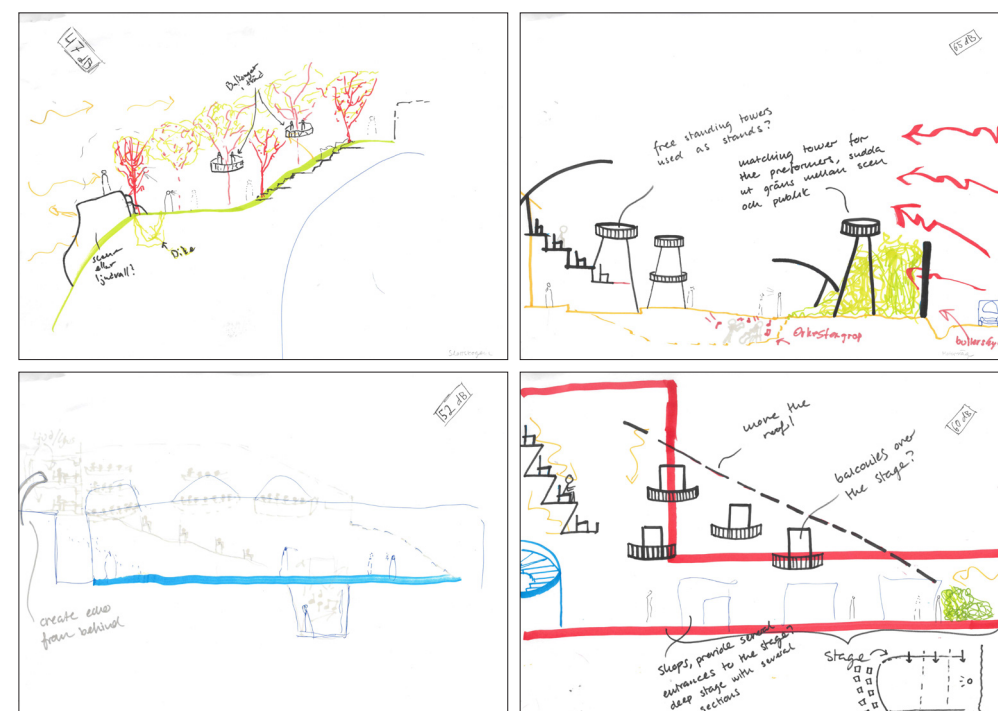
Sektion som främst skulle visa upp flygtornets relation till byggnaden och teatersalens form. Men visar samtidigt upp lobbyn och det stora rummet som skapas tack vare det yttre skalet av byggnaden. Denna sektion var spännande att producera då en blandning av tekniker används och syns: Rending, linjeritning, perspektivritning och collage (himmelen som är en blandning av två bilder).



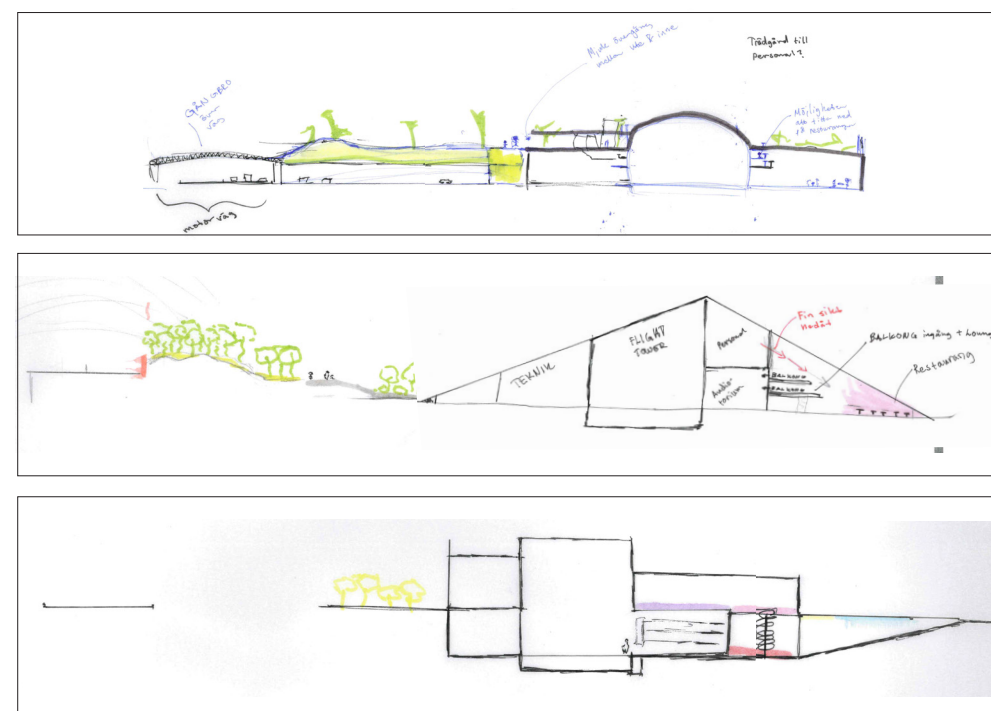
## Metod

Vi inledde projektet med olika uppgifter som hjälpte att främja vår design-process. Första uppgiften behandlade utforskandet om olika platser och dess akustiska egenskaper. Till andra uppgiften producerade vi tre olika rumsliga koncept och hur arkitektur kan integreras för att öka de akustiska kvaliteterna. I tredje uppgiften tog vi fram tre olika akustiska prototyper som skulle finnas i byggnaden där vi strävade efter att även integrera ljus, struktur och klimat.

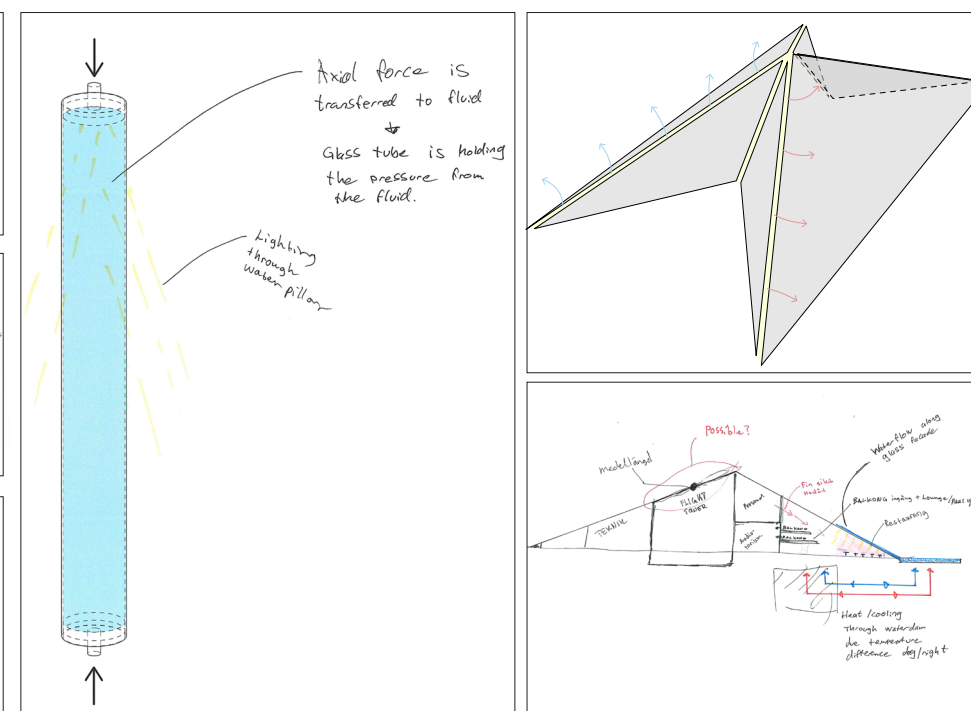
Det största och det mest betydelsefulla valet vår grupp gjorde var att välja att stå fast med den till synes enkla men komplexa formen som APEX fick. Valet gjordes egentligen redan mellan uppgift 2 och 3, därifrån arbetades för att låta funktionen strängt följa formen. Dessutom arbetade vi för att intensifiera känslan och stämningen som formen erbjöd.



Uppgift 1: På fyra olika platser i Göteborg undersökte vi akustiska egenskaper hos platsen.



Uppgift 2: Tre olika förslag på rumsliga koncept.

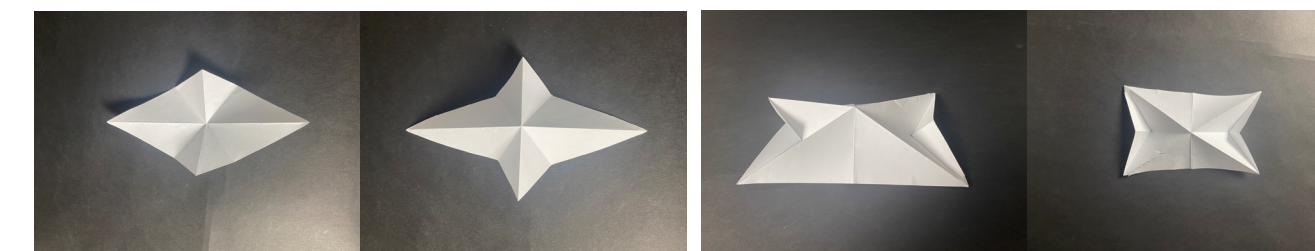


Uppgift 3: Tre olika prototyper som kan integrera akustik, struktur, ljus och klimat.

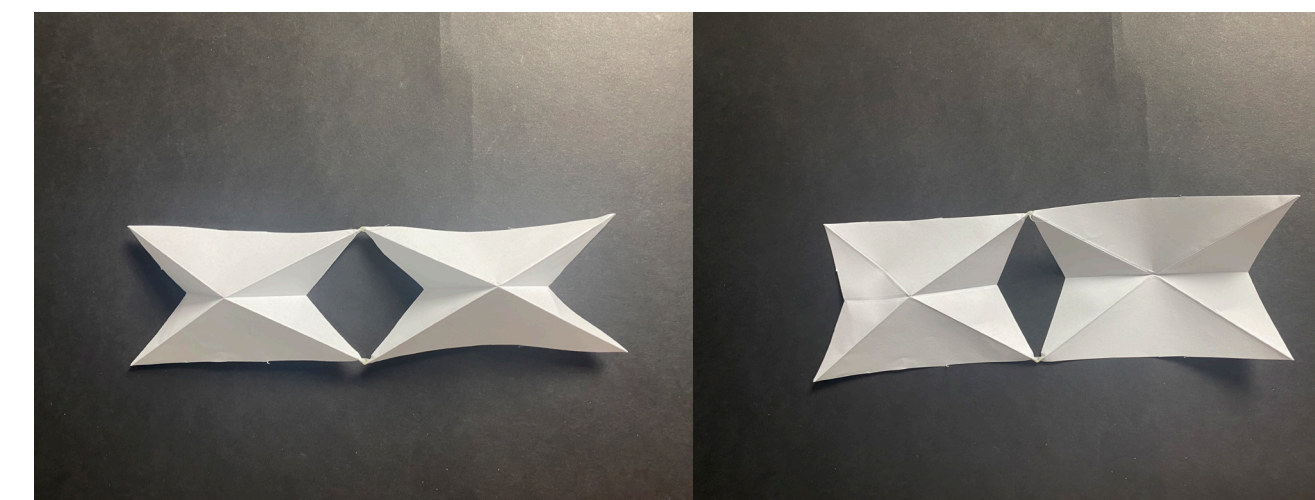
## Process

Formen föddes egentligen från att ha tänkt på Frei Ottos modeller med såpbubblor, där facinerade koncept och former kunde produceras av hushållsartiklar. Så vi började med ett material som låg nära oss, vi började helt enkelt att vika papper.

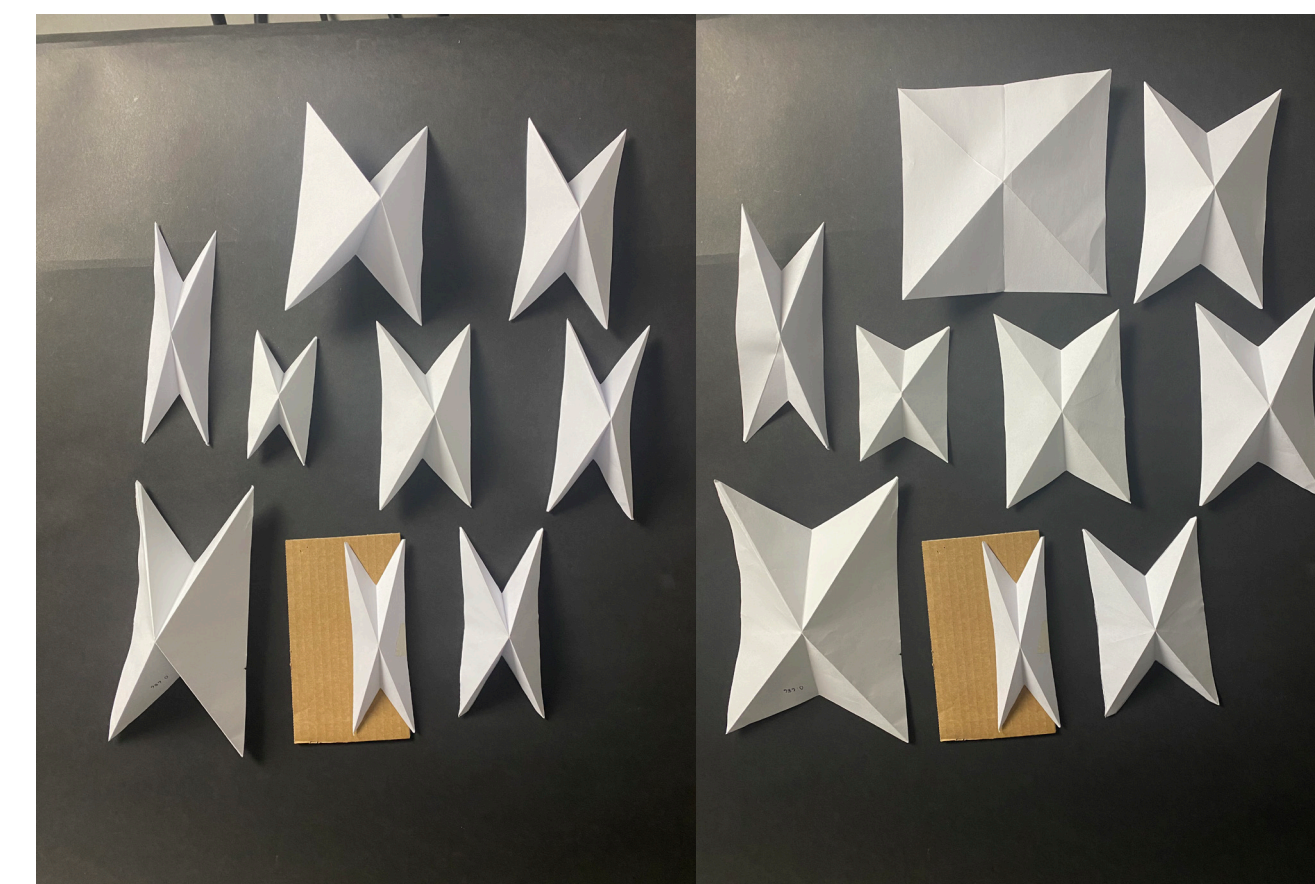
Vår grupp använde oss mycket av skissmodeller och kunde under en period vika minst en version av APEX av papper varje dag. Där vi itererade genom att modifiera längd, bred och vinklar för att producera olika versioner. En prototyp producerades också som var gjort av hård kartong i flera delar som visar hur en riktig panel av trä skulle kunna sättas ihop och röra på sig.



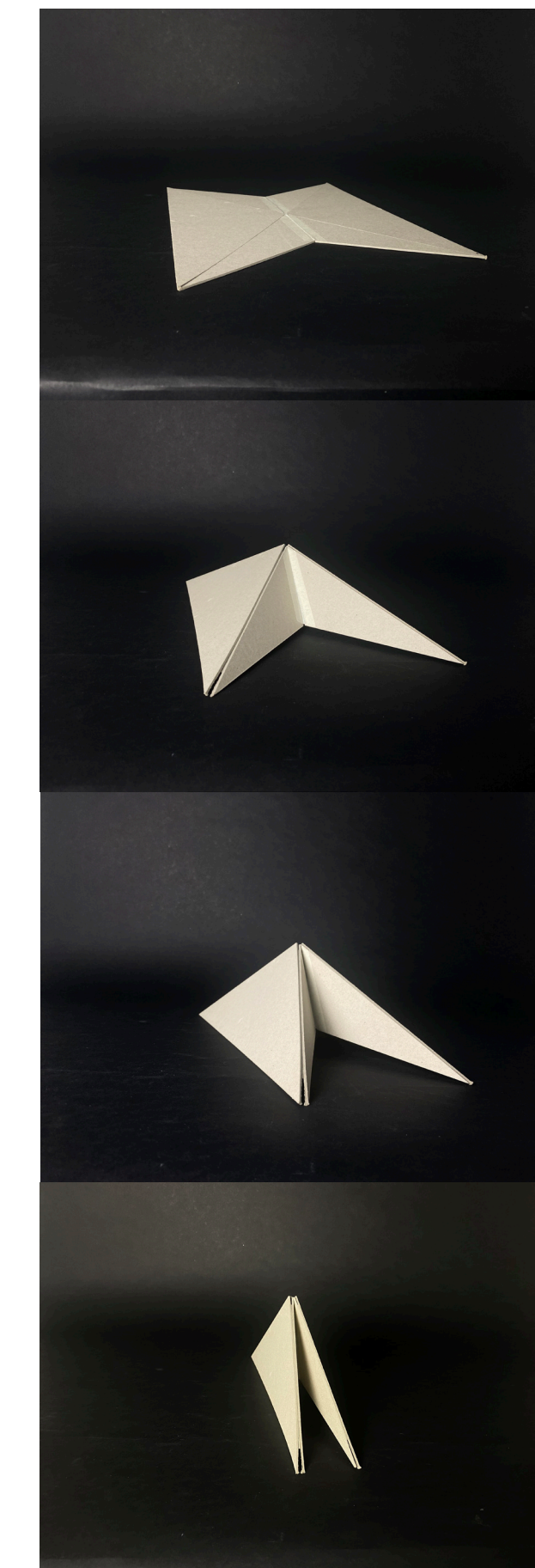
APEXs form var inte självklar utan det gjordes andra versioner innan en slutgiltig valdes.



Två modeller limmades ihop på hörnen för att visa att deras rörelse kan sammankopplas. Om en viks upp kommer den andra också göra det.



Flertal olika modeller skapades som vid första anblick ser likadana ut men varierar på olika sätt på bredd, höjd och skärningsvinkel. I bilden till vänster är modellerna uppvikta medan bilden till höger visar modellerna nedtryckta.



Kartongmodell med lösa delar ihopsatta med tejp. Bilderna visar hur modellen kan vikas olika högt upp.

## Reflektion

Jag är väldigt nöjd med vårt koncept och det vi producerade. Den enkla och djärva formen är lätt att sätta på minnet och jag är glad att vi vågade satsa och försöka med den okonventionella formen. Även om den skapade mycket svårigheter med de skarpa vinklarna på både väggar och tak skapas även möjligheter till unika och spännande arkitektoniska aspekter. Formen hade dessutom fina akustiska egenskaper och det syns tydligt på panelerna med samma form inne i teatersalen.

Tittar vi på förbättringspunkter hade jag velat ha mer tid till att illustrera och kommunicera fram lobbyn mer, vi hade en god tanke om det rummet med fick inte fram det. Jag hade också velat testa att utnyttja de fyra skarpa hörnen på andra sätt då spännande rumsligheter kan skapas där.

Ett viktigt mål i projektet var att vi ville framhäva användandet av trä så mycket som möjligt. Detta tycker jag vi har lyckats med, trästrukturen står stolt upp och kan synas både inifrån och utifrån tack vare glasfasaden. Samtidigt består andra ordningens bärning av mindre träelement som ger goda möjligheter till montering utan tunga maskiner. För ett steg längre fanns en idé om att de sex stora huvudbalkarna hade kunnat ersättas med smarta kopplingar mellan andra ordningen bärning, på så sätt skulle hela strukturen bära sig själv. Ett mycket spännande idé som jag hade velat utforska mer.

Vårt ventilationssystem med naturlig ventilation är en god kvalitet, men är egentligen mest nöjd över hur processen gick till när vi fick idén. Grunden kommer ifrån idén med glasfasad som skulle visa upp trästrukturen. Men eftersom vi behövde lösa problemet med ljusinsläpp på grund av lutningen på taket behövde vi ett solavskärmningssystem. Lösningen blev ett dubbelglasfasad struktur med solavskärmning emellan. Därifrån utnyttjade vi uppbyggnaden av fasaden för ventilationen.

Projektets designmetoder har varit nyttiga tycker jag. Speciellt alla uppgifterna 1-3, de hjälpte en att snabbt få det tydligt vad man själv tyckte var viktigt för projektet och vilka idéer, koncept och aspekter som man ville fokusera på. Att vi tidigt fick tänka på vad vi ville visa upp planscherna var också nyttigt att göra tidigt för att kunna planera upp sitt arbete och vad som man kunde lägga tid på.

Resultaten som hamnade på planscherna är jag nöjd med. Vi valde att arbeta med en kombination av realistiska renderingar och enkla linjeillustrationer och scheman. Det skapades en bra blandning där renderingarna fick ta mycket plats och stå ut medan linjeritningarna och schemana illustrera idéer tydligt. Jag tror att vi hade kunnat använda oss mer av scheman och illustrationer för att framhäva själva formen av byggnaden och hur rummen påverkades av formen mer. Till exempel vill jag ha en illustration som visar hur teatersalens form kom till och hur den faktiskt ser ut.

I vårt fall har samarbetet med tekniska akustik, Oscar, fungerat väl och har varit spännande. Det var nyttigt att behöva förklara och argumentera sina idéer till en tredje part som kanske inte var van det arkitektoniska och strukturella tänkandet som jag och min kollega från Arkitektur och Teknik, Erik, arbetar med varje dag. Samtidigt tycker jag att Oscar kom in i det väldigt snabbt och vi alla tre kunde ofta komma med egna förslag och diskutera olika idéer. Det var nyttigt att kunna få bild på hur det är att arbeta och samarbeta med människor som är experter i sina områden. Till exempel hur ens arkitektoniska koncept kan behöva modifieras behålla goda akustiska egenskaper. Detta visade också hur viktigt det att stå fast vid sitt arkitektoniska koncept och inte bara överge den för t.ex akustikens skull, utan att man istället utvecklar den.

