



THE PEBBLE

Kursansvarig: Konstnärlig professor, Morten Lund

Handledare: Konstnärlig professor, Morten Lund, Tekniklektor, Peter Christensson

TOMAS JOHANSSON | AT3
ACEX15 - KANDIDATARBETE, ARKITEKTUR & TEKNIK, LP3-4 2021
CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

INNEHÅLL



BAKGRUND

FENOMENEN

SKISSERNA

PROTOTYPERNA

PROCESSEN

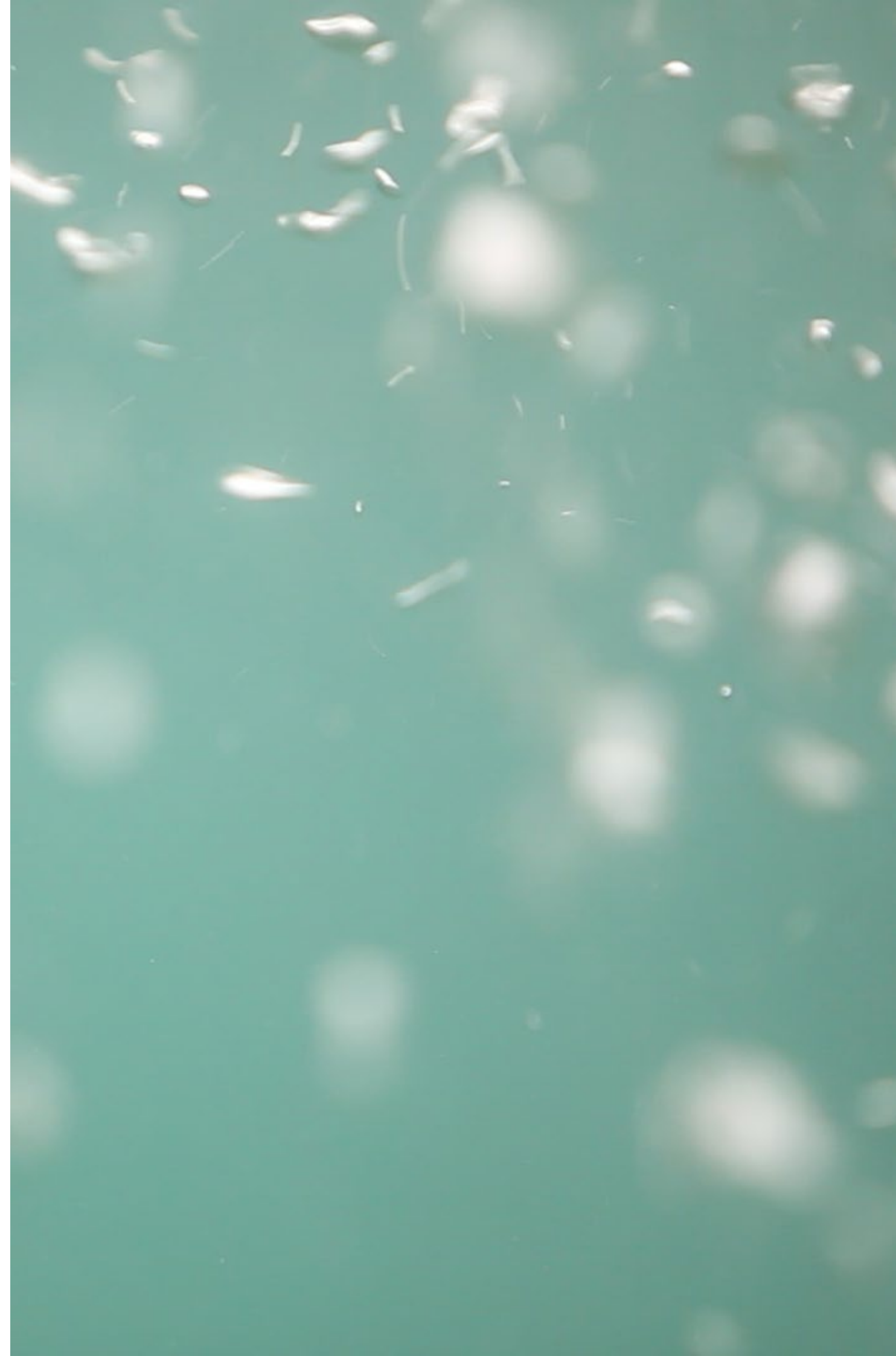
KRITIK

REFLEKTION

Till höger:

Luftbubblor i säldammen, Slottsskogen Göteborg.

I första uppgiften utforskade vi med hjälp av film fyra olika fenomen på platser i/omkring Göteborg. Stillbilden är från det avslutande klippet där vi utforskade fenomenet mikroklimat.





BAKGRUND

Som Arkitekt eller Ingenjör ställs man i varje nytt projekt för samma problemställning; *"Hur får jag dessa bitar att passa ihop?"*. Vart du än tittar så har du motstridiga krav, olika problem och bångstyriga personer att handskas med.

Arkitektur och Teknikprogrammet är tänkt att ge studenterna mer än en fot att stå på och på så sätt en mycket god grund för att klara av arbetslivet i samhällsbyggnadssektorn. Självklart så ska kandidatarbetet på något sätt spegla den av studenten genomförda utbildningen och i vårt fall så består det av att ta fram ett tävlingsbidrag till en studenttävling inom akustik. Tack vare kursens upplägg så blandar projektet arkitektur och olika delar av ingenjörskunskapen som vi fått med oss dessa tre åren. Det introducerar även för första gången ett samarbete med andra studenter utanför klassen, en första blick ut mot verkligheten.

Arbetet genomfördes i grupper med två studenter från Arkitektur och Teknikprogrammet samt en/två studenter från Mastersprogrammet Sound and Vibration. Projektet började med att AT-studenterna utforskade olika möjligheter i en konceptfas. Resultatet av denna presenterades därefter för SoV-studenterna, som fick möjligheten att önska vilken grupp de ville delta i.

Min grupp bestod av följande fyra personer:

Tomas Johansson	
Axel Grampp	
Patrik Eriksson	(SoV)
Ziyi Hu	(SoV)

*Till vänster:
Prototyper av paneler, ej använda i projektet.*

Dessa akustiska paneler var tänkta att användas i ett flexibelt segel. Ett koncept tänkt att hantera luftburet ljud från flygplan.

VÅRA FENOMEN

Startskottet för vårt kandidatarbete blev att undersöka fyra olika fenomen i ett snöigt Göteborg. Detta skulle vara en utgångspunkt för det vidare arbetet med att ta fram ett tävlingsförslag. Tanken var att vi skulle finna inspiration från dessa platser och på så sätt undgå att arbeta med det platsmässiga tomma ark som var stipulerat i tävlingsprogrammet.

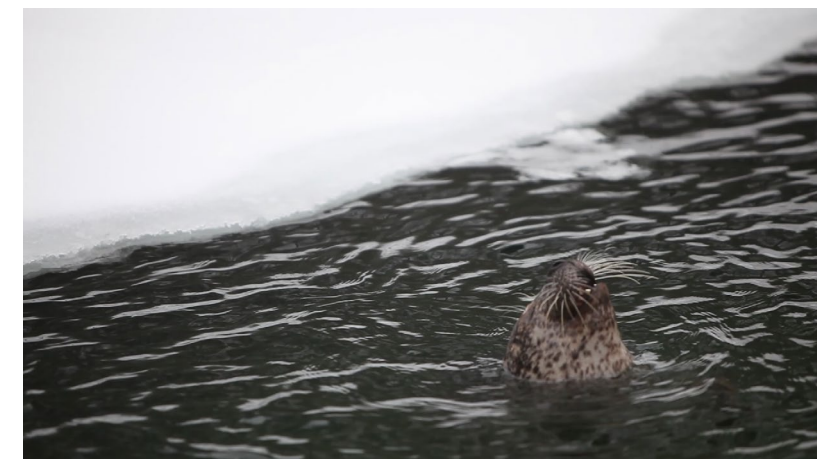
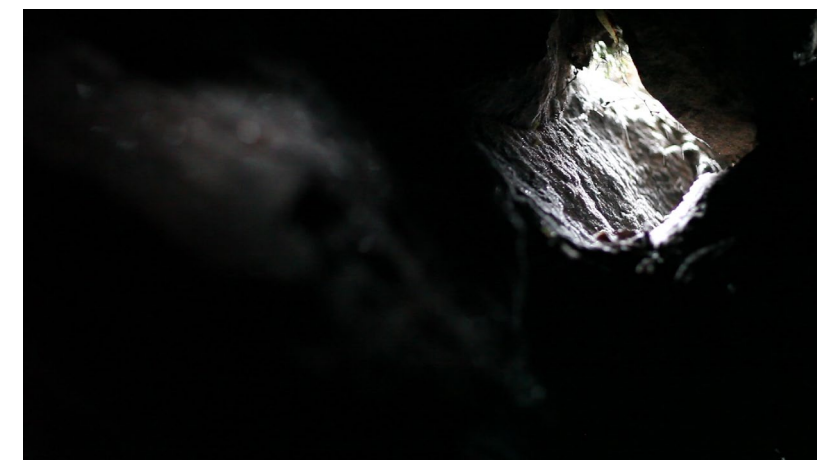
Vi valde gemensamt följande fyra platser i Göteborgsområdet;

- Skanskas bergtäkt i Vikan
- Fräntorpsgrottan
- Mölndals Kvarnby
- Säldammen i Slottsskogen

Dessa fick illustrera de fyra fenomenen, geologi, ljus, ljud och mikroklimat. Tillsammans blev det ihopklippta till ett ca två minuter långt klipp.

*Till höger:
Skärmbilder tagna från första uppgifen.*

Uppgiften bestod i att filma fyra platser med anknytning till fenomenen; geologi, ljus, ljud och mikroklimat.



VÅRA SKISSER

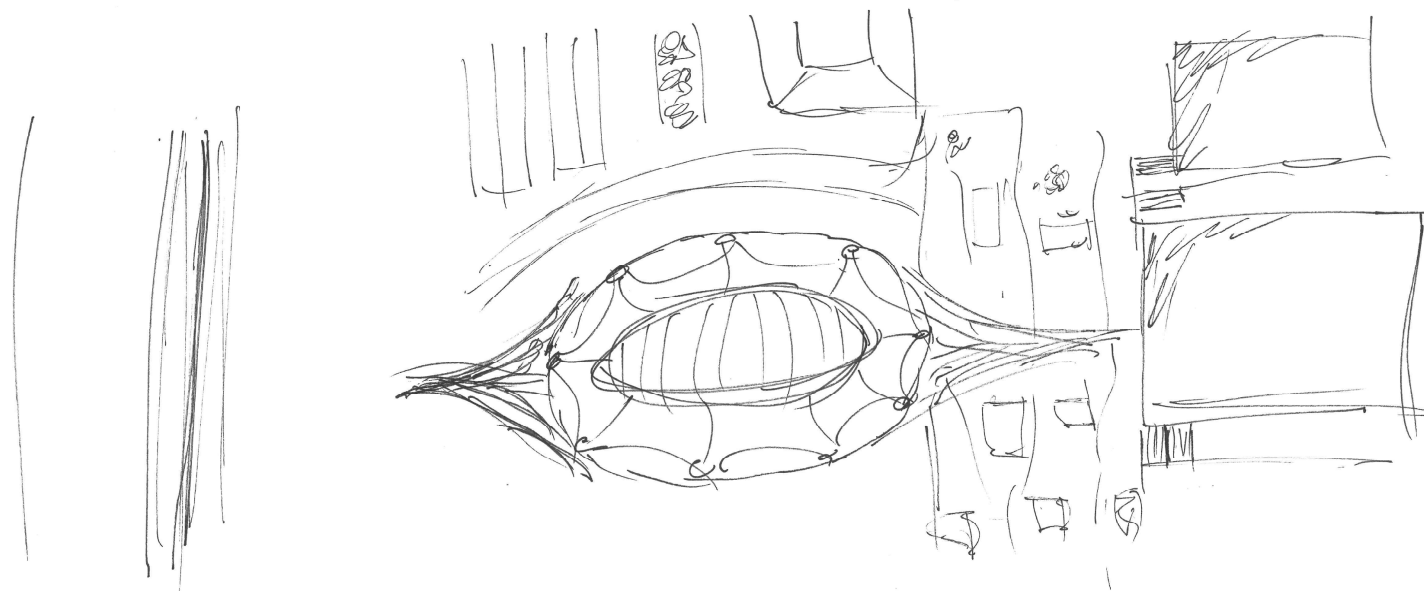
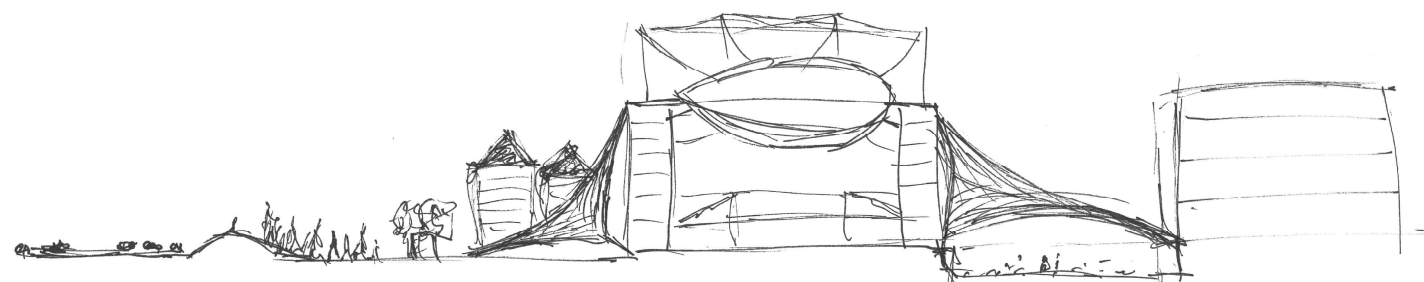
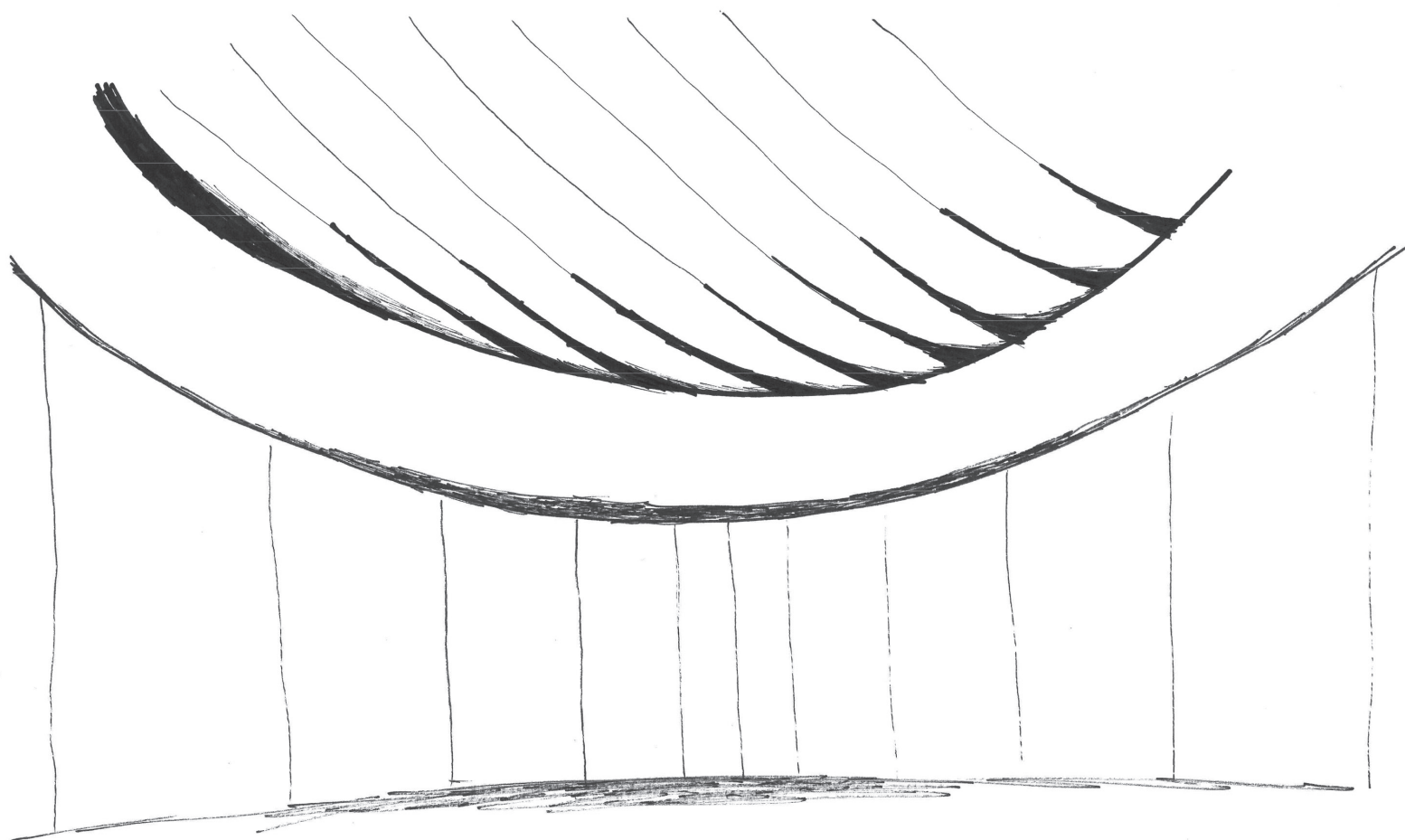
Nästa uppgift bestod utav att ta fram koncept på tre olika tävlingsförslag, dessa presenterades på en delkritik där akustikerna var närvarande. Efter detta blev de slutgiltiga grupperna hopparade efter akustikernas önskemål.

Vi valde att dela upp det så att jag och Axel gjorde var sitt förslag, det sista skulle vi göra tillsammans. Det sista förslaget blev dock inte gjort, så jag valde timmarna innan deadline att kludda ihop något för att uppfylla inlämningskravet. Resultatet av det kan ses på skisserna till vänster. Ironiskt nog så blev det de förslaget som både jag, Axel och Patrik gillade mest. Det var också anledningen till att Patrik valde vår grupp.

Förslaget presenterar en hall placerad i ett svävande frö, fastspänd i en oval byggnad. Byggnaden är täkt med "akustiska segel", en lättviktskonstruktion tänkt att reflektera och absorbera ljud från flygplanen. Prototyperna på panelerna som var tänkt att utgöra reflektionsytan kan ses på fliken "Bakgrund". Dessa kom aldrig att nyttjas, men den bakomliggande strukturen kom att utvecklas till vår takkonstruktion. En helt dominerade del i vårt koncept. Likaså finns även den svävande hallen i det ovala rummet med i det slutliga förslagen.

*Till vänster:
Den av de tre olika skissförslagen som vi valde att gå vidare med.*

Notera den övre skissen och jämför med det färdiga förslagets rendering av lobbyn, se framsidan.



VÅRA PROTOTYPER

Vår tredje uppgift bestod i att ta fram tre olika prototyper som skulle kombinera akustik med minst en annan uppgift. Två av dessa finns på bilderna på denna sida, en lampa och en takkonstruktion. Den tredje, en väggpanel visas ej här, men bestod av en enkel kartong som kunde flippas för att exponera en absorberande yta.

I det färdiga projektet finns två glastak och väggpanelen med. Panelen är endast ett sätt att hantera en variabel akustik, glastaken däremot bär en stor del av vårt koncept. Ursprungligen tänkte vi endast ha glastaket på en del av taket i lobbyn, men efter att ha presenterat vårt tak för akustikerna och de beräkningar som Ziyi gjorde stod det klart att vi skulle kunna ersätta hela taket. Där föddes även idén med det inre glastaket, och viljan att försöka få in dagsljus in i hallen.

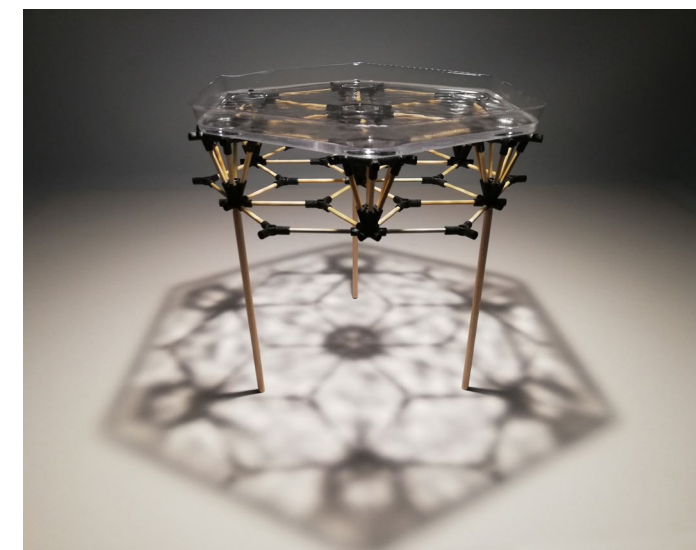
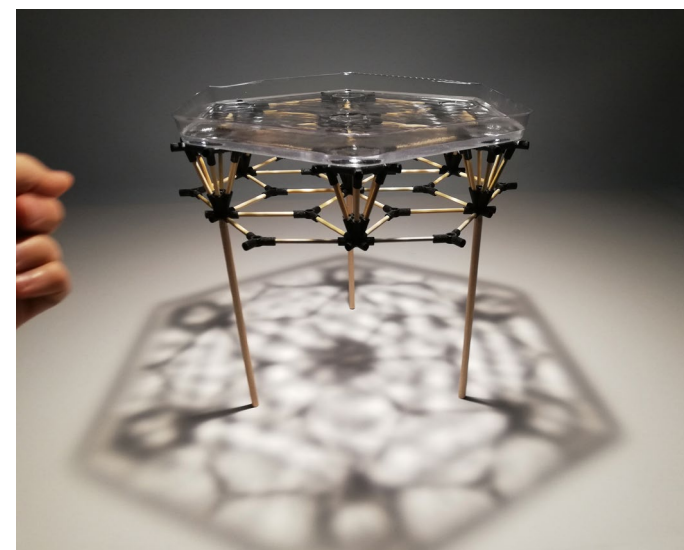
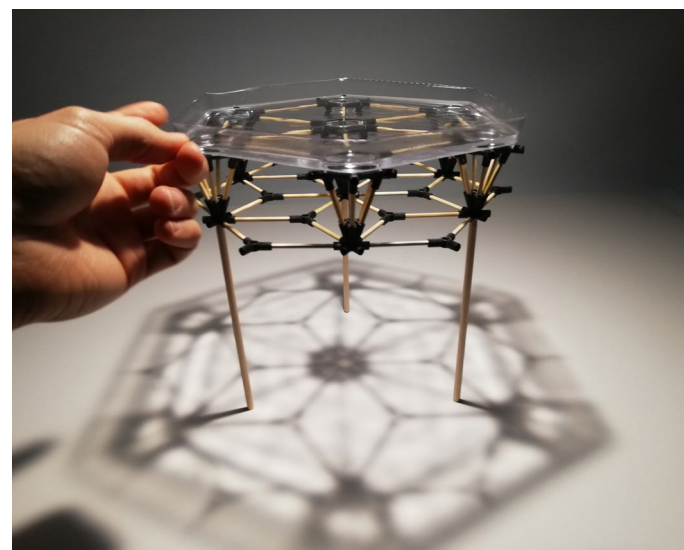
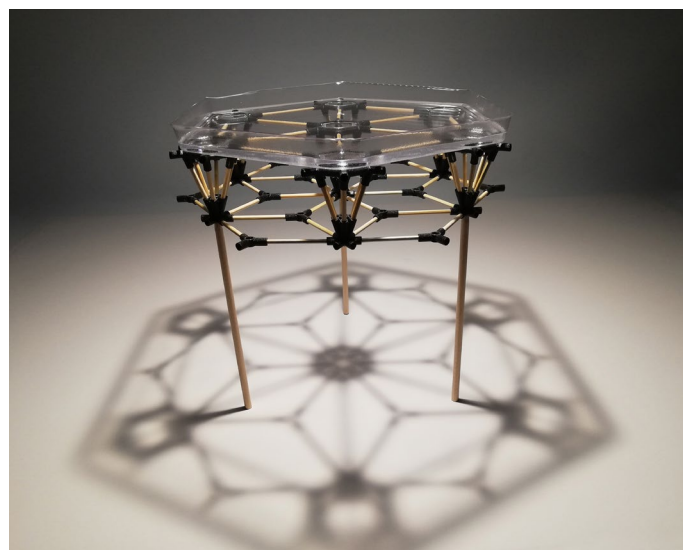
Båda modellerna som visas är gjorda utav mig.

Till höger:

Prototyp av en lampa/absorbent tänkt att placeras ovan borden i matsalsdelen.

Nedan:

Prototyp av vår takkonstruktion. Observera skuggspelet som bildas pga vattenytans rörelser.



VÅR PROCESS

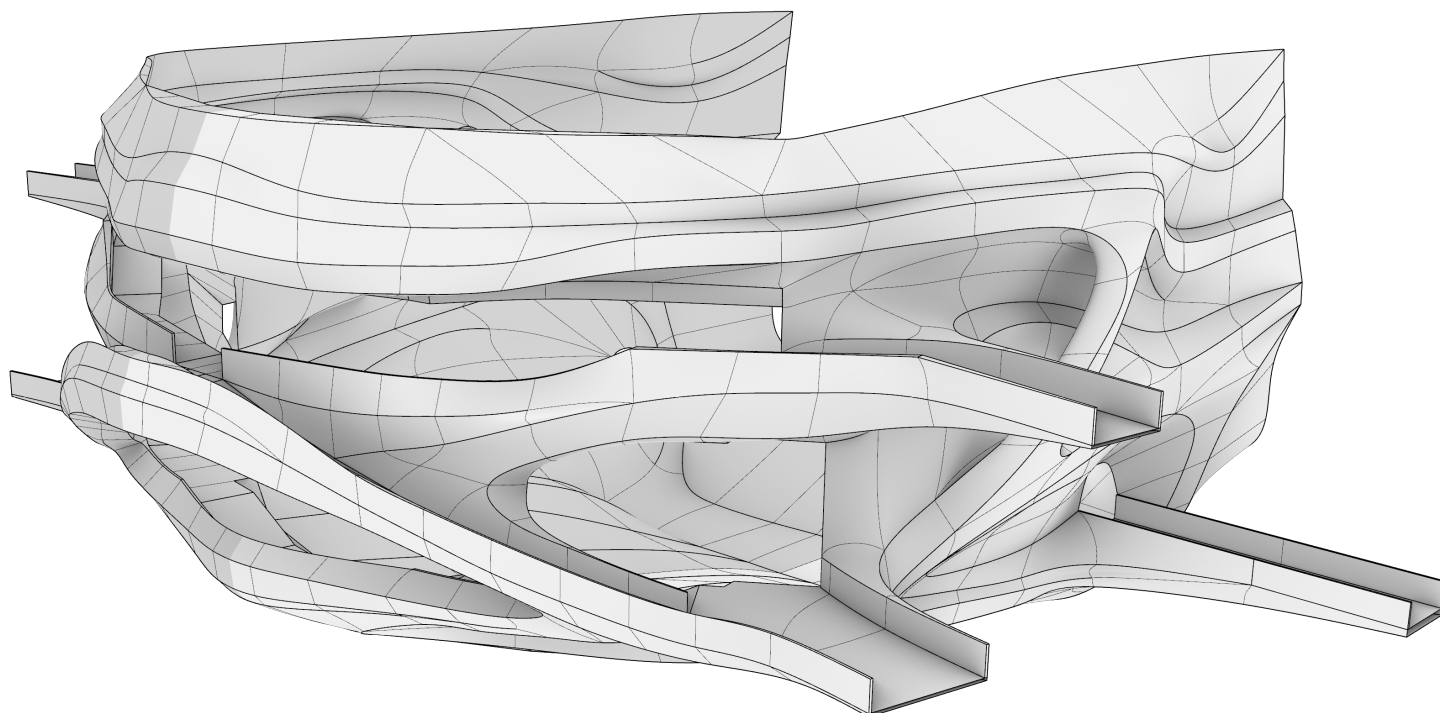
I arbetet med att skapa det slutgiltiga förslaget så har jag och Axel trots Covid-19 suttit på samma plats och arbetat varje dag. Detta har möjliggjort för oss att kunna jobba på olika saker, men ändå enkelt kunna vara delaktig i den andras arbete. Jag tror därför att vi båda känner en stor delaktighet och ansvar för det slutliga resultatet.

Patrik och Ziyi har fungerat som konsulter som vi träffat via Zoom ca en till två gånger i veckan. Dessa har båda kommit med tankar och förslag som påverkat designarbetet och samarbetet oss emellan har flutit på bra.

Primärt så har Axel stått för utformningen av operahallens skal, de exteriöra pelarna och planscherna med alla dess illustrationer. Jag har primärt fokuserat på att modellera hallen, ta fram ritningar och renderingarna. Men som nämnt ovan så har detta skett i ett nära samarbete med den andre. Det intressanta i detta pekade Axel ut en eftermiddag, att han som ska gå vidare med en ingenjörspraktik primärt fokuserat på estetik och att jag som ska gå vidare med en arkitekturmater har fokuserat på ingenjörsdelen med takkoncept etcetera.

*Till vänster:
"Sjutton olika kattsallar"*

En del av den integreringsprocess som Axel använde sig av när han designade den exteriöra delen av hallen. Detta är bara ett urval av antagligen en bit över hundra olika iterationer. Den nedersta stora är det slutgiltiga skalet som kom att täcka hallen.



KRITIK

Kandidatarbetets kritik varade i tre dagar. Den första med en studentkritik, där vi under sjuttiofem minuter fick presentera och diskutera vårt förslag med några andra utvalda grupper. Den andra dagen var en mer traditionell kritik, femton minuter, med fokus på arkitekturen. Under denna dag deltog två gästkritiker från Herzog de Meuron, Tobias och Claudia Winkelmann. Den sista och avslutande dagen var åter en traditionell kritik, men fokus låg på akustiken. Kritiker var professor Wolfgang Kropp och gästkritiker Martha Tsigkari från Foster and Partners.

En stor oro i klassen var att sjuttiofem minuter skulle vara alldeles för lång tid. Det visade sig i alla fall vara precis rätt tid för den gruppen av studenter jag befann mig i. Vi fick i och med denna kritik möjlighet att ta igen lite av de informella samtal vi skulle haft under arbetets gång, men som nu inte skett på grund av Covid-19.

Generellt så fick vi ganska bra kritik de andra två dagarna. Vissa var av ren saklig natur, som varför vi inte valt att göra utrymmena bakom scen större. Andra hade mer av en karaktär baserad på personlig smak. Som exempelvis när Martha tyckte att vårt projekt var som ett kinder ägg. En utsida hon inte gillade men med en insida som överraskade och som hon tyckte om.

Följande sidor:
Det färdiga tävlingsförslaget.



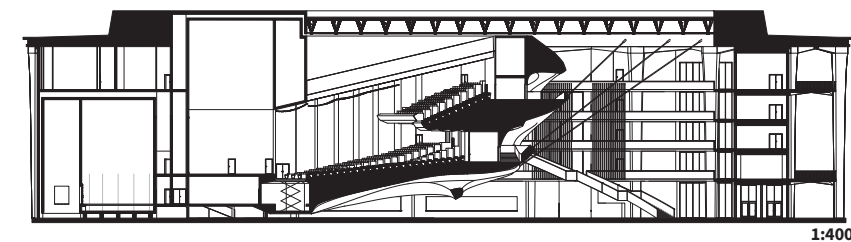
THE SITE

A moderately sized American college is looking to expand their musical performance capacity but faces a few challenges. The building site is 200 ft from a major highway and 5500 ft below a commercial flight path. Furthermore, the auditorium design should account for acoustical flexibility, allowing for multiple and varied uses.

THE CONCEPT

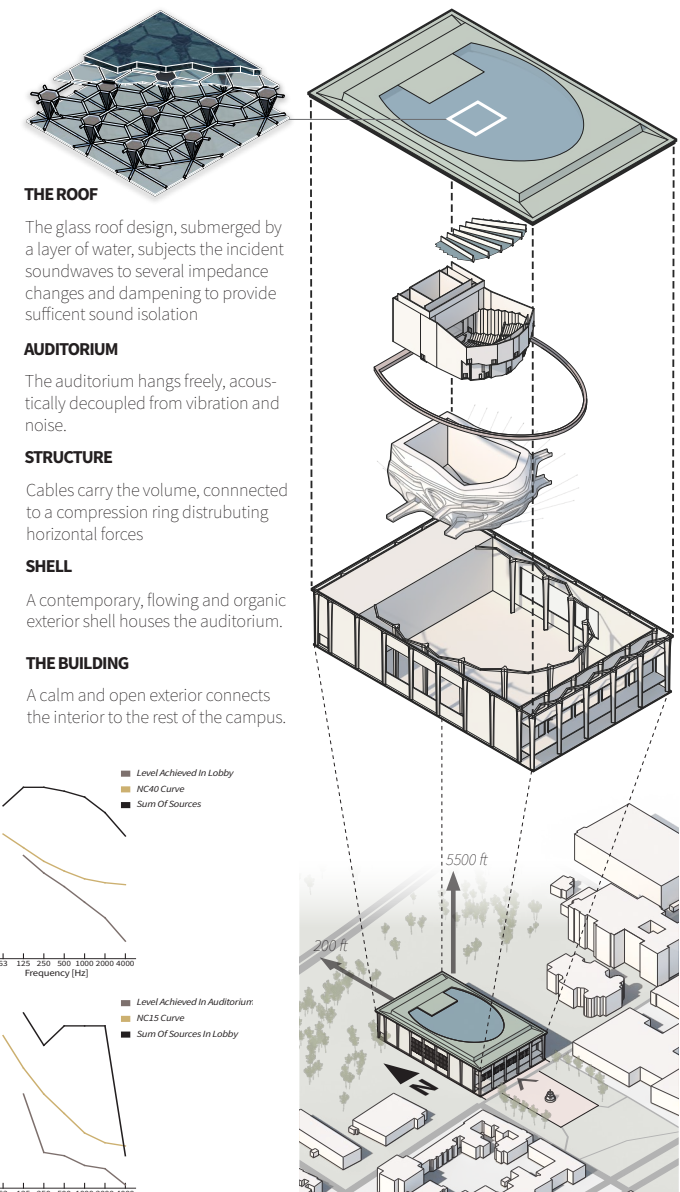
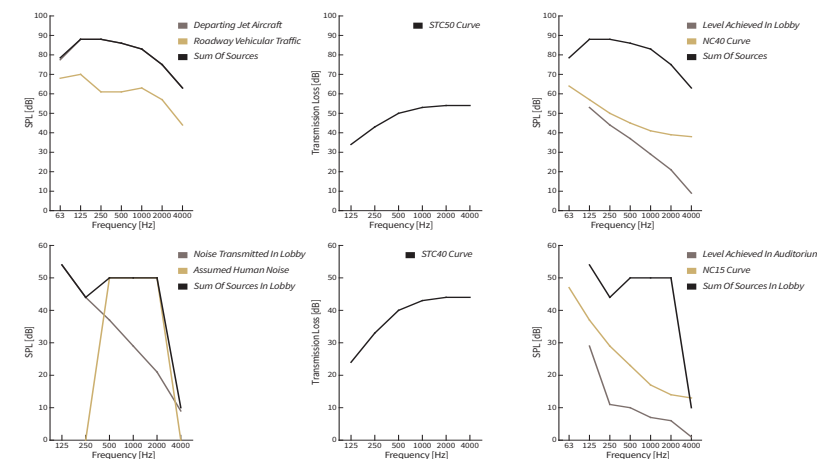
An exterior that merges the typical classical style of an American campus with modernistic aesthetics, respecting the heritage of the institution and site. On the inside though, it blends baroque elements and symmetry with the flowing curves of contemporary architecture. Upon entering the building, you are met by a suspended concert hall floating in light over a mirror of water. The shadow cast by the space truss dances across the floor and walls as the wind gently stirs the water - on top of the roof. The water is not an architectural gimmick, it serves a crucial role in giving the roof its ability to deal with noise pollution from aircrafts. Likewise, the cables decouple the lightweight double shell construction of the hall from structural vibrations transmitted from the nearby highway. Both ensuring an equally stunning listening experience as they do visually.

SECTION A-A



NOISE

The noise at the site calls for a STC50 sound isolation to the lobby, resulting in a noise environment of below NC40. This is achieved with the novel roof design, special consideration of side window walls (double layer) and the double layer front glass facade corridor, housing box office, café, etc. In order to achieve a noise level of below NC15 in the auditorium the volume shell consists of a double layer lightweight STC40 construction.





THE LOBBY

Upon entering the lobby, you are meet by the visual impact of the suspended hall. Your eyes follow the cables up to the compression ring that deals with horizontal forces in the cables, transferring only vertical forces to the pillars. The baroque inspired stairs lead you up towards the cantilevered bridges that together with the cables decouple the hall from the rest of the building.

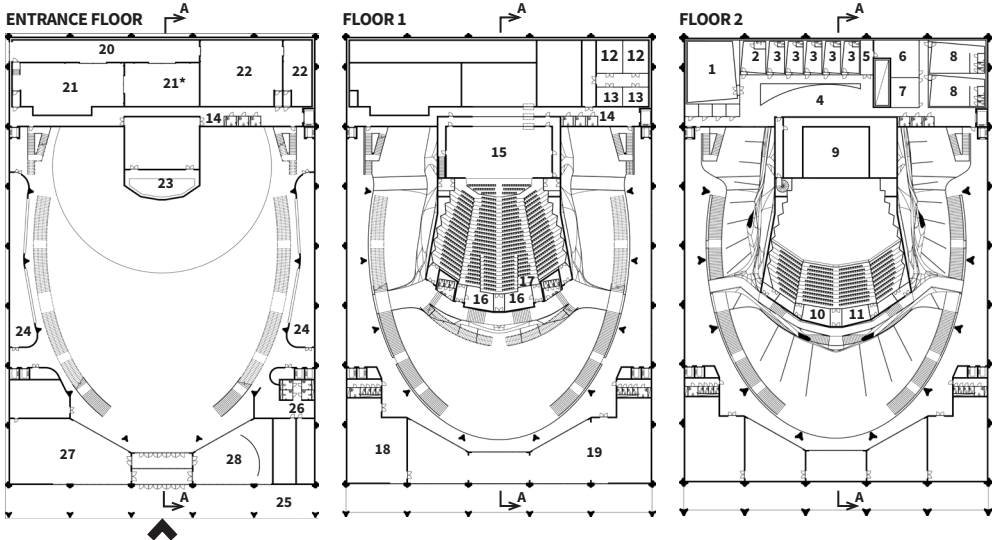
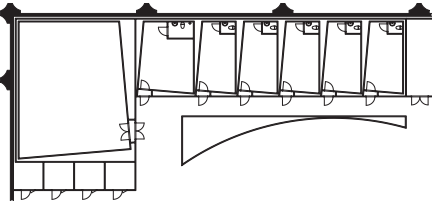
NOISE SOLUTIONS

The building utilizes several strategies to deal with problematic noise:

- The mechanical rooms together with the workshop and loading bay are isolated from the rest of the building by encasing them in a concrete sarcophagus decoupled by springs and flexible connections.
- Throughout the building sound locks with two doors are also utilized to trap problematic sound before it exits/enter another area.
- To reduce noise carried thru the ventilation system a separate system feeds highly noise polluted areas such as the workshop.
- Absorbents are placed on strategic places, e.g., in between the glass panes of the roof and the ventilation system to absorb potential resonating frequencies.

DRESSING, REHEARSAL AND GREEN ROOM

To reduce the risk of flutter echoes, walls are positioned with a slight angle. The acoustics are controlled with the same scattering/absorbent panels utilized in the main hall. These rooms also have a direct connection with the Green Room for quick meetings and easy mingling with prominent guests.



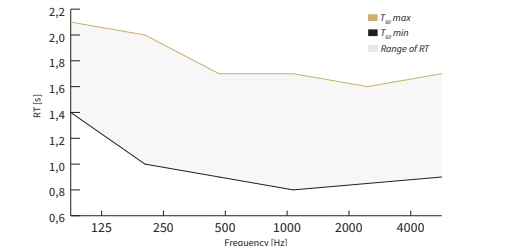
Room	NC	RT	Room	NC	RT
1 Rehearsal room	NC20	0.8 - 3.0 s*	15 Stage	NC15	0.3 - 2.1 s *
2 Conductors dressing room	NC20	0.8 - 3.0 s*	16 Lighting/Stage manager control room	NC15	
3 Solo dressing room	NC20	0.8 - 3.0 s*	17 In-house audio mix Position	NC15	
4 Green Room	NC30	1.0 s	18 Kitchen	-	
5 Prop Pantry	-		19 Dining area	NC40	
6 Costume shop	NC30		20 Loading bay	-	
7 Wig and Makeup	NC30		21 Scen shop/raisable floor*	-	
8 Chorus dressing room	NC20	0.3 - 3.0 s*	22 MER 1 and 2	-	
9 Stage house	NC15		23 Orcestra pit	NC15	
10 Projection/Title Both	NC15		24 Wardrobe	NC40	
11 Follow Spot Both	NC15		25 Lobby	NC40	2.8 s
12 Lighting and Audio storage/repair	-		26 Restrooms Men/Woman/Unisex	-	
13 Dimmer and Audio rack rooms	-		27 Shop/Café	NC40	1.0 s
14 Quick off stage toilet	-		28 Ticket/house manager office	NC40	1.0 s

T60 (Variable)	125	250	500	1000	2000	4000	Hertz (Hz)
1*	1.30-4.69 s	0.86-3.87 s	0.94-4.62 s	1.04-5.70 s	1.18-6.32 s	1.30-5.78 s	
2*	0.44-2.35 s	0.28-1.90 s	0.31-2.34 s	0.34-2.90 s	0.39-3.28 s	0.43-3.13 s	
3*	0.33-2.36 s	0.20-1.95 s	0.22-2.34 s	0.24-2.91 s	0.28-3.28 s	0.32-3.12 s	
8*	0.55-2.34 s	0.36-1.94 s	0.39-2.33 s	0.43-2.90 s	0.49-3.27 s	0.56-3.11 s	
15*	1.41-2.11	1.03-1.99	0.88-1.67	0.81-1.6	0.83-1.56	0.95-1.68	



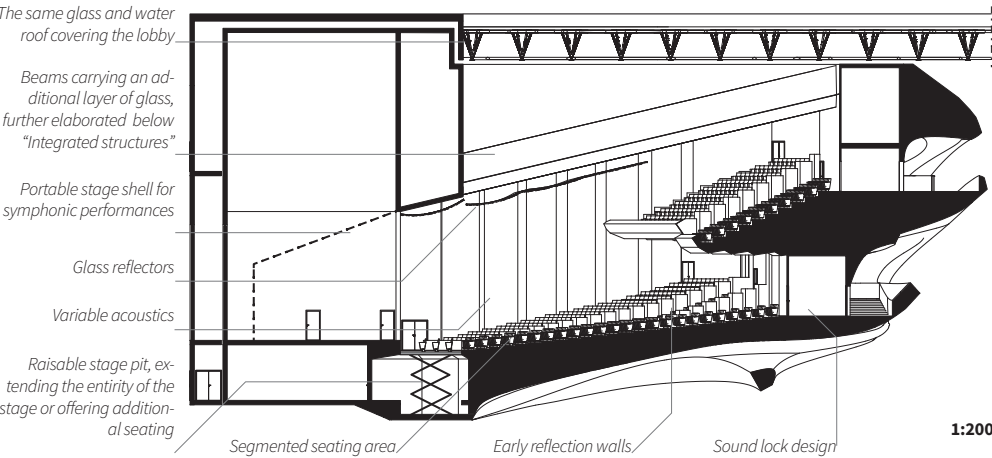
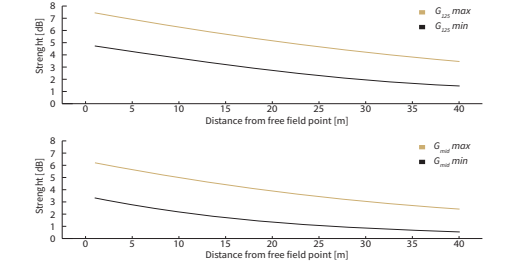
THE AUDITORIUM

Entering the volume and auditorium itself, you're met with the warmth of the sunlight providing a light show through the space truss structure, seen through an additional and final third layer of glass. When the stage pit is raised, the hall seats 1.200 visitors. Furthermore, the roof reflectors of moulded, wavy glass, distributes both sound and light. When the performance starts, integrated sunshades can be closed to give more control over the lightning. Or - they're left open; giving a musical performance below an extraordinary natural light show. When the auditorium is not in use, sunshades can be kept closed in order to cool the interior before any guests arrive and the performance begins.



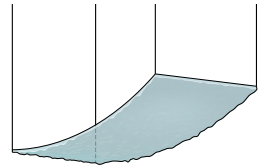
THE ACOUSTICS

Through variable acoustics, a wide range of reverberation time allows for symphony orchestra (RT ~1.8s), opera singing (RT ~1.6s), speaking events (RT ~1.0s) and dance performances with amplified speakers (RT <1.0s) and fulfilling the multipurpose functionality of the auditorium. Auditorium clarity is satisfying thanks to the early reflection walls segmenting the seating area with an absolute worst case scenario ITDG of just below 20 ms. Additionally the gain shows typical ranges for multi purpose halls resulting in sufficient clarity and warmth.



GLASS REFLECTORS

Moulded glass roof reflectors provide earlier reflections for the centermost seating, as well as scattering and glistering light refraction.

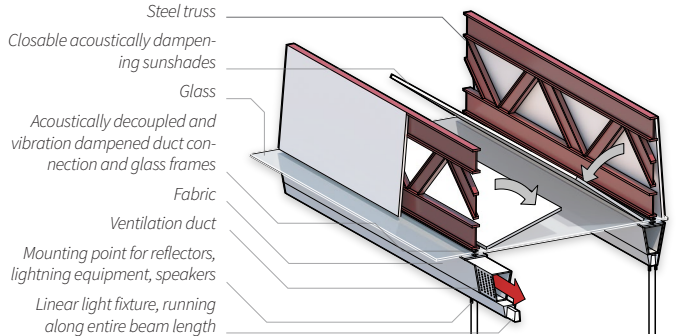
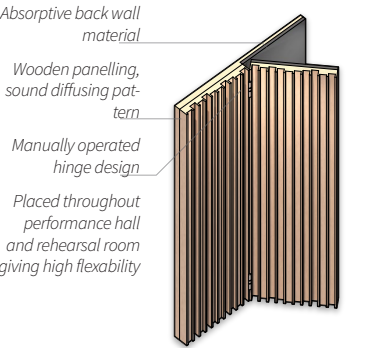


INTEGRATED STRUCTURES

The tall beams runs along the interior glass roof. Besides being load bearing they serve multiple additional functions. When performance starts, sunshades are folded down. Integrated into the design itself is the acoustically considered HVAC, avoiding any noise and resonance.

VARIABLE ACOUSTICS

Through tall, hinged wooden panels, variable acoustics is achieved. The panels are manually operated with an absorbent backing and diffusive front. Speech, concert or opera? The variability easily allows for any type of performance while providing a natural wooden warmth to the auditorium interior.



REFLEKTION

Jag har diskuterat detta ganska mycket med Axel och vi är båda nöjda med vårt projekt. Jag hade personligen gärna önskat att vi hade hunnit arbeta igenom fler delar av vårt förslag, men med den tid vi haft är detta inte möjligt. Ett tävlingsförslag som detta handlar ju om att säja en idé, inte att producera ett komplett projekt.

Vårt mål var hela tiden att satsa på att tävla. Många av valen vi gjorde i detta projekt var med detta i åtanke. Dels hur vi valde att hantera den yttre sidan, dels till hur vi valde att checka av kravlistan inkluderat kravet om textstorlek 24 pt på brödtexten. Det sistnämnda kravet bådär ju inte för en bra plansch. Att vi mer eller mindre var en av mycket få grupper som faktiskt följde detta gjorde ju inte det hela bättre för oss.

När allt var klar så blev vi inte en av de tre grupperna som blev utvalda. Detta var ju självklart inte roligt, men vi samt Daniel och Taavi fick via Peter hälsningen från Martha att hon var särskilt imponerad över våra projekt, en väldigt trevlig och uppmuntrande gest.

Samarbetet mellan mig och Axel har fungerat mycket bra. Precis som när jag har jobbat med Daniel tidigare, så har samarbetet byggt på en tillit att den andra personen gör det den ska. Vi har därför båda kunnat disponera tiden som vi själva vill och haft en frihet i detta, där båda aktivt bidrar till projektet och en jämn arbetsfördelning. Värt att nämna är att jag sökte samarbetet med Axel, då jag kände att han är en person som kan utmana mig och har ett ganska annorlunda formspråk. Detta syns även på det färdiga resultatet. Jag upplever att vi inte haft ett rätt eller fel, utan att vi i samförstånd har diskuterat, format och itererat fram delarna i detta förslag. Men när det behövts så har vi även kunnat släppa delar helt och hållet till den andra, med vetskapen om att de kommer att hålla en hög standard enligt en själv. Jag trivs väldigt väl med denna typ av gruppdynamik och kan inte mer än konstatera att jag önskar hitta mer av denna typ av samarbete.

*Till höger:
Ett utsnitt ur interiörrenderingen.*

Bilden illustrerar skuggspelet som bildas av takkonstruktionerna. Av de slutgiltiga prototyperna så återfinns alla tre i denna bild; panelerna som står för den variabla akustiken, reflektorerna av glas samt den integrerade innertakskonstruktionen som kombinerar akustik, ljus och ventilation i ett.

