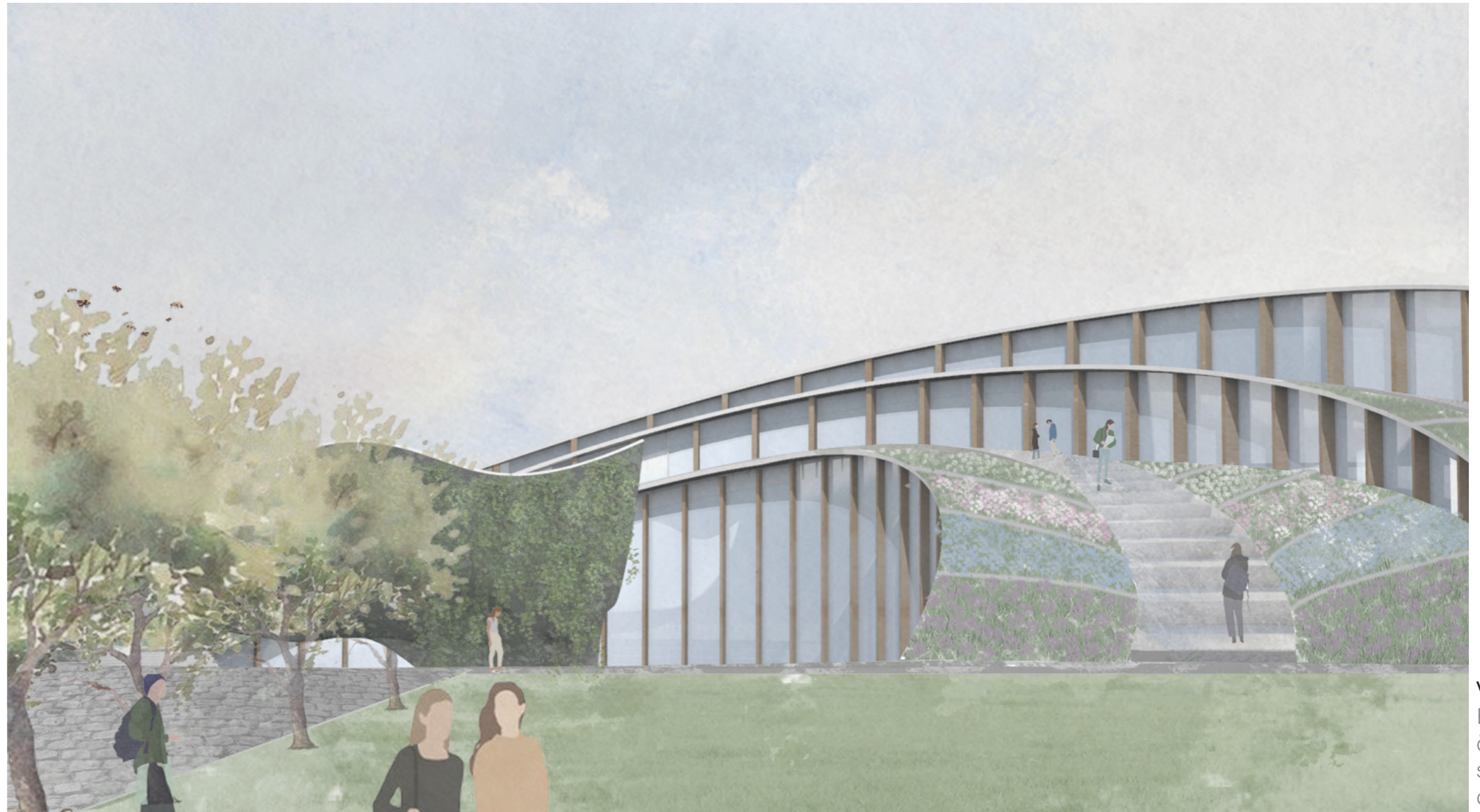


BLADET

North Carolina



Vänster
Exteri-
örper-
spektiv av
operan

Opera
North Carolina

Tid År 3
Arbete Grupparbete om 2
Kurs Kandidatarbete
Examintor Karl-Gunnar Olsson
Verktyg Autocad, Rhino,
 Indesign, Photoshop
Fokus Akustik, Hållbarhet

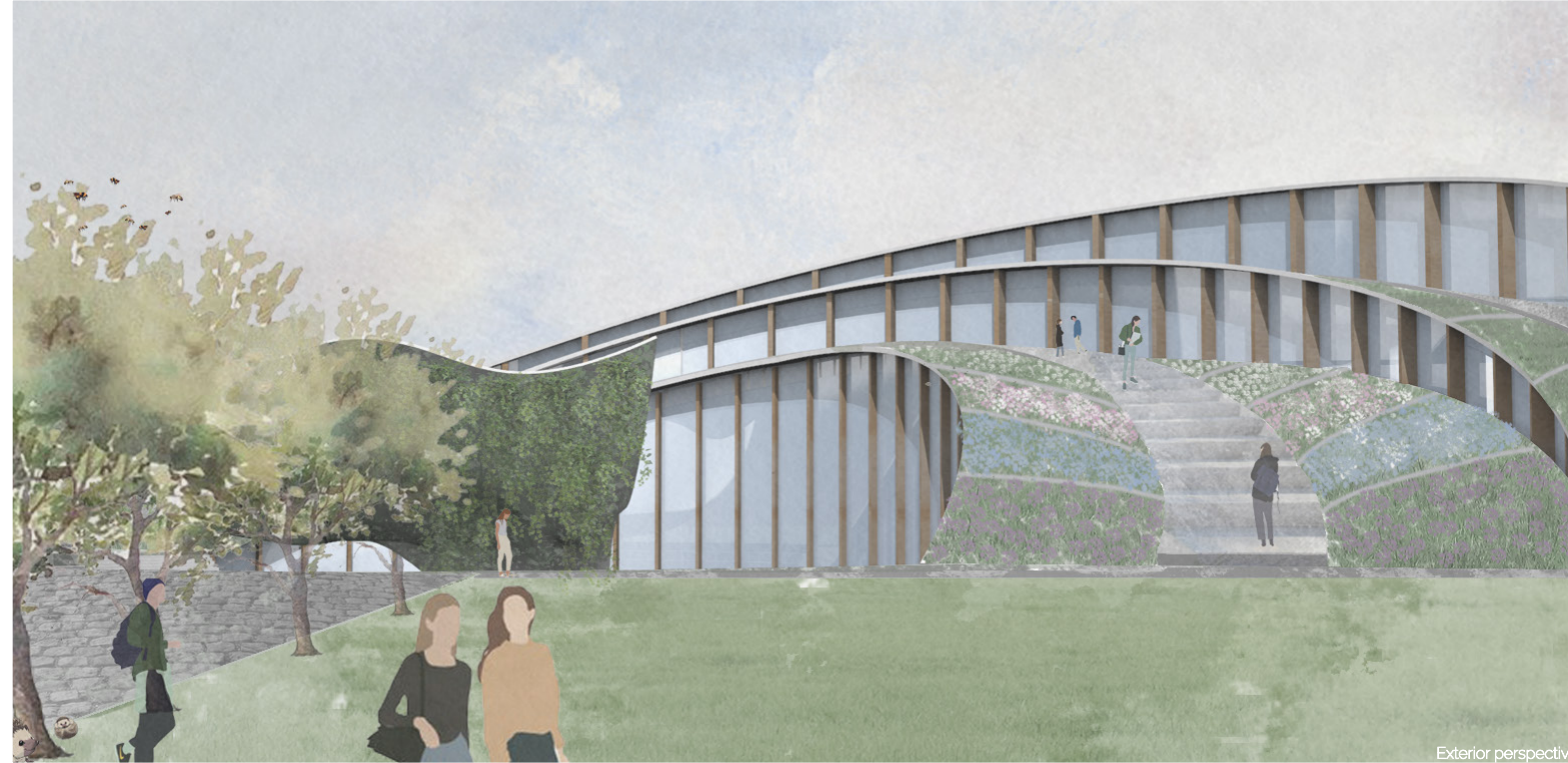
BAKGRUND

På ett universitet med en stark musikprofil skulle en konsertsal, huvudsakligen konstruerad för opera, designas. Salen skulle även kunna användas för att antal andra musikgenrer och skulle därför planeras för att vara akustiskt flexibel. Platsen för byggnaden medförde ett flertal akustiska utmaningar då omkring 60 meter från byggnaden låg en motorväg samt att flygplan flög lågt över platsen på grund av en närliggande flygplats.

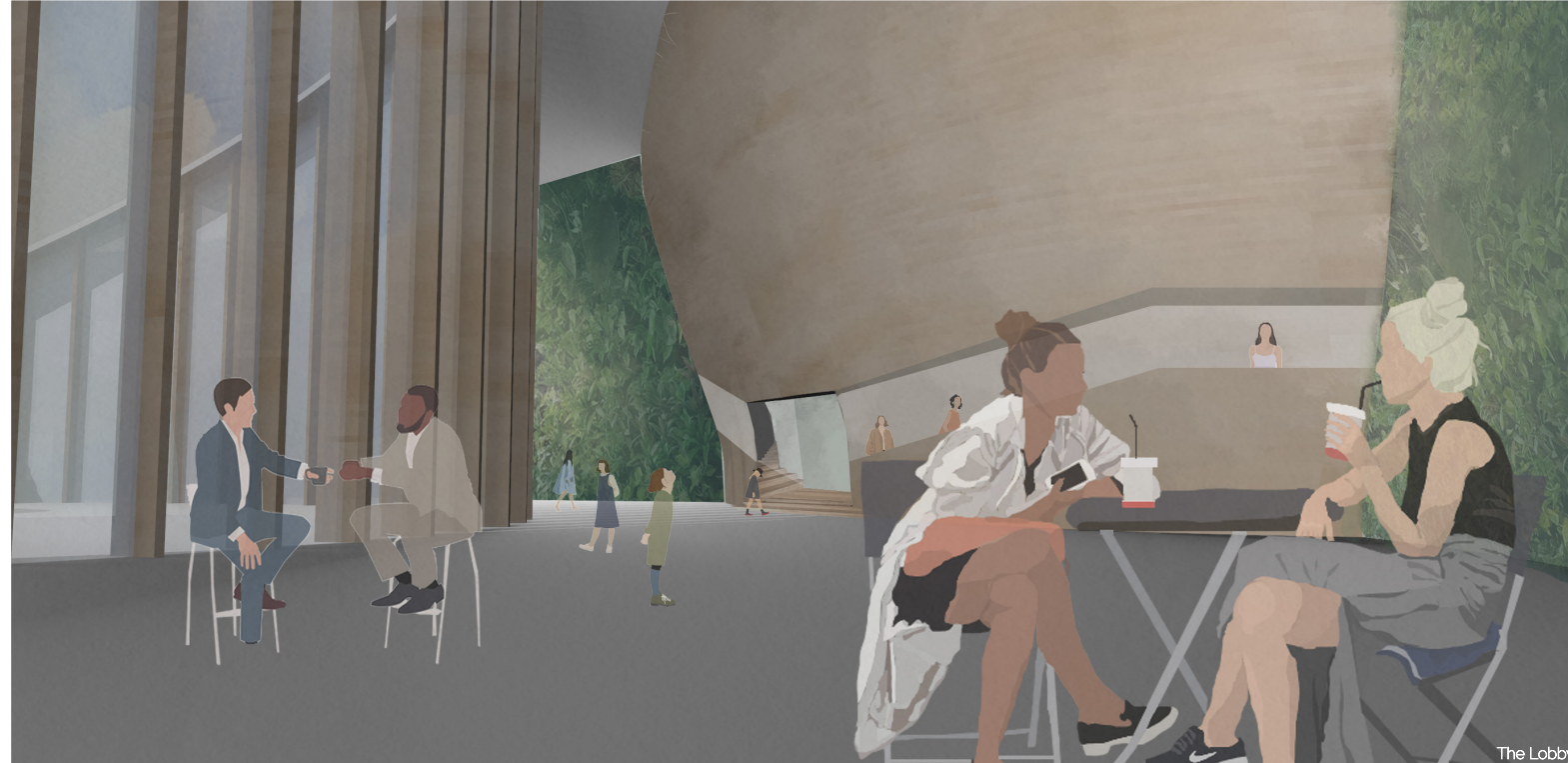
INLEDANDE REFLEKTION

Vi valde att lägga ett stort fokus på att integrera hållbarhet och akustik i vår byggnad vilket var en väldigt rolig utmaning. I detta projekt har jag fått en ökad förståelsen för akustiska principer och hur man tar hänsyn till akustik vid gestaltning. Likväl har jag fått en djupare förståelse kring hållbarhet och hur man kan bygga och designa med ett ständigt hållbarhetsfokus. Men det intressantaste med projektet upplever jag var att vi experimentera med att skapa ett samspel mellan akustik och hållbarhet. Genomgående i projektet

återfinns hållbara lösningar som främjar akustiken och vice versa. Ett exempel är solcellerna som förser byggnaden med energi samtidigt som dem är reflekterande ytor som reflekterar bort buller från motorvägen. Ett annat exempel är grönskan och vattnet som finns inne i konsertsalen vilket skapar en högre relativ fuktighet än vad som normalt är i en konsertsal. Detta görs bland annat för att främja sångarnas stämband vilka egentligen kräver en högre luftfuktighet samt ger en högre klarhet av ljudet likväl som det skapar en naturlig luftrening.



Exterior perspective



The Lobby



Interior perspective of the performance hall

THE LEAF

At a college in North Carolina, you will find this green building developed with a focus on the interaction between acoustics and sustainability. The half circle shaped building does not only look like a leaf, but also behaves like one.

Due to North Carolina's large amount of sun hours and periodic rainfall it is the perfect place for a green building. The wide diversity of native plants such as vines, flowers and trees that grows all over the building absorbs carbon dioxide and pollutants and brings oxygen to the site. The plants also increase the biodiversity at the site and have multiple acoustical functions. The building is entirely self-sufficient. The solar panel at the south facade covers the building's total energy supply as well as they act as sound reflectors. At the roof, covered with greenery, a small stream collects the rainwater which provides the building with gray water during drought periods. To further contribute to a building with a minimal environmental impact the main building material is wood.



HUMIDITY

The first ever opera full of greenery is found at our campus. The reflective and diffusive walls are covered with thin coating of vines and at the back of the opera a 48m² green wall of absorbing soil prevents reflections from behind. Water is peacefully flowing at the edges of the section walls. This provides the hall with a constantly high humidity at 55 percent. This is, according to multiple studies, the optimal humidity for the vocals of an opera singer. In comparison to the normal humidity around 40 percent which in the long run are harmful for the vocals this will benefit the singers significantly. The high humidity also improves the clarity of the opera since sound travels faster in a damp climate. This is quite spectacular!

AMPHITHEATER

As a supplement to the great performance hall the campus offers an amphitheater for outdoor performances. This is the first thing you'll notice when approaching the building. A circular staircase welcomes you to sit down and spend your coffee break underneath the big leaf while enjoying the music. This presents a natural connection between students and the life of opera. The leaf at the square provides protection from most weather conditions and the hard surface generates reflections to increase amplification of the sound from the performers to the audience.



The Amphitheater

THE LOBBY

When entering the lobby, a great wall covered with living greenery will embrace you. This wall increases the sound absorption and decreases the echoes and the reverberation time in the oblong and high lobby. Apart from a ticket-sale desk, a cafe and a wardrobe the lobby also contains an elevated restaurant isolated from the open space that can serve as a conference hall or reception area.

ROOF INSULATION

Since the opera is built semi-underground the roof of the building continues the adjacent hill where a walkable path is created. This results in an acoustical challenge to solve. The floating pavement is designed to deal with the resulting impact sound. It is built with a complete engineering plastic partition system with an upper plate, a spring system surrounded by vibration-absorbing material in the middle and a less rigid but stiff composite plate in the lower layer.



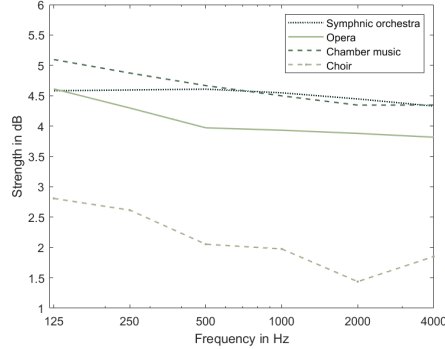
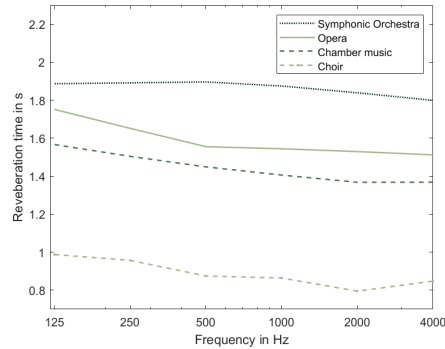
Conceptual sketch of the absorption wall

Conceptual sketch of the solar panels

THE ABSORPTION WALL

The acoustic partition wall has an absorbing side with thick soil covered with living greenery. There is a concrete load-bearing structure in the middle of the wall, followed by a decoupled timber structure enclosed in glass fiber insulation to achieve a more effective acoustic absorption. This wall recurs throughout the building where extra absorption is needed.

Conceptual sketch of the absorption wall seen from above

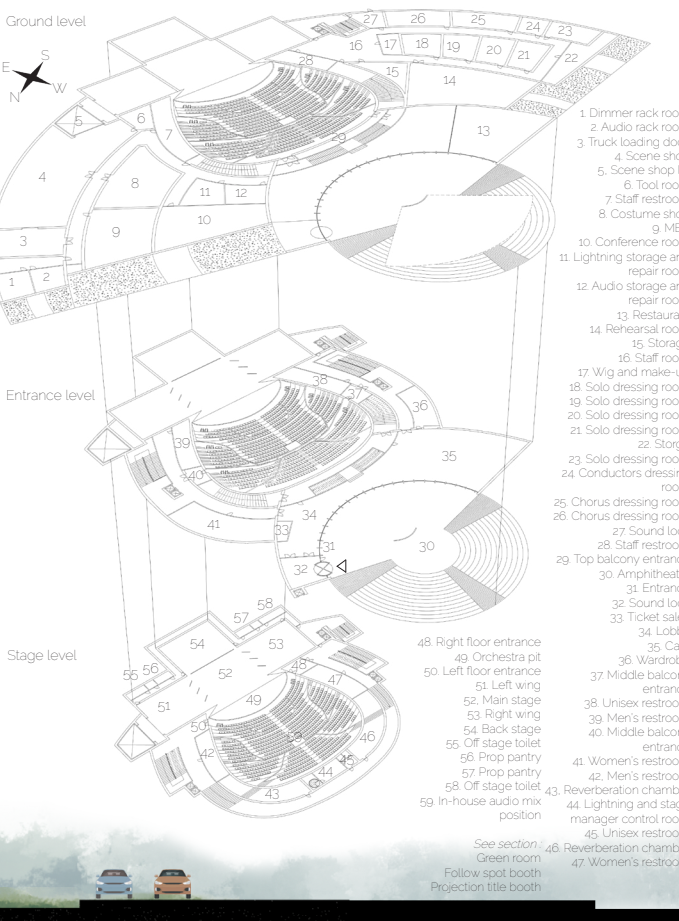


VARIABLE ACOUSTICS

The variability of the performance hall has been the main subject when constructing the hall. Four cases with different demands on the sound parameters have been considered: Symphonic Orchestra, Opera, Chamber music and Choral music. The most important measurements were the reverberation time and the strength (diagrams at the left-hand side). The parameters that make the variability in this hall, with a relatively high volume of 14 000m², is the possibility to change the volume with a flexible ceiling and hidden reverberation chambers.

To provide early reflections to the performers angled, moveable walls are placed at the wide wings. The wooden panel walls that divide the seating in sections contributes with early reflections and diffuses the sound to the audience at the main floor. A leaf fractioned in pieces, each part possible to move and angle depending on the performance, reflects sound and creates an initial time delay gap below 25ms.

To absorb desired frequencies 400 Helmholtz resonators are installed in the walls. The small slits form the shape of leaf veins and contains light sources that creates a dazzling shimmer on the walls.

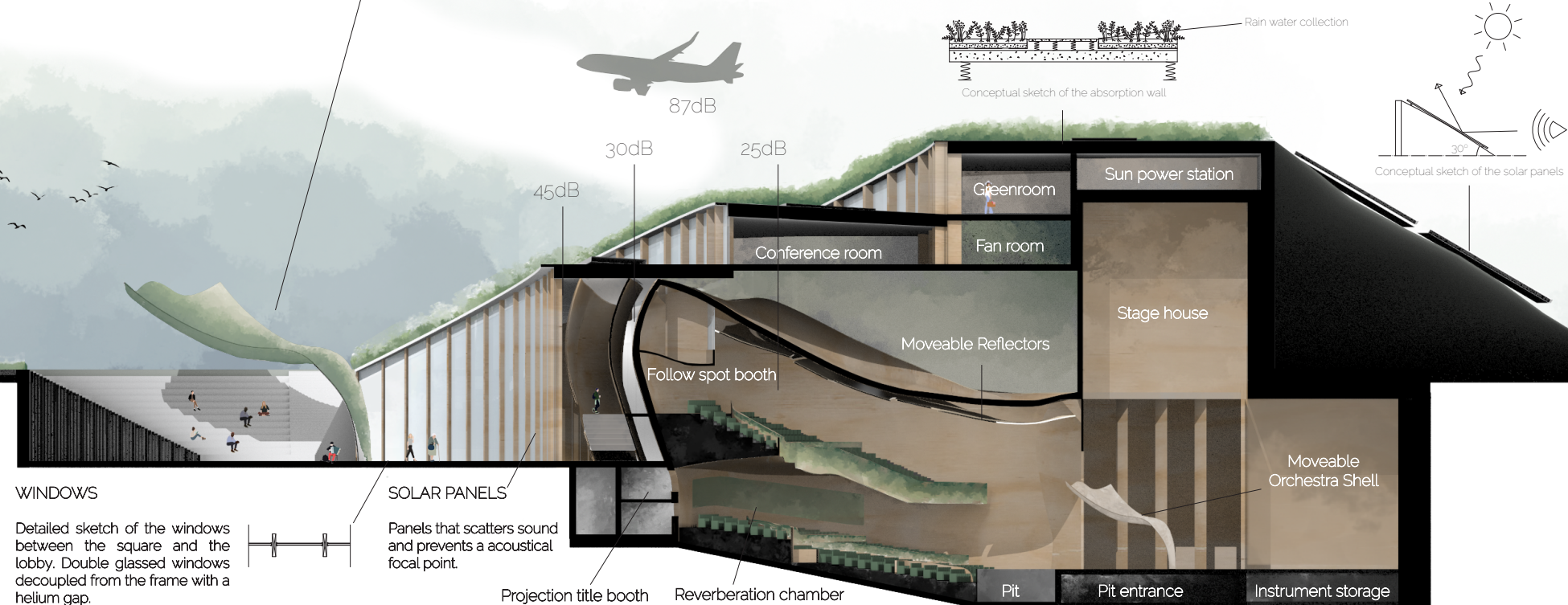


WINDOWS

Detailed sketch of the windows between the square and the lobby. Double glassed windows decoupled from the frame with a return gap.

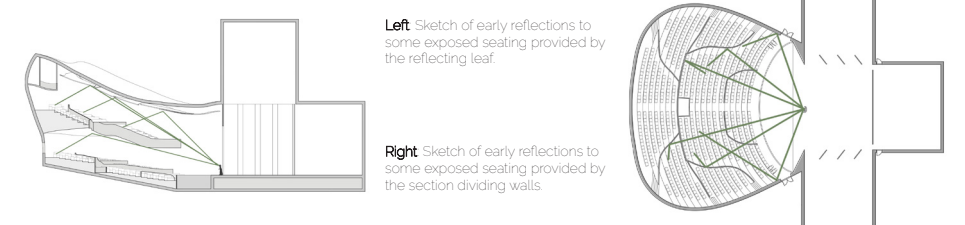
SOLAR PANELS

Panels that scatters sound and prevents an acoustical focal point.



REVERBERATION CHAMBER

The main floor contains two reverberation chambers while opened increases the volume of the hall with a total of 720 m³. The back wall of the chambers is an absorbing wall of greenery which prevents an echo disturbing the audience closest to the openings. During the music performances that requires a longer reverberation time, one or both chambers will be opened and gives students the opportunity to sneak by and listen for a while. This strengthens the easy connection from campus to the performance hall.

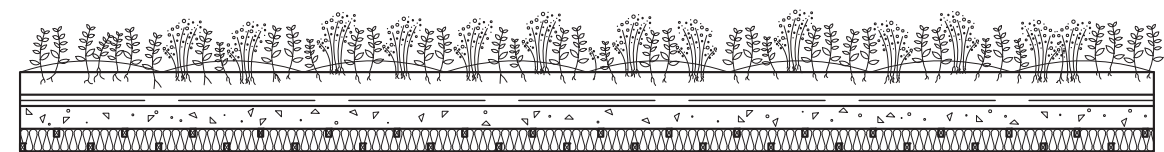


Left: Sketch of early reflections to some exposed seating provided by the reflecting leaf

Right: Sketch of early reflections to the exposed seating provided by the section dividing walls



Amfiteatern



Detaljerad skiss av den absorberande väggen sedd ovanifrån

ARKITEKTONISKA KVALITÉER

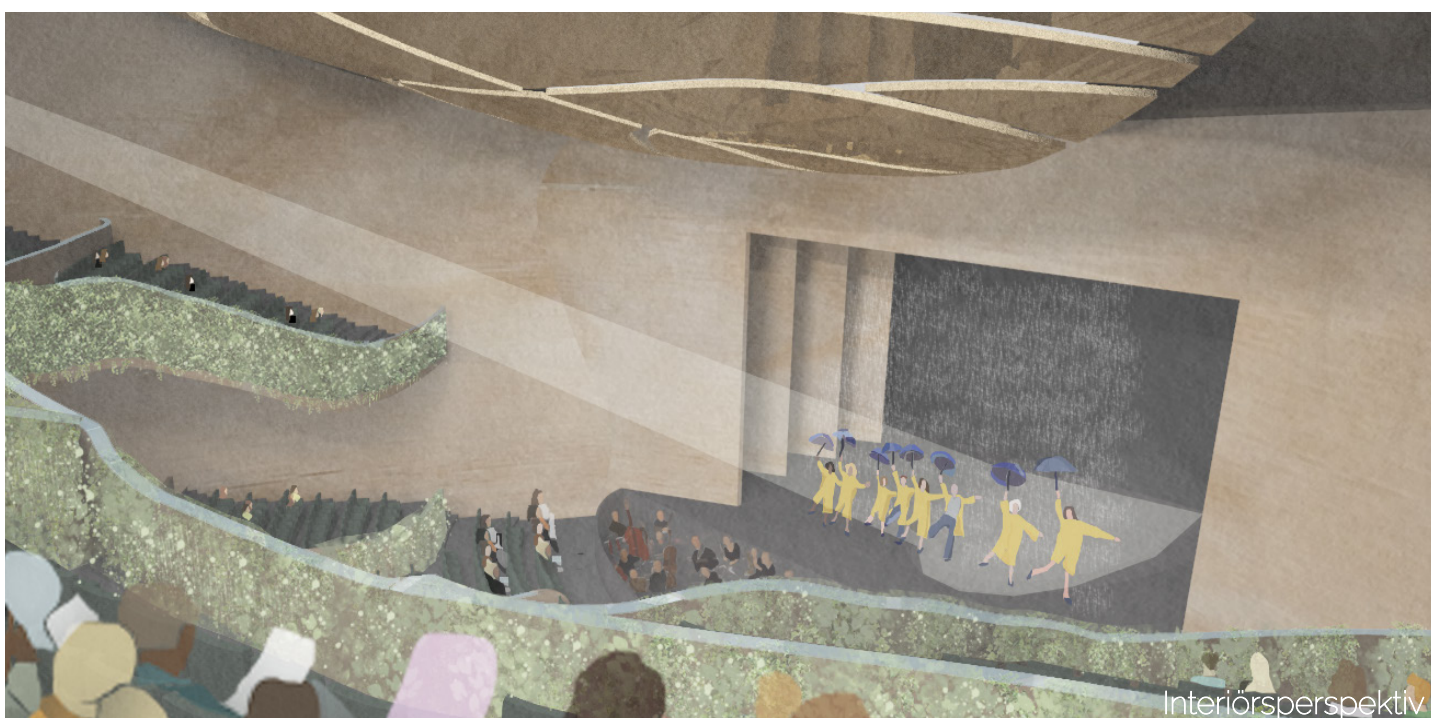
Jag tror att den starkaste kvalitén i vårt arkitekturförslag är växtligheten och hur den blir en naturligt integrerad del av byggnaden. De levande växterna kopplar samman inne och ute vilket gör gränserna suddiga. Jag tror även att växternas mångfunktionalitet är en stark del i förslaget där de både har akustiska funktioner, bidrar till inomhusklimatet samt skapar en miljömässigt hållbar plats. Vi har även arbetat mycket med att göra byggnaden till en lättillgänglig plats dit man kan gå även om man inte planerat att se en föreställning. Detta har vi förverkligat genom exempelvis förplatsen som är en stor amfiteater dit man kan gå för att ta del av utomhus uppträdanden. Denna utomhusscenen upplevde vi var en given del i en campusmiljö där man spontant kan framträda, träna på föreställningar eller bara umgås. För att göra konsertsalen till en lättillgänglig plats var våra så kallade "sneak peak-rooms" en viktig del i konceptet. Dessa rum fungerar som efterklangskammare som öppnas för att öka volymen i hallen och då dessa är öppna kan man som besökare gå in i rummen och för en stund lyssna på ett framträdande utan att egentligen behöva ha en biljett till en föreställning.

ARKITEKTUR OCH AKUSTIK

Integrationen mellan arkitekturen och akustiken har varit ett genomgående fokus för projektet. Då en viktig konceptuell del i projektet har varit grönskan har vi försökt att låta grönskan vandra in i byggnaden och använt den som grund i skapandet av akustiska prototyper. Den gröna absorberande väggen i lobbyn som absorberar reflektioner från det motstående glaspartiet är en tjock vägg med absorberande jord varpå grönskan växer ur jorden. På samma sätt har absorberande ytor skapats i konsertsalen. I konsertsalen finns även långsamt rinnande vatten som förser växterna med en naturlig bevattnings. Vattnet och växterna i salen medför en något högre luftfuktighet än vanligt vilket är mycket positivt för sångarnas stämband samt för klarheten av ljudet då ljud transporteras snabbare i ett fuktigare klimat. Utöver den levande grönskan har även symbolen av ett löv används som motiv exempelvis det justerbara, fragmenterade lövet i taket av salen som bidrar med tidiga reflektioner samt det reflekterande lövet på torget som amplifierar ljudet.



Lobbyn



Interiörspektiv

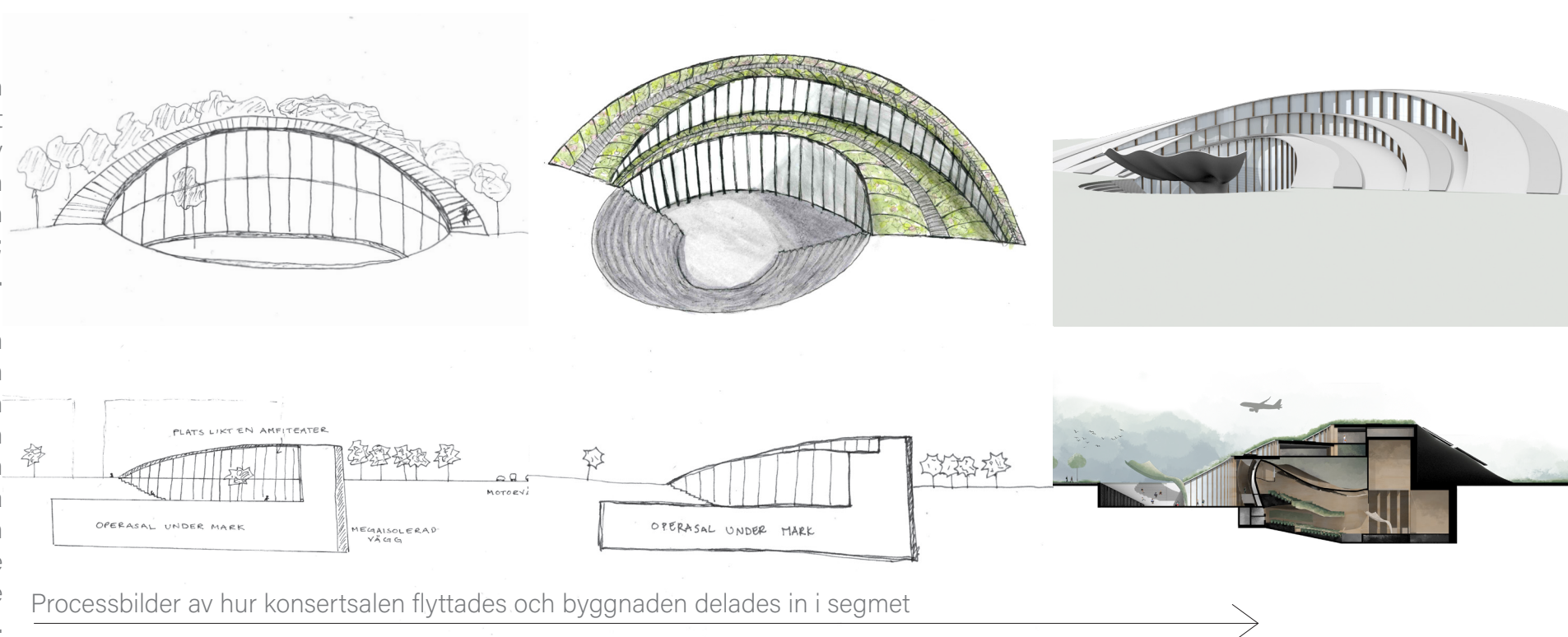


Exteriörspektiv

PROCESS

För att få in ljus längre in i den omslutande byggnaden som först enbart var en halvcirkel som omslöt amfiteatern delades byggnaden in i två delar varav den bakre fick vara högre för att få in överljus till den bakre delen av byggnaden. Dessa två delar fick i och med denna förändring naturligt en lövliknande form; likt två löv som ligger spegelvänt tätt intill varandra.

En tidig tanke var att placera operan under mark. Tanken var att placera operan under torget med amfiteatern men då detta skapade många problem med att få till rimliga och smidiga flöden fick vi tänka om. Vi lyfte upp operahallen och placerade den in i den omslutande byggnaden som fick bli djupare och högre för att rymma operan. Detta medförde att vi delade in den omslutande byggnaden ytterligare en gång. I stället för de tidigare två lövliknande delarna blev det nu tre för att likt tidigare få in ljus längre in i byggnaden. Denna process visas i skisser till höger.



Processbilder av hur konsertsalen flyttades och byggnaden delades in i segment

DESIGNFÖRSLAGETS METODIK

Designförslaget utgick från ett en studie av fenomen i naturen. De tre fenomenen som satte grunden för projektet var ett litet löv, en stock och en dal. Det lilla gröna lövet levde under en under en snötäckt stock i vintern. Det var något så hjärtvärmande i det lilla gröna lövet som verkade vara det enda som överlevde en vinter av snö och mörker. Detta lilla löv blev vårt signum och det som allt utgick ifrån. Dalen var en plats likt en amfiteater där vi upplevde att ljudet spreds och amplifierades på ett fascinerande sätt. Detta var det som gav som inspirationen att skapa en förplats likt en amfiteater för att väcka intresse till byggnaden och knyta ihop dem med campusmiljön. Stocken, vilken det lilla lövet levde under, var det som gav oss inspiration till hur man kan skapa en skyddad och ombonad miljö genom att låta marken omsluta platsen.

Det lilla lövet gick från att vara en symbol och ett monument till att bli något som lever och växer över, kring och i hela byggnaden. Det var ur det lilla lövet som tankar om hållbarhet och miljö växte fram och vidare blev det en utmaning att skapa en självklar anknötning mellan växtlighet, hållbarhet och akustik.

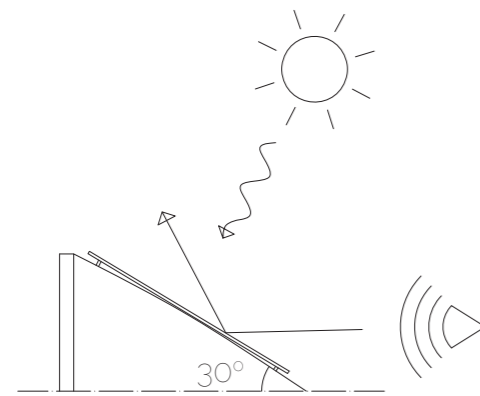
ARKITEKTUR, LJUS, STRUKTUR OCH KLIMAT

Byggnaden blev väldigt djup för att rymma operan och de övriga funktionerna som krävs i en byggnad likt denna, därför valde vi att dela upp byggnaden i flera segment där varje segment sträcker sig högre än det tidigare. Detta gjorde det möjligt att få in dagsljus längre in i byggnaden. Något som vi borde arbetat mer med är att få in naturligt dagsljus i konsertsalen då vi redan hade skapat förutsättningar för att åstadkomma det hade det varit en enkel idé som stärkt vårt koncept.

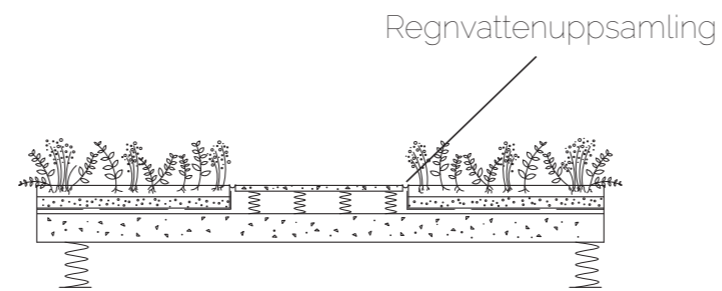
Byggnadens struktur är en relativt enkel och ren konstruktion med pelare och balkar i trä. Pelarna i den glasade fasaden fungerar även som solavskärmning då dem är relativt djupa och även ökar i djup åt den riktning där mest solavskärmning krävs.

Klimatet har varit ett stort fokusområde för projektet där växtligheten spelar en stor roll. Växterna interiört bidrar med att rena luften och tar naturligt upp koldioxid samt förser luften med syre. Genom att plantera ursprungsväxter exteriört på och kring byggnaden bidrar detta till en ökad biodiversitet på platsen samt underlättar dagvattenhantering. Visionen var att skapa en självförsörjande byggnad och för att förse byggnaden med energi är solceller placerade på byggnadens södra fasad som är riktad mot vägen. Solcellerna har även en akustisk funktion då dem reflekterar bort buller. Byggnaden samlar även naturlig upp regnvatten längs rännor på taket för att förse byggnaden med gråvatten.

Vänster
Bild av
skuggspel i
lobbyn



Konceptuell skiss av solcellerna som förser byggnaden med energi samt reflekterar bort buller.



Detaljerad skiss av takkonstruktionen

SAMMANFATTANDE REFLEKTION

Projektet har varit otroligt utvecklande. Det har känts väldigt kreativt gränslöst trots att det funnits tydliga ramar att förhålla sig till. Jag upplever att jag stärkt mitt personliga formspråk och utvecklats i att skapa en helhet utifrån flera olika ingångsperspektiv så som bland annat akustik, arkitektur och klimat. Jag har även fått fördjupad förståelse kring akustik och hur man tar hänsyn till akustik vid design och formgivning. Det har varit väldigt utvecklande att arbeta tillsammans med mastersstudenterna i akustik. Jag upplever att vårt samarbete har fungerat väldigt bra och att vi har haft intressanta diskussioner och utbyte av kunskap. Hade vi fortsatt arbetet med projektet hade jag definitivt velat få in dagsljus i operan samt gärna utforskat mer hur växtligheten och akustiken förhåller sig till varandra. Detta var något vi arbetade en del med men jag hade gärna fortsatt den utforskningen. I sin helhet är jag väldigt nöjd med resultatet och projektet känns väldigt personligt.