

SHELL

Ett konserthus

Projektportfolio Johanna Bjurek

Kurs ACEX15 - Kandidatarbete
i Arkitektur och teknik

Handledare Morten Lund,
Peter Christensson,
Wolfgang Kropp

Grupp med Ellinore Olausson,
Johan Berggren



Kandidatarbete i Arkitektur och teknik

I kandidatarbetet skulle grupper om två AT-studenter tillsammans med hjälp från en masterstudent från Sound and Vibrations skapa ett tävlingsförslag till en tävling utsedd av Acoustical Society of America och Robert Bradford Newman Fund. Detta är en tävling inom arkitektur och akustik och årets uppdrag var att skapa ett konserthus med plats för 2300 gäster. Den stora utmaningen med tävlingen var att konserthuset skulle stå i en tät stadsmiljö där tomten är omringad av vägar där utrymningsfordon kör på alla sidor. Dessutom tilldelade tävlingen akustiska värden på ljudnivå vid fasad så det handlade om hur man hanterade bullerproblem i konstruktion och inne i byggnaden. Programmet gav en del frihet, men innehöll ett flödesschema som alla förslag skulle anpassas efter. Det ställdes krav på att konsertsalen skulle kunna användas för olika typer av musik och därmed ha mer flexibla akustiska kvaliteter. Vi fick ytterligare några begränsningar att förhålla oss till i projektet av handledare. Byggnaden skulle helst vara byggd i trä och ha ett tydligt hållbarhetsfokus.

Planscher

L A Y E R S

Ellinore Olausson, Johanna Bjurek & Johan Berggren, Chalmers University of Technology

Site

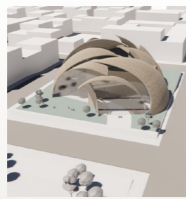
In a vibrant urban location, more exactly in the capital of Ireland, lies the new art installation of the city - Layers concert hall. When walking from the park you are greeted by grand roof structures, asymmetric shapes and large glass windows that illuminate the building.

At day, the hall works as an open and interesting place that invites the whole city with its cafés and restaurants. At night it becomes a bright piece of architecture destined for great concerts.

Concept

The city block measures 90x110 meters and the roads around the site have heavy traffic and are frequently used by emergency vehicles. It is crucial to handle both the general traffic noise and the tonal sound of the sirens sweeping the facades as early in the building as possible.

The big park in front of the building helps with the attenuating sound towards the lobby, but there is still a sound level at 78 dBA at the facade to consider. Therefore, the concept with the exterior shells accumulates to reflect street noise.



With curved forms, uncoupled concrete, overlapping structure and absorbers on the inside these shells cancel out the noise from top to bottom. The overlapping roof also gives great possibilities for hiding air vents giving a clean exterior.

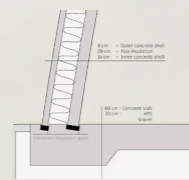
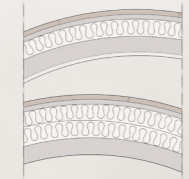
The big glass section in the lobby is also of an uncoupled design of different thickness as well as tilted to transfer outdoor sounds into the ground outside which is laid with grass and soil for absorption.

Sound insulation

The facade and roof is made of two uncoupled concrete shells of different thickness with thick foam insulation in between. Windows are made with the same design approach of uncoupled

inner and outer structures of different thickness, a large distance between them and with acoustic damping along the edges. The large window in the lobby is also tilted downwards to transfer outdoor sounds into the ground outside which is laid with grass and soil for absorption.

With the overlapping shells in the exterior structure, the street noise has to travel through several layers of materials with varying



thickness. With air in between and glass to cover from weather, the material on the inside of the shells is of flax insulation and will cancel out the last reflections.

Sustainability

The goal is to use as many reused materials as possible in the project, and for the interior and load bearing pillars - as much wood as possible.

The exterior shells are covered in wood panels the size of a standard size solar panel. This is to be able to combine the wood panels with solar panels to take advantage of the sun's energy. In some parts of the facade there are also windows instead of the wood panels to allow natural light to enter in all essential spaces.

Natural ventilation is used primarily for the lobby and its connecting spaces, since the large volume allows air to transfer easily from the bottom to the top and out beneath the overlapping roof shells.

Since the concert hall is in level with the ground floor, the building construction does not impact the environment as much as it would have if it was immersed in the ground.



Concert hall

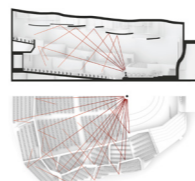
The concert hall has a fan-shaped design and a volume of around 18 000 m³. The more square shape allows the furthest distance from the stage to a seat to be as low as 28 m. All the walls are of dark wood and have a sweeping shape which allows good diffusion and spread in collaboration with the reflecting material. The balconies continue in the same material and acoustical matter, with every single one being of a unique design.

The tilted floor of the parquet is accessible from the ground floor without stairs. The 225 m² big stage and 100 m² choir stands offer generous space for all the performers and there are two crossovers for easy transfer through the backstage corridors.

Inside the concert hall there should be negligible noise levels entering from the outside. To achieve this double concrete walls are used around the whole hall. There are heavy, air tight double doors and the ventilation is located underneath the seats.

Early reflections

The concert hall is kept tight to have a high density of early reflection patterns. The balconies are shifted relative to each other to create bursts of early reflection wave fronts towards the main floor. All surfaces and objects in the room are varied in shape and size, creating variations, over a wide frequency range, in how the sound is reflected.



Rehearsal hall

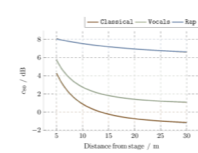
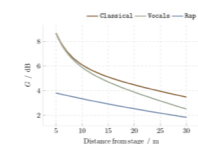
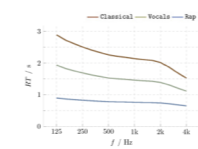
The area of the rehearsal hall is 330 m² which easily accommodates the 90 piece orchestra or a smaller band with an audience. The walls are slightly convex to diffuse the sound.

A small balcony with access from the first floor gives room for either a standing audience or a few musicians to perform. There are windows above the balcony for natural light that shines through the corridor outside.

Reverberation time, strength and clarity

The reverberation time is mainly affected by the volume of the hall, the reflective walls and ceiling and the absorption of the seats and the audience. To not get a too long reverberation time for the lower frequencies, Helmholtz

resonators are used. The ability to combine different reverberation times and loudnesses gives possibilities to support a wide variety of performance types.



Ceiling panels

The panels in the ceiling of the concert hall reflect, diffuse and diffract the sound in concert configuration. To shorten the RT but preserve loudness, this shell structure can open up to let sound propagate up above it and get absorbed by broadband absorbers and also be lowered down to reduce the volume.



Curtain wall

There are specially designed panels along the back walls in the concert hall to be able to vary the absorbing area. The upright panels are made out of recycled wood and have different space in between to catch all frequencies in the removable curtain that hangs behind.



Chairs

The chairs in the concert hall are provided with thick bolstering on both sides of the seat and front side of the backrest and the covering fabric is an Oxford Blue velvet. This choice is to make it possible to have the same reverberation time in an empty hall as a full one.



Dampers

To have an adjustable reverberation time in the rehearsal hall there are rotatable dampers in the walls. These are reflecting on one side and absorb on the other and can be manually set to offer good sound for all different music styles.

MEPFIT

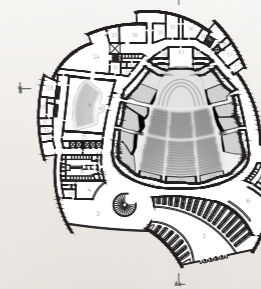
On top of the rehearsal room is the MEPFIT which houses two loud air handlers. The vibrations from those are handled with a heavy floating floor construction which reduces the transmission of vibrations into the building's structure. The air handlers are also coupled to big mufflers to attenuate fan noise in the ventilation ducts.

Floor plan

When entering the building the visitor gets taken on a journey of variable light and sound.

From the busy street you walk into a calm and dark entrance where you can hang your coat and fully surrender yourself to the experience. The wardrobe then leads you to the spacious and bright lobby where distant sound from traffic and voices murmur - a space for socializing and discovery. Broadband absorbers along the curved ceiling and between the floors in the lobby helps to reduce the reverberation time in proportion to its great volume.

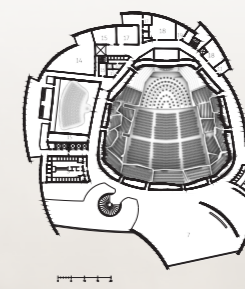
A grand spiral staircase rises in the middle leading up to all the floors surrounding the concert hall itself. When entering this big volume, the natural light disappears and everything becomes silent.



Ground floor

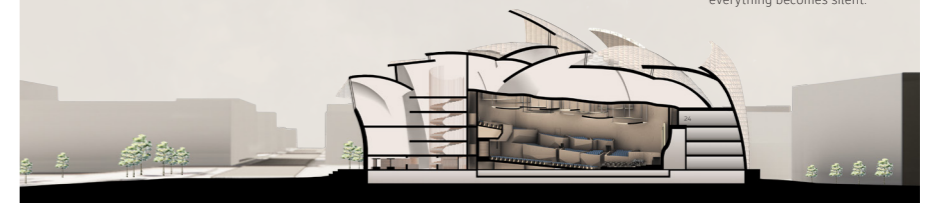
1 Entrance	(280 sqm)
2 Cloakroom	(470 sqm)
3 Lobby	(560 sqm)
4 Box office	(60 sqm)
5 Front of house restroom	(220 sqm)
6 Bar	(225 sqm)
7 Cafe	(700 sqm)
8 Concert hall	(1800 sqm)
9 Rehearsal hall	(330 sqm)
10 Janitor closet	
11 Office	(150 sqm)
12 Restroom	(44 sqm)
13 Lunch room	(192 sqm)
14 Loading dock	

Noise criteria: 15 dBA (green), 25 dBA (blue), 40 dBA (brown)



First floor

15 Storage	(140 sqm)
16 Unpacking area	(110 sqm)
17 Rehearsal room	(128 sqm)
18 Dressing room	(34 sqm)
19 Conductor's dressing room	(16 sqm)
20 In-house audio mix position	(28 sqm)
21 Lighting and Stage Manager Control Room	(22 sqm)
22 Follow spot booth	
23 Organ	
24 MEPFIT rooms	

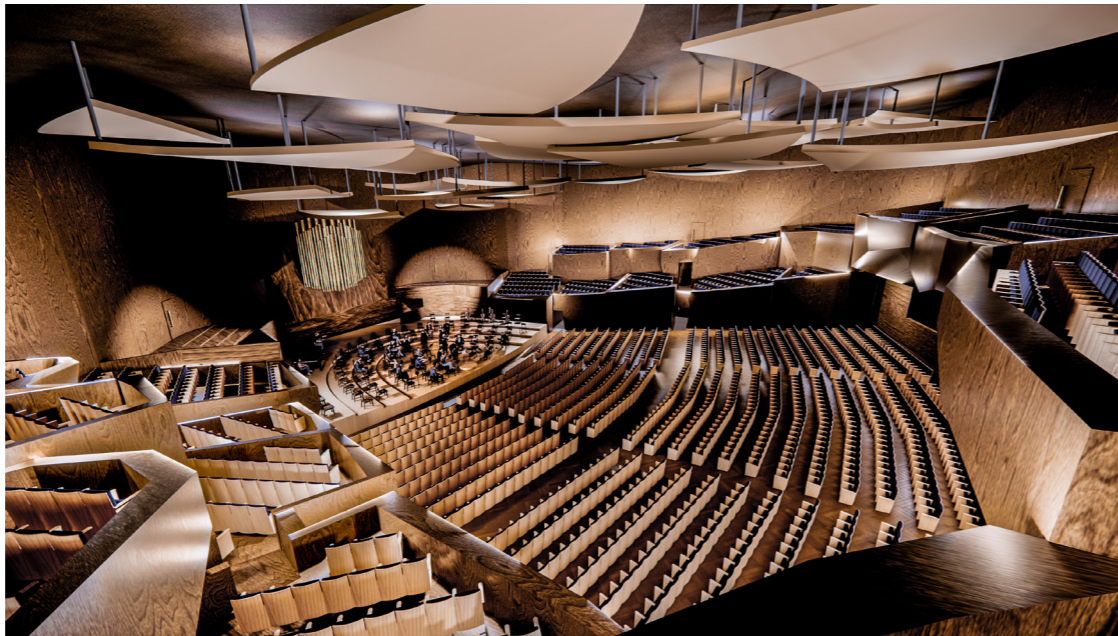




Resultat

Projektet fick namnet Layers, vilket speglar strukturens olika lager av skal som gestaltar byggnaden. De yttre skalen är inte endast ett arkitektoniskt val utan de hjälper till akustiskt genom att undvika parallella väggar i kvarteret. Med böjda former, överlappande struktur och absorberer på insidan har dessa skal en ljudabsorberande förmåga och hjälper till att hålla en god akustik även interiört. Det överlappande taket ger också stora möjligheter att dölja luftventiler som ger en ren exteriör.

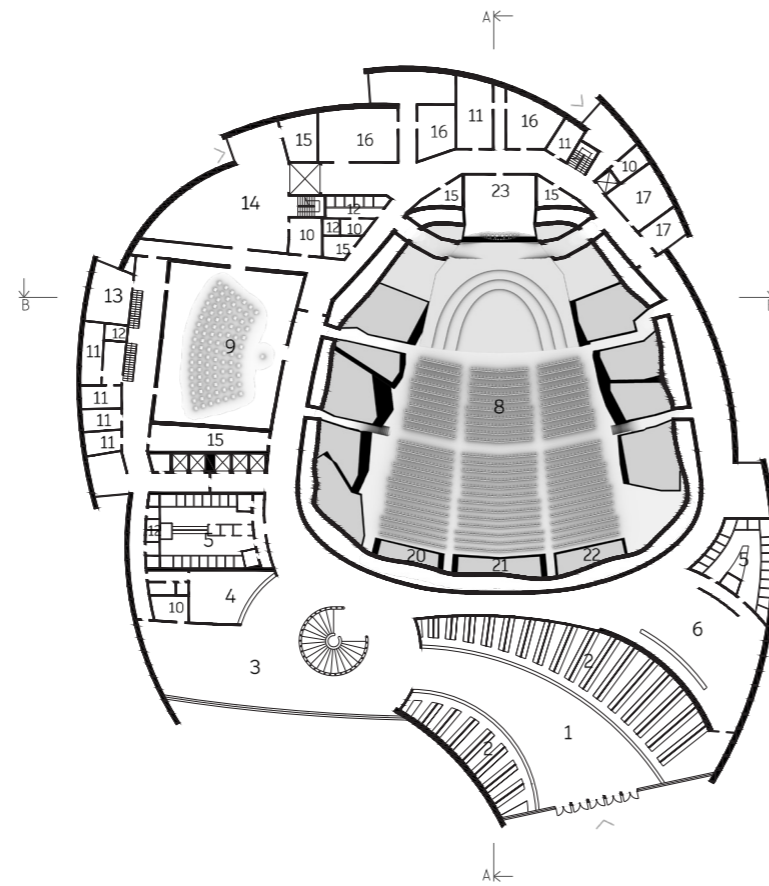
Den stora glasdelen i lobbyn är av olika tjocklek samt lutad för att överföra utomhusljud till marken utanför som är belagd med gräs och jord för absorption.



Från den livliga gatan tas man till en lugn och mörk entré. Garderober leder sedan vidare till den rymliga och ljusa lobbyn där fjärran ljud från trafik och röster numlar - ett utrymme för umgänge och upptäckt. En stor spiraltrappa reser sig i mitten som leder upp till alla våningar som omger själva konsertsalen. När man väl går in i salen försvinner det naturliga ljuset och allt blir tyst.

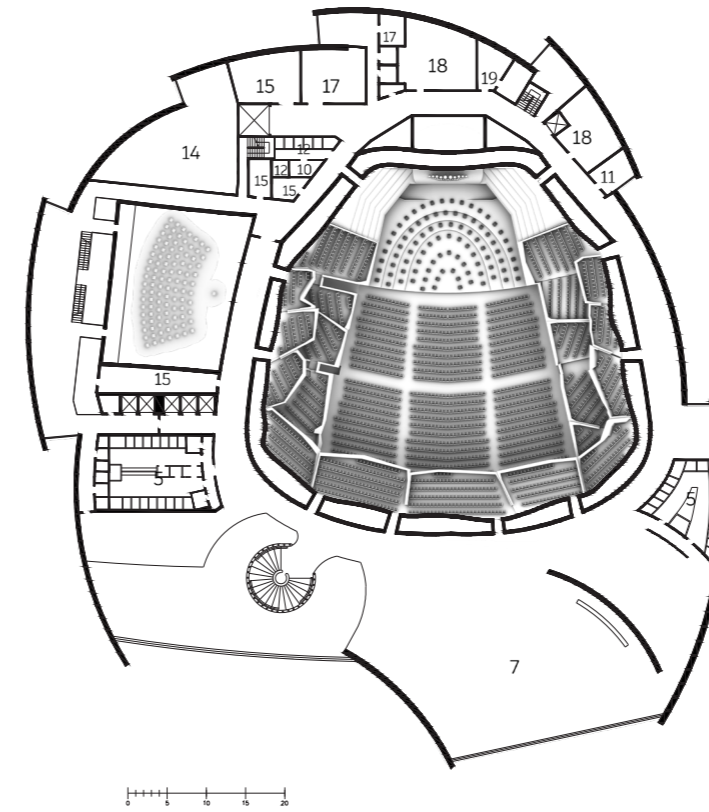
Konsertsalen är av fan-shape och har en ganska symmetrisk form. Balkongerna har placerats asymmetriskt och har kantiga och vinklade former för att bryta av symmetrin och för att minimera risken för parallella väggar i salen. I taket hänger höj- och sänkbara segel som gör salen flexibel i att kunna variera efterklangstiden och kopplar dessutom samman interiören med byggnadens exteriör.

Planlösning



Entréplan

1	Entrance	(280 sqm)	■
2	Cloakroom	(470 sqm)	■
3	Lobby	(560 sqm)	■
4	Box office	(220 sqm)	■
5	Front of house restroom	(225 sqm)	■
6	Bar	(700 sqm)	■
7	Cafe	(1800 sqm)	■
8	Concert hall	(330 sqm)	■
9	Rehearsal hall		
10	Janitor closet	(150 sqm)	■
11	Office		■
12	Restroom	(44 sqm)	■
13	Lunch room	(192 sqm)	■
14	Loading dock		



Plan 1

15	Storage		■
16	Unpacking area	(140 sqm)	■
17	Rehearsal room	(110 sqm)	■
18	Dressing room	(128 sqm)	■
19	Conductor's dressing room	(34 sqm)	■
20	In-house audio mix position	(16 sqm)	■
21	Lighting and stage manager control room	(28 sqm)	■
22	Follow spot booth	(22 sqm)	■
23	Organ		■
24	MEPFIT rooms		

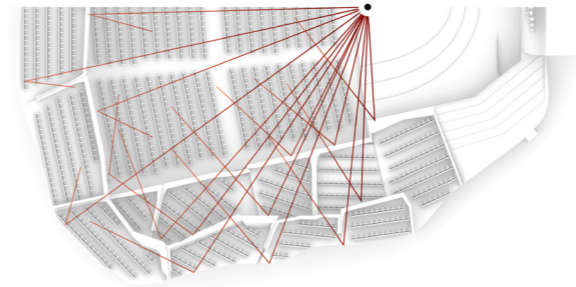
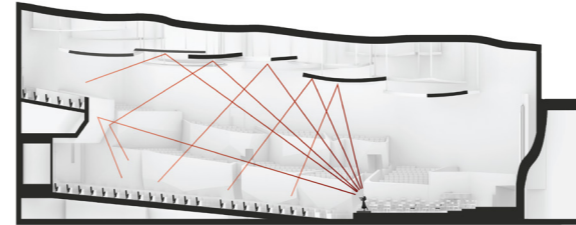
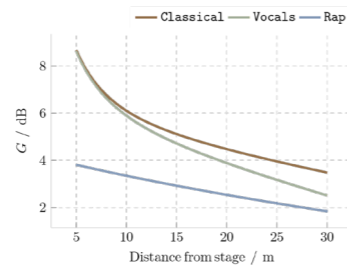
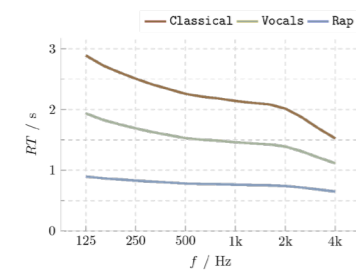
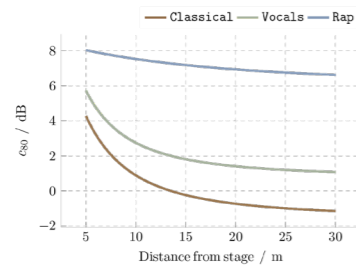
Noise criteria ■ 15 dBA ■ 25 dBA ■ 40 dBA

Akustik

Tidiga reflektioner och efterklangstid

Balkongerna är förskjutna i förhållande till varandra för att skapa utbrott av tidiga reflektionsvågor mot huvudvåningen. Alla ytor i rummet varierar i form och storlek, vilket skapar variationer över ett brett frekvensområde i hur ljudet reflekteras.

Efterklangstiden påverkas främst av salens



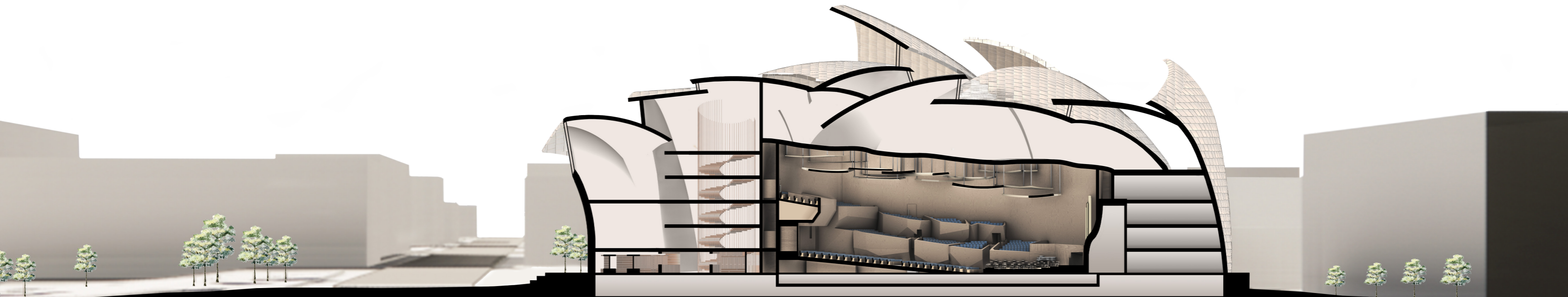
volym, de reflekterande väggarna och taket samt absorptionen av sittplatser och publik. För att inte få för lång efterklangstid för de lägre frekvenserna, Helmholtz resonatorer används. Möjligheten att kombinera olika efterklangstider och ljudstyrkor ger möjligheter att stödja en mängd olika prestandatyper.

Konserternsalen

På grund av den mer kvadratiska formen på konsertsalen blir längsta avståndet från scenen till en sittplats så lågt som 28 m. Alla väggar är av mörkt trä och har en svepande form som möjliggör god spridning och spridning i samverkan med det reflekterande materialet. Balkongerna fortsätter i samma materiella och akustiska material, med varenda en unik design.

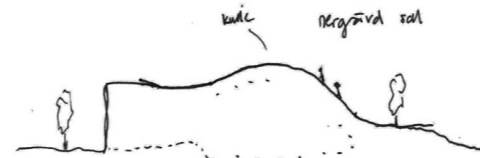
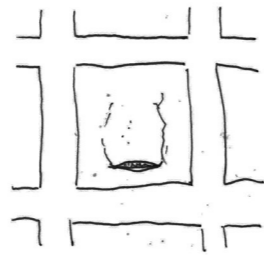
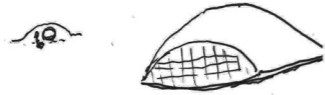
Parkettens lutande golv nås från bottenvåningen utan trappor. Den 225 m² stora scenen och 100 m² körscenerna erbjuder generöst utrymme för alla artister och det finns två crossovers för enkel förflyttning genom backstage-korridorerna.

Inne i konserthuset ska det vara försumbara ljudnivåer som kommer in utifrån. För att uppnå detta används dubbla betongväggar runt hela hallen. Det finns tunga, lufttäta dubbeldörrar och ventilationen är placerad under sätena.

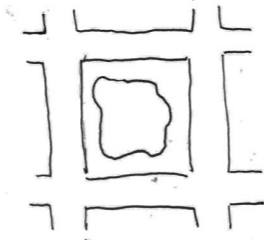


Process

Hobbyhus?

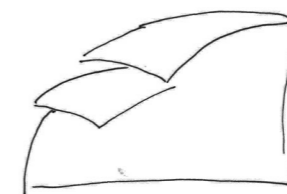
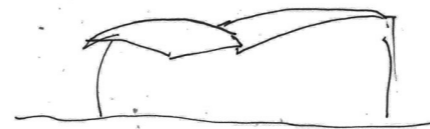
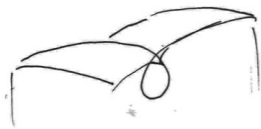


Böjande tak



Organisk
Ljudvägar - väggar

segl

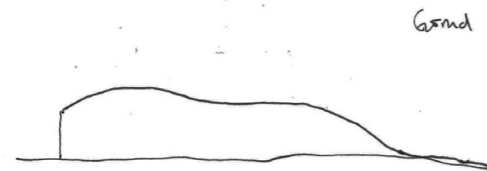
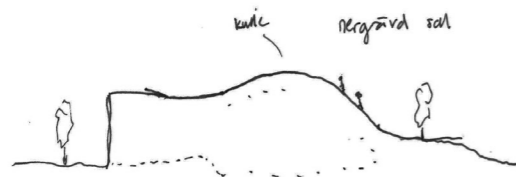
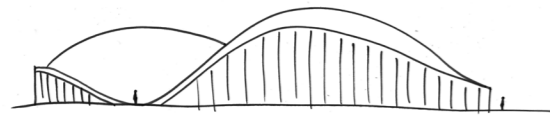


segl
Spetsigt

Tre koncept

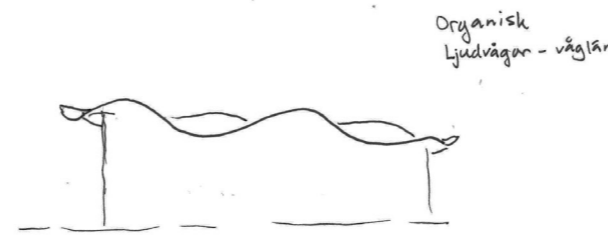
Hill

Konceptet baseras på kurvor från kullar i naturen och fördelarna med grönska och jord för ljudabsorption. Med en dubbelkrökt, böljande takkonstruktion växer byggnaden från jorden och reser sig upp på toppen av kullen. Taket, med ett stort överhäng på vissa ställen, skapar en skyddad rumslighet utanför byggnadens väggar. Materialet kan skilja sig från glas till gräs på taket, beroende på behov av ljuddämpning och viktkrav.



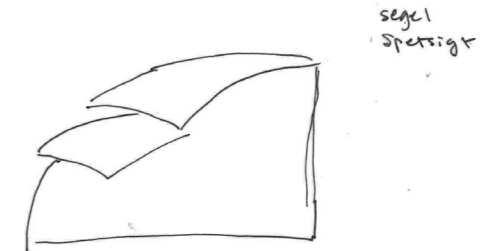
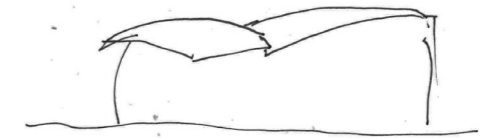
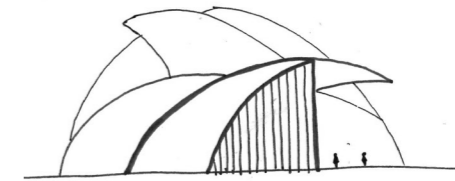
Wave

Den svängda takytan på detta koncept har inspiration från formen av ljudvågor och är utvecklad genom parametrisk design. Det krökta överhängande taket fungerar som ett skydd mot vind och regn utanför ytterväggarna och kan också vara ett attraktivt utomhusområde under tak för besökare. Taket ansluter till marken genom att låta vissa delar flyta hela vägen ner och med dessa organiska former kommer byggnaden att smälta in.

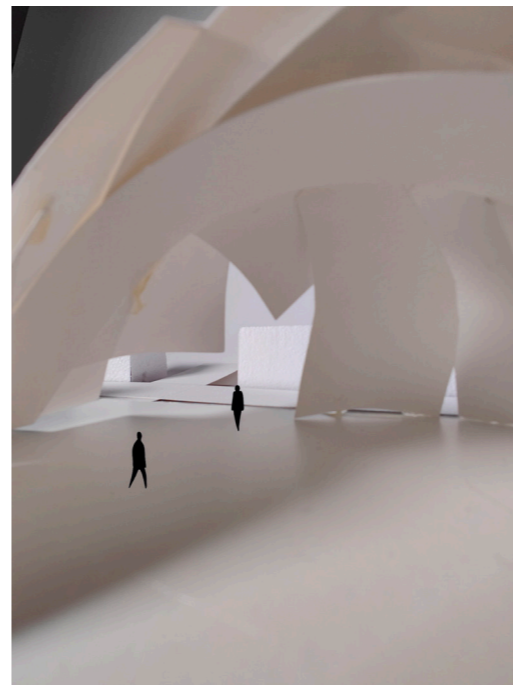
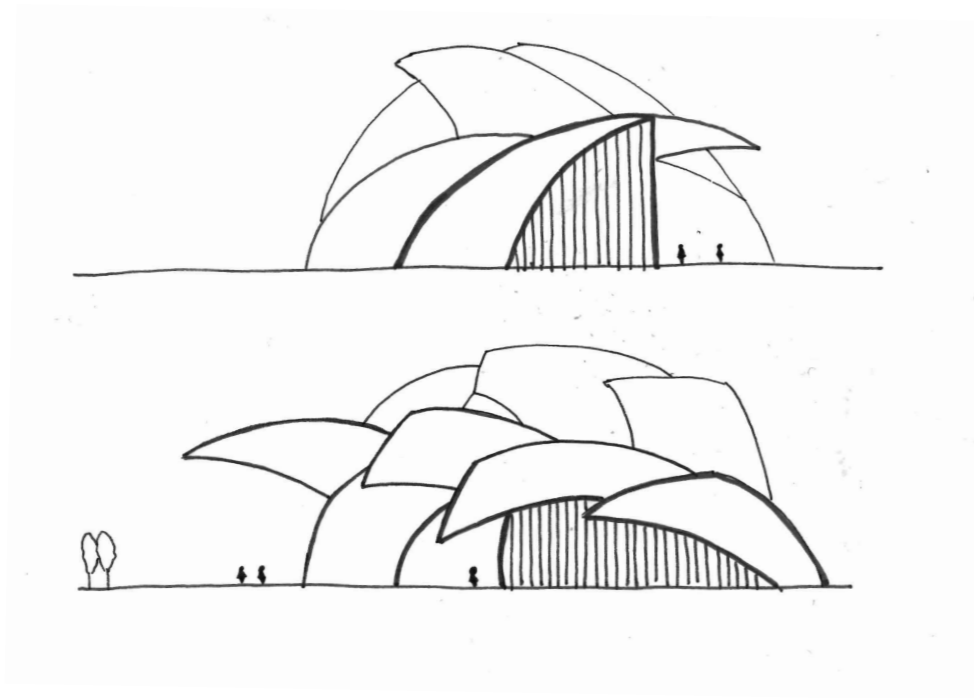
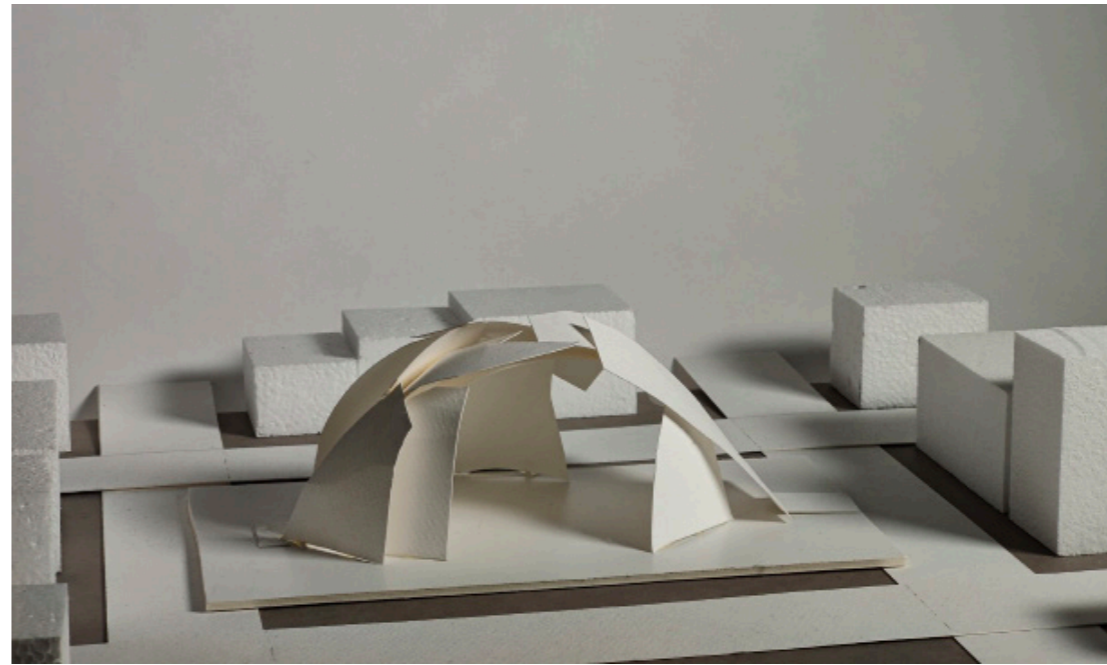
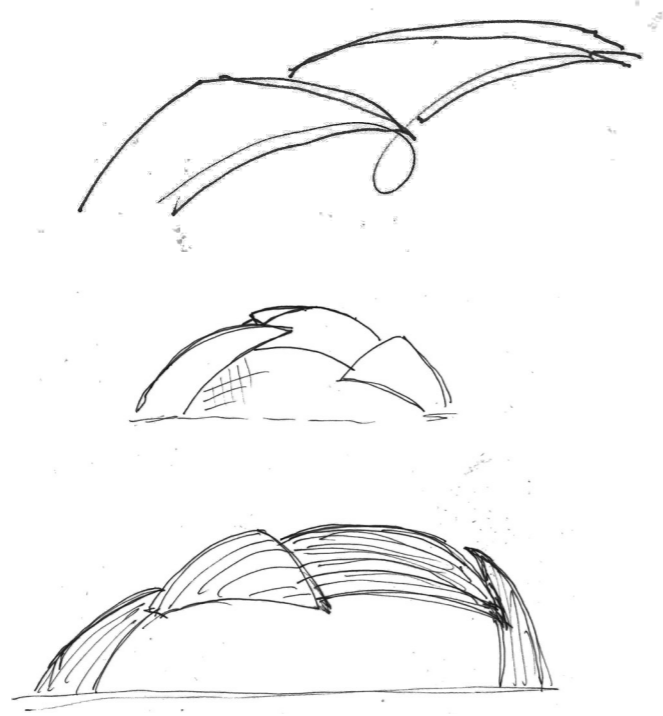


Shell

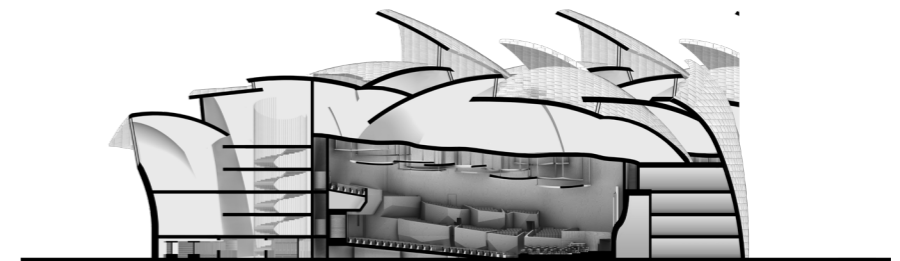
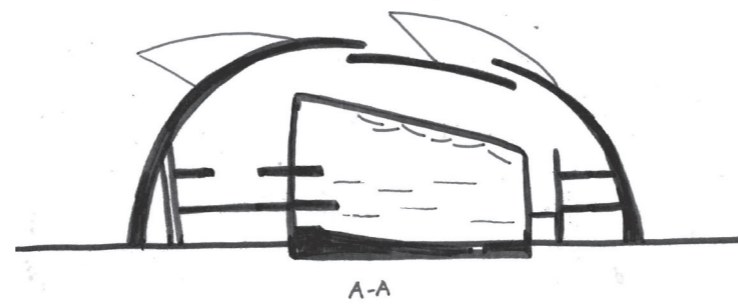
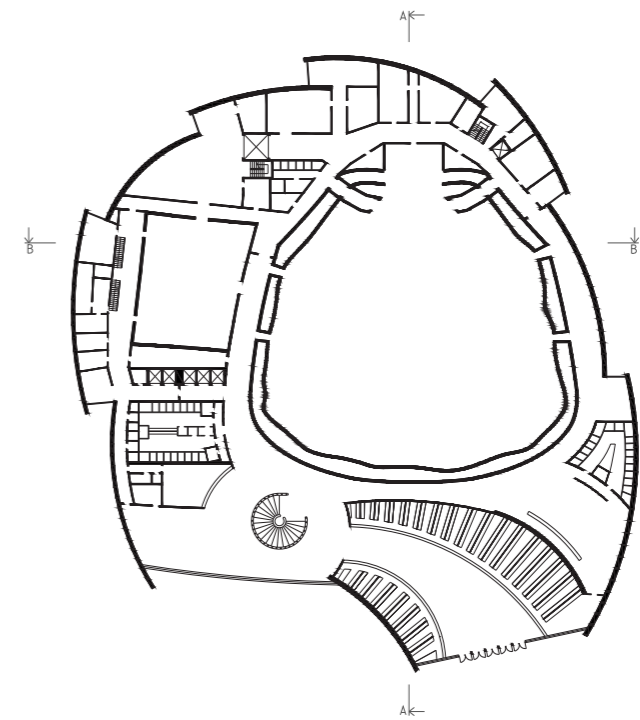
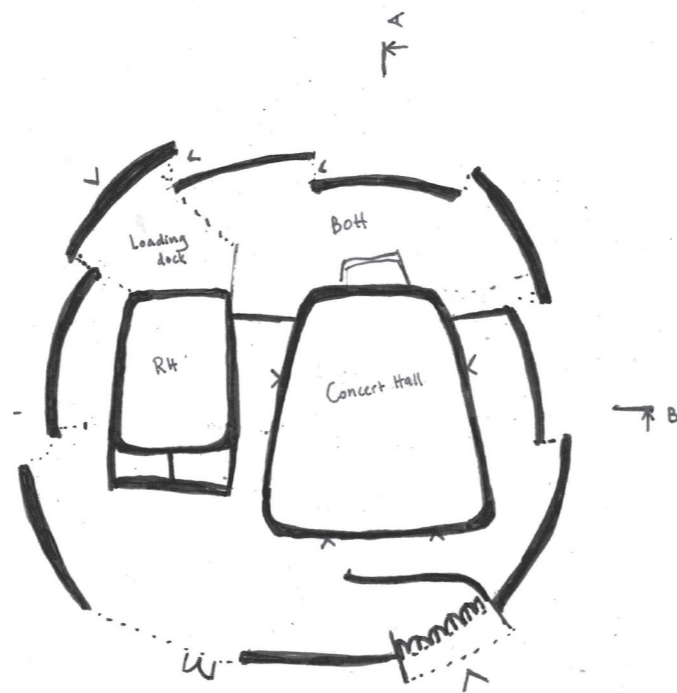
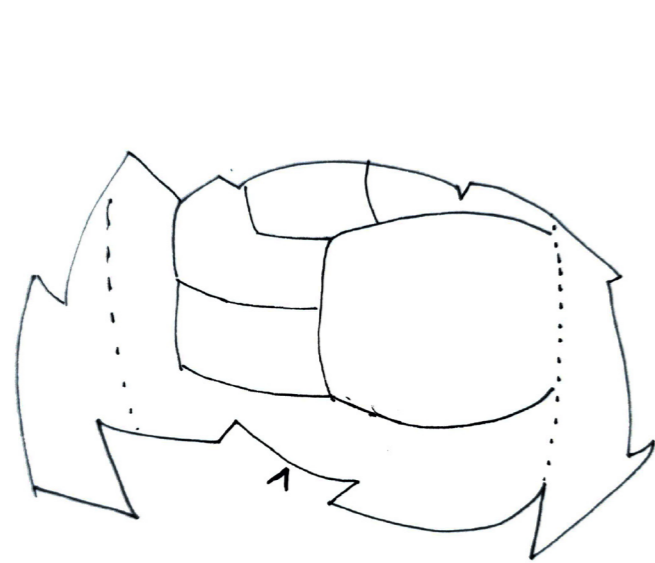
De första idéerna med detta koncept var lager och asymmetri. Detta resulterade i designkonceptet där många olika former placerades ovanpå varandra för att bryta upp strukturen och kontrollera ljudabsorptionen på en detaljerad nivå. Strukturen ska fånga uppmärksamhet och bidra till staden genom att fungera lite som en konstillallation.



Shell

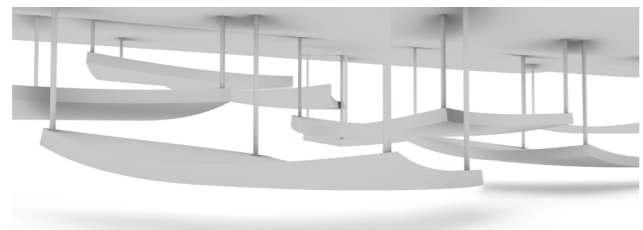
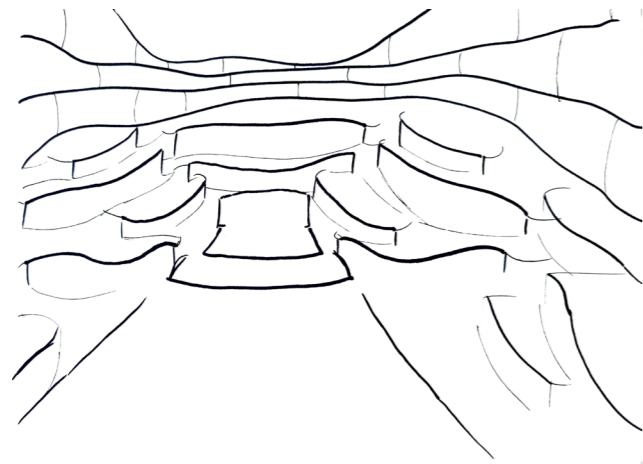


Plan & sektion

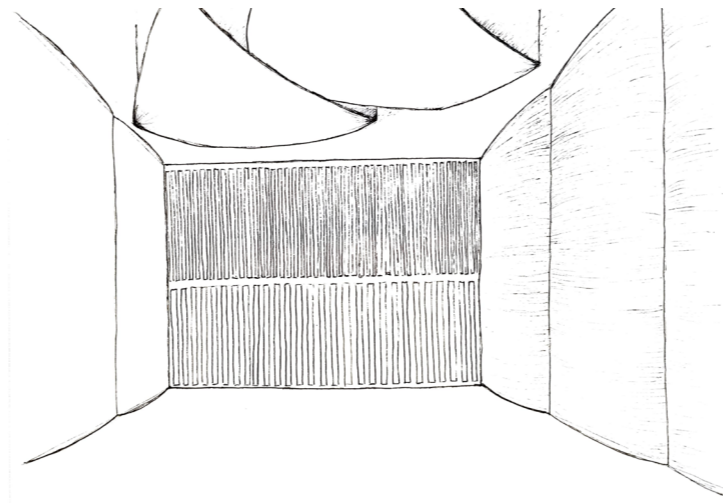
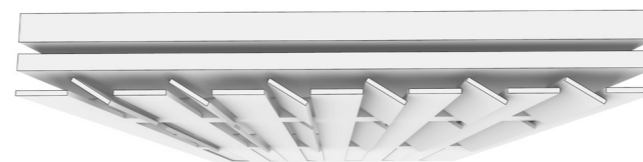
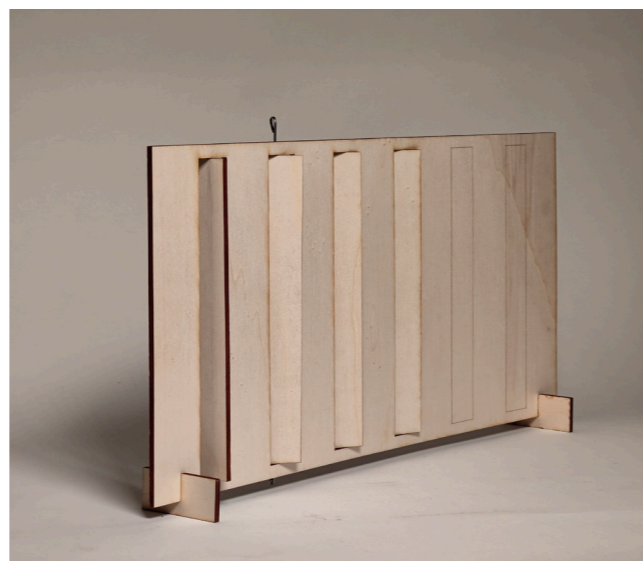


Interiör

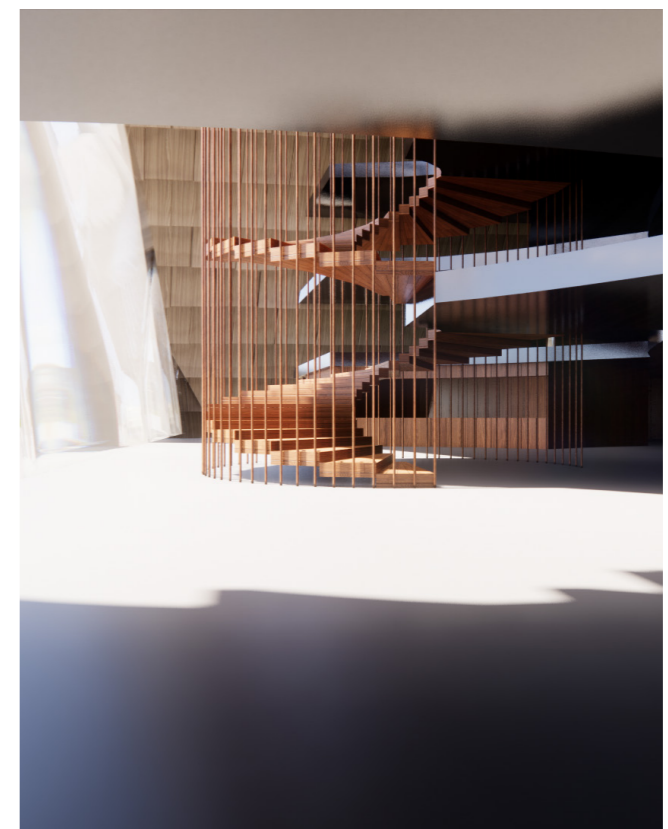
Konserternsalen



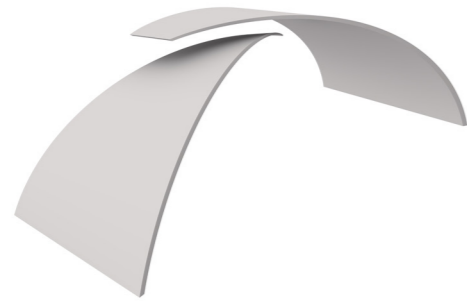
Övningssalen



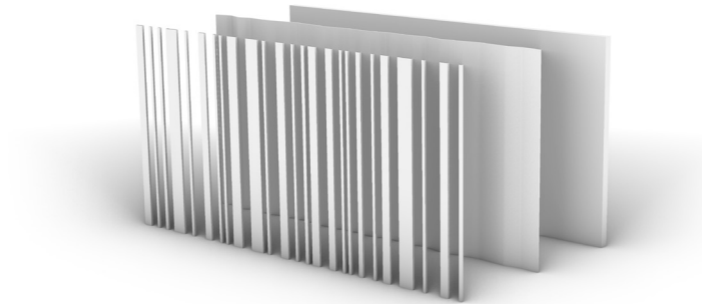
Lobbyn



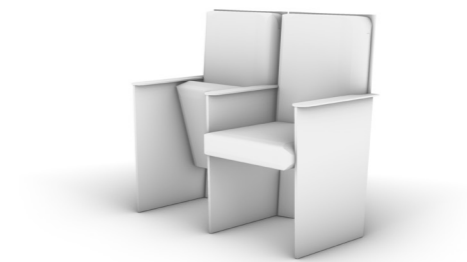
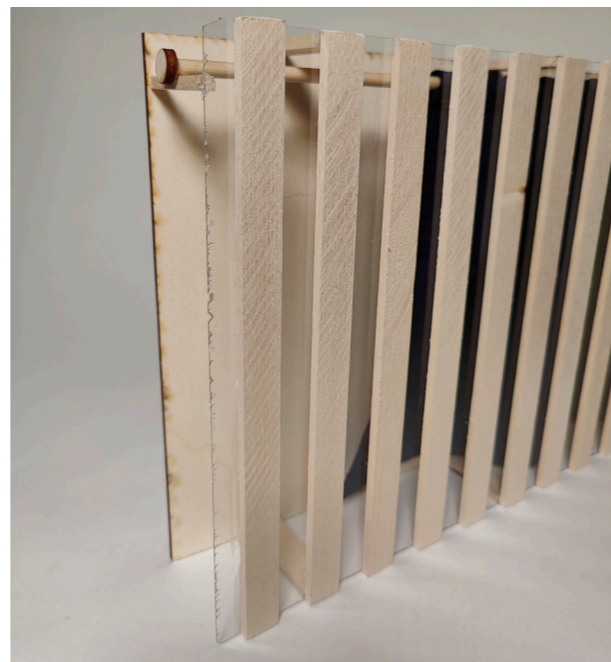
Akustiska prototyper



De överlappande skalen är uppbyggda så att de ska bidra till en god akustik inne i byggnaden. Konstruktionen skyddar mot bullret utifrån genom att ha fristående delar med isolering mellan så att ljudet får svårare att färdas. Med absorbenter på insidan av skalen hålls ljudnivån på en bra nivå.



Det finns specialdesignade paneler längs bakväggarna i konserthuset för att kunna variera uppsugningsytan. De upprättstående panelerna är gjorda av återvunnet trä och har olika utrymme däremellan för att fånga alla frekvenser i den avtagbara gardinen som hänger bakom.



Konserterns stolar är försedda med tjockt stöd på båda sidor av sitsen och framsidan av ryggstödet och täcktyget är en sammet i en mörkblå och djup färg. Detta val är för att göra det möjligt att ha samma efterklangstid i en tom hall som en full.



Reflektion

Jag är väldigt nöjd med vårt resultat under detta projektet. Det har varit utmanande att arbeta i grupp i ett så stort projekt och att försöka hålla begränsningar och en realistisk bild av vad man kommer hinna med. Ellinore, som jag arbetade med, har varit en fantastisk gruppmedlem och det är mycket tack vare henne som det har varit ett av de roligaste projekten under studietiden. Vi hade ett väldigt bra samarbete och försökte kontinuerligt ha kontakt med masterstudenten på Sound and Vibration för att arbeta med design och akustik parallellt. Vårt koncept bestämdes tidigt och utgick ifrån en skiss från de första veckorna med en skalstruktur. Detta innebar en svårighet i själva gestaltningen av exteriören då det var svårt att föreställa sig exakt hur alla skalerna skulle hänga ihop. Jag tycker att vi löste det bra genom att hela tiden försöka utforska designen med hjälp av fysiska såväl som digitala modeller.

Projektet har inneburit mycket mer skissande på papper än vad jag tidigare gjort, vilket jag tycker har varit en bra förändring i processarbete. Det blev både en bra övning på att snabbt skissa fram det man ville få visat och gav nya bra idéer under tiden. Under processen har det blivit många intressanta diskussioner och skisstillfällen. Ibland har vi fått kompromissa, men det har också tagits många genomtänkta beslut under projektets gång. De sista två veckorna blev dock en påminnelse om att man inte alltid hinner att utveckla alla idéer och tankar som man har om sitt projekt. Vissa idéer fick stanna som endast en utforskad tanke och vissa visioner kom aldrig ner på pappret. Vi gjorde flera skissmodeller under projektets gång, vilket gav en tydligare bild av vissa kvaliteter.

Det som tog mycket fokus under en period blev planlösningen och att få ihop det givna flödesschemat på ett bra sätt för vår byggnad, och jag är väldigt nöjd med resultatet. Jag tycker att vi lyckades bra med flödet för besökarna och för personalen och att det märks att planlösningen är väl genomarbetad. Konsertsalen tog också både mycket tid och fokus då vi ville att den skulle bli en upplevelse i sig. På slutet arbetade vi en hel del med gestaltningen av exteriören då den tidigare varit svår att visualisera utan höjd på konsertsal eller ungefärlig planlösning. Det jag önskar att vi haft tid att utforska hade varit mer i detalj hur de överlappande skalerna skulle fungera. Det hade varit spännande att kunna utforska möjligheten att ha öppningar rätt ut, utan att påverka inneklimatet. Utan tvekan en utmaning, men roligt att experimentera med material, storlek på öppningar och möjliga ventilationslösningar.

En del av projektet handlade om hållbarhet. Redan från början i processen hade vi en idé om att göra vägg- och takplattorna på byggnaden i samma storlek som en standardsolpanel för att ha möjlighet att sätta solpaneler i syd-västligt läge. Materialmässigt hade vi en tanke om att återanvända så mycket som möjligt och vi designade bland annat vår akustiska panel med olika bredd på plankor för att lättare kunna göra detta. Jag tycker att det är synd att vi inte hann fokusera mer på hållbarheten inom projektet och tog fler beslut baserade på ett hållbarhetstänk. Under kritiken mer inriktad på ett hållbart byggande fick vi höra många smarta lösningar eller koncept som hade varit roliga att applicera och utforska lite mer i projektet.