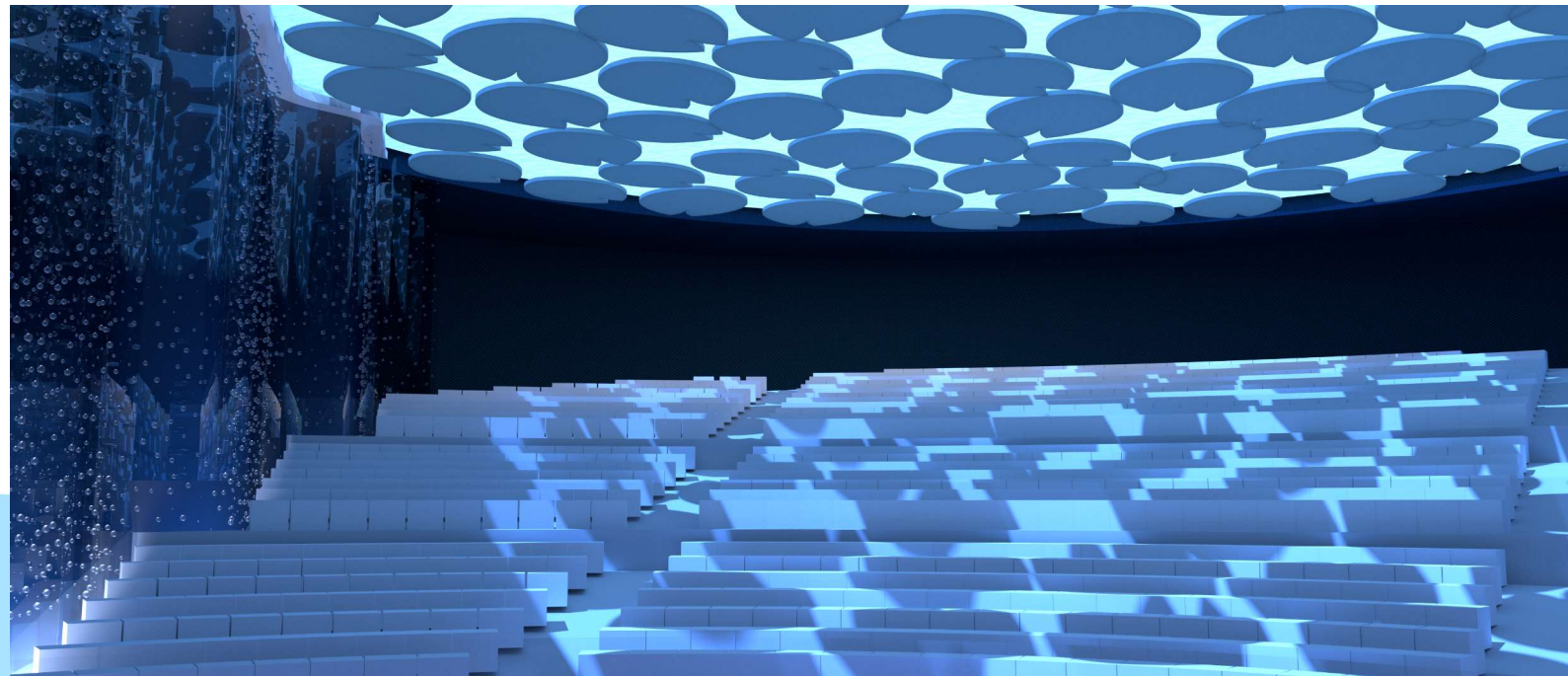


THE WATER LILY

PORTFOLIO AV IRJA NILSSON NYBERG



Kurs: Kandidatarbete i Arkitektur och Teknik

Omfattning: 15 hp

Termin: Vårterminen 2021

Grupp: Irja Nilsson Nyberg, Helena Krantz,
Linnéa Bjelkvik, Hanna Persson

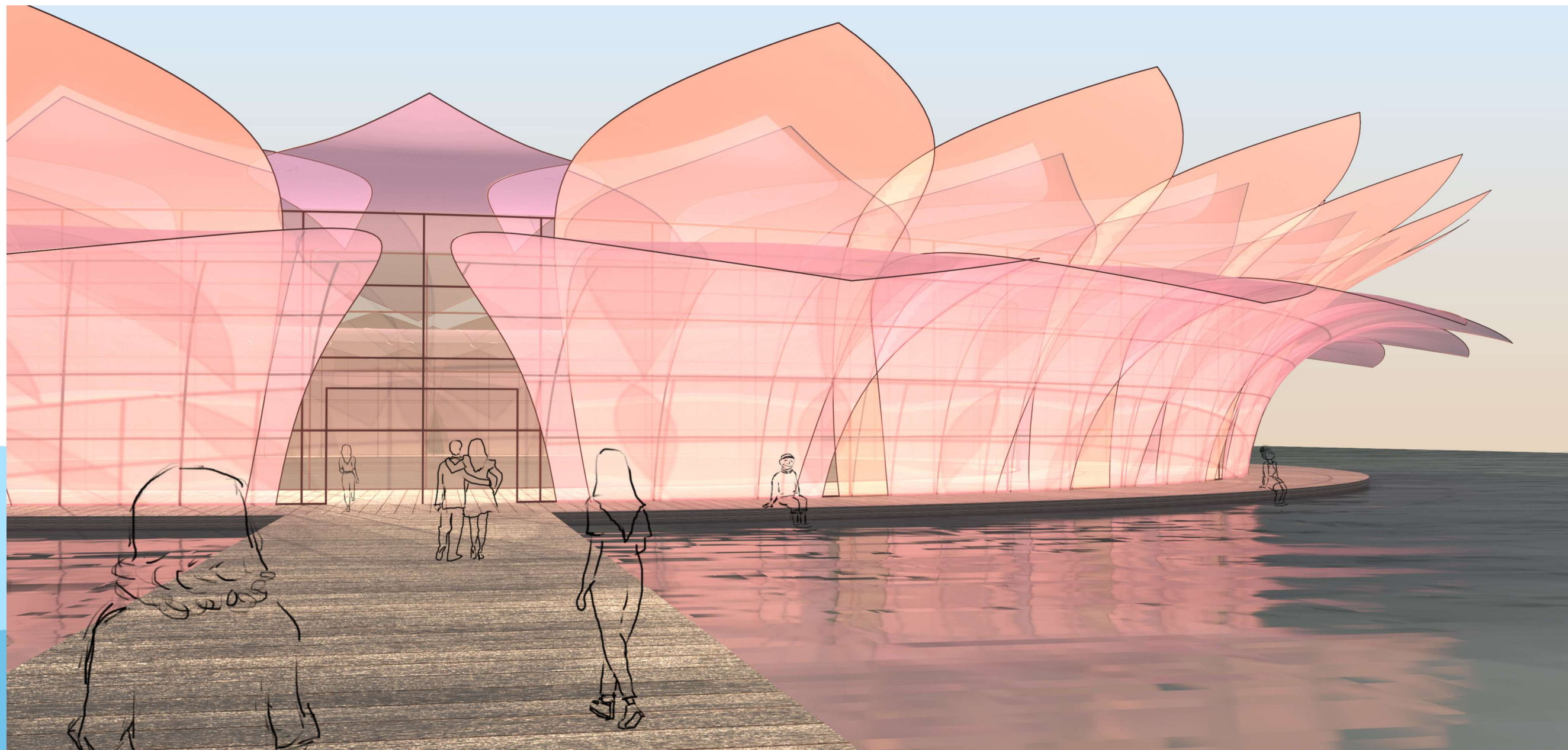
Lärare: Morten Lund, Peter Christensson,
Wolfgang Kropp

Examinator: Karl-Gunnar Olsson

Uppgiften för kandidatarbetet i Arkitektur och Teknik vårterminen 2021 var att utforma en konsertsal främst för opera, till en musikhögskola.

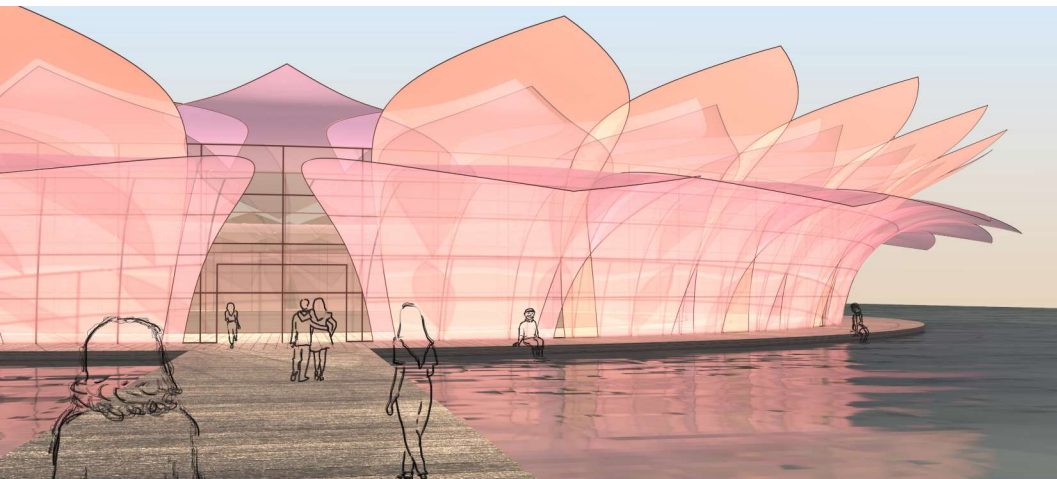
Utformningen är gjord utifrån arkitektur såväl som akustik och är ett programöverskridande samarbete mellan Arkitektur och Teknik och studenter från mastern Sound and Vibration.

Projektet följer programbeskrivningen från The Newman Fund 2021 Student Design Competition.



VISION

Vi vill skapa en design som väcker nyfikenhet och glädje för både studenter, besökare och förbipasserande. Ett projekt där rörelsen genom byggnaden är en lika stor upplevelse som operaföreställningen i sig. Vi vill skapa en oförglömlig musikupplevelse under vatten.



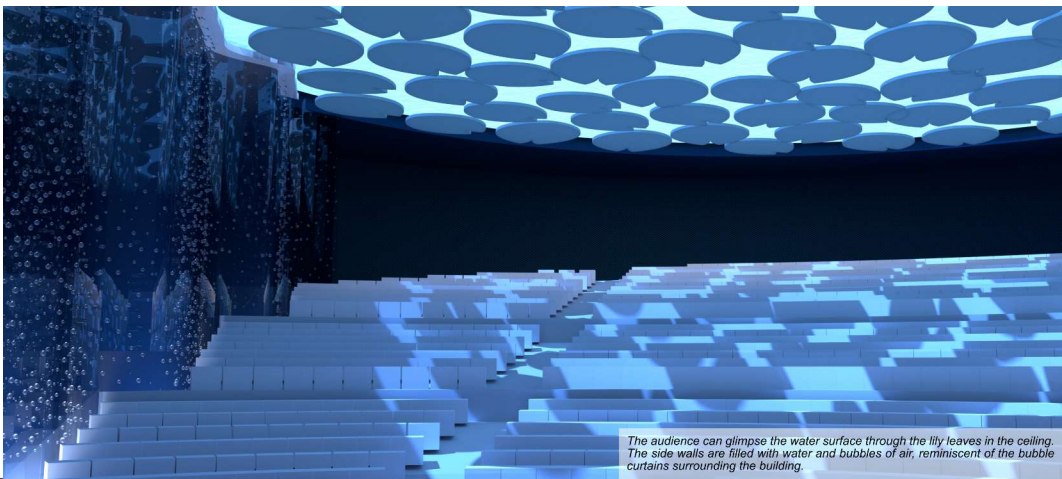
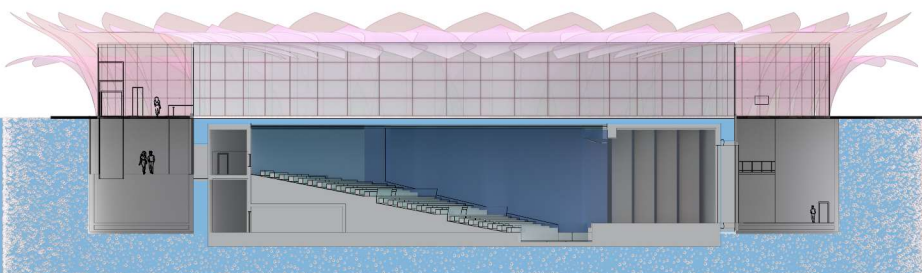
The Water Lily

Imagine music underwater. Blue light dancing from the ceiling through leaves of water lilies. Mesmerizing bubbles fill the walls.

Like a water lily the building rests on the water surface. Hiding its inner core, the performance hall, completely surrounded by water to protect from noise above.

The noise from outside is replaced by excited chatter as you walk into the lobby. The audience is led down in the water by a stairway next to the glazed facade. Once you have reached the floor below, you find yourself in a spacious room with big windows looking out into the water. In the music hall the sound is once again replaced, now by an anticipatory silence.

The deck surrounding the building is a nice place for students to study or practice. There is room for sitting on the edge, dipping your toes in the water on warm days. The petals on top of the building shades the deck from direct sunlight and creates a roof for rainy days. The lobby can open up to the deck and entice the visitors for a drink or walk outside during intermission.



The audience can glimpse the water surface through the lily leaves in the ceiling. The side walls are filled with water and bubbles of air, reminiscent of the bubble curtains surrounding the building.

THE LOBBY

The entrance is reached by a floating pier connected to the deck surrounding the building. Directly inside is the lobby with both study places for the students and mingle spaces with a bar for visitors. The two spaces are divided by the wardrobe and can be separated with sliding walls when having separate events. The lobby can be reached from two entrances, one in each part.

To reduce the noise from outside in the lobby we will use a double glass wall and roof with an air gap in between. Inside the lobby we will use acoustical sails in the ceiling to absorb sound created by people.

INDOOR CLIMATE

The petals on top of the building protects the glass facade from direct sunlight and will dampen the heat in the lobby. In the opera hall, the surrounding water will cool down the building and reduce the need of air conditioning. The MER-room under the audience is to make sure the opera hall has a nice indoor climate and ventilation. The supply air in the opera hall will come from under the seats and the exhaust air can be taken out near the ceiling and used in the bubble curtains and walls.

Many rooms producing sound, like restrooms and MER-room, are placed in the outer building.

BUILDING STRUCTURE

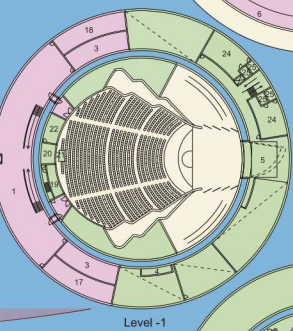
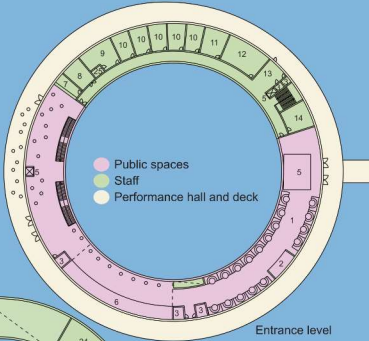
The building will be floating to follow changes in water levels. The building will use the principle of a boat where it displaces a big amount of water to get a greater buoyancy force holding it up. The building will be held in place by poles where the building can move freely up and down, but not sideways. The floating structure makes this concept flexible and it can be constructed and moved to many waters.

THE PIER

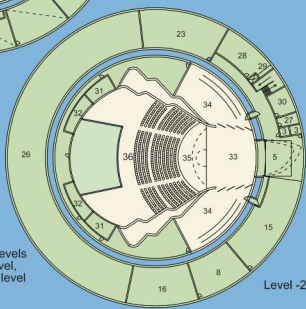
The pier leading out to the building can also be used by trucks when there is material to be transported to the building. The load of the truck can be placed on the floor of the lobby. The floor is a big elevator and can descend to the scene shop.

PLANS 1:500

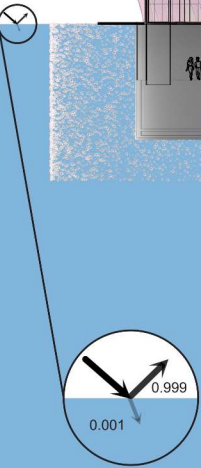
1. Lobby
2. Cafeteria
3. Restroom unisex
4. Shaft
5. Elevator
6. Wardrobe
7. Bar
8. Storage
9. Dressing conductor
10. Dressing room solo
11. Wig & Make Up
12. Costume shop
13. Lounge
14. Office



15. Scene shop
16. MER-room
17. Restroom Men
18. Restroom Women
19. Follow spot booth
20. Projection/title booth
21. Audio mix
22. Lighting & stage manager
23. Rehearsal
24. Dressing room 14 ppl
25. WC with shower
26. Space for weight equalization



27. Prop pantry
28. Green room
29. Pantry
30. Quick change
31. Audio and lighting storage
32. Dimmer and audio rack
33. Stage
34. Stage wings
35. Orchestra pit: 3 parts & 3 levels
36. Seats: 1 150 - pit on pit level, >1 200 - pit on seating level



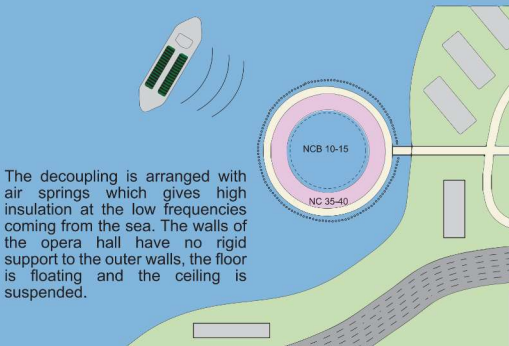
WATER AND SOUND

The impedance difference between water and air results in the water surface behaving like a sound reflector. With a reflection of 99.9% and transmission of 0.1% the water reflects most airborne noise coming from the nearby highway and aircrafts.

In the opera hall we want to have a NCB-level between 10 and 15. By placing the opera hall in the water we can take advantage of the impedance difference as well as a water layer for insulation.

UNDERWATER NOISE

Being underwater, we need to consider noise coming from the water, both natural and man-made. We are using bubble curtains to reduce the ambient noise in the water. The impedance contrast creates reflection, while the bubbles, to some extent, also will resonate and absorb sound energy. The remaining sound in the water will be taken care of by the roof and the walls constructed with the room in room principle, using a combination of solid (concrete) and soft material (air) which decouples the opera hall from the outer room and gives good insulation.



The decoupling is arranged with air springs which gives high insulation at the low frequencies coming from the sea. The walls of the opera hall have no rigid support to the outer walls, the floor is floating and the ceiling is suspended.

REVERBERATION TIME

There are three main ways to change the hall for variable acoustics.

The volume of the room can be increased by moving the side walls outwards.

The back wall is supplemented with curtains to prevent echo.

The water lily leaves are made of polycarbonate on one side and cotton fabric on the other, spaced 6 mm from the plastic. The leaves can rotate to show the more reflective or absorbent surface.

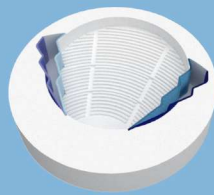
The walls and roof are made of polycarbonate with an uneven surface to diffuse the sound.

To even out the reverberation time of the higher and the lower frequencies, there are Helmholtz resonators for the lower frequencies placed in the back wall. The amount of used resonators can be altered for various reverberation times, by opening or closing the holes with a sliding hatch.

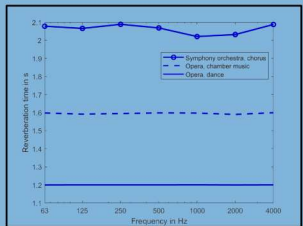
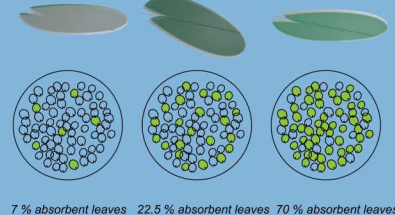
REHEARSAL ROOM

The rehearsal room has high ceilings to enable a long reverberation time and there are water lily leaves, similar to the ones in the opera hall, for variable acoustics.

The room is located in the outer building, away from the noise of the scene shop and lobby.



Adjustable volume in the opera hall



Examples of reverberation times for various performances

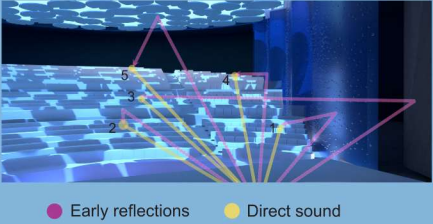
Performance	Reverberation time	Volume	Curtains	Leaves
Opera, dance	1.2 s	9810 m3	30 %	70 %
Opera, chamber music	1.6 s	9810 m3	30 %	22.5 %
Symphony orchestra, chorus	2.1 s	11210 m3	10 %	7 %

REFLECTORS AND EARLY SOUND

To gain a high clarity value, we want early reflections with a small initial time delay gap between direct sound and reflected sound, a maximum of 20 ms. The low ceiling, the curved sidewalls and the section walls in the audience all contribute to early reflections. The side walls on stage are movable to direct the sound reflections where needed.

The leaves hanging above the stage help direct the sound outwards as well.

For a smaller ensemble or orchestra there are portable shells that can be used for directing the sound and increasing the amount of early reflections. The shells are the same shape as the petals from outside.



Early reflections Direct sound

PRESENTATION

EN BILD I ORD

Föreställ dig musik under vatten. Ett blått skimrande ljus tränger sig in mellan näckrosbladen ovanför dig och dansar på väggarna som fylls av tusentals bubblor.

Som en näckros vilar byggnaden på vattenytan. Under vattnet gömmer sig operasalen, skyddad från yttre ljud.

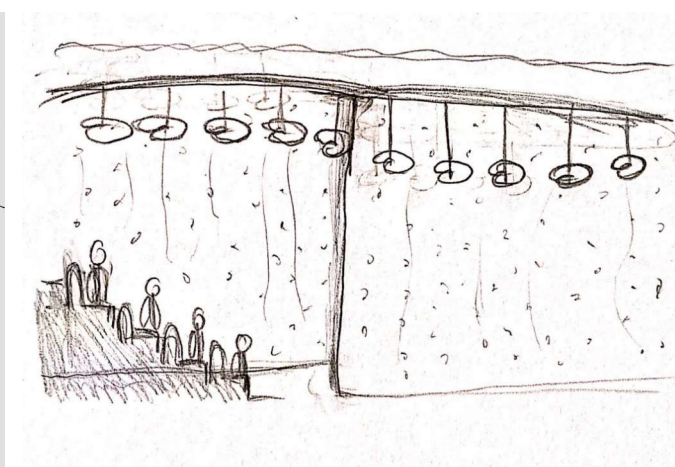
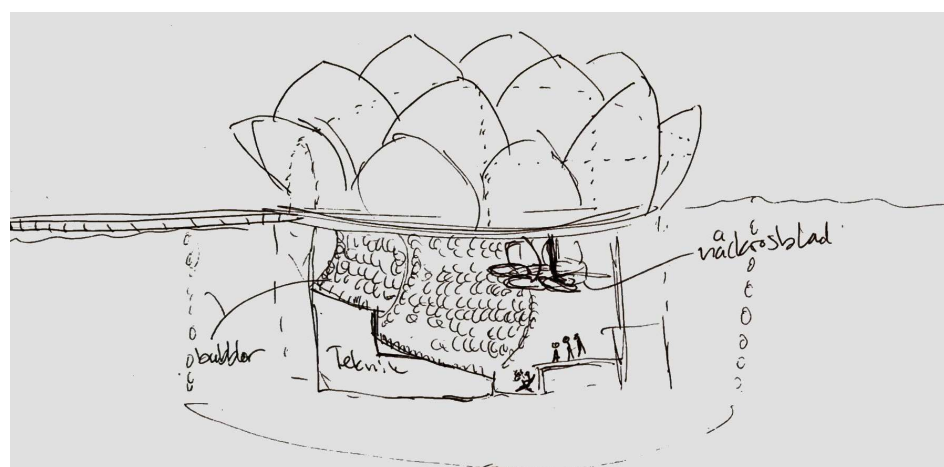
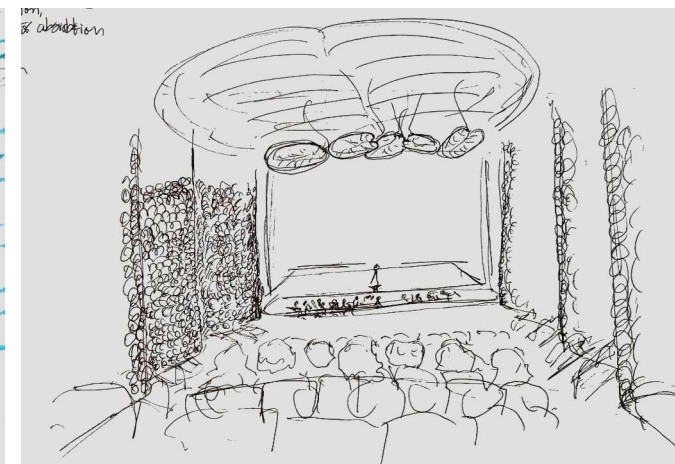
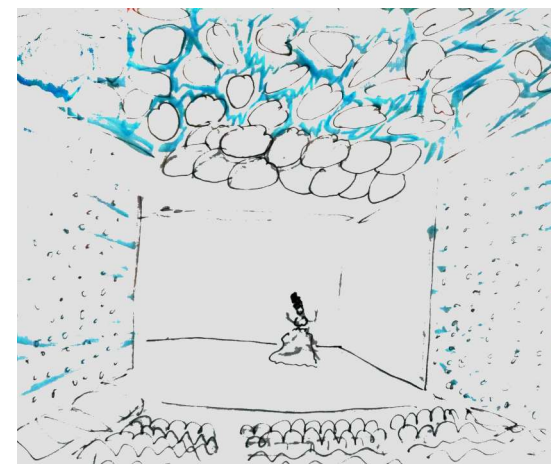
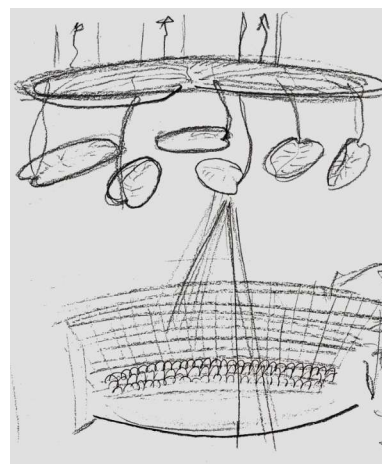
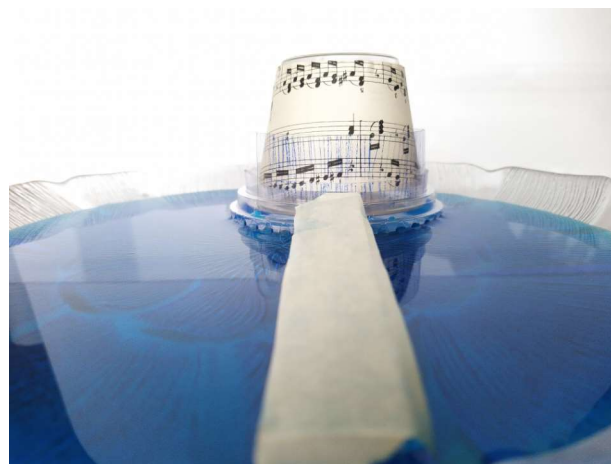
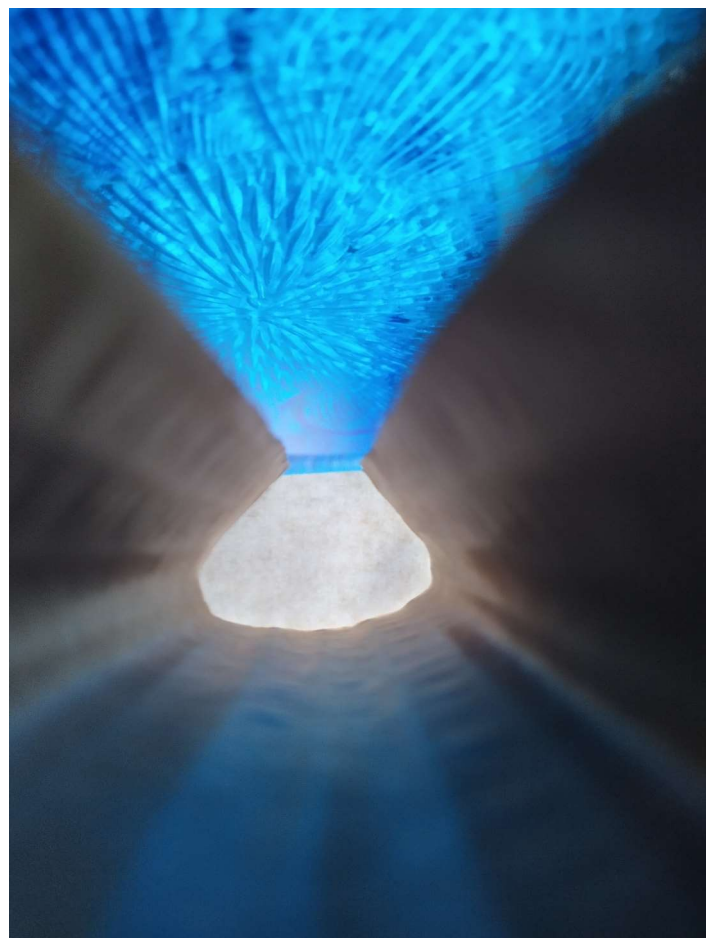
PLANSCHERNA

Färg har varit en stor del av projektet och något som vi använt oss av i ett tidigt stadium i skisser och modeller. I arbetet med planscherna tog vi beslutet att även här använda oss av färger för att förtydliga och lyfta fram vårt koncept. Våra färgglada planscher har även varit en fördel vid presentationerna då de gjort ett starkt intryck och väckt intresse.

KRITIKEN

Då vi fokuserat mycket på upplevelsen av platsen var det kul att få flera kommentarer likt: *"En plats jag vill besöka", "En fantastisk upplevelse!"* och *"Jag är nyfiken och vill se mer, hur ser det ut inne i lobbyn?"*. Ett bevis på att vår vision gått fram. En kommentar lyfte särskilt fördelen med färgsättning av våra planer för tydlighet.

En del av kommentarerna vi fick berörde det strukturella och hur vi skyddar byggnaden från ljud under vatten, samt funderingar om hur bubbelgardinen fungerar. Detta är delar som vi förklarar i vår text men som inte framgick tydligt i de muntliga presentationerna. Då det är mycket text hade det varit en fördel att ersätta en del text med bilder eller diagram.



PROCESS

TRE BLIR ETT

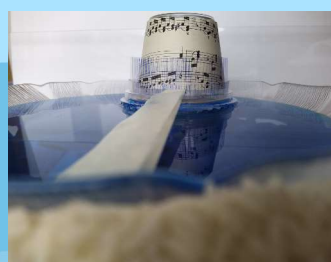
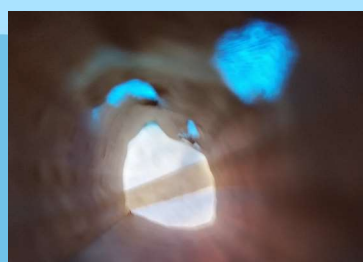
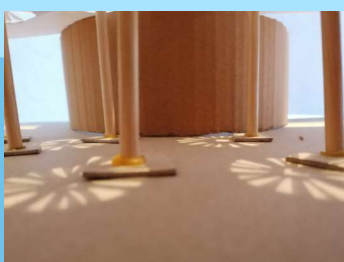
Under kursens första vecka begav vi oss ut i naturen för att filma olika platser utifrån fenomenen dagsljus, ljud, krafter i naturen samt mikroklimat. För varje plats skissade vi en sektion. Med utgångspunkt i våra sektioner skissade vi och tog fram modeller till tre olika koncept. *The Rabbit Hole*, *In To The Woods* och *The Water Lily*. Efter att ha arbetat parallellt med alla förslag var det slutligen dags att välja ett. Vi tog med oss kvalitéer från alla tre koncepten men valde att ta oss an utmaningen med *The Water Lily*, ett operahus på vatten.

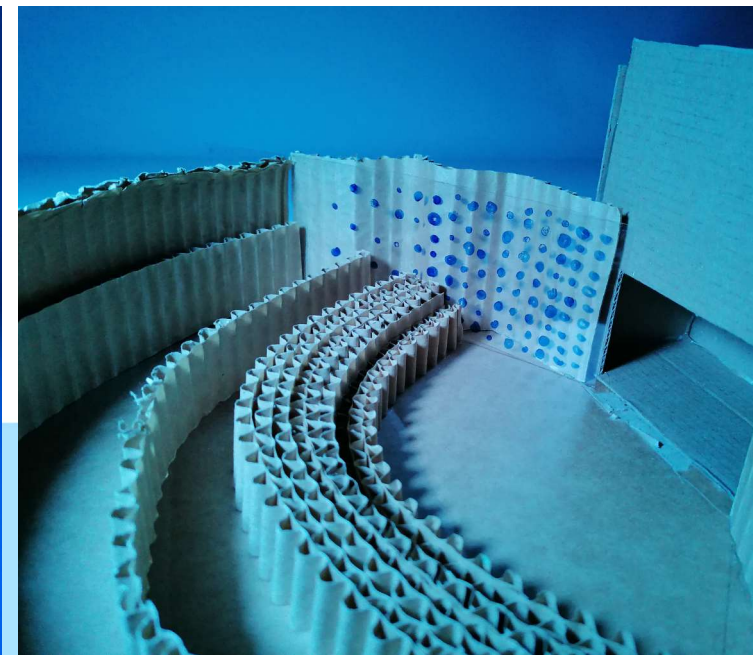
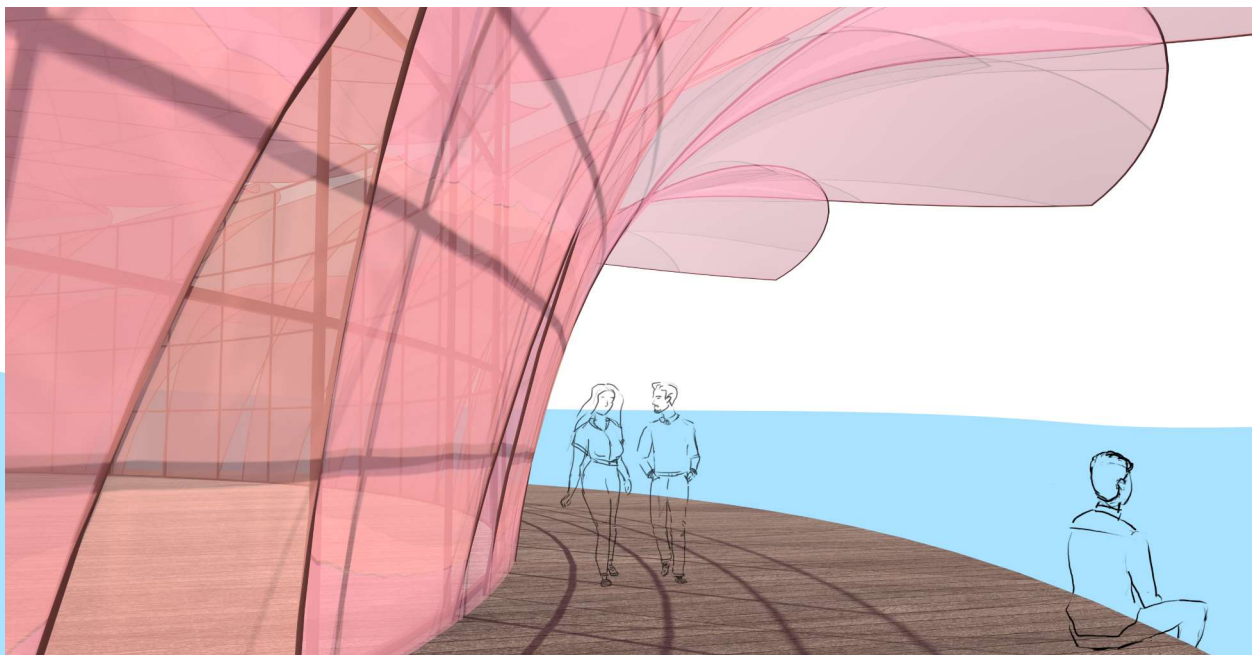
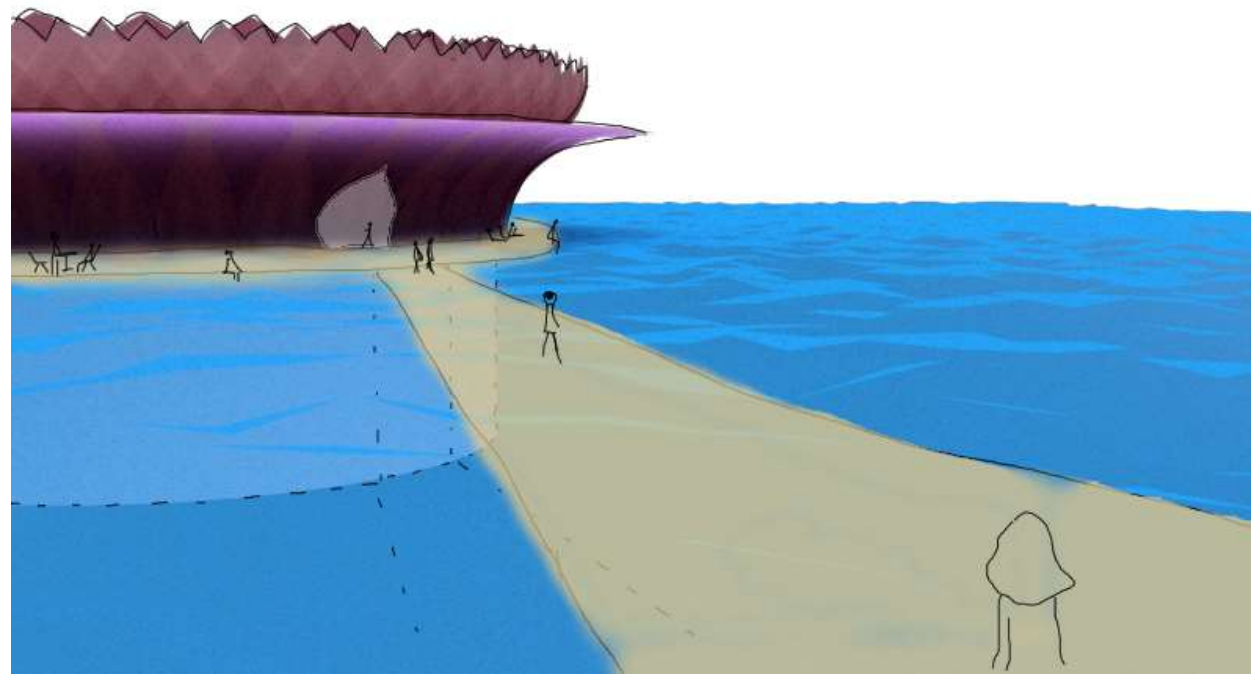
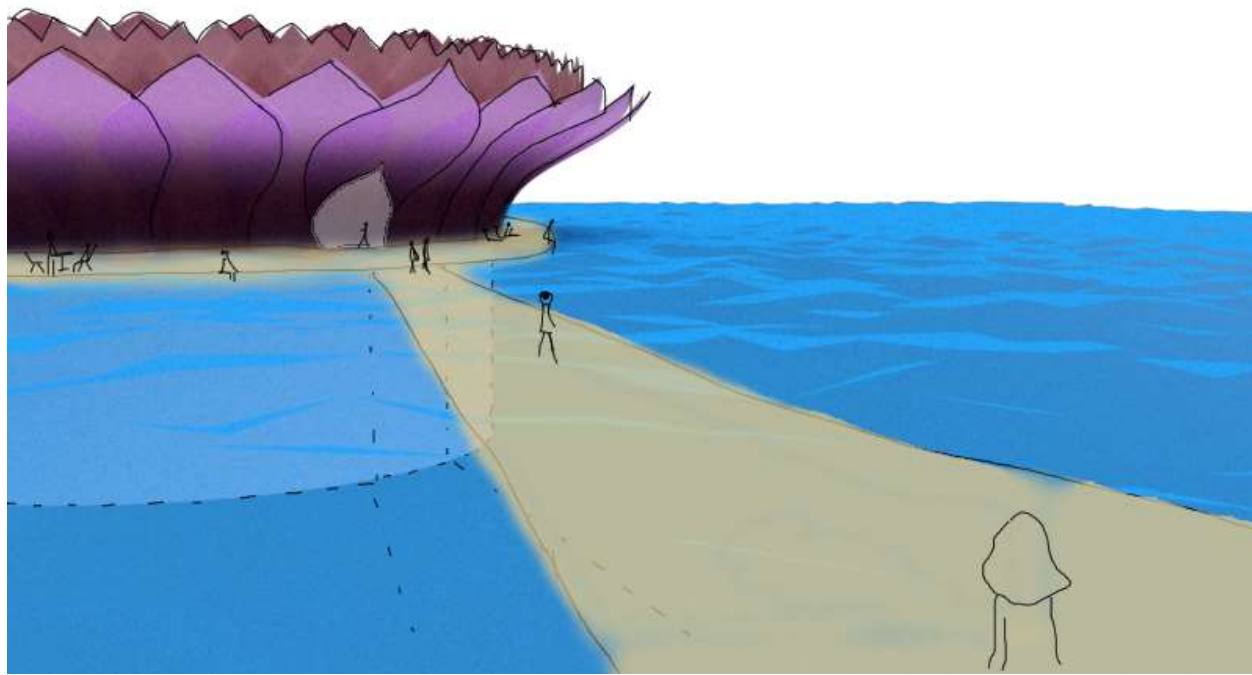
Från *In To The Woods* tog vi med oss ljusspel från trädskronorna där trädskronorna ersattes av näckrosblad. Gångar under vatten i *The Rabbit Hole* utvecklades till operasal under vatten i *The Water Lily*.

Det var inte självklart att vi skulle gå vidare med just *The Water Lily*. Det stod mellan den och *In To The Woods*. Efter att ha diskuterat båda projekten tillsammans med vår akustiker kom vi fram till att vi alla lockades av utmaningen med att arbeta med vatten.

SKISSER OCH MODELLER

Att skissa har varit en viktig del under hela processen för att få ner våra tankar på papper och tidigt skapa en gemensam bild av projektet. Vi har även använt oss av snabba skissmodeller för en ökad förståelse. Även senare i processen har vi återgått till skisser för att undersöka olika lösningar. Dessa har fungerat som bra komplement och förlagor till vår digitala modell som är gjord med parametrisk design.



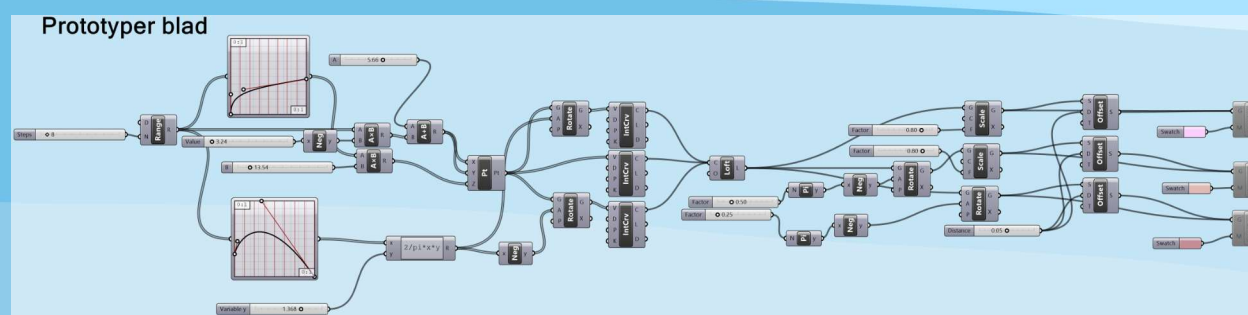


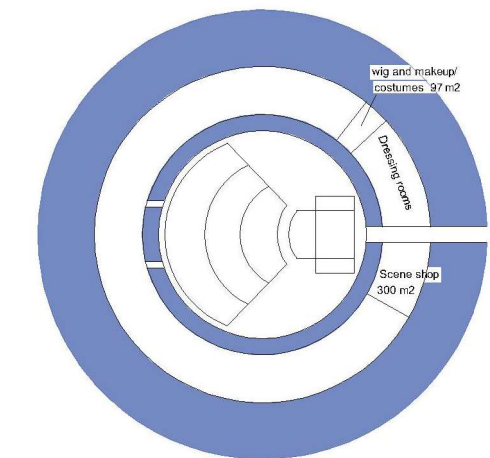
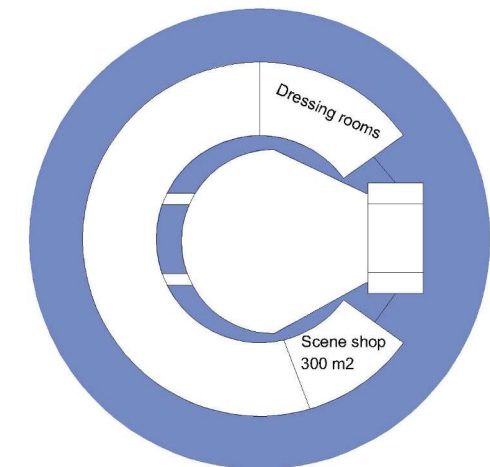
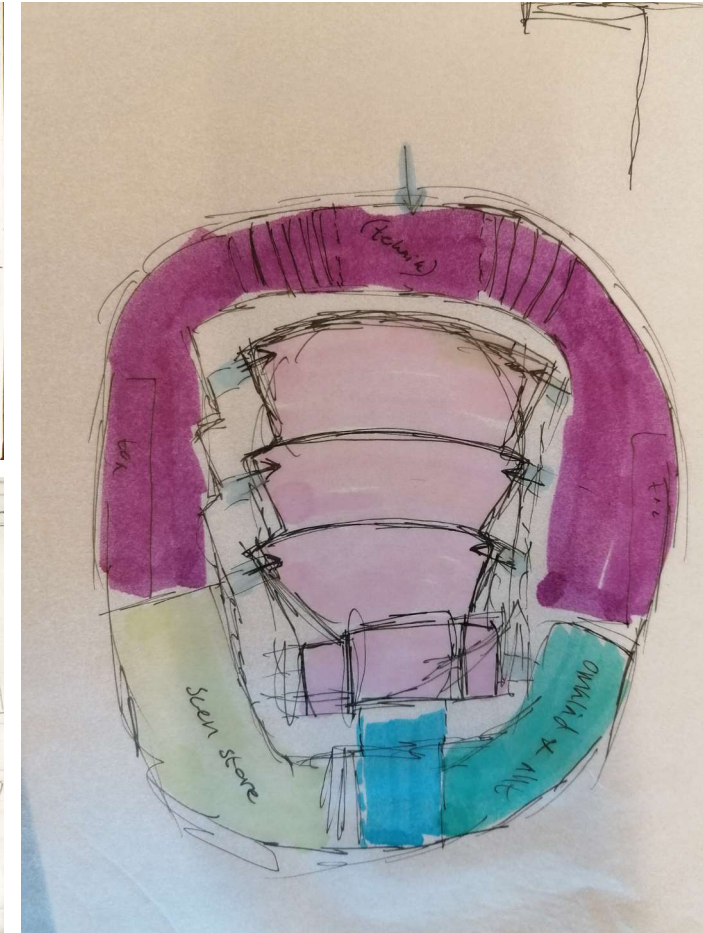
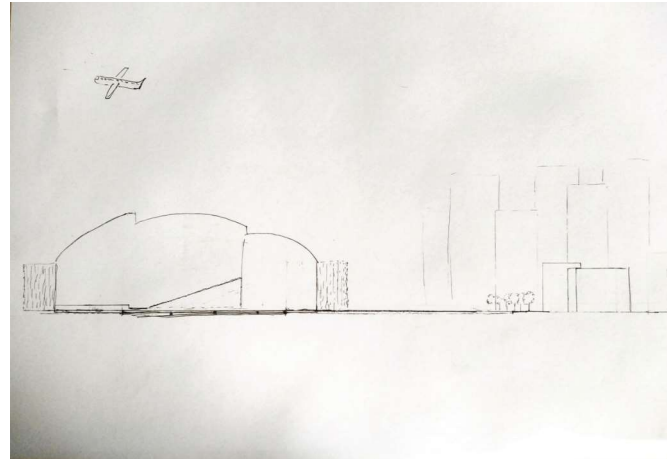
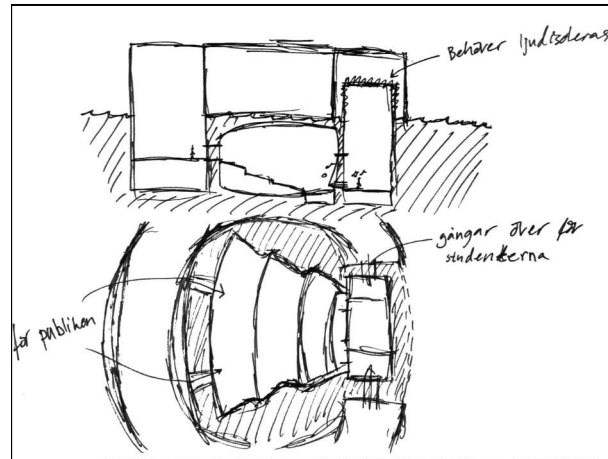
PARAMETRISK DESIGN

Vi har använt oss av *Grasshopper* i *Rhino* för att utforma vår digitala modell. Detta har gjort det möjligt att göra stora ändringar på ett smidigt sätt även sent i processen genom att bara ändra små parametrar i scriptet.

Detta var andra gången jag använde *Grasshopper* i ett projekt men denna gång gjorde vi det i mycket större utsträckning då modellen är gjord nästan uteslutande i *Grasshopper* där *Rhino* använts främst för materialval och renderingar.

Det har varit otroligt lärorikt att använda paramterisk design i detta projekt. Jag kan nu säga att jag är bekväm med att använda mig av *Grasshopper* som designverktyg och det är någonting jag vill implementera även i framtida projekt.





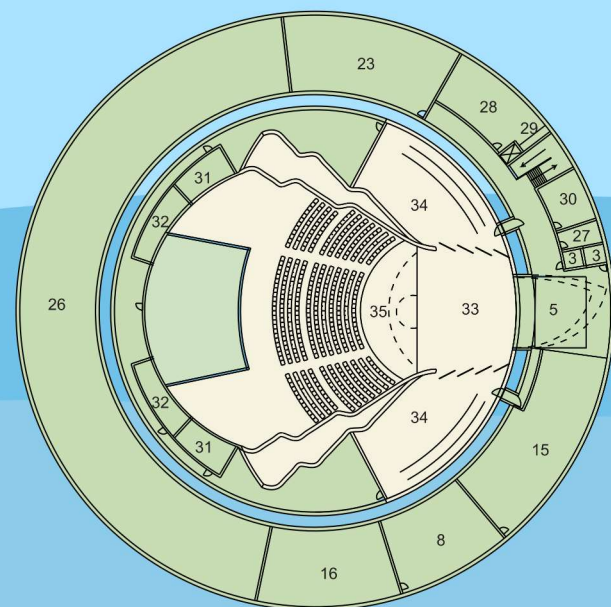
PLANERNA

Den cirkulära formen blev till som ett omslutande skal runt konsertsalen innan denna sjönk ner för att vila under vattenytan. Cirkeln passade väl in med visionen om en blomma och blev en naturlig del av utformningen.

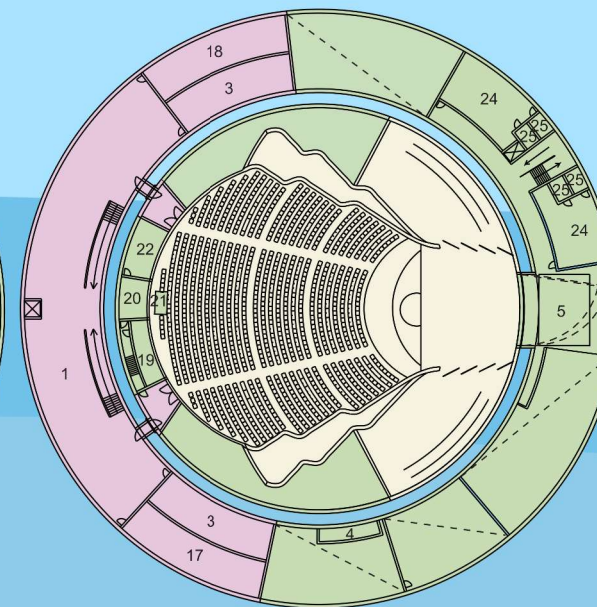
Eftersom konsertsalen ligger på ett campus var det viktigt att utforma en god miljö för besökare såväl som studenter. Därför är lobbyn uppdelad i två delar, en mingelyta med bar för pausservering eller event samt ett kafé med gott om studieplatser.

Vid utformning av scenen diskuterade vi länge olika lösningar för scenhuset. För att minimera höjden på byggnaden ersatte vi det konventionella scenhuset med extra djupa sidovingar som rymmer kulisser. Dessa är med fördel välvda och kan skjutas in på scenen med hjälp av skenor.

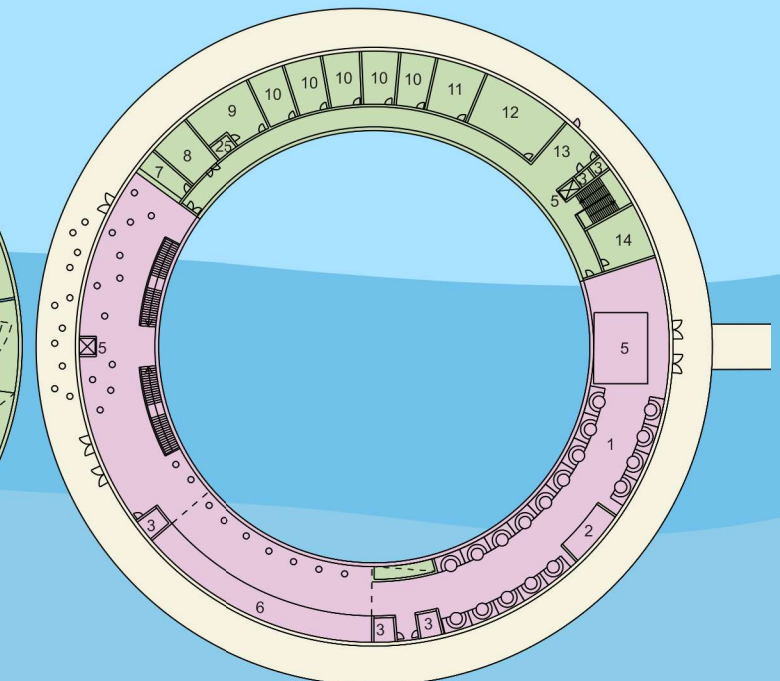
- Public spaces
- Staff
- Performance hall and deck



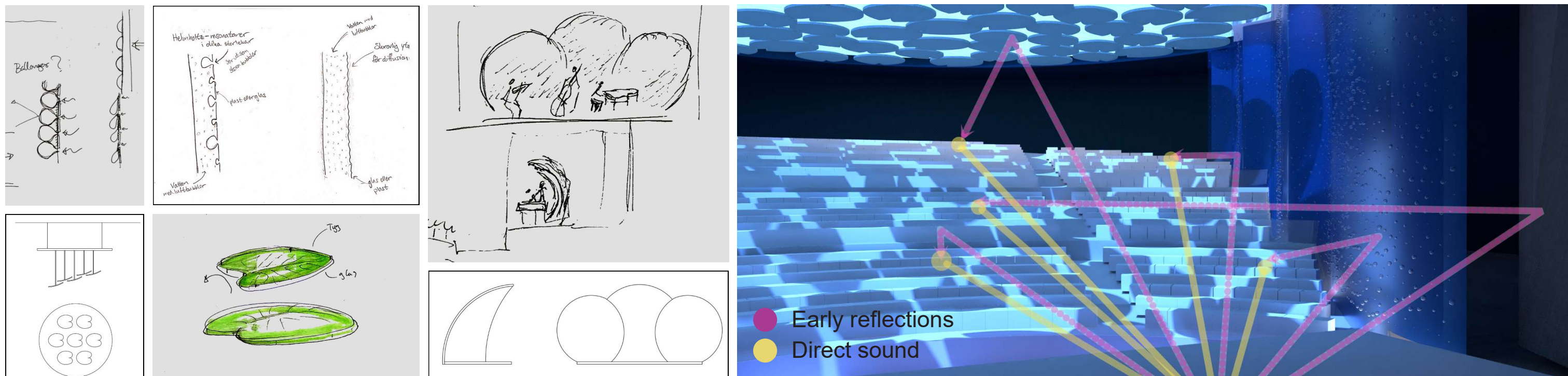
Plan -2



Plan -1



Entréplan

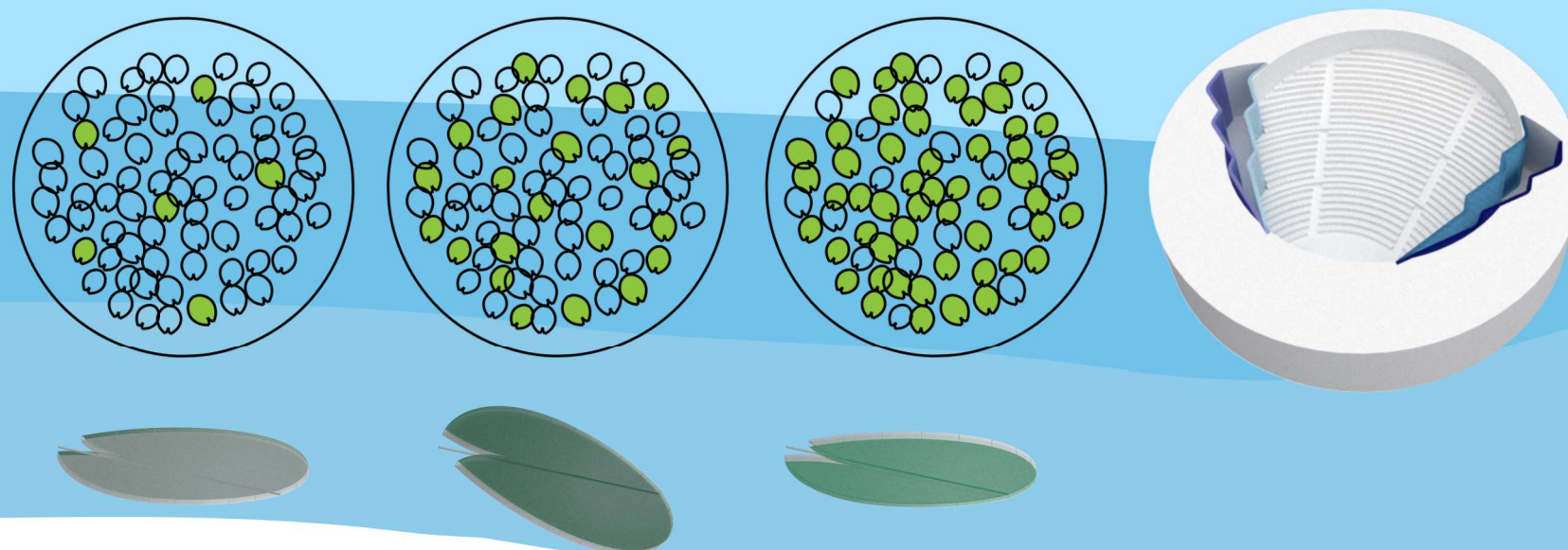


LJUD OCH AKUSTIK

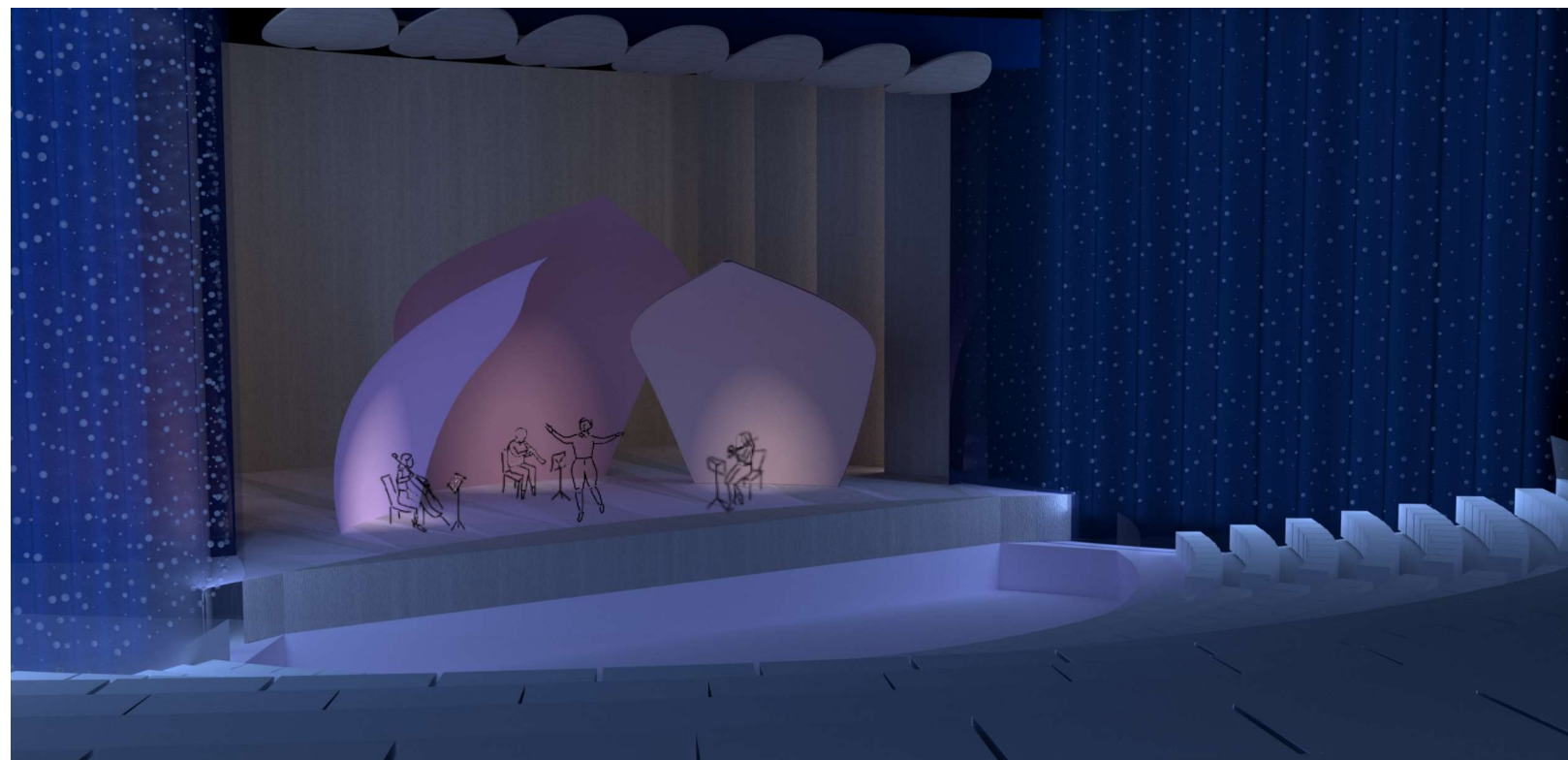
För att isolera operasalen från luftburet ljud från intilliggande flygplats och motorväg valde vi att lägga salen under vatten. Då behövde vi istället hitta lösningar för att skydda salen mot vattenburet ljud, detta blev i form av dubbla frikopplade väggar samt bubbelgardiner som omger byggnaden. Vi fortsatte att undersöka fler användningsområden för bubblor, kunde de användas för att variera akustiken? De första iterationerna på bubbelväggar bestod av ballongliknande bubblor som skulle användas för att variera efterklangstiden. Vi beslutade istället att använda oss av vatten och riktiga bubblor för att förstärka upplevelsen av att vara under vatten.

Det var viktigt att näckrosbladen i taket hade en funktion utöver det visuella intrycket. Därför utvecklades dessa med en reflektiv yta på ena sidan och tyg som absorberar på den andra sidan, de kan sedan roteras individuellt för att anpassa efterklangstiden i rummet.

Sidoväggarna med vatten kan förflyttas utåt för att öka salens volym och därmed förlänga efterklangstiden. På den bakre väggen används gardiner på upp till 30 % av ytan för att motverka eko. På bakväggens resterande yta finns Helmholtzresonatorer som används för att jämma ut skillnaden i efterklangstid mellan olika frekvenser.



REFLEKTION



KONCEPTET

The Water Lily har varit ett svårt projekt att ta sig an när det kommer till såväl arkitektonisk, akustisk och konstruktionsmässig utformning. Vi har valt att lägga mycket tid på att lära oss om ljudets egenskaper i vatten och väga för och nackdelar för en konstruktion i vatten. Vi ville därför fokusera på att förmedla vår vision genom konceptuella bilder och planscher.

Mycket av det arbete vi har lagt ner på kursen har varit i form av förberedande läsning för ökad förståelse. Det har varit väldigt utmanande att jobba med vatten men samtidigt roligt och lärorikt. Jag är stolt över både min och gruppens arbetsinsats.

Grupprocessen

Tidigt i projektet satte vi som grupp upp en gemensam målbild och beskrev våra styrkor och svagheter, hur vi arbetar och agerar under tidspress samt hur vi vill att andra lyfter eventuell kritik. Detta har varit fördelaktigt för en öppen kommunikation men även underlättat själva arbetet. Arbetet i grupp har fungerat mycket bra och vi har kompletterat varandra väl.

En begynnande utmaning i grupparbetet var att hitta en bra lösning för att kunna arbeta på distans. Vi fick snabbt in en rutin för online-möten som under kursens gång fungerat över förväntan.

Även samarbetet med vår akustiker har varit bra. Vi valde vårt koncept tillsammans med vår akustiker och har därefter samarbetat. Vi har alla fått läsa på om vatten och akustik, bland annat ljudets egenskaper i vatten för att kunna ta konceptet dit vi ville.

För att hålla projektet inom kursens tidsomfattning har vi som grupp arbetat kontinuerligt med en tydlig kommunikation, struktur och tidsplan.

Med detta som utgångspunkt och mål är jag väldigt nöjd med vårt resultat.

Egna insikter

Det har varit väldigt givande att arbeta i en grupp där vi är olika och kompletterar varandra. Jag är som exempel bra på att komma med idéer och förslag. Däremot är jag inte lika bra på att samla dessa idéer och få ner dem på papper, något de andra i gruppen är bra på och har gjort genom hela processen.

Till framtida projekt vill jag ta med mig det lekfulla förhållningssätt och genomförande som vi har haft i arbetet med *The Water Lily*. Det är ett projekt som jag blir glad och inspirerad av att se tillbaka på.