

07

APEX - EN ISOLERAD RESA

2022-05-19 - CHALMERS

Erik Gustafsson, Tommy Ngo & Oscar Björneklett

Kurs

ACEX15 - Kandidatarbete i Arkitektur och teknik

Bakgrund

Uppgiften var att designa ett förslag på en teater till en amerikansk tävling. Detta gjordes genom en iterativ process där stor vikt låg på arbetsmetoder och motivering/utvärdering av beslut. Några viktiga delar i arbetet var platsanalys, rumsliga akustiska koncept, rumsliga akustiska prototyper och själva projektgestaltningen. För att stödja den akustiska designprocessen fanns ett samarbete med en student från Teknisk akustik.

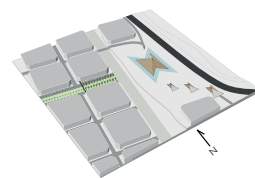


NO EXCEPTIONS

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 mole around the structure which opens for public recreational areas. In the same time the mole isolates 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 mesmerizing shape.

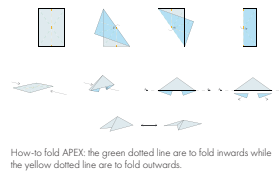
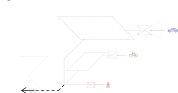


STRUCTURE & FACADE

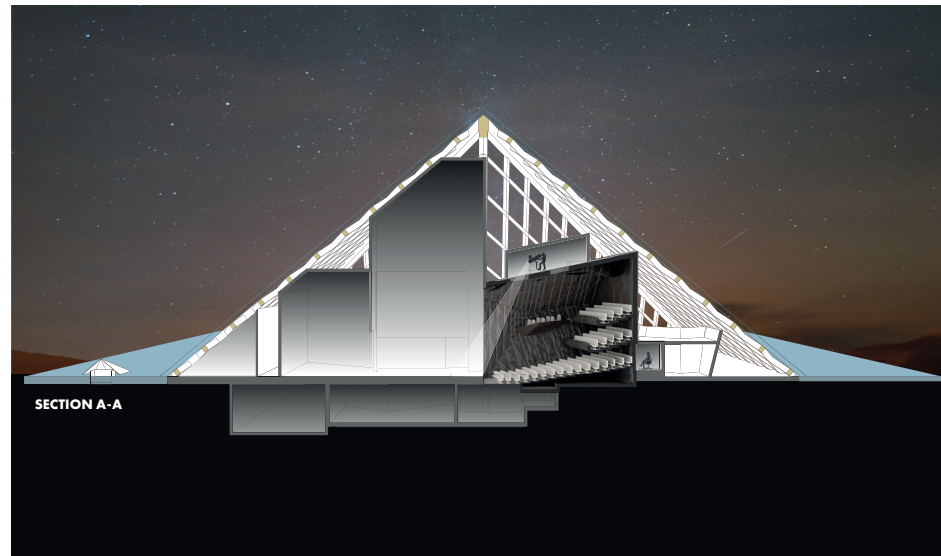
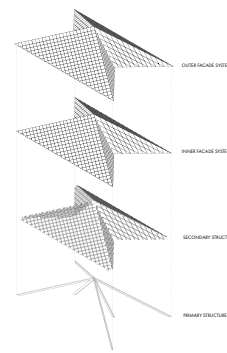
The main load bearing system consists of six larger beams spanning from the ground to the apex. Between these there are smaller elements building up a grid system where the facade is attached. The facade is built up of two layers of glass with an air gap between. The outer shell of the facade will consist 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

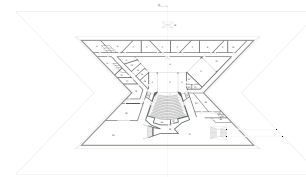
Visitors can not enter the building through the ground plane and have to enter through one of the three different tunnels underground. These tunnels will protect APEX from outdoor sound. The three tunnels are separated by cars, bicycles and pedestrians and underground parking is offered to the vehicles.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



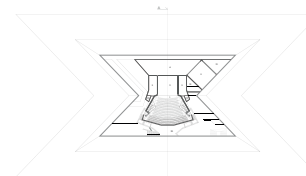
How-to fold APEX: the green dotted line are to fold inwards while the yellow dotted line are to fold outwards.



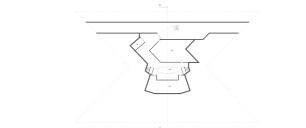
FLOOR 0 - 1:1000



FLOOR 1 - 1:1000



FLOOR -1 - 1:1000



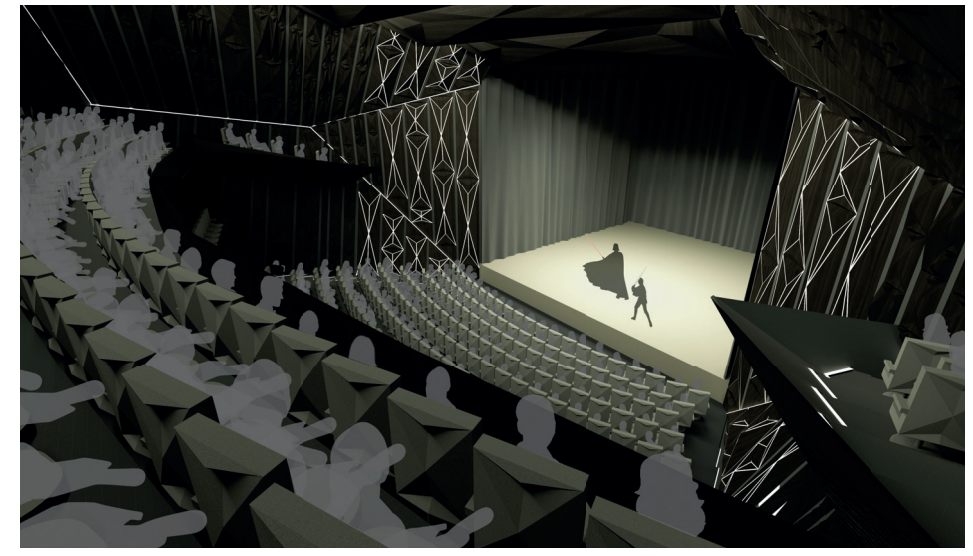
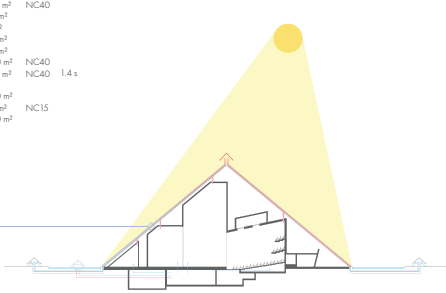
ROOMS	AREA	NC	RT
1. Auditorium	280 m ²	NC15	0.8 - 1.05 s
2. Scene	145 m ²	NC15	
3. Wings	55 m ²	NC15	
4. Scene shop	300 m ²	NC40	
5. Rehearsal room	145 m ²	NC20	0.8 - 1.05 s
6. Chorus dressing room	75 m ²	NC35	
7. Solo dressing room	55 m ²	NC35	
8. Costume shop	72 m ²	NC40	
9. Wig & make-up	30 m ²	NC40	
10. Green room	52 m ²	NC30	
11. Lighting storage	28 m ²		
12. Storage	95 m ²		
13. Audio storage	28 m ²		
14. Cargo elevator	24 m ²		
15. Conductor dressing room	28 m ²	NC35	
16. Dinner room	22 m ²		
17. Repair room	27 m ²		
18. Audio rack room	22 m ²	NC40	
19. Staff room	55 m ²		
20. Toilet	6 m ²		
21. Prop room	12 m ²		
22. Men's restroom	50 m ²		
23. Women's restroom	70 m ²		
24. Linen room	5 m ²		
25. Restaurant kitchen	140 m ²	NC40	
26. Control room	28 m ²		
27. Audio mix position	8 m ²		
28. Box office	22 m ²		
29. Wardrobe	65 m ²		
30. Restaurant	380 m ²	NC40	1.4 s
31. Lobby	370 m ²	NC40	
32. Chiller	290 m ²		
33. MEPIT	42 m ²	NC15	
34. Orchestra pit	200 m ²		
35. Air supply auditorium			

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.

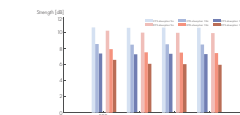


THEATER HALL

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.

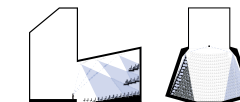
STRENGTH

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.



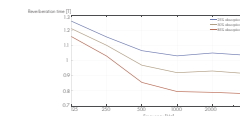
EARLY REFLECTIONS

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.



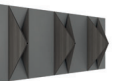
PLAYFUL LIGHTING

In the auditorium there is integrated light in the acoustical panels which enables a 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.



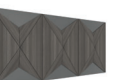
SCENARIO: Musical

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 1.60 s.



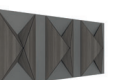
SCENARIO: Drama theatre

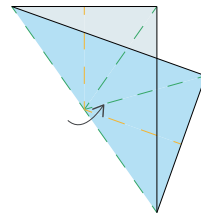
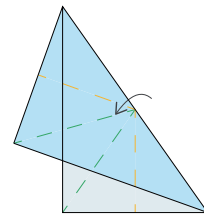
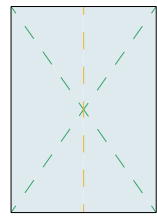
With the acoustic panels set to their minimal absorption setting, the auditorium will have a reverberation time of approximately 1.05 s. This scenario is suitable for musical events when a longer reverberation time is needed.



SCENARIO: Optimize

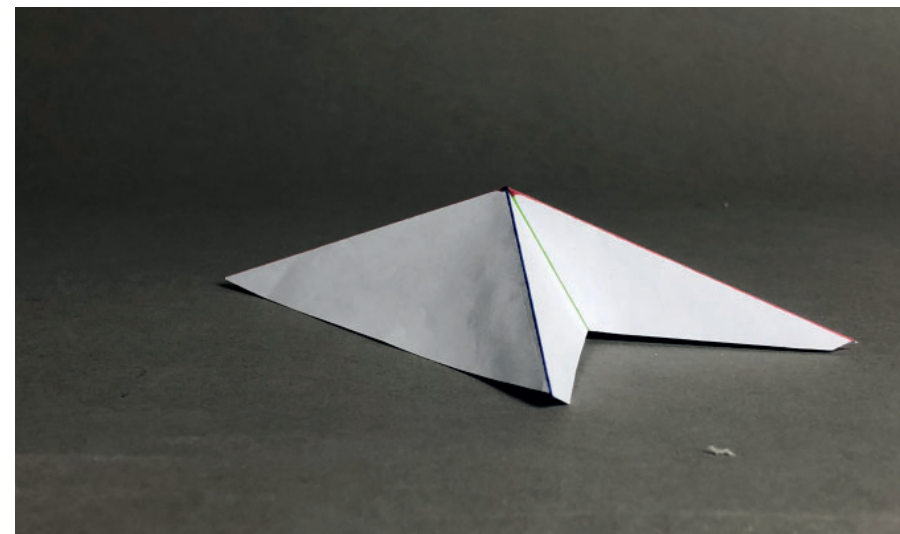
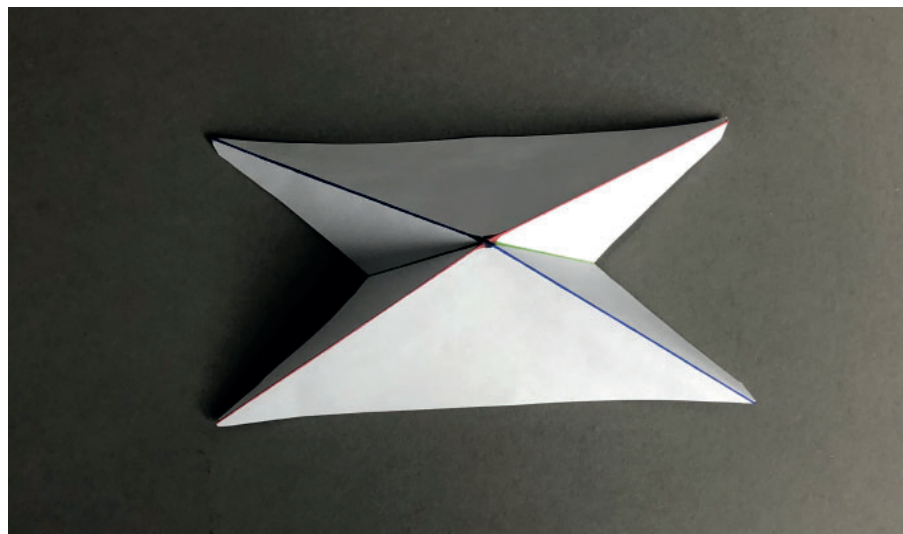
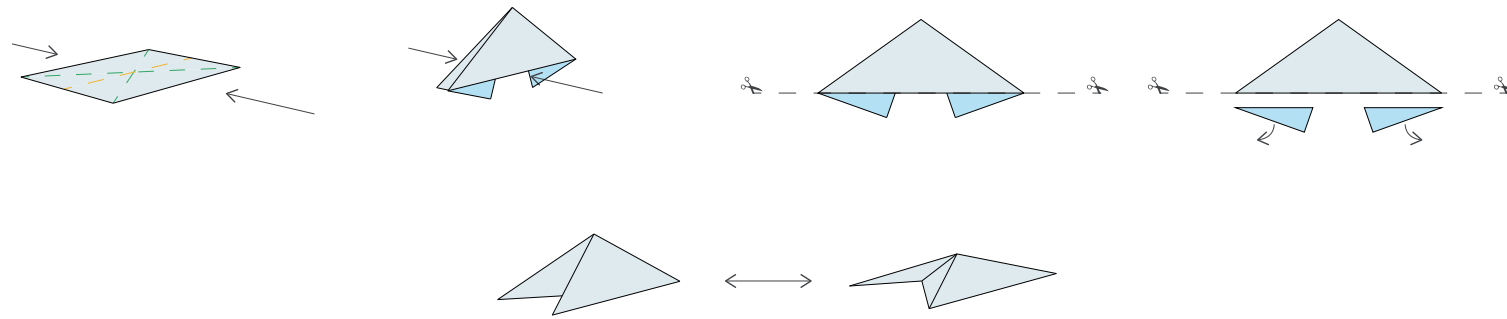
Because of the flexibility and adjustability of the panels there are several absorption/reflection settings that the auditorium offers a wide variety of scenarios to optimize the acoustics depending on the amount of audience or desirable acoustic performance.





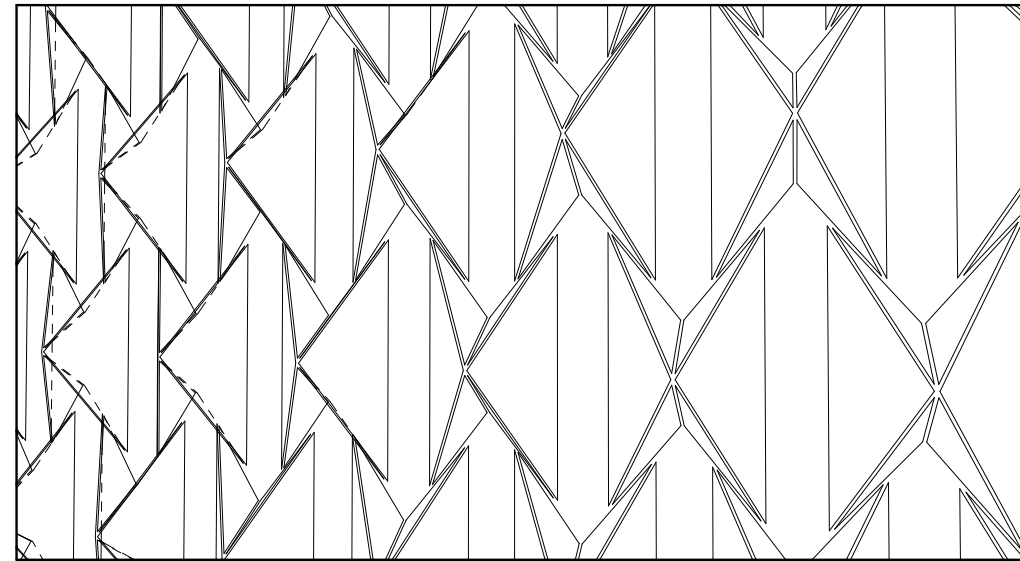
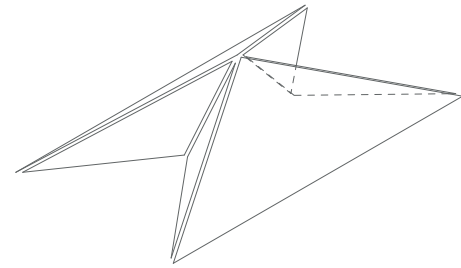
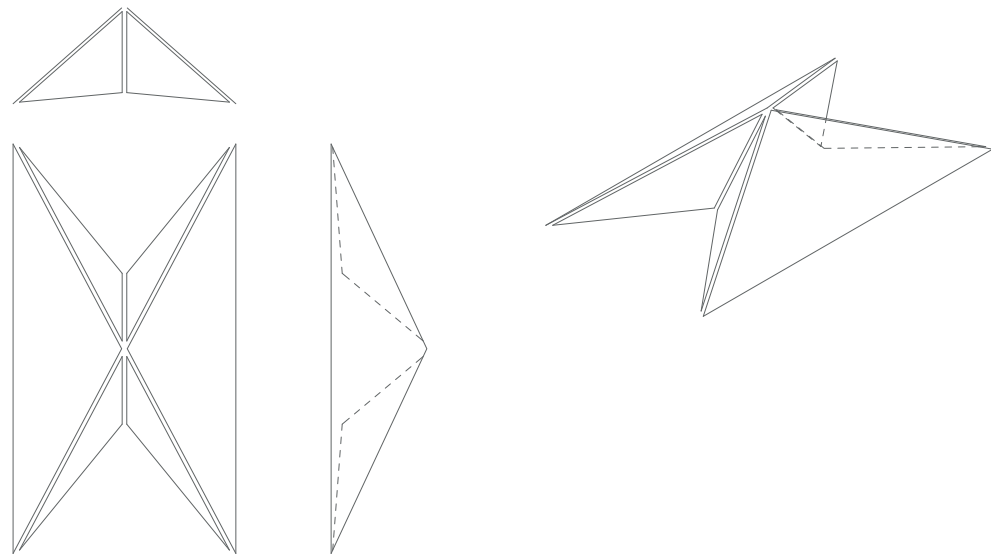
PRINCIP

Konceptet bygger på en enkel pappersmodell som kan göras med några enstaka vikningar. Det är en enkelhet som följer med genom hela projektet och dess geometrier går att hitta lite överallt.



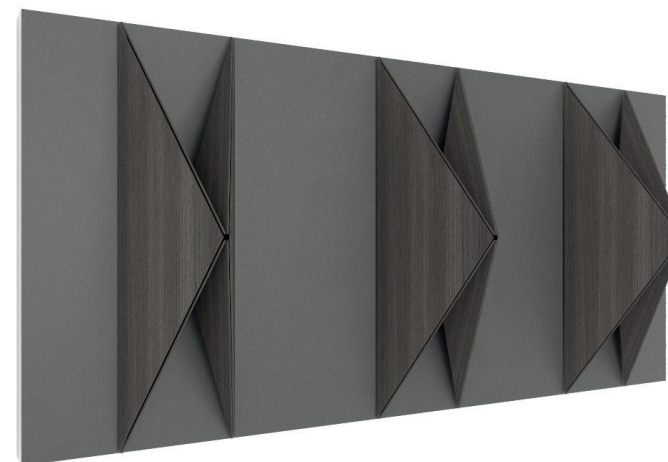
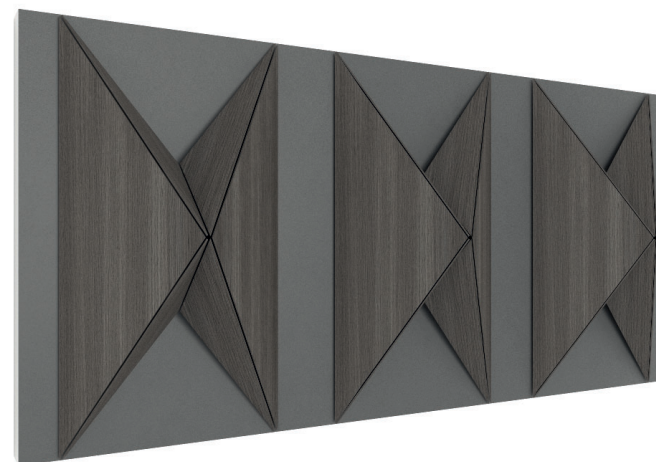
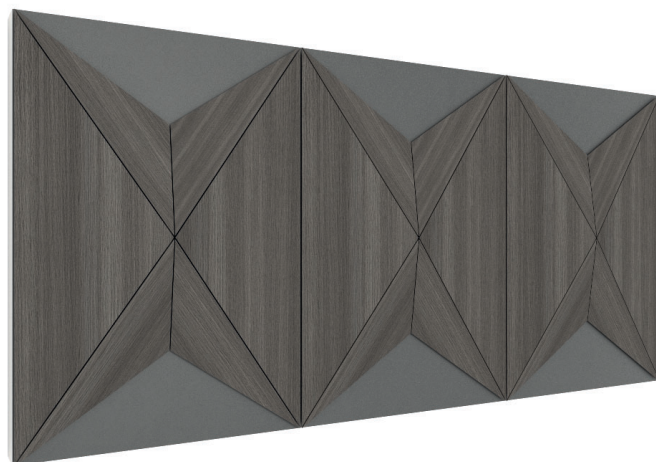
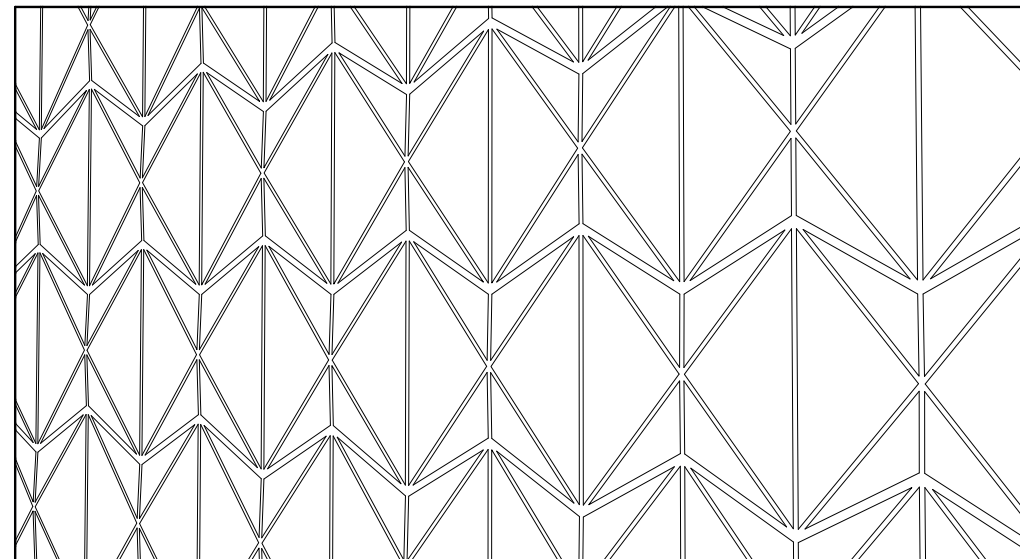
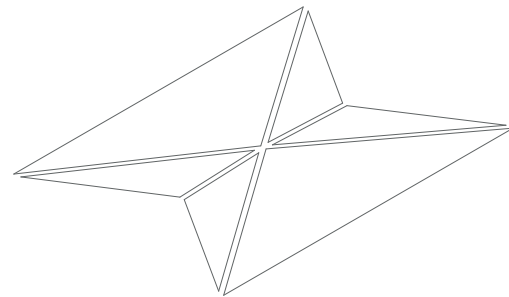
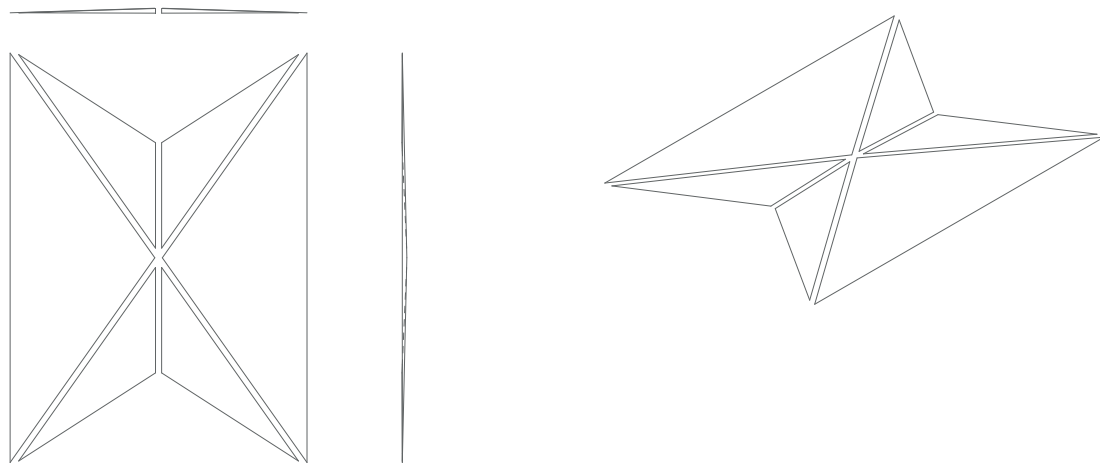
TIDIG BESKRIVNING AV KONCEPTET

Detta är något av en farkost som har slagit ned och fastnat i marken. I en stadsmiljö bryter den av och med ett grönt stråk får den ett naturligt sammanhang i staden. Den är bullerdämpande av sig själv, lutande yta skapar reflektioner av ljud. Skarpa hörn skär igenom rummet av enkla geometrier. Auditoriumet är klätt med paneler av samma form som byggnadens yttre skal, dessa ska gynna de akustiska kvalitéerna.



PANELER

I auditoriet är väggar och tak mer eller mindre beklädda med dessa justerbara akustiska paneler. Detta är tidiga ritningar på hur de är tänkta att fungera tillsammans. Tanken är att panelerna är reflektiva med absorberande material bakom och beroende på hur öppna eller stängda de är så uppnås olika akustiska egenskaper i rummet.



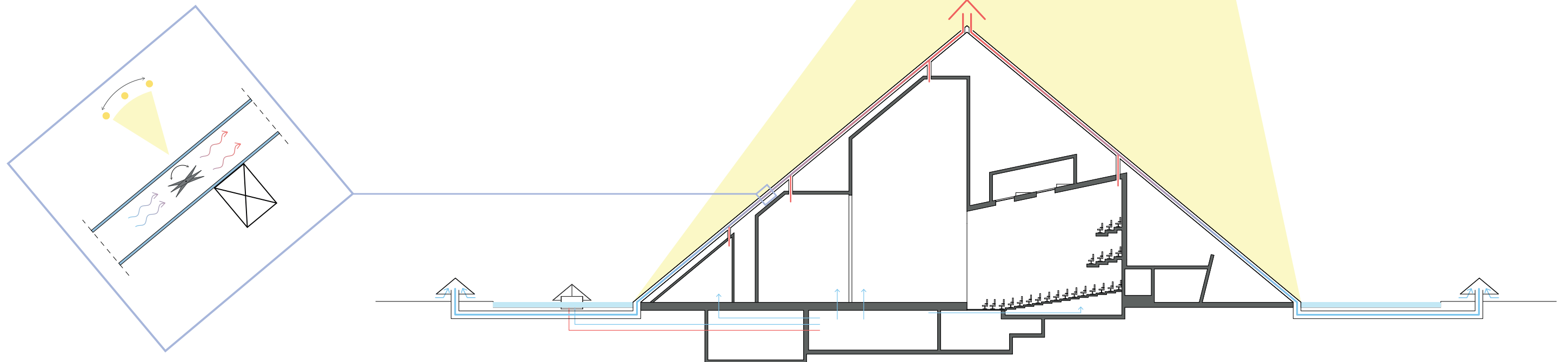
Presenterad visualisering av de tänkta panelerna i auditoriet. De består av mörkare trä med ett mörkt absorberande material bakom.

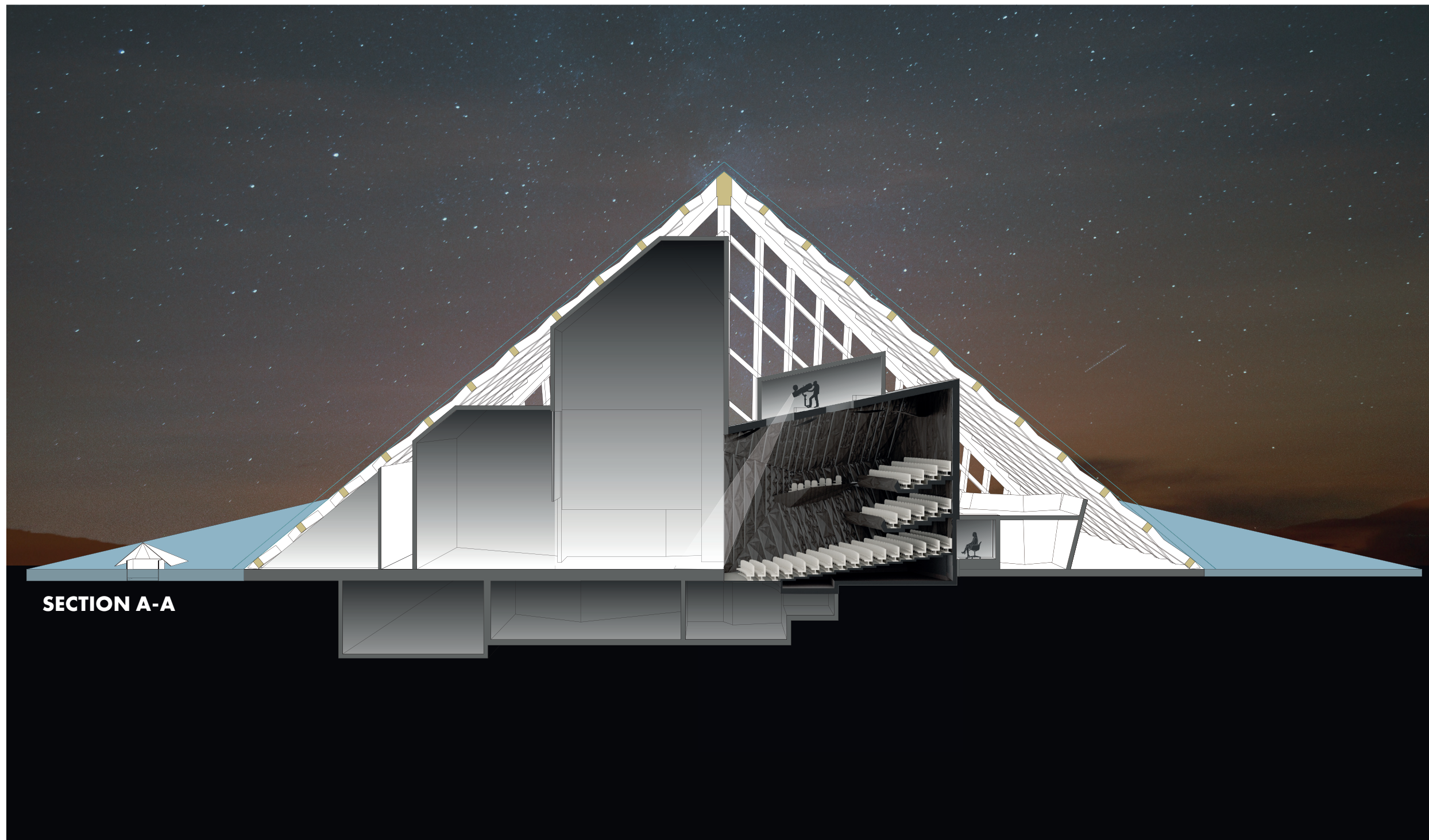
ARBETE KRING FORMEN

Genom hela projektet har vi försökt få in den karaktäristiska formen på så många sätt som möjligt. Det landade egentligen i att den framför allt används till två ändamål. Dels byggnadens yttre form, dels de akustiska panelerna. Men den är även inspiration till en del andra bitar så som luftintag kring "chillern", små tak till tunnelnedgångar och stolsryggar. Rent presentationsmässigt var det svårt att visa att dessa delar hade samma form och på något sätt hade projektet förmodligen lyfts av att kunna visa dessa saker och få läsaren att förstå att det är samma form. Det är något som hade kunnat få mer tid ifall projektet vidarearbetades.

FASADSYSTEMET

Fasadsystemet har ett integrerat solskydd mellan de två glasskikten för att göra det möjligt att styra såväl dagsljus som solinstrålningen. Luftspalten tar in frisk luft i botten och är öppen upptill vilket gör det till en naturligt ventilerad spalt där konvektion sker, varm luft strömmar uppåt och skapar ett luftflöde mellan lagren. Detta flöde används för att släppa ut varm luft från vissa rum i byggnaden.

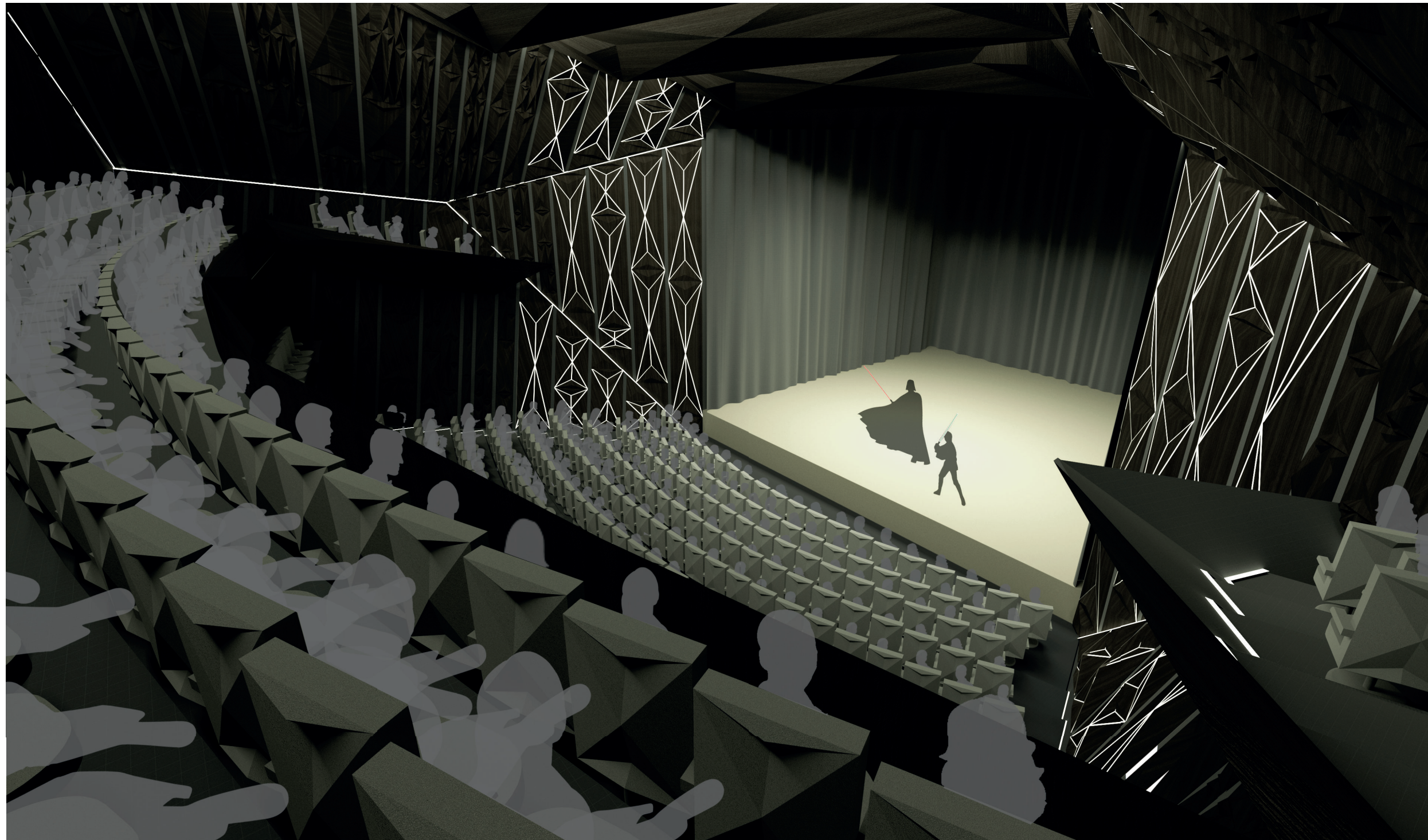




SEKTION

Sektionen talar om hur byggnadens struktur påverkar formen på rum samtidigt som transparens av fasaden syns. Konsekvenser av den starka formen är att en del dödutrymme skapas, detta syns speciellt i sektionen. Diskussioner kring detta har ägt rum men ett beslut vi tog var att låta det vara som det är och därmed låta de arkitektoniska kvaliteterna ta över. Vi har varit medvetna om att dessa utrymmena inte är speciellt hållbara ur perspektiv så som energieffektivitet, utnyttjande av byggnaden och ekonomiskt.

En del av vårt koncept består av en rymdliknande känsla, att byggnaden är en farkost som har slagit ned, detta förstärks av att himmelen är stjärnfylld.



AUDITORIUM

Auditoriets huvudsakliga syfte är att hålla teaterdramer och musikföreställningar och därmed är akustiken främst inriktad kring denna typ av evenemang. Andra typer av framträdanden som kräver andra akustiska egenskaper kan fortfarande nås genom variabel akustik. Detta implementeras genom att använda paneler som kan ändra form och därigenom efterklangstiden.

REFLEKTION

Beskriv din designprocess utifrån ett specifikt val ni gjorde, och visa hur ni har skissat på möjliga alternativ för att kvalificera detta val.

Det allra viktigaste valet var att arbeta vidare med det koncept som till slut blev vårt slutresultat. Detta val innebar att vi, genom hela projektet, arbetade med formen och dess geometrier. Arbetssättet blev på så vis att alla funktioner fick följa skalet i stället för att funktionerna formgav det. En del av arbetet som följde av detta var att pussla ihop hela programmet så att alla rum fick rimliga sammanhang och ett bra flöde.

Skriv en grundlig reflektion över projektförslagets arkitektoniska och akustiska kvaliteter.

Projektet har ett oerhört talande formspråk genom sin volym och hur uttrycket är exteriört. Denna form gav oss möjligheter att utveckla arkitektoniska och akustiska kvaliteter både på en större skala och på en mindre.

I stort har byggnaden en form som har fördelar när det gäller buller utifrån genom att dess vinklade fasad skapar en reflektiv yta mot detta. Dock innebär dessa vinklade ytor att de ger stor solinstrålning och ett problem vi identifierade under arbetet var hur detta skulle hanteras. En lösning som arbetades fram var ett fasadsystem som består av två lager av glas med integrerad solavskärmning samt naturlig ventilation. Lösningen är även fördelaktig ur ett akustiskt perspektiv där fasaden potentiellt kan eliminera mycket ljud.

Vidare har formen även bidragit till att skapa spännande arkitektoniska kvaliteter i auditoriet där även akustiska värden har integrerats. Detta är genom de paneler som väggar och delvis tak är beklätt med. Panelerna är justerbara för att kunna anpassa rummets akustiska prestanda och de har integrerad belysning som bidrar till rumsliga upplevelser. Att panelerna har samma form som det yttre skalet skapar ett sammanhängande koncept.

Genom andra delar av byggnaden har geometrierna från formen använts där idén om att hela projektet ska ha dess linjer och former i sig. Därmed har många rum speciella former både i plan och sektion men det är något som bidrar till upplevelsen kring teatern.

Skriv en kritisk reflektion över hur du har använt integrerade designlösningar som metod att gestalta ett hållbart projektförslag.

Den främsta integrerade designlösningen i projektet är fasadsystemet och hur det tar hand om ett problem som rör solinstrålning och värme/kylbehov hos byggnaden. Under workshopen kring ljus och klimat hade vi lite diskussion om att detta skulle vara ett problem och efter det arbetade vi mot något som skulle lösa det samtidigt som det skulle bidra till arkitektoniska kvaliteter.

Så blev även fallet. Det var viktigt för oss att fasaden skulle ha en transparens

för att blottlägga stora delar av trästrukturen utifrån och därtill ha en flexibilitet som möjliggjorde att vissa delar inte skulle ha fönster utåt. Rent uttrycksmässigt önskade vi att formen skulle förbli så monolitisk och rent i formspråket som möjligt.

För att lösa detta kom vi fram till idén om ett två-lagers glassystem som möjliggjorde integration av justerbart solskydd och även att det inre lagret inte nödvändigtvis behövde vara glas. Samtidigt blev det yttre uttrycket renodlat. I och med denna lösning så tas värmen omhand om i luftspalten mellan glaslagrena och det sker en ventilation av spalten genom konvektion och därmed är det naturligt ventilerat.

Från vårt perspektiv ses det som en hållbar lösning eftersom byggnadens kylbehov förhoppningsvis kan minimeras genom att effektivt använda det integrerade systemet av solskydd.

Skriv även en reflektion över projektets designmetod och de specifika verktyg du har använt i processen.

Tidigt arbetade vi mycket i modell och generellt kring byggnadsvolymer vilket förmodligen ledde oss fram till att resultatet hade ett starkt yttre uttryck. Metoden att arbeta med modell följde i stort sett med igenom hela processen. Från vårt beslut om att arbeta vidare med det slutgiltiga konceptet så har den karaktäristiska formen varit i fokus kring alla designbeslut på gott och ont. Den enkla vikta pappersmodellen har varit central och många gånger har geometrier från den varit inspirationskälla när vi har ritat planer, sektioner mm. så processen har varit starkt kopplad till den fysiska modellen. Ibland har formen gjort arbetet utmanande och ibland har det varit skönt att ha något med så enkel geometri att luta sig tillbaka på.

Vi gjorde försök att skapa en digital modell av vår pappersmodell vilket gav ett ok resultat. Där tog vi hjälp av en hel del digitala verktyg så som Rhino och Grasshopper. Däremot gav den fysiska modellen ofta en bättre förståelse för hur formen fungerar.

Gör en utvärdering av det interdisciplinära samarbetet med avdelningen för teknisk akustik.

Arbetet kring de akustiska delarna har fungerat mycket bra. Samarbetet med Oscar har verkligen varit en glädje där han fungerat bra att både bolla akustiska idéer och koncept med men även en del kring arkitektur och presentationsmaterial. Hans engagemang har bidragit till att projektet har fått rimliga och lättförståeliga akustiska beräkningar.