



# REFLEKTERANDE

En plats för reflektioner: ljud, ljus och klimat

Kandidatarbete av Wilma Rönnäng  
VT22

## KURS OCH EXAMINATOR:

ACEX15 Kandidatarbete i Arkitektur & Teknik / Karl-Gunnar Olsson

## PROGRAM:

Arkitektur och Teknik

## UNIVERSITET:

Chalmers Tekniska Högskola

## GRUPPARBETE:

David Selse, AT

Victor Simonsson, Halldór Einarsson, SOV

## BESKRIVNING:

Projektet tog sin grund i programmet för 2022 Newman Award Fund Student Design Competition. Uppgiften gick ut på att skapa en byggnad för teater- och musikaluppträdanden med ett auditoriet som rymmer 700 säten. Kontexten är knapp. Det är en plan tomt med en 6-filig motorväg 60 meter bort. I programmet listas önskade funktioner och dess ytor. Akustiken önskas även vara flexibel i byggnaden, främst i auditoriet och lobbyn. Flexibel akustik gör att byggnaden kan nyttjas för fler typer av evenemang. Till programmen adderades önskemål om integrerade hållbara lösningar och byggnaden ska främst byggas i trä.

Programmet kräver att arkitekturen och akustiken arbetar tillsammans. Det är ett fält-överskridande projekt, liksom kandidatutbildningen Arkitektur och Teknik. Projektet är ett samarbete mellan Arkitektur och Teknik och masters utbildningen Sound of Vibration.



## REFLECTIVE

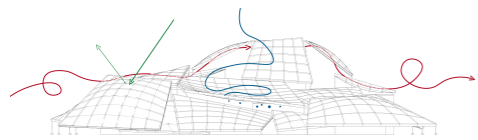
A place of reflection, sound, light and climate

A theater where multifunctional screens enclose and reflect. Screens that handle acoustics, wind, water and light. The shell of screens opens up at the entrance and invites visitors.

On the roof of the tactile volumes, the greenery flourishes. Small trees and shrubs that have been planted here benefit from the climate that the screens contribute to. With the help of the screens, an intelligent and climate-smart system is created. A system that gives the vegetation optimal

conditions and the visitor a pleasant climate. We work together with nature, towards a minimal footprint.

The theater, tactile volumes wrapped in organic screens, arouses curiosity. As a visitor, you are drawn to the world that hides underneath the screens. The visitor moves in the garden, between the separated volumes, surrounded by screens. At the same time, the shadows from the wooden grid dance over the clean wooden facades. It's a spectacle outdoors as of indoors.

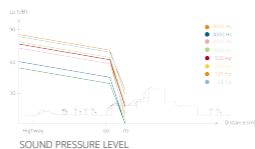


**NOISE REDUCTION**  
A triple glass sandwich-construction mounted on a wooden grid with absorbent material at couplings helps to reduce the noise level around the building's shell.

**IRRIGATION**  
Perforations in the concave screens collect the rainwater and create an artificial irrigation of the vegetation roofs.

**NATURAL VENTILATION**  
The shape and placement of the screens are used to steer and accelerate airflow into air ducts in the walls of the stagetower. This air then contributes with fresh air inside of the hall.

### EXTERIOR NOISE SCREENS



Lowering the noise level at the site of the building from the adjacent highway is done with the large glass screens covering the building. These screens are grids of wood with a triple glass panels. The inside of the wooden grid is lined with sound absorbing material in order to increase the sound reduction.

**FLOOR -1**  
1 MER  
2 Loading elevator  
3 Loading corridor  
4 Pit lift  
5 MER

**FLOOR 0**  
6 Chiller  
7 Rehearsal  
8 Janitorial  
9 Reception  
10 Conductor DR  
11 Wig & Make Up  
12 14 persons DR  
13 Green Room  
14 Scene Shop  
15 Crossover  
16 Scene  
17 Auditorium  
18 Followspot  
19 Control Room  
20 Mix Position  
21 Toilet  
22 Storage  
23 Dimmer  
24 Audio Rack  
25 Reception  
26 Box Office  
27 Wardrobe  
28 Lobby

**FLOOR 1**  
29 Roof Garden  
30 Solo DR  
31 Repair  
32 Costume Shop  
33 Prop Pantry  
34 Lobby Balcony  
35 Bar

SCENE SHOP  
LOADING ELEVATOR  
LOADING CORRIDOR  
PITLIFT

### ROOM ACOUSTICS

The building is divided into four volumes which are all connected by the help of the exterior layers of screens. This will be an advantageous solution for the acoustic aspects and the flexibility of the building. The wall constructions of the rooms are arranged and adjusted based on their acoustic criteria. Furthermore, the lobby, one of the separate volumes, is divided into two floors to increase the possibility of events and gatherings. Here, absorbents are added behind screens to achieve the desired room acoustics. The second floor of the lobby and also one of the seating areas in the auditorium are both accessible for people with reduced mobility.

Sealing Strip 12mm  
Glass 9mm  
Aluminum Frame 20mm  
Glass 4mm  
Timberbeam 100x200mm  
Glass Wool 30mm  
Glass 9mm

CONNECTION WOOD-GLASS

### AUDITORIUM

The theater hall reflects the exterior complexity between the tactile and the organic. Cubes of different dimensions are terraced and creates a lively feeling inside the hall. Diffusers, screens, walls and the ceiling are all made of wood and contribute to the feeling of nature in the proposal. The screens reflect the exterior in its shape and color scheme. With the help of large screens in the ceiling, spotlights can be hidden away and the expression sought in the hall remains.

SOUND STRENGTH

### FLEXIBLE ACOUSTICS

The acoustic goal of the auditorium is to be able to vary the reverberation time depending on the type of performance. With a ceiling that can vary in height the total volume of the auditorium can change and affect the reverberation time between 0.9 and 1.2 seconds. The orthogonal design aesthetic of the room can create unwanted flutter echoes which are circumvented by placing diffusing panels in an inverse symmetrical pattern along the walls. To complement the room acoustics during speech, speakers have been placed over the stagefloor.

REVERBERATION TIME

### ITDG

Setting the initial time delay gap in a good range is done by utilizing the screens in the auditorium as reflectors. With this the initial time delay gap never exceeds 30 ms anywhere in the auditorium. To keep the sound strength high enough all over the auditorium the distance to the back wall is quite short which results at a gain at the back of around 6 dB in the bigger volume.

INITIAL TIME DELAY GAP

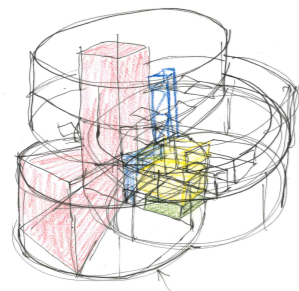
## PLANSCHERNA

De tre planscherorna som presenterades på slutkritiken.

## FYRA ITERATIONER

Kursen var uppbyggd på fyra design iterationer. Den första iterationen gick ut på att observera akustiken i verkliga miljöer i Göteborg. Den andra iterationen på att ta fram tre konceptuella förslag på teatern. Den tredje iterationen innebar att koncentrera sig på ett koncept och skapa tre multifunktionella prototyper. Den fjärde och sista iterationen är det slutliga resultatet i kursen.

Nedan visas tabeller framtagna för de tre koncepten, resan mot ett koncept. Tabellerna var en tydlig vägvisare i vilka delar vi tyckte var starka i de tre förslagen. Reflective hade tydligast tankar kring akustiken, de andra två hade andra styrkor vi inte ville slopa. Slutprodukten är det bästa från de tre koncepten mixade till ett koncept.

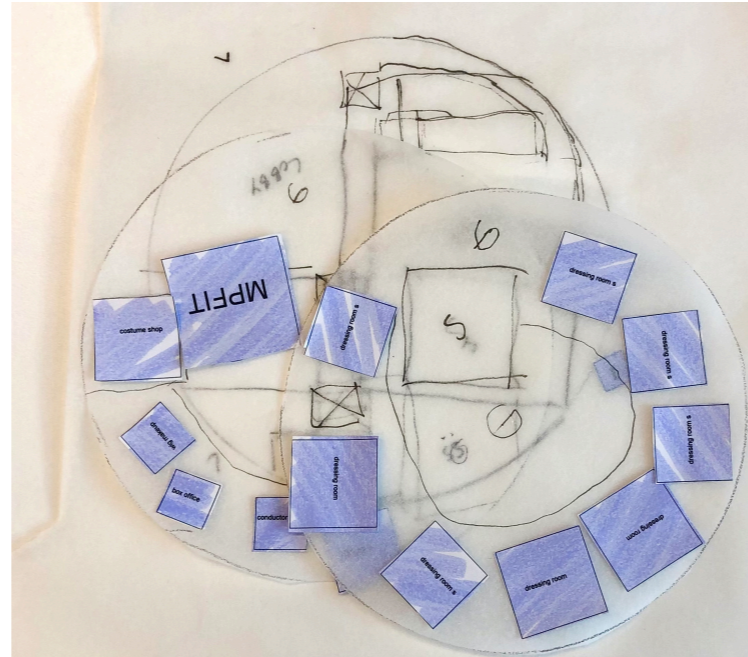


### HIDDEN STAGE HOUSE

	LJUDSTYRKA	EFTERBLAN- STID	KLARHET	NATURLIG- LJUS	NATURLIG- VENTILATION	BYGGSÄKT FÖR HÄND	SJÄLLE FRÅN MOTORBÄNS
BÄA						• STORA RUMMA VOLUMEER • TÅA • FÖR HÄND	
BÄTTE				• UTBYRRE RUMMET			
BÄST				• LJUSLÄMNA TÅA/PÅK		• BOK- I BOK • KONKAV • TÄNSKÅRNE PÅ TAKEN	

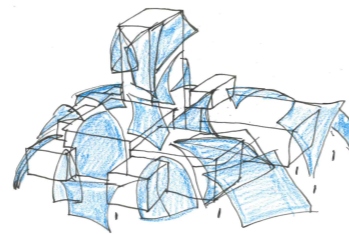
### TRE KONCEPT

Styrkor och svagheter hos de tre konceptuella förslagen blev konkreta med hjälp av tabellerna ovan.



### KONCEPT SKISS

Lager på lager av skisspapper och utskrivna funktioner i skala 1:500.



### REFLECTIVE

	LJUDSTYRKA	EFTERBLAN- STID	KLARHET	NATURLIG- LJUS	NATURLIG- VENTILATION	BYGGSÄKT FÖR HÄND	SJÄLLE FRÅN MOTORBÄNS
BÄA							
BÄTTE				• RUDTORIE I SÄN • REFLEKT • ÖKELST TÅNSKÅRNE			• HVE EFFEKTIVA KÄN VI PÅ SKÄRMARNA
BÄST	• FOKUS • SKÄRMAR	• FOKUS • SKÄRMAR	• FOKUS • SKÄRMAR	• LJUSLÄMNA PÅ TAKEN		• MODULER • GRÖNSKALL	

### VOLUME IN CENTRUM

	LJUDSTYRKA	EFTERBLAN- STID	KLARHET	NATURLIG- LJUS	NATURLIG- VENTILATION	BYGGSÄKT FÖR HÄND	SJÄLLE FRÅN MOTORBÄNS
BÄA							• LJUSBÄNS • EXPONERAR SCENATORA
BÄTTE							
BÄST				• FÖR VOLYM • STORA • MODULER FÖR NATURLIG- LJUS	• FÖR VOLYM • LANTERNA • PASSIV KYLNING	• SIMPLA VOLUMEER • I-VÄNING	

## DESIGNMETOD

Designprocessen var länge konceptuell. Enkla skisser och samtal kring vart vi ville ta projektet. Skisspapper och färgade pennor var ett kommunikationsmedel som ofta förtydligade det vi med ord inte alltid lyckades nå fram till.

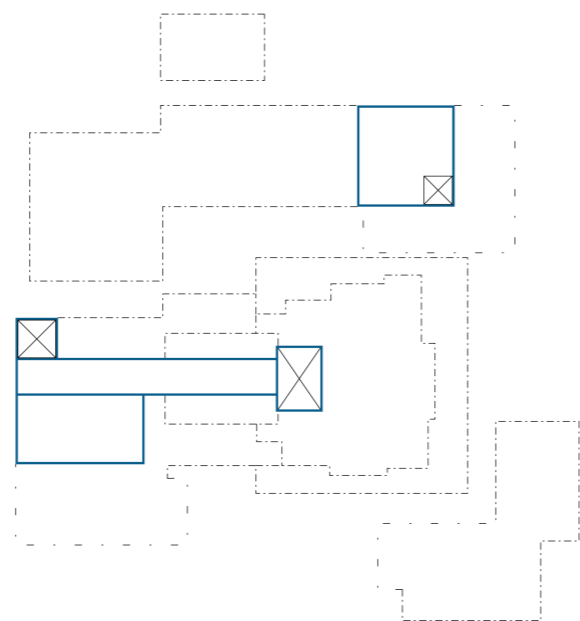
Vi arbetade mestadels analogt tills slutresultatet skulle produceras. För att få ett grepp om mängden funktioner och dess förhållanden klippte vi ut dess ytor i rektanglar i skala 1:500. Dessa flyttade vi runt och funderade kring hur flödet skulle fungera bäst. Jag tror att dessa rutor la grunden till vårt kubiska slutresultat. Vi jobbade oss in i rutorna och förhöll oss till dess form när volymerna skapades. Att vi länge valde att arbeta analogt kan undermedvetet styras åt vilket håll projektet arkitektoniskt utvecklats.

Jag och David kompletterade varandra bra. Jag testar mig gärna fram och envisas med att iterera tills dess att jag tycker att uttrycket känns bra. I vissa fall går det fort och i andra tar det längre tid. I detta projektet var de organiska formerna viktiga att få rätt. Skärmarna skulle ge ett levande uttryck och vara individuellt utformade. David är intresserad av Grasshopper och skapade ett skript för skärmarna. Med hjälp av skriptet kunde vi enkelt och effektivt prova oss fram tills dess att uttrycket var som vi ville.

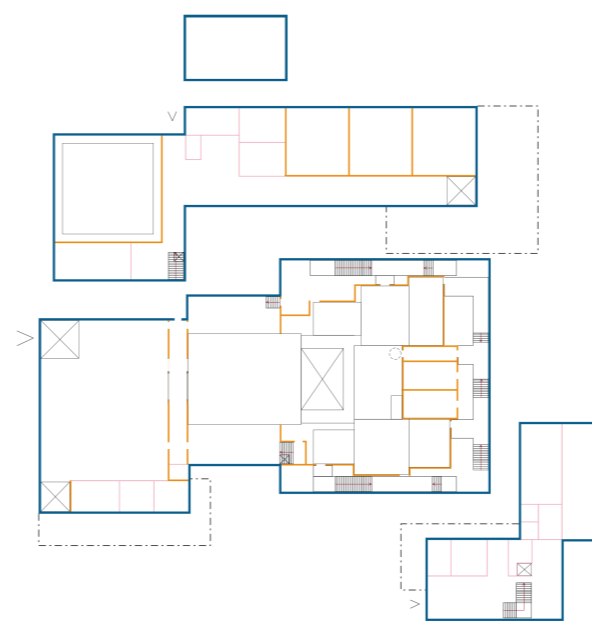
## PLANRITNINGAR

Till en början utgick konceptet Reflective från en sammanhållen byggnad. I skedet då tre koncept övergick till ett tog vi med oss integrerade parker mellan separerade volymer från de två andra koncepten. Denna separation av volymer kommunicerade bra med vårt fokus på skärmar och det mikroklimat som bildas under dessa.

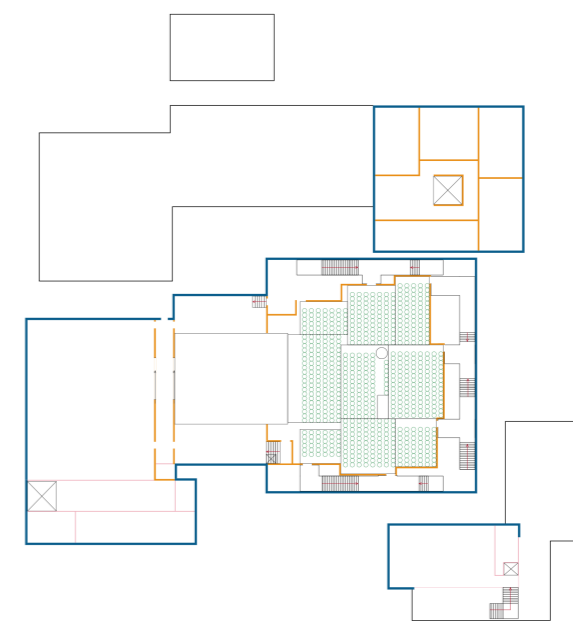
Planlösningen växte fram tillsammans med volymskisser. Utskrivna och utklippta rutor i skala 1:500 flyttades runt för att få en fungerande planlösning. De akustiska kraven för de olika funktionerna kommuniceras tydligt i plan med hjälp av färgkodning.



VÅNING -1



VÅNING 0



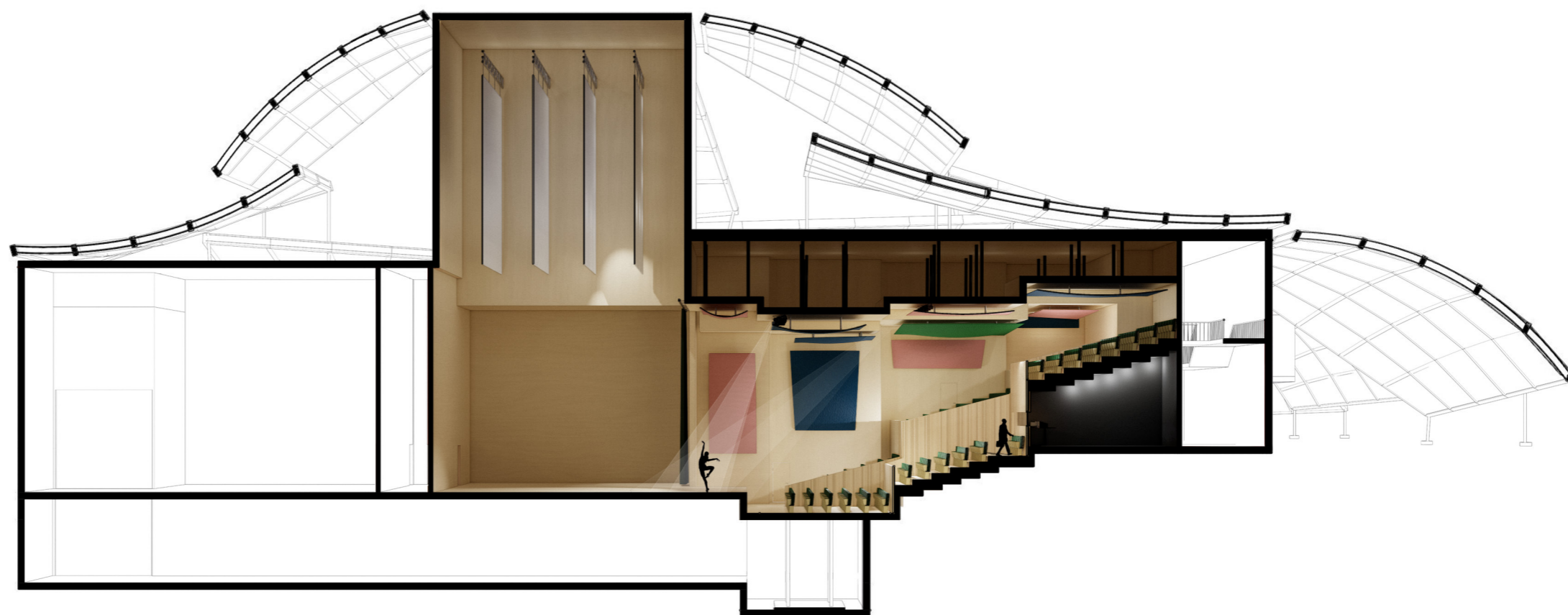
VÅNING 1

- Sandwich wall CLT/Concrete , 300 mm Rw=62dB
- Sandwich wall CLT , 210 mm Rw=54dB
- Single wall CLT, 100 mm Rw=34dB

## EXTERIÖRT // INTERIÖRT

Redan i de första konceptskisserna föddes iden om kontrasten mellan boxar och organiska former. Likt en tygbit släpps över några separerade klossar, omsluter de kantiga formerna. Detta exteriöra uttryck yttrade sig i skärmar fästa med nätta ben mot de solida volymerna. Mellanrummet mellan volymerna och skärmarna bildar ett mikroklimat. Gränsen mellan det interiöra och det exteriöra i byggnaden blir mindre definierad.

Processen startade i det exteriöra uttrycket. Konceptet togs vidare in och speglas tydligt i auditoriet. Publiken sitter på osymmetriskt ordnade klackar. Omgivna av tak och väggar som reflekterar de boxiga formerna. De organiska formerna kontrasterar och ger god akustik i salen.

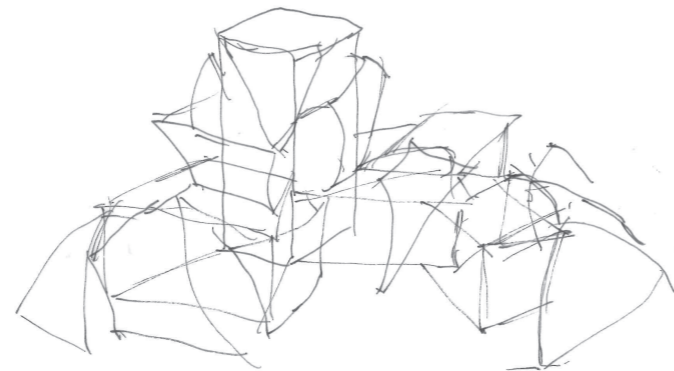
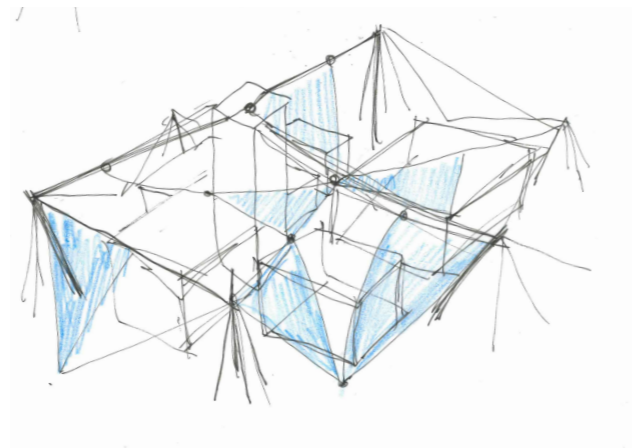
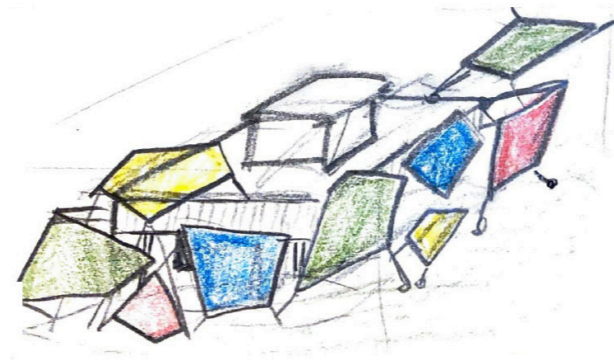


## SKÄRMARNAS PROCESS

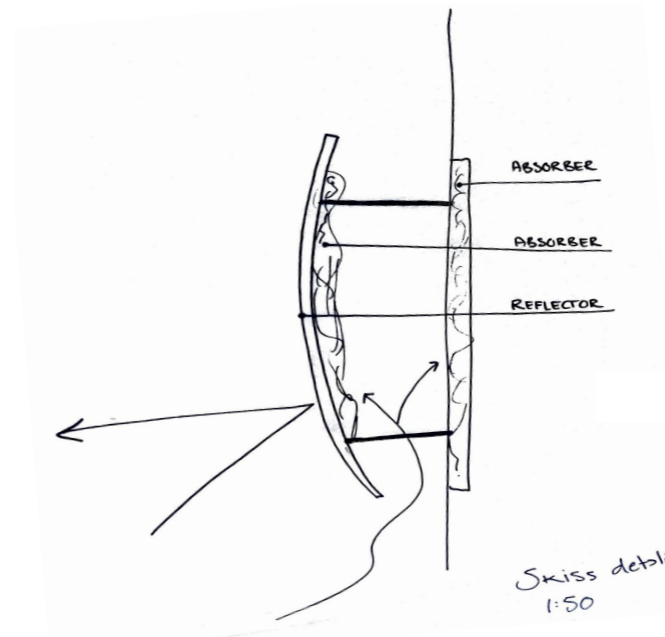
Kontrasten mellan kuberna och det omsve-pande tyget, skärmarna, har varit med sedan de första skisserna. Det har varit en utforsk-ande process. Främst gällande vilka möjliga funktioner de kan komma att fylla. Utgångs punkterna var att de skulle skapa en levande arkitektur och att de ska hantera bullret från motorvägen.

Nästa steg i processen var att ta in skärmarna till auditoriet. Här tog vi fram en prototyp som skulle kunna justera efterklangstiden i auditoriet. Genom att exponera "gömda" absorbenter, gärna i ett organiskt material, skulle efterklangstiden sänkas. Denna idén slopades efter att vi hört önskemål om att undvika absorbenter i största mån. Ett beslut jag i efterhand ångrar.

I slutfasen av projektet kände vi att skärmarna trots sin levande form inte gav den effekt vi önskade. Skärmarna, både interiört och exte-riört, fick här ett färgstarkt uttryck. Ett uttryck som återfinns i våra allra första skisser.



STEG 1  
Konceptuella skisser på skärmarnas uttryck.



STEG 2  
Prototyp-ritning och modell av öppnings- och stängningsbara skärmar till auditoriet.



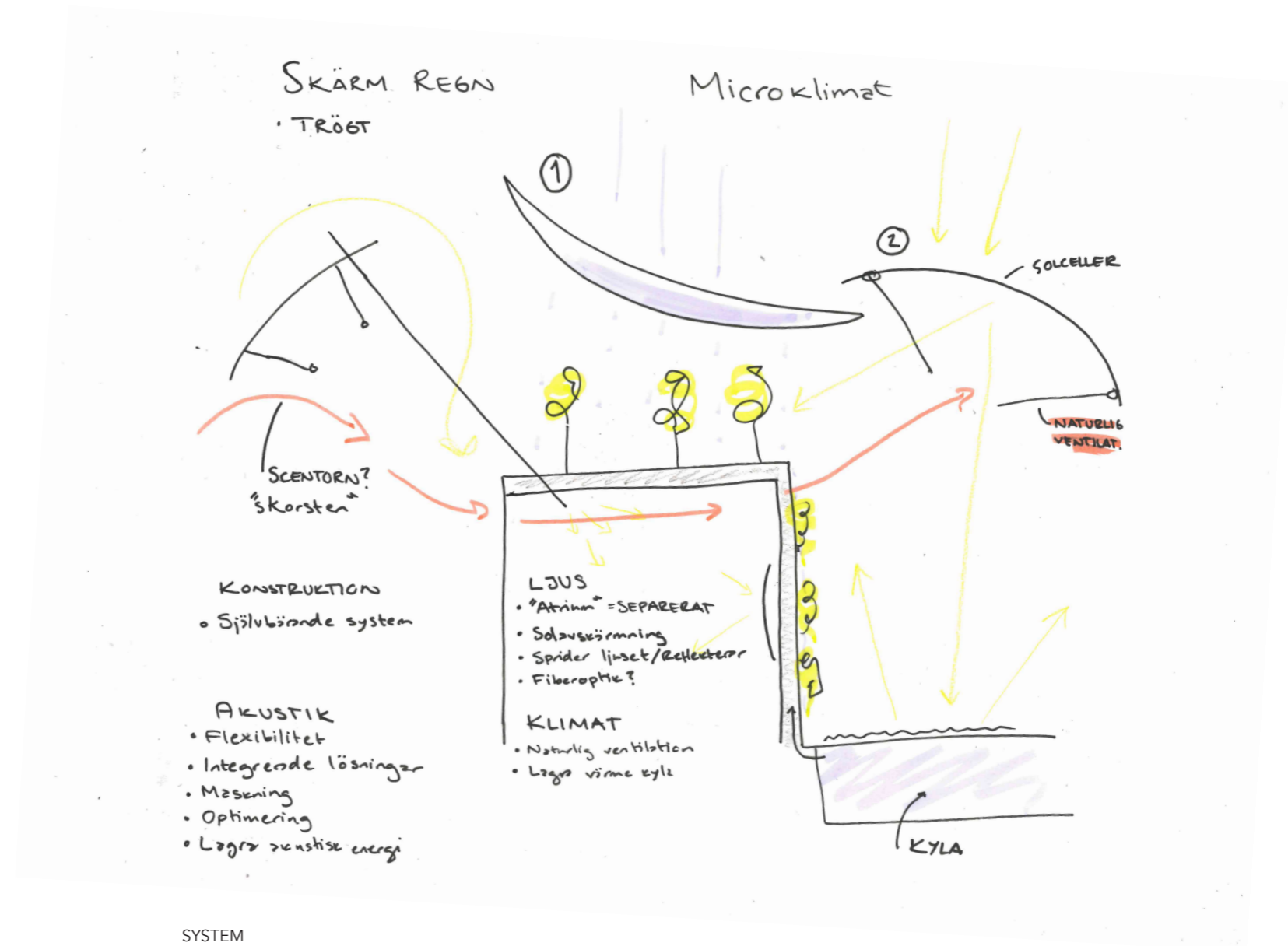
STEG 3  
Slutresultatet av skärmarna i auditoriet.

## INTEGRERADE DESIGNLÖSNINGAR

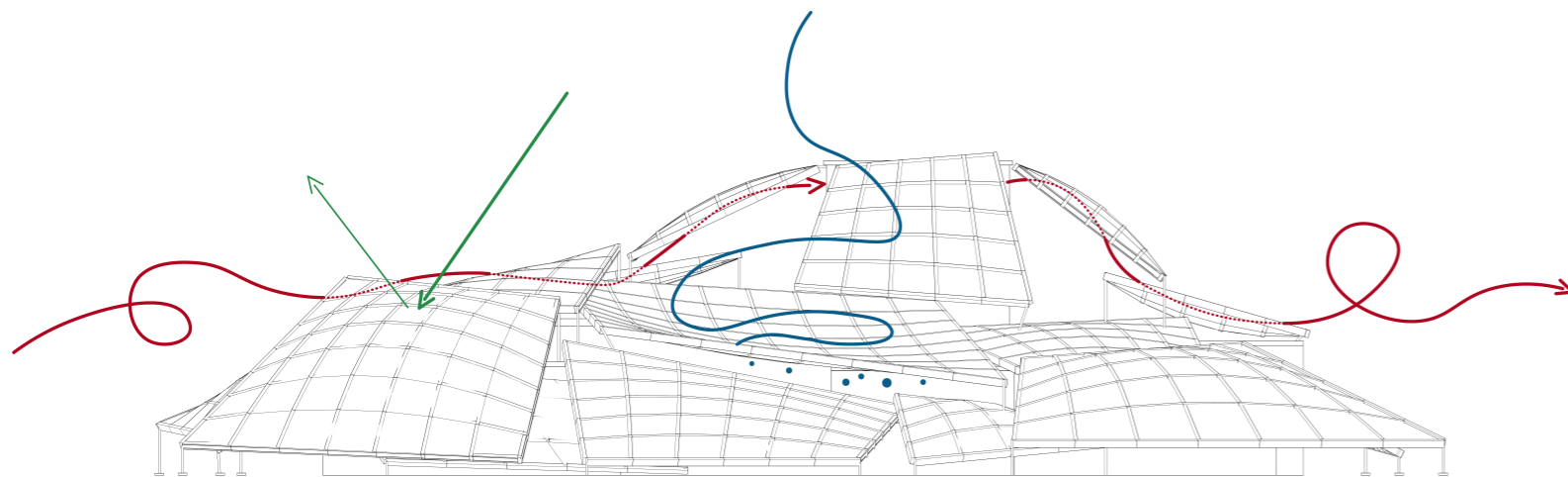
Det var väldigt roligt att spåna på integrerade lösningar för att skapa ett hållbart förslag. Vi landade i ett system av lösningar. De integrerade lösningarna skapade ett mikroklimat. Mikroklimatet främjade upplevelsen av arkitekturen, en teater där inne och ute vävs samman. Där besökare och personal rör sig i mikroklimatet för att ta sig mellan de olika funktionerna.

Mikroklimatet skapas av integrerade lösningar i form av de multifunktionella skärmarna. Konkava och konkava former har olika syften. Vissa av de konkava skärmarna fångar upp vatten och för med hjälp av perforeringar ner ett artificiellt regn över växtbeklädda tak. En kombination av konkava och konkava former styr och accelerera vinden och skapar på så vis naturligventilation.

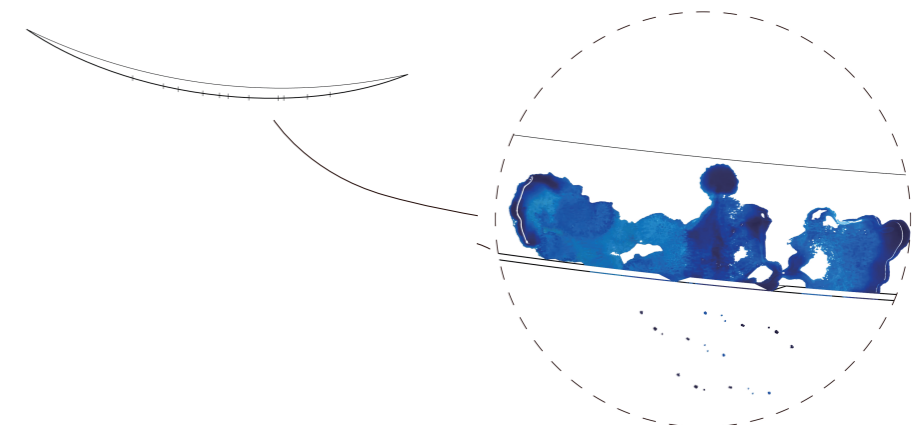
I ett vidareutvecklat förslag hade jag velat jobba mindre konceptuellt och mer verklighetsförankrat med de integrerade lösningarna. Dessa integrerade lösningarna är samtliga konceptuella och kommuniceras därefter.



SYSTEM  
En flödande process kring integrerade designlösningar resulterade i ett system, ett mikroklimat.



MULTIFUNKTIONELLA SKÄRMAR  
Hantering av vatten, vind och buller.



PROTOTYP RITNING  
Detalj av hur vatten fångas upp och släpps ner över gröna tak.

## ARKITEKTUR + AKUSTIK

Jag är nöjd med hur arkitekturen utformats för att ge god akustik, hur väl arkitekturen hanterar bullret och fler funktionella egenskaper. De akustiska värdena hanteras bra både utvändigt och i auditoriet. ITGD är något lågt i auditoriet, utöver det är värdena bra och det finns en god akustisk flexibilitet.

Jag är nöjd med hur konceptet tas vidare och speglas i auditoriet. I ett fortsatt arbete hade jag lagt mer fokus på att få auditoriet mer levande. Jag hade velat fortsätta utforska våra konceptuella skärmar med absorbenter. En utveckling av de interiöra-skärmarna hade känts som en mer innovativ lösning än att höja och sänka taket för att nå den akustiska flexibilitet som önskas.

## INTERDISCIPLINÄRT ARBETE

Samarbetet mellan de två disciplinerna har fungerat väldigt bra. Klimatet sinsemellan har genom hela arbetet varit positivt. Genom regelbundna möten och öppen dialog kring vardera sidas process har vi tagit oss framåt. Mot slutet av projektet var samarbetet som bäst. Då arbetade vi som närmast med att nå akustikens värden med arkitekturen som medel.

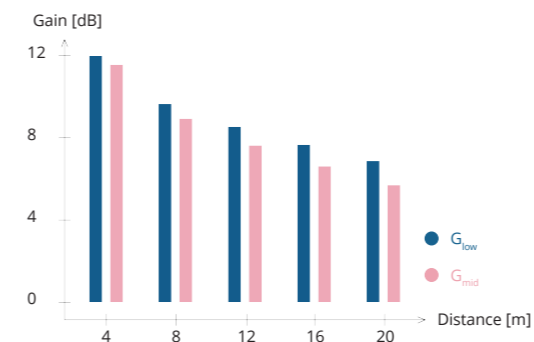
En möjlig förbättring av arbetet hade varit att vi, som projektledare, tidigare i processen bett om att få tydliga riktvärden, volymer etc, att sträva mot. På så vis skulle arbetet varit effektivare. Nu fick vi istället rita om auditoriet för att vi insåg att de akustiska värdena inte nådde den nivå vi önskade. Ett tidskrävande arbete som kunde ha undvikits.

## REFLEKTION

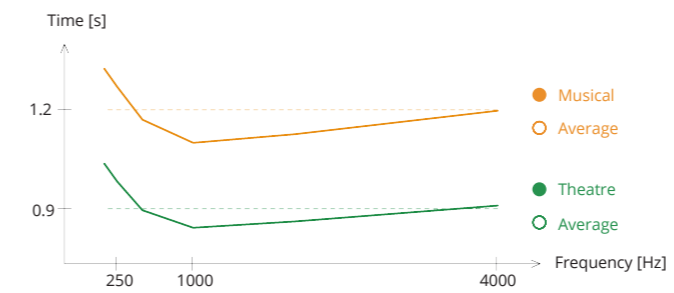
Jag är stolt och nöjd med vårt resultat och vägen dit. Gällande projektet i sig gillar jag mycket hur det tar plats, främst exteriört. Det var utmanande och givande att arbeta så pass konceptuellt som vi gjorde. Att projektet var konceptuellt fick vi även till oss under kritiken, på gott och ont.

En lärdom till framtida projekt är vikten av att hålla fast vid idéer som känns bra. Hade vi valt att behålla de flexibla skärmar i auditoriet hade projektet lyft ytterligare.

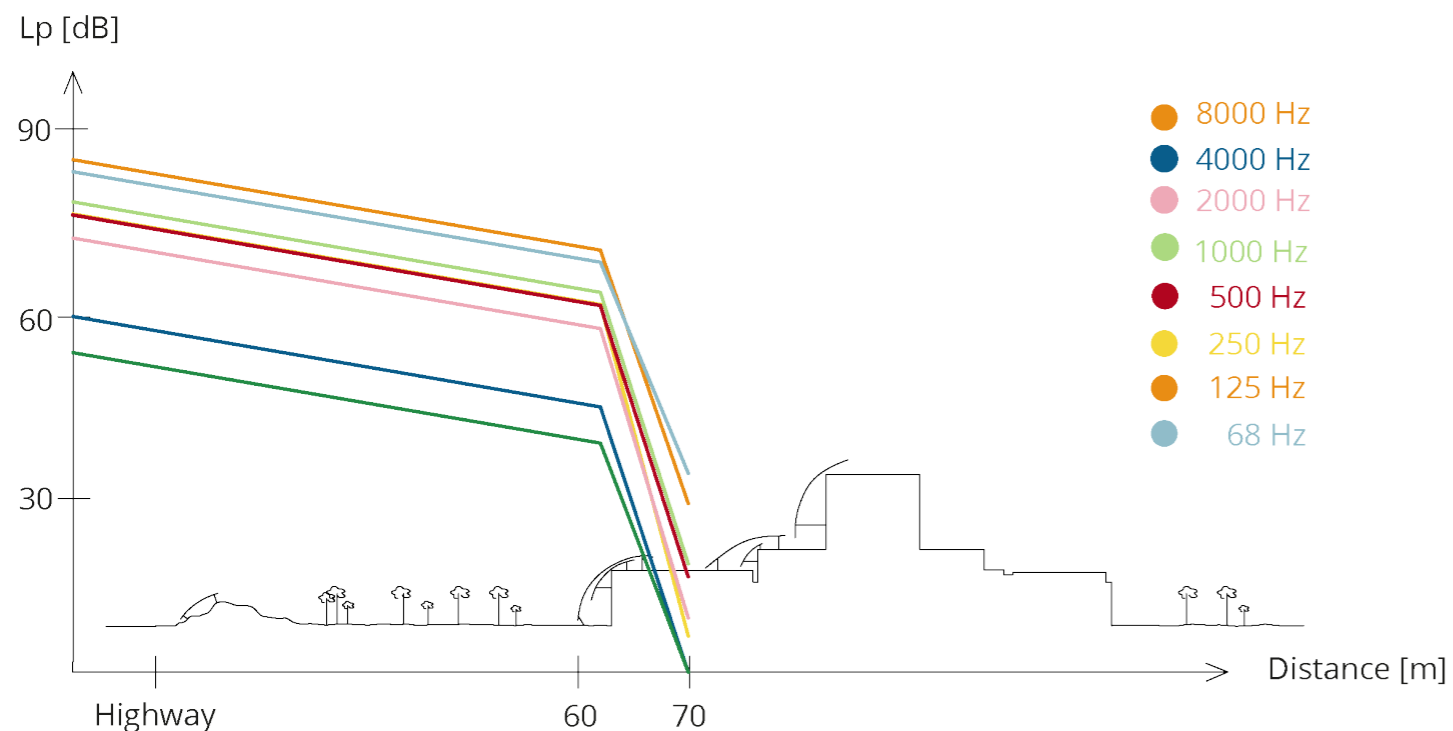
Jag tar även med mig erfarenheten av ett lyckat grupparbete. Samarbetet med David har fungerat väldigt bra. Processen har varit rolig och strukturerad, ett stressfritt projekt. Likaså har samarbetet med akustikerna, Halldór och Victor, varit lyckat. Tillsammans har vi fyra arbetat oss fram till det fina och genomarbetade slutresultatet.



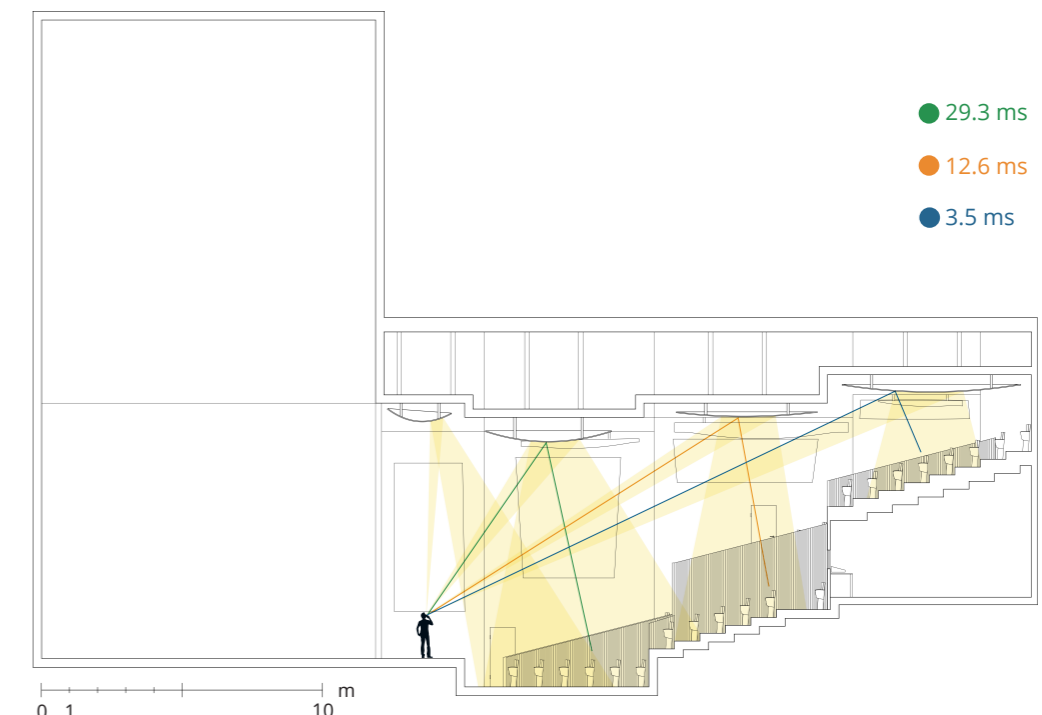
SOUND STRENGTH



REVERBERATION TIME



SOUND PRESSURE LEVEL



INITIAL TIME DELAY GAP