

SweepIN - an adventure into a multidimensional space

Process

Designprocessen började med att ta fram tre olika koncept och ideer för teatern där den skulle vara som ledande inspiration genom hela projektarbetet. Genom skisser av olika känslor, former, idéer, sektioner och perspektiv disputerades fördelar och nackdelar med respektive koncept. För vidareutveckling av vissa koncept gjordes modeller av lera för att underlätta förståelse för form och funktion samt se vad de uppfyllde akustiska kvaliteterna var för vardera koncept. Efter att tre förslag kommit fram diskuterades de olika förslagen med en akustiker för att ytterligare få en bild av vilket koncept som hade bäst akustiska egenskaper. Nästa iteration var att ta fram och designa tre olika akustiska prototyper som skulle innehålla minst två funktionella egenskaper bland ljus, klimat, konstruktion eller ljud. De tre prototyperna som togs fram var en inne i auditoriumet, en för lobbyn och en för fasaden. Samtliga av dessa prototyper hade minst en funktion för ljud, ljus, klimat och konstruktion. Förslag och idéer diskuterades först och därefter skissades designerna på prototyperna. En fysisk modell för absorberprototypen i auditoriumet gjordes för att sedan undersöka dess ljusegenskaper.

Vidare gick arbetet till att urforma planlösningen utefter vårt koncept. Då konceptet som valdes var av böljande form var utmaningen att skapa krökta rum och placeringen av dessa runtom i byggnaden. Då vi generellt har en begränsad förståelse för hur krökta rum upplevs i en byggnad var det svårt att visualisera möjliga lösningar till en början. Efter diskussioner och underökningar löstes en smidig plan med god rörelse, något som kom att känneteckna vår teater. Därefter började designarbetet i 3D och utmaningen här var att designa upp modellens böljande former i både väggar och tak. Då vi inte jobbat med krökta former i tidigare projekt var detta något nytt för oss och det blev svårt att veta hur man ska gå tillväga med de digitala program som vi jobbat med, ex. Rhino. Mycket tid lades ned på att komma fram hur designerna skulle gå på ett så effektivt sätt som möjligt men slutligen löste vi detta efter lite upplärning. På grund av den avancerade formen modellerade teatern i enskilda delar. En 3D modell för interiören och en 3D modell för exteriören som sedan lades ihop till en modell. Detta resulterade i att sektionsritningen blev svår att rita och ta fram. En snabb lösningen fick göras och därmed var de flesta ritningar, texter och illustrationer klara för att sättas på planscherna.

Reflektion

Konceptet The Curve innehöll goda akustiska kvaliteter tack vare dess böljande väggar i teaterhallen. Formerna är även akustisk tilltalande då de bär på futuristiska former. Men efter att skisser började göras för exteriören frågade vi oss hur byggnaden kan användas för flera andra aktiviteter än teater shower och diverse event. Här var frågan om huruvida vi kan nå social, ekonomisk och ekologisk hållbarhet genom att göra byggnaden mer allmän för offentligheten och att exteriören kan brukas för andra ändamål. På så sätt gör vi byggnaden mer långsiktigt hållbar och öppnar upp för sociala interaktioner. Efter en del skissande med olika konceptuella diagram bestämdes det att en trappa skulle placeras till vänster om fasaden för att ge utrymme för avslappning, sittplatser och försäljningsaktiviteter om så önskas. En bassäng placerades i andra sidan fasaden för att ge promenad känslan lite mer för besökarna. Under processen diskuterades det även att skapa gångar längs med varje fasadlänga så att man gå upp på byggnaden och ta del av utsikten även på fasaden. Att skapa plats för restaurang uppe på taket var även en idé men som på grund av tidsbrist fick läggas åt sidan. En annan aspekt som störde oss på mycket var byggnadsmaterialen som användes för fasaden. Betong, glas och stål klassas som ovänliga för miljön på grund av deras framställning och livscykel. Dock hade det varit svårt att bygga teatern utan dessa material då trä inte har egenskaperna att formas på samma sätt som betong. Att använda trä hade till och med varit mer ohållbart då mängden trä hade varit betydligt stor för att konstruera teatern och det är i sig inte hållbart. Vi ville dock lära oss att projektera krökta byggnader, men här fick vi även lära oss om hur vi kan jobba med betong och stål men även minska på klimatavtrycket. Då man alltid kommer att bygga med betong kan man som arkitekt och ingenjör sätta krav på industrin att framställa dessa byggnadsmaterial mer hållbart. Såsom minska på transporter och återanvända material. Smartare arbetsprocesser för konstruktion av byggnaden kan också ställas krav på för även där kan man minska på klimatavtrycket. Till vidare kommer jag att ta mer hänsyn till hållbara lösningar vid alla möjliga projekt.

Den största utmaningen varit att modellera upp teatern digitalt med Rhino. Mycket har varit att lära sig gradvis över att ständigt testa olika sätt för att få fram en bra 3D modell. Nu har dock kunskaperna ökat och jag kan jobba med krökta modeller tack vare detta projekt som har varit helt nytt, avancerad men lärorik.

Förövrigt har den interdisciplinära arbetet med teknisk akustik har varit både rolig och lärorik, både inom ämnet akustik men även inom sin personliga utveckling. Jag har lärt mig hur man diskuterar projekt med personer inom en annan disciplin och även att verka som projektledare och sätta krav på gruppmedlemmar.

SweepIN - an adventure into a multidimensional space

Kandidatarbete

Digitala verktyg: AutoCad, Rhino, Vray, Illustartor, InDesign, Phytton, Matlab.

Gruppmedlemmar: Rasha Al Asmi och Jesper Holsten

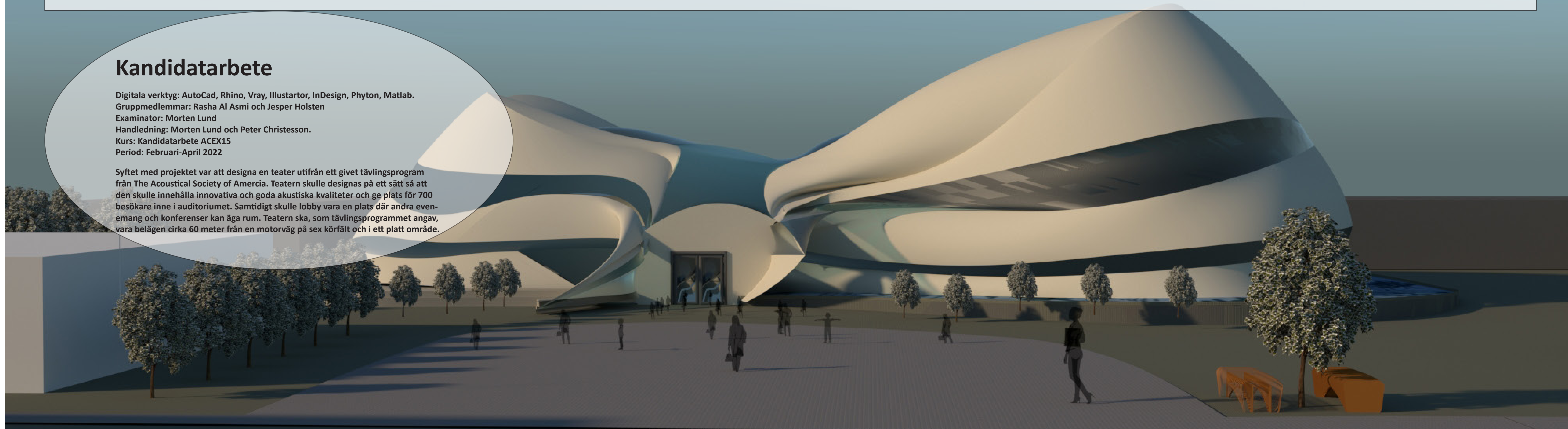
Examinator: Morten Lund

Handledning: Morten Lund och Peter Christesson.

Kurs: Kandidatarbete ACEX15

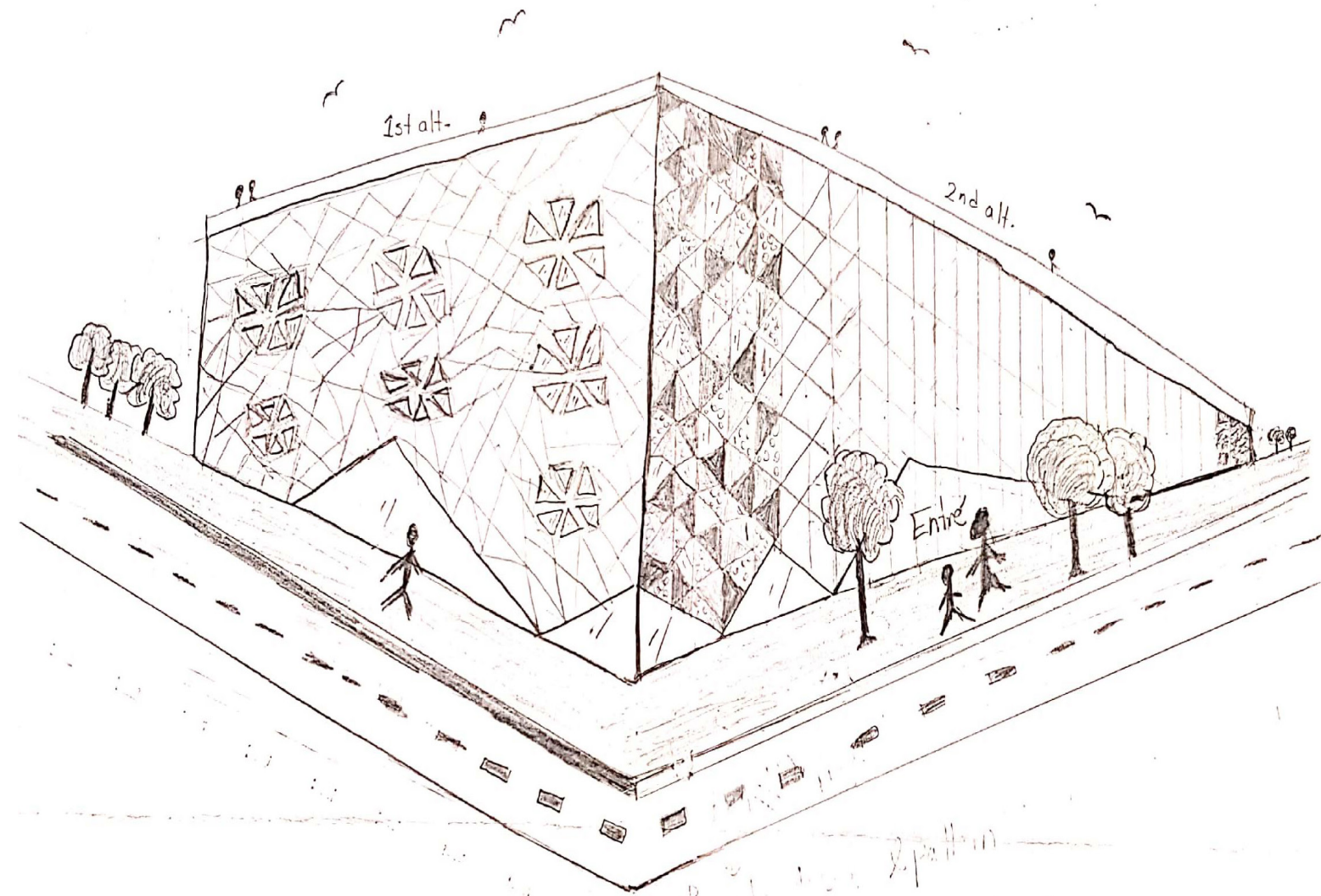
Period: Februari-April 2022

Syftet med projektet var att designa en teater utifrån ett givet tävlingsprogram från The Acoustical Society of America. Teatern skulle designas på ett sätt så att den skulle innehålla innovativa och goda akustiska kvaliteter och ge plats för 700 besökare inne i auditoriumet. Samtidigt skulle lobby vara en plats där andra evenemang och konferenser kan äga rum. Teatern ska, som tävlingsprogrammet angav, vara belägen cirka 60 meter från en motorväg på sex körfält och i ett platt område.



Koncepten

Exterior perspective:

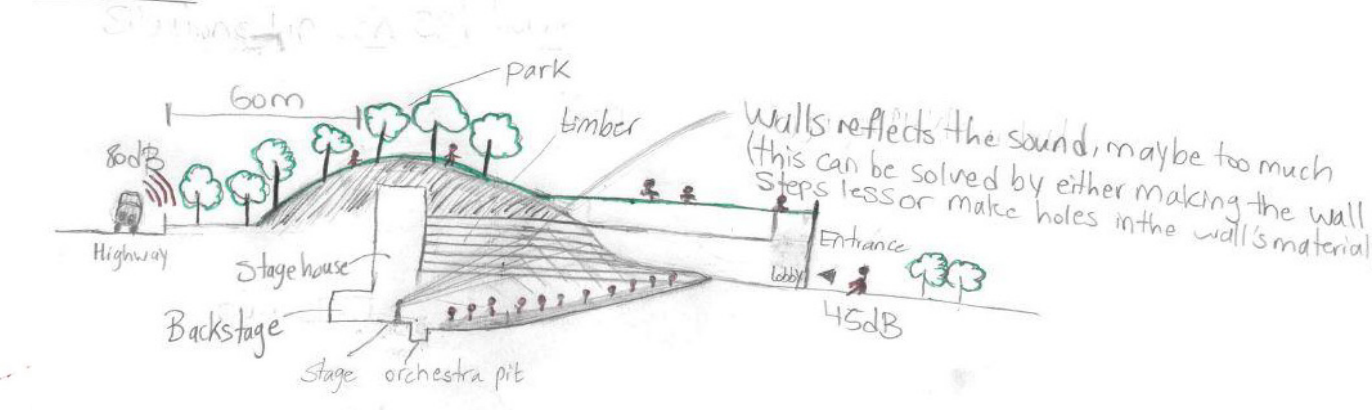


- Two alternatives of two different facade design & pattern. Both design
- Concept integrates with the theatre interior that is inspired from the pyramids.
- The 1st alternative: colored metallic element in a complex pattern covers the facade. Between these triangular form, the windows are placed.
- The 2nd alternative: colored, metallic and triangular element covers the facade with an uniform pattern. windows are placed between the element.
- People can walk over the roof coming from the park.
- The entrance is placed in the middle of the long side facade.

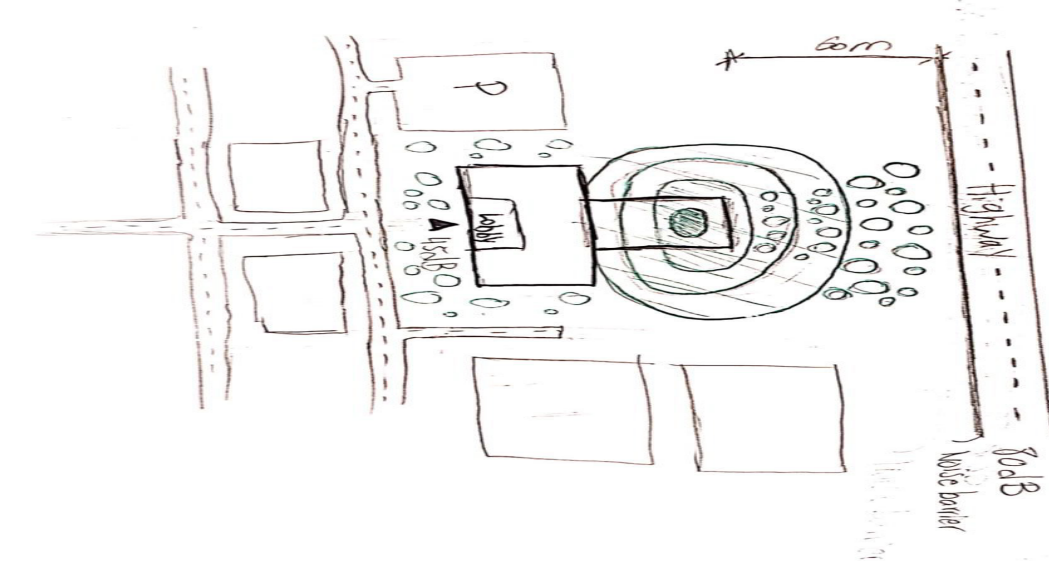
inspo: the red pyramids

- A park on a hill, and possible to walk over the building.
- The theatre is placed under the hill, natural isolation
- The theatre is hidden under the hill, but the rest of the building & the facade is visible.

Section:



- Reverberation time i konserthallen: 0,8-1,2 s
- Sound level: Musik: 85-100 dB
Speech: 65-75 dB
- Clarity: Mellan +1dB och -4dB

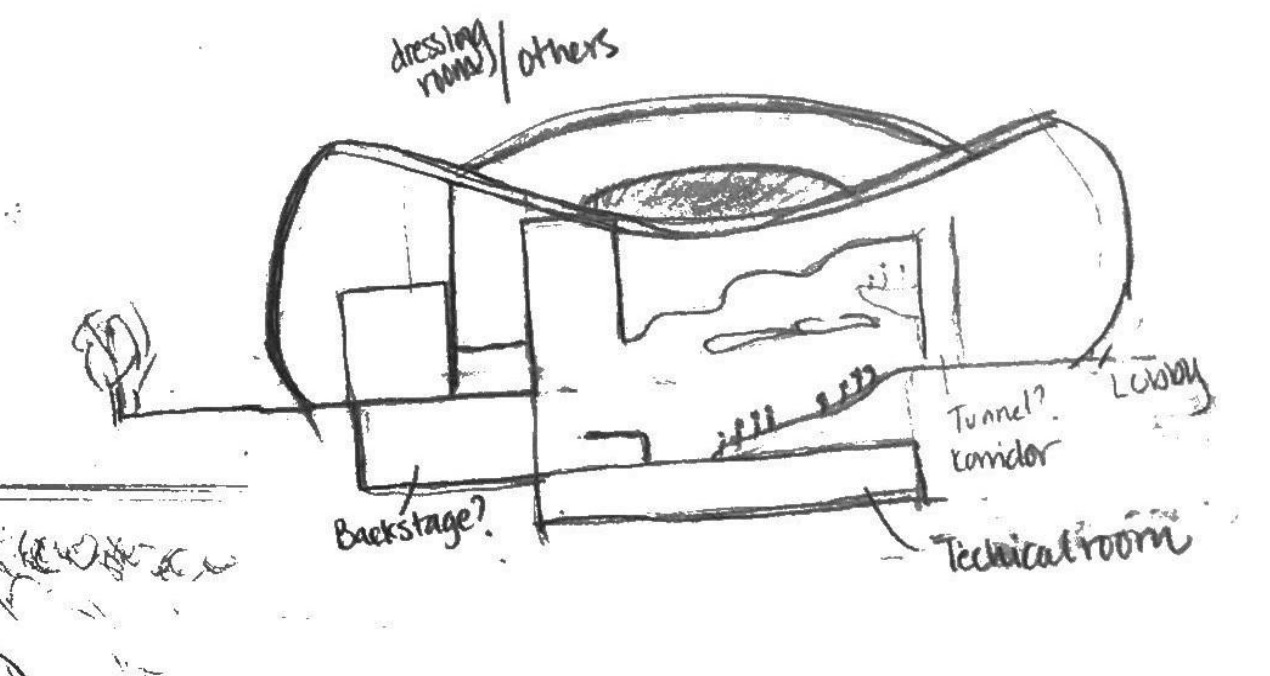
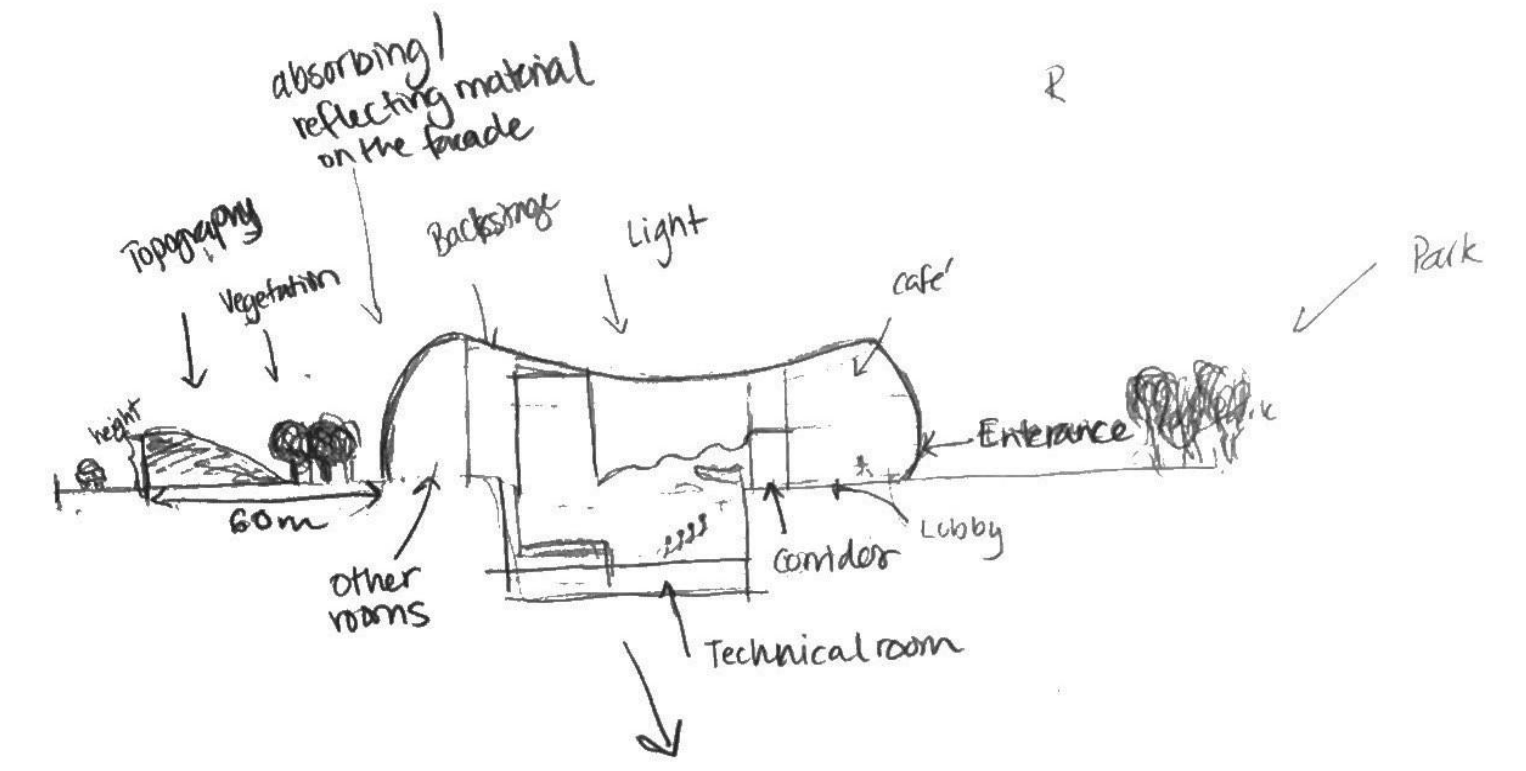


Koncept 1:

Pyramiden: Denna ide kom från inspiration från pyramiderna som har en stegande design och byggnadskonstruktion inne i de egyptiska pyramiderna och som besökare tyckte sig skapa en god akustisk kvalitet. En internationall operahall har en liknande interiör och som kännetecknas av sina goda akustiska kvaliteter. Här var tanken att exteriören av teatern skulle formas som en pyramid för att ge interiören av teatern.

CONCEPT 2

INSPO: ANTELOPE. CANYON/CURVE/STONE/CURVATURE
Feelings: MAGNIFICENT; HUGE; AMAZING; STONE | FUTURISTIC | GOOD ACOUSTICS
ADAPTING THE DESIGN



Koncept 2:

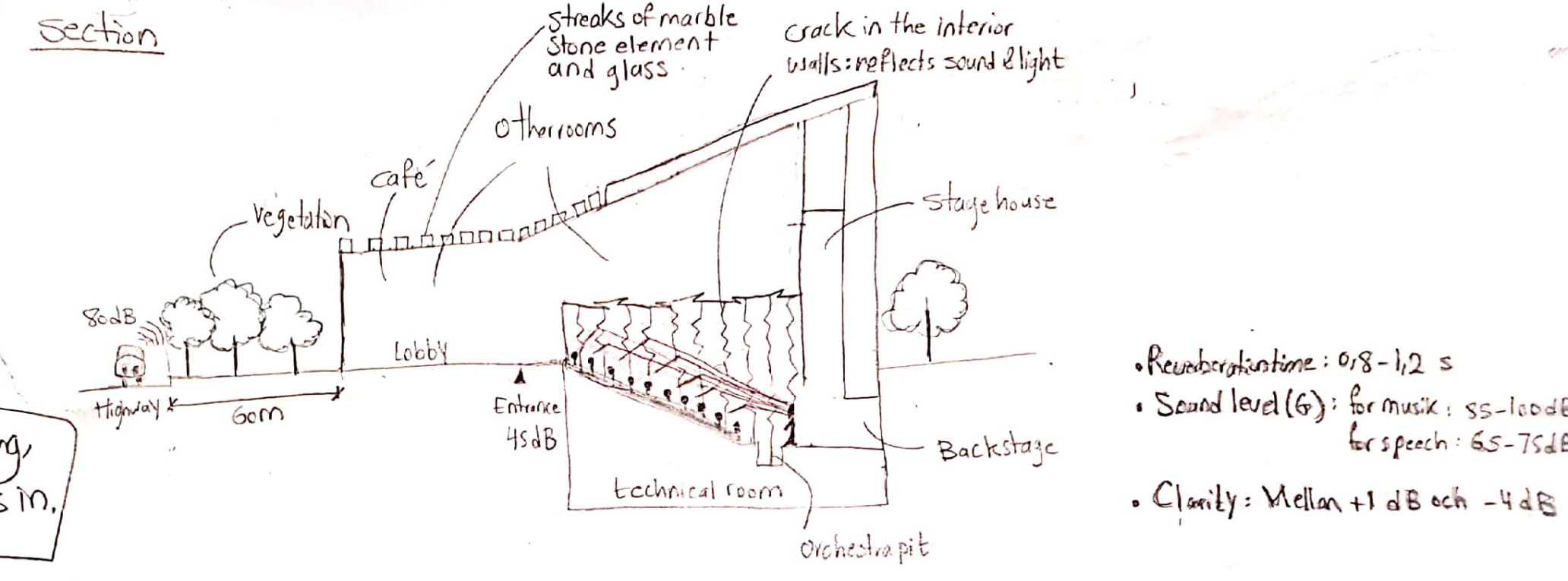
The Curve: Detta koncept inspirerades främst från att ljudreflektioner sprids bäst på böljande ytor i jämförelse med kantiga och vassa ytor. Därmed ritades auditoriumet på en böljande form för att sedan spridas till exteriörerna. Tanken spred sig till att skapa en teater som ger en känsla av att befinna sig i en multidimensionell, krökt teater och känsla av att vara i antelope grand canyon.

CONCEPT 3 | CRACK

INSPO: We wanted to experiment with light reflections and sound reflections and connected/combined it with a typical crack form in order to create the lighting effects in the theatre!

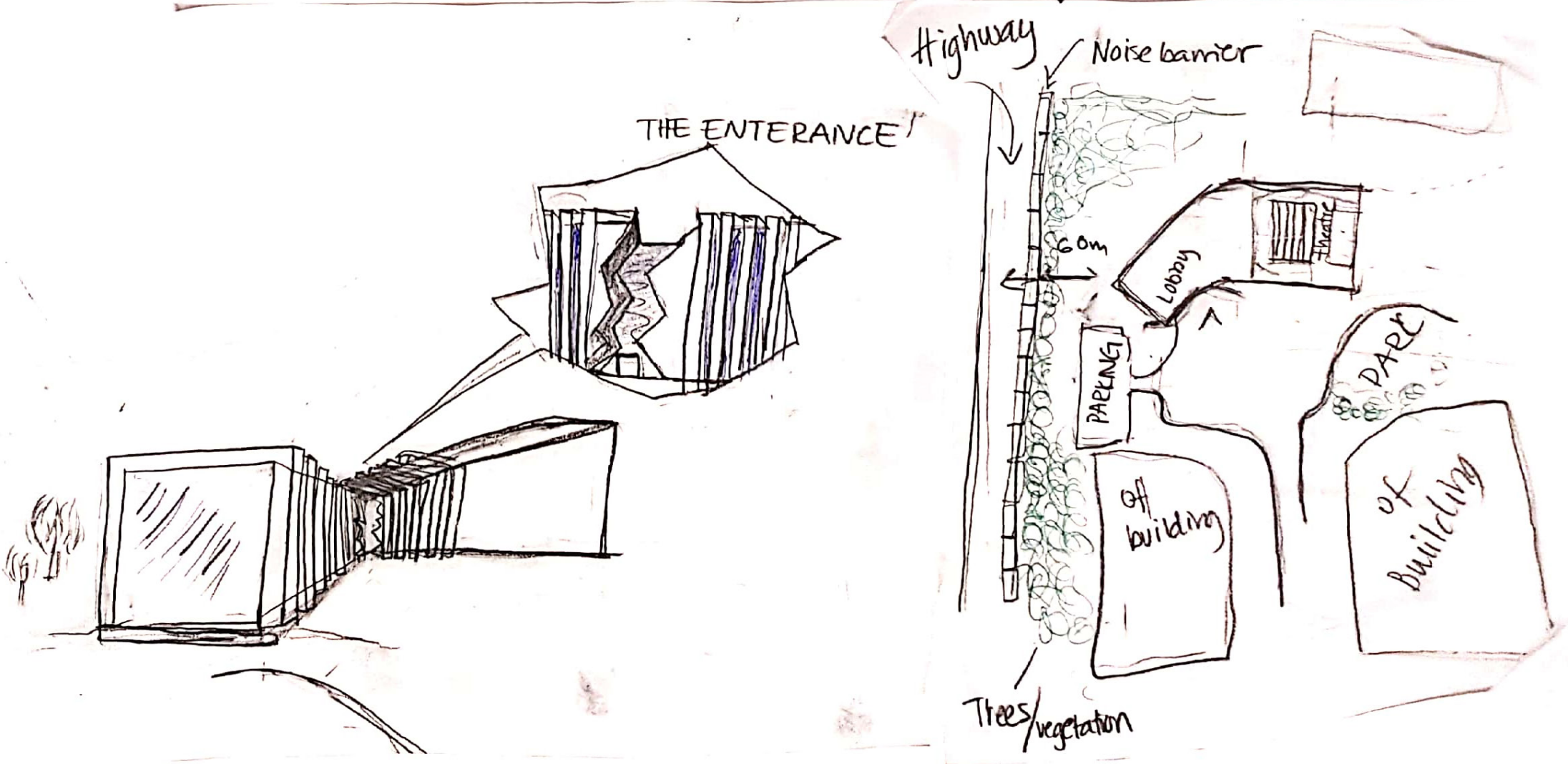
MATERIAL: GLAS & STONE EXTERIOR
STONE & WOOD - INTERIOR

There is a crack in everything, that's how the light gets in.



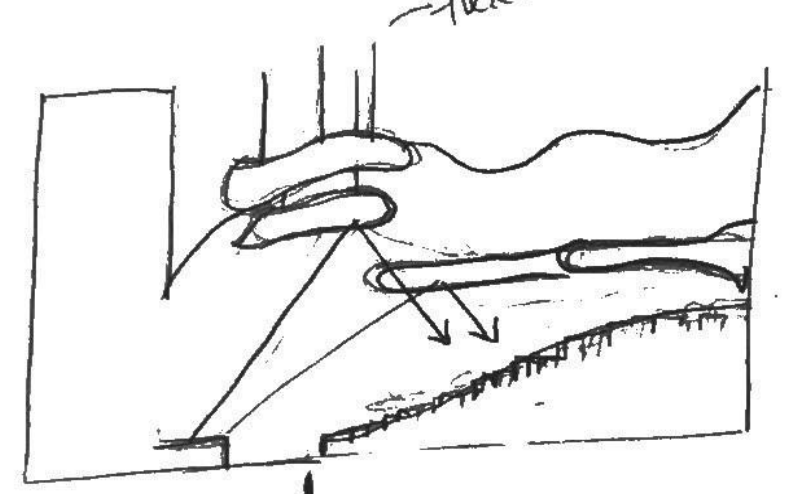
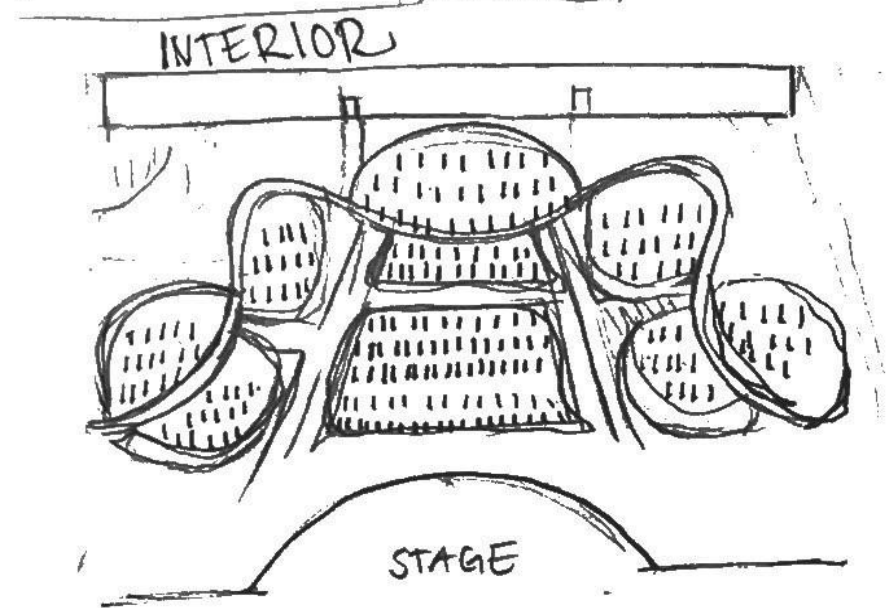
- Reverberation time: 0,8 - 1,2 s
- Sound level (G): for music: 55-100dB for speech: 65-75dB
- Clarity: Mellan +1 dB och -4 dB

Koncept 3: The Crack: Konceptet The crack kom från ideén att när starka ljudvågor träffar en yta och skapar en spricka. Här inpirerades vi genom ljudens starka vågor och hur den kan förändra en byggnad.

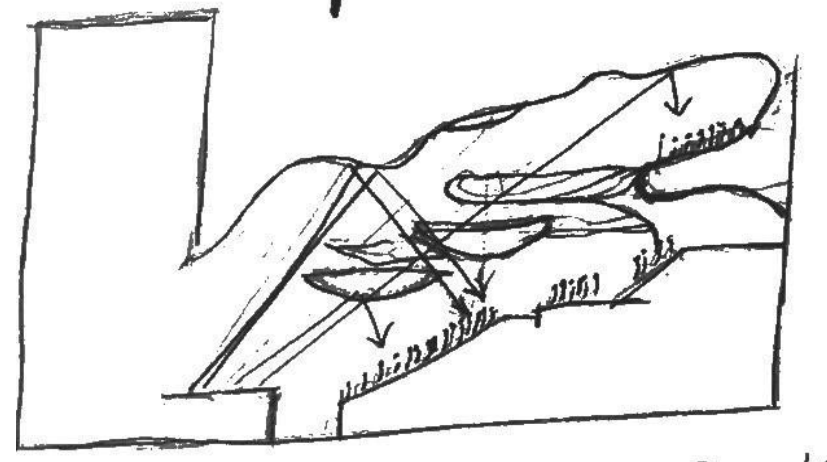


Designprocess för THE CURVE

Designprocess
Designprocessen för The Curve började med att utforma auditoriumet och interiören då fokuset var att få så bra akustik i teaterhallen som möjligt. Därefter ritades sektion av teaterhallen för att undersöka möjliga reflektionsytor med väggar och tak. Det diskuterades möjliga flexibla lösningar såsom justerbart tak och blöjande väggar. Sedan började skissandet med exteriören och även där skulle fasaden spegla interiören med krökta volymer. Två volymer bildades efter att den första skissen, vartefter idén om två volymer för lobby och teater bestämdes. Den konceptuella skissdiagrammet visas på följande illustrationer.



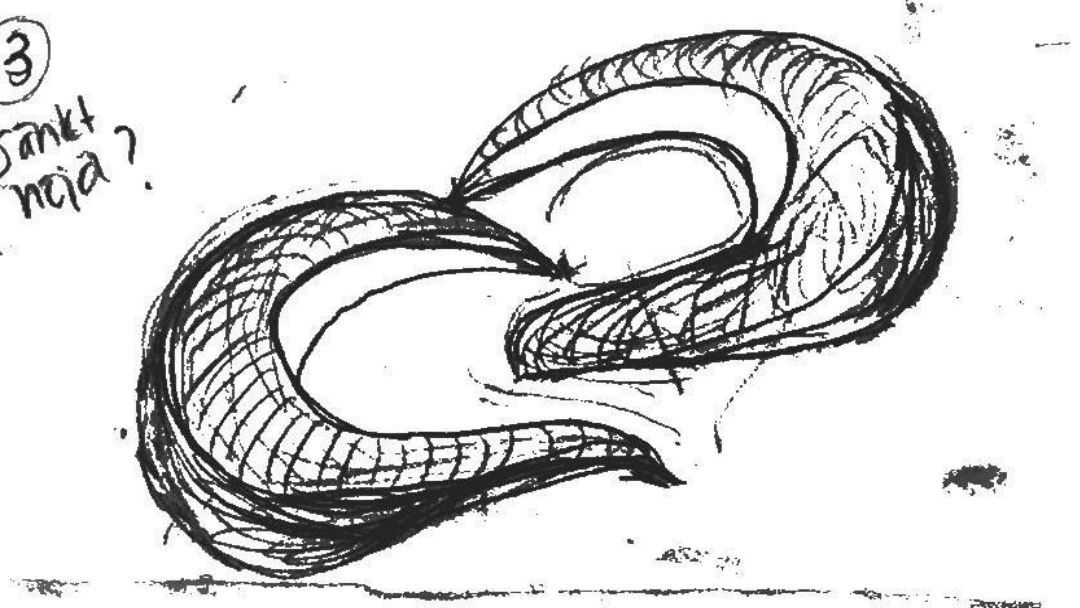
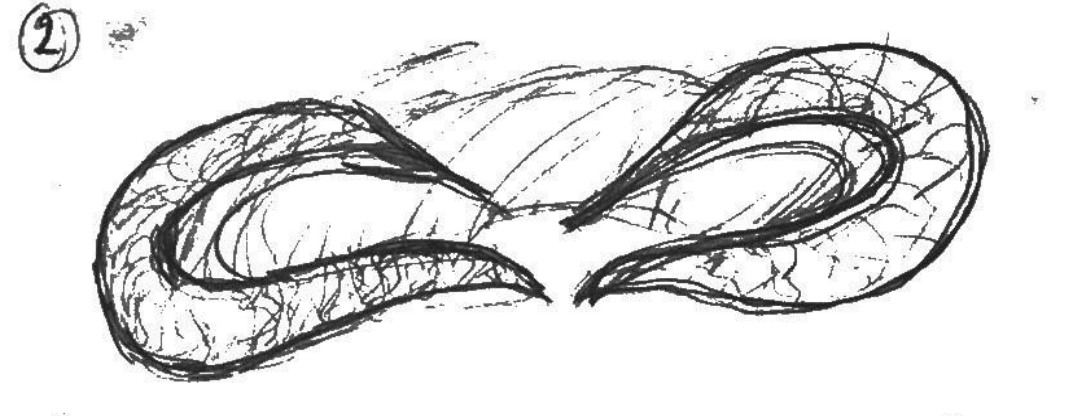
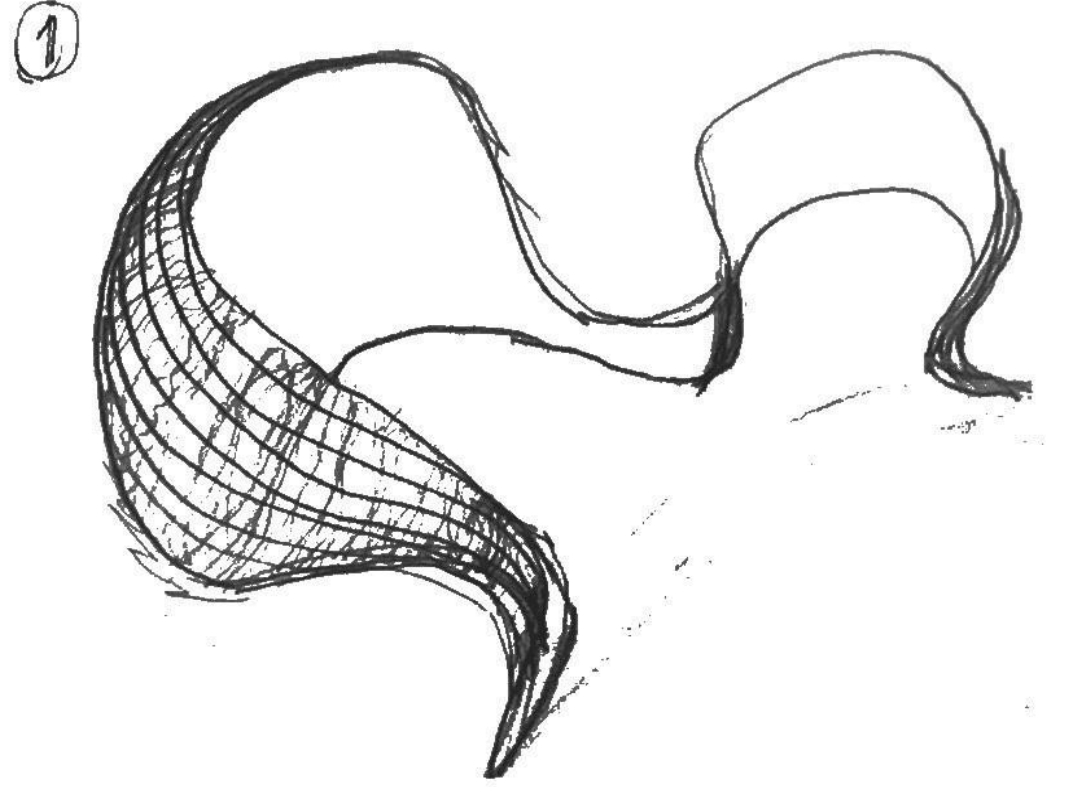
- Flexible roof with access to light
- Absorbing material!
- Wood
- Light from roof/ceiling
- Height



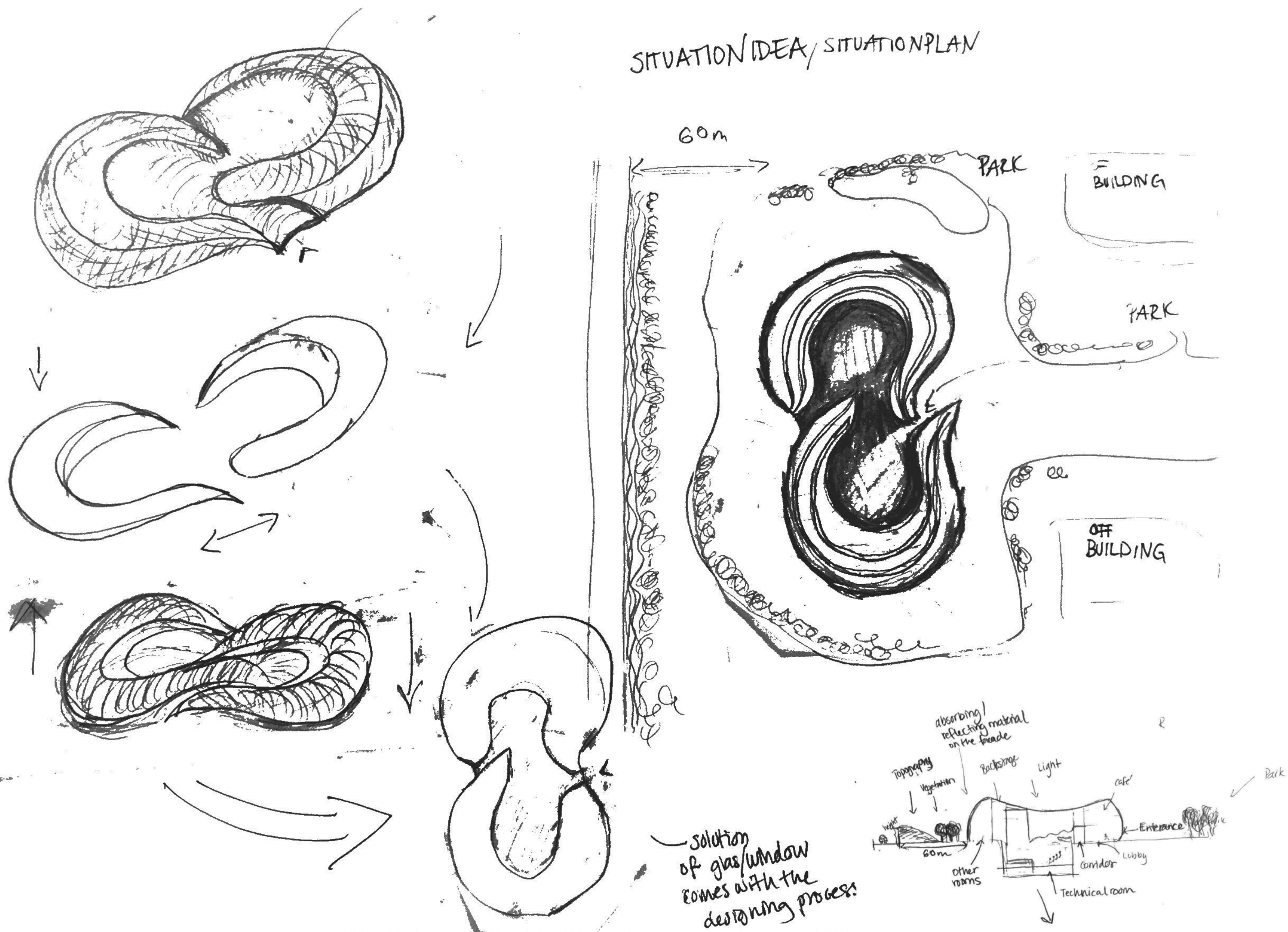
- Ljusinsläpp?
- Ventilation?
- Interiör känslor
- Stora format

- Reverberation time: ~ 0,9 - 1,0 sek
- Sound level:

paneler



SITUATION IDEA / SITUATION PLAN

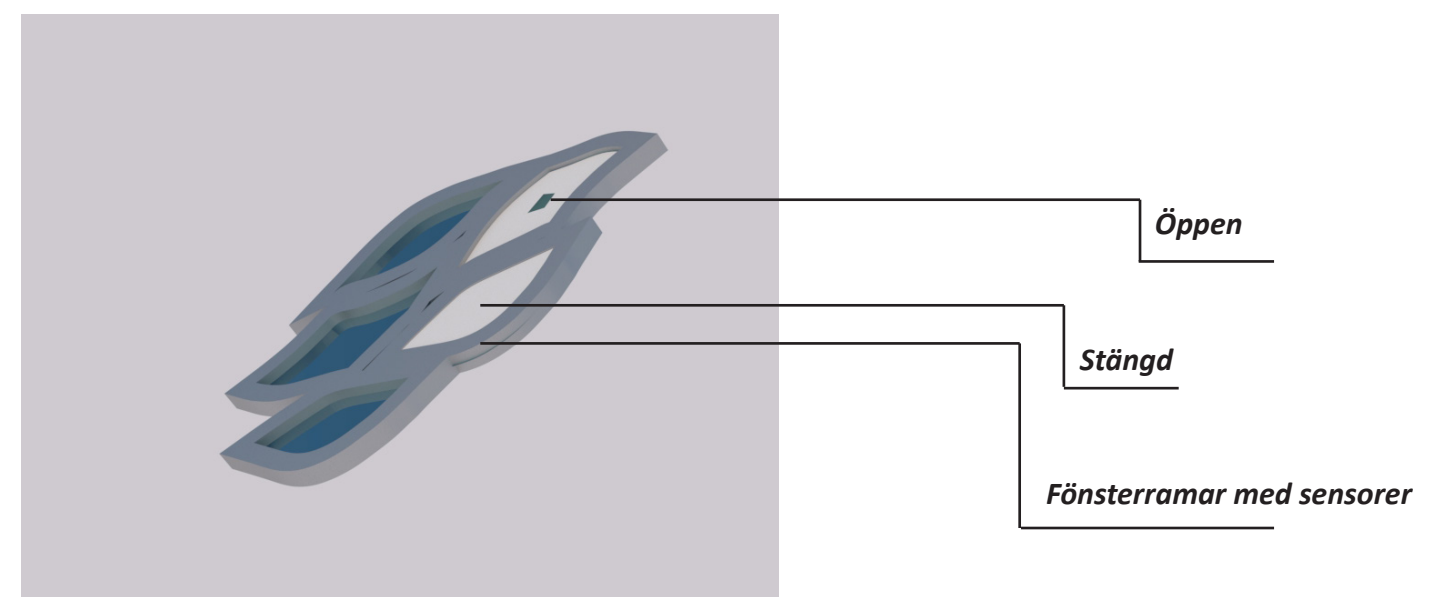
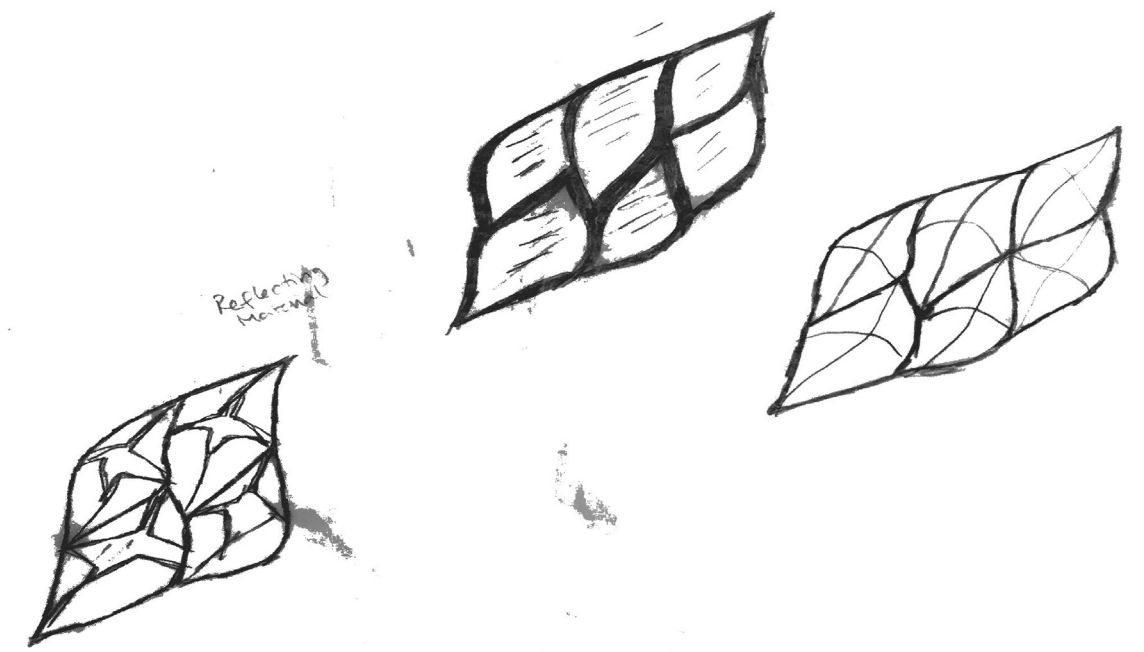


Solution of glass/window comes with the designing process!

Prototyp

Fasadelementen

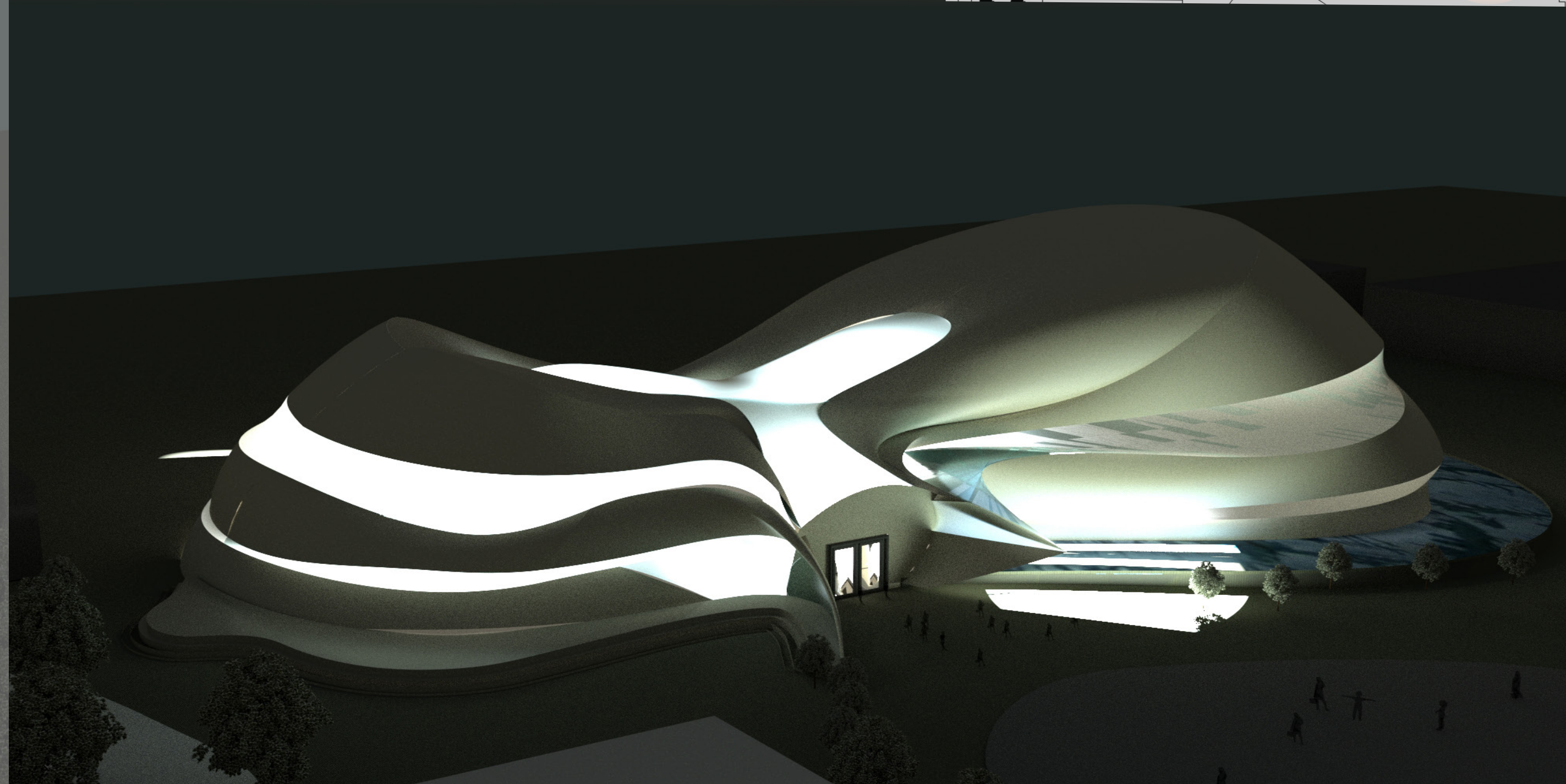
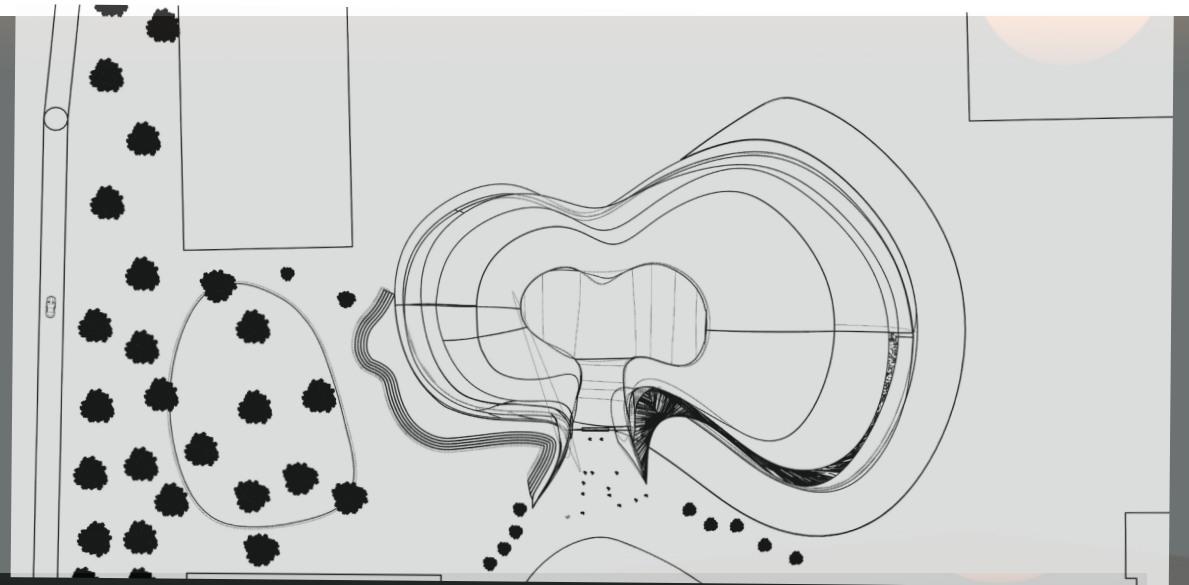
Byggnadskonstruktionen av teaterbyggnaden är av stålparametrisk fackverk längs med varje länga av varannan glas och betonglänga. Byggnadsmaterialet som används är reinforced fiber betong, tack vare dess egenskaper att forma de krökta formerna på byggnaden. Stora glaspartier förekommer runtom teatern för att släppa in ljus genom hela fasaden. Glaslisterna är placerade mestadels i en högre nivå av väggarna för omklädningsrummen men i en lägre nivå i lobbyn för att maximera ljusinsläppet. För att skydda fasaden från buller användes artificiell fasadelement som synkar med trafiken med hjälp av inbyggda sensorer. Dessa har förmågan att synkronisera med trafikens aktivitet från motorvägen. Under natten som motorvägen vanligtvis inte lika aktiv som på dagtid. Genom att ha ett fasadelement av paneler som har sensorer och som synkar med trafikrytmen genom att stänga när trafiken är i hög aktivitet för att reflektera bort ljudvågorna och genom att öppna när det inte är trafik. På så sätt kan vi få in ljus i byggnaden under dagtid men även använda glaset som ett naturligt kylsystem under natten. Detta element placeras på den sida av fasaden som är riktad mot motorvägen. Utformningen av dessa fasadelement följer formen på den krökta byggnaden. Skisserna visar designprocessen.



Situationsplan

Teatern är belägen i Munchen, Tyskland, i ett plant område med rik växtlighet. Officiella byggnationer förekommer runtom teatern, med plats för parkeringsplats och parkområde. Motorvägen är 60 meter ifrån teaterbyggnadens trappor, därmed är lobbyn den del av teatern som är placerad närmast motorvägen varav entrén är cirka 100 meter ifrån trafiken vars ljudnivå är 85 dB. Bullerskydd har placerats och vegetation har planterats för att ytterligare minska buller inne i byggnaden. För att underlätta väg för last och utan att göra avkall och störa arkitekturen har lastbilsvägen gjorts om till en underjordsgång för att kunna ta sig till- och från teatern.

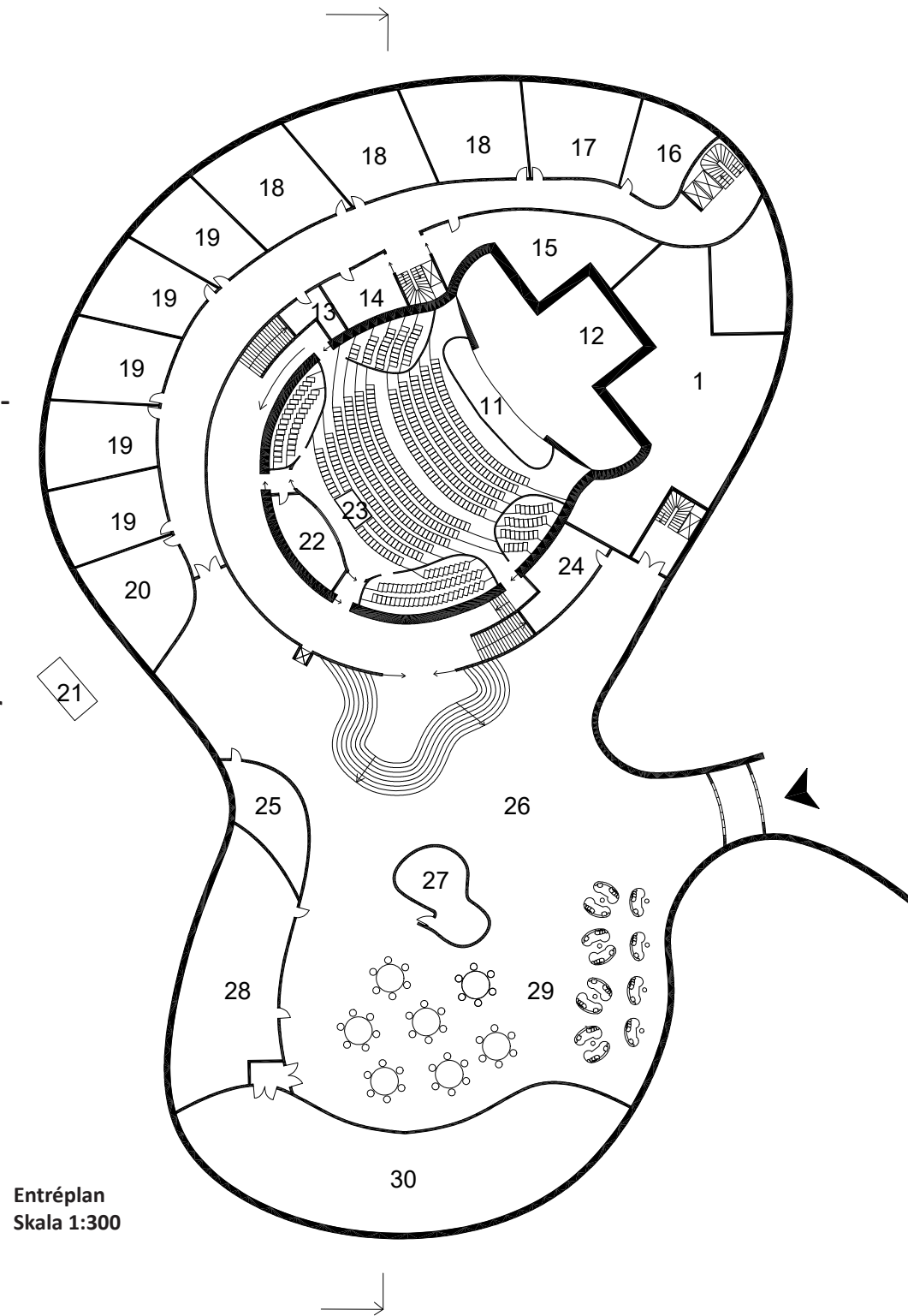
Situationsplan
Munich, Tyskland
Skala 1:2500



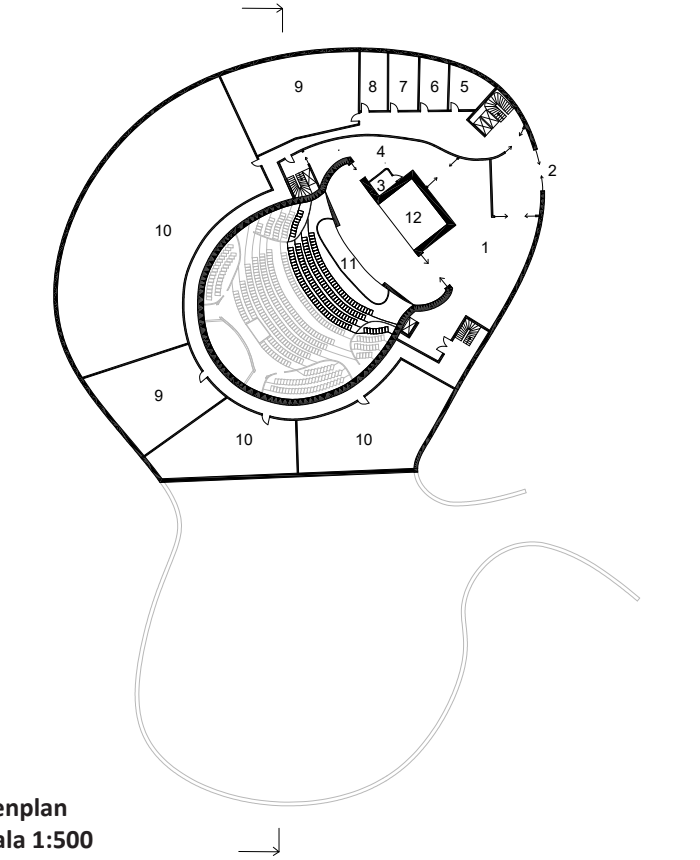
Svep in i rörelse

Planlösningen

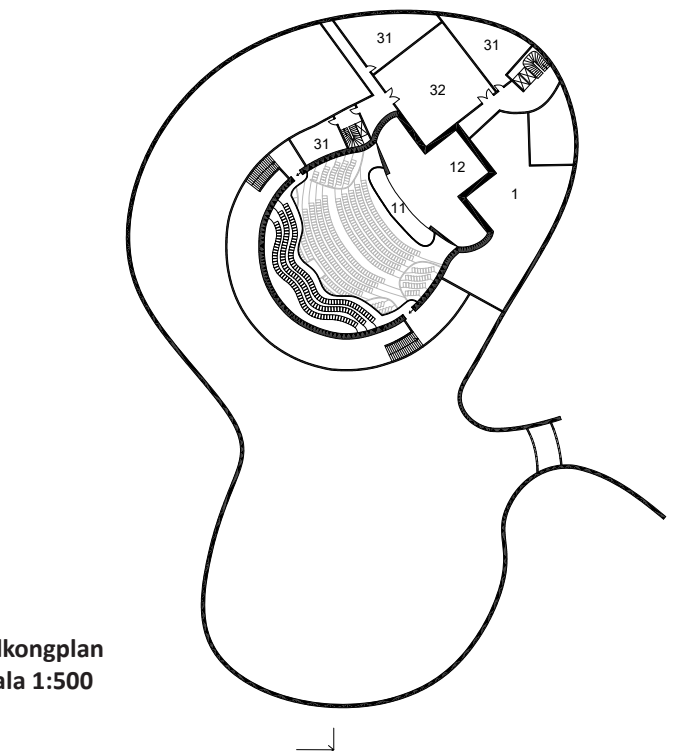
Designen av planlösningen har tagit hänsyn till uppdelningen av lobbyn och teatern och hur väl de påverkar akustiken från motosvågen. Två volymer, lobbydelen och teaterdelen, har placerats avskilt från varandra där den största och högsta byggnadsvolymen för teatern varav den lägre och mindre delen för lobby. Övriga rum, såsom omklädningsrum, reaturang och förråd placeras längs med den krökta formen av planen för att utnyttja solljusinstrålningen in till alla rum. Entrén välkomnar besökare från den mellersta delen av teatern, där man först möter lobbyn och reception. Vidare in till auditoriet går man ner för trappor under ett atrium och vidare in i den akustiska tunneln. Här har man två val; ta trapporna upp till balkongerna eller fortsätta vidare in i nedre planen av auditoriet. Teaterhallen ger plats åt 700 besökare där sittplatserna följer krökta former. För att få optimal Clarity har auditoriet utformats så kompakt som möjligt där den maximala längden från scenen till ytterväggen ligger på 14 meter i marknivå. Detta motverkar att onödliga ljudreflektioner sprids och påverkar akustiken i rummet. Green room och orkestra är placerade nära scenen för snabb och smidig åtkomst till dessa rum.



Entréplan
Skala 1:300



Scenplan
Skala 1:500



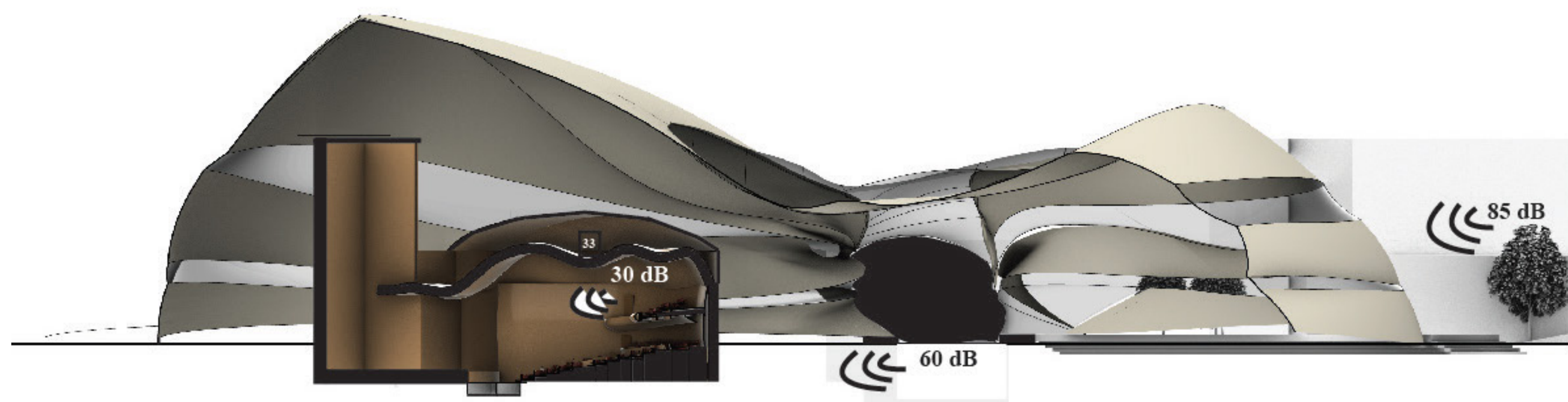
Balkongplan
Skala 1:500

- | | | | |
|--|--|---|---|
| 1 Scene Shop (310 m ²) | 9 MER (170/140 m ²) | 17 Scene Work (70 m ²) | 26 Lobby (350 m ²) |
| 2 Truck Loading Dock | 10 Storage | 18 Chorus Dressing Room (77 m ² /room) | 27 Box Office (38 m ²) |
| 3 Off-stage Quick Toilet (6 m ²) | 11 Orchestra Pit (32 m ²) | 19 Solo Dressing Room (56 m ² /room) | 28 Public Restrooms (80/60/10 m ²) |
| 4 Green Room (80 m ²) | 12 Stage House | 20 Conference Room (60 m ²) | 29 Restaurant/Lounge (500 m ²) |
| 5 Audio Rack Room (25 m ²) | 13 Prop Pantry (11 m ²) | 21 Chiller | 30 Kitchen (310 m ²) |
| 6 Dimmer Room (25 m ²) | 14 Wig and Make-up Room (27 m ²) | 22 Lighting/Stage Manager Control Room (28 m ²) | 31 Storage |
| 7 Lighting Storage and Repair Room (28m ²) | 15 Costume Shop (83 m ²) | 23 In-house Audio Mix Position | 32 Rehearsal and Warm-up Room (160 m ²) |
| 8 Audio Storage and Repair Room (28 m ²) | 16 Conductors Dressing Room (27 m ²) | 24 Storage | 33 Follow Spot Booth (22 m ²)(Section) |
| | | 25 Wardrobe (45 m ²) | |

Sektion

Ljudnivå

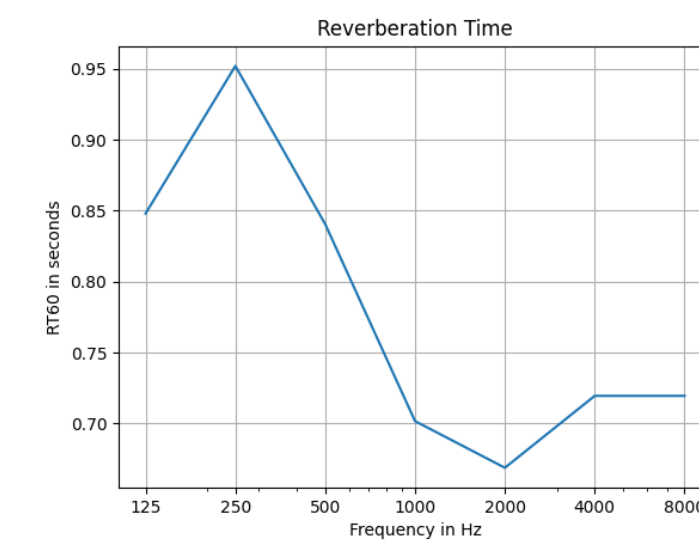
Olika ljudnivåer från trafik buller illustreras i sektionen. Under designprocessen var visionen att minska på ljudnivån från trafiken så mycket som möjligt så att man inte i byggnaden stördes av buller. På sektionen visas önskade ljudnivåer vid utkanten av fasaden, vid entren och inne i auditoriet.



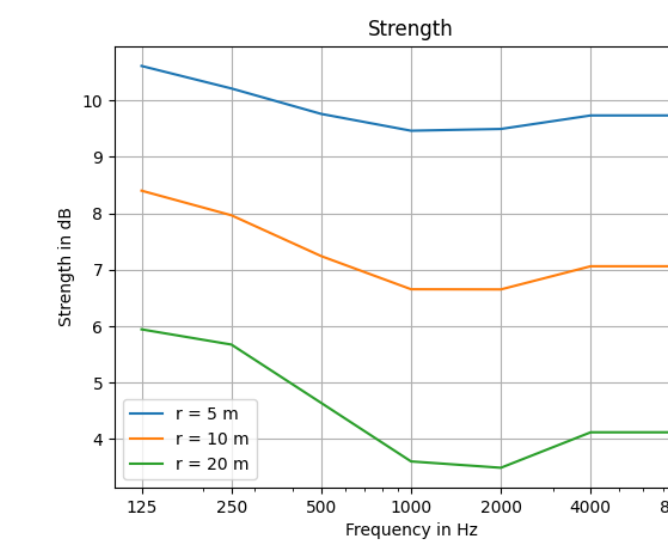
Auditoriet

Efterklangstid och Styrka

Efterklangstiden, rt_{60} , definieras som den tid det tar för ljudeffekten att vara reducerad med -60 dB under den ursprungliga nivån. Då auditoriet mestadels kommer att användas till tal- och sångframträdanden har efterklangstiden en avgörande roll. En låg efterklangstid, vanligtvis under 1 sekund, krävs för förmågan att förstå tal. I figuren bredvid visas en uppskattning av efterklangstiden i teatersalen. Uppskattningen baseras på absorptionskoefficienter från en publik på 700 personer på lagom stoppade stolar och ett trägol. Väggarna och taket är klätt med absorbenter med en total yta på 60 m². Den uppskattade styrka (ljudstyrka) visas som en funktion av frekvens i höger figur. Styrkan är beroende på efterklangstiden och är ganska hög i lågfrekvensområdet. Detta kan justeras med de variabla Helmholtz-absorbenterna.



Tidiga reflektioner



Amplified events

Reflektioner och Elektroakustik

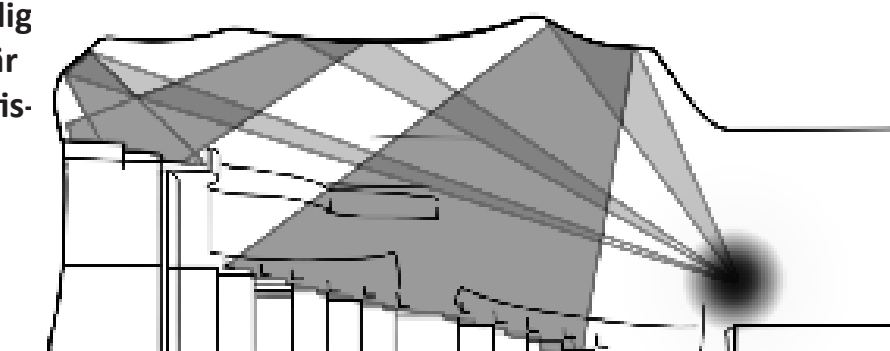
Formen på taket har en avgörande roll för reflektion och distribution av ljudvågor över hela teaterutrymmet, för att publiken, i nedre och övre plan, ska ha bra taluppfattning under shower. Illustrationen bredvid visar hur de tidiga reflektionerna distribueras. Vid tillfällen där den naturliga ljudnivån inte är tillräcklig kan högtalare sänkas från scenen för att förstärka ljudet från artisterna.

Clarity and Initial Time Delay Gap

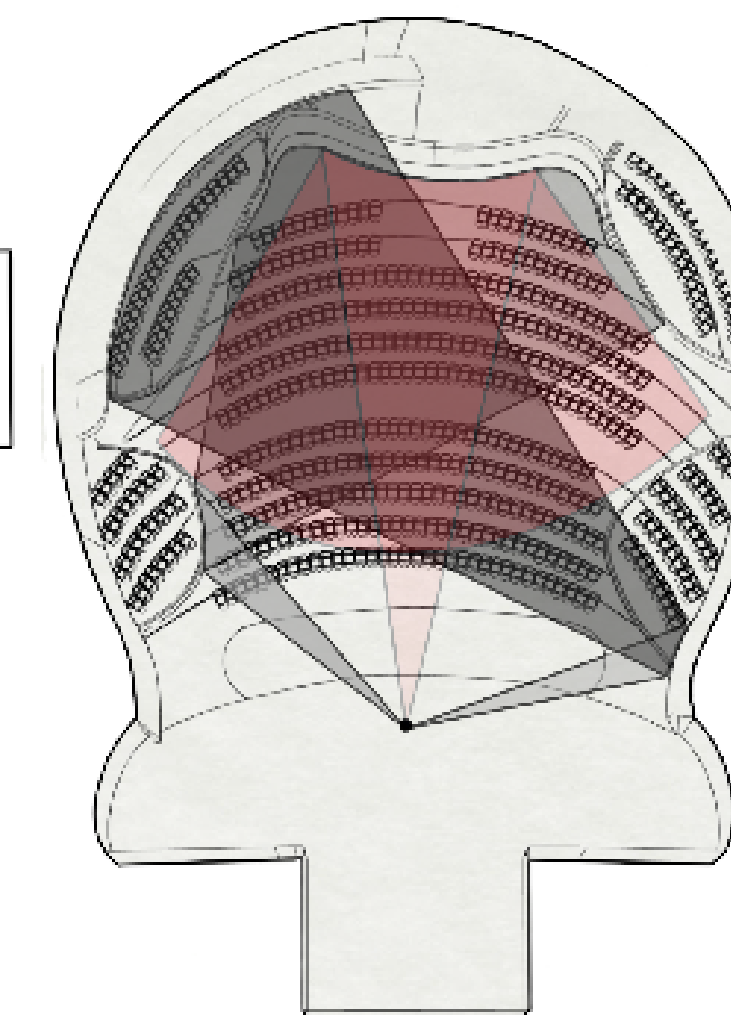
Klarhet är förmågan att skilja enskilda ljud från varandra. Teatersalen har ett högt föredragets tydlighetsvärde så att lyriken är tydligt hörbar. Om musiker föredrar ett lägre klarhetsvärde för att föra ut ljudet i rummet, löses detta med hjälp av variabel akustik. Tydligheten kan sedan anpassas till artistens önskemål. The initial time delay gap (ITDG) är skillnaden i tid mellan det direkta ljudet och första reflektionen. ITDG har inflytande på tydligheten. Den uppskattade ITDG i huvudhallen ligger i intervallet mellan 9,2 ms till 17,6 ms och håller klarheten fin och hög.

Variabel Akustik

Moderna teatrar bör utformas på ett sätt att flexibla akustiska lösningar bör vara möjligt i auditoriet. Exempelvis är en smidig lösning att kunna justera efterklangstiden och absorbenter. Efterklangstiden påverkas av volymen av rummet och därmed hade det varit effektivt att kunna öka eller minska rumsvolymen för att få efterlängtd efterklangstid. Även publiken spelar roll vad beträffar absorption, då publiken absorberar ljud. Detta innebär att ju mindre publik, desto mindre absorption och därmed längre efterklangstid vilket ger sämre akustik. För att motverka detta har absorbenter placerats på väggarna och taket.



Sektion över tidiga reflektioner



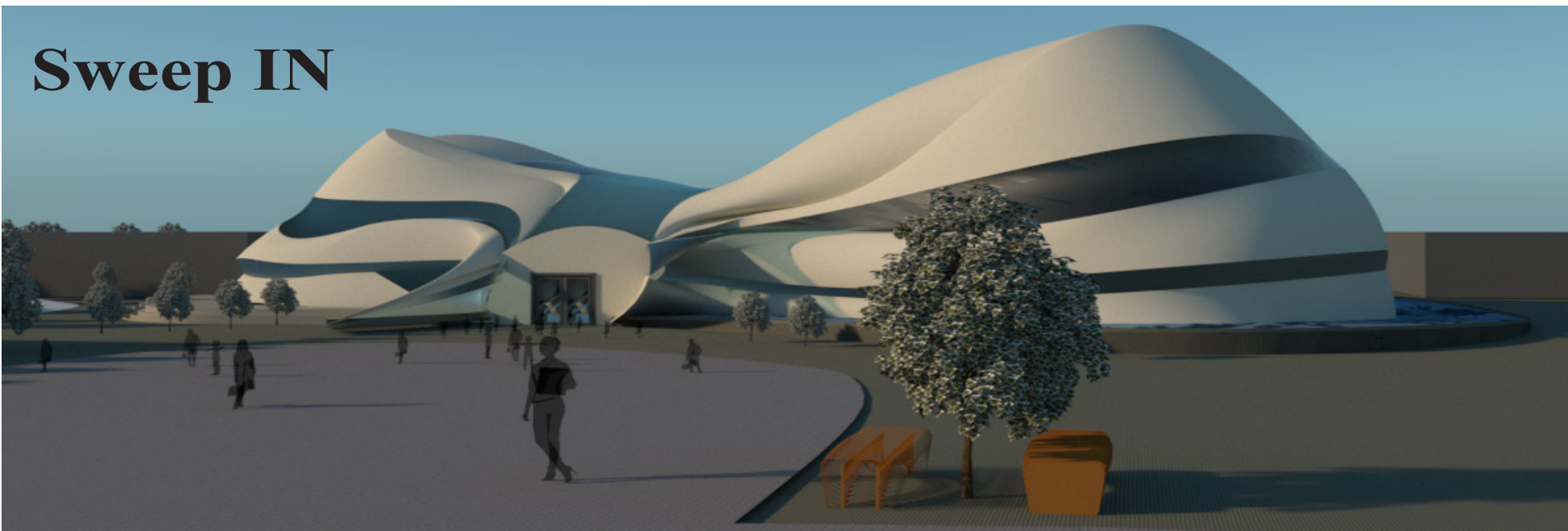
Plan över tidiga reflektioner

Interiörperspektiv

Auditoriet välkomnar en genom breda dörrar från sidorna och leder en genom de breda osymmetriska trappgångarna till ens sittplats. Böljande väggar och räcken, liksom exteriören och resterande interiör, följer en längs med dess promenad och skapar en känsla av att befinna sig i en böljande, futuristisk miljö.



Sweep IN

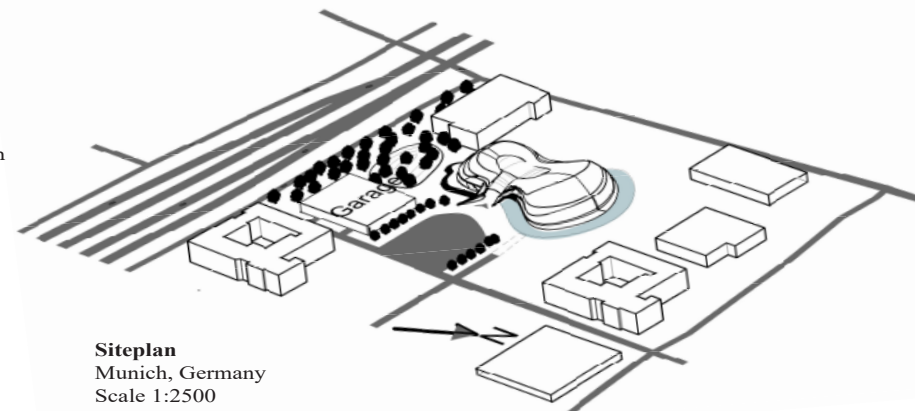


Concept

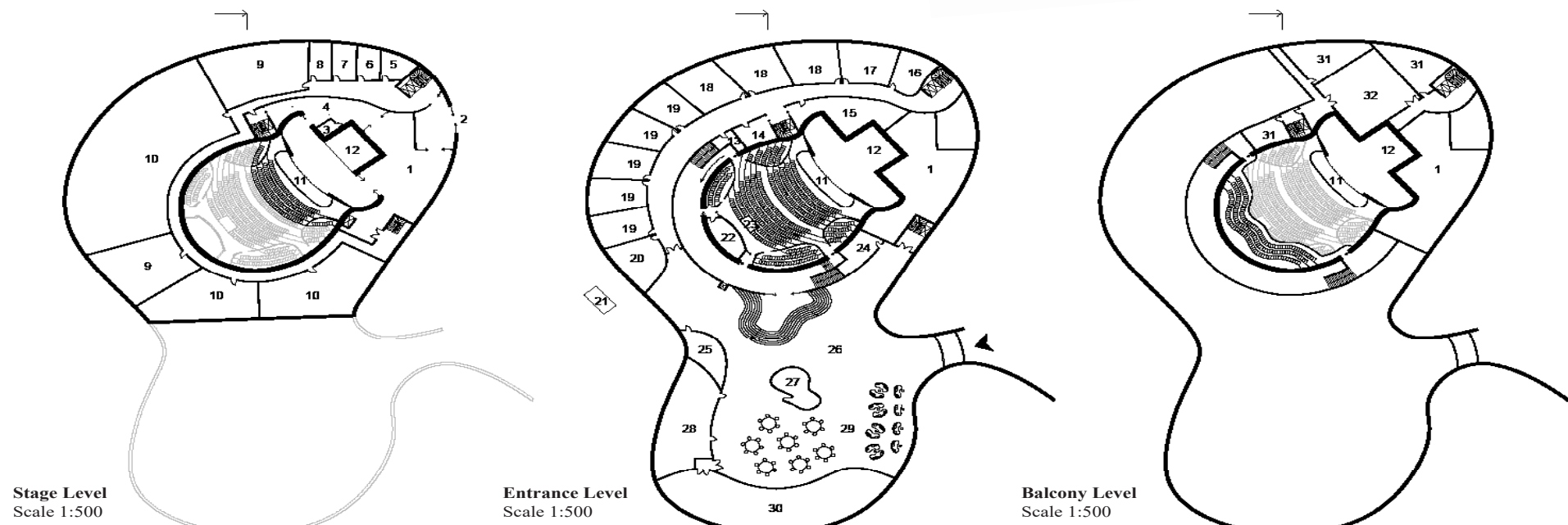
The concept of this architectural project was inspired by curves and the Antelope Grand Canyon. It was wished to create motion curves to give the visitors the feeling of sweeping into the building by following the curves all the way from the entrance to the auditorium. It was also intended to take advantage of the curved surface ability to reflect sound waves inside the auditorium by designing the construction elements in curved shapes. By giving the interior an organic and curvy design we also wanted the exterior of the building to reflect the interior of the theatre. Therefore the facade is also inspired by the shapes of the Canyon stones designed by organic and parametric facade elements to highlights the feeling from the beginning of the visitors journey into the theatre. The facade is covered with strips of glass to allow sunlight to sweep in and create natural light beams. In the heart of the building, a larger surface of glass placed to create an atrium over the stairs welcoming the visitors into the auditorium.

Siteplan

The theatre is located in Munich, Germany, a flat area with rich variation in vegetation and official buildings nearby. Parks and garage are placed near the theatre building sharing the official buildings' access to water and electricity. The six-lane highway is located 60 m away from the theatre, whereas the theatre building is designed in a way that the lobby is placed closest to the motorway and the auditorium placed farthest to reduce the noise from the highly active traffic, with a sound level of 85 dB. Vegetation is planted alongside the highway, and noise barriers is placed to further minimize the noise. A truck path is built underground for an easy access to truck loading, to and from the building. A water pond surrounds the building for aesthetic purpose and to minimize noise from the surrounding buildings.



Siteplan
Munich, Germany
Scale 1:2500

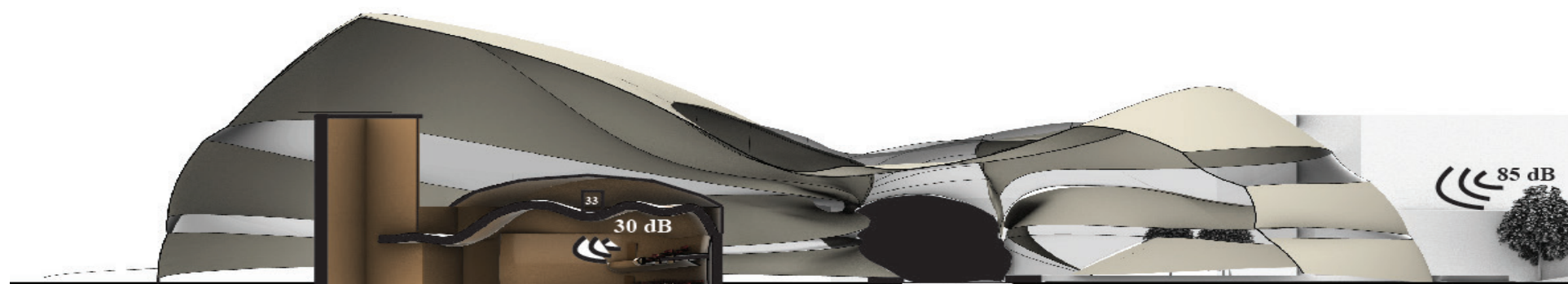


Stage Level
Scale 1:500

Entrance Level
Scale 1:500

Balcony Level
Scale 1:500

1 Scene Shop (310 m ²)	9 MER (170/140 m ²)	17 Scene Work (70 m ²)	26 Lobby (350 m ²)
2 Truck Loading Dock	10 Storage	18 Chorus Dressing Room (77 m ² /room)	27 Box Office (38 m ²)
3 Off-stage Quick Toilet (6 m ²)	11 Orchestra Pit (32 m ²)	19 Solo Dressing Room (56 m ² /room)	28 Public Restrooms (80/60/10 m ²)
4 Green Room (80 m ²)	12 Stage House	20 Conference Room (60 m ²)	29 Restaurant/Lounge (500 m ²)
5 Audio Rack Room (25 m ²)	13 Prop Pantry (11 m ²)	21 Chiller	30 Kitchen (310 m ²)
6 Dimmer Room (25 m ²)	14 Wig and Make-up Room (27 m ²)	22 Lighting/Stage Manager Control Room (28 m ²)	31 Storage
7 Lighting Storage and Repair Room (28m ²)	15 Costume Shop (83 m ²)	23 In-house Audio Mix Position	32 Rehearsal and Warm-up Room (160 m ²)
8 Audio Storage and Repair Room (28 m ²)	16 Conductors Dressing Room (27 m ²)	24 Storage	33 Follow Spot Booth (22 m ²)(Section)
		25 Wardrobe (45 m ²)	



Section

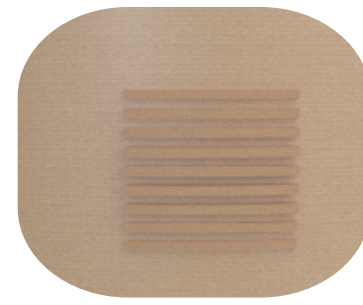
The Plan

The form of the plan is well thought out in consideration of surrounding noise and the relation between the rooms. The form is designed in a way where the larger and higher volume has the auditorium and the smaller and lower volume has the lobby. The entrance is placed in between the two volumes and sweeps in through the curvy form. The lobby is a multifunctional space that can be adjusted by partition walls to be used for reception, meetings, dinners or even launch events. From the lobby, the auditorium's lower and balcony levels can be reached through an acoustic tunnel. The tunnel is designed around the auditorium to minimize the noise and isolate it acoustically from the surrounding rooms. The wall between the auditorium and the tunnel is 80 cm of concrete as carrying structure and timber as finish material. The auditorium is covered by two-layer ceiling for further sound insulation as well as to create room for the spot follow booth room. This gives the auditorium a shape of an outer shell. In the auditorium, the 700 seats are placed quite compact to each other, a number of 14 m between the stage and the end of the theatre hall to reduce unneeded reflections and to get optimal sound clarity. The auditorium has an orchestra pit that can be used as seats for non-musical performances. The orchestra pit can be accessible for performers with mobility assistance by an elevator placed in the scene shop. The wall under the balcony floor is flowing outwards to reduce the volume thus increase the sound quality for the back seats. Moreover the performers' room such as the scene shop and the green room are placed in a way to optimize accessibility during performances. Performers can warm up and do rehearsals in both the scene work and the rehearsal room placed in the entrance and balcony floor respectively. The rehearsal room is 12m wide and deep and is designed in a way to represent the stage play area. The same wall absorbers used in the auditorium to be used in the rehearsal room to ensure the same setting as the stage.

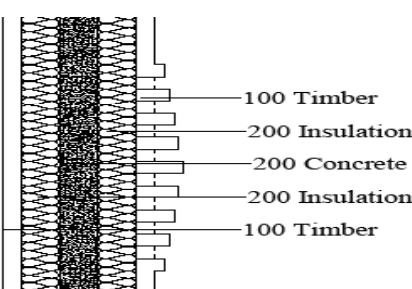
Prototypes

The Wall Absorbents

The walls of the auditorium follows a curvy shape just as the rest of the building, giving it a feeling of being inside a canyon. The walls consist of a wooden material named white oak. In some part of the walls and ceiling inside the auditorium, absorbers are placed forming an outward curves of timber. Wall absorbers works both to absorb noise and as a source of artificial lights. The wall absorbers can be adjustable to absorb different frequencies by opening and closing as needed. LED light source is placed between the timber panels to create a unique and warm lighting effect. The absorber is also placed in the rehearsal room, lobby, and other facilities in the theatre.



Cross section of the auditorium wall
Scale 1:10



Acoustic Tunnel

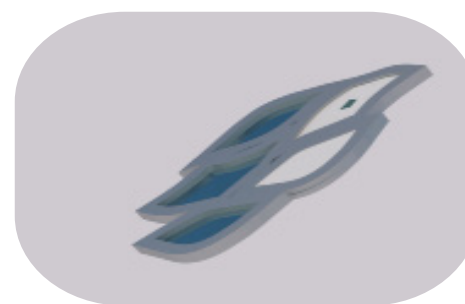
C-value

We want to achieve a high quality of sight view to the audience by considering an optimal C value. C-value is the vertical distance in mm between the line of sight and the eyes of the person in front. We don't want the audience to have the need to tilt their head backwards or to look between the front heads to be able to see the stage. To achieve this, we consider a value of 120 mm for C-value for both the lower and balcony level. A result of 27 cm step rise between each row of seats will give the visitors an optimal sight comfort.

C-Value(mm)	Description
60	Need to look between heads in front
90	Need to tilt the head backwards to see
120	Optimal sight standard
150	Can see well even if the front audience with hats

The Facade Elements

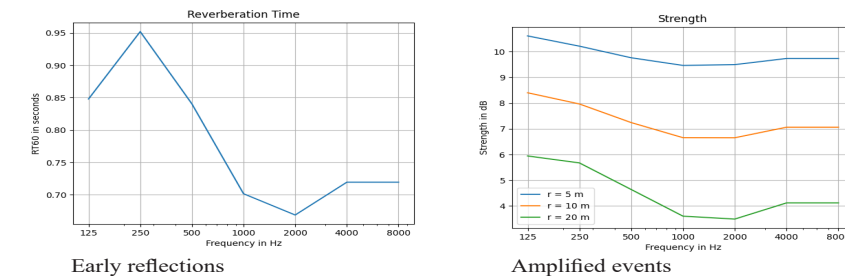
The construction of this building is of a steel-parametric framework along the strips of both concrete and glass. The building material of the exterior is made of reinforced fiber concrete due to its complexity, with its efficient characteristics to shape the very curved and parametric forms of the facade. Glass is also used in order to let light in from all around the facade. The glass strips are placed mostly in a higher level of the walls for the dressing rooms but in a lower level in the lobby to maximize the light intake. One prototype is an artificial one, with the ability to synchronise with the activity of the traffics from the highway. As during nighttime the highway is usually not as active as during daytime so why not take advantage of that. By having a facade element of panels that has sensors and syncs with the traffic rhythm by closing when the traffic is in high activity in order to reflect away the sound waves and by opening when there is no traffic. In this way we can enter light inside the building during daytime but also use the glass as a natural cooling system during night. This element is placed on the side of the facade that is directed to the highway. The design of these facade elements follows the shape of the curvy building.



The Theatre Hall

Reverberation Time and Strength

The reverberation time, t_{60} , is defined as the time it takes for the sound power to be reduced by -60 dB below the original level. As the theatre hall will be mostly used for speech and singing performances, the reverberation time obviously plays a crucial role. The ability to understand speech requires a fairly low reverberation time, usually below 1 second. In the figure below, an estimate of the reverberation time in the theatre hall is shown in 3rd octave bands. The estimate is based on absorption coefficients from an audience of 700 people on moderately upholstered chairs and a wooden floor. The walls and ceiling is timber covered with absorbers with a total area of 60 m². The estimated strength (loudness) is shown as a function of frequency in right figure. The strength is dependant on the reverberation time and is quite high in the low frequency region. This can be adjusted with the variable Helmholtz absorbers.

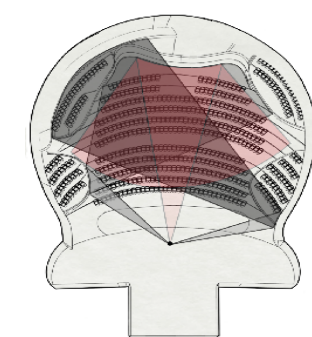


Variable Acoustics

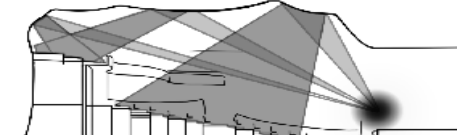
Most modern theatres should have the ability to adjust certain acoustic properties such as reverberation time or the tuning of the absorbers. The reverberation time can be increased by either increasing the volume of the hall or decreasing the absorption area. In fact, the biggest contributor to the absorption in the hall is the audience! So if there is less people, the reverberation time will increase which would be inconvenient. To justify this, variable Helmholtz absorbers is added on the walls in the theatre hall.

Early Reflections and Electroacoustics

The shape of the ceiling has a great importance when it comes to distributing the sound evenly in the theatre. The audience should be able to hear the sound from the performers in all seating areas. In the illustration below the early reflections is shown. In occasions where the natural sound level is not sufficient, loudspeakers can be lowered from the stage.



Plan early reflections



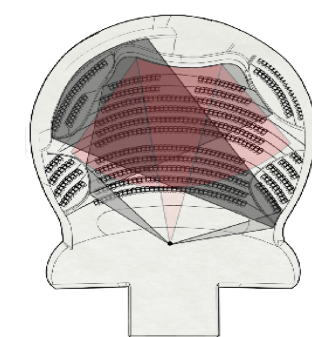
Section early reflections



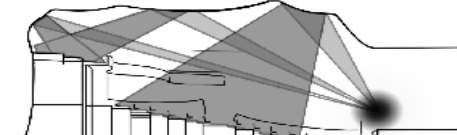
Amplified events

Early Reflections and Electroacoustics

The shape of the ceiling has a great importance when it comes to distributing the sound evenly in the theatre. The audience should be able to hear the sound from the performers in all seating areas. In the illustration below the early reflections is shown. In occasions where the natural sound level is not sufficient, loudspeakers can be lowered from the stage.



Plan early reflections



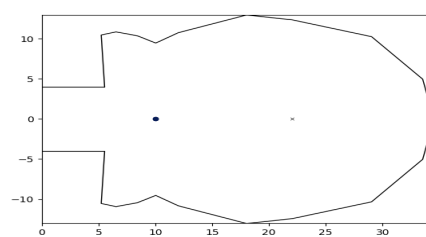
Section early reflections



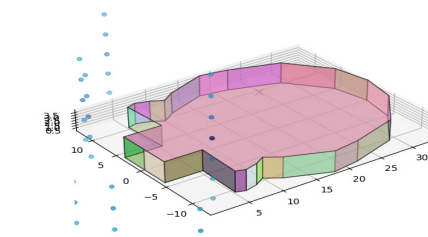
Amplified events

Simulation

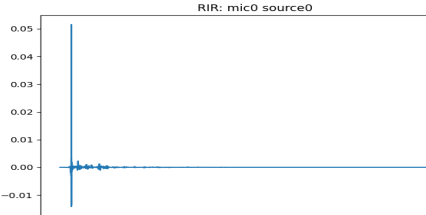
A more accurate simulation of the acoustics in the theatre hall was made by tracing the geometry of the hall with points along the borders of the room. By placing an artificial source at the stage and a microphone in the audience, the position of n-order mirror sources could be calculated. From this, the room impulse response and hence the reverberation time could be estimated to approximately 0.97 s. Materials are applied to the shape as before. The benefit with this approach is that one could even listen to how the room would respond to different sounds in the theatre.



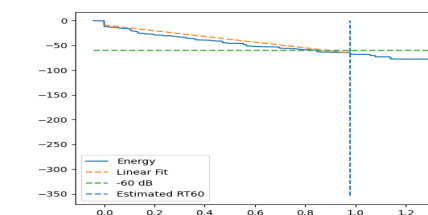
Shape of the geometry



Extruded geometry with mirror sources



Room impulse response



Estimated RT60

Clarity and Initial Time Delay Gap

Clarity is the ability to distinguish individual sounds from each other. The theatre hall has a high preferred clarity value such that lyrics is clearly audible. However, some musicians prefer a lower clarity value to smear out the sound in the room. This is justified by the variable acoustics. The clarity can then be adjusted to the performers preferences. The initial time delay gap (ITDG) is the difference in time between the direct sound and the first reflection. The ITDG has an influence on the clarity. The estimated ITDG in the main hall is in the range between 9.2 ms to 17.6 ms and keeps the clarity nice and high.