

Projektportfolio  
Alfred Helander

# Aarhus Wind Opera

“Återbruk för akustiska  
egenskaper”



# Aarhus Wind Opera

Kurs: ACEX15 - Kandidatarbete i Arkitektur och Teknik

Medarbetare: Philip Holmberg, Theresia Muhr

Plats: Aarhus, Danmark

Tävling: Newman Award Fund Student Design Competition

Handledare: Morten Lund, Peter Christensson, Wolfgang Kropp

Examinator: Karl-Gunnar Olsson

## Keywords

Tävlingsbidrag

Publik Byggnad

Grupparbete

Akustik



Exteriör rendering

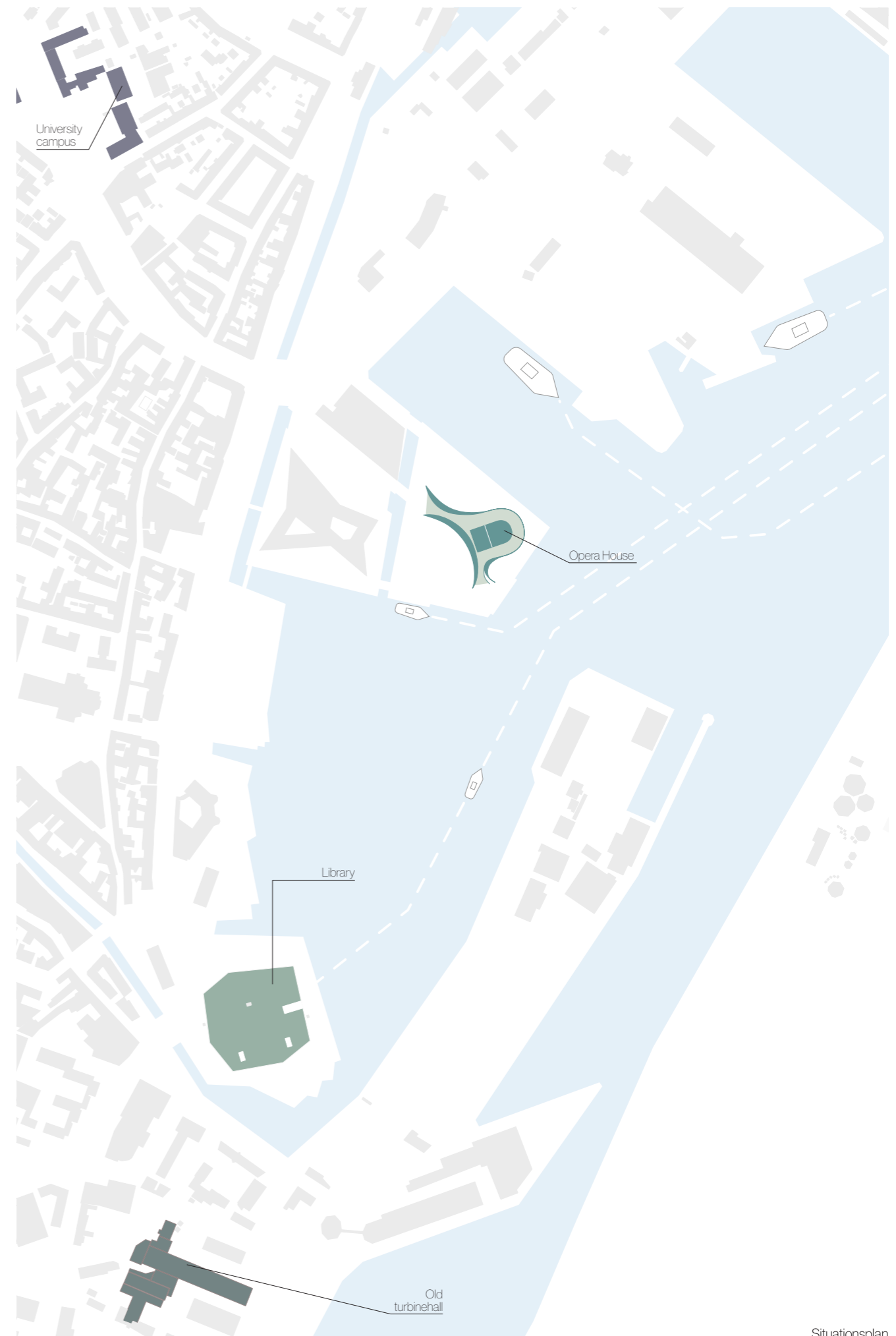
Operahuset från andra sidan vattnet.

## Bakgrund

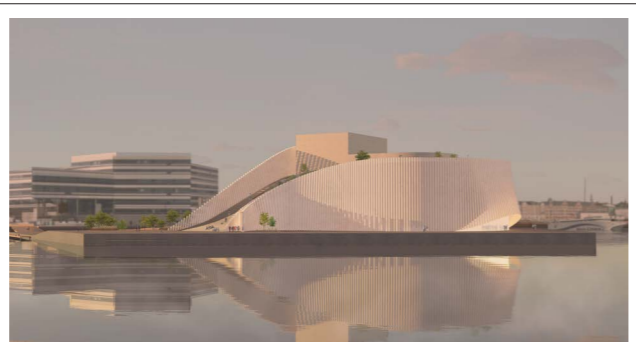
Tävlingen Newman Award Fund Student Design Competition hålls varje år och har fokus på arkitektonisk akustik och bullerbekämpning i en byggnad där akustik är av stor betydelse. Detta år efterfrågades ett operahus med en stark akademisk koppling för 1200 besökare. Utöver uppsättningar av opera skulle salen även vara lämplig eller kunna anpassas för tal och föreläsningar. Tävlingsens krav handlade framförallt om funktioner och organisering av byggnadens rum. Byggnadens kontext var inte given utan en del av uppgiften att ta fram. Det fanns tidigt en önskan om att på något sätt arbeta med återbruk eller monterbarhet i projektet, ifall detta kunde grundas eller motiveras av byggnadens kontext.

## Projekt

Det framtagna förslaget är beläget i Aarhus, Danmarks andra största stad. Staden är hem till ett av två nationella operakompanier och har ett stort universitet. Det genomgående konceptet för byggnaden är återanvändningen av vingar från vindkraftsturbiner. Det finns ett otroligt överskott av uttjänta vindkraftsblad, då deras garanti går ut efter endast 20 år och inget ekonomiskt skalbart alternativ att återvinna materialet tagits fram. Konceptet har en tydlig koppling till platsen, då Danmark är ledande i världen på vindkraft och ett av de största företagen i branschen har sitt huvudkontor i staden. Användningen av materialet är begränsat till de platser där det får en tydlig akustisk funktion.



Situationsplan



## Aarhus Wind Opera

The concept for Aarhus Wind Opera is based on the substantial amount of wind turbine blades that become waste every year. Wind turbine blades typically have a lifespan of around 15 to 20 years, after which they are dismantled and buried in the ground because, as of today, no efficient method of recycling the composite material has been developed. According to a study conducted by researchers at Cambridge University in 2017, over 43 million metric tons of wind turbine blades worldwide will become waste by the year 2050. It is estimated that America alone will produce 2 million tons of wind turbine blade waste annually by that time.

The short lifespan of the blades is primarily due to the warranty for the turbine joint. However, the blades retain their structural integrity and have been found to be useful as building material. To our knowledge, the acoustic properties of the blades have not yet been explored. However, we have found that the thick epoxy resin cover and the balsa wood core have some very beneficial properties that could further the use of repurposed materials in acoustics.

### Site Context

Denmark, known as the wind-power capital of the world, is home to two national opera companies: the Royal Opera in Copenhagen and the opera company in Aarhus, which is strongly connected to Aarhus University. Presently, Aarhus does not have its own opera hall, and the company resides in a concert hall. Aarhus is also the headquarters of Vestas Wind, the world's largest producer and installer of wind turbines. The site of the new Aarhus Opera is only a few hundred meters from the old turbine factory and close to the cultural center of Aarhus.

### Opera House

The opera house is situated next to the Marine University and down the street from the main campus of Aarhus University. Overlooking the harbor area, the site and building extend the waterfront promenade with a terraced park in the west and a green roof providing a panoramic view of the city and ocean. The site is expected to promote more public transport on water, generating more activity and noise around the area as it develops into the new city center. The façade of the building is clad in vertical elements made from turbine blades, offering a glimpse of what awaits inside.



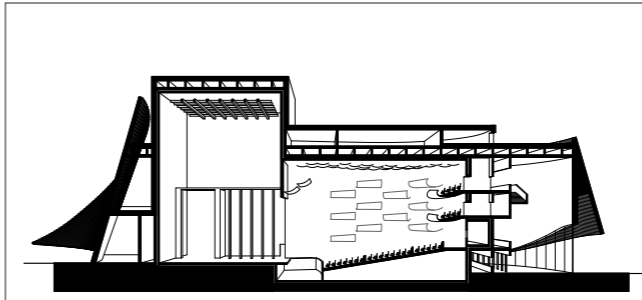
The concept for Aarhus Wind Opera is based on the substantial amount of wind turbine blades that become waste every year. Wind turbine blades typically have a lifespan of around 15 to 20 years, after which they are dismantled and buried in the ground because, as of today, no efficient method of recycling the composite material has been developed. According to a study conducted by researchers at Cambridge University in 2017, over 43 million metric tons of wind turbine blades worldwide will become waste by the year 2050. It is estimated that America alone will produce 2 million tons of wind turbine blade waste annually by that time. The short lifespan of the blades is primarily due to the warranty for the turbine joint. However, the blades retain their structural integrity and have been found to be useful as building material. To our knowledge, the acoustic properties of the blades have not yet been explored. However, we have found that the thick epoxy resin cover and the balsa wood core have some very beneficial properties that could further the use of repurposed materials in acoustics.

### Site Context

Denmark, known as the wind-power capital of the world, is home to two national opera companies: the Royal Opera in Copenhagen and the opera company in Aarhus, which is strongly connected to Aarhus University. Presently, Aarhus does not have its own opera hall, and the company resides in a concert hall. Aarhus is also the headquarters of Vestas Wind, the world's largest producer and installer of wind turbines. The site of the new Aarhus Opera is only a few hundred meters from the old turbine factory and close to the cultural center of Aarhus.

### Opera House

The opera house is situated next to the Marine University and down the street from the main campus of Aarhus University. Overlooking the harbor area, the site and building extend the waterfront promenade with a terraced park in the west and a green roof providing a panoramic view of the city and ocean. The site is expected to promote more public transport on water, generating more activity and noise around the area as it develops into the new city center. The façade of the building is clad in vertical elements made from turbine blades, offering a glimpse of what awaits inside.



### MEPFIT and MER

The MEPFIT and MER rooms are noise sources for airborne and impact sound, certain precautions are taken to mitigate them. Both rooms have floating floors, and double walls to reduce impact- and airborne-noise from radiating. The reduction index values for the double walls are [35 34 41 67 61 50]. The values are given for frequencies from 125 Hz to 4 kHz in octave bands. The mechanical equipment are placed on elastic mounts, to ensure that no vibrations are introduced into the building. Due to the same reasons, the air handlers are hung in the room using spring handlers. The airborne sound in the room is reduced using broadband absorbers generate a comfortable working atmosphere.

### Communication

Public flow through the building is following the curvature of the façade, guiding visitors to explore the open lobby space. The main stairs to the upper floors and balconies follow the auditorium shape. The pillars supporting the stairs create rooms inside the larger space where cloakrooms, restrooms and a bar are located. At the center of the lobby, the façade is lifted up to reveal an outlook towards the sea, creating a natural gathering point in the room. The internal communication for staff is more rigid to allow for effective work with performances. The circulation is centered around the stage to keep distances between key functions short and allow easy transportation of scenery and equipment.

### Repurposing and Impact

Wind turbine blades can be repurposed at minimal to no material cost, as burying them is more expensive than repurposing, especially when sourced locally. The expertise needed to handle these blades is readily available in the city of production, allowing for innovative reuse possibilities. It is estimated that 110 blades would be needed for the interior construction.

### Noise and Vibration

The outdoor traffic and the MEPFIT room are the two prominent sources of noise and vibration that need to be addressed. To achieve an NC15, the concert hall is decoupled via a room-in-a-room construction, composed of bricks and isolated by springs housing neoprene pads with a resonant frequency below 10 Hz. This prevents external noise reduction and flanking transmission. This clearly provides the required reduction for the opera hall and rehearsal room [37 46 58 49 40 28] dB in octave bands between 125 Hz to 4 kHz. Heavy sound-insulating double doors are used for these rooms.

Functions and Noise Criteria	Area (m²)	NC
Lobby	985	NC-30
Box Office	24	NC-30
Cloakrooms	132	NC-30
Front of House Restroom	144	NC-40
Storage/Junior Court	205	NC-15
Bar Area	86	NC-15
Opera Hall	652	NC-15
Stage	562	NC-15
Rehearsal Hall	232	NC-15
Scene Shop	585	NC-40
10 Scene Shop	30	NC-40
12 Rehearsal Room	262	NC-40
13 Prop Storage	125	NC-40
14 Back of House Restroom	62	NC-40
15 Costume Shop	98	NC-40
16 Workshop	115	NC-40
17 Lighting /Audio Storage	47	NC-40
18 Green Room	110	NC-30
19 Change Dressing Rooms	62	NC-30
20 Side Dressing Rooms	32	NC-30
21 Office Technical Staff	18	NC-30
22 Office Rehearsal Company	28	NC-15
23 Control Room	22	NC-15
24 Follow Spot Booth	23	NC-15
25 Audio Mix Position	5,6	NC-15
26 Employee Cafeteria	390	NC-40
27 Employee Outdoor Area	530	NC-15
28 MER	98	NC-15
29 MEPFIT	314	NC-15
30 Halls and Corridors	NC-40	

### MEPFIT and MER

The MEPFIT and MER rooms are noise sources for airborne and impact sound, certain precautions are taken to mitigate them. Both rooms have floating floors, and double walls to reduce impact- and airborne-noise from radiating. The reduction index values for the double walls are [35 34 41 67 61 50]. The values are given for frequencies from 125 Hz to 4 kHz in octave bands. The mechanical equipment are placed on elastic mounts, to ensure that no vibrations are introduced into the building. Due to the same reasons, the air handlers are hung in the room using spring handlers. The airborne sound in the room is reduced using broadband absorbers generate a comfortable working atmosphere.

### Communication

Public flow through the building is following the curvature of the façade, guiding visitors to explore the open lobby space. The main stairs to the upper floors and balconies follow the auditorium shape. The pillars supporting the stairs create rooms inside the larger space where cloakrooms, restrooms and a bar are located. At the center of the lobby, the façade is lifted up to reveal an outlook towards the sea, creating a natural gathering point in the room. The internal communication for staff is more rigid to allow for effective work with performances. The circulation is centered around the stage to keep distances between key functions short and allow easy transportation of scenery and equipment.

### Repurposing and Impact

Wind turbine blades can be repurposed at minimal to no material cost, as burying them is more expensive than repurposing, especially when sourced locally. The expertise needed to handle these blades is readily available in the city of production, allowing for innovative reuse possibilities. It is estimated that 110 blades would be needed for the interior construction.

### Noise and Vibration

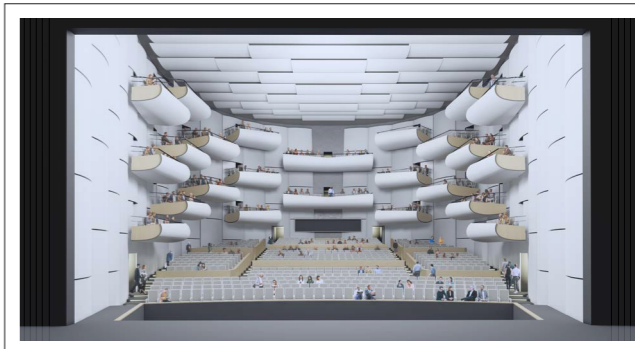
The outdoor traffic and the MEPFIT room are the two prominent sources of noise and vibration that need to be addressed. To achieve an NC15, the concert hall is decoupled via a room-in-a-room construction, composed of bricks and isolated by springs housing neoprene pads with a resonant frequency below 10 Hz. This prevents external noise reduction and flanking transmission. This clearly provides the required reduction for the opera hall and rehearsal room [37 46 58 49 40 28] dB in octave bands between 125 Hz to 4 kHz. Heavy sound-insulating double doors are used for these rooms.

### Opera Hall

The auditorium highlights the versatility of the blades, showcasing the potential for circular construction while exploring their acoustic capabilities. Where the traditional horseshoe shape struggles with sound propagation along its curved walls and lacks early reflections, the blades effectively address these issues with their unique shape and composition. The repurposing of the blades enables an innovative and exciting design, aiming to inspire further development in the field of repurposing and upcycling materials. To reduce the sound of footsteps in the opera hall, rubber mats are placed underneath the carpet that is put on the aisles.

### Variable Acoustics

To accommodate speaking engagements, a lower reverberation time is required in the hall. This is accomplished by sliding the blade panels, located at the ceiling, to the side. Beneath these panels, broadband porous absorbers are installed, reducing the reverberation time RT<sub>500</sub> to 1.4 s in an occupied state. With this reverberation time, an STI of 0.6 is estimated, which leads to fairly good speech intelligibility.



### Opera Hall

The auditorium highlights the versatility of the blades, showcasing the potential for circular construction while exploring their acoustic capabilities. Where the traditional horseshoe shape struggles with sound propagation along its curved walls and lacks early reflections, the blades effectively address these issues with their unique shape and composition. The repurposing of the blades enables an innovative and exciting design, aiming to inspire further development in the field of repurposing and upcycling materials. To reduce the sound of footsteps in the opera hall, rubber mats are placed underneath the carpet that is put on the aisles.

### Seating

The heavily upholstered seating features backrests crafted from cut slabs of blades, forming a reflective surface on the back. Seating and back cushions are included for absorption and comfort. Lighting and ventilation are integrated into the terracing beneath the seats.

### Balconies

The structural integrity of the blades allows for the construction of balconies that extend from the wall, functioning as flying balconies. This design ensures that sound can propagate even behind the balconies. Additionally, their reflective properties and shape facilitate early reflections to the main floor. The side cladding of the balconies is made of wood and is angled to reflect sound toward the balcony under.

### Acoustic Panels

These panels are made out of wind turbine blades. The absorbers are broadband absorbers with slits in the blade and a porous material behind them with a limp cover sheet on top. The other absorbers are Helmholtz absorbers that target the low frequencies of 125 Hz. For diffusing the sound, the wing surface is modified to have a roughness in different scales. The reflective properties of the wings are already given.

### Reverberation Time

The reverberation time in the opera hall is 1.5 s which creates a warm and intimate atmosphere suitable for opera performances. This lower reverberation time is chosen due to the hall's smaller volume (7535 m³), to achieve appropriate strength and clarity.

### Early Reflections

The reflectors above the stage are also made of recycled blades. They provide early reflections for the front seats, so the clarity is good at those positions. The side walls are also equipped with the convex side of blades facing inwards to get early reflections to the middle and back of the opera hall. The diffusing walls surrounding the seating enhance the early reflections for the middle of the hall. To summarize the ITDG ranges from the last row seat with 33 ms to the first row seat with 25 ms.

### Strength and Clarity

The rehearsal room has a shorter reverberation time of RT500 with 1.0 s in its occupied state, to avoid too high strength. This is achieved using broadband and Helmholtz absorbers, diffusers. To fine-tune the reverberation time, the same acoustic panels as in the opera hall are used. They slide up and down to cover or show absorbing elements behind them.

### Acoustical Qualities

Occupied Hall for opera events has RT<sub>500</sub> = 1.5 s  
Occupied Hall for speaking events has RT<sub>500</sub> = 1.4 s  
ITDG < 33 ms ; ITDG > 25 ms  
G125: 7.9 dB in its occupied state, 20 m to source.  
C80: 1.2 dB in its occupied state, 20 m to source.  
BR: 1:1 STI: 0.6

### Occupied Rehearsal Room

Occupied Rehearsal Room has RT<sub>500</sub> = 1.0 s  
Unoccupied Rehearsal Room has RT<sub>500</sub> = 1.3 s  
The reverberation time in the opera hall is achieved by maintaining a relatively small volume and strategically placing acoustic panels with varying acoustic properties.

### Electroacoustics

Speakers are placed between the reflectors above the stage to enhance the sound if needed. The position ensures that the sound from the speakers arrives delayed in comparison to the direct sound.

### Seating

The heavily upholstered seating features backrests crafted from cut slabs of blades, forming a reflective surface on the back. Seating and back cushions are included for absorption and comfort. Lighting and ventilation are integrated into the terracing beneath the seats.

### Reverberation Time

In the opera hall, the reverberation time of RT<sub>500</sub> is 1.5 s which creates a warm and intimate atmosphere suitable for opera performances. This lower reverberation time is chosen due to the hall's smaller volume (7535 m³), to achieve appropriate strength and clarity.

### Balconies

The structural integrity of the blades allows for the construction of balconies that extend from the wall, functioning as flying balconies. This design ensures that sound can propagate even behind the balconies. Additionally, their reflective properties and shape facilitate early reflections to the main floor. The side cladding of the balconies is made of wood and is angled to reflect sound toward the balcony under.

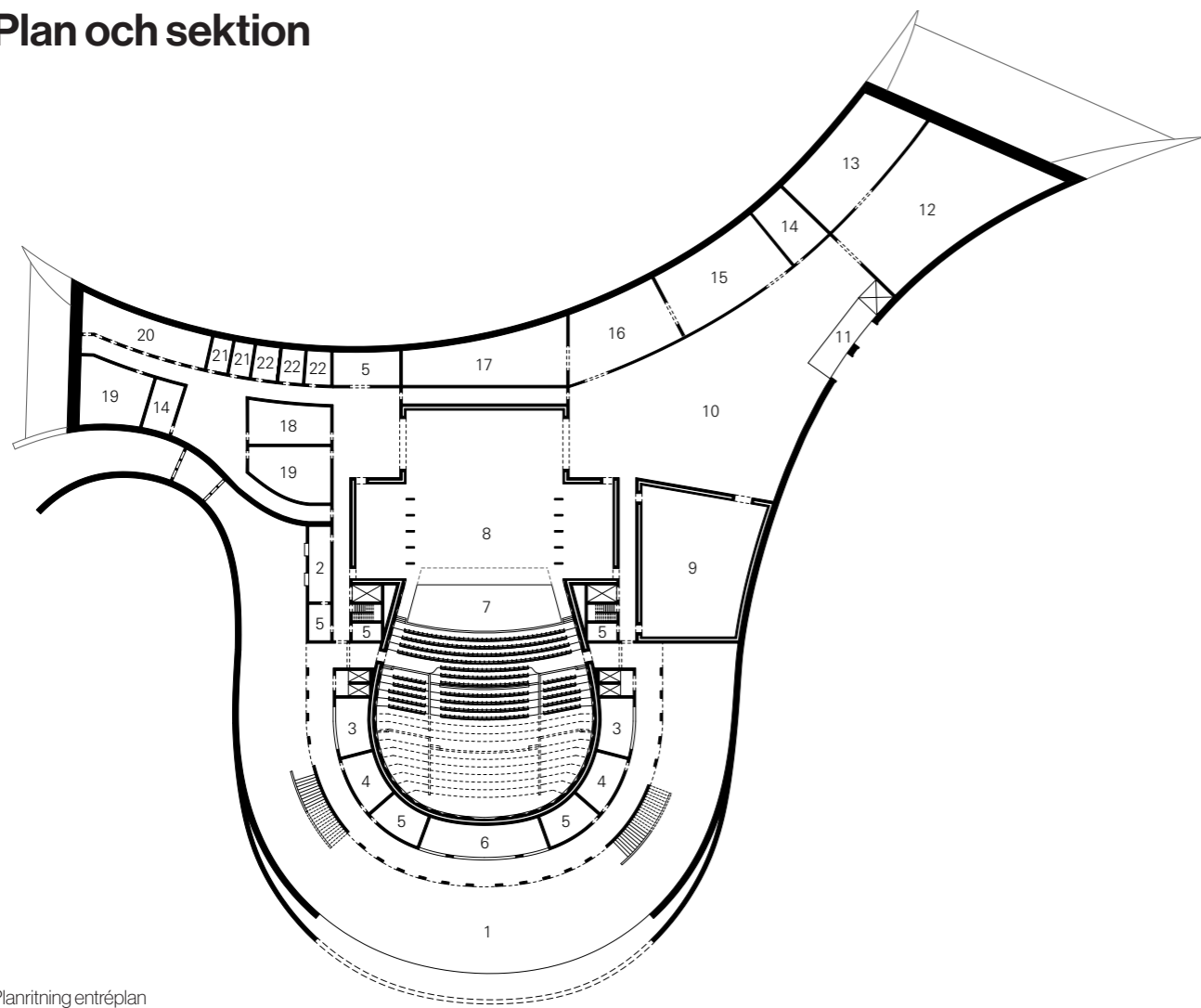
### Early Reflections

The reflectors above the stage are also made of recycled blades. They provide early reflections for the front seats, so the clarity is good at those positions. The side walls are also equipped with the convex side of blades facing inwards to get early reflections to the middle and back of the opera hall. The diffusing walls surrounding the seating enhance the early reflections for the middle of the hall. To summarize the ITDG ranges from the last row seat with 33 ms to the first row seat with 25 ms.

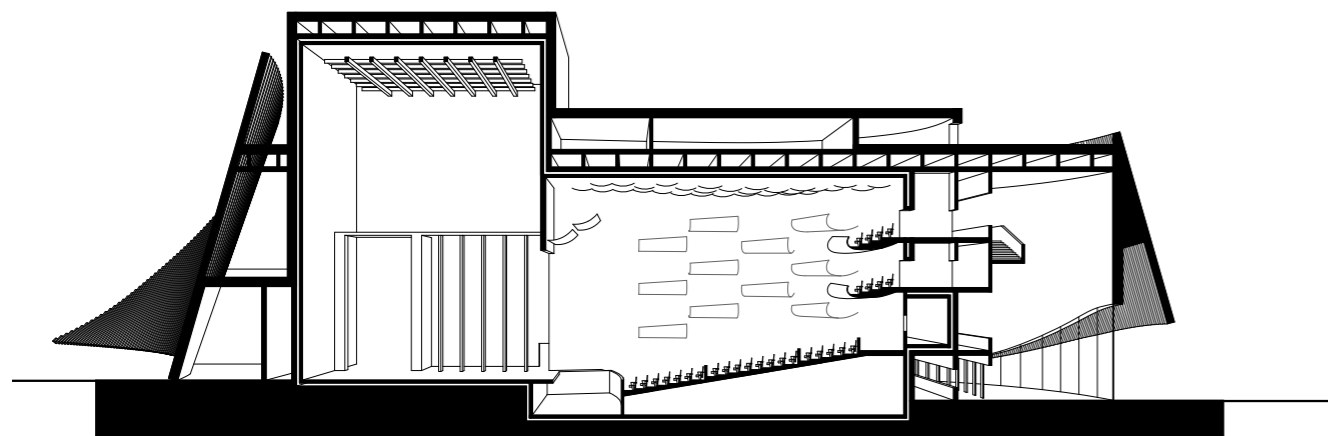
### Acoustic Panels

These panels are made out of wind turbine blades. The absorbers are broadband absorbers with slits in the blade and a porous material behind them with a limp cover sheet on top. The other absorbers are Helmholtz absorbers that target the low frequencies of 125 Hz. For diffusing the sound, the wing surface is modified to have a roughness in different scales. The reflective properties of the wings are already given.

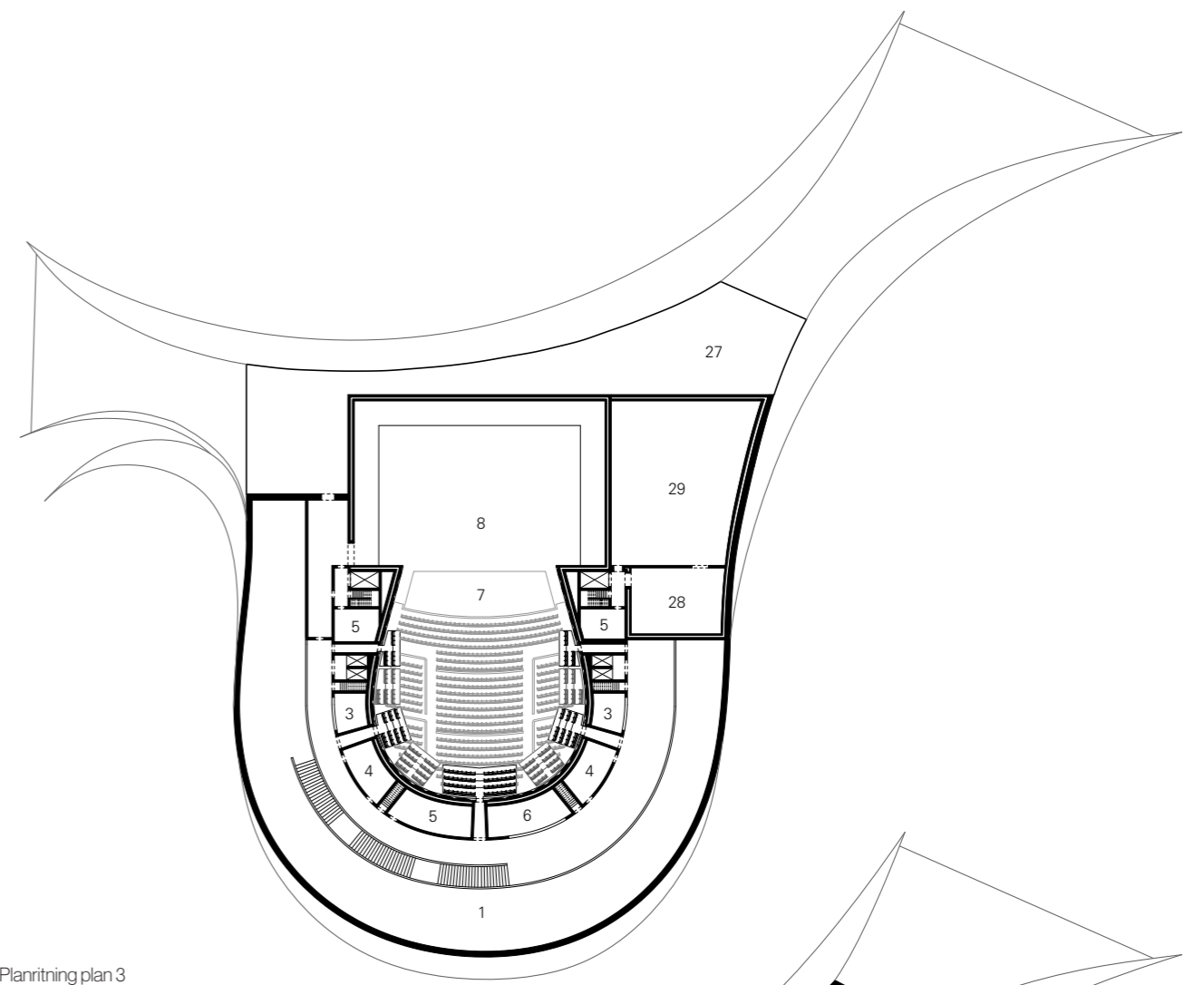
# Plan och sektion



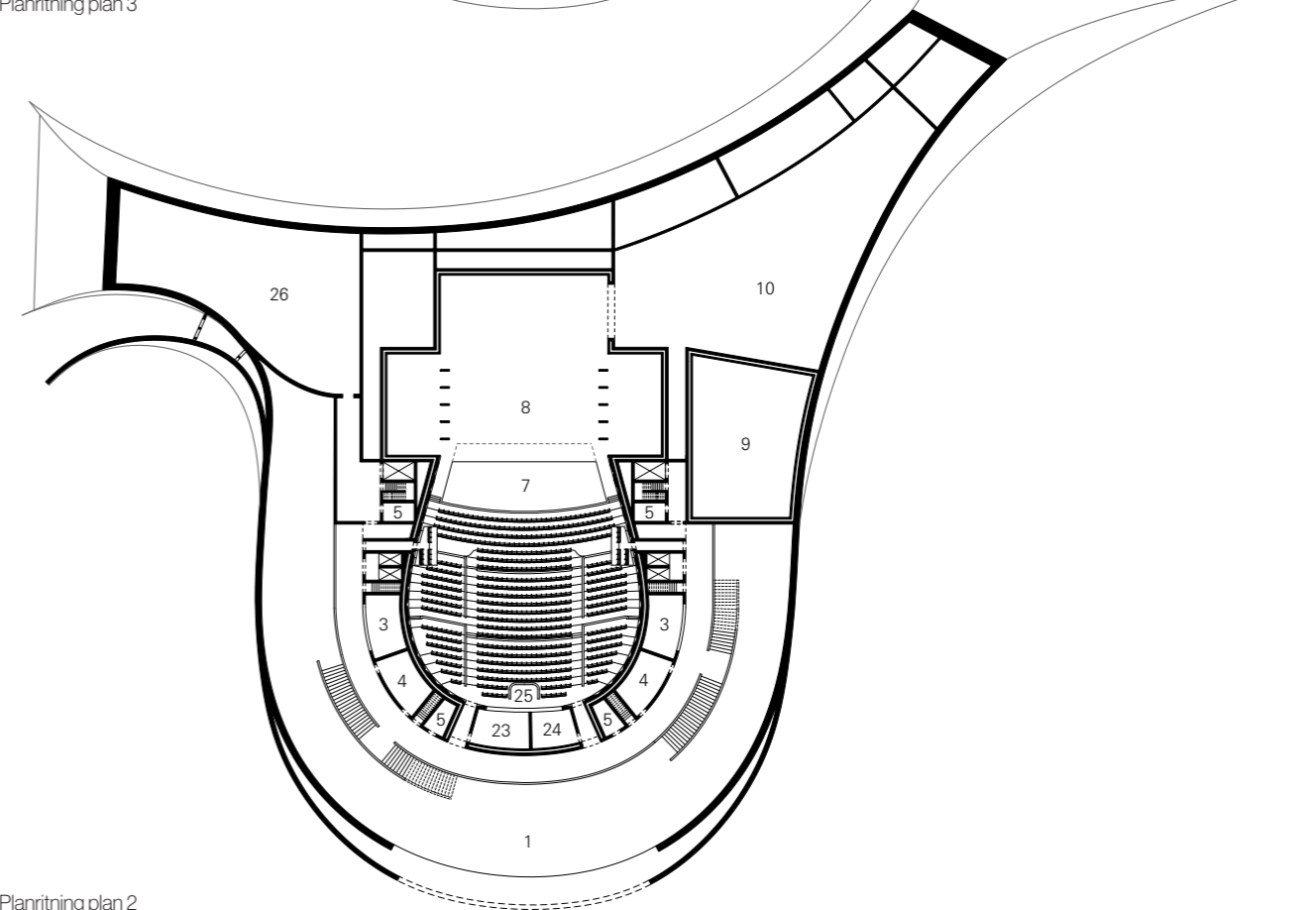
Planritning entréplan



3d-sektion genom operasalen

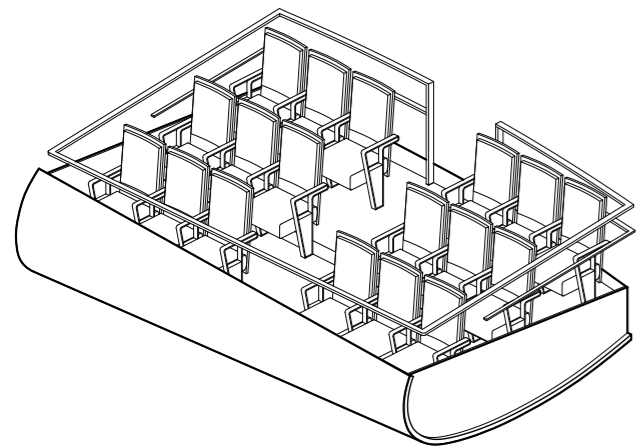


Planritning plan 3

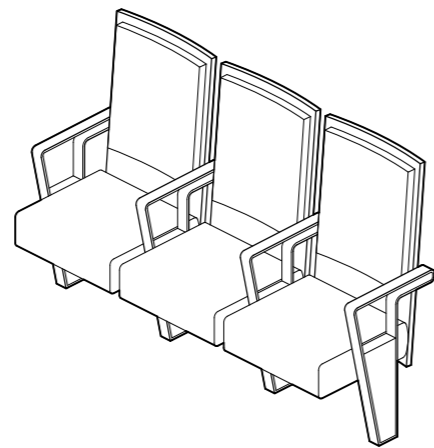


Planritning plan 2

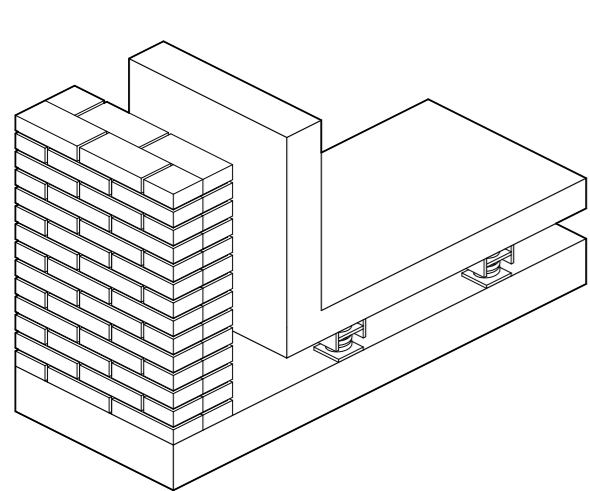
# Akustiska egenskaper



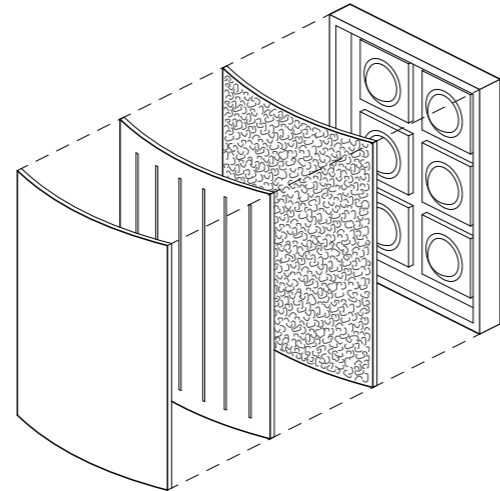
Axonometri balkong



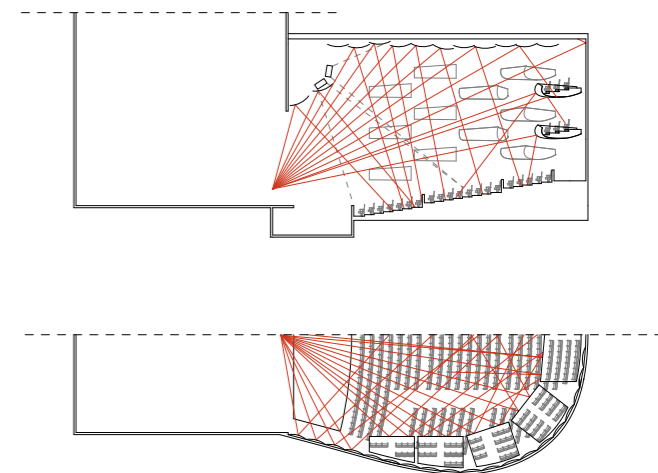
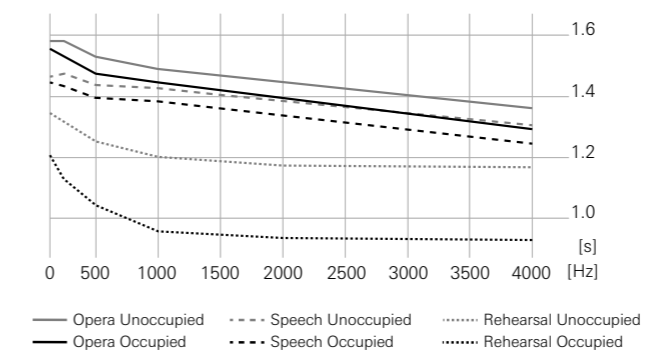
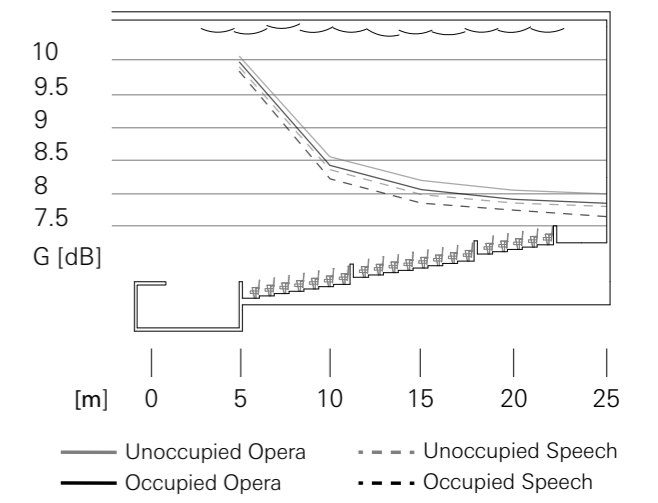
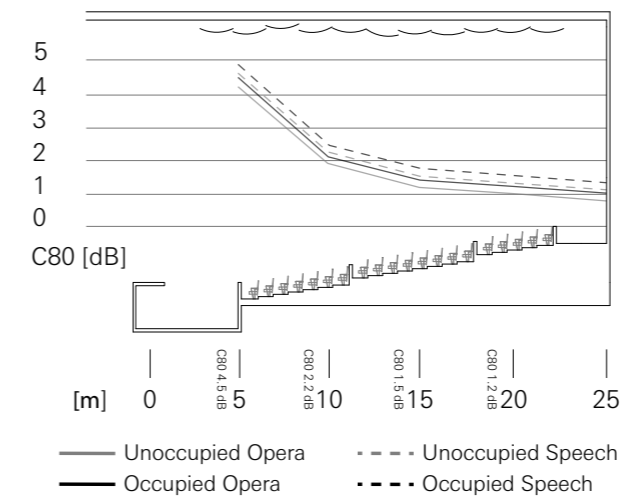
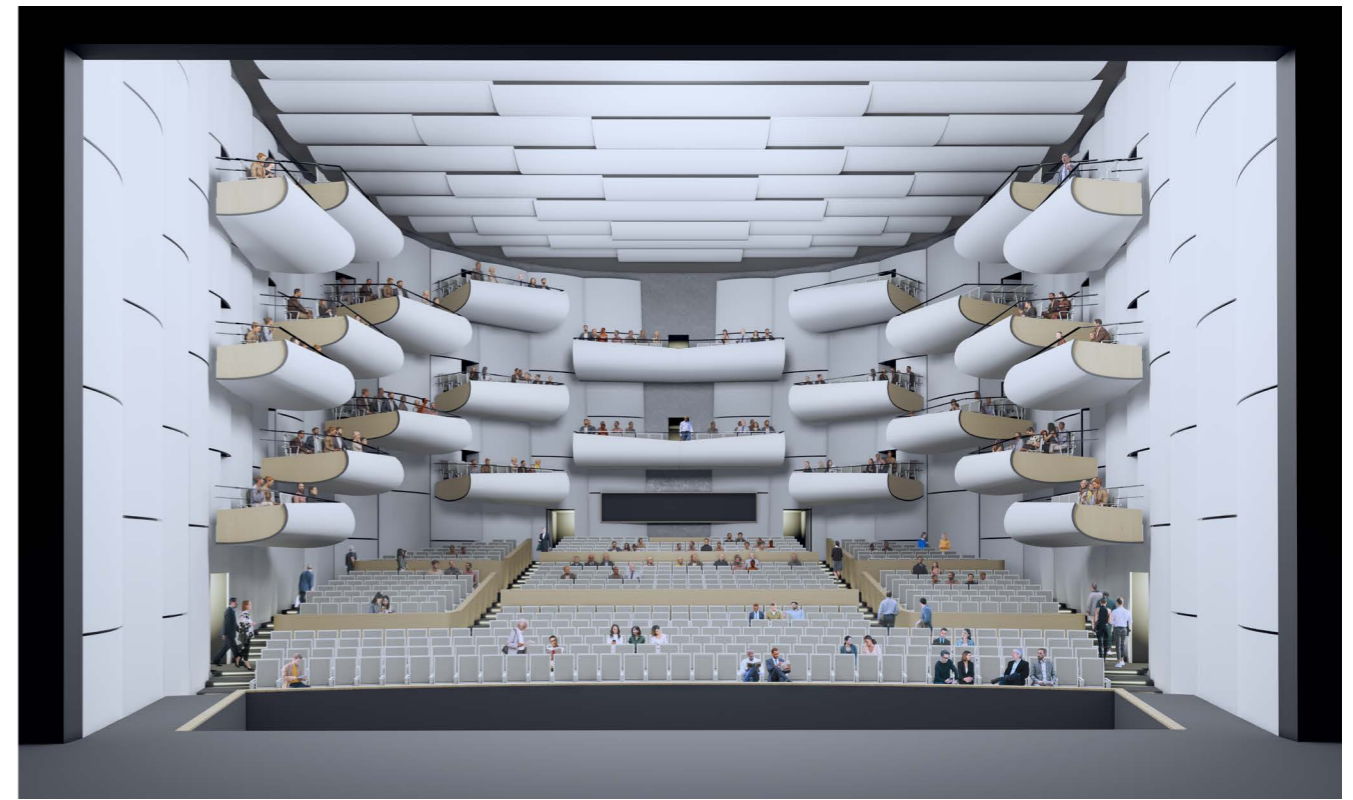
Axonometri stolar



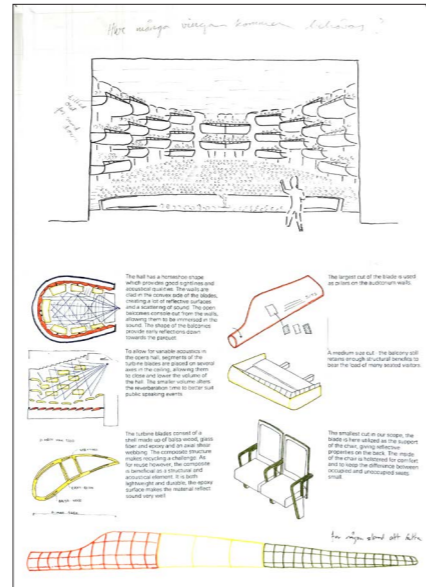
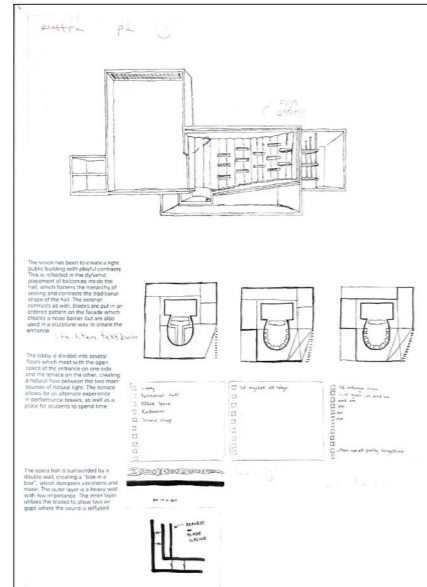
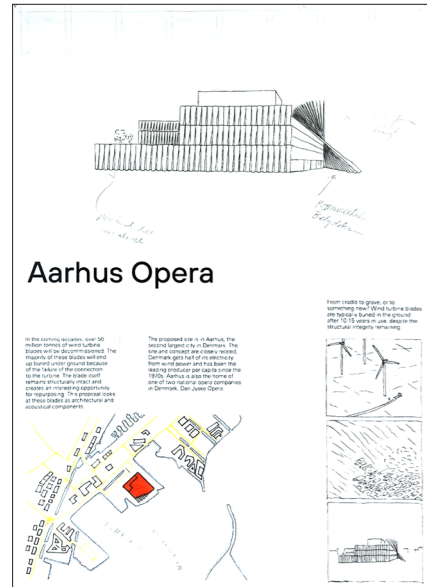
Detalj dubbelvägg mot auditorium



Detalj akustiska paneler i auditorium



# Designprocessen



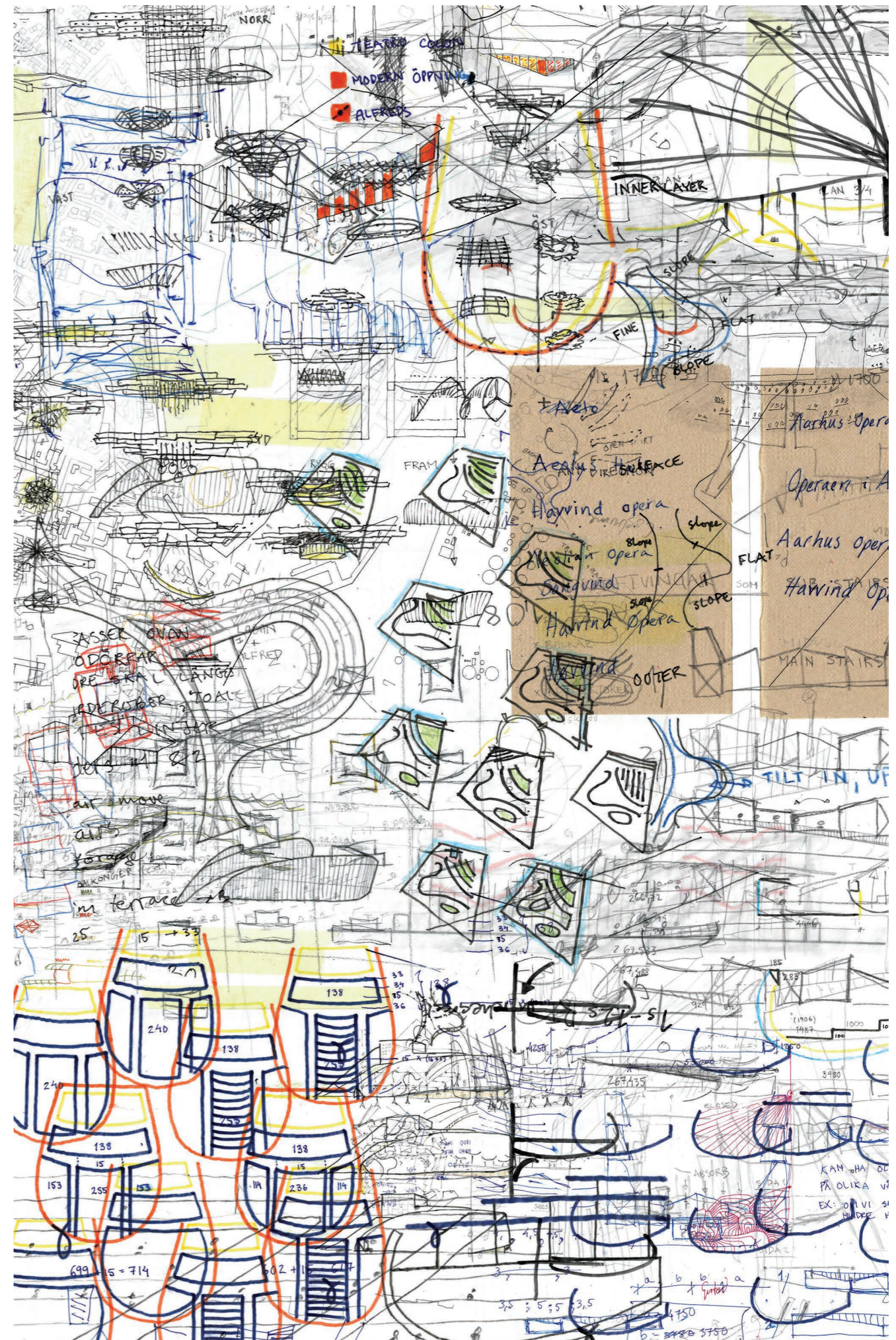
Handgjorda planscher till mittkritik

## Process

Vår process har varit väldigt undersökande och långsam. Det fanns alltid en vilja under processen att ha en större förståelse för det vi jobbade med och göra informerade val som vi också skulle tycka om. Till en början handlade det mycket om att förstå rumsakustik djupare och när vi började diskutera och utveckla koncept ville vi många gånger göra det till någonting som skulle ha en fördel akustiskt i sig själv. Detta gick sedan vidare till en undersökning i det konceptet vi till slut valde, vindkraftsvingarna. Vi lade mycket arbete på att få en så djup och klar förståelse för materialet som möjligt samtidigt som vi hittade platsen för vårt förslag och började undersöka den kontexten. Under denna process av att förstå de olika delarna i projektet var samarbetet med vår akustiker Theresia väldigt värdefullt. Det var väldigt lätt och kul att kunna bolla idéer med någon som var del av projektet men samtidigt hade en annan kompetens och intuition för akustiken. Under större delen av projektarbetet jobbade vi främst med utformning av auditoriet. Flera aspekter tog vi med oss från de tidiga konceptskisserna och modellerna för prototyperna, men det var också mycket som inte föll sig naturligt utan behövde arbetas fram genom mycket skissande och diskussion. Vi använde oss mycket av handskisser för att göra många snabba iterationer som vi kunde välja mellan och sedan ta vidare in i digitala modeller. Genom att använda Grasshopper kunde vi både bygga upp mer komplexa geometrier snabbare och iterera i större detalj utan att tappa sammanhanget. Detta sätt att arbeta blev avgörande när vi hittade den exteriöra formen sent i processen.

## Reflektion

Jag är efter att projektet är klart nöjd med vårt resultat. Det koncept som vi landade i tycker jag fortfarande är väldigt starkt och spännande. Vi såg under projektets gång att det fanns väldigt många sätt som man kunde tolka det och arbeta med konceptet. Där vi lyckades bäst är auditoriet som också är det rum som vi faktiskt arbetat igenom ordentligt. För uppgiften var det dock det viktigaste rummet och jag tycker att vi lyckats göra vårt koncept trovärdigt här. Mycket av denna trovärdighet är tack vare att vi hade den långsamma och undersökande process som vi hade, exempelvis med prototyperna. Bland annat genom att hitta den del av vingen som skulle ge rätt form på balkongerna för att skapa det rum vi ville. Exteriören är jag också nöjd med men jag hade velat ha fler delar gestaltade och färdigställda. Det fanns flera saker som vi arbetade med, bland annat hantering av tomten och grönytor på taket som inte nådde hela vägen fram och inte syns i materialet. Däremot tror jag att en anledning till att detta inte blev klart är att vi började med det arbetet för tidigt, innan vi hunnit färdigställa de delar som behövde vara med. Den slutgiltiga formen av byggnaden är långt ifrån vad vi båda tänkte att vi skulle göra i detta projekt och kanske var det därför det tog så lång tid att komma fram till den. Trots att jag funderat över om den uppfattas som kal eller för sluten så skapar detta samtidigt kontraster i de gester som görs vid entré och lobby. Den lyckas också med att dela upp en öppen plats i hanterbara ytor. Jag tror att detta skulle låta människor umgås nära in på byggnaden utan att uppleva att de stör, vilket jag är nöjd med.



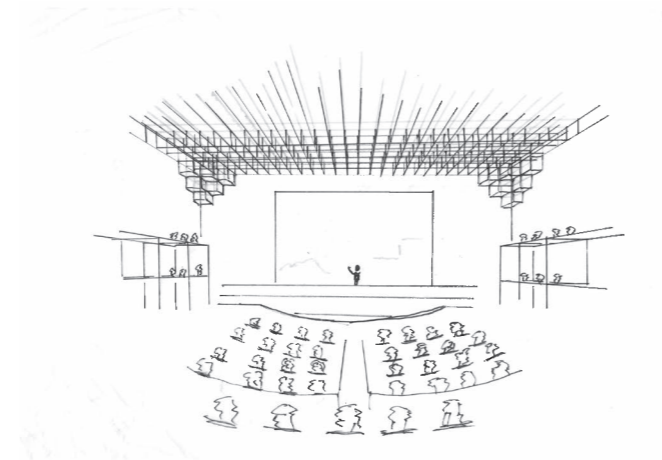
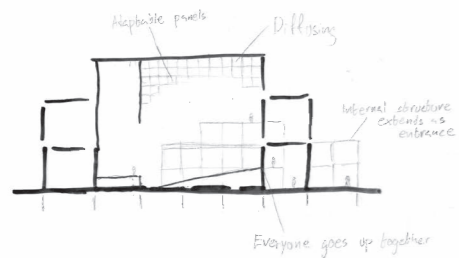
# ITERATION 2

## Tre koncept

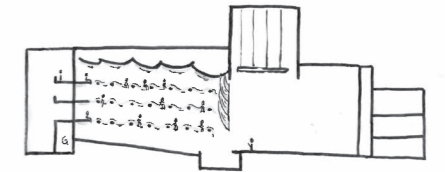
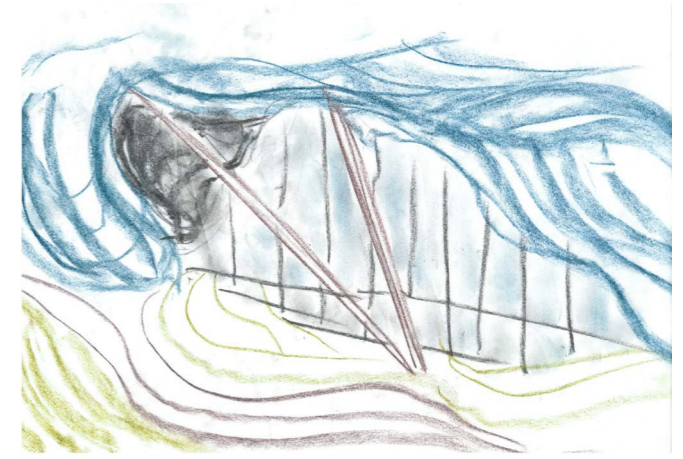
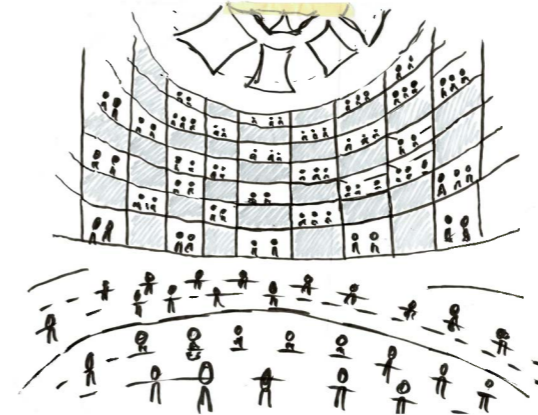
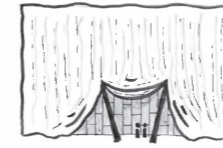
Tidigt i processen efterfrågades tre förslag på koncept, i syfte att utforska vad vi som grupp ville med projektet och få chans att utveckla våra tankar. Ett första koncept var "Mikado", där vi ville använda mindre element av trä för att bygga upp en strikt ortogonal struktur. Inspirationer till detta var bland annat reciproka strukturer och japansk träbyggnad. Vi strävade efter att hitta ett modulärt och tektoniskt system. Användandet av mindre element öppnade upp för återbruk av trä. Ett andra koncept kallade vi "Fabric". Här ville vi utforska akustiska egenskaper hos tyg, som vi också såg stora möjligheter till att återanvända. Vi kollade på hur man skulle kunna använda både hängande tyg och uppspant tyg men var framförallt intresserade av vilka entrésituationer och rum som skulle kunna skapas med hängande tyg. Det sista konceptet, "Curious George", handlade om att jobba vidare med olika entrésituationer och öppningar i fasad för att bjuda in förbipasserande och visa upp operaverksamheten.

Till skillnad från det tänkta upplägget gick vi i slutändan inte direkt vidare med ett av dessa koncept. Även om vårt slutgiltiga koncept i grunden är väldigt annorlunda från dessa tre finns det många tankar som fördes vidare till det slutgiltiga förslaget. Det främsta vi tog med oss var återbruk, något som blev ännu mer motiverat när vi fick idén med vindkraftsvingar. I det färdiga förslaget syns också idéer från "Fabric"-konceptet, som hur formen lyfts upp vid lobbyn för att skapa en utblick men också en inbjudande gest. Från "Curious George" kom också idén om att kunna gå upp på byggnaden och använda den exteriöra formen. Från de två senare koncepten kom även placeringen av balkongerna i auditoriet. Målet var att skapa en placering som skulle kännas mindre hierarkisk, som även visade sig vara en fördel för akustiken i rummet.

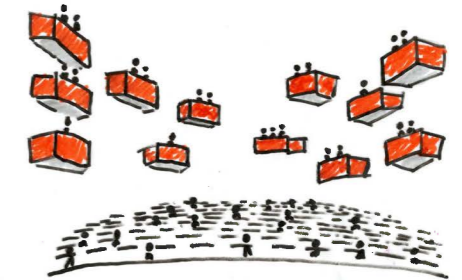
## Mikado



## Fabric



## Curious George



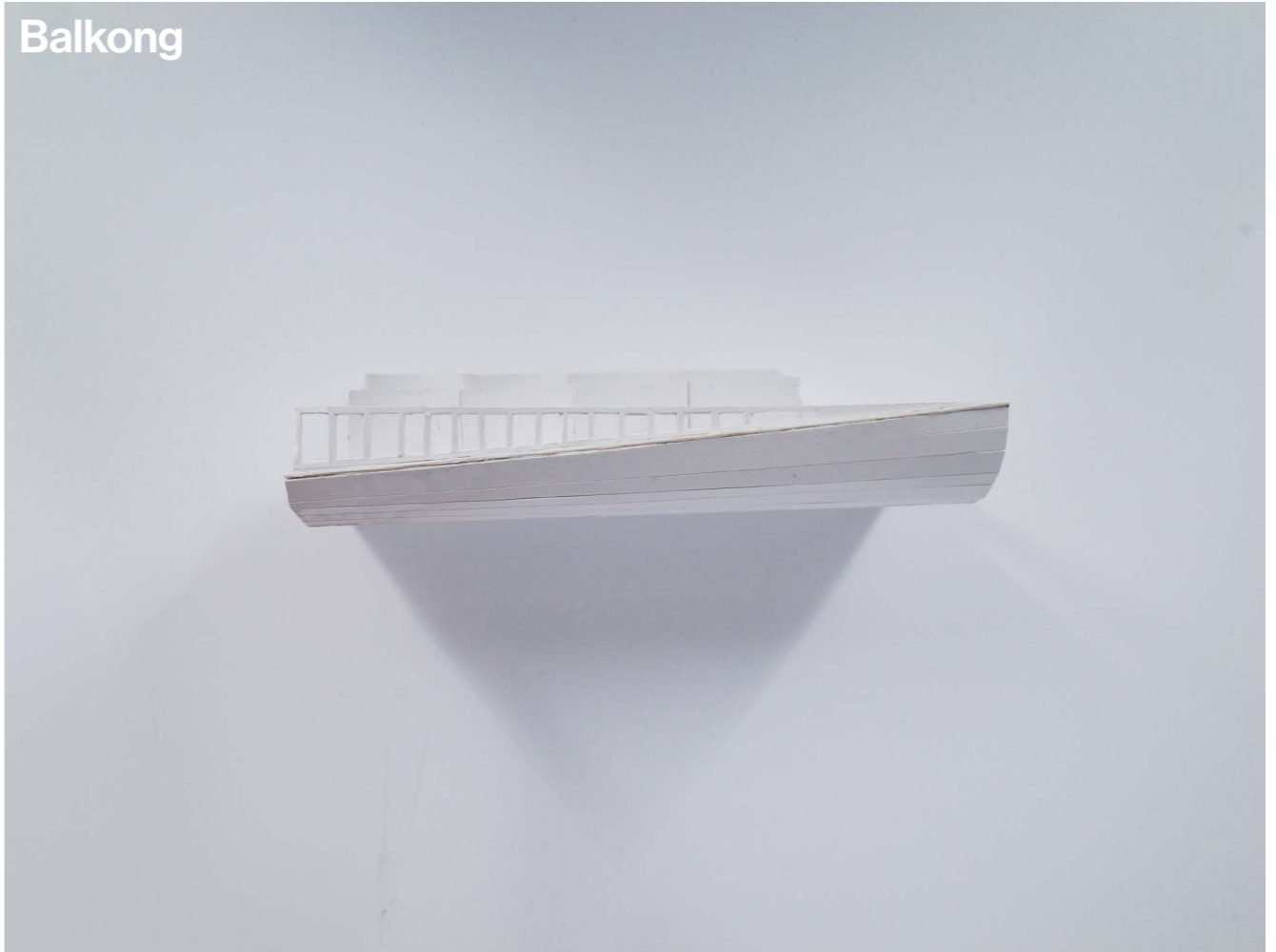
## ITERATION 3 Akustiska Prototyper

Under denna iteration fick vi även idén till det slutgiltiga konceptet. Vi började iterationen med att undersöka formen av en ving och göra enkla modeller över den för att se dess potential. Den prototyp som kom naturligast var balkongen, i form av ett segment av vingens fulla bredd, med ett enkelt räcke. Vi undersökte här även olika varianter på stolar, där vingarna kunde användas till ryggstöd. Vi diskuterade även här att använda vingarna i en större form som bärande vertikala element eller större reflektorer i taket. I slutändan valde vi att bryta upp vingarna på längden för att klä auditoriets väggar.

### Vindkrafts- vinge



### Balkong



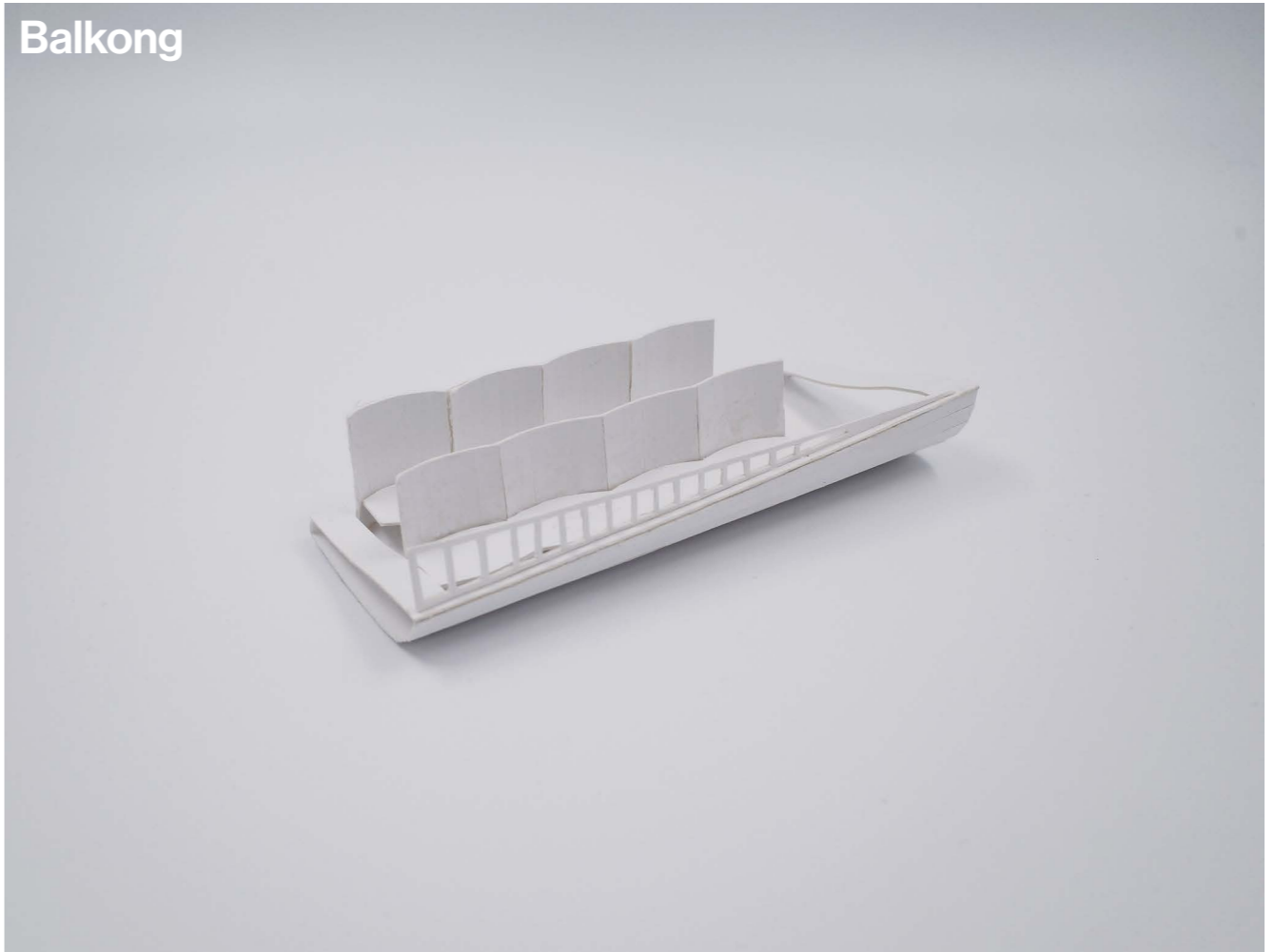
### Stol v.1



### Stol v.2



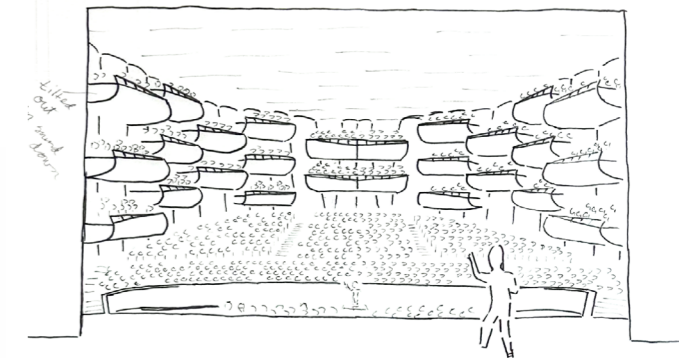
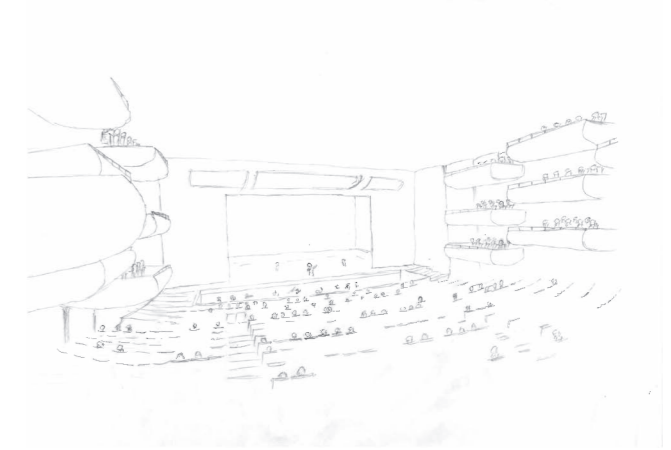
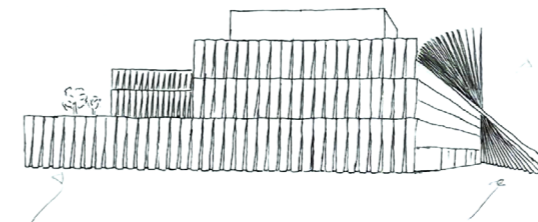
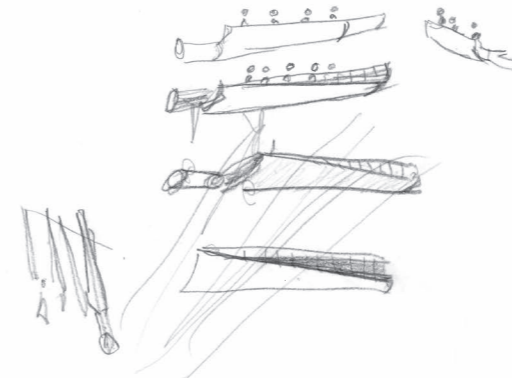
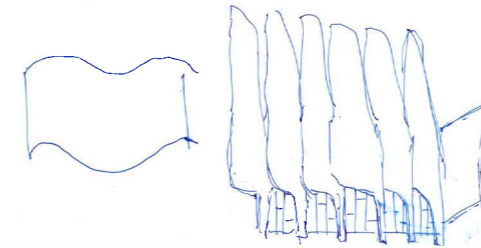
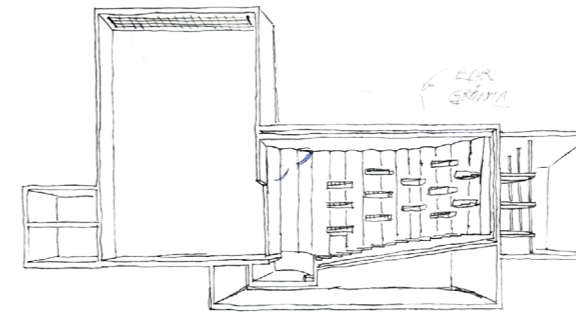
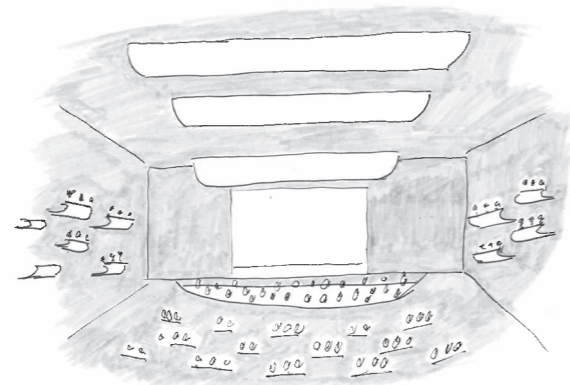
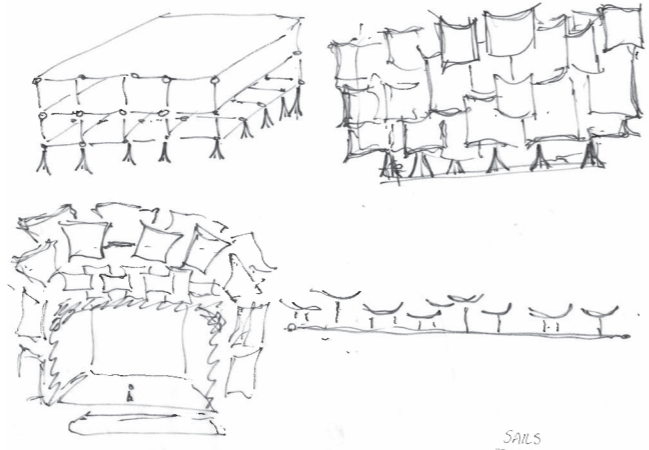
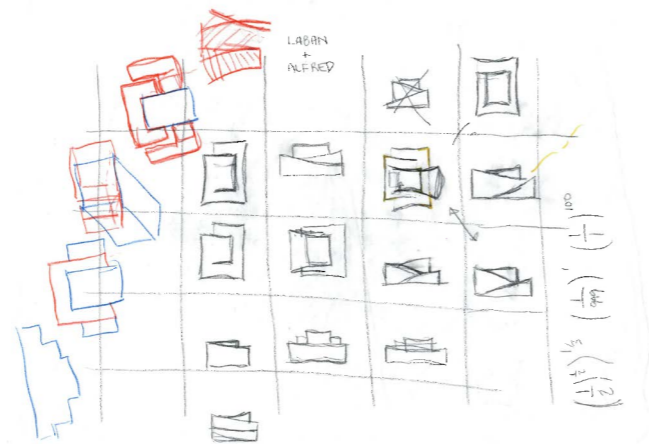
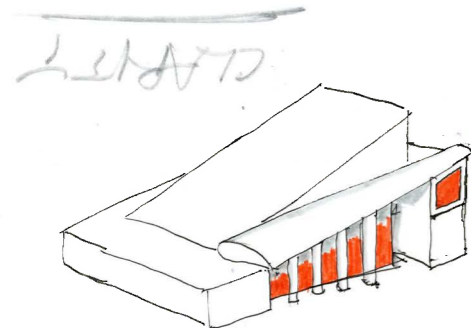
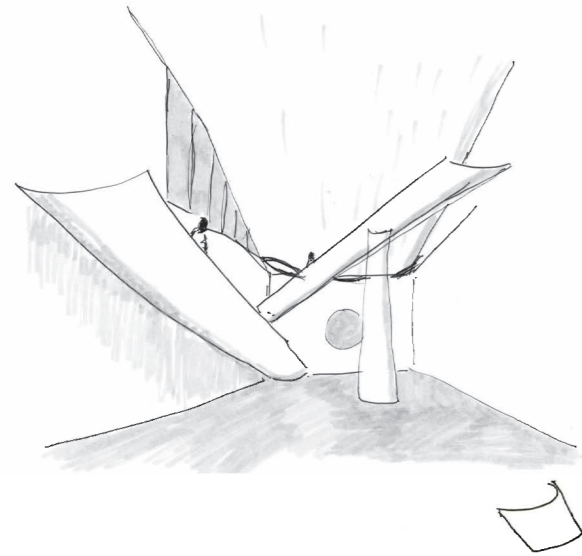
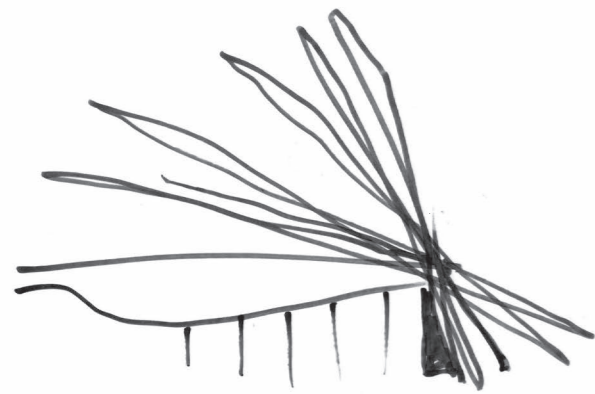
### Balkong



# ITERATION 4

## Slutgiltigt koncept

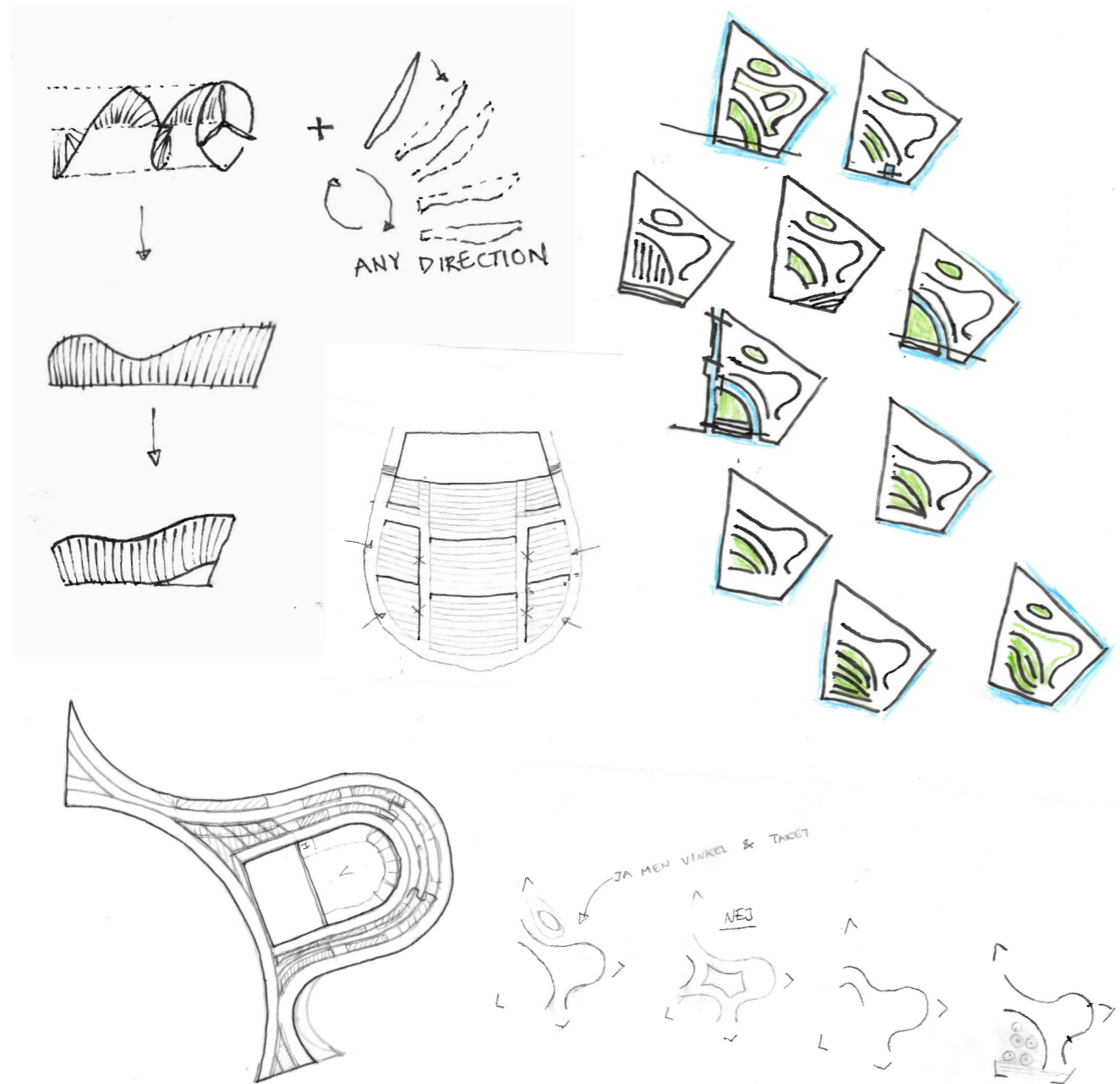
Här tog vi vårt nya koncept och applicerade det mer på själva byggnaden och rummen. Vi arbetade mycket med auditoriet och att få in våra prototyper på rätt sätt i rummet. Vi började mer bryta upp byggnadens form men var fortfarande kvar i en orthogonal byggnad. Många iterationer gjordes av formen men det vi tog med oss från denna fas var vi fortfarande inte helt nöjda med. Vi började dock testa att använda vingarna som långa element eller pelare exteriört, vilket ledde till en idé för entrén där elementen vinklades succesivt för att skapa en varierande pelargång att gå igenom.



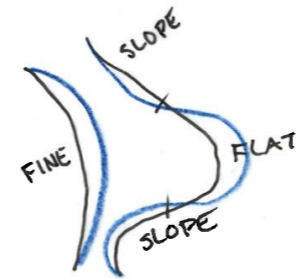
# ITERATION 5

## Slutfas

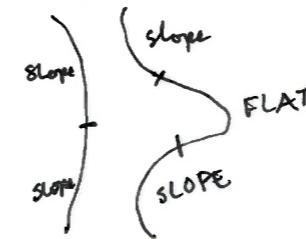
Idén om en pelargång med varierande lutning tog vi ett steg längre genom att låta hela fasaden vara gjord av lika breda element som varierade i lutning och skapade en organisk form tillsammans. Vi testade flera olika varianter på detta tills vi kom fram till två kurvor som omslöt operasalen och tog sig an platsen på ett sätt vi gillade. Att ha två uppgångar till taket skapade också en mer definierad promenad som leder besökare fram till entrén. Härifrån fortsatte vi att iterera över olika planer och sätt att hantera de olika ytor som byggnaden skapade på tomten.



### INNER LAYER



### SURFACE



### OUTER

