

# STARSHADE

POWER OF THE UNFOLD

CAMILLA ERLANDSSON - CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
KANDIDATARBETE - ARKITEKTUR & TEKNIK  
ACEX15 - VÅR 2021

## PROGRAMBESKRIVNING

Följande projekt är mitt kandidatarbete mitt sista år på Arkitektur & Teknik. Uppgiften var ett tävlingsprojekt och gick ut på att genom utforskande av rumsligheter och akustik designa en operahall till ett campus i USA. Hallen skall komma att användas till andra typer av framträdanden än opera, och därför har stort fokus legat på att skapa varierbar akustik inuti hallen på ett smidigt, elegant sätt för att skapa så bra förutsättningar som möjligt. En annan akustisk utmaning att lösa var platsens läge precis intill en motorväg och under den lokala flygleden.

För att tackla utmaningarna i detta projekt har det genomförts i grupper om tre, varav två Arkitektur & Teknikstudenter och en student från masterprogrammet Ljud & Vibrationer. Tillsammans har vi skapat en operahall utöver det vanliga i Houston, Texas.

## KONCEPT / KONTEXT

Det ligger i människans natur att vara nyfiken. Att se sig omkring och ifrågasätta och ställa frågor om vårt ursprung och vår plats i universum är något som alltid gjorts. Rymdforskning och rymdteknologi tar oss ett steg närmare svar, och gränserna för vad som kan åstadkommas expanderar ständigt hand i hand med teknologin. I detta projekt har vi lyft våra blickar till skyarna och sökt efter rymdteknologi som kan översättas till akustik.

Vi landade på en teknologi utvecklad av NASA, där origami används som en metod för att vika tjocka material i syfte av att underlätta logistiska problem vid rymdresor. Den består av ett stjärnliknande vikmönster som utvecklats som prototyp för blockering av solen i utforskandet av exo-planeter. Tekniken möjliggör att en svårhanterad stor yta kan vikas ihop till en mindre, och på så sätt enkelt transporteras från vår planet, för att väl på plats i rymden vikas ut till ursprunglig storlek och blockera solen.

I vår design har samma vikteknik som i NASAs prototyp använts för att översätta och optimisera elementet till akustiska syften. Vårt huvudsakliga koncept i den slutliga designen har resulterat i en vikbar akustisk takkonstruktion i en stjärnliknande form, som på egen hand kontrollerar de akustiska parametrarna i opera hallen. Houston, även kallat "Space City", har alltid haft en stark koppling till rymden och en intellektuell kultur. Vår vision med det här projektet har varit att skapa något extraordinärt som kan förstärka staden och bidra till det globala arvet från Space City.

Ett projekt av Camilla Elandsson, Nerma Ceric & Tomasz Baginski

# OPERAHALLEN

## STARSHADE - VARIABEL AKUSTIK

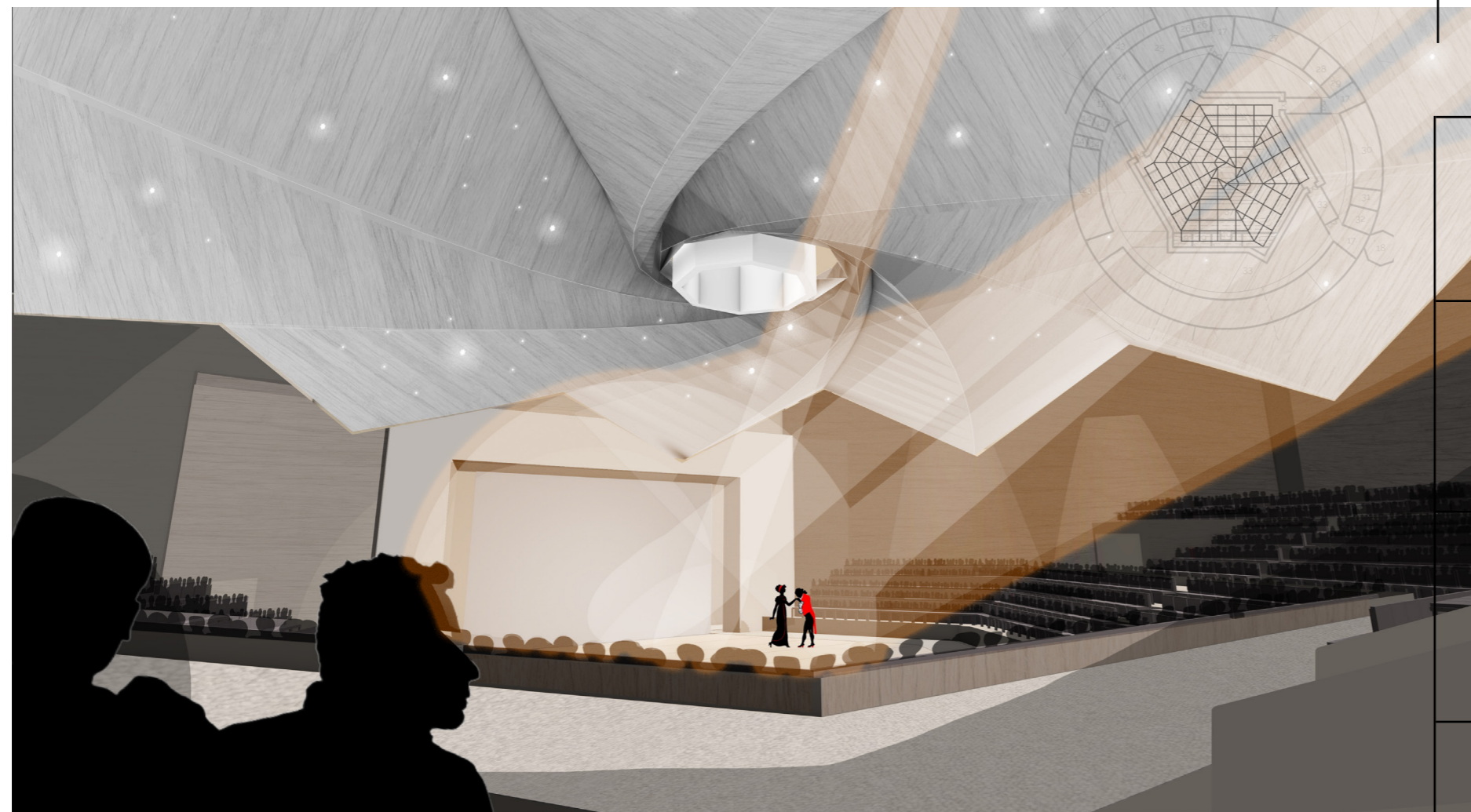
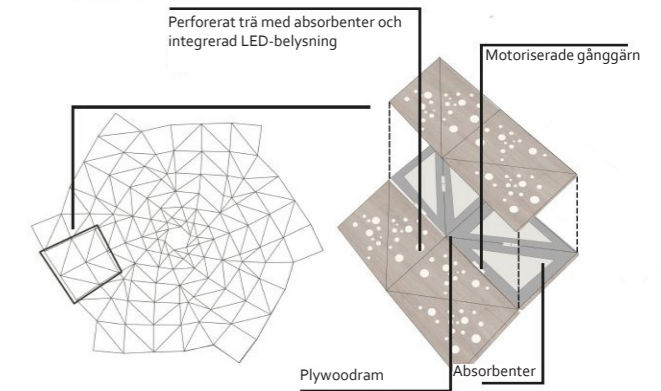
Akustiken i hallen anpassas till olika förhållanden genom utveckling av starshaden - vår eleganta takkonstruktion. Detta görs genom att vika ut taket till olika nivåer och på så sätt förändra volymen i rummet samt den ekvivalenta absorptionsarean. På så sätt anpassas efterklangstiden inom intervallet 1.0-2.2 sekunder. En överblick ges i diagram nedan till höger. I beräkningarna har absorptionskoefficienter för väggar, golv och publik tagits i beaktning, men endast starshaden styr parametrarna. Den kan antingen fällas ut innan ett uppträdande eller ställas in efter det att besökarna slagit sig ner, som då får bevittna ett magiskt skådespel.

## SCEN / PIT / STAGEHOUSE

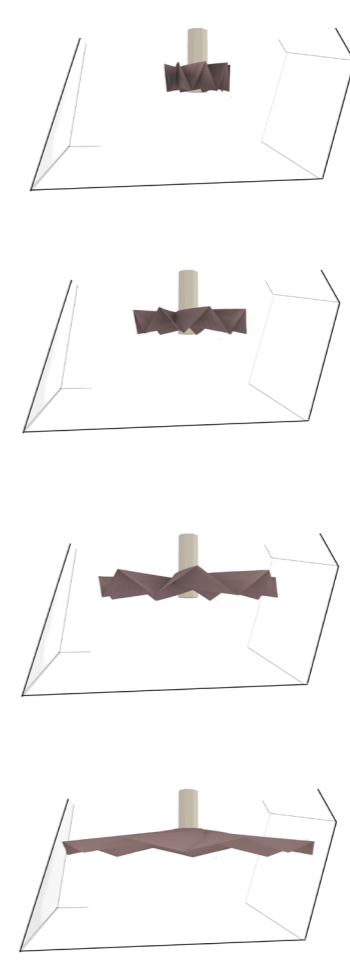
För att uppnå maximal potential av starshaden behöver den vara centrerad i rummet ovanför piten för att skapa en jämn och stark ljudfördelning. Detta har gjort att en icke-traditionell lösning på anslutande funktioner har behövts utformas. Scenen ligger i princip mitt i rummet med omslutande publik nästan hela vägen runt. Ett mindre backstage-område finns bakom scenen och resten av funktionerna ligger under scenen och auditoriumet. Hela scenen är installerad på en lift och är således höj- och sänkbar. Större rekvisita lyfts upp nerifrån. Även piten kan regleras i höjd och anpassas efter specifika önskemål.

## KONSTRUKTION

Starshaden är konstruerad i ett speciellt mönster som möjliggör vikning av tjocka material. Den består av ramar i plywood som omsluter absorberande material täckt med perforerat trä med integrerad belysning, för att efterlikna den vackraste av stjärnhimlar. Vikningen är motoriserad och styrs från kontrollrum.



10%  
30%  
70%  
90%

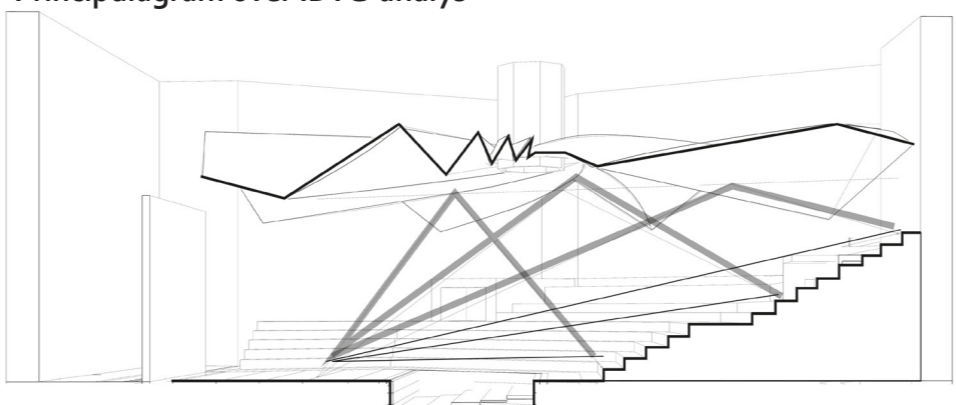


- KÖR**  
Utvikning: 10%  
Efterklangstid: 2 s  
Volym: 15000 m<sup>3</sup>  
Absorptionsarea: 4200 m<sup>2</sup>
- ORKESTER**  
Utvikning: 30%  
Efterklangstid: 1.8 s  
Volym: 14000 m<sup>3</sup>  
Absorptionsarea: 4400 m<sup>2</sup>
- OPERA / KAMMARMUSIK**  
Utvikning: 70%  
Efterklangstid: 1.4 s  
Volym: 11000 m<sup>3</sup>  
Absorptionsarea: 5200 m<sup>2</sup>
- DANS / TAL**  
Utvikning: 90%  
Efterklangstid: 1 s  
Volym: 9400 m<sup>3</sup>  
Absorptionsarea: 3700 m<sup>2</sup>

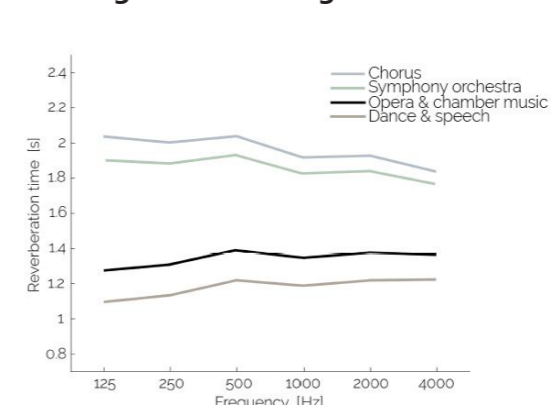
## ITDG / INITIAL TIME DELAY GAP

Upplevelsen av akustisk intimitet i ett rum bestäms av skillnaden mellan tiden det tar för det direkta ljudet och den första reflektionen att träffa örat. Detta benäms ITDG, och får ej överskrida 25 ms på någon position i publiken. För att säkerhetsställa gränsvärdet har en strålanalys utförts på första, mellersta och sista raden både i centerlinjen av publikhavet men även i ytterkant. I illustrationen till höger ser vi principiellt hur analysen utförts i centerlinjen. En stor styrka med vår starshade är att den ger jämn fördelning av ljudet genom hela salen och möjliggör att besökare längst bak upplever en stark känsla av intimitet och närhet till uppträdandet.

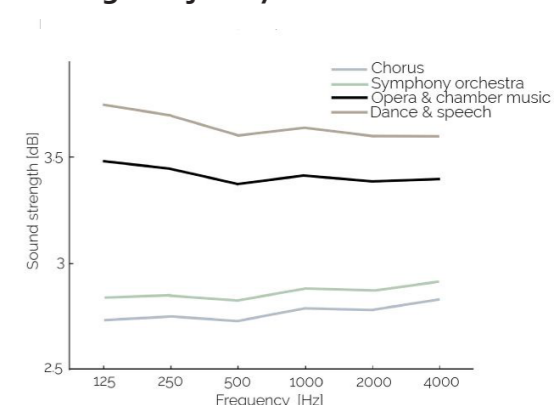
## Principdiagram över IDTG-analys



## Diagram efterklangstid



## Diagram ljudstyrka



## YTTRE LJUDBARRIÄR

Den yttre ljudbarriären består av flertalet komponenter. Det tjocka, gröna taket agerar lock och skyddar mot ljud från förbipasserande flygplan.

En cylinderformad volym möter taket. Mot campus öppnar volymen upp sig med dubbellaminerat glas, men mot motorvägen är den sluten för att reducera ljud och vibrationer.

Rummen har placerats strategiskt i en cirkelformation runt auditoriet, vilket skapar en ljudbarriär samtidigt som alla viktiga funktioner enkelt nås via passager från operahallen. Rum som genererar ljud har placerats mot motorvägen medan rum som är känsliga för ljud, som till exempel övningsrummet, är placerat på motsatt sida. Den cirkulära omslutande byggnaden är högre mot motorvägen.

Slutligen ligger auditoriet i tryggt förvar som en inre kärna inuti byggnaden. Den är uppburen på fjädrar och därmed frikopplad från resten av strukturen. Passagerna till auditoriet är anslutna med ett elastiskt mellanlager för att reducera vibrationer.

## ÖVNINGSRUM / UPPVÄRMNING

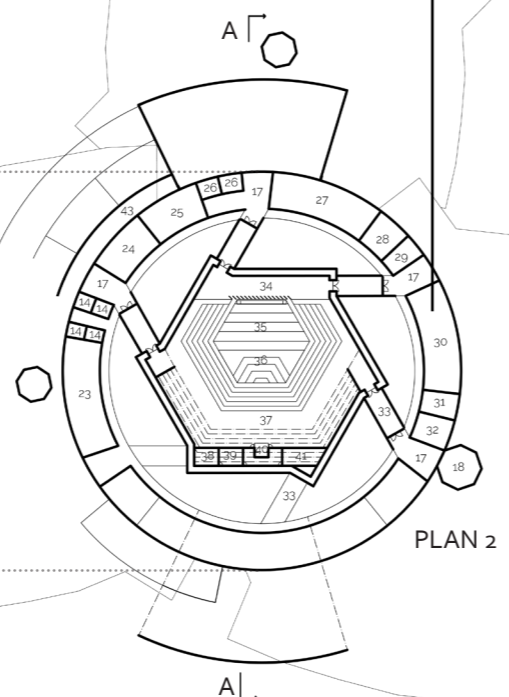
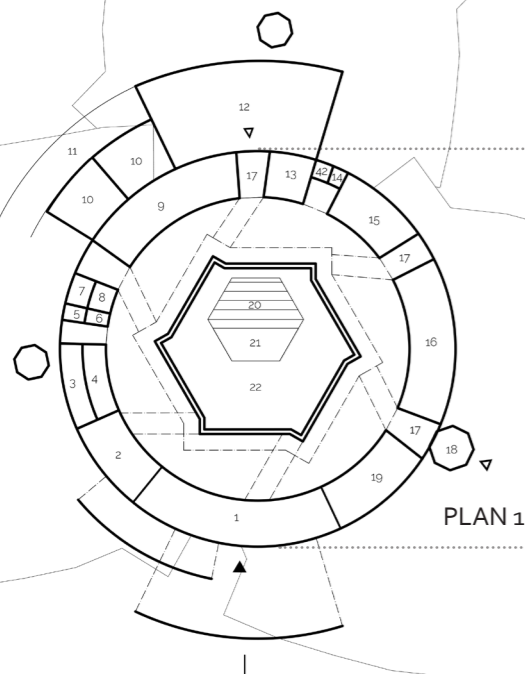
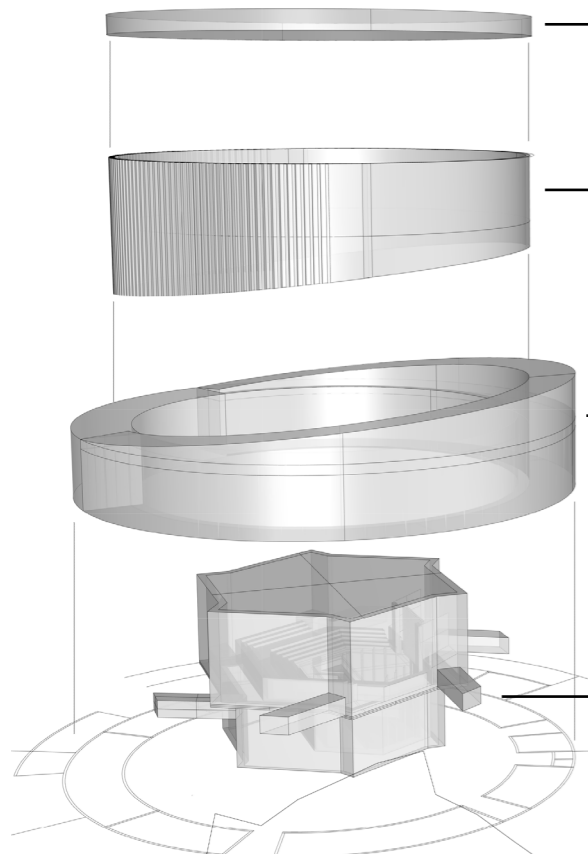
Detta rum är konstruerat i samma material som operarummet. Formen skiljer sig däremot och för att åstadkomma varierbar akustik med vikta element har en annan typ av vikning använts. Mindre paneler av Miura-ori vikning pryder taken, men är konstruerade på samma sätt som starshaden och fungerar på liknande sätt och kan anpassas för att passa önskat ändamål.



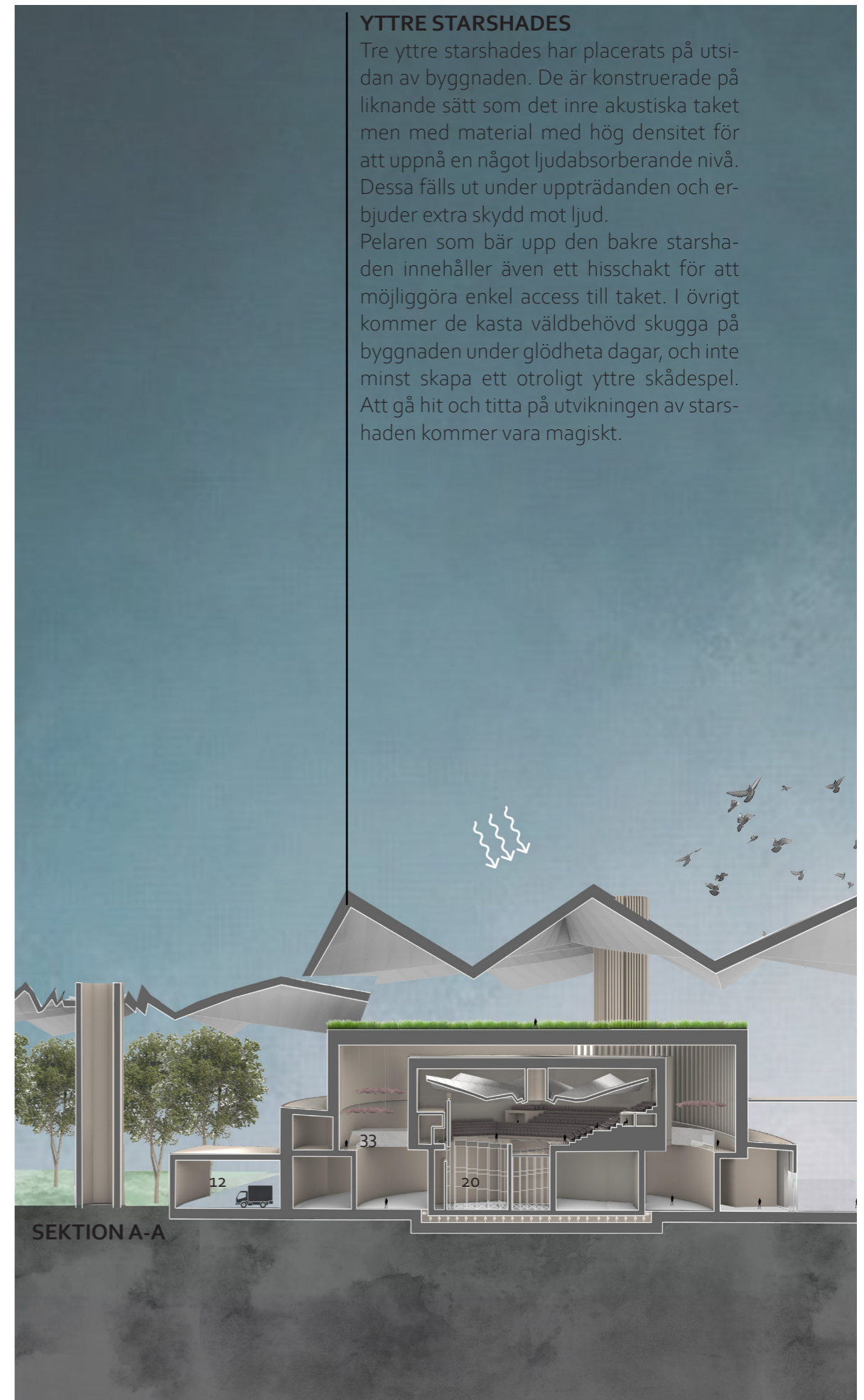
## YTTRE STARSHADES

Tre yttre starshades har placerats på utsidan av byggnaden. De är konstruerade på liknande sätt som det inre akustiska taket men med material med hög densitet för att uppnå en något ljudabsorberande nivå. Dessa fälls ut under uppträdanden och erbjuder extra skydd mot ljud.

Pelaren som bär upp den bakre starshaden innehåller även ett hisschakt för att möjliggöra enkel access till taket. I övrigt kommer de kasta väldbehöv skugga på byggnaden under glödhet dagar, och inte minst skapa ett otroligt yttre skådespel. Att gå hit och titta på utvecklingen av starshaden kommer vara magiskt.



- |   |  |                              |  |
|---|--|------------------------------|--|
| 1. Lobby                                  | 11. Service road                         | 21. Pit lift                 | 32. Relax                                  |
| 2. Restaurant                             | 12. Loading dock                         | 22. Storage                  | 33. Enclosed passage                       |
| 3. Womens WC                              | 13. Costume shop                         | 23. Office & conference room | 34. Back wing                              |
| 4. Mens WC                                | 14. WC                                   | 24. Staff lounge             | 35. Stage                                  |
| 5. Unisex WC                              | 15. Two choir dressing rooms             | 25. Cafeteria                | 36. Orchestra pit                          |
| 6. HWC                                    | 16. Five solo dressing rooms             | 26. Off-stage quick bathroom | 37. Audience seating                       |
| 7. Lighting & audio storage & repair room | 17. Elevator shafts & stairs             | 27. Dance studio             | 38. Follow spot booth                      |
| 8. Dimmer & audio rack rooms              | 18. Elevator shaft to roof terrace       | 28. Green room               | 39. Projection/title booth                 |
| 9. Scene shop                             | 19. Lounge                               | 29. Wig & make-up            | 40. In-house audio mix position            |
| 10. MER                                   | 20. Stage house with stage and prop lift | 30. Rehearsal & warm-up room | 41. Lightning & stage manager control room |
|   |  | 31. Conductor dressing room  | 42. Prop pantry                            |

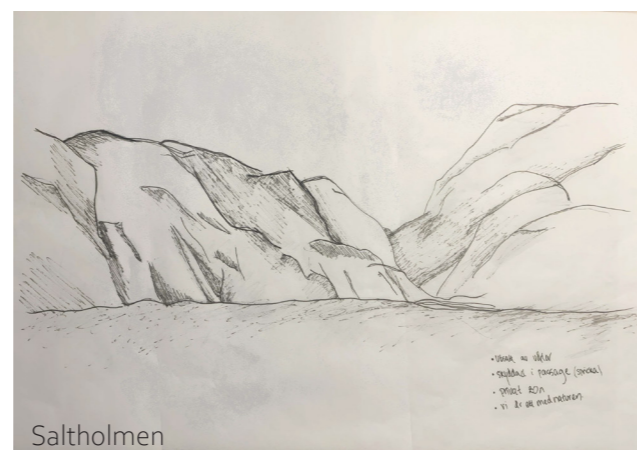


DESIGNPROCESSEN

# FILM

Inledningsvis begav vi oss ut i ett snöigt Göteborg och besökte olika platser vi fann intressanta och inspirerande. Vi utforskade de karga klipporna på Saltholmen, reflektiva fasader vid Johanneberg, mjuka talltoppar vid Tallunden (Landala Egnahem) och sist men inte minst spårvagnen.

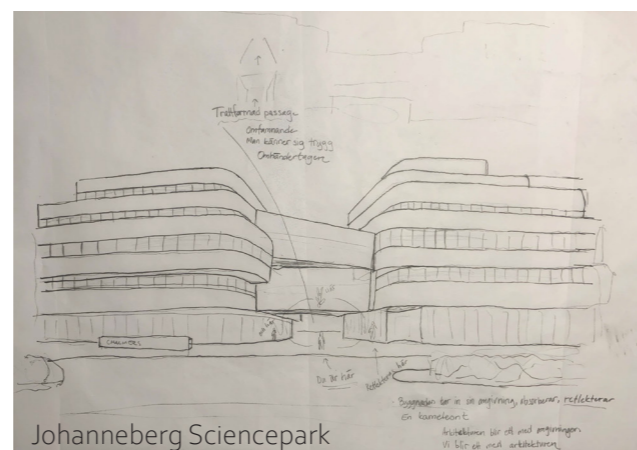
Vi samlade på oss korta filmsnuttar som klipptes ihop och visades för klasskamraterna. Nedan visas bilder från de olika platserna. Vidare använde vi materialet från utflykten för att skissa platsernas rumsligheter och notera speciella attribut vi fann extra intressanta.



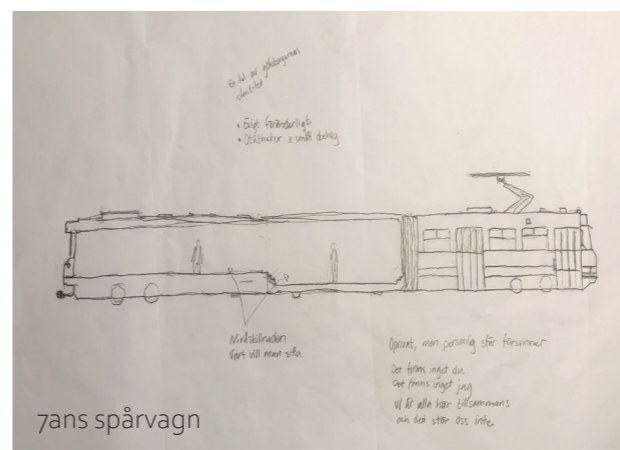
Saltholmen



Tallunden



Johanneberg Sciencepark



7ans spårvagn

## TRE KONCEPT

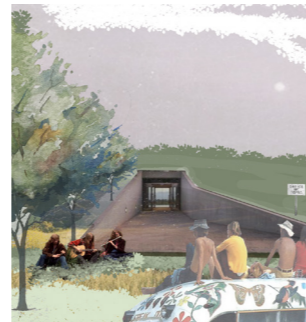
Filmen och skisserna fick sedan ligga som grund när vi tacklade första deluppgiften i kandidatarbetet. Det var en iterativ designprocess där målet var att utveckla tre koncept inspirerade av platserna vi besökt och fenomenen vi noterat där. Våra tre koncept var Milky way, inspirerat av rymden och dess mysterier, Longleaf, en förtrollande skog och Corynactics, textur från våra vackraste korallrev.

Vi hade som uppgift att skapa storyboards för våra koncept. Vi ville bevara nyfikenheten som ett campus kan tänkas ha och arbetade mycket med färg för att fånga känslan vi var ute efter. En medvetenhet av hur rumsligheter kan förstärka upplevelsen av ljud började växa fram, och integrationen av arkitektur och akustik började ta form. Vi reflekterade även över inomhusklimat, dagsljus och bärande strukturer.

### LONGLEAF



there is something liberating with being underneath the treetops



what if we can include it in our everyday life?

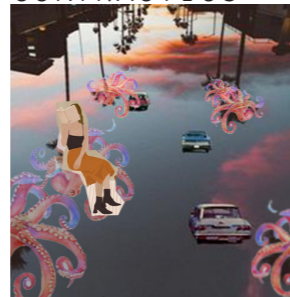


bring it inside?

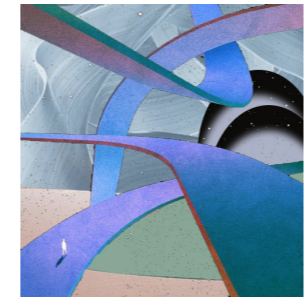


liberate ourselves?

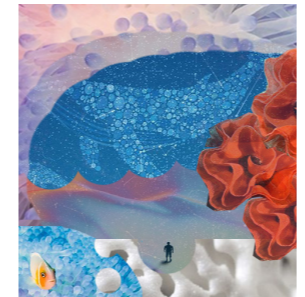
### CORYNACTICS



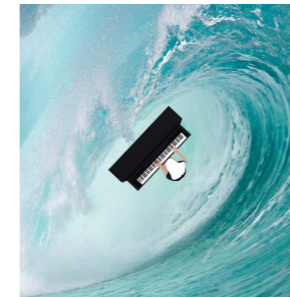
imagine your fantasy



find your way there



explore below the surface



sing your inner song

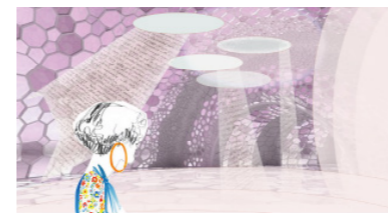
### MILKY WAY



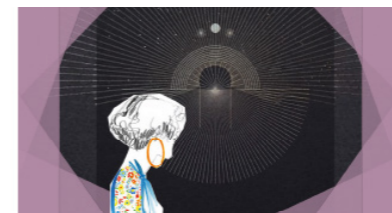
in need of something more?



step into another world



experience the magic of sound



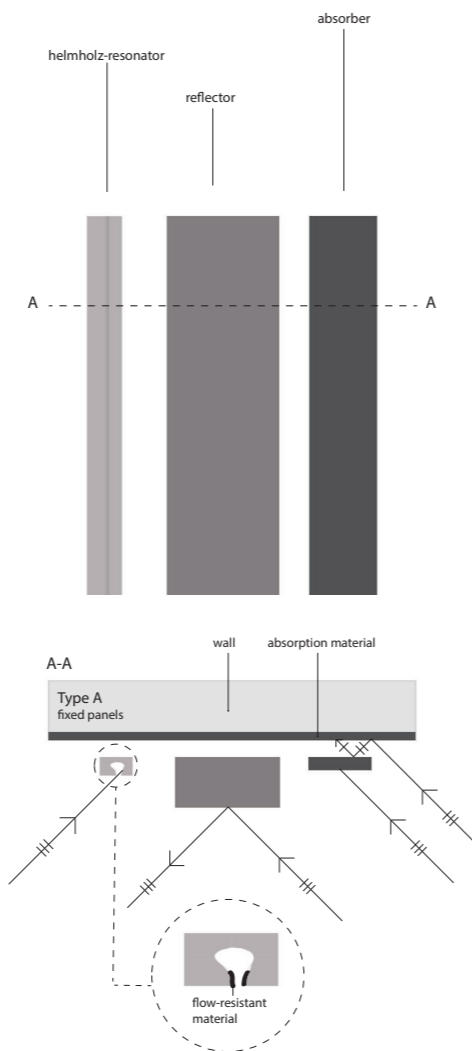
feel your feelings



# PROTOTYPER

I nästa fas i projektets gång fick vi uppgiften att utveckla tre multifunktionella prototyper som skulle ha akustiska eller olika arkitektoniska funktioner i kombination. I vår grupp fokuserade vi mycket på att tidigt skapa varierbar akustik inuti operasalen på ett intressant sätt samtidigt som att konceptet skulle skina igenom.

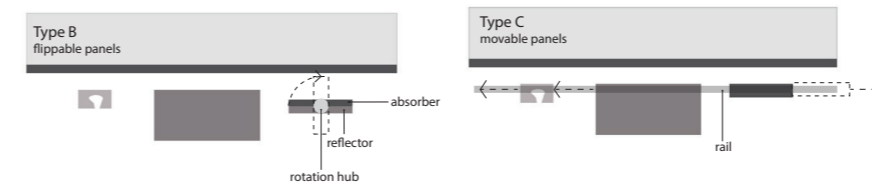
De tre prototyper vi utvecklade var 1. vägghpaneler som kan justeras och anpassas till olika behov som till utseendet baserats på ett sätt att gestalta strängteori 2. ett trapphus i form av ett maskhål kombinerat med ventilationsoutlet och 3. ett slags box-i-box-koncept med rumsvolymer utanpå operahallen, tänkt att representera flerdimensionalitet och samtidigt skydda mot ljud.



## prototype 1 - wall panels

The walls inside the auditorium will be covered with different panels that could be mounted together into modules of various sizes and function. We have illustrated three different types, reflectors, absorbers and one with incorporated Helmholtz resonators to absorb low frequencies. They will each have different purposes but will work in symbiosis together and create diffusion by spreading the energy of the sound evenly across the room, making the reverberation time close to the same in all listening positions. Diffusers are also great for handling unwanted echoes in the room, and serve as an excellent complement to absorbers since they do not remove sound energy.

Some of the panels will be fixed (Type A) forming a standard for the room, while some segments could be flipped (Type B) or moveable to the side (Type C). This opens up the possibility of a great span of variable acoustics making the room adaptable for different purposes.

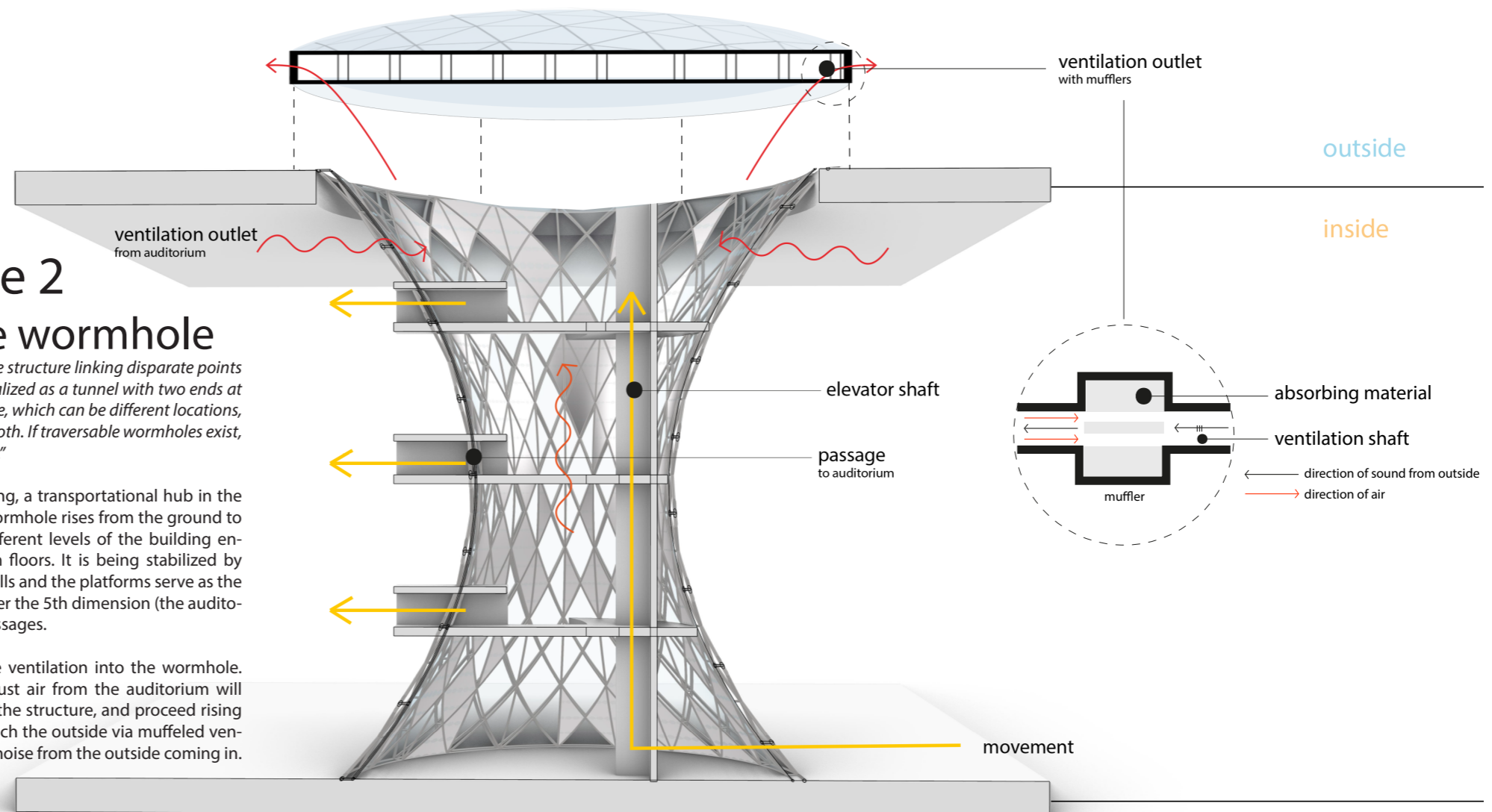


## prototype 2 traversable wormhole

*"A wormhole is a speculative structure linking disparate points in spacetime. It can be visualized as a tunnel with two ends at separate points in spacetime, which can be different locations, different points in time, or both. If traversable wormholes exist, they could allow time travel."*

In the center of the building, a transportational hub in the (speculative) shape of a wormhole rises from the ground to ceiling connecting the different levels of the building enabling traveling between floors. It is being stabilized by elevator shafts and stairwells and the platforms serve as the last pitstop before you enter the 5th dimension (the auditorium) via vibration-free passages.

Our goal is to incorporate ventilation into the wormhole. The idea is that the exhaust air from the auditorium will have outlets in the top of the structure, and proceed rising due to stack effect and reach the outside via muffled ventilation outlets to prevent noise from the outside coming in.



# PROTOTYP 3

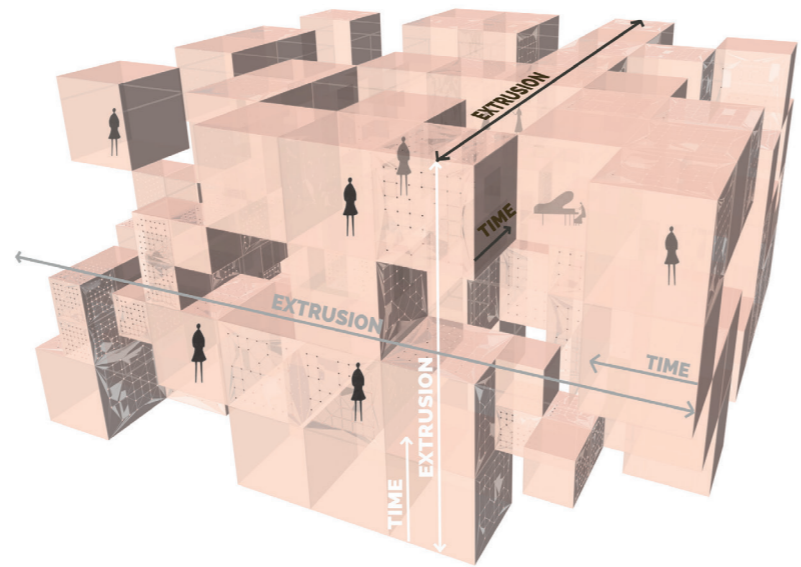
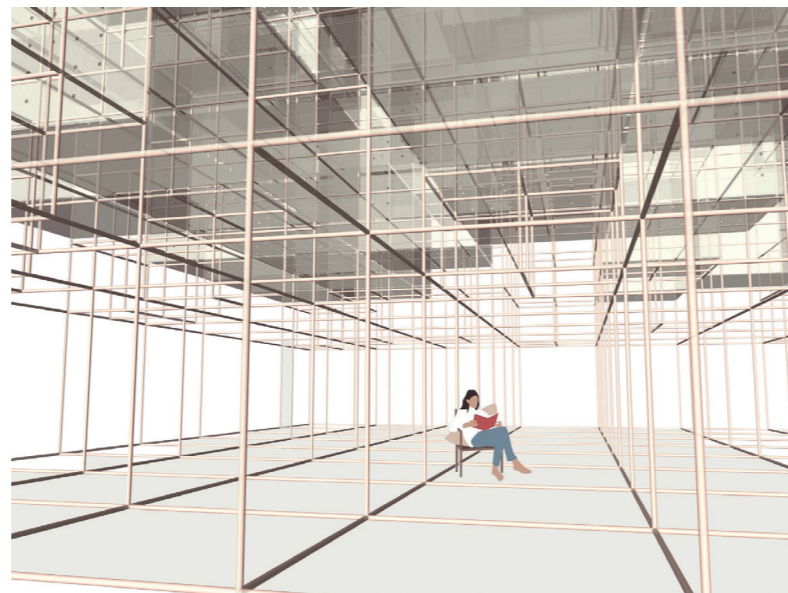
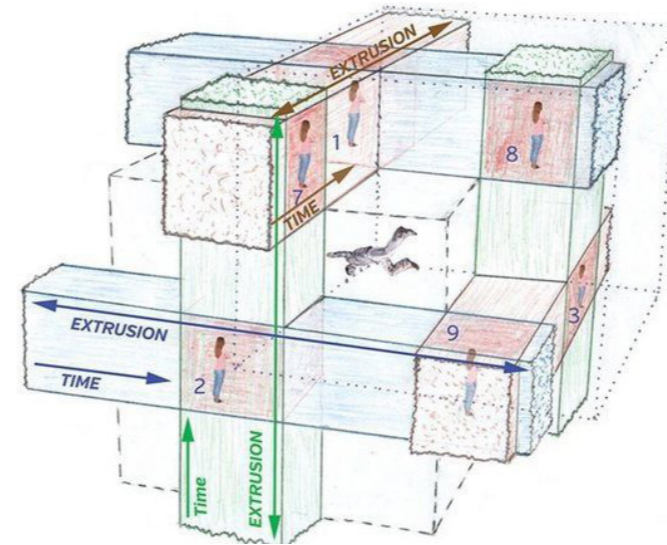
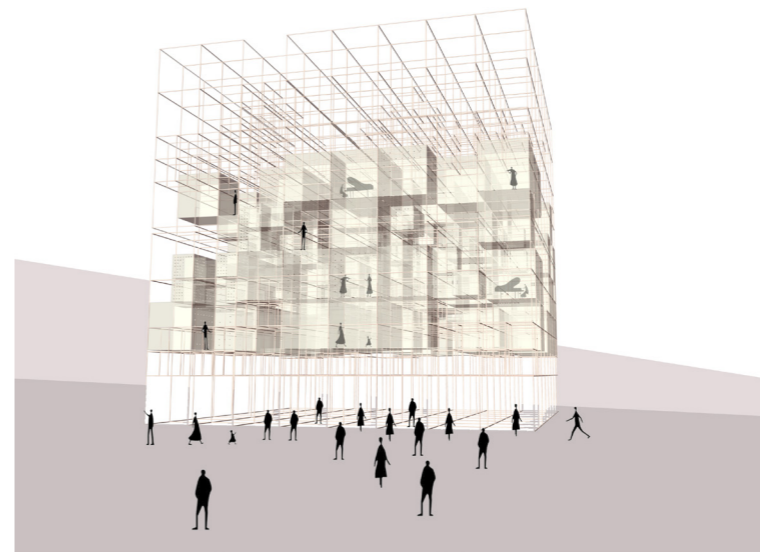


diagram of the fifth dimension

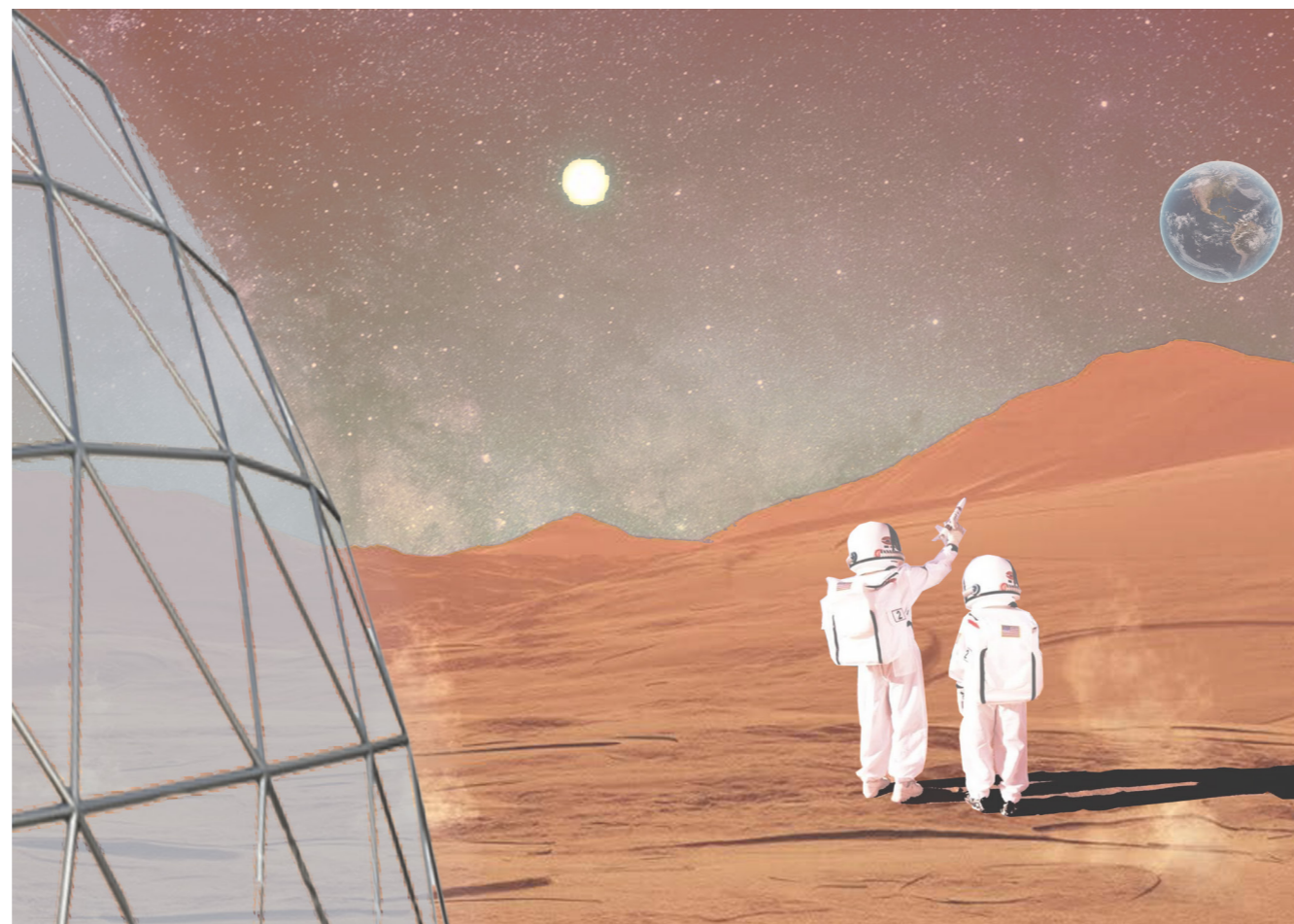


enjoy a book where time stands still



## ZOOM MED NASA

Efter redovisning av prototyperna hade vi möjlighet att ordna ett zoom-möte med Larry Toups, en vän till vår lärare och föredetta Space Architect på NASA. Vi hade en otroligt inspirerande diskussion om allt mellan himmel och jord, men något som vi fastnade specifikt för var teknologin som används för rymdresor och dylikt. En teknologi som ständigt utvecklas för att övervinna diverse problem som uppstår vid rymdfärder och där man alltid letar efter nya sätt att ta sig vidare på och smartare sätt att lösa svårigheter. Många "uppfinningar" som NASA utvecklat till rymdfärder ser vi idag som en självklarhet i vår vardag, till exempel memoryfoam som används bland annat i madrasser, som till en början utvecklades för astronauters komfort. Detta fick oss att skifta vårt fokus något och intressera oss i produktdesign. Kan vi tänka på samma sätt för att hitta lösningar på projektets utmaningar?

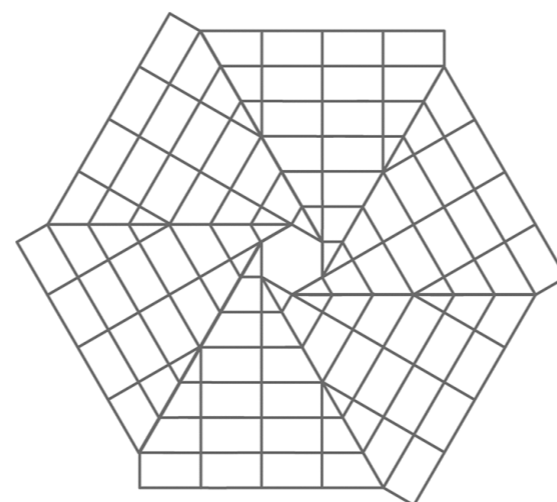
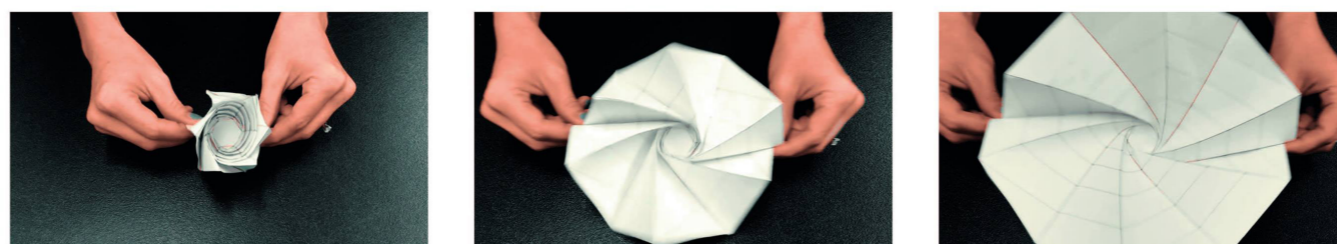
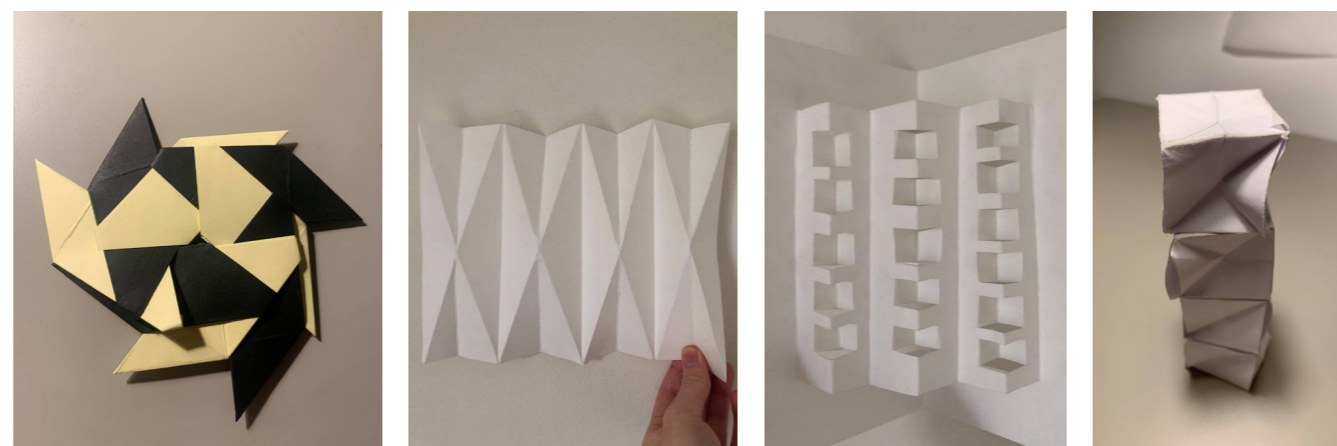


Perspektiv från tidigare projekt - Planet B

## VIKNING

Vi fastnade för att utforska möjligheterna med origami och hur det kan användas i ingenjörskonst. Det kändes som ett spännande sätt att förändra ytors egenskaper på ett elegant vis. Här började vi experimentera med olika mönster och vikningar och vek så det rök. Efter mycket vikande och funderande landade vi på ett koncept NASA utvecklat för att vika ihop

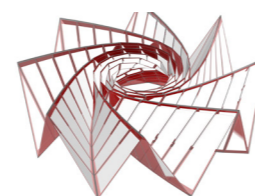
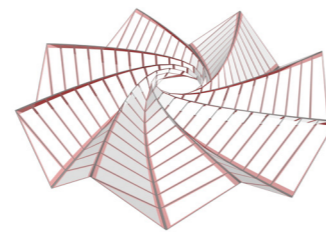
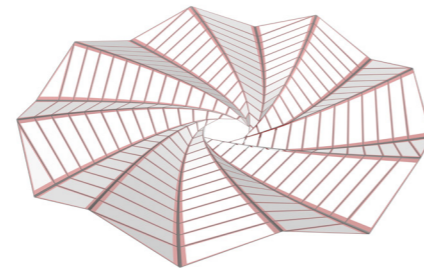
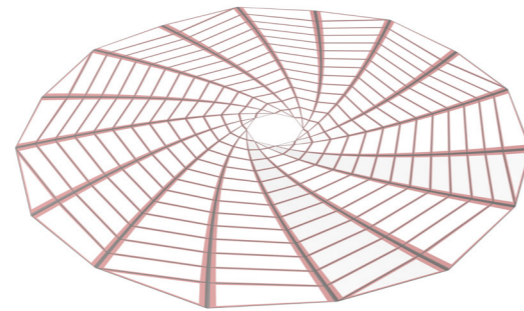
tjocka material för att transportera ut i rymden. Det består av ett stjärnliknande vickmönster som utvecklats som prototyp för blockering av solen i utforskandet av exo-planeter. Mönstret visas nedan och bilderna illustrerar även hur man kan vika detta i mönstret på ett papper. Vi bestämde oss för att utveckla denna som ett akustiskt vikbart tak.



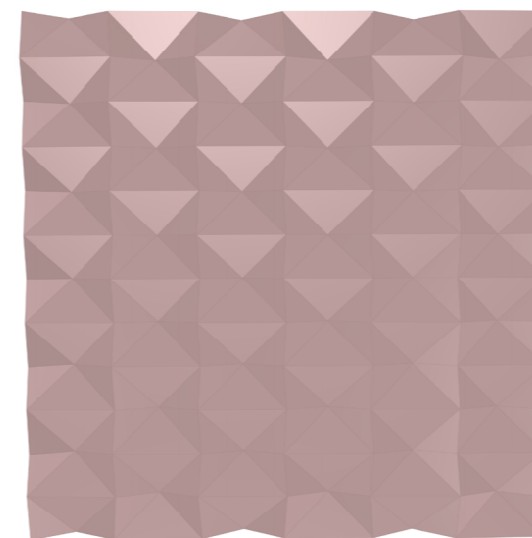
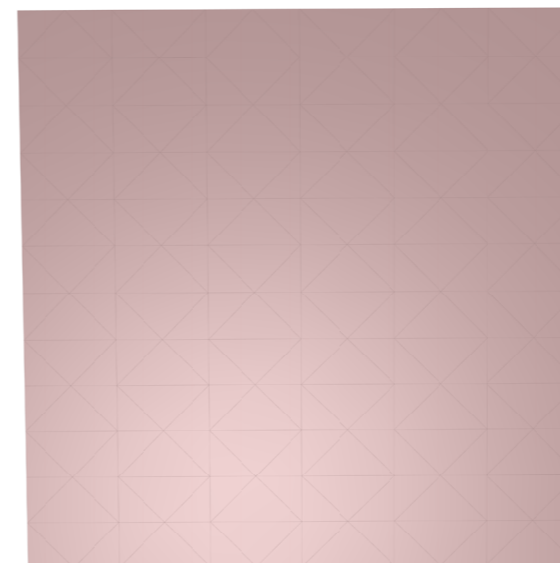
## MODELLERING

Det var viktigt för oss att modellera upp starshaden och vikningsprocessen digitalt för att få en bättre förståelse. Vi använde oss av Grasshopper och vikningskomponenten Kangaroo. Delar av koden visas på nästa sida och nedan kan man se hur vikningen tar form. Det var klurigt att få det att vikas som vi ville men vi löste det tillslut. Vi modellerade starshaden men arbetade också med en annan typ av vikning, Miura-ori-folding som vi tänkte använda i mindre paneler som komplement till taket.

Tillsammans med detta utfördes beräkningar av vår SoV-partner. Vi utforskade optimerade utvinkningsgrader anpassade till olika efterklangstider för olika typer av uppträdanden i hallen, samt hur mycket absorption som behövdes och hur vikningen påverkade denna mängd. Vid det här stadiet blev det tydligt hur starshaden skulle fungera i rummet och vikas in och ut för att reglera efterklangstiden. Det var väldigt roligt att se när beräkningarna visade att det fungerade väl i teorin.



STARSHADE



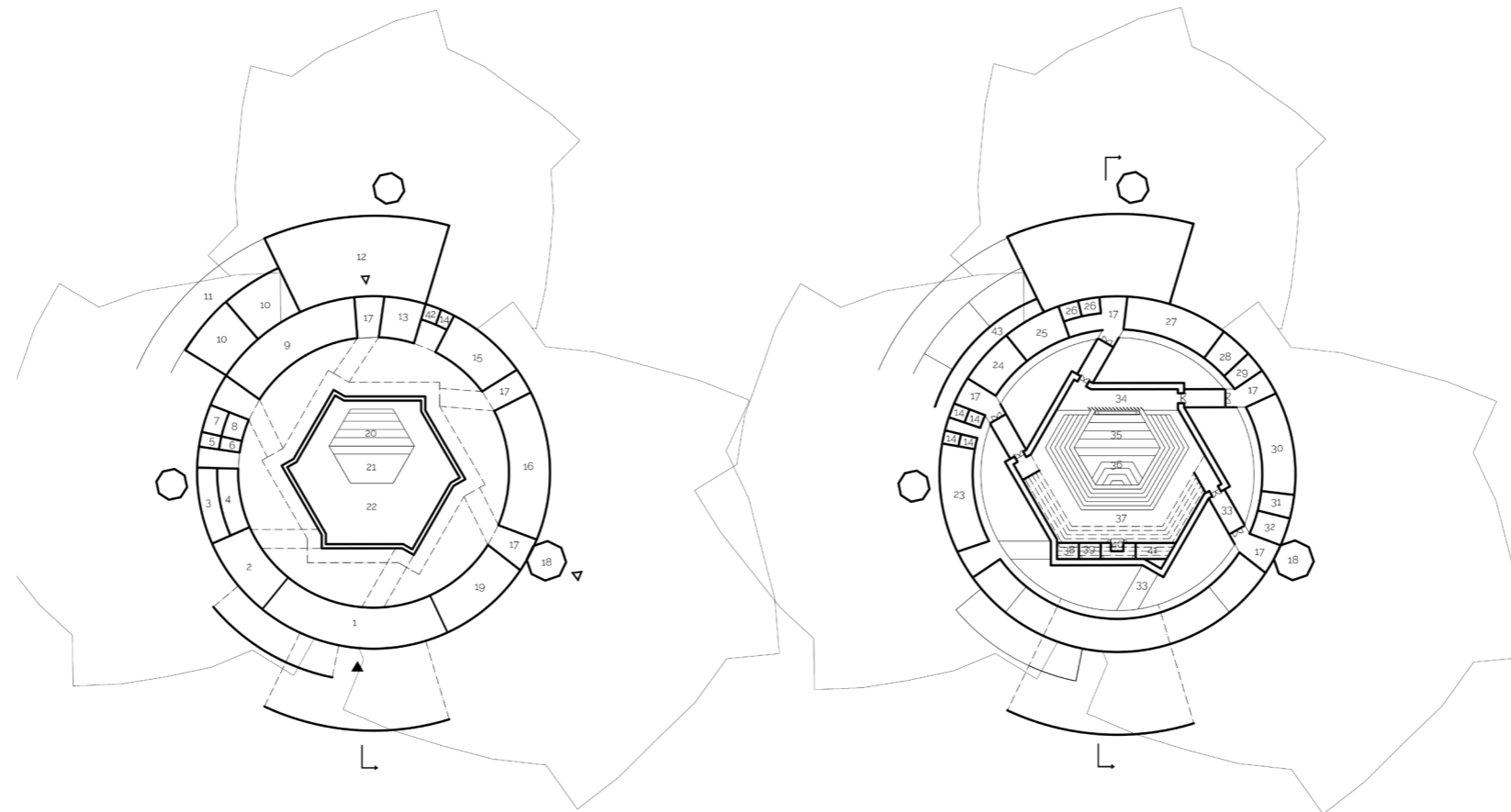
MIURA ORI



## UTFORMNING

Starshaden blev vårt huvudsakliga koncept och fick styra utformningen av resten av byggnaden. Från början var vi inne på att låta den vecklas ut över publiken, men insåg snabbt att det optimala hade varit att den vecklas ut direkt över scenen. Följdaktligen fick vi arbeta fram en otraditionell lösning, en operahall där scenen och piten är centrerad och stage houset är under scenen istället för över. Det var en riktig utmaning och innebar mycket svårigheter för oss men var viktigt för behålla starshadens funktion. Formen på operarummet följer direkt formen på det vikta taket, och vi arbetade mycket med att få resten av byggnaden att hänga ihop med geometrin utan

att det skulle bli för mycket men ändå kännas som en helhet. Nedan visas våra planlösningar, som påminner lite om en rymdstation. Då största delen av arbetet i vår grupp utfördes på distans skissades det mycket via zoom. Det var förhållandevis smidigt, men inte lika härligt som att skissa tillsammans förhand. Här börjar byggnadens formspråk ta form. Vi bestämde oss för att använda oss av andra rum inkluderade i programmet och skapa en skyddande barriär runt auditoriumet. Vi delade in rummet i ljudgenererande/ljudkänsliga rum och började experimentera med att placera in dem i volymen.



# PLANSCHER

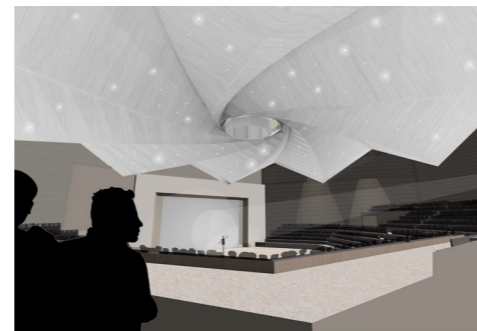
## STARSHADE UNFURL FOR POWER

- 1. Lobby
- 2. Restaurant
- 3. Womens WC
- 4. Mens WC
- 5. Unisex WC
- 6. HVAC
- 7. Lighting & audio storage & repair room
- 8. Dinning & audio rack rooms
- 9. Souvenir shop
- 10. MER
- 11. Service road
- 12. Loading dock
- 13. Costume shop
- 14. WC
- 15. Two choir dressing rooms
- 16. Five solo dressing rooms
- 17. Elevator shafts & stairs
- 18. Elevator shaft to roof terrace
- 19. Lounge
- 20. Stage house with stage lift
- 21. Pit lift
- 22. Storage
- 23. Office & conference room
- 24. Staff lounge
- 25. Cafeteria
- 26. DP-stage duck bathroom
- 27. Dance studio
- 28. Green room
- 29. Wing & make-up
- 30. Rehearsal & warm-up room
- 31. Conductor dressing room
- 32. Pit
- 33. Enklosed passagge
- 34. Back wing
- 35. Stage
- 36. Orchestra pit
- 37. Audience seating
- 38. Follow spot booth
- 39. Projection/tile booth
- 40. Pit-house audio mix position
- 41. Lighting & stage manager control room
- 42. Prop party

### CONCEPT & CONTEXT

Human space exploration pushes the boundaries to get fundamental questions answered and results in an expanding technology, which we can use for problem-solving on earth. We have been inspired by NASA and their ideas of using origami as a technique for folding thick materials, our design has been inspired by this technology when it comes to acoustics, geometry and movement between functions. We have used this knowledge of folding thick materials to design inner and outer starshades that can unfurl to create the desired acoustical environment. We wanted to keep that explorative mindset and use our curiosity to create an open space, in order to enable interesting meetings to take place and contribute to the intellectual culture of Houston. Having the nick-name "Space City", Houston has always had a strong connection to space, and our vision is to design an innovative performance hall and to enhance the legacy of Space City. Houston is a hot city and we have therefore been working with window placing, thick walls and the ability to shade the building. The performance hall is situated on a relatively flat site, 200 ft from a major 6-lane highway to the east and 3 statute miles from the airport, serving the geographical area. Typically, the aircraft will pass the site with a height of 5,500 feet.

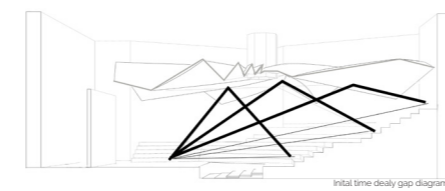
Outside perspective



#### Variable acoustics

Since the performance hall is primarily to be used for opera but occasionally for symphony orchestra, chamber music, chorus and dance, it is important to be able to adapt the acoustics to different performances. To achieve this we have designed a starshade with a thickness that consists of plywood frames with absorbing foam covered with wooden tiles, equipped with led lighting that creates an illusion of a starry night. The tiles are remountable in case of a need to change the area of absorption. The starshade is designed with simultaneous and homogeneous folding in orthogonal directions with reversible folding.

To vary the acoustics the starshade can be unfurled to different degrees, making the reverberation time range between 1.0-2.2s. Such a solution also ensures that the appropriate RT values can be obtained at all times. When the starshade unfurls in the performance hall the absorbing surface and volume adjusts. The ceiling and side walls are made of wood with suitable absorption coefficients, when the starshade unfurls the absorption in the starshade replaces the absorption in ceilings and walls and makes variable acoustics possible.



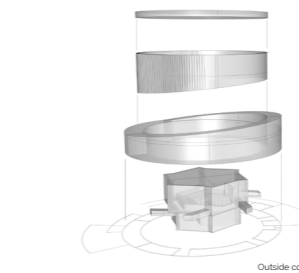
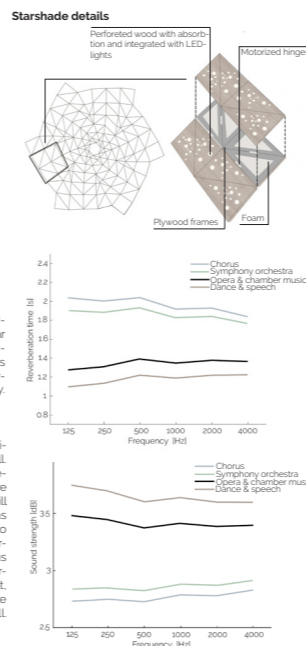
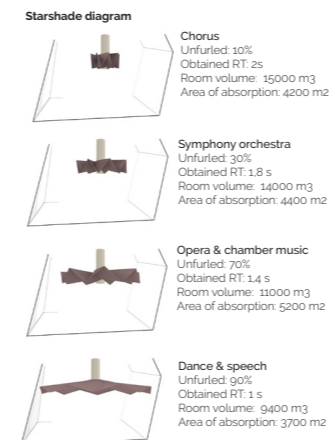
#### Initial time delay gap

The ITDG should not exceed 25ms, and to confirm this a ray diagram analysis has been performed considering positions in the front row, middle row, rear row on the centerline of the room and the sides of the stage. As shown in the diagram, one of the strengths of the starshade is that it provides good reflections and sound distribution throughout the room, ensuring the audience sitting furthest away from the stage are experiencing a feeling of presence and intimacy.



#### Rehearsal room

The rehearsal room is constructed with similar materials as the performance hall. The geometry of the rehearsal room requires a different shape of folds, here smaller panels of Mura-ori folding will be used, with the same construction as the starshade in the performance hall, to vary the acoustics depending on performance. The rehearsal room is spacious for movement and has seating. The large windows creates a soft flow of light, and it is easily accessible with one passage from the performance hall.

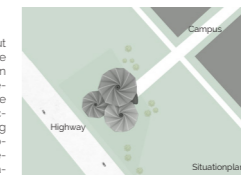


#### Indoor features

To reach the full potential of the starshade, a non-traditional layout with the pit and stage in the middle of the hall is required, allowing the shade to unfurl right above the pit creating an even sound distribution across the room and ensuring early reflections in all situations. The seats will embrace the stage almost all the way around, forming a more interactive, intimate way of performing. The performance hall can accommodate 1200 people for operatic performance and for speaking engagements the pit can be lifted to stage level and provide additional area of seating, providing the same amount of seats within 140 degrees of the speaker. During dance performances the additional space of the pit set to stage level will give extra floor area to the dancers. Because of the centered stage, a wing is placed behind the stage providing the same features as a traditional wing. The stage proscenium is placed in the back of the stage, with laths behind serving as protection for insight to the wing and for easy access to the stage. The stage house is placed beneath the stage which is accommodated with a stage lift and stairs and has absorbing material on the walls. In the stage house the props can be mounted and stored until it has to be hoisted up. The sets and larger props can easily be taken from the scene shop to the stage house since they are located on the same floor. The orchestra pit is accommodated for a baroque repertoire up to 70 members, it is equipped with an elevator and is adjustable to accommodate the range in different orchestra sizes. It can be adjustable to extend the scene area or be used as a traditional open pit in order to reflect sound evenly from the pit to the surrounding audience.

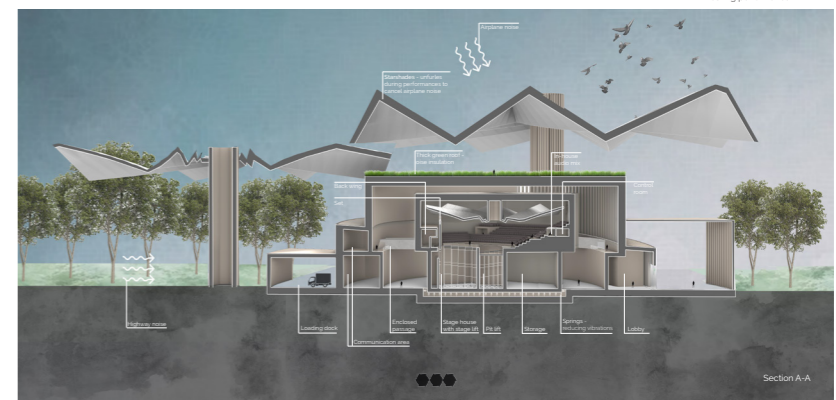
#### Environmental noise

To protect the performance hall from environmental noise coming from the highway and airplane noise all functions have strategically been placed to surround the performance hall in a circle. The performance hall will be decoupled from the circular building surrounding it. The inner structure is based on springs to reduce low frequency vibration from outside. The passages that connect the performance hall with the communication area in the surrounding building are equipped with elastic interlayers. The surrounding circular building is higher towards the highway and will work as a barrier around the performance hall. Noise generating rooms are placed to the east facing the highway, while noise sensitive rooms are placed in the opposite direction. Laminated glass panels with noise reduction interlayer between and double concrete walls are used in the building. The roof of our surrounding building will protect the performance hall from airplane noise. It will be constructed to have a high mass, while being an idyllic place to visit. The idea of the roof is that it will be a place to socialize on a green garden terrace and get a one of a kind experience of watching the performance of the three starshades unfurling. Three outside starshades main purpose is to protect the building from airplane noise during performances. To achieve this, the starshades will be constructed with plated iron, that is a high density material, and will work in a similar way as the inside shade. The starshades will be unfurled during performances and besides having an acoustical function, they also provide shade during hot days and create an unique experience watching them unfurl.



#### Circular movement

In the building we focus on circular movement that are parted by two different levels and are connected to all functions in the building. You can only move through the different functions through this circular movement, creating a lively flow of movement encouraging new meetings to contribute to the intellectual culture in Houston. The circular passage also connects to the lobby, which is a more open space, facing the campus. The lobby is a flexible, welcoming space where meetings, luncheons and dinners can take place.



# REFLEKTIONER

## TVÄRVETENSKAPLIGT SAMARBETE

Kandidatarbetet var det första projektet där tvärvetenskapligt arbete förekommit. Jag tycker det har varit en intressant upplevelse, redan från början när vi för första gången presenterade oss och våra idéer för studenterna som läser Ljud- och vibrationsmastern ända till slutpresentationerna. I tidigare projekt har fokuset på akustik varit mycket litet om än inte helt obefintligt, så det var kul att se på ett projekt ur ett annat perspektiv och kunna diskutera akustiken och hur våra arkitektoniska val påverkar upplevd miljö.

Samarbetet vi hade med vår akustiker har varit utmanande men har för det mesta flutit på bra. Det märktes ganska tidigt att vi har olika arbetssätt och att vårt konceptuella skisstänk inte alltid var ett så lätt sätt att kommunicera idéer på, vilket initialt ledde till mindre missförstånd. När projektet fortskred kände jag dock att denna barriär krossades, och både vi och akustikern kände oss mer bekväma i våra roller. Majoriteten av vårt samarbete tog plats via zoom, och kanske adderade det en extra utmaning för oss. Hade vi suttit och arbetat i samma rum genom projektets gång hade mindre missförstånd och otydligheter kunna redas ut kvickt istället för att behöva kalla till ett onlinemöte en tid som passade alla. Dessutom tror jag det hade snabbat på processen att bli bekväm, både i våra roller i projektet och med varandra.

## METODIK

Resan vi gjort tillsammans genom kandidaten har varit mycket spännande och nervkittlande. Att sätta sina idéer i verket och lämna det konventionella kan ibland upplevas skrämmande. Men, kandidatarbetet, vårt sista projekt som Arkitektur & Teknikstudenter, kändes som rätt plats att våga. Som tävlingsprojekt kanske det kan vara bra att våga stampa på okänd mark och låta lite halvgalna idéer få ta plats och utforskas för att få projektet att sticka ut.

Jag och min partner Nerma har länge känt en stark dragningskraft till rymden och därav föll det sig naturligt att universum och dess mysterier skulle bli vår inspirationskälla. Det visade sig bli ganska invecklat, det mesta är ju som sagt mysterier, och vi kämpade med att konkretisera våra idéer och inget kändes 100% rätt. Det vände när vi hade zoom-samtalet med Larry och vi blev inspirerade till att skifta fokus och våga arbeta mer i detalj med produktutveckling. Starshaden fann en plats i våra hjärtan direkt och har varit mycket kul att arbeta med samtidigt som den bär hela vårt koncept.

Följaktligen blev det klurigt att pussla ihop layouten med en centrerad scen, vilket gjorde att vi hade lite kort om tid i slutändan. Jag är väldigt stolt över vårt koncept och att vi höll fast i det hela vägen, men jag kan inte låta bli att känna mig lite besviken över att vi inte lyckades knyta ihop säcken helt och hållet till slutpresentationen och att planscherna inte helt förmedlar vår berättelse. I en perfekt värld hade vi haft mer tid och jag är övertygad om att projektet hade blivit otroligt.

## ARKITEKTONISKA & AKUSTISKA KVALITETER

Vårt främsta akustiska koncept, och kanske även arkitektoniska är självfallet starshaden. Visionen med den var att skapa ett innovativt akustiskt element som på egen hand kunde skapa varierbar akustik i auditoriet och samtidigt vara häpnadsväckande vackert. Detta tycker jag vi verkligen lyckades med och är vår största styrka i projektet. Vi har undersökt och etablerat olika utvecklingsstadier som passar de olika typer av konstellationer givna i tävlingsprojektet, men taket kan vikas ut till vilken grad som helst och anpassa sig efter evigt föränderliga förhållanden. Under kritiken fick vid medhåll på att det var ett intressant koncept, men komplexiteten i det hade behövts förenklas och förtydligas. De yttre rummen fick komma lite i andra hand och är något vi fick kritik på. Eftersom operarummet stod inför många utmaningar kan jag hålla med om att vissa andra ytor känns lite osammanhängande. Hade vi vidareutvecklat projektet hade upplevelsen av byggnaden som helhet fått ta fokus. Med det sagt gillar jag rymdstationskänslan som planlösningarna har, men det finns mycket förbättringspotential här.

Gällande yttre starshades och dess funktion som ljudreducerande är något vi har diskuterat mycket och fått olika feedback från olika handledare. Hur mycket ljud kan de blockera egentligen? I slutändan bestämde oss för att använda dem mest ur ett akustiskt perspektiv ändå då det var det som fick oss mest exalterade och kändes rätt rent konceptuellt. Vi har diskuterat att beklä dem med solceller och på så sätt få ut lite mer funktionalitet ur dem, men hur som helst skapar de en förtrollande upplevelse för besökare och bidrar starkt till "the legacy of Space City", vilket var vår vision från början.