

THE PEBBLE

Kurs: ACEX15 Kandidatarbete i Arkitektur och Teknik

Termin: VT21

Namn: Axel Grampp **Gruppmedlemmar:** Axel Grampp (AT), Tomas Johansson (AT), Patrik Eriksson (SoV), Ziyi Hu (SoV)



MONEYSHOT

Renderingen visualiserar den hängande volymen och taket bakom med sitt ljusmönster. Exteriören på den hängande volymen designades iterativt med slutmål att skapa en skulptural känsla av något modernt och organiskt. Resultatet och konceptet både relaterar till och sammanfattas av namnet - The Pebble. Den hängande volymen kan liknas till en "liten" sten som polerats av rinnande vatten till en intrikat skulptur, fritt svävande i den öppna lobbyn.

PORTFOLIO

Kandidatarbetet i Arkitektur och Teknik består (nästan) alla år i ett deltagande i den internationella arkitektur- och akustik tävlingen anordnad av Newman Student Award Fund. Årets tävlingsprogram efterfrågade en operasal till ett amerikanskt campus i en ljudmiljö förvärrad av en närliggande motorväg samt inflygningsrutt för kommersiella flygplan.

Projektet inleddes med ett inspirationsletande som kretsade kring att filma fenomenen i naturen. Redan vid detta stadie fick projektet inslag och inspiration av vatten. I slutresultatet används ett nytänkande tak bestående av två lager glas och vatten. Vattnet ger mönster i ljuset som bryts och reducerar både ljusmängden och oljudet från flyg- och biltrafik.

I projektet användes även en upphängning av operasalen vilket är tänkt att ge ett mäktigt intryck samt reducera ljudöverföringen i form av vibration i materialet. Med hjälp av vajrar minskas mängden materialkoppling och medförd vibration till att skapa en tyst miljö i operahallen.

Projektet gjordes i ett långvarigt och givande samarbete med studenter från masterprogrammet Sound and Vibration.

PROTOTYPER



TAKET

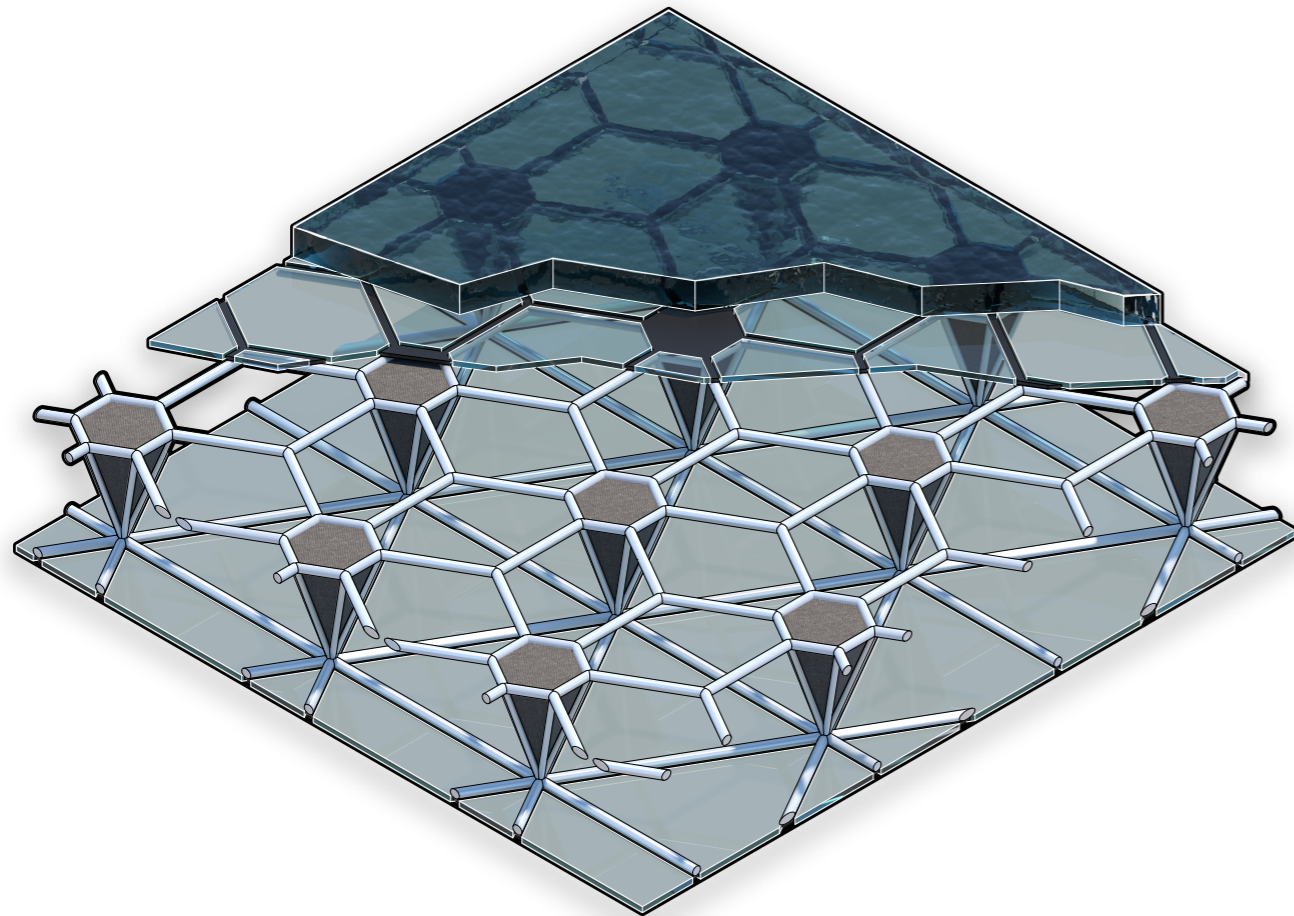
Vår första och i senare skede tillämpade prototyp var taket. Ett rymdfackverk där estetik prioriterades bär upp en sjö på taket med ett lager vatten för reducering av ljus och ljud. Vattnet ligger på ett lager glas, som i sin tur bärs av rymdfackverket med inslag av dämpare och slutligen ett sista lager glas. Prototypen avsågs åstadkomma ett naturligt och spännande ljusinsläpp, ljudreducering och ett intressant skuggmönster över hela lobbyn och insidan.



LJUSARMATUR

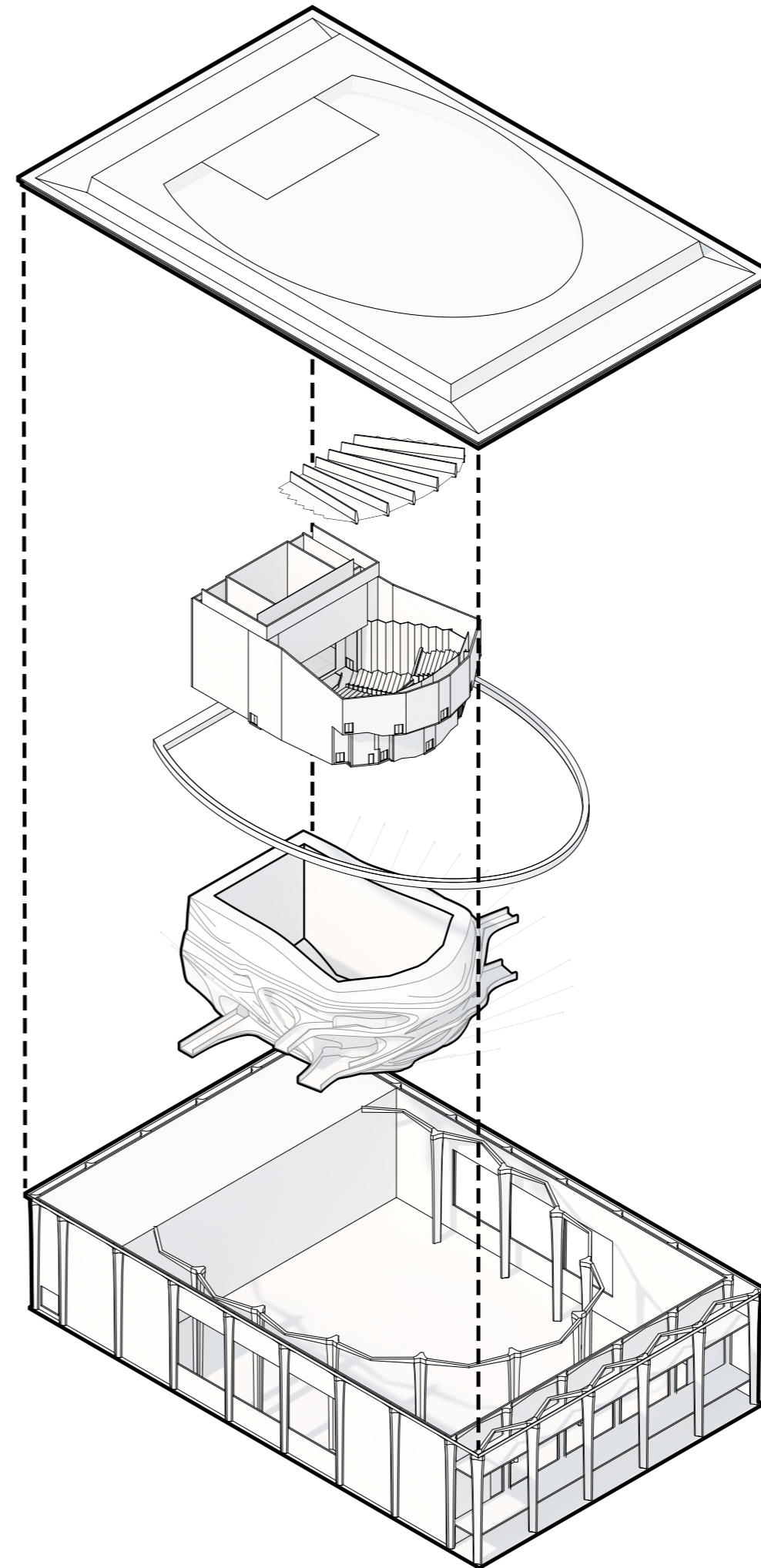
En prototyp för armatur som kombinerar ljus och dämpning utvecklades för att användas i öppna platser såsom café och/eller lobby. Ljuset förses med en enkel, cirkulär LED-list. Själva armaturen innehåller Helmholtz-resonatorer för att dämpa ljud såsom klirr från tallrik och bestick i café. Anordningen för att fästa armaturen i taket har inslag av allmän ljuddämpning med mjukt material. Formspråket var tänkt att påminna om flammor. Prototypen användes ej.

KONCEPT



TAKET+VOLYMEN

Byggnadens övergripande koncept är tvådelat: taket och volymen. Taket syftar på den utvecklade prototypen som åstadkommer ljus- och ljuddämpning samt ett intressant skuggmönster i lobbyn. Volymen syftar på den upphängda volymen operahallen svävande i den stora öppna hallen som utgör majoriteten av byggnaden och lobbyn. Volymen är skulptural för att fylla lobbyn intryckmässigt sett och att den är upphängd gör den akustiskt isolerad.



TAKET

Vår färdigutvecklade prototyp används heltäckande i takkonstruktionen över lobbyn. Akustiskt sett är dämpningen bra då ljudet går genom flera material med olika impedanser.

INNERTAKET

Över hallen finns ett balkverk med ytterligare ett lager glas, vilket medför att operahallen har dagsljus. Dagsljuset bidrar till en intressant upplevelse och skapar en unik stämning och miljö för de event som har taket öppet exempelvis tal, föreläsningar.

HALLEN

Själva hallen är av enklare utförande med bra akustik som prioritering. Stolsplaceringen är högst segmenterad för att skapa flera mellanväggar vilka bidrar till tidiga reflektioner och hög Clarity.

TRYCKRINGEN

För att fullända konceptet med en svävande volym bärs hela operahallen av vajrar. Detta minskar mängden materiell koppling till hallen och isolerar den akustiskt. Den horisontella komponenten av hallens tyngd fördelas och balanserar ut varandra genom tryckringen.

VAJRARNA

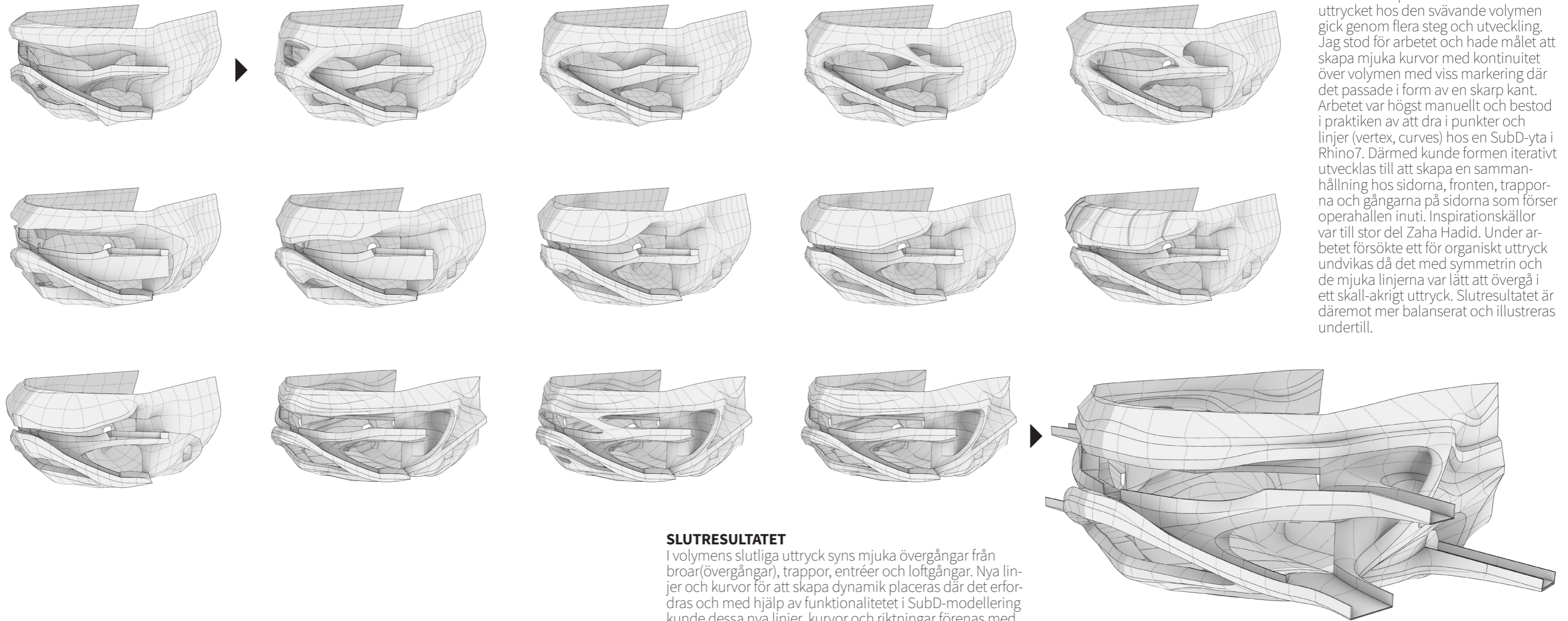
En kran av vajrar löper runt volymen och ansluter till tryckringen.

VOLYMEN

Volymen som bär själva hallen har ett modern, flytande och organiskt formspråk vars mål är att med hjälp av sitt skulpturala intryck fyller lobbyn trots den stora, öppna volymen.

BYGGNADEN

Byggnaden är exteriört sett mer enkelt designad med inslag av det naturliga formspråket i exempelvis pelare i arkaden.



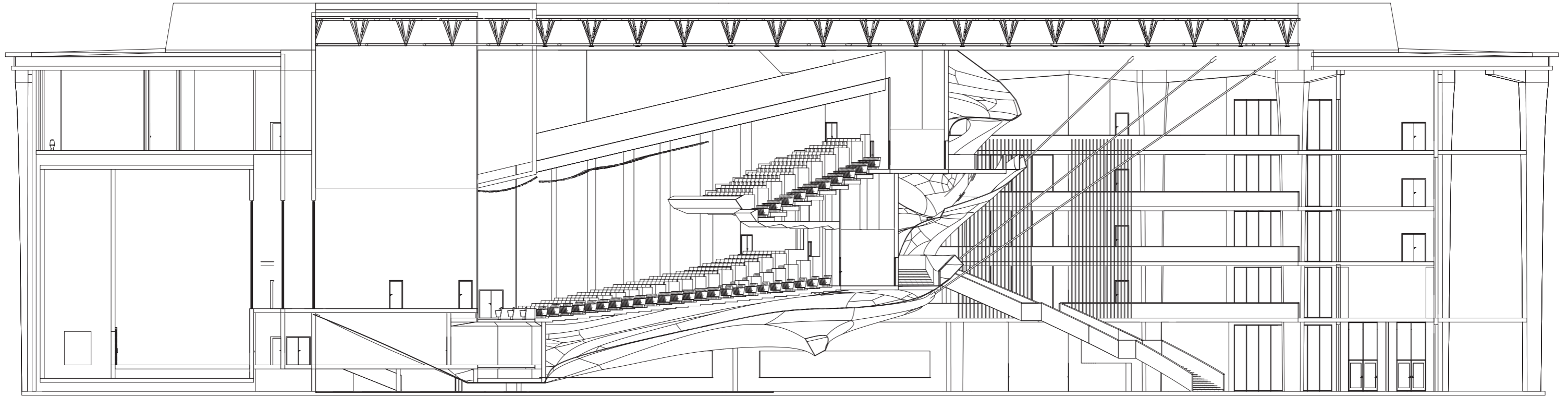
PROCESS

Den iterativa processen för att ta fram uttrycket hos den svävande volymen gick genom flera steg och utveckling. Jag stod för arbetet och hade målet att skapa mjuka kurvor med kontinuitet över volymen med viss markering där det passade i form av en skarp kant. Arbetet var högst manuellt och bestod i praktiken av att dra i punkter och linjer (vertex, curves) hos en SubD-yta i Rhino7. Därmed kunde formen iterativt utvecklas till att skapa en sammanhållning hos sidorna, fronten, trapporna och gångarna på sidorna som förser operahallen inuti. Inspirationskällor var till stor del Zaha Hadid. Under arbetet försökte ett för organiskt uttryck undvikas då det med symmetri och de mjuka linjerna var lätt att övergå i ett skall-akrigt uttryck. Slutresultatet är däremot mer balanserat och illustreras undertill.

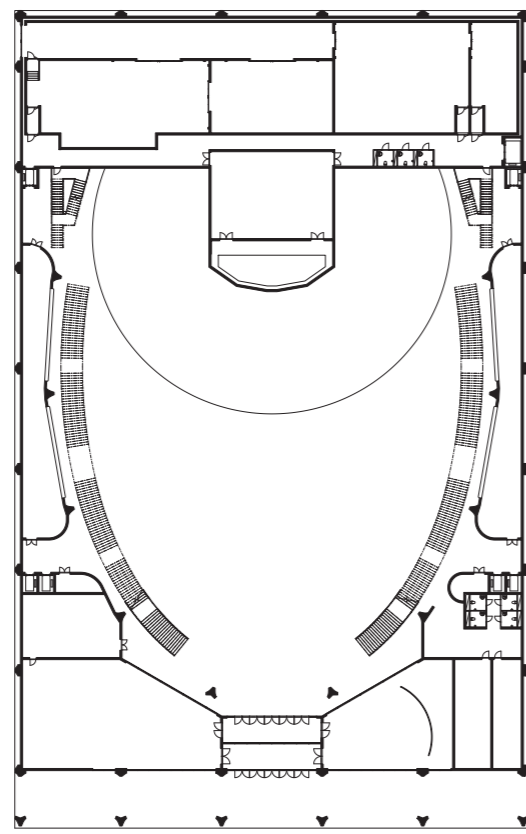
SLUTRESULTATET

I volymens slutliga uttryck syns mjuka övergångar från broar(övergångar), trappor, entréer och loftgångar. Nya linjer och kurvor för att skapa dynamik placeras där det erfordras och med hjälp av funktionalitetet i SubD-modellering kunde dessa nya linjer, kurvor och riktningar förenas med befintliga från trappor, mm.

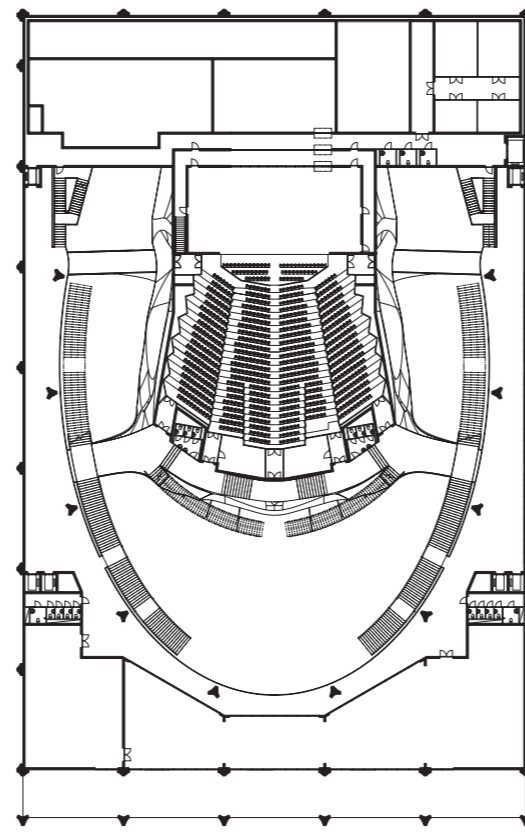
RITNINGAR



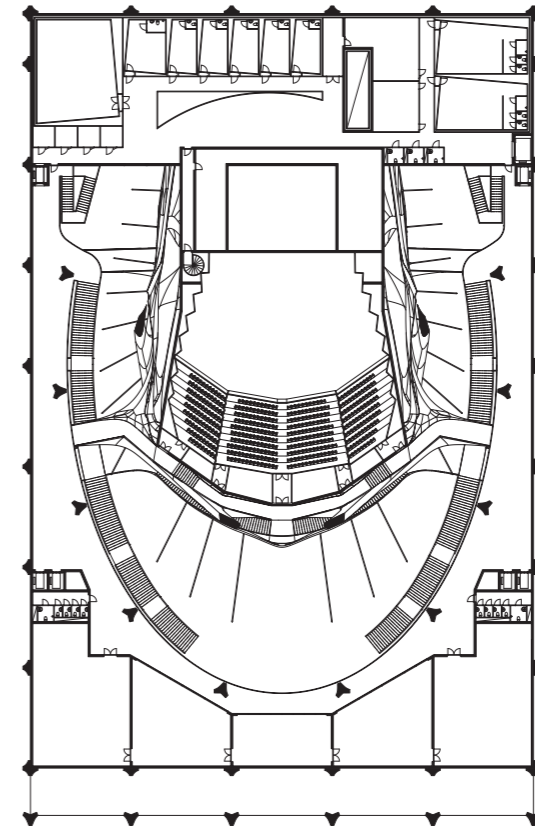
SEKTION



PLAN 1



PLAN 2



PLAN 3

REFLEKTION

Kandidatarbetet fick kritik på en scen som kunde varit större, en exteriör som till för stor utsträckning relaterar till omgivningen och funktionella problem med en upplyst interiör.

Överlag är jag nöjd med resultatet och kritiken vi fick förstår jag urspruget till men har personlig preferens för både modernistisk amerikansk arkitektur (Frank Lloyd Wright, Mies van der Rohe, m.fl) samt egna upplevelser av dagsljus i konsertsalar (Dunkers Kulturhus, Helsingborg).

De akustiska lösningarna fick god respons från våra akustiker i samarbetet och avsåg att skapa en variabel akustikmiljö och hantera problematiken med glas på hallens insida samt ge bra akustiska resultat. Detta var lyckat, samtidigt som det förenades med arkitekturen vilket är sammantaget något jag är väldigt nöjd med. Kortfattat: föreningen mellan akustik och arkitektur anser jag lyckad.

I en vidareutveckling av projektet hade jag gärna sett en mer bearbetad hängande volym samt en operahall med samma formspråk: mjukt och organiskt. Båda dessa var på tal men fick prioriteras ned för att inom den angivna tiden bli klar.



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 usages.

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.

THE ROOF
The glass roof design, submerged by a layer of water, subjects the incident soundwaves to several impedance changes and dampening to provide sufficient sound isolation.

AUDITORIUM
The auditorium hangs freely, acoustically decoupled from vibration and noise.

STRUCTURE
Cables carry the volume, connected to a compression ring distributing horizontal forces.

SHELL
A contemporary, flowing and organic exterior shell houses the auditorium.

THE BUILDING
A calm and open exterior connects the interior to the rest of the campus.

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.

SECTION A-A
1:400

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 enclosing them in a concrete sarcophagus decoupled by springs and flexible connections.
- 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.

ENTRANCE FLOOR
1 Rehearsal room
2 Conductors dressing room
3 Solo dressing room
4 Green Room
5 Pimp Partry
6 Costume shop
7 Wig and Makeup
8 Chorus dressing room
9 Stage house
10 Projection/Tile Booth
11 Follow Spot Booth
12 Lighting and Audio storage/repair
13 Dimmer and Audio rack rooms
14 Quick off stage toilet

FLOOR 1
15 Stage
16 Lighting/Stage manager control room
17 In-house audio mix Position
18 Kitchen
19 Dining area
20 Loading bay
21 Scene shop/variable floor*
22 MEP Land 2
23 Director's pit
24 Wardrobe
25 Lobby
26 Restrooms Men/Woman/Unisex
27 Shop/Café
28 Ticket house manager office

FLOOR 2
NC15 0.3-2.1 s*
NC15
NC40
NC15
NC40
NC40 2.8 s
NC40 1.0 s
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*	0.44-2.25 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*	0.19-2.86 s	0.20-1.85 s	0.22-2.84 s	0.24-2.93 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 s	1.03-1.99 s	0.88-1.67 s	0.81-1.6 s	0.83-1.56 s	0.95-1.68 s	



THE LOBBY
Upon entering the lobby, you are met 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.

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 ~1.6s), 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.

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.

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.

THE AUDITORIUM
The same glass and water roof covering the lobby.
Beams carrying an additional layer of glass, further elaborated below "integrated structures".
Portable stage shell for symphonic performances.
Glass reflectors.
Variable acoustics.
Reliable stage pit, extending the entirety of the stage or offering additional seating.
Segmented seating areas.
Early reflection walls.
Sound lock design.
1:200

GLASS REFLECTORS
Absorbent back wall material.
Wooden paneling, sound diffusing patterns.
Manually operated stage design.
Floored throughout performance hall and rehearsal room giving high flexibility.

INTEGRATED STRUCTURES
Steel truss.
Closeable acoustically dampening sunshades.
Acoustically decoupled and vibration dampened duct connection and glass flowers.
Fabric.
Ventilation duct.
Mounting point for reflectors, lightning equipment, speakers.
Linear light fixture, running along entire beam length.



THE AUDITORIUM
The same glass and water roof covering the lobby.
Beams carrying an additional layer of glass, further elaborated below "integrated structures".
Portable stage shell for symphonic performances.
Glass reflectors.
Variable acoustics.
Reliable stage pit, extending the entirety of the stage or offering additional seating.
Segmented seating areas.
Early reflection walls.
Sound lock design.
1:200

GLASS REFLECTORS
Absorbent back wall material.
Wooden paneling, sound diffusing patterns.
Manually operated stage design.
Floored throughout performance hall and rehearsal room giving high flexibility.

INTEGRATED STRUCTURES
Steel truss.
Closeable acoustically dampening sunshades.
Acoustically decoupled and vibration dampened duct connection and glass flowers.
Fabric.
Ventilation duct.
Mounting point for reflectors, lightning equipment, speakers.
Linear light fixture, running along entire beam length.