

06

UNDER THE CANOPY

- AN ACOUSTICAL JOURNEY INTO THE FOREST

UPPGIFT

Under sista läsperioden på vårterminen 2022 låg allt fokus på Kandidatarbetet, där jag och Ellen Nyholm designade ett förslag på en teater till studenttävlingen ASA SDC (Acoustical Society of America Student Design Competition). Uppgiften testade oss på mycket av det vi lärt oss under våra tre år på kandidatutbildningen. Vi fick hela tiden ha i åtanke alla parametrar när det gäller bland annat design, konstruktion, akustik och struktur.

Med ett iterativt arbetssätt där vi hela tiden jobbat i olika delmoment, kom vi tillsammans med vår kollega från Teknisk Akustik, fram till förslaget "Under The Canopy". Förslaget är inspirerat av skogen och de rum samt ljusspel som uppstår under trädkronorna.

Förslaget blev utvalt till en av de kandidaterna som lärarlaget skickar vidare till tävlingen, vilket var väldigt roligt! Ett projekt jag är väldigt nöjd med och stolt visar upp.

Parallell ingenjörs kurs:

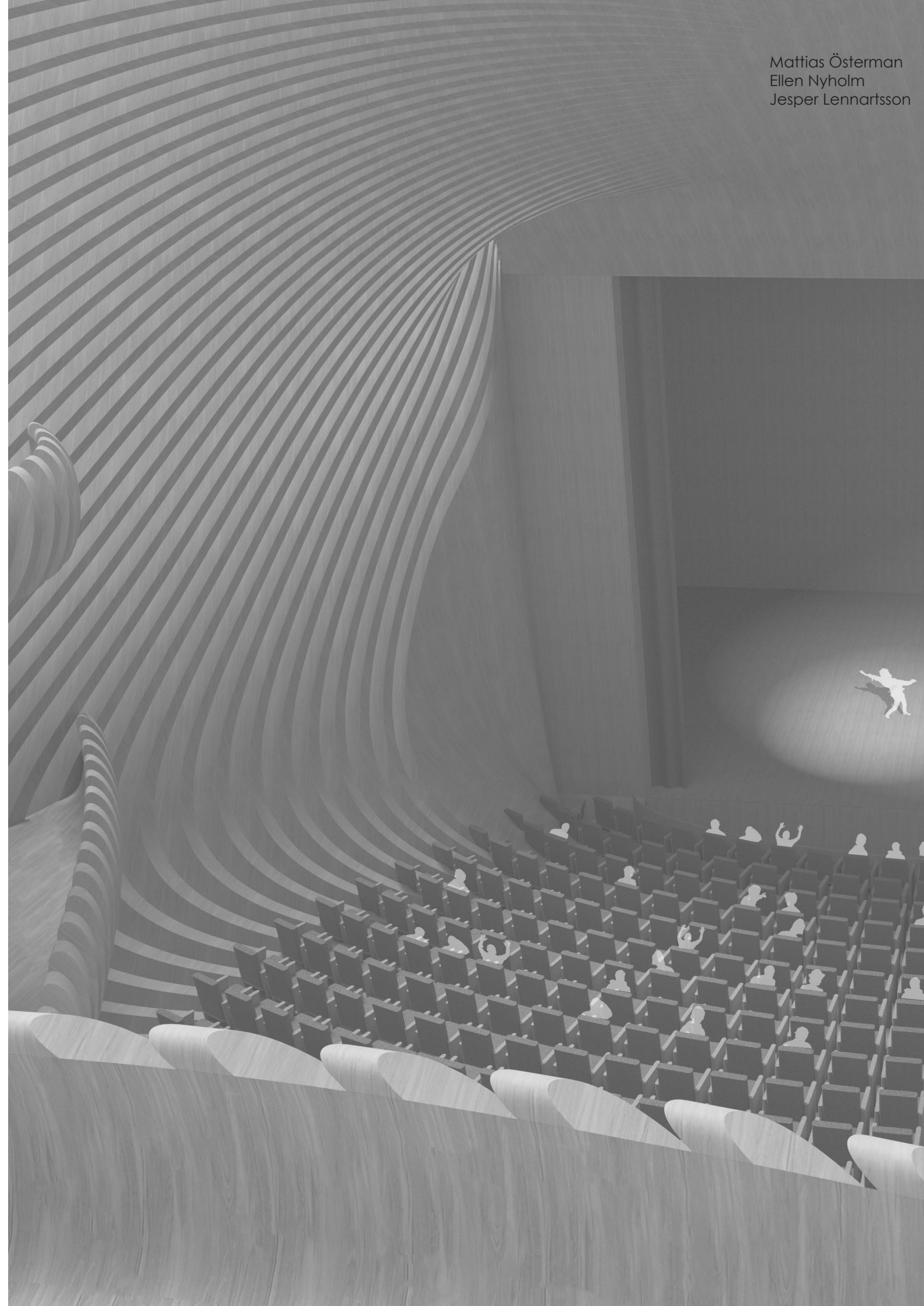
Akustik

Innemiljö- och klimatsystem

Mjukvara:



Mattias Österman
Ellen Nyholm
Jesper Lennartsson



PLANSCHERNA

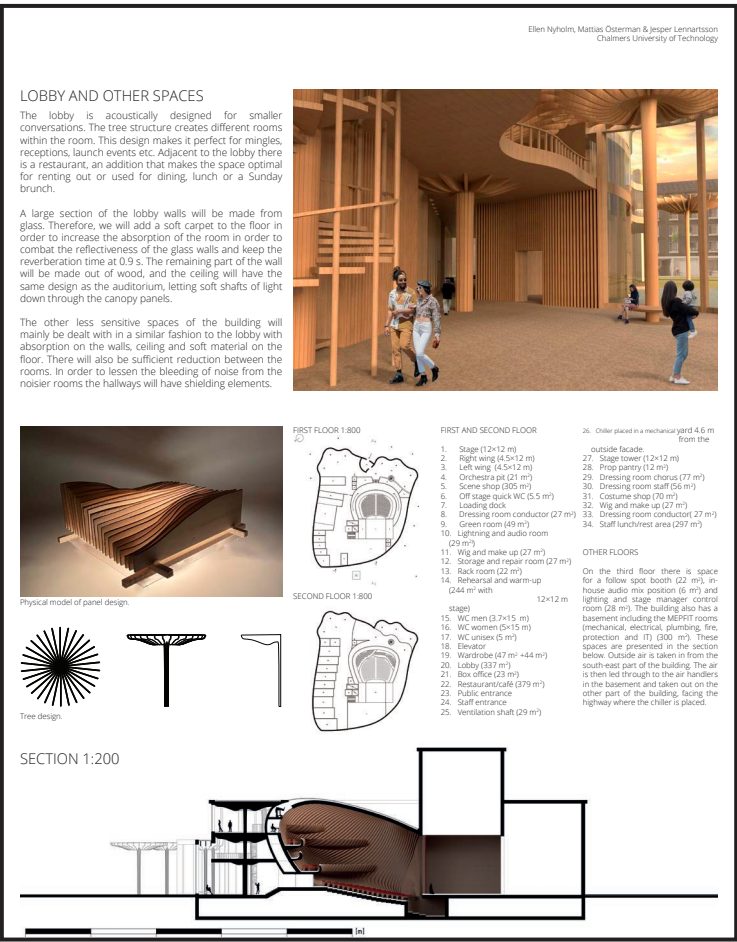
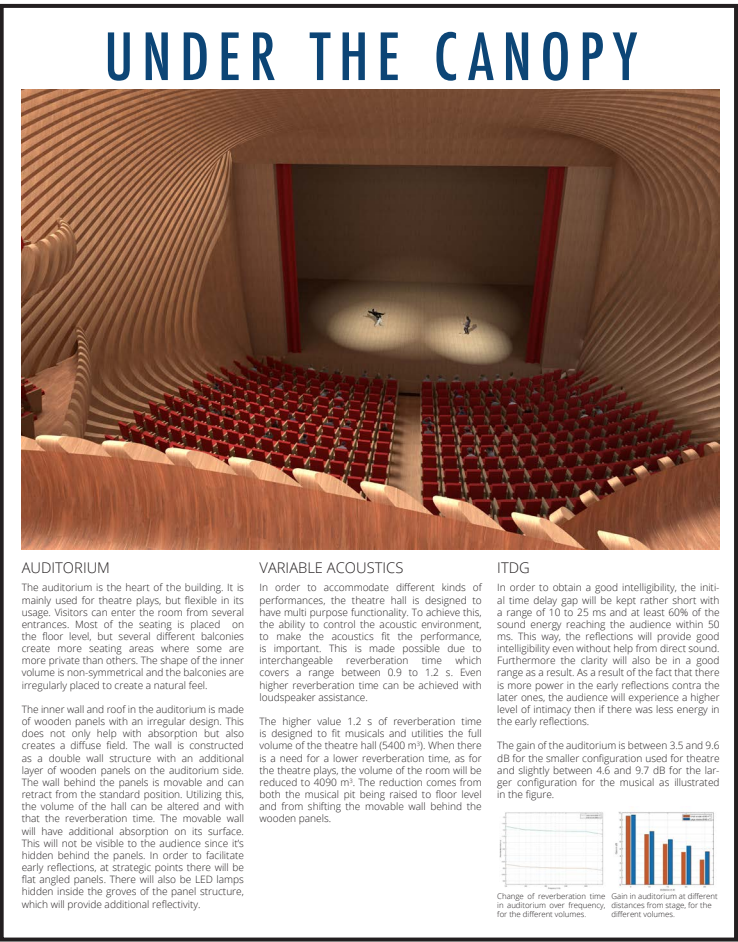
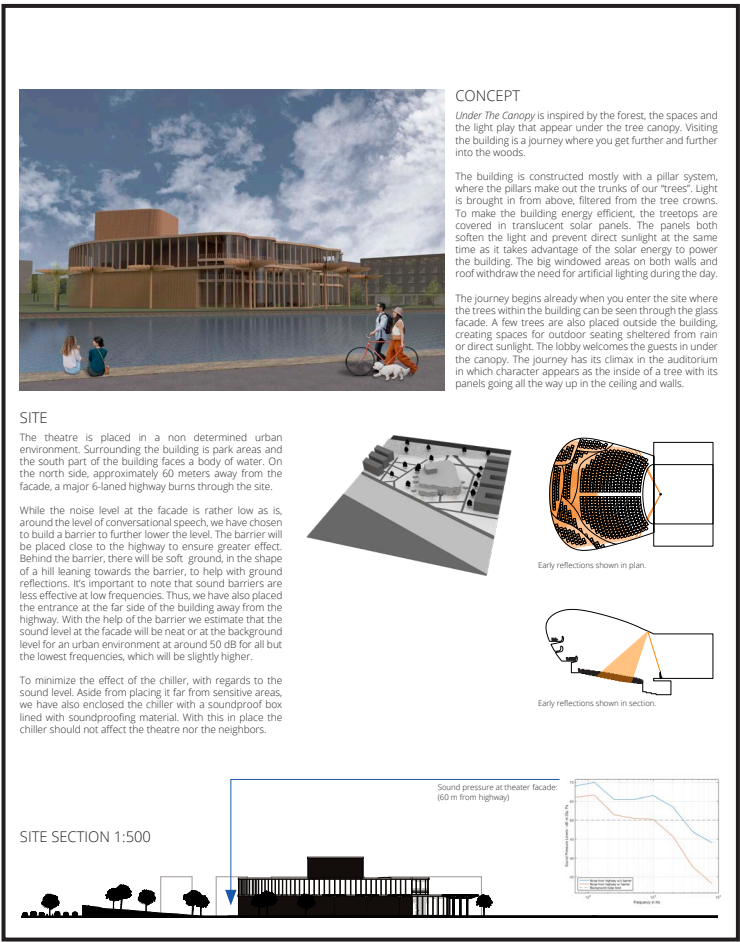
En av deluppgifterna var att skapa en så kallad ”Mock-up board”. Tanken med uppgiften var att, i ett tidigt designstadie, forma en plan för hur man ville lägga upp sina planscher. Vi kom ganska snabbt fram till hur vi ville fördela de olika delarna vilket var väldigt skönt då det hjälpte oss fokusera på rätt saker genom hela designprocessen. Planscherna blev rätt så texttunga, men i överlag blev vi väldigt nöjda med dem!

ÖVERGRIPANDE REFLEKTION

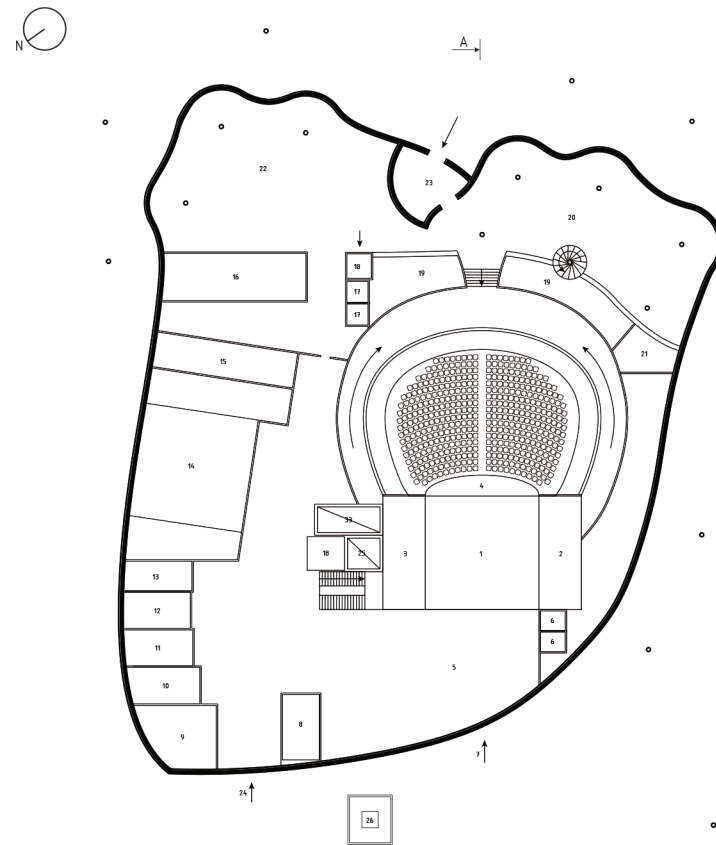
Resultatet av detta projekt är jag väldigt stolt över! Det har varit en rolig process, bra upplagt av lärarlaget. I vissa stunder, i vissa delmoment, undrade man lite varför man gjorde det man gjorde. Det visade sig alltid vara nyttigt i slutändan och gav resultat. En rolig del i processen var att projektet på vissa sätt har format sig själv efter de ”randvillkor” vi satt i vår konceptbild. En del av perspektivbilderna har jag i efterhand behandlat, dels för att förbättra dem till tävlingen och portfolion, dels för att jag tycker det är roligt!

SAMARBETE

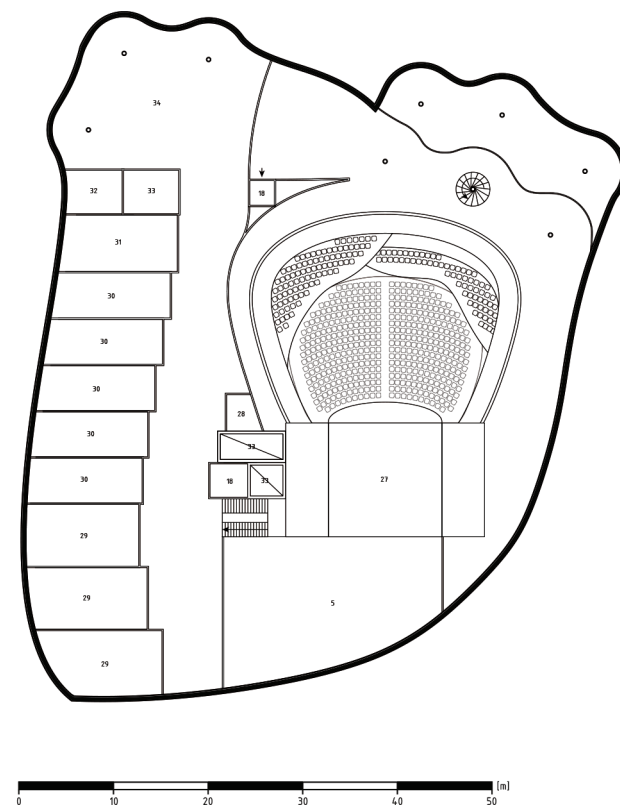
I detta arbete har jag jobbat tillsammans med min klasskamrat Ellen Nyholm. Det var ett nytt, färskt samarbete så inga förväntningar eller tidigare samarbetserfarenhet fanns. Från min sida tyckte jag samarbetet och synergin fungerade väldigt bra! Vi hade samma åsikter om mycket och kunde båda dra i uppgifter utan att någon på något sätt blev arbetsledare.



PLAN 0



PLAN 1



PLANEN

PLAN 1 OCH PLAN 2

1. Stage (12×12 m)
2. Right wing (4.5×12 m)
3. Left wing (4.5×12 m)
4. Orchestra pit (21 m²)
5. Scene shop (305 m²)
6. Off stage quick WC (5.5 m²)
7. Loading dock
8. Dressing room conductor (27 m²)
9. Green room (49 m²)
10. Lightning and audio room (29 m²)
11. Wig and make up (27 m²)
12. Storage and repair room (27 m²)
13. Rack room (22 m²)
14. Rehearsal and warm-up (244 m² with 12×12 m stage)
15. WC men (3.7×15 m)
16. WC women (5×15 m)
17. WC unisex (5 m²)
18. Elevator
19. Wardrobe (47 m² +44 m²)
20. Lobby (337 m²)
21. Box office (23 m²)
22. Restaurant/café (379 m²)
23. Public entrance
24. Staff entrance
25. Ventilation shaft (29 m²)
26. Chiller placed in a mechanical yard 4.6 m from the outside facade.
27. Stage tower (12×12 m)
28. Prop pantry (12 m²)
29. Dressing room chorus (77 m²)
30. Dressing room staff (56 m²)
31. Costume shop (70 m²)
32. Wig and make up (27 m²)
33. Dressing room conductor(27 m²)
34. Staff lunch/rest area (297 m²)

ANDRA UTRYMMEN

På plan 2 finns det rum för ett follow spot booth (22 m²), in-house audio mix position (6 m²) samt lighting and stage manager control room (28 m²). Byggnaden har också ett källarplan där teknikutrymmen finns (mekanik, elektronik, VVS, brandskydd och IT) (300m²). Dessa utrymmen kan ses i sektionen. Luftintag tas in från den sydöstra delen av byggnaden. Luften leds därefter in till ventilationsdonen i källaren och tas ut genom den andra sidan av byggnaden som vetter mot motorvägen och har kylaren en liten bit bort.

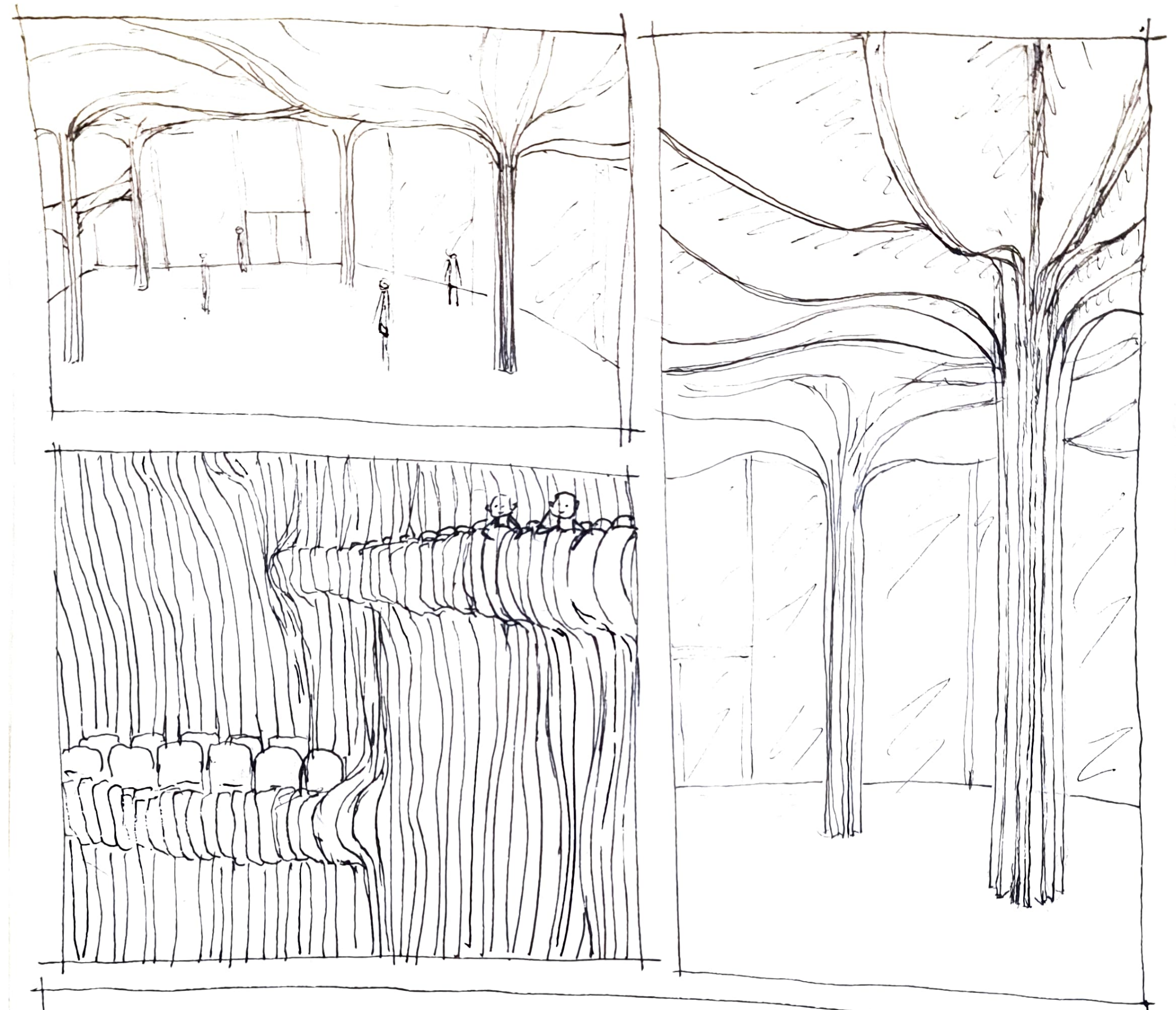
KONCEPT & DESIGNPROCESSEN

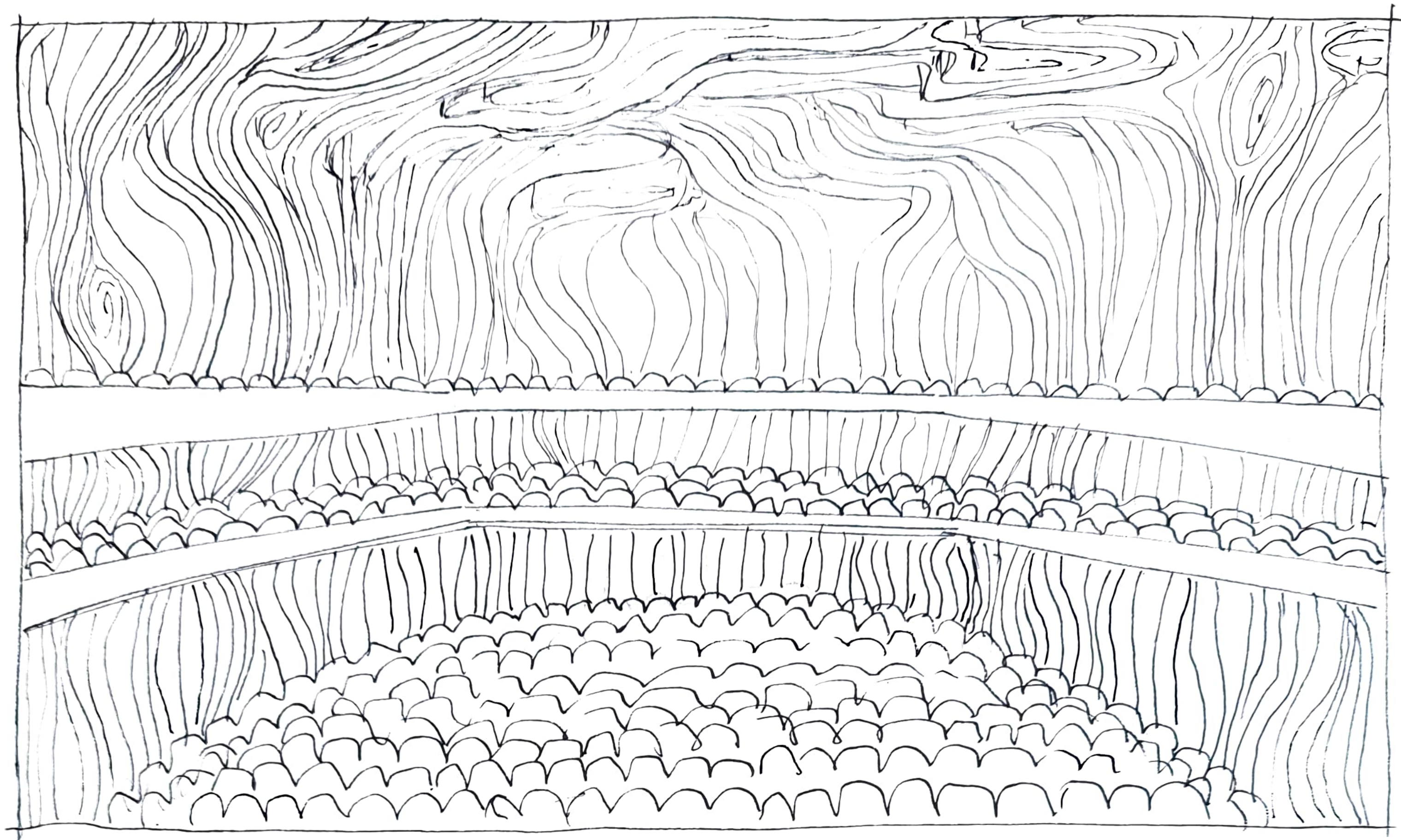
Under The Canopy är inspirerat av skogen, rummen och ljusspelet som skapas under trädkronorna. När man besöker byggnaden, förs man på en resa som progressivt tar en längre och längre in i skogen.

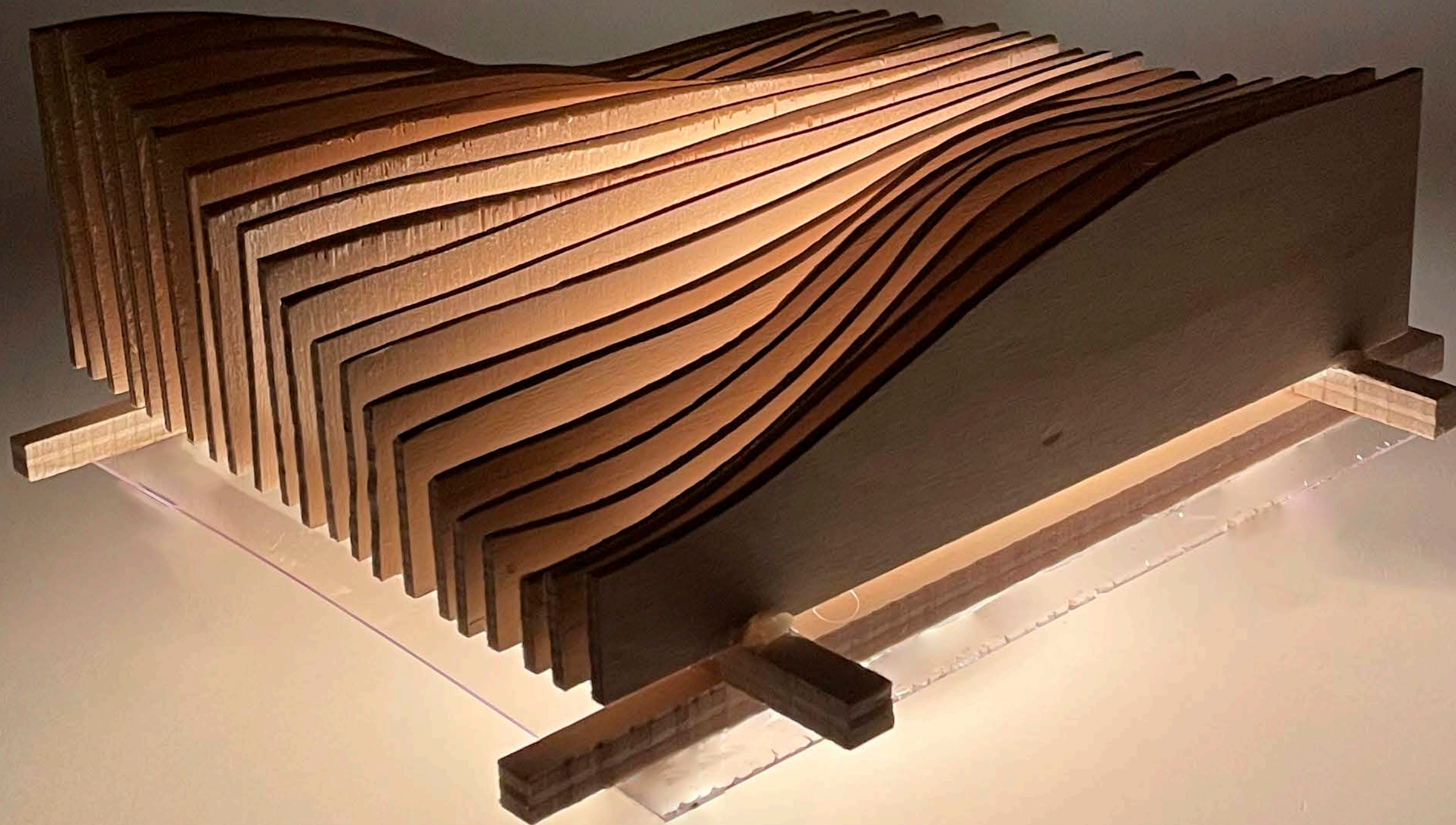
Byggnaden är främst konstruerad med ett pelarsystem, där pelarna är designade som artificiella träd. Ljus tas in ovanifrån, filtreras i trädkronorna och förhindrar att direkt solljus tar sig igenom. Trädkronorna är klädda i transparenta solpaneler, som förser majoriteten av byggnadens mycket lilla energibehov. De stora glasytorna som klär byggnadens fasader, förser byggnaden med naturligt ljus så artificiella ljuskällor inte behövs.

Resan börjar redan när man först ser byggnaden på håll, där man kan se träden genom glaspartierna samt vissa av träden som är placerade utanför. Foajén välkomnar besökaren in under trädkronorna. Resan har sin klimax i auditoriumet vars karaktär ska likna insidan av ett träd, där träpanelstrukturen från foajén fortsätter in och tar bort mötet mellan vägg och tak.

Designprocessen var väldigt rolig! Vi utforskade olika konceptalternativt men bestämde oss för denna idé. Ett kritiskt moment i processen var när vi valde att gå fullt ut på trädidén och implementera den på både auditorium och det unika sättet vi gjort våra balkonger.







Akustisk modell av paneldesign

INTEGRERAD DESIGN

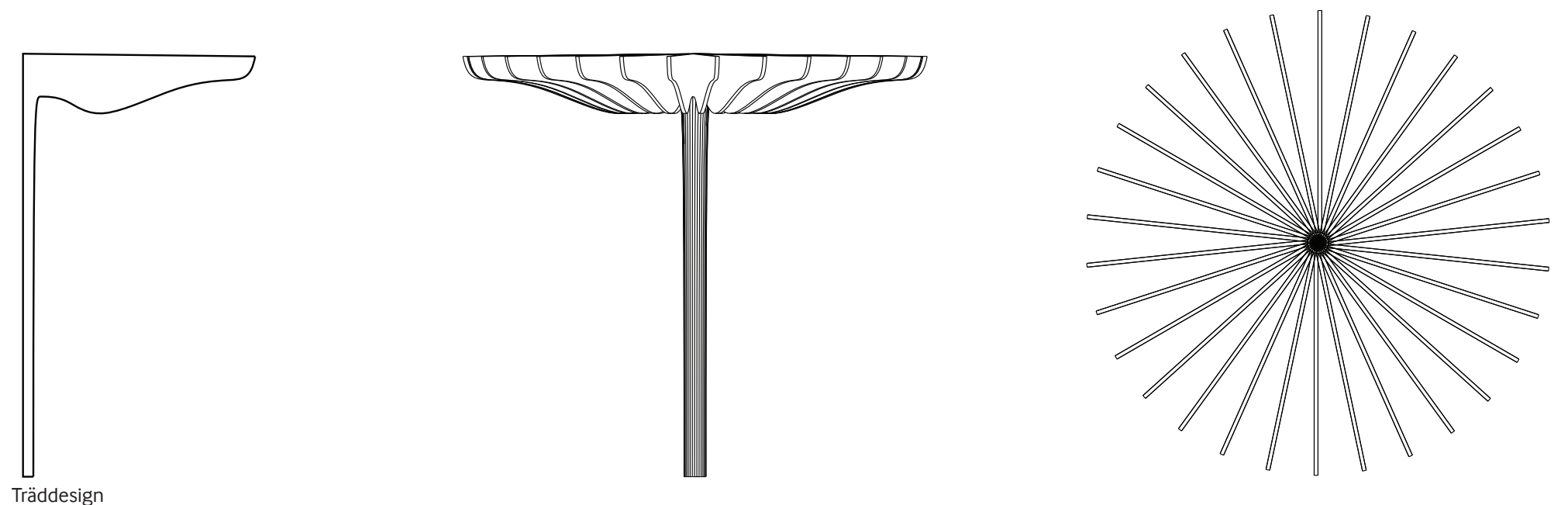
Ett av delmomenten var att designa akustiska koncept som integrerat tillsammans med andra kvalitéer såsom ljus, konstruktion eller hållbarhet. Vi kom på tre olika koncept, varav två vi tog med i den slutliga designen.

Det första konceptet, som var det som nästan byggde hela projektet, var våran pelarstruktur som skulle föreställa våra träd. Träden har flera funktioner, kanske främst konstruktion, men även en akustisk scatteringfunktion, det möjliggjorde ett fint ljusspel ovanifrån samt tillförde till hållbarhetsaspekten med de transparenta solpanelerna i topp.

Det andra konceptet var våra paneler, som utgör stor del av vägg och tak-arean i byggnaden. Funktionerna i den designen var ljusspelet och akustiken, på samma sätt som träden, samt den akustiskt avgörande funktionen med den variabla volymen.



Fojén



Träddesign



Byggnaden från siten

PLATSEN

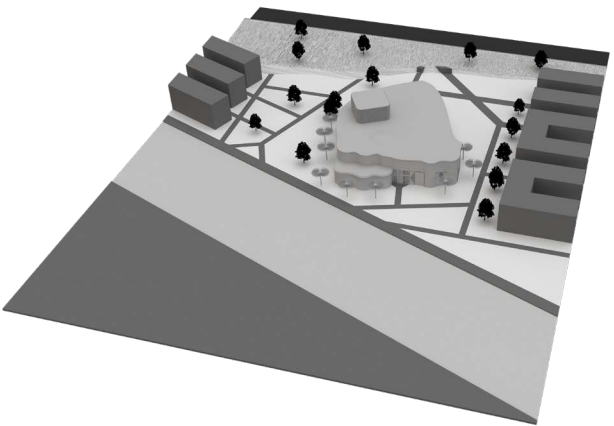
Teatern är placerad i en obestämd stadsmiljö. Runt byggnaden finns parkområden och den södra delen av byggnaden vetter mot en vattenmassa. På norra sidan, cirka 60 meter från fasaden, finns en stor 6-filig motorväg som skapar buller som måste hanteras.

Medan ljudnivån vid fasaden är ganska låg som den är, runt samma nivå som vardagligt samtal, har vi valt att bygga en ljudbarriär för att ytterligare sänka nivån. Barriären är en betongmur som kommer att placeras nära motorvägen för att säkerställa större effekt. Bakom barriären kommer det att finnas mjuk mark, i form av en kulle som lutar mot barriären, för att hjälpa till med ljudets markreflektioner. Det är viktigt att notera att ljudbarriärer är mindre effektiva vid låga frekvenser, därmed har vi även placerat entrén på andra sidan byggnaden, bort från motorvägen. Med hjälp av barriären bedömer vi att ljudnivån vid fasaden blir densamma som bakgrundsnivån för stadsmiljö runt 50 dB för alla frekvenser utom de lägsta, vilket blir något högre.

För att minimera effekten av kylaren, med hänsyn till ljudnivån, förutom att placera den långt från känsliga

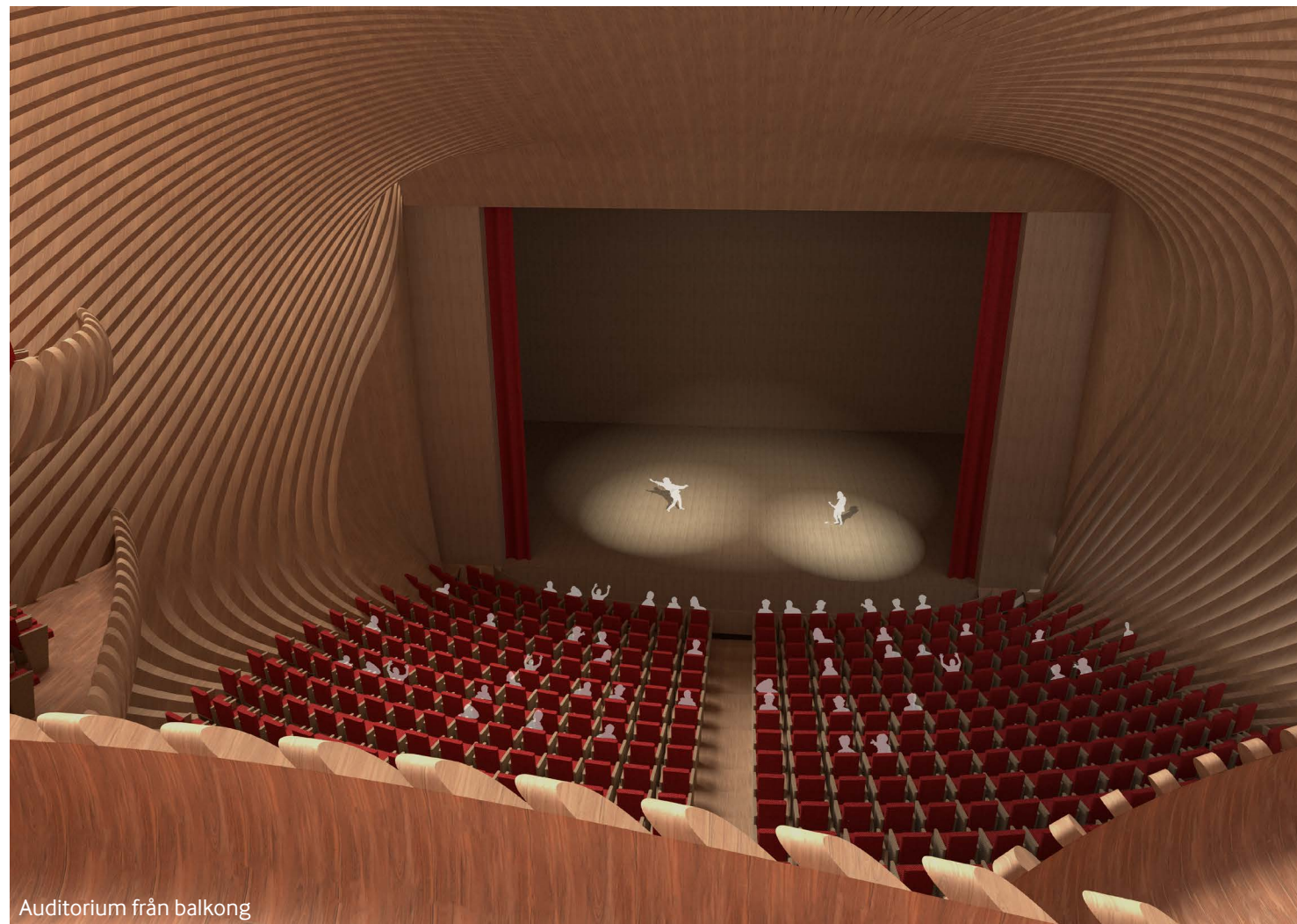
områden, har vi även inneslutit kylaren med en ljudisolerad låda fodrad med ljudisolerande material. Med detta på plats bör kylaren inte påverka teatern eller grannarna.

Vi hade tidigt i designprocessen en idé om en utomhusteater som ett resultat av våra träd utanför samspelat med kullen som skulle skapa naturliga sittplatser. Denna idé fick vi tyvärr lägga åt sidan, men resultatet blev desto bättre utan den.

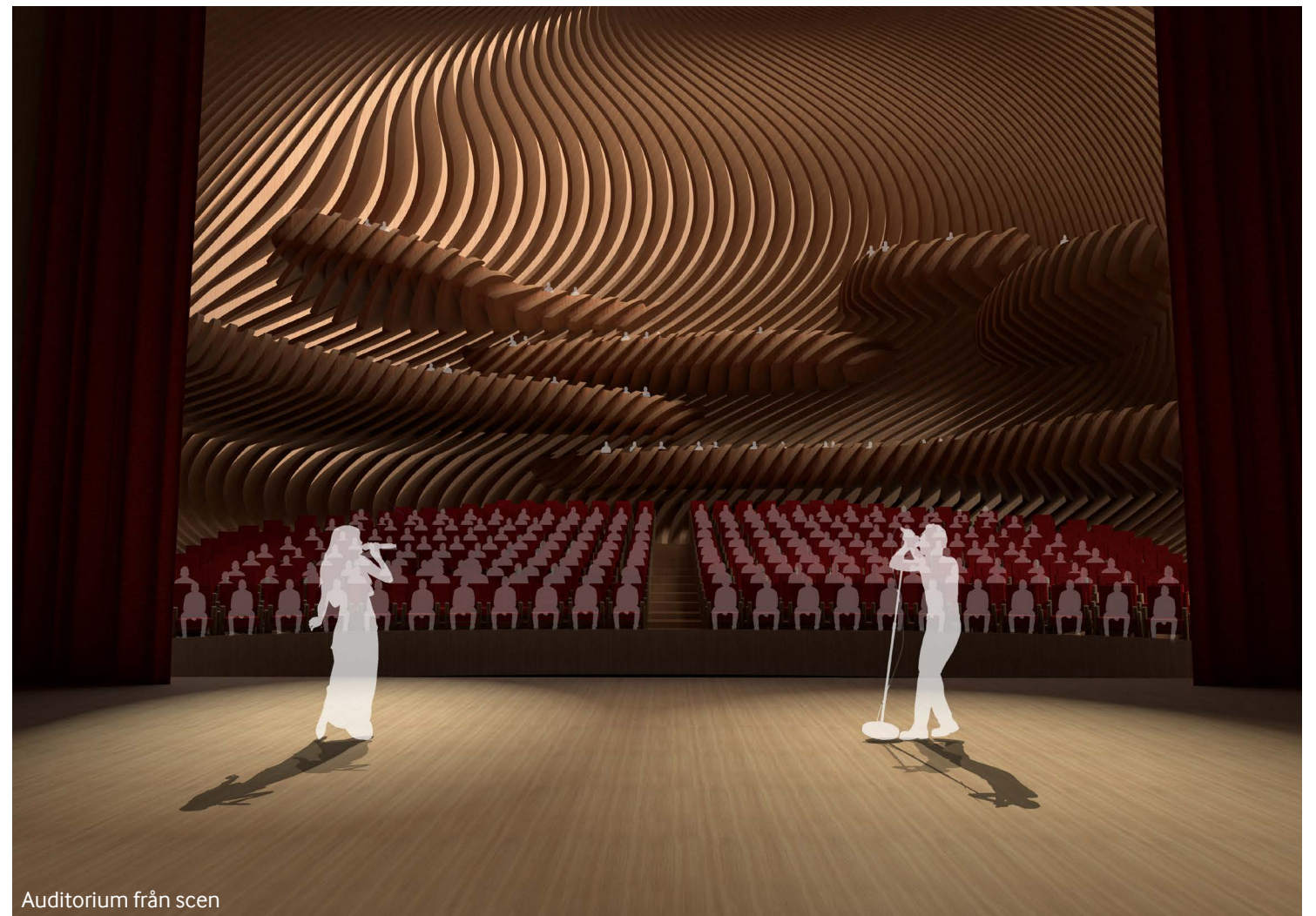


Sektion av siten





Auditorium från balkong

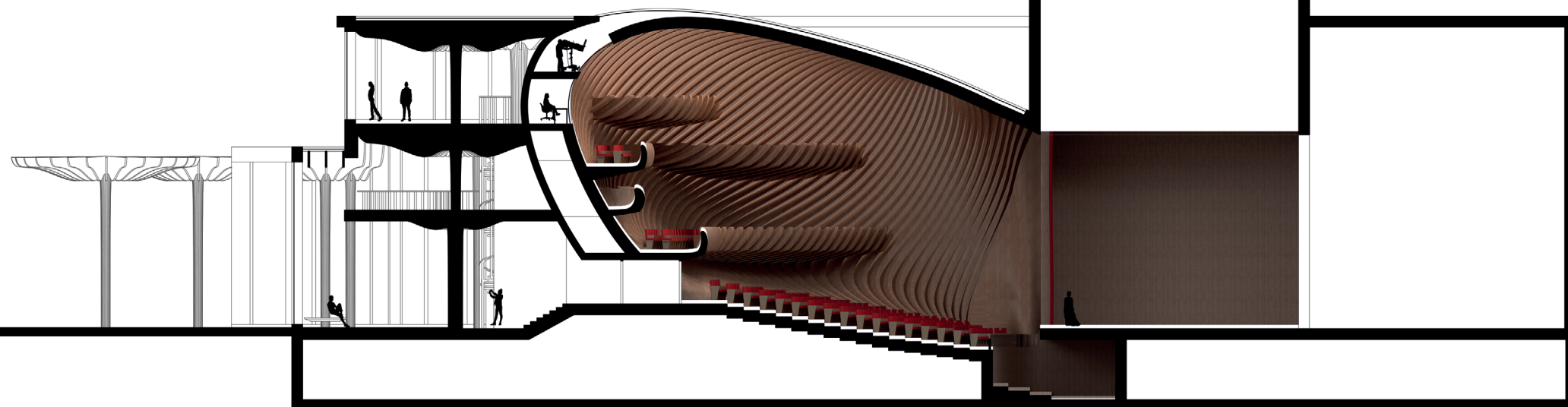


Auditorium från scen

AUDITORIUM

Auditoriet är byggnadens hjärta. Den används främst för teaterpjäser, men är flexibel i sin användning. Besökare kan komma in i lokalen från flera entréer. De flesta sittplatserna är placerade på golvnivå, men flera olika

balkonger skapar fler sittplatser där vissa är mer privata än andra. Formen på den inre volymen är osymmetrisk och balkongerna är oregelbundet placerade för att skapa en naturlig känsla.



Sektion A-A



AKUSTIK & ARKITEKTUR

Under majoriteten av arbetets tid, har vi jobbat tillsammans med en student från masterutbildningen Teknisk Akustik. Första mötet med vårn akustiker Jesper var mycket bra! Han visade sig vara väldigt kunnig och visade intresse för projektet.

Under tidens gång jobbade jag och Ellen däremot ganska mycket ensamma, och frågade Jesper och råd och tankar när vi behövde. Alla de akustiska beräkningar som gjorts nedanför är gjorda av honom!

AUDITORIUM

Innerväggen och taket i auditoriumet är gjorda av träpaneler med oregelbunden design. Detta hjälper inte bara till med absorptionen utan skapar också ett diffust fält. Väggen är uppbyggd som en dubbelväggstruktur med ytterligare ett lager av träpaneler. Väggen bakom panelerna är flyttbar och kan dras in från standardläget. Med hjälp av detta kan hallens volym ändras och därmed även efterklangstiden. Den rörliga väggen kommer att ha ytterligare absorption på sin yta. Detta kommer inte att vara synligt för publiken eftersom det är gömt bakom panelerna.

För att underlätta tidiga reflektioner kommer det på strategiska punkter att finnas platta vinklade paneler. Det kommer också att finnas LED-lampor gömda inuti panelstrukturens springor, vilket kommer att ge ytterligare reflektivitet.

VARIABLE ACOUSTICS

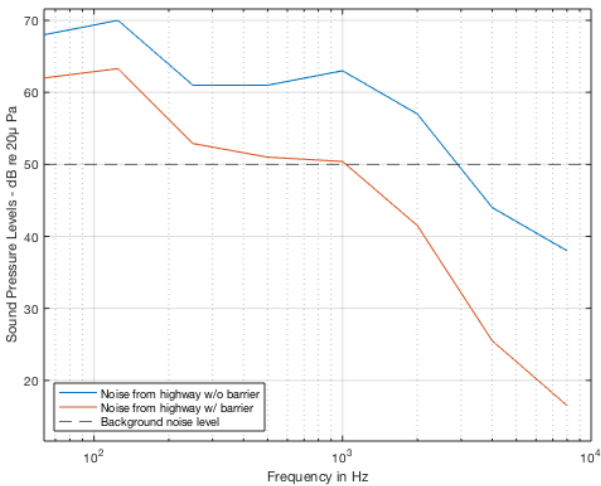
För att rymma olika typer av föreställningar är teatersalen utformad för att ha multifunktionalitet. För att uppnå detta är förmågan att styra den akustiska miljön, att få akustiken att passa prestandan, viktig. Detta är möjligt tack vare den justerbara efterklangstiden som täcker ett intervall mellan 0,9 till 1,2 s. Ännu längre efterklangstid kan uppnås med högtalarassistans.

Det högre värdet 1,2 s efterklangstid är utformad för att passa musiker och utnyttjar teatersalens fulla volym (5400 m³). När det finns behov av lägre efterklangstid, som för teaterpjäserna, kommer rummets volym att minska till 4090 m³. Minskningen kommer både av att orkesterdiket höjs till golvnivå och av att den rörliga väggen flyttas bakom träpanelerna.

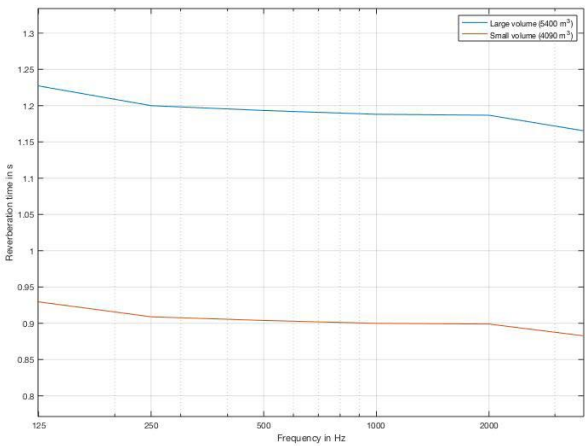
ITDG (INITIAL TIME DELAY GAP)

För att få en bra begriplighet kommer den initiala tidsfördröjningen att hållas ganska kort med ett intervall på 10 till 25 ms och minst 60% av ljudenergin når publiken inom 50 ms. På så sätt kommer reflektionerna att ge bra begriplighet även utan hjälp från direkt ljud. Dessutom kommer ljudets klarhet också att vara inom ett bra intervall som ett resultat. Som ett resultat av det faktum att det finns mer kraft i de tidiga reflektionerna kontra de senare, kommer publiken att uppleva en högre nivå av intimitet än om det fanns mindre energi i de tidiga reflektionerna.

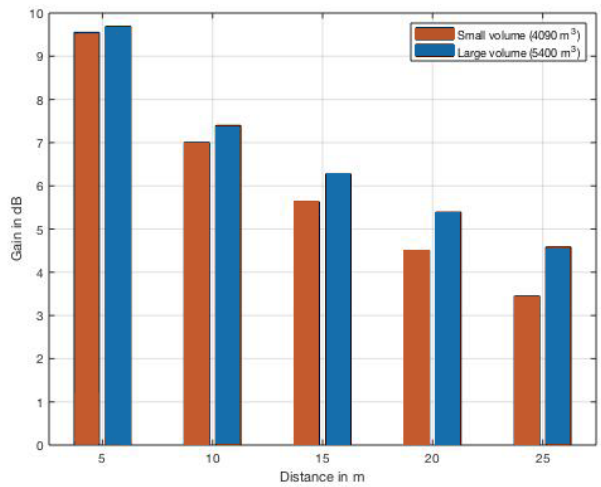
Förstärkningen av auditoriet är mellan 3,5 och 9,6 dB för den mindre konfigurationen som används för teater, och någonting mellan 4,6 och 9,7 dB för den större konfigurationen för musikalen som illustreras i figuren nedan.



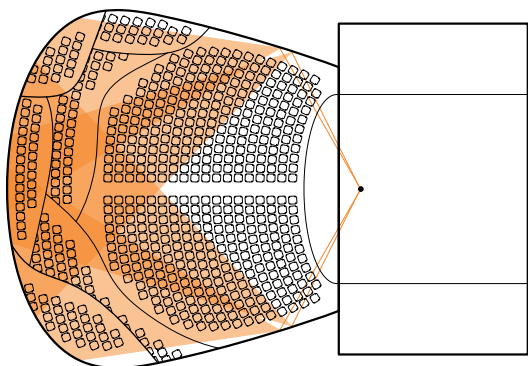
Variation i efterklangstid i auditoriumet över frekvens, för de olika volymerna.



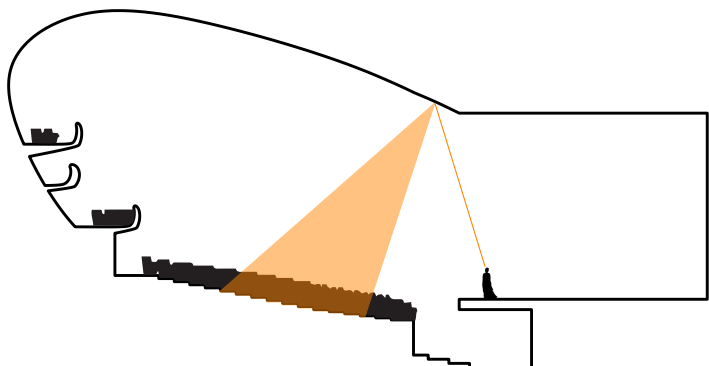
Ljudtryck på fasaden: (60 m från motorvägen).



”Gain” i auditoriumet vid olika avstånd från scen, för de olika volymerna.



Tidiga reflektioner, visat i plan.



Tidiga reflektioner, visat i sektion.