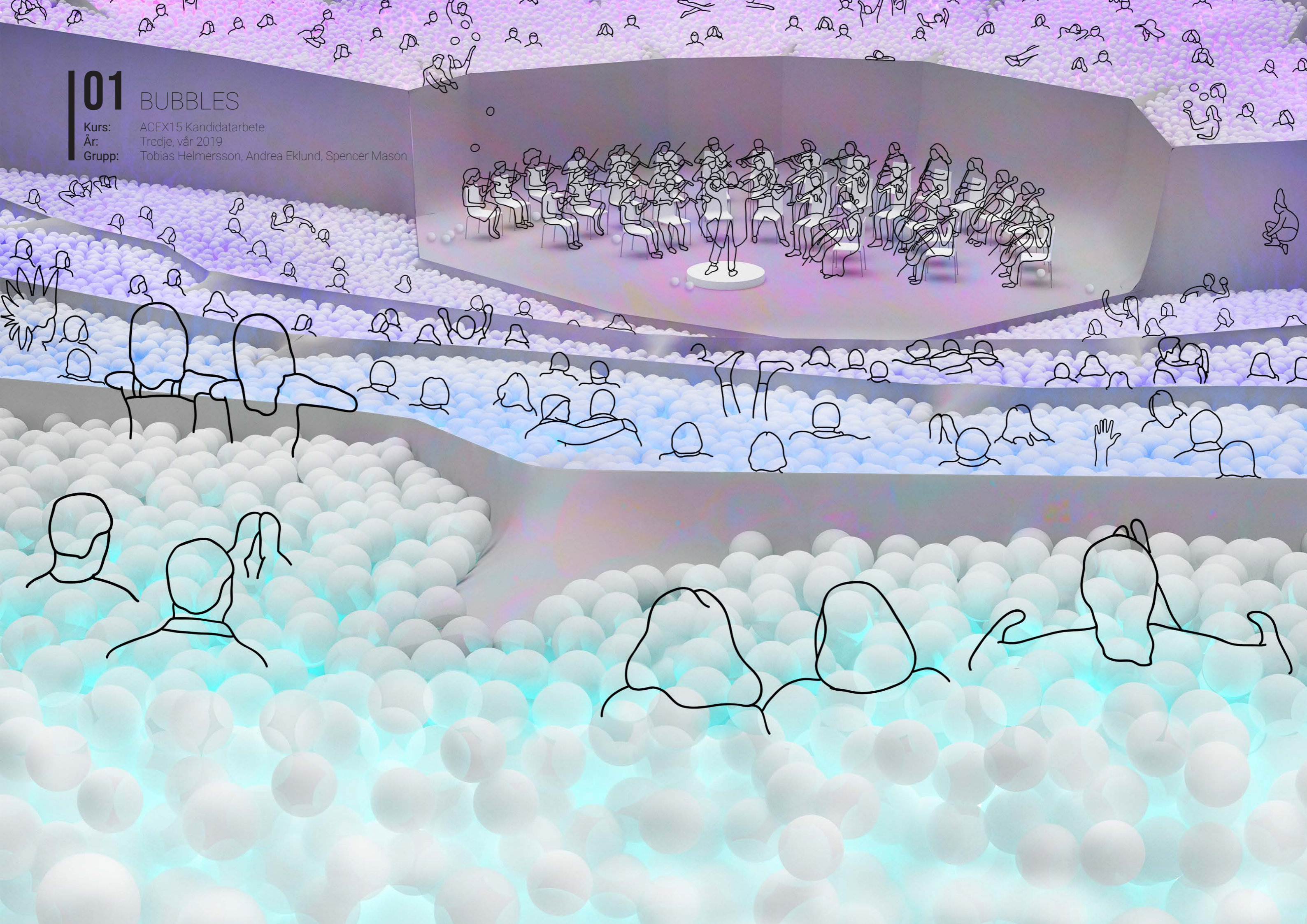
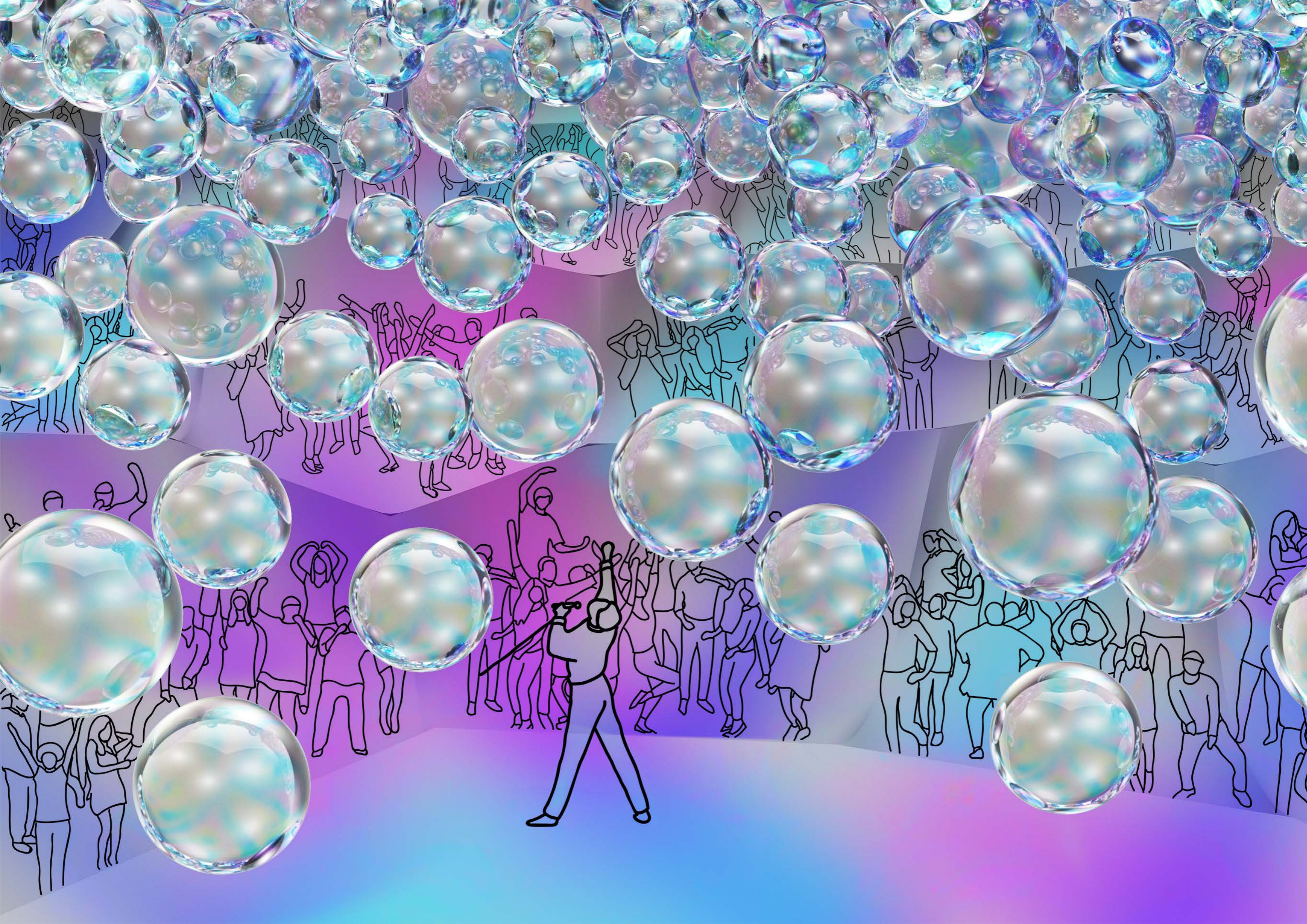


01 BUBBLES

Kurs: ACEX15 Kandidatarbete
År: Tredje, vår 2019
Grupp: Tobias Helmersson, Andrea Eklund, Spencer Mason





THE RULES

Throughout the project, the bubbles has been the centrepiece. Therefore, the following design criterias were developed, all from how physical soap bubbles actually work.



Bubblecolours

There are few things that can be as mesmerizing as colours and light, and nothing combines these two fascinations better than a soap bubble. Throughout the surface of the bubble, its different thicknesses refract the light differently, causing it to display a magnificent gradient of colours.



Bubblespaces

As bubbles are blown inside another shape, they fill the empty space with a variety of different sized bubbles and attach to the surfaces surrounding them. To experiment with this, soap bubbles were blown into a physical model of the existing building from which the project truly took form.



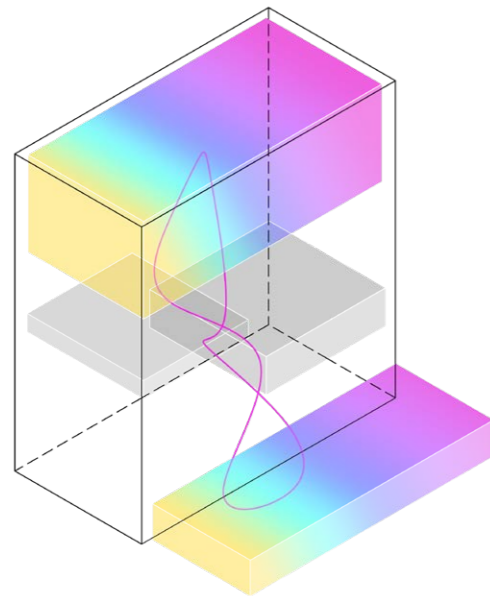
Bubblefossils

Switching the material concept, having the bubble as the stronger material and the concrete as the weaker, added a completely new shape to our toolbar. This concave shape is created when the bubble imprints its round face to the concrete and then pops, leaving behind the fossil of a bubble. This allowed for an interplay with the concave shapes within the design.



Bubblebars

A discovery from our soap bubble experiments in the model was that bubbles attach to other bubble and its surroundings using straight segments. This introduced a geometric system where spherical objects build a structural system using straight bars. A bubble space truss system.

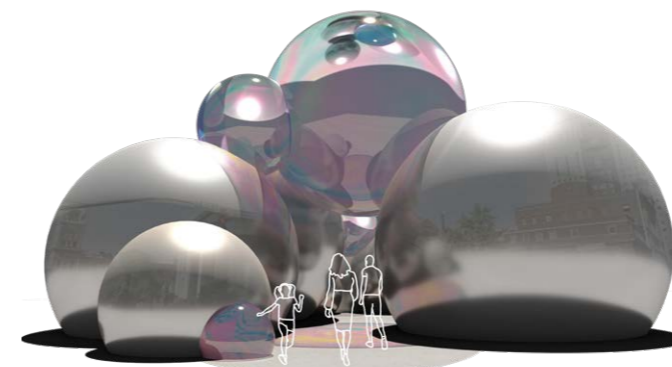


THE JOURNEY



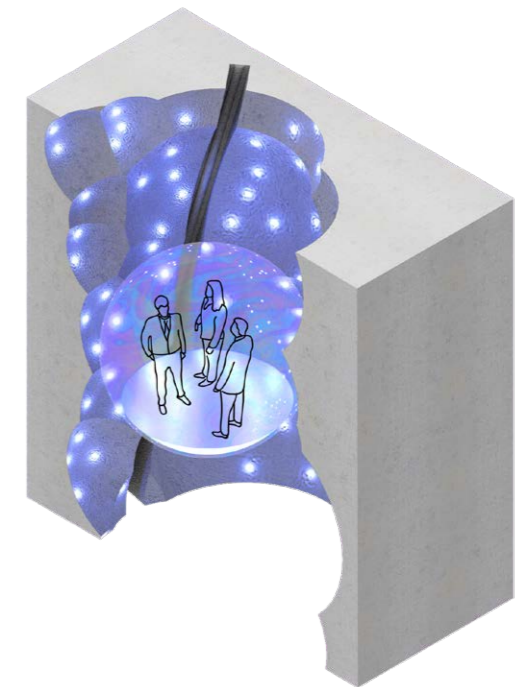
Oh, what's that?

Either side of South 5th street in downtown Louisville, Kentucky, are lined with a mix of skyscrapers and historical buildings. It's an area of serious character. However, in the centre of it a building like no other takes its place. A former office building of 15 floors has become a home for energy and colour. Between the floors of boring offices there is a pulsating nightclub, a relaxed jazz club and a completely unique concert hall for symphonic orchestras, as well as energetic pop and rock concerts.



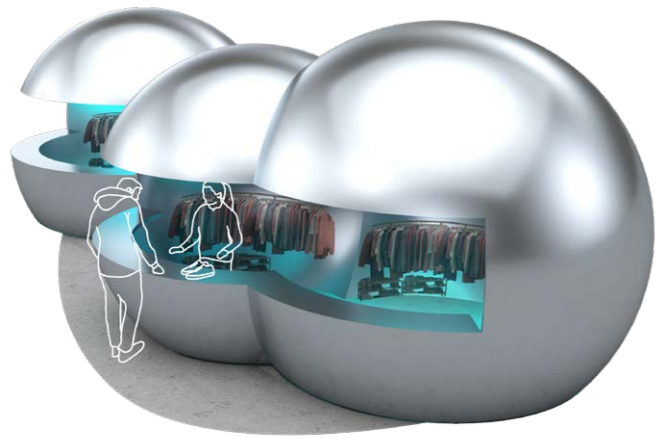
Enter the bubble park

At the foot of the building, huge bubbles of polished steel and colourful glass create the sort of spaces we dream of as children. The colours reflect in all that surrounds it and the convex steel surfaces of ticket services and cafes shows distorted reflections. In the midst of it all, bubbles, seemingly floating and in constant motion, awaits to take us up, up, and away.



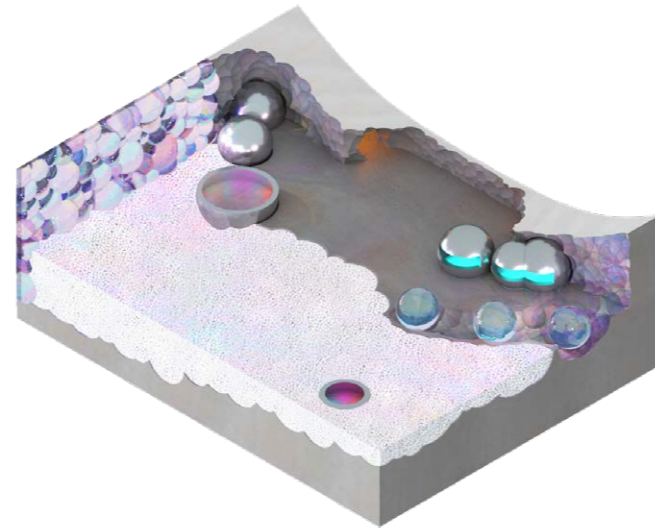
Bubble to heaven

Stepping in to one of the bubbles, we find ourselves surrounded by colours. As the bubble enters the shaft, millions of tiny stars are all we see. Floating through the building, passing the entrances to the nightclub and jazz club, we are met by the natural light of the outside world. Now 11 floors up, we've reached the foyer of the concert hall, expectations high and a mind set for anything.



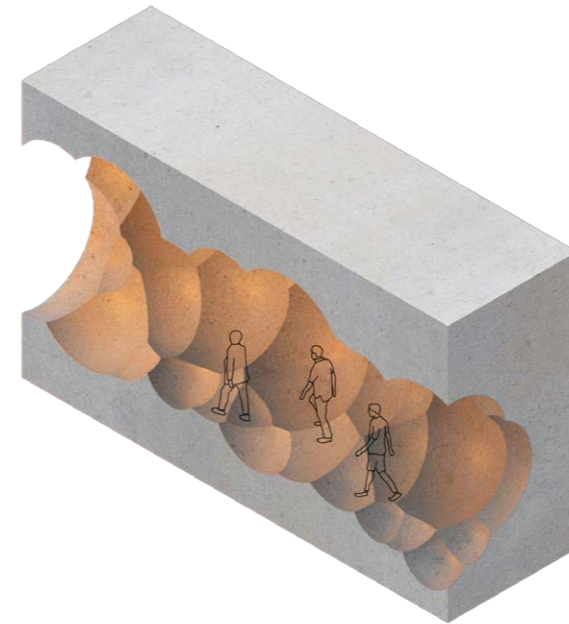
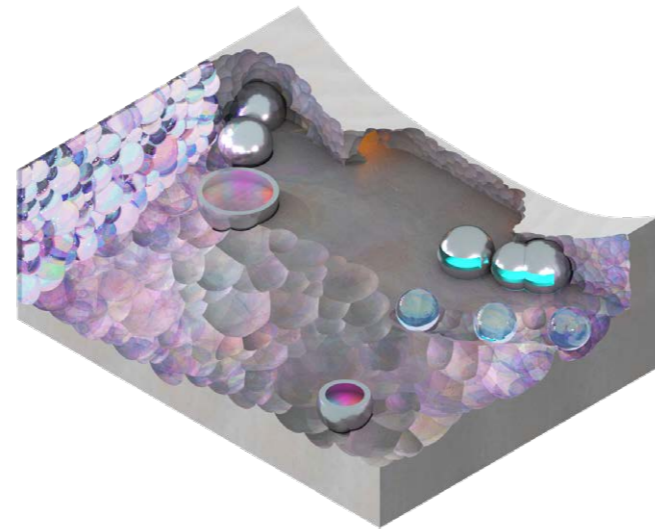
Leave your shoes

Once out of the bubble, the now familiar shapes of the polished steel bubbles welcome us, this time hosting the wardrobes. Leave coats, bags and yes, your shoes, we won't need them. Put on a pair of slippers, awake your inner explorer, we have even more to see now!



Ballpool or bubblefossils

Now, what kind of concert are we going to? If we are on our way to a concert performed by an orchestra, we find ourselves in a vast space where bubbles seem to have scraped the surface of the floor, leaving a cliff-like scenery. We climb down the landscape and at one of the bars we stretch to reach the drinks we ordered and take a seat anywhere on the bubblefossils. If we instead were going to a pop or rock concert, the story is something entirely different. Half of the vast space is nothing other than a sea of translucent foam bubbles. Swimming through thousands of bubbles we reach one of the bars, order some bubble tea and relax while enjoying a characteristically distorted view through the bubbles in the windows.



The last climb

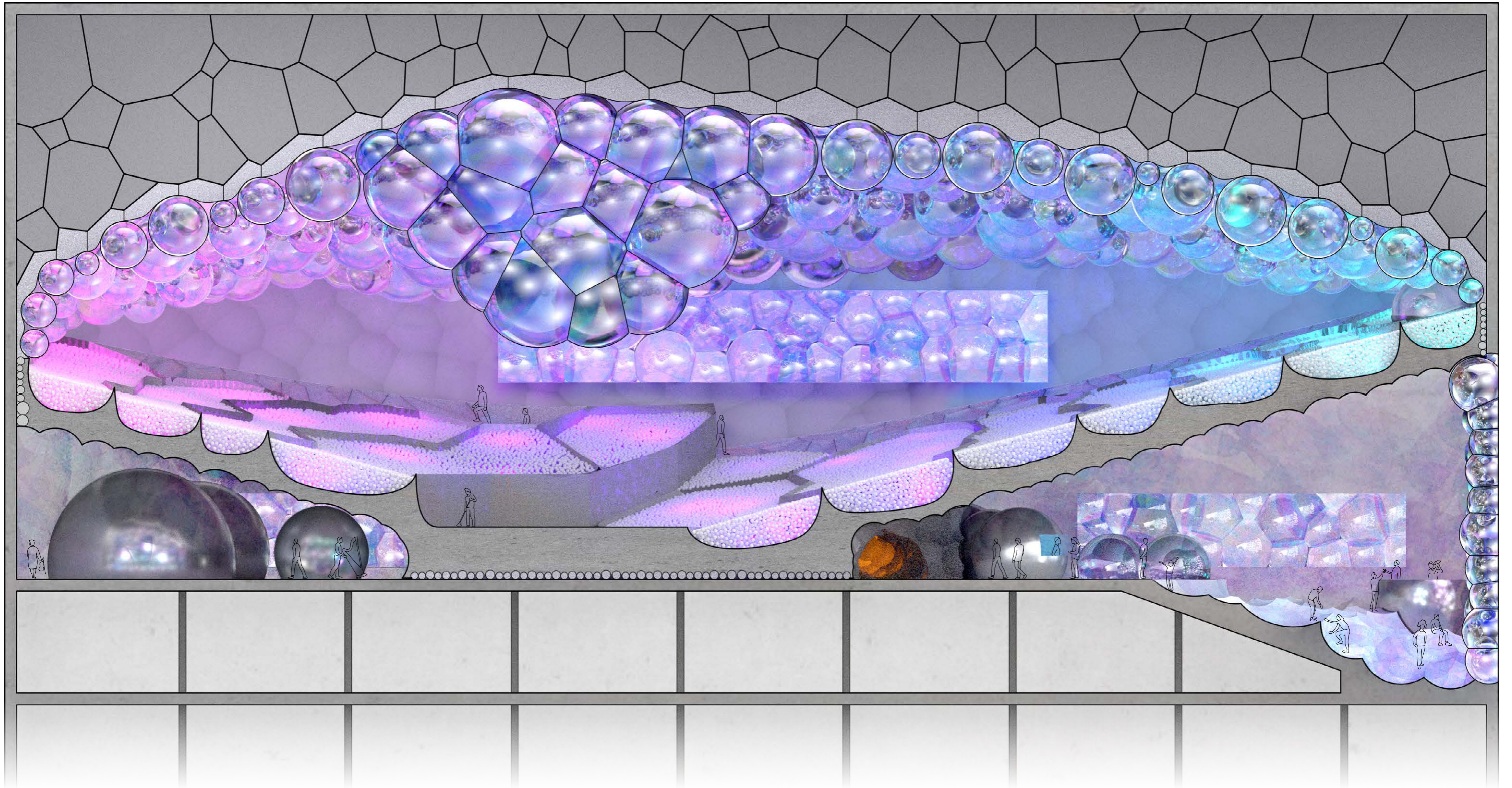
Now, get ready for the finale, it's time for the concert. Together with the excited crowd we make our way through the hallways leading us to the heart and lungs of this spectacular place. As we step over the fossils, now small enough to resemble a staircase, the light guides us to our final destination. Without passing through any doors, we enter the great hall.



Dance or swim

So where were we heading? If our destination was a symphonic orchestra, this is where we find our seats, bubble pools. Along with our fellow concertgoers we swim to our assigned pool, get comfortable and allow ourselves to be embraced by bubbles and music. Was it a pop concert you say? Then we already met the bubble pools out in the foyer, which now leaves the terraces of the pools in the concert hall empty and just waiting for a dancing crowd!



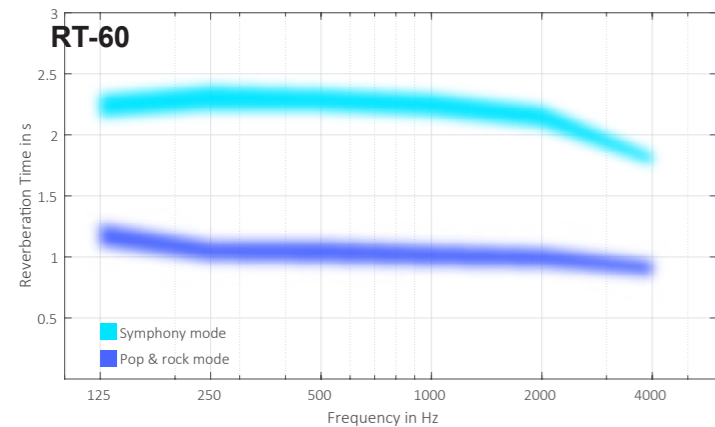


THE SOUNDS

A hall for music

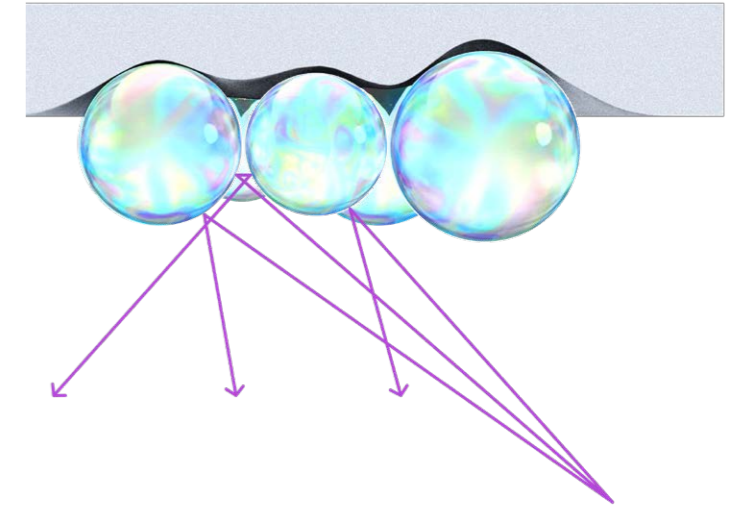
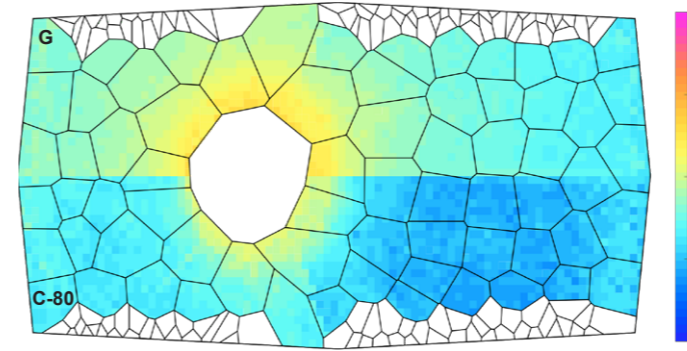
A concert hall is nothing without its acoustics. Several acoustical challenges were to be overcome in this project. The stage is surrounded by the audience, no doors and the stage is to be used for two very different kinds of music, both symphonic orchestras and rock concerts. The key to solving this has been the interplay of volume, material, and geometry.

The entire ceiling of the concert hall is covered in bubbles hanging from a system of bubblebars, forming a bubble space truss system. These bubbles, with their convex surface, makes sure that the sound is distributed evenly throughout the vast space. As a result, the clarity (C-80) and strength (G) lies within a desirable range throughout the hall, with a higher clarity on pop and rock concert than during a symphonic.



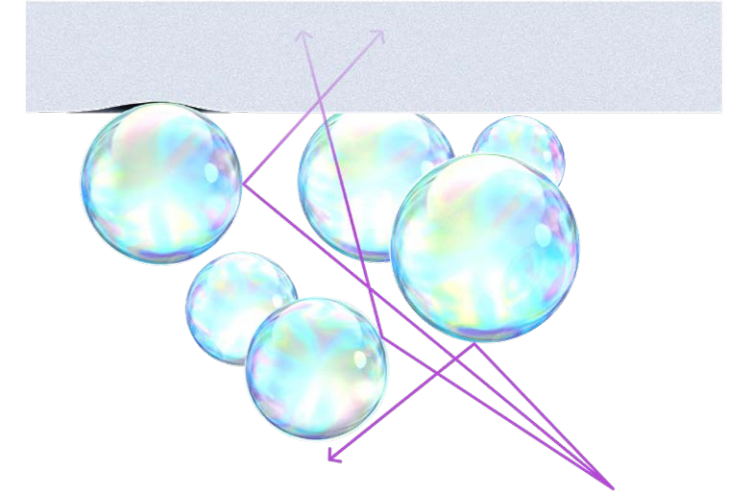
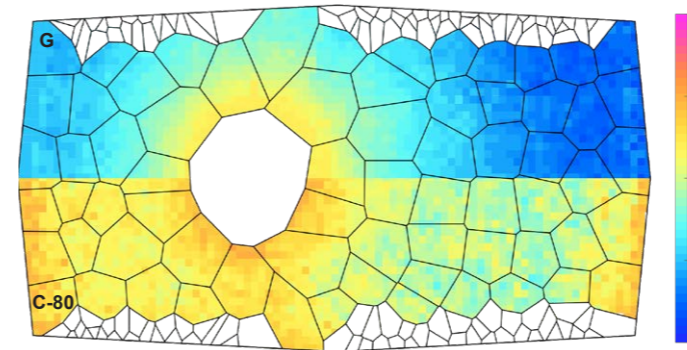
Symphony mode

When the orchestra is playing, reverberation time has to be increased to the desired 2 seconds. This is mainly done by maximising the sound's path length before a reflection and decreasing the absorption area. Glass bubbles are lifted up into the highly absorbant flexible polyurethane foam, creating a reflective ceiling instead. The stationary crown of bubbles over the stage reflects the sound in all directions, including back to the musicians. The audience is submerged in the absorbing bubble pool of foam-filled bubbles. This ensures that the room will have the same absorption coefficients whether the audience is present or not.



Pop & rock mode

For the rock and pop concerts the room has to be altered, not only functionally, but also acoustically. A reverberation time of 1 second is desired, this without the help from the highly absorbing bubble pool. The glass bubbles are lowered to expose the roof's absorbing polyurethane foam, and effectively increasing the surface area of the glass bubbles, thereby increasing both absorption and scattering. Instead of reflecting all of the sound back down to the audience, the bubbles now reflect a portion of the sound upwards to the absorbant ceiling and some to the audience.



No doors

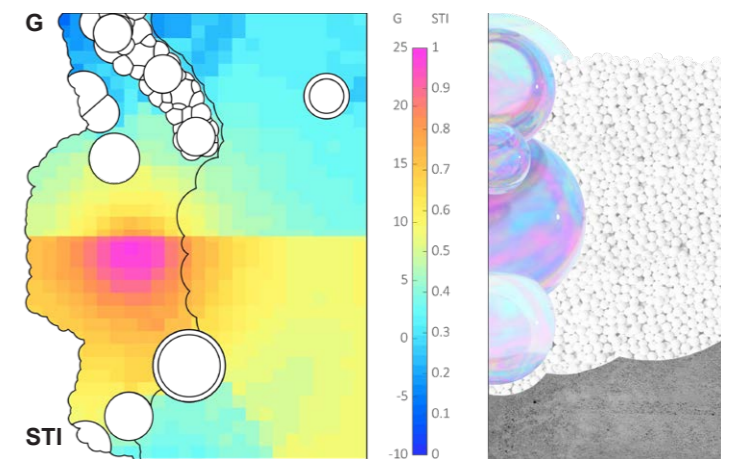
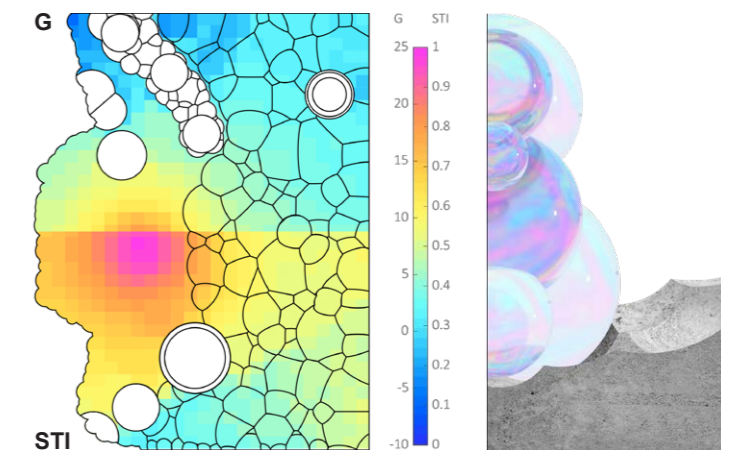
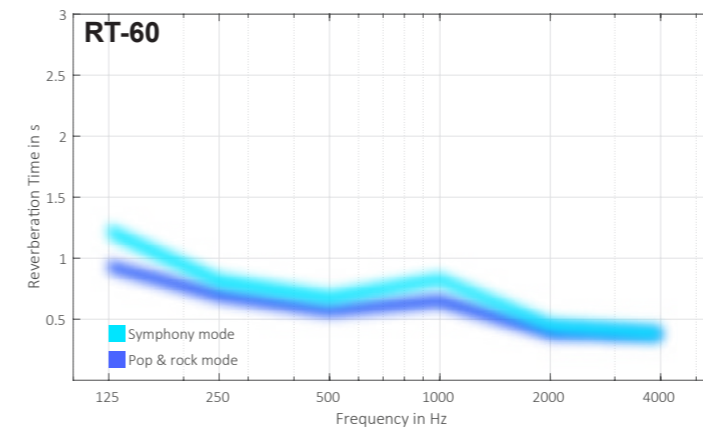
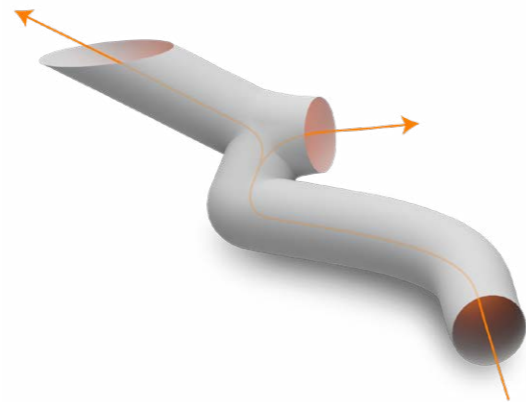
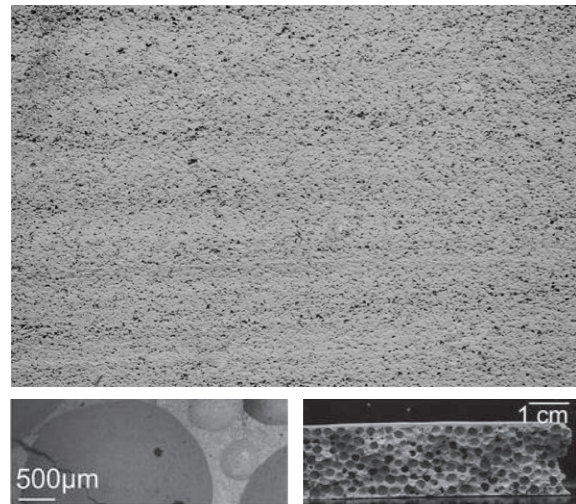
Keeping true to the concept of bubblespaces, where the overall room is created from the bubbles that fill the space, doors simply do not fit. Still, no noise from the foyer is to disturb the experience of the concerts. Therefore it is up to the corridor to make sure that no noise bleeds through from the foyer to the concert hall. To reduce the sound travelling through the corridor the highly absorbant bubble concrete is used, as well as the geometry of the bubblefossils which scatter sound and reflect it back into the foyer. Finally the opening into the concert hall is as vertical as possible, creating a sharp turn, and projects any remaining sound upwards into the empty air.

Bubble concrete

The bubblefossil concept runs through the building from the macroscopic level to the microscopic. When cement and hydrogel bubbles are mixed together and left to dry the hydrogel evaporates leaving imprints within the concrete. These imprints are similar to the bubblefossils on the walls and floor. The concrete increases in porosity, increasing its sound absorption capability. For standard concrete the absorption coefficients are about 10%, whereas in this concrete it increases to about 60% for frequencies above 500 Hz, with absorption of some frequencies up to 80%. Though the size and number of pores can be altered to fit the absorption requirements of the space.

Not your ordinary foyer

No matter if the foyer is partly filled with an absorbing bubble pool or exposed bubblefossils, it has to work either way. As the space is to be used for both relaxed conversation and more formal talk, the speech transmission index is to be around 0.6. To do so, the bubbles in the windows are used as Helmholtz resonators, absorbing a variety of frequencies. As the room is filled with the bubble pool, the openings of the helmholtz resonators are covered allowing for approximately the same speech transmission index on both occasions.



Reflektion

Process

I och med den tråkiga uppgiften som tävlingsprogrammet erbjöd i år ställdes vi inför en svår utmaning att bestämma vårt eget program för kandidatarbetet. För att komma på vad vi villa göra med vårt kandidatarbete skrev vi en lista över allt som vore skoj. Här är en del av vad vi skrev i den listan:

- Konsertsal
- Trimma akustiken för olika salar
- Genomgående konceptdesign
- Löpa linan ut, inte stanna halvvägs
- Leka med förväntningar och fördomar
- Uppmuntra till en annan typ av beteende
- Lek med transparens, färg och ljus
- Besökarens väg till musiken
- Platsbegränsning, kontext av en stad

Vi bestämde oss ganska snabbt efter att vi hade skrivit den här listan att vi ville jobba med en eller flera salar för musik, istället för ett kontor. Tävlingsprogrammet påverkade oss dock mycket eftersom vi valde att använda oss av platsen som byggnaden i programmet stod på och dess byggnadsstommen. Därefter sökte vi inspiration mest via Pinterest för att hitta ett koncept som kunde passa in på vår skoj-lista. Vi gjorde varsin separat lista på Pinterest och sparade sedan alla bilder som vi båda tyckte om i en gemensam lista. Många olika koncept formades från dessa bilder varav fyra var: origami, bubblor, kaffekokare och ramper. Dessa diskuterade och utvärderade vi utefter skoj-listan. Till slut kom vi fram till att bubbelkonceptet var det koncept som passade oss bäst.

När vi hade valt bubbelkonceptet började vi utforska fenomenet bubblor. Så vi började helt enkelt blåsa massa bubblor på olika sätt, såpbubblor alltså. Vi upptäckte då många häftiga egenskaper hos bubblor. Bland annat: de fantastiska färgerna som skapas när de bryter ljuset, att de kopplar till varandra genom raka segment, att transparensen genom en mängd bubblor ökar när storleken på bubblorna ökar, hur de kan fylla ett utrymme från en energikälla, deras till synes viktlöshet när de flyter omkring i luften och hur de omfördelar sig när en bubbla i mängden går sönder. Även här gjorde vi en lista med alla bubbelegenskaper.

Dessa egenskaperna hos bubblorna var dock fortfarande ganska långt ifrån en konsertsal. Så för att få

in bubbelkonceptet i relation till byggnaden började vi med en metod som vi kom att kalla "skissrace". Skissracet innebar att vi skissade separat utan att diskutera med varandra under en begränsad tid, ofta ca 45 min. Vi försökte att inte fasta i skisserna och inte vara rädd för att göra något fult eller dåligt. Efter dessa 45 minuter tittade vi sedan på skisserna gemensamt och utvärderade dem. Det visade sig ofta att vi hade tänkt på liknande sätt, vilket då kändes som en bekräftelse på att det vara en bra idé. Ibland kunde det dock vara så att den andra såg något bra i en skiss som man själv tyckte var dålig. Samtidigt som vi diskuterade formulerade vi våra tankar på papper för att föra projektet vidare. Genom förtydligande skisser kunde vi också förstå idéerna bättre och lättare kommunicera med varandra. Jag skulle säga att våra allra flesta idéer kom från detta sätt att skissa, bland annat: låta publiken sitta i ett bollhav, skapa "bubbelfossil" genom att karva ut bubbelavtryck i betongen, ha en hiss i form av en svävande bubbla och låta ta bort delar av byggnadsstommen och fylla det med bubblor.

För att kunna utforska mer hur olika musiksalar skulle kunna förhålla sig till varandra i byggnaden och se hur bubblor kan fylla ut tomrum i byggnaden tillverkade vi en föränderlig modell. Den bestod av massvis små block i frigolit. Dessa representerade det ortogonala stomsystem av pelare och bjälklag i den befintliga byggnaden. Vi byggde sedan upp byggnadsstommen med dessa men lät 3 delar av byggnaden ha större tomrum i stommen. Dessa var också sammankopplade med ett hisschakt. Runtom modellen placerade vi plastskivor så att bubblorna som vi sen blåste i modellen inte skulle ta sig ut. Nu kunde vi på ett tillfredställande sätt studera hur bubblorna fyllde de tomma utrymmena i byggnaden och hur mötena mellan befintlig byggnad och bubbla artade sig. Efter dessa experiment med modellen insåg vi dock att det inte var realistiskt att använda bubblan som ett faktiskt strukturellt element. Vi valde att i stället fokusera på bubblans alla egenskaper som vi tidigare hade utforskat och försöka baka ihop dessa till ett trovärdigt koncept.

Just trovärdighet var något som vi kom att diskutera mycket efter modellen. Vi älskade bubblorna och att använda de för att skapa musiksalar. Men ett galet koncept utan någon som helst rimlighet faller lätt platt. Vi ville skapa den här reaktionen hos de som såg projektet i slutet: "Wow det här är ju helt galet! Och det är ju inte helt orimligt att det här kan finnas på riktigt någon gång!". Denna reaktion fick vi faktiskt bekräftad på slut-

kritiken när Martha Tsigkari från Fosters + Parters sa "This could be built aswell". Så för att skapa något galet men med trovärdighet försökte vi motivera våra idéer från två håll, från ett logiskt perspektiv och från ett lekfullt perspektiv. Till exempel är idéen om bollhavet istället för stolar bra eftersom det skapar samma akustiska förutsättningar i rummet med eller utan publik (publiken är nästan helt dold under bollhavet så de skapar inte extra absorption). Och idéen är ju också bra eftersom alla som kommer dit oundvikligen blir som barn igen när de hoppar !

Under processen gick vi från att vilja ha 3 olika musiksalar med tre olika musikstilar till bara en stor sal där salens akustik kunde anpassas efter konsertens akustiska krav. Jag tror att det dels kom från att vi insåg att vi inte skulle ha tid att jobba tillräckligt mycket med alla tre, dels att vi gillade tanken att jobba med föränderlig akustik. Jag är väldigt glad att vi tog det beslutet. Bollhavet och glaskulorna i taket känns väldigt välmotiverade nu eftersom de spelar en aktiv roll i att förändra salen mellan symfoniläge och popläge.

Bild 1

En sak som vi skrev i början i vår skoj-lista vara att vi ville ha en genomgående konceptdesign och att vi skulle löpa linan ut. Detta glömde vi dock bort någonstans på vägen, men som tur är så hittade vi modet igen! Till en början när vi funderade på hur bollhavet skulle fungera rent logistiskt gjorde vi raka rader med bollhav. Raka rader har inget med bubblor att göra. Detta insåg vi tack vara bra handledning. Vi tänkte om och kom då på att vi kunde låta bubbelavtryck forma gropar betongen, gropar som antingen kan vara fyllda med bollar eller tomma. Det är ju inte lika praktiskt såklart med det är mycket roligare och i enlighet med konceptet! Efter detta rannsakade vi oss själva och såg till så att vi körde på bubbelkonceptet genom hela arbetet. Saker som vi inte kunde lösa med bubblor valde vi att inte fokusera på, såsom konstruktion eller tillgänglighet-sanpassning. Det var väldigt bra tror jag att vi valde att göra så här, det gäller att prioritera sin tid.

Bild 2

När vi kom på tanken med bollhavet ville vi testa hur det kunde kännas att sitta i ett bollhav en längre stund. Så, vi gjorde ett studiebesök till Bushuset här i Göteborg för att känna efter. Omringade av barn satt vi där och blev allt mer övertygade att det en strålande idé. Vår lärare, Peter, hade också ett hundratal mjuka plastbollar av en lite större modell som vi testa att sitta i. När vi jämförde dessa bollar insåg vi att relationen mellan ett litet barn och de små bollar i Bushusets bollhav var ungefär

samma som relationen mellan de större bollarna och oss själva. Man skulle kunna säga att en vuxen person krymper till ett litet lekfullt barn i relation till den stora bollen, så därför bestämde vi att köra på den större modellen i konsertsalens bollhav.

Bild 3

Nu började vi få en bild av hur allt skulle kunna bakas ihop till ett bubblande akustikprojekt. Men nästan allt vara bara grova skisser än så länge. Därför körde vi på med många fler skissrace för att lösa akustiska problem, implementera bubblor överallt och få ihop det till en helhet där besökarens väg till musiken inte heller glömdes bort. Därefter var det dags att ta fram presentationsmaterial som kunde kommunicerade allt som är fantastiskt med vårt projekt! Det visade sig vara ganska svårt att prioritera vad vi ville visa. Men med bra hjälp från handledarna lyckades vi reda ut det och jag är väldigt nöjd med slutresultatet.

Bild 4

Bild 5

Vad har vi skapat?

När vi började var vi inne ganska mycket på att jobba med den befintliga byggnadsstommen och platsen i Louisville. Men när jag nu ser tillbaka på projektet så har det inte alls handlat så mycket om detta. Vårt projekt skulle kunna ha varit placerat i toppen på vilken skyskrapa som helst i vilken stad som helst. Det är undersökningen av bubblan och hur man kan använde dess egenskaper för att skapa en unik upplevelse för besökarna på en konsert som har varit i fokus. Projektet är ett ifrågasättande av varför man alltid ska följa normer och regler. Hade vi följt normer och regler hade vi aldrig kunnat skapa ett projekt som väcker starka känslor. Jag är väldigt glad att vi vågade gå hela vägen!

Bild 6

Bild 7

Projektets nästa steg

I nuläget hänger projektets trovärdighet på att betraktaren skjuter bort sin misstro. Det finns många aspekter av projektet som kan få en erfaren arkitekt eller ingenjör att betvivla om det är möjligt att genomföra detta projekt på riktigt. Till exempel: hur förflyttas bollarna mellan foajén och salen, hur fungerar konstruktionen, hur fungerar hissen och hur ska allt städas? Nästa steg av projektet skulle alltså vara att lösa dessa mer praktiska problem för att öka trovärdigheten. Detta är också vad vi har påbörjat med programskrivningen som finns på nästa sida!

Programskrivning

Termiskt klimat

Att erbjuda två olika konsertupplevelser innebär också två olika inneklimat. Salen är dimensionerad för att under en popkonsert husera 2000 dansande människor i terrassliknande gropar á 20-30 personer per gop, där en stor del värme avges från såväl människor som elektronisk utrustning i form av ljud och ljus. Likväl som att husera 1000 människor nedsjunkna i ett bollhav, uppdela i pooler om 10-15 personer per pool, lyssnandes till en klassisk symfoni- orkester. Det värsta fallet, pop konserten, dimensionerar därmed ventilationens teknikutrymme.

En utmaning i projektet blev att sätta sig in i upplevelsen av att spendera en längre tid i detta bollhav. Två storlekar på bollhav testades, där det med en större diameter (Ø 160mm) ansågs vara det mest komfortabla. Detta medför också ett större mellanrum mellan varje boll och därmed en bättre förutsättning för ventilation underifrån.



Test av bollhav, Ø80mm och 160mm

Då besökarna kommer att lämna både ytterkläder och skor i garderoben är kravet på en behaglig golvtemperatur viktig.

Luftkvalité

Salens ventilation måste dimensioneras utefter max-fallet av 2000 dansande personer, vilket ger kravet på minst 20.000l/s i luftomsättning inne i den 20.000m³ stora salen. Dessutom ska ska kravet på en koldioxidhalt under 1000ppm (1‰) hållas. Ventilation ska ske med så partikelfri luft som möjligt, vilket gör att salens placering i toppen av skyskrapan kommer väl till pass, då den urbana stadsluften är något mindre förorenad ovanför byggnaden.

Besökare förflyttas från foajén till salen genom en

dörrlös korridor, vilket skapar en koppling mellan de två rummen. Då korridorens riktning är uppåt från foajé till sal blir det viktigt att förhindra den varma luften från foajén att stiga in i salen och skapa drag i korridoren.

Angående salens relativa fuktighet tolereras en högre RF vid pop konsert än vid en symfomisk konsert, detta då känsliga instrument måste beaktas. Dessutom ska bakterietillväxt i bollhavet minimeras, vilket förutsätter att torr luft ventileras in underifrån .

Städning

Det okonventionella sätt vi har planerat konsertsalen och tillhörande utrymmen medför utmaningar för att hålla lokalerna rena. Städbarheten har inte varit ett huvudfokus under projektets gång, men vi har några tankar om hur bollhaven kan städas. Tanken är att bollarna ska kunna förflyttas till foajén och tillbaka. Smuts och skräp som hamnar på botten av bollhaven kan alltså städas bort när det är tomt på bollar. För att tvätta själva bollarna har vi tänkt att ett sprinklersystem ska kunna användas för att duscha av bollarna i foajén.

En annan svårighet för städpersonalen är att väggarna inte är vertikala eller släta. Väggarna har skålformade avtryck. Detta medför att damm kan samlas lättare. En lösning skulle kunna vara att ge städpersonalen extra långa dammvippor, men detta kanske inte är särskilt ergonomisk.

Dagsljus och nattljus

Ljus har varit en central del i vårt projekt. Vi har stora fönster både i foajén och musiksalen. Dessa fönster består av bubblor i färgat glas. Ljuset utifrån kommer alltså att brytas på grund av formen och färgas av glaset. På natten är tanken att nattljuset från stadens alla skyskrapor ska lysa in genom bubbelfönstrena och skapa vackra ljusspel.

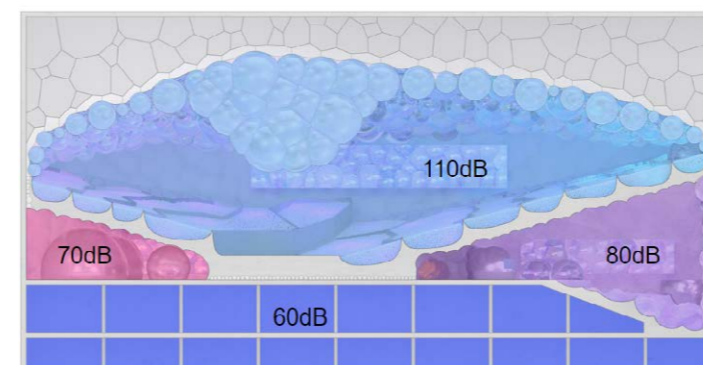
Dessa bubbelfönster, som sitter mot en slät glasyta, har minst 2 lager glas med ett isolerande luftskikt vilket medför att U-värdet är lågt. De bidrar också till en bättre ljudisolering. Utvändigt kan fönsterna putsas på traditionellt sätt från en lift från taket. Däremot behöver metoder för att putsa fönstren oregelbundna insida utvecklas.

Ljudkrav

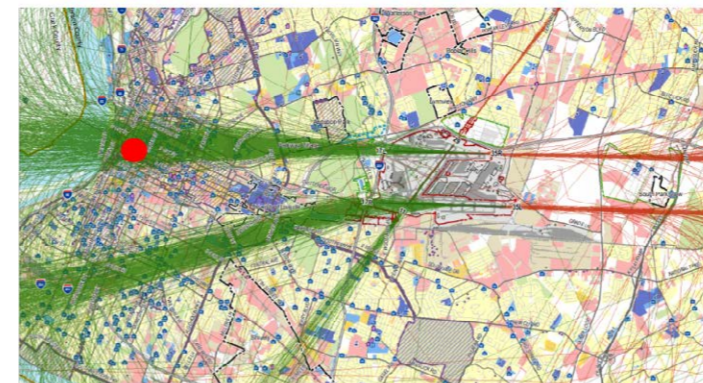
Byggnaden som helhet är uppdelad i flera olika zoner även ljudmässigt. I det befintliga kontoret (mörkblå)

hålls en behaglig ljudnivå för arbete på 60dB. I och omkring loger (rosa) håller även de en något lägre ljudnivå på 70dB. I foajén (lila) däremot förväntas en ljudnivå av många människor i samtalston, vilket kan resultera i en ljudnivå på omkring 80dB. I konsertsalen (ljusblå), kan ljudvolymerna så höga som 115dB uppnås. Utanför byggnaden kan höga ljudnivåer förväntas då många flyg passerar över byggnaden.

Att dessa intelligande rum har väldigt olika ljudnivåer medför problem att lösa. Högljudda konserter förväntas till största del hållas på kvällarna, efter kontorets arbetsdag är slut vilket löser det annars största problemet. Hela salen är placerad på fjädrande upplag vilket minskar ljudets spridning i form av både ljud och vibrationer. För att förhindra ljudets spridning genom den dörrlösa korridoren från foajé till salen har korridorens geometri används. Korridoren kröker tvärt uppåt och skapar därmed svårigheter för ljudet att spridas.



Övre ljudnivåer



Flygtrafik över Louisville

Material

För alla material bör dess livscykel analyseras. De många glasbubblorna är alla färgade, vilket ger en förutsättning för att använda återvunnet glas i tillverkningen av de specialdesignade fönstren och salens glasbubblor. Detta kan dock medföra svårigheter att återvinna glaset efter att de tjänat sitt syfte. I tillverkningen av den porösa betongen används 50%

hydrogel för att skapa porerna. Detta betyder att tillverkningen i sig blir något mer påfrestande i avseende på vattenanvändning men i det stora hela minskas mängden använd betong, vilket i sig betyder mindre cement. Denna betong skulle kunna komma att passa som lättballast i nästa skede i cykeln.

Materialet för bollarna i bollhaven ska väljas med hänsyn till, förutom estetiska och akustiska aspekter, att bakterietillväxten på dem ska vara minimal och därmed ha en slät yta.

Återvinning

Konsertsalen kommer att byggas högst upp i en befintlig byggnad. Vi förmodar att den befintliga byggnaden redan har ett system för att ta hand om avfall. Men det är viktigt att se över om kapaciteten för återvinningssmöjligheterna måste ökas i och med ombyggnationen. Antalet återvinningsfraktioner ska vara minst 10 för att avfallet ska kunna återvinnas så effektivt som möjligt.

Brandsäkerhet

Alternativa evakueringsmöjligheter förutom den speciala bubbelhissen måste finnas. Dessa ska placeras och dimensioneras så att de 2000 besökarna i salen ska kunna evakueras utan problem vid brand. Dessutom ska bollhavet vara flamsäkert.

Energi

Energin som byggnaden förbrukar ska komma från förnyelsebara energikällor. En stor energiförbrukare är hissen som går från gatuplan och upp till våning 11. Då denna hålls i konstant rörelse kan det antas att hissen kan dra nytta av den del som är i nedgång för att få en slags hävarmseffekt och skjuts för den uppåtstigande.