

MAGNOLIA OPERAN - MED NATUREN SOM INSPIRATION GENOM PARAMETRISK DESIGN

ACEX15 KANDIDATARBETE

Handledare Morten Lund, Peter Christensson
och Wolfgang Kropp

Verktyg Rhino, Grasshopper och Photoshop

ÅR AT3 2024

PROJEKTBESKRIVNING

Magnoliaoperan var ett projekt som kombinerade akustik och arkitektur i ett enhetligt koncept. Syftet var att skapa ett operahus för en högskola med ett framstående musik- och sångprogram, som hade behov av en specialanpassad scen för operaföreställningar. Operahuset skulle rymma cirka 1200 personer, där minst 40% av sittplatserna skulle placeras på balkonger. Även om operan var huvudfokus, var det också viktigt att salen kunde användas för andra typer av framträdanden, såsom tal och föreläsningar.

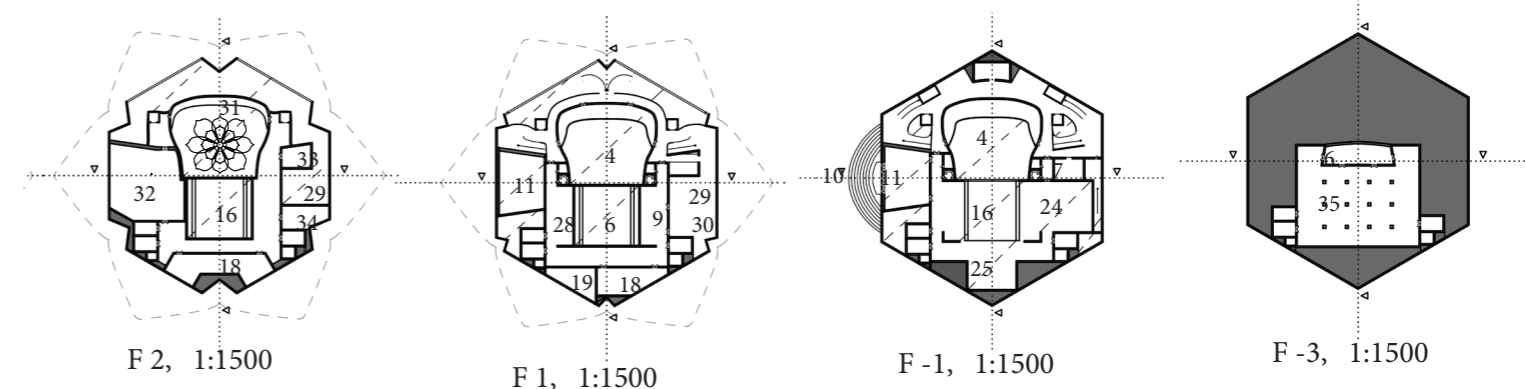
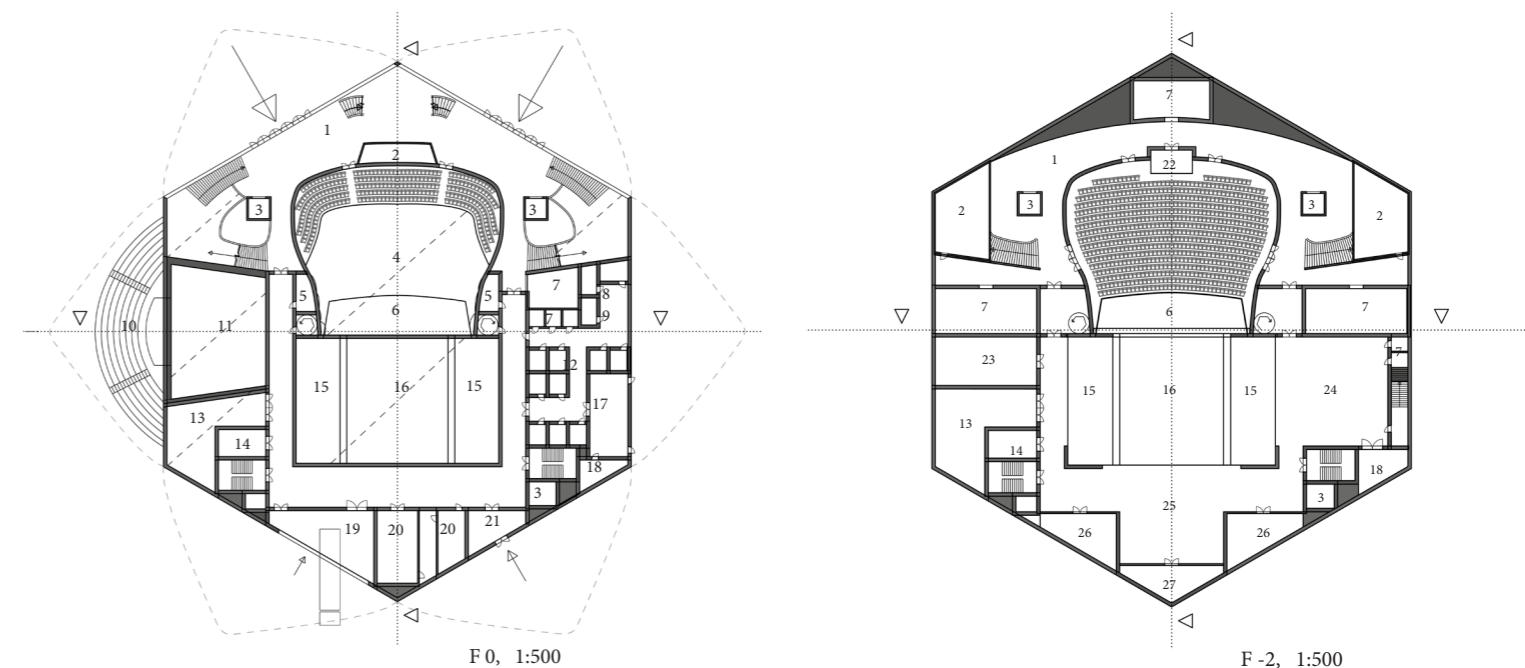
För att möta dessa olika behov var det nödvändigt att designen inkluderade flexibla akustiska lösningar. Detta skulle ge möjlighet att anpassa ljudmiljön beroende på vilken typ av evenemang som ägde rum, allt från musikaliska framträdanden till talade presentationer. Eftersom byggnaden var avsedd för utbildningsändamål, var det också avgörande att skapa en miljö som stödde lärande och kreativ utveckling.

En viktig teknisk utmaning var att hantera ventilation och andra bullerkällor. För att minimera störningar i föreställningssalen och repetitionsutrymmena, beslutades att dessa system skulle placeras i anslutande rum med ljudisolering. Detta skulle säkerställa att både publiken och artisterna kunde uppleva en optimal miljö, fri från distraherande ljud.

PLANLÖSNING

Planlösningen för operahuset är utformad i formen av en sexhörning, där alla nödvändiga funktioner för ett operahus har fått plats på ett genomtänkt sätt. Utformningen har som mål att skapa smidiga flöden både för besökare och för de anställda, vilket gör att man enkelt kan röra sig mellan olika delar av byggnaden. Vi har noggrant utnyttjat varje yta som den geometriska formen erbjuder, vilket bidrar till en effektiv och välfungerande layout.

Ett särskilt fokus har lagts på att hantera buller och akustiska utmaningar. De rum och områden som genererar mest ljud har strategiskt placerats för att minimera störningar i operasalongen och andra viktiga delar av byggnaden. På detta sätt har vi skapat en balans mellan praktisk funktion och akustisk precision, samtidigt som vi har säkerställt att alla nödvändiga utrymmen och faciliteter får plats inom den sexhörniga formen.



- | | | | |
|----------------------------------|-------------------------|---|-------------------------|
| 1. Lobby | 10. Amphitheater | 20. Conference Room | 28. Costum Workshop |
| 2. Cloak Room | 11. Rehearsal Hall | 21. Personnel Entrance | 29. Resturant |
| 3. Elevator | 12. Solo Dressing Rooms | 22. In-House Lighting and Mix Postion | 30. Kitchen |
| 4. Main Hall | 13. Scene Workshop | 23. Lighting and Stage Manager Control Room | 31. Lighting Balcony |
| 5. Follow Spot and LightingBooth | 14. Freight Elevator | 24. Extra Large Side Stage | 32. MEPFIT |
| 6. Orchestra Pit | 15. Side Stage | 25. Back Stage | 33. Lighting Storage |
| 7. Restrooms | 16. Main Stage | 26. Chorus Changing Room | 34. Kitchen Ventilation |
| 8. Offices | 17. Green Room | 27. Storage, Orchestra Shell | 35. Below Stage |
| 9. Break Room | 18. Storage | | |
| | 19. Loading Dock | | |



OPERASALEN

Det finns en universell ritual som utspelar sig mellan publiken, skådespelarna och orkestermedlemmarna i ögonblicket innan en föreställning inleds. När ljuset dimmas och hallen blir tyst, råder en känsla av spänning och förväntan, där alla förbereder sig för det som ska komma. I denna hall introduceras ett extra element. När ljuset dimmas, öppnar sig blomman. Publiken kan se och höra kronbladen röra sig, vilket påverkar det akustiska landskapet.

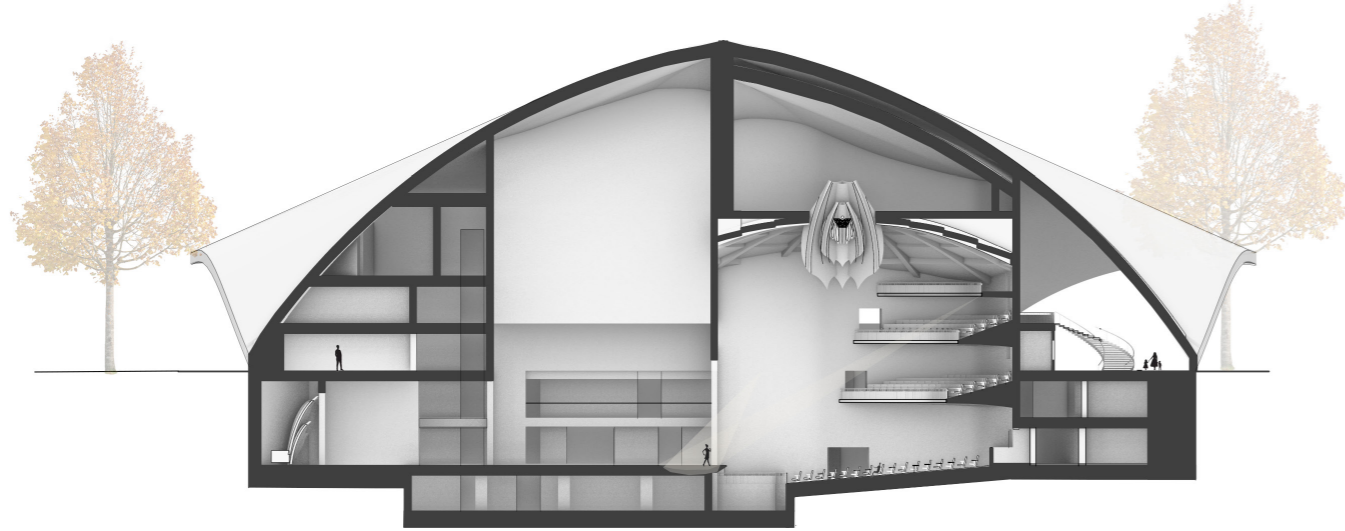
Vid en blick uppåt syns ljuskronan i mitten av blomman, som symboliserar ståndare och pistiller. Den lyser upp insidan av blomman och lyser ett ögonblick längre än publikens ljus innan salen mörknar. Blomman fungerar både som ett konstverk och en akustisk skulptur. Den är en integrerad del av designen och uttrycket och spelar en avgörande roll för att säkerställa tillräcklig absorptionsyta i hallen.

När blomman vecklas ut minskar efterklangstiden, och dess struktur kompletterar dess akustiska funktion.

De individuella kronbladen är tillverkade av grova träplåtar på utsidan, med porösa ljudabsorberande material inuti. Blomman sträcker sig upp mot taket, där de enskilda kronbladen är upphängda i rep. Detta designval är en hyllning till historien, där landskap har flyttats med hjälp av rep, remskivor och muskelkraft.

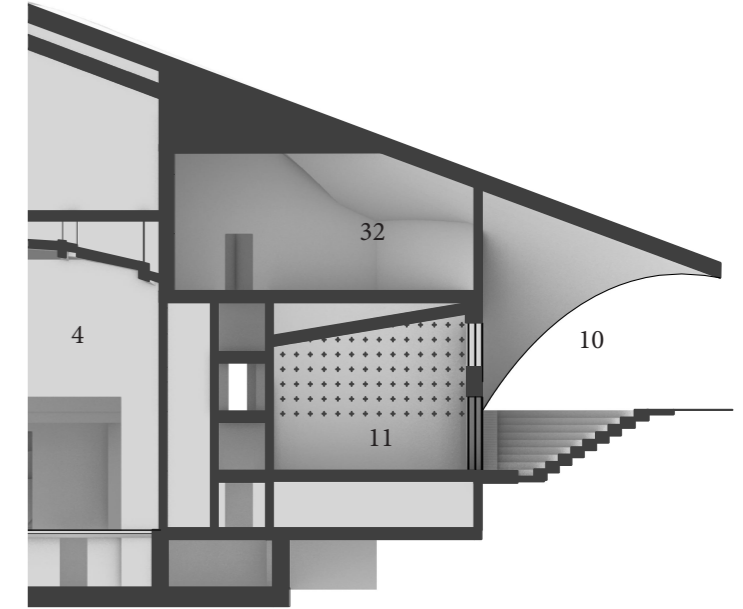
AKUSTIK

Operasalen

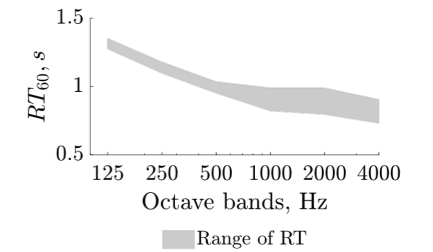
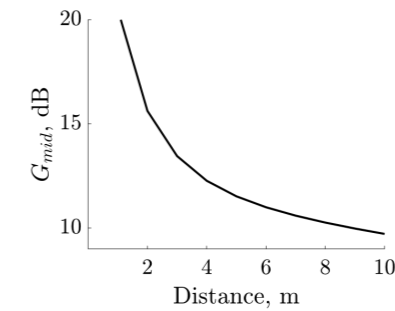
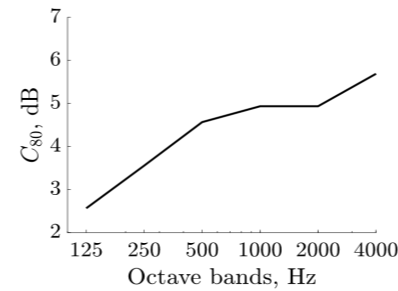
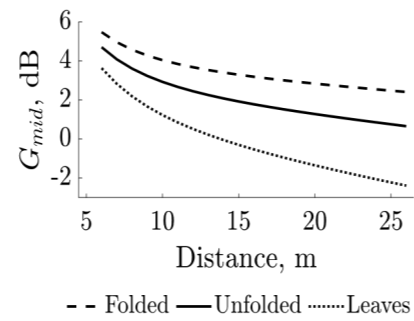
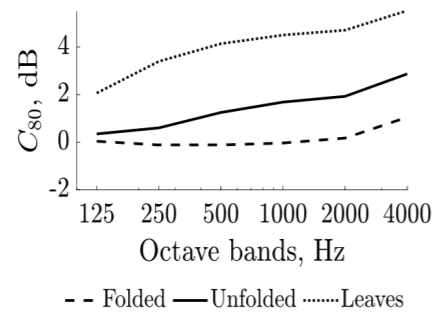
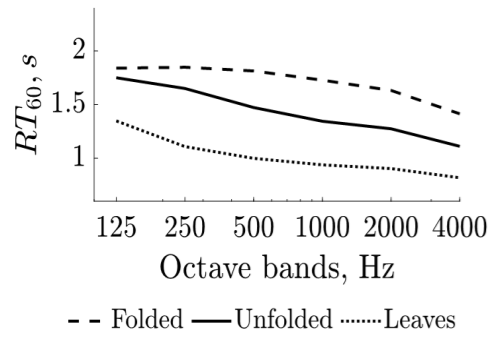


Repetitionsrum

Den mångsidiga repetitionshallen ligger bredvid huvudsalen och har ett dubbelt syfte. Förutom att vara en övningsal kan den också fungera som en scen, med en öppningsbar yttervägg som vetter mot en utomhusamfiteater. Två väggar är vinklade så att besökarna får känslan av att stå inför en scen. Väggarna i repetitionsalen är främst gjorda av träpaneler, där den övre delen täcks av tunnare träpaneler med stora elliptiska hål. Bakom dessa finns porösa material och Helmholtz-resonatorer för att förbättra ljudabsorptionen.



Sektion genom repetitionsrum



Clarity in Rehearsal

Gain in Rehearsal

Range of RT₆₀ dependant on the number of people present in Rehearsal Hall

Huvudsalen är främst designad för operaföreställningar utan eller med lite förstärkning, men kan också anpassas för tal och konserter med mer förstärkt ljud. Den är operahusetets centrala del, både i funktion och placering. Denna centrala placering hjälper dessutom till att dämpa ljud från andra närliggande rum.

Att integrera ljudabsorberande element som en del av interiören skapar flexibla akustiska lösningar. Blomman i taket och de öppningsbara bladen längs väggarna ger variabla akustiska alternativ. Bladens avstånd från väggarna och deras storlekar varierar, och de har ytor av grovt trä som liknar magnoliabladsens mönster för att sprida ljudet när de är stängda.

När bladen öppnas exponeras porösa ljudabsorberare och Helmholtz-resonatorer, som är jämnt fördelade bakom dem. Detta gör att ljudabsorptionen i hallen förblir konstant, oavsett hur många blad som öppnas. Blad som är placerade på människohöjd längs golvet för publiken är fasta och vinklade mot scenen. Deras syfte är att förstärka tidiga ljudreflektioner och uppnå en tid för tidig ljudreflektion (ITD_G) på 22 ms i mitten av salen.

REFLEKTION

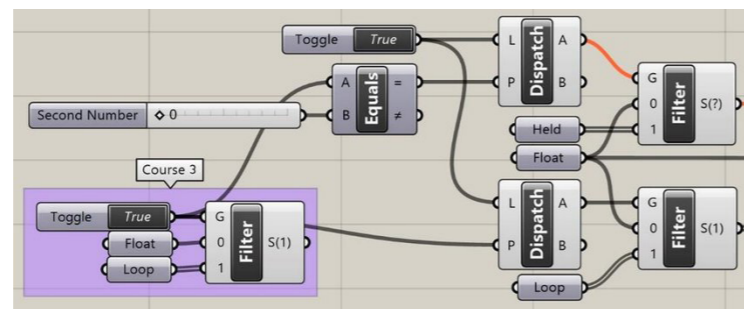
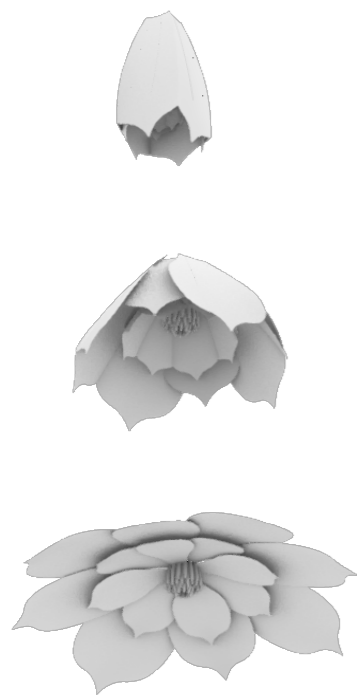
Prosses

Vi inledde projektet med att söka efter ett starkt koncept och blev tidigt fascinerade av naturliga fenomen. Det var just denna fascination som fick oss att utforska hur långt vi kunde driva detta tema, samtidigt som vi fortfarande skulle skapa ett sammanhängande operahus. Blomman blev vår centrala inspirationskälla, och vi började undersöka hur den kunde omvandlas till ett akustiskt koncept. Detta var startpunkten för en spännande kreativ process.

Vi började experimentera med prototyper och utforskade flera olika tolkningar av blomman. Bland dessa skapade vi en öppningsbar blomma som aktiverades genom linor, vilket blev grunden för hela operasalens utformning. Blommans öppning symboliserade en central akustisk lösning, och vi byggde operasalen runt detta koncept. Vid sidan av blomman experimenterade vi även med andra idéer, såsom en vägg inspirerad av blommans blad. Denna vägg skulle efterlikna blommans naturliga former och ge rummet en organisk känsla, även om vi fortfarande arbetar med finjusteringar för att passa in den perfekt i operasalen.

Efter att ha arbetat fram de inre koncepten, gick vi vidare med att utveckla byggnadens yttre form. Här hittade vi snabbt en design vi gillade, en sexhörning, som erbjöd en stark geometrisk grund. Utmaningen låg i att bibehålla den symmetriska formen samtidigt som vi skulle integrera ett scenhus som krävde en höjd på 27 meter. Under projektets gång utforskade vi olika lösningar, inklusive att skapa två separata volymer för att lösa höjdproblemet. Men vi kom slutligen fram till att det mest effektiva sättet var att gräva ner scenhuset under marknivå för att minska den totala höjden och bättre harmonisera med den omgivande byggnaden.

Genom hela projektet har vi experimenterat mycket, och Grasshopper-programvaran har varit ett ovärderligt verktyg för oss. Den har gjort det möjligt att snabbt testa olika former och lösningar, vilket inte bara har stimulerat vår kreativitet, utan också effektiviserat vårt arbete med 3D-modeller.



Kod till blomman

Resultat

Resultatet blev ett noggrant och väl genomarbetat projekt där vi har tagit hänsyn till många olika faktorer. Byggnaden är akustiskt optimerad, mekanismerna bakom blomman är funktionella, och strukturen är solid och hållbar. Jag känner en djup stolthet över vårt kandidatarbete, men det som verkligen får mig att le med glädje är resan fram till slutprodukten. Det är inte bara de tekniska lösningarna som gör mig nöjd, utan även hur vi har bemött och löst de problem som uppstått under projektets gång, hur vi noggrant har vägt in olika aspekter och, framför allt, hur vi har lyckats arbeta så bra tillsammans.

Samarbetet har varit en av de starkaste faktorerna i vår project. Vi har lyft varandras styrkor och samtidigt lärt oss enormt mycket av varandra. Att vi har kunnat ta tillvara på varandras kompetenser och dela med oss av vår kunskap har inte bara stärkt slutresultatet, utan också oss som individer och som grupp. Jag är otroligt tacksam för den kunskap Jacob har delat med mig, och för att han har öppnat mina ögon för detaljer och aspekter som jag tidigare inte ens hade uppmärksammat.

Min största lärdom under projektet är värdet av att våga experimentera och inte vara rädd för att ta nästa steg, även om allt inte är löst. Det finns alltid en möjlighet att gå tillbaka och justera



POSTERS



Magnolia Opera

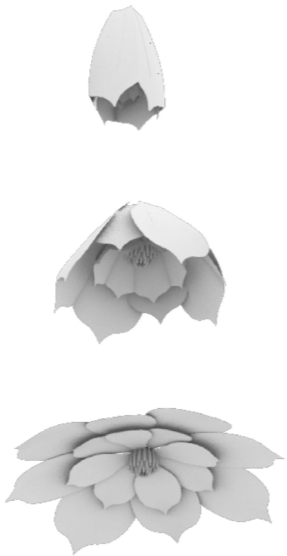
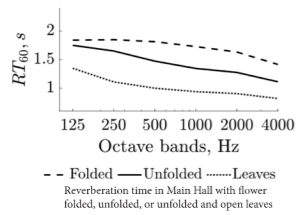
Flower

There is a universal ritual between audience, cast and orchestra members just as a performance is about to start. The audience lighting dims down and the hall goes quiet in anticipation for what is about to start, it's tense and you can sense everyone getting ready. In this hall an extra step is added. The lightning dims down and the flower opens up, you can see and hear the petals moving, sense its impact on the acoustical landscape. Looking up you see the chandelier in the middle of the flower symbolizing the stamens and pistils illuminating the inside and staying lit just a moment longer than the audience lightning before the hall goes dark.

The flower is an art piece and an acoustical sculpture. An integral part of the design and expression and also necessary in order to achieve enough absorption area in the hall. As it unfolds it reduces reverberation time, its structure working in tandem with its function. Its individual petals consist of coarse wood sheet cladding on the outside, housing porous absorbers inside. It ascends through the roof and individual petals are suspended by ropes. A nod to history when scenery was moved with ropes, pulleys and muscle power.

Concept

The Magnolia came as an Idea to work with a natural phenomena that opens and closes, impacting the soundscape at the same time. Its central space in the creative process then made the building grow around it, enveloping it as the outer petals around the blossoming center. To aid this the opera is buried into the ground, not just to enable a lower highest point of the stage house but to also take help from the earth's sound insulating properties. The sweeping roof of the Magnolia then lands on level with a park around it and makes it sit like a perfectly fallen flower. The petals open up to shaded entrance areas that still let the evening sun in under its volume.



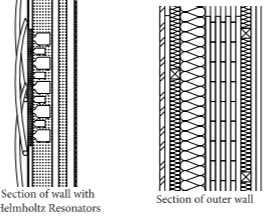
Sequence of flower unfolding

Main Hall Acustics

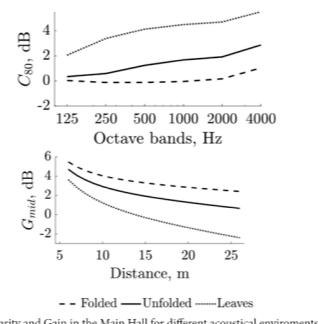
The main hall is designed to accommodate un-amplified or lightly amplified opera as its main purpose, while also being adaptable for speaking events and concerts with higher amplification levels. It's the beating heart of the opera house and its central placement highlights its importance. This placement also achieves valuable sound reduction from adjacent rooms acting as insulation.

Integrating absorbing elements to be functional parts of the interior creates versatile variable acoustical options using the flower in the roof and openable leaves placed along the walls. Distance from walls and sizes between individual leaves vary, having coarse wood surfaces mimicking the magnolia leaves' distinguished pattern to create diffusion in the hall while closed.

Opened they expose porous absorbers and Helmholtz resonators evenly dispersed behind to keep the absorption curve of the hall consistent independent of how many leaves are opened. Leaves placed at human height along the main audience floor are not openable, instead they are angled towards the stage to enhance early reflections and achieve ITDG = 22 ms at central point. In the orchestra pit acoustical fabric is stored in compartments attached to curtain pulley systems for the musicians to use and adapt their working environment.



Section of wall with Helmholtz Resonators, Section of outer wall

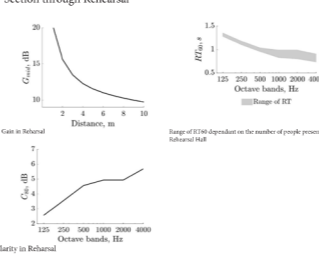
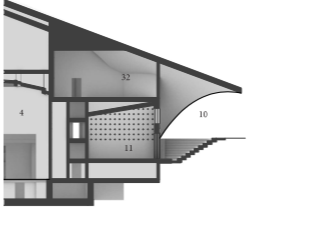


Sound Insulation

The building's primary material is wood so extra attention has been put on sound insulation both from external and internal sources. This is done by presenting noise criterion demands per room but also through calculations and design of windows, floors, outside and inside walls with noise sources added to make sure neither main hall or rehearsal is disturbed. Both inside and outside walls have been designed as cross laminated timber (CLT) constructions. The inside wall is double leaf construction using two CLT layers which should be decoupled from each other. One is always 120 mm thick and the other leaf thickness varies to increase or decrease the critical frequency depending on sound source. Floors between the main hall and scene workshop needs to be decoupled. Floors in MEPFIT is specially designed using vibration isolators below the air handling units (AHU) in addition a double floor/roof construction to adjacent rehearsal space.

Rehearsal Hall

The multipurpose rehearsal hall is located adjacent to the main hall. Its dual purpose is based on its second function as a stage opening to an outside amphitheater through an openable outside wall. Two walls are placed at an angle which gracefully gives the impression to visitors that it's a stage they are visiting with front towards the outside and opening wall. The rehearsal halls walls are primarily made of pine tree panels and the upper two thirds are covered in much thinner wood panels with large elliptical holes, just behind a pattern of porous and Helmholtz resonators are placed to increase absorption area.



Sound System

Main hall sound system has been designed using a combination of hanging line array loudspeakers and subwoofers along the upper part of the proscenium. Additional attachment points on walls and balconies for smaller point source loudspeakers enhance the possibilities for sound design.

creating a truly immersive experience where the listener is enveloped in sound not only from the stage and pit but also from the sides, behind and above.

