

# Gothenburg center of performing arts

## Bakgrund

Kandidatprojektet ämnar rita ett konserthus på frihamnspiren i Göta älv och tillsammans med det befintliga operahuset på andra sidan älven skapa ett center for performing arts i hjärtat av Göteborg. Projektet tar sig även an den barriär som älven blivit i staden och bygger därför nya broar över älven som knyter staden samman såväl socialt som kulturellt. Arbetet har utförts i en grupp av två arkitektur och teknikstudenter med konsultation av en masterstudent från programmet sound and vibration.

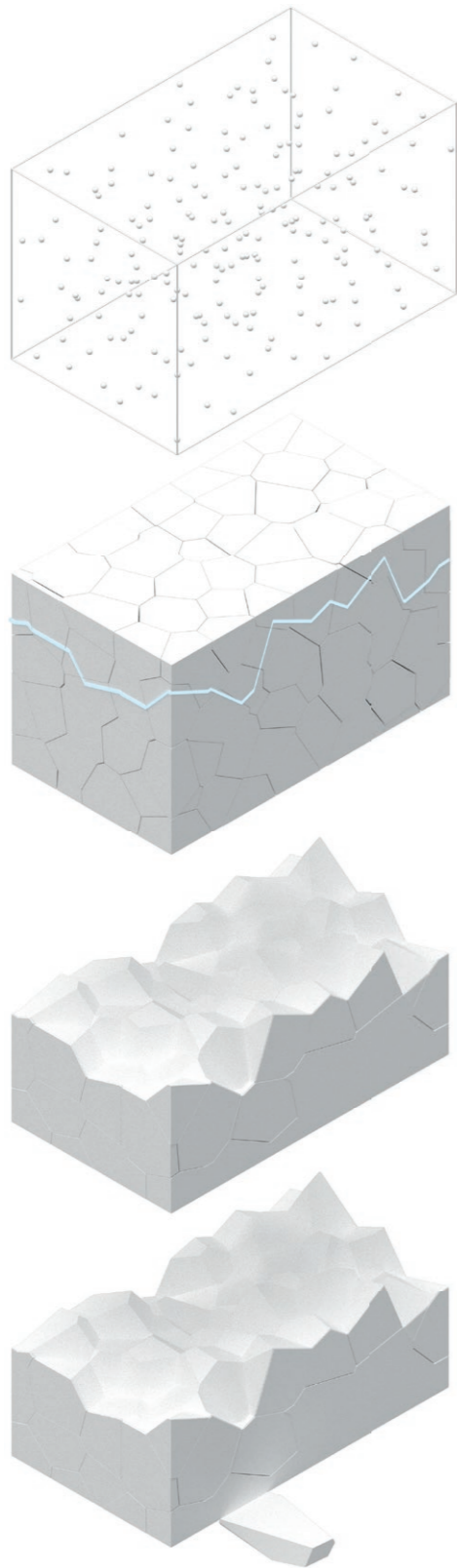
År 3 - Bachelor project

Kritiker - Martha Tsigkari, Morten Lund, Peter Christensson

Wolfgang Kropp, Rebecka Gillie, Jan Gusten

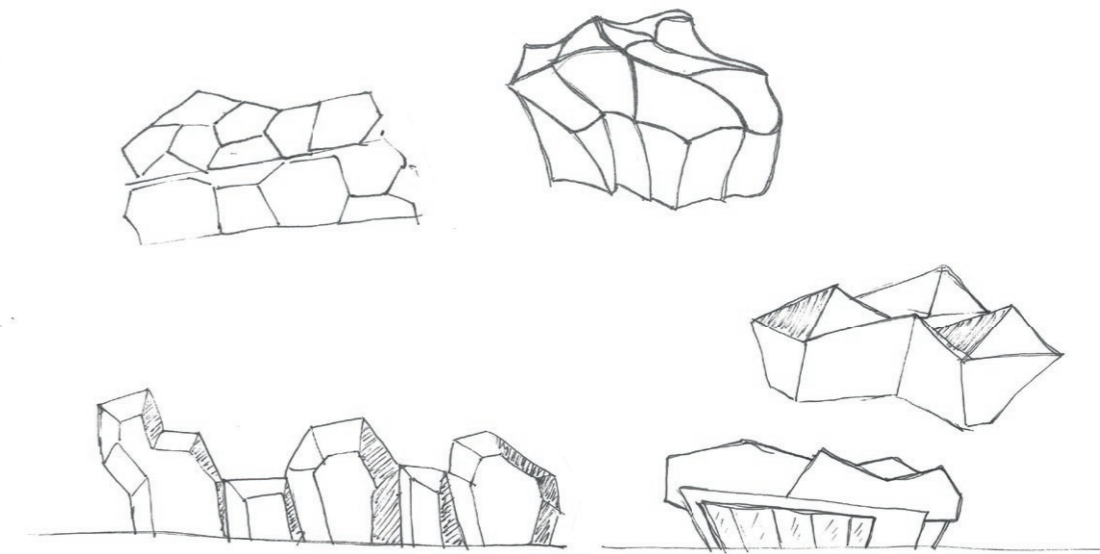
Rhino, Grasshopper, vRay, Photoshop, InDesign, Illustrator





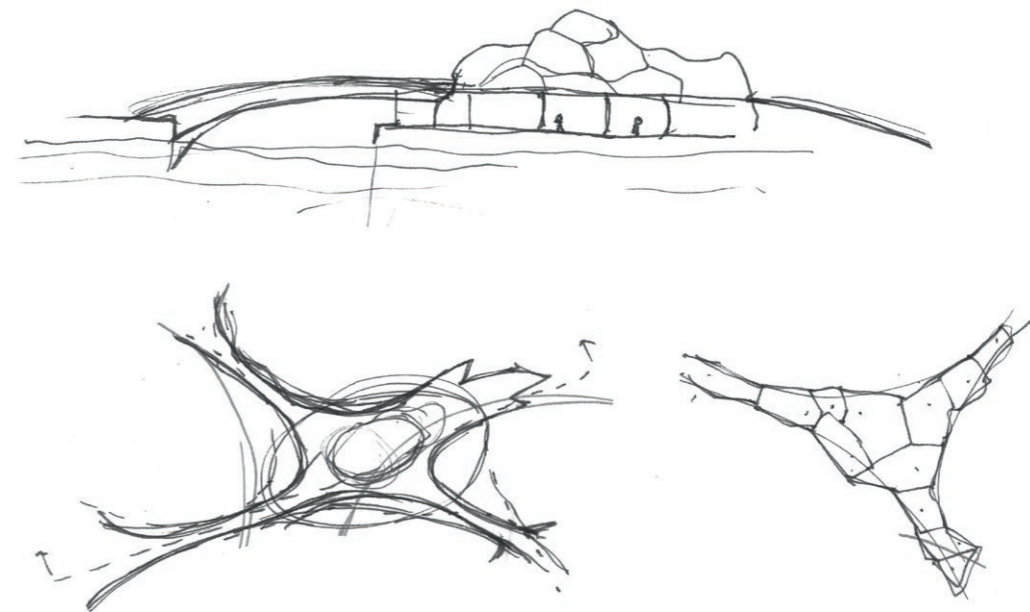
### En konceptuell startpunkt

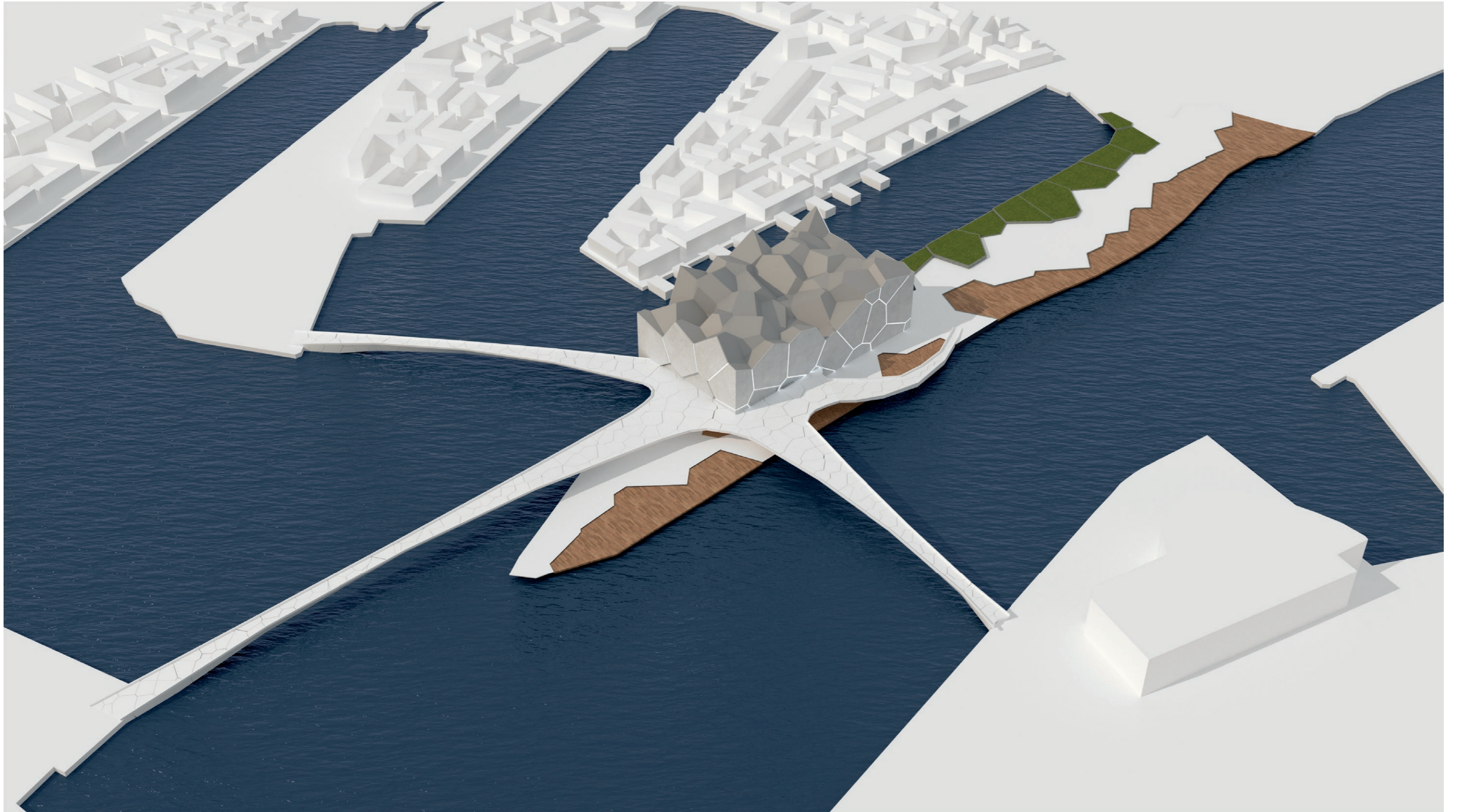
Projektet är väldigt mycket ett formkoncept som utforskar rumsligheter. Att se det ur den synvinkeln är en förutsättning för att förstå de val som gjorts i processen. Arbetet har många gånger växlat mellan analogt och digitalt men utgångspunkten fanns i skissandet och den fysiska modelleringen. Där skapades till en början en vilja att utforska bergsliknande strukturer med skarpa hörn och polygonformer. Vidare fortsatte utforskandet i grasshopper för att med olika verktyg generera skissernas geometrier. Byggnadskroppen kom där till genom ett 3D voronoi script.



### En trovärdig berättelse

En av de största styrkorna i projektet är dess hänsyn till det kontextuella sammanhanget i staden. Valet av plats i mitten av Göta älv i Göteborg medförde reella frågeställningar kring stadens infrastruktur och möjligheten till folkliv över älven. För att skapa en levande plats där människor kan mötas även om det inte är just för ett konsertbesök ritades tre broar in i projektet. Dessa knyter samman Lindholmen, Kvillebäcken och innerstaden och ger ett naturligt personflöde till byggnaden.



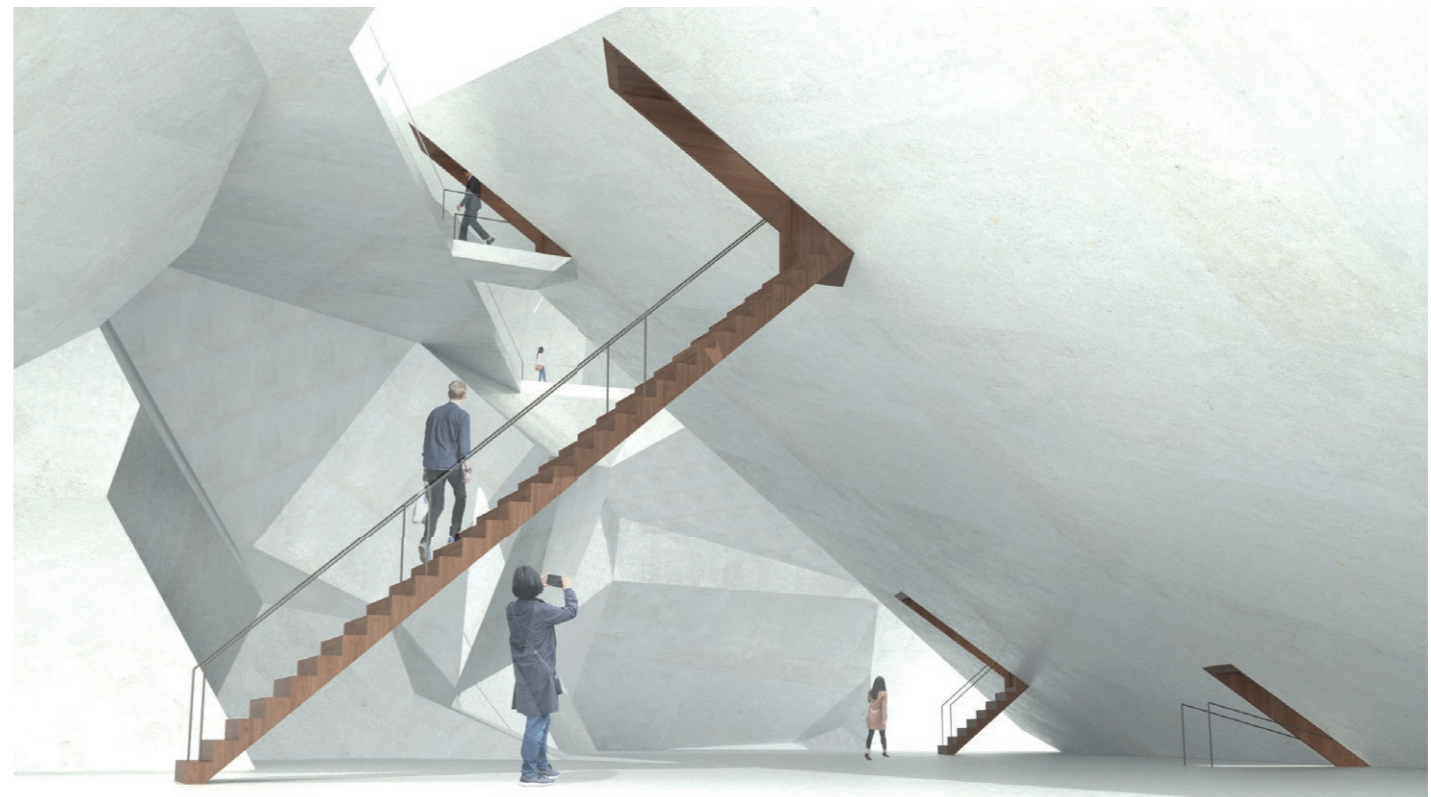
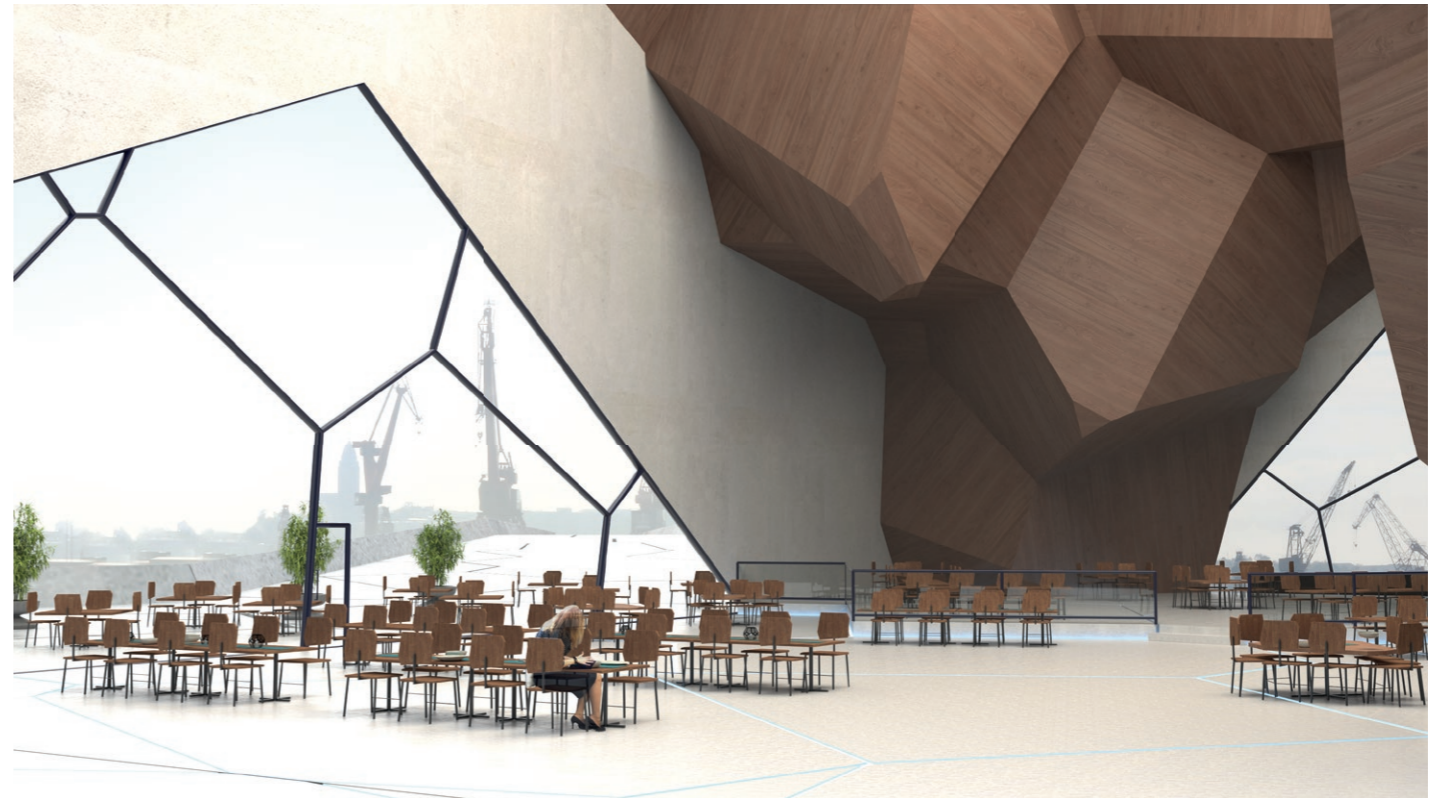


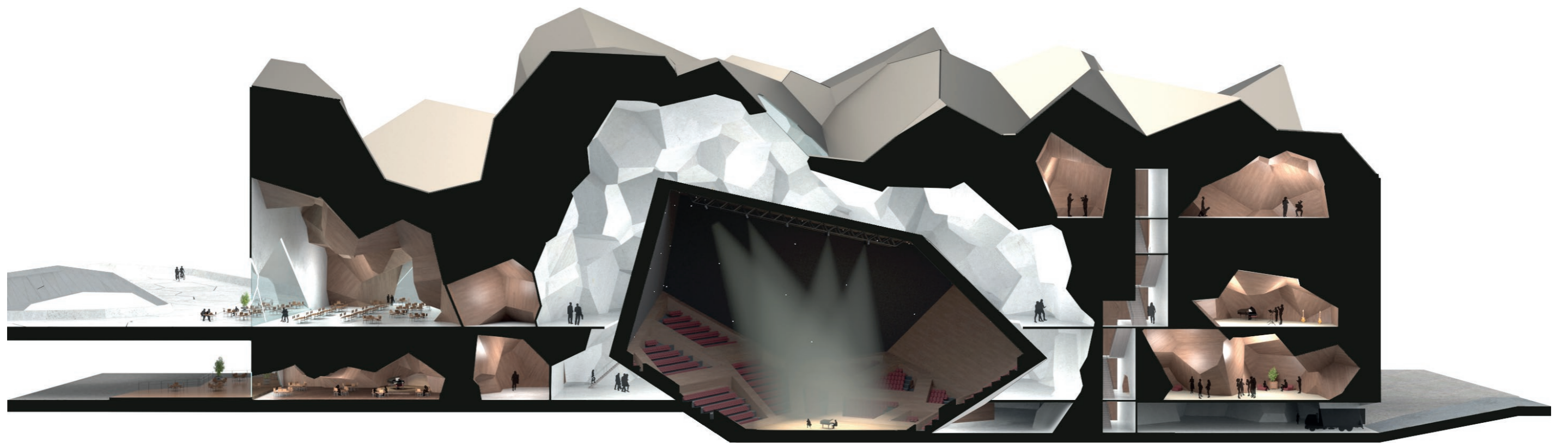
## Två metoder för att skulptera rumsgeometrin

Voronoicellerna har i projektet använts på två olika sätt när det kommer till skapandet av rum. Dels genom att en efter en plocka bort celler ur byggnadskroppen och på så sätt forma ett grottliknande rum. Denna metod ger stora möjligheter till att styra känslan i rummet. I framförallt jazzklubben har detta använts för att manipulera den akustiska miljön samt ljus och skuggor. Den andra metoden innebär en uppskalning av en enskild cell. Både konsertsalen och auditoriet är en enskild voronoicell som finjusterats med hjälp av manuell placering av punkterna i voronoiscriptet. Den andra metoden ger en lugnare och, i och med den stora skalan, en mer sakral känsla som kontrasterar den grottliknande rumsligheten i övriga byggnaden.

## Bilden är projektet

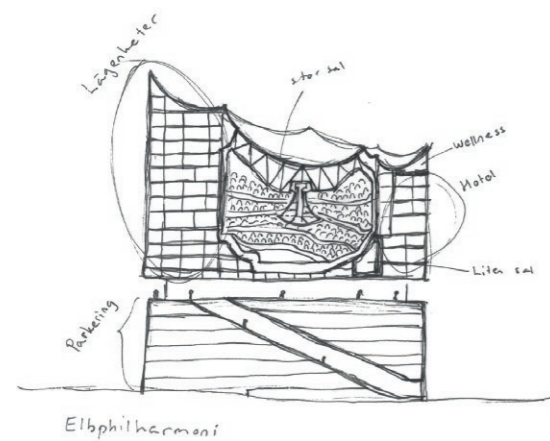
För att arbeta på ett effektivt sätt och för att förmedla så mycket som möjligt av de tankar som finns i projektet har dess presentationsmaterial varit i stor fokus under större delen av processen. I och med projektets konceptuella natur har ett val gjorts att ej utforma en planritning. Rumsligheterna fick stå i fokus och rumsorganisationen har således enbart representerats i en sektion. För att den digitala modelleringen ej skulle leda till en inhuman miljö där rumsskalan tapas bort har rummen med jämna mellanrum "promenerats" i huvudhöjd. Kameravinklar bestämdes tidigt och projektet har ur deras synvinklar formats om, ljussatts och befolkats.





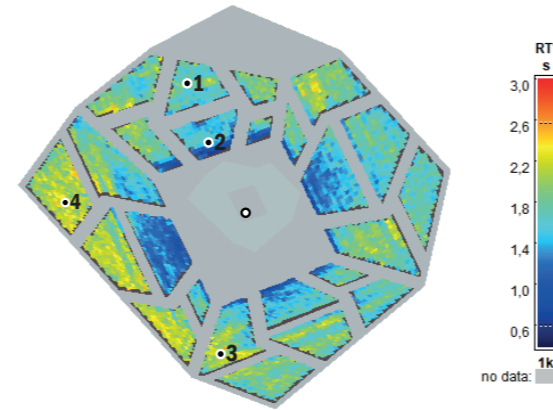
## The Grand Concert Hall

Den stora konsertsalen är akustiskt optimerad för symfoniorkestrar och rymmer 2000 sittande besökare. Gömd i mitten av byggnaden omges den enskilda voronocellen av en grottiliknande foajé. Den stora skalan och dess placering gör den till en naturlig mittpunkt som drar till sig besökarens uppmärksamhet. Inspirationen till en central konsertsal vars placering ej går att läsa från byggnadens exteriör kom ifrån Elbphilharmonie i Hamburg. En monumental byggnadskropp reser sig även där intill vattnet och bygger upp en spänning hos besökaren inför entrén. Akustikmässigt är konsertsalen frikopplad från övriga delar av byggnaden. Då den består av stora plana ytor har dessa justerats för att aldrig vara parallella vilket motverkar risken för stående ljudvågor. Ett absorberande tak kombinerat med hängande reflektorer över orkestern har använts för att styra efterklangstid och clarity i rummet.



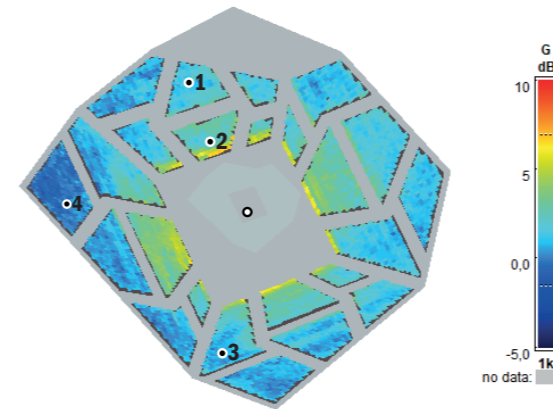
## Efterklangstid

Efterklangstiden (RT) i konsertsalen varierar från runt 0,7 sekunder närmast scenen, upp till 2,2 sekunder längst ifrån närmast väggarna. Optimalt för klassisk musik är en efterklangstid runt 2 sekunder. Detta värde nås vid majoriteten av sittplatserna, förutom precis närmast scenen där publiken får mycket av de tidiga reflektionerna samtidigt som direktljudet.



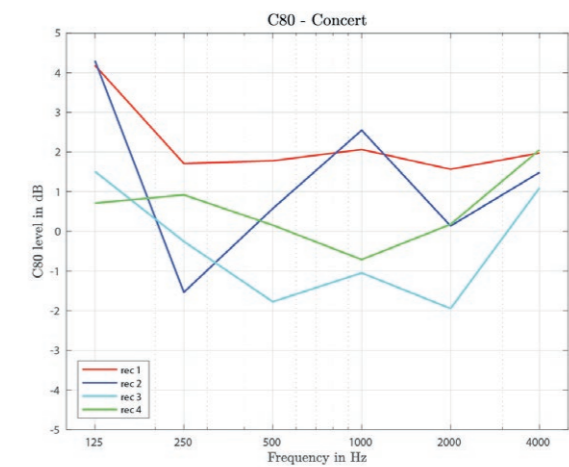
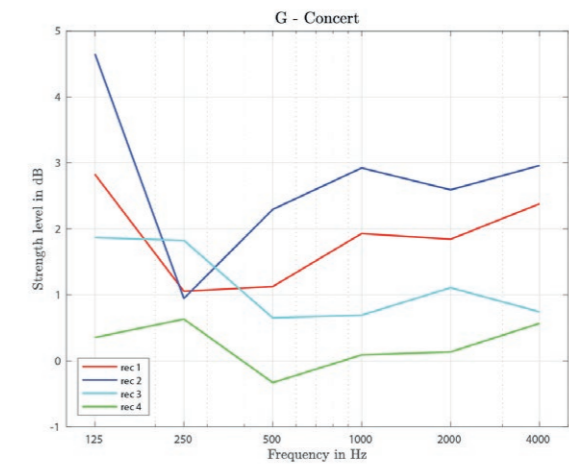
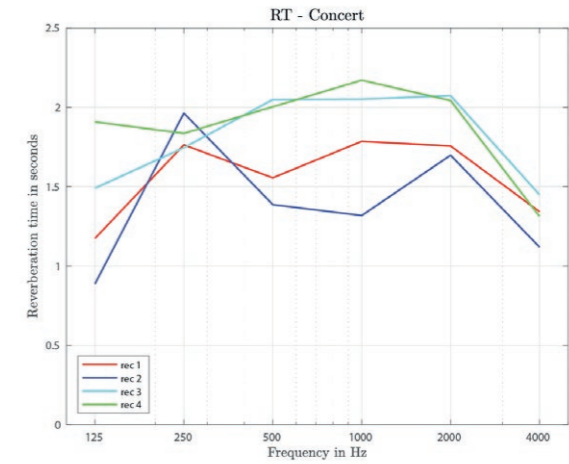
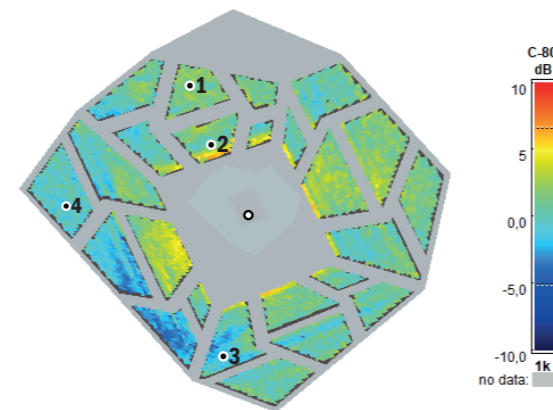
## Ljudstyrka

Ljudstyrkan i konserthallen ligger mellan 0 och 4 dB. Fördelningen över salen är relativt jämn och naturligt hittas den högsta ljudstyrkan närmast scenen. Ljudstyrkan är även jämn över de olika frekvensbanden.



## Klarhet

Klarheten i konsertsalen ligger mellan -2 och 2 dB för alla frekvenser vilket är optimalt för den avsedda musiken. I contrast till efterklangstiden är klarheten lite högre närmare scenen tack vare de tidiga reflektionerna från de hängande reflektorerna.

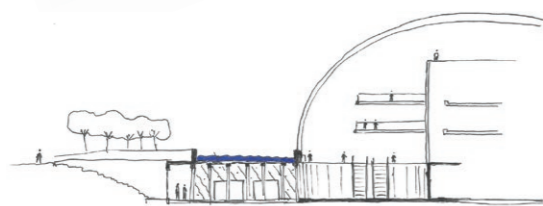
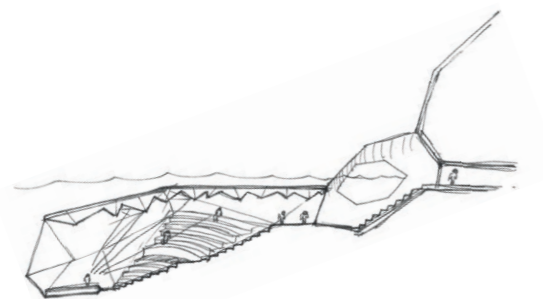
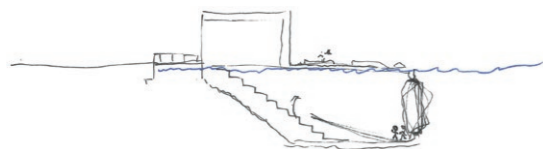






## The Underwater Auditorium

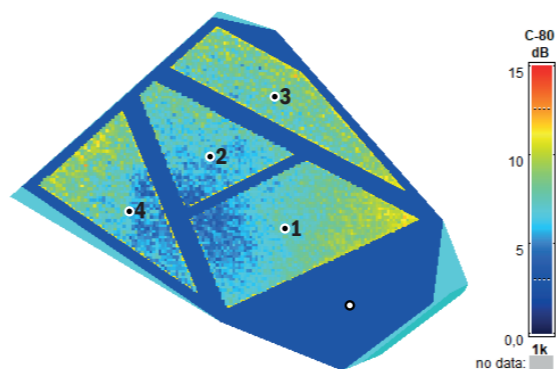
Auditoriet består av en enskild voronoicell som helt har sänkts ner i älven. Genom att passera havsnivån lämnar publiken den stora foajén för att uppleva vattenytan underifrån. Glastaket kombinerat med ett facetterat innertak i akrylplast låter ljuset brytas genom vattnet och skapa vågliknande mönster över väggarna och sittplatserna. Auditoriets väggar har delats in i två olika segment. Den lägre halvan är i polerad betong som reflekterar ljud väl. Den övre halvan är en porös absorbent i samma nyans som betongen. Absorbenten minskar andelen av de sena reflektionerna som skapar en längre efterklangstid. Facetterna i taket fungerar tack vare ett avstånd till glastaket ovanför som membranabsorbenter.



NATIONAL CENTRE FOR THE PERFORMING ARTS  
BEIJING

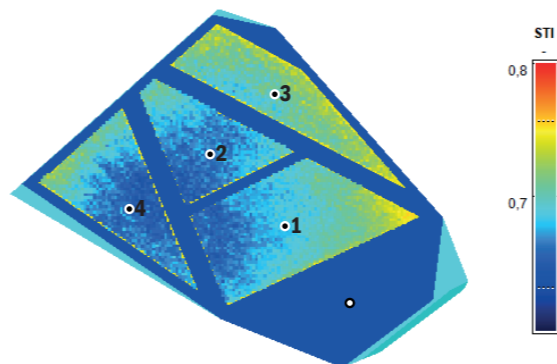
## Klarhet

Klarheten ligger väl över den lägsta nivån för talframträdanden och är även jämn över hela rummet. Speciellt bra är värdena närmast väggarna och närmast scenen. Vid väggarna är detta väntat eftersom den första reflektionen kommer tidigare och blandas med direktljudet. Jämfört med senare reflektioner som skapar ett eko.



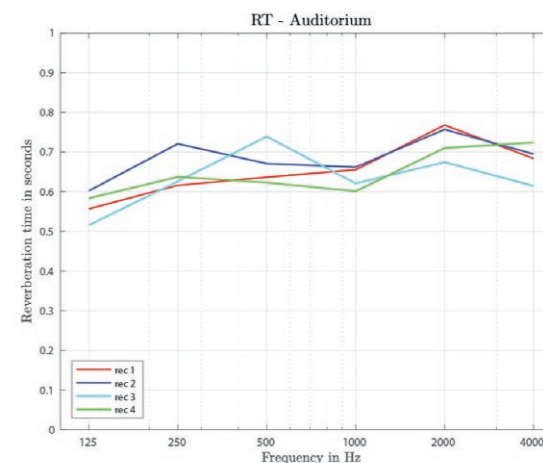
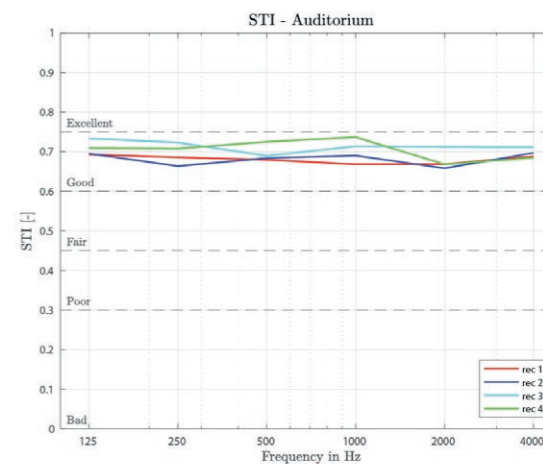
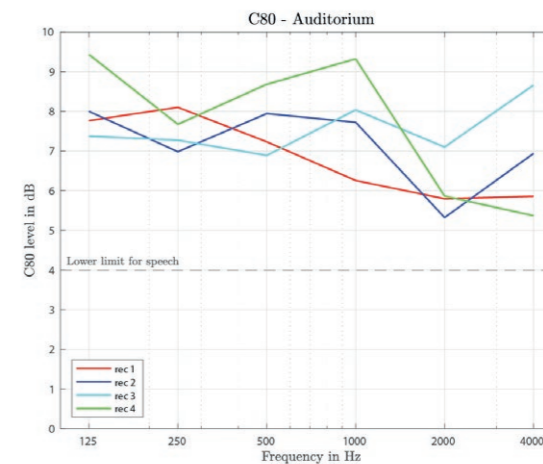
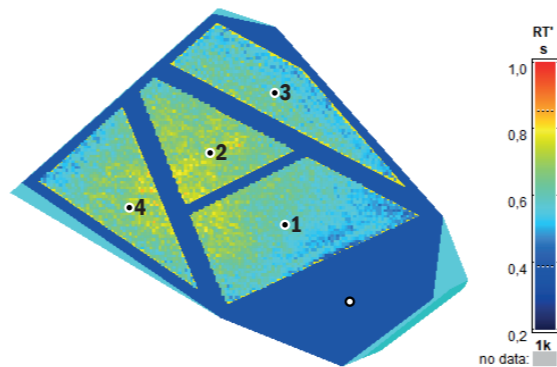
## Speech transmission index

Speech transmission index (STI) är ett objektiva mått på kvaliteten av talets överföring. Det har ett index från 0 till 1. Där 1 innebär en perfekt återgivning utan någon försämring av förståelighet och 0 en total förlust av information. Auditoriet ligger på 0.7 STI. En nivå som klassas som mycket bra.



## Efterklangstid

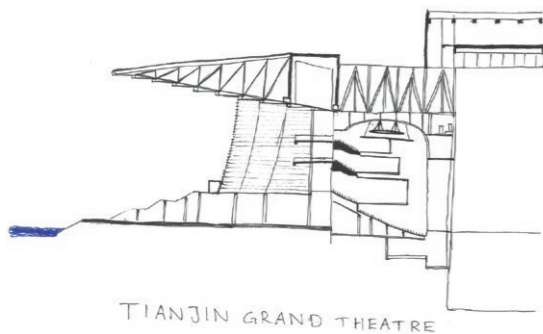
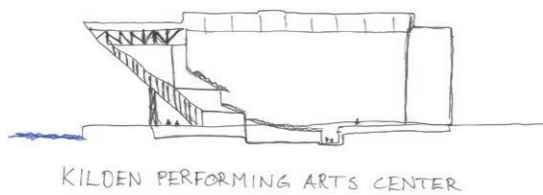
Den önskade efterklangstiden i ett rum optimerat för tal är mellan 0.5 och 1.0 sekunder. Auditoriet ligger mellan 0.6 och 0.75 sekunder över hela rummet. Fördelningen över rummet kan ses som inversen av klarhetens fördelning. Med en lägre efterklangstid längs med väggarna och det högsta värdet i mitten där de första reflektionerna når åhöraren mycket senare än direktljudet från scenen.





## The Riverside Jazz Club

Längst ut på piren, mitt under mötet av stadens tre nya broar ligger The Riverside Jazz Club. En mötesplats för Göteborgs musikentusiaster. Exteriör inspiration har hämtats från Kilden och Tianjin där stora taksprång skapar ett rum utanför byggnaden intill vattnet. Jazzklubbens geometri har skulpterats genom att plocka bort voronoceller från byggnadskroppen. Detta har använts för att optimera parametrarna i den akustiska miljön. Den sökta miljön innebär en förändring av de akustiska egenskaperna desto längre bort från scenen åhöraren befinner sig. Scenen är placerad längst in i lokalen. Bakom den närmast sittande publiken är takhöjden sänkt med hjälp av en voronocell som sträcker sig ner från taket. Detta leder till en sänkt ljudstyrka på den andra sidan. Vilket möjliggör för konversationer att hållas över ett bord och att jazzmusiken ligger på en sorlande bakgrundsnivå.



## Ljudstyrka

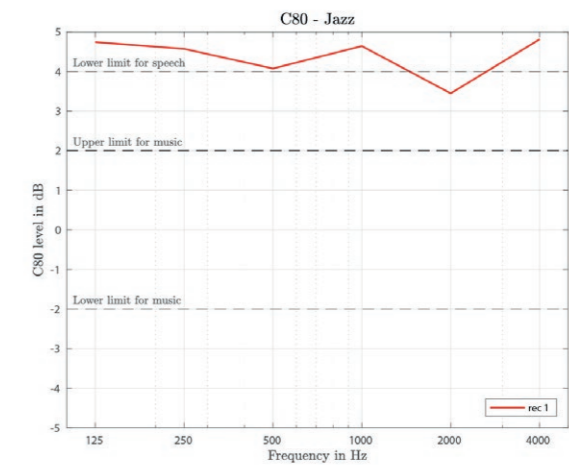
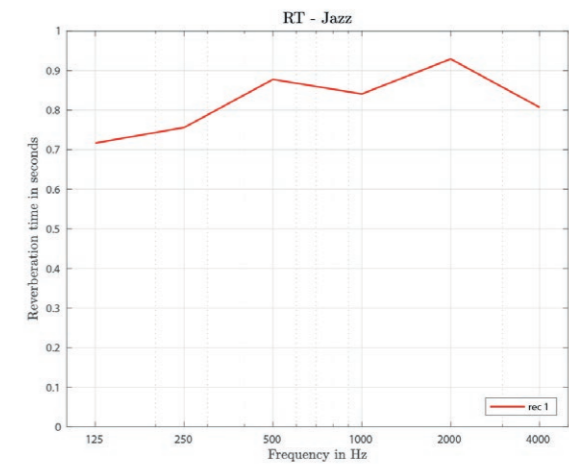
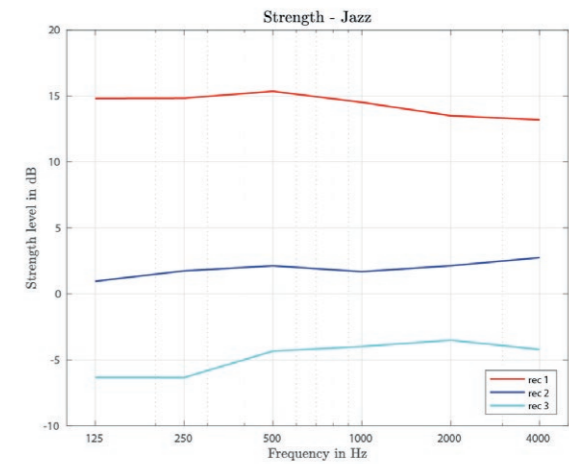
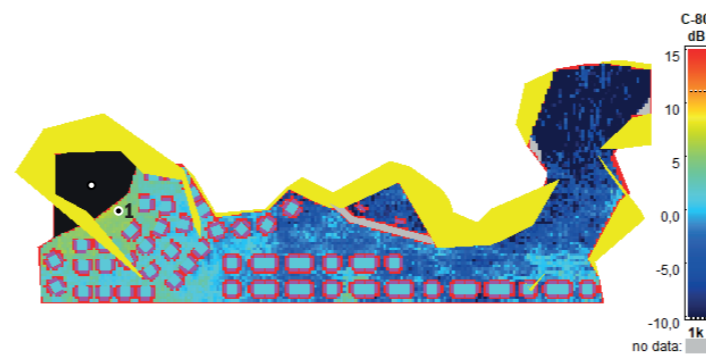
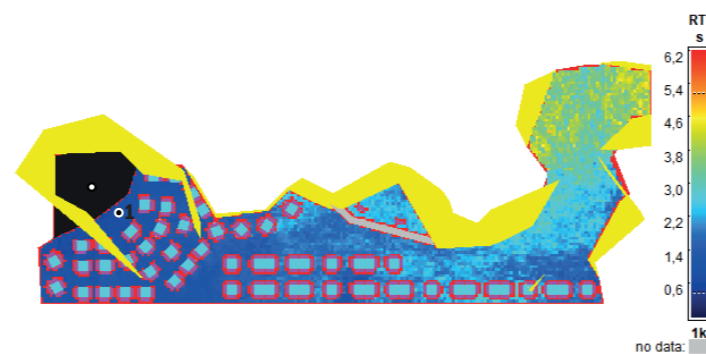
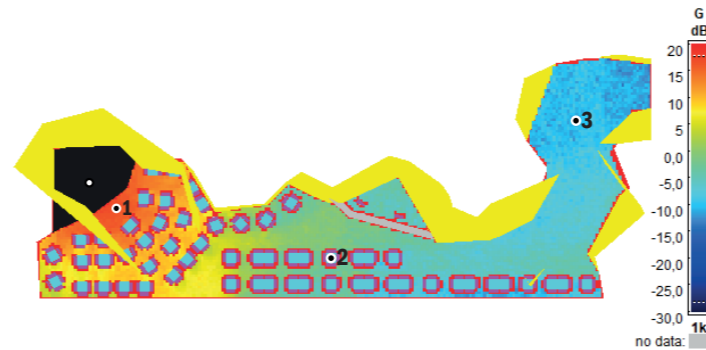
Ljudstyrkan i jazzklubben är modellerad för att signifikant sänkas desto längre från scenen åhöraren befinner sig. För musikframträdanden är en ljudstyrka runt 10 dB önskvärd. Närmast scenen ligger ljudstyrkan strax över 10 dB medan den i konversationsytorna har sänkts till 2 dB. Ännu längre bort i entrén är den så låg som -5 dB vilket är en stor sänkning.

## Efterklangstid

Efterklangstiden närmast scenen ligger mellan 0.75 och 0.9 sekunder vilket är en bra startpunkt. För jazzmusik är en efterklangstid runt 1 sekund önskvärd. Scener som denna tenderar dock att använda elektroakustisk förstärkning vilket skulle kunna addera efterklang digitalt. Rummets värden kan därför tolkas som bra då de ger större möjlighet att justera efterklangstiden för specifika framträdanden.

## Klarhet

Klarheten vid scenen ligger runt 4 dB. Runt scenen kommer dock klarheten att sänkas i relation till att efterklangstiden höjs med hjälp av elektroakustisk förstärkning. Det innebär att klarheten kan sänkas till området -2 till 2 dB som är mer passande för musikframträdanden.





# Programskrivning

## Förutsättningar

- Byggnaden är belägen på bananpiren vid frihamnen i Göteborg och är tänkt att stå färdigbyggd år 2035 i samband med färdigställandet av Älvstaden.

- Inuti rymmer byggnaden en större konsertsal för symfoniorkestrar, ett undervattensauditorium för talare, en jazzklubb för jazzspelningar och barhäng, restaurang, lobby, övningsrum, omklädningsrum, green room samt instrumentförråd.

- Många av rummen är beroende av evenemang vilket innebär att mycket folk kommer vistas på samma ställe under vissa tider av dygnet. Detta ger ökat värmetillskott och ökad fuktproduktion samt luffföroeningar som måste tas om hand.

- I konsertsalen och auditoriet kan föreställningar vara från 2-4 timmar, jazzklubb och restaurang har ett mer kontinuerligt flöde under större delen av öppettiden (6-8 timmar), lobby samt övriga utrymmen menat för musiker belastas under kortare tider (0-2 timmar).

- Kravställning avgränsas till Lobby, Jazzklubben, Auditorium, Konsertsalen och Restaurangen.

## Projektbeskrivning och övergripande mål

- MILJÖBYGGE – Varsamhet i byggnadsfasen, marina ekosystem skall beaktas och skyddas från restprodukter av byggnationen.

- AVFALLSSYSTEM/UTSLÄPP – Skall regleras för att i enlighet med miljömålen minimera byggnadens miljöpåverkan.

- LUFTKVALITE – Byggnaden och dess system skall utformas för att skapa en god luftkvalité.

- VENTILATIONSnivå – Skall vara bra så kraven uppfylls utan risk för drag o buller i don. Viktigt att buller minimeras i övningsrummen, konsertsalen, auditoriet och jazzklubben för att ta hänsyn till uppträdandena och besökarna.

- TERMISKT KLIMAT – Skall utformas så att en behaglig vistelsezon skapas.

- DAGSLJUS – Används till största del i entré/foajé och restaurang. I övriga rum används energisnål belysning

- BULLER – För att undvika störning och irritation hos besökare, personal och artister skall externt och internt buller minimeras. Det är viktigt att övningsrummen, konsertsalen, auditoriet och Jazzklubben är bullerfria för att uppnå bästa möjliga upplevelse.

- I auditoriet och konsertsalen bör mobil- och kameraanvändning regleras för att undvika störande signaler eller blixtar under föreställning.

- Elenergisystemet skall utformas med ett fokus på miljö och därför skall endast lågenergiprodukter användas i så stor utsträckning som möjligt.
- För att minimera miljöpåverkan i byggnadens livscykel används miljövänliga och förnyelsebara material.

- Det är viktigt att under byggprocessen beakta fuktighet i material för att undvika inbyggd byggfukt. Under bruksstadiet är det viktigt att hålla en jämn relativ fuktighet i rum där instrument förvaras.

## Termiskt klimat

- Lobby
  - Här vistas upp till 2000 besökare temporärt innan föreställning och under pauser. Detta innebär stora påfrestningar under kortare intervall vilket blir dimensionerande för klimatsystemet i lobbyn. Lobbyn är fördelad över två plan med 9 meters rumshöjd som är kopplade genom ett atrium där konsertsalen står. Detta ger en vistelsezon från 0,2 till 11 meter då öppna trappor kopplar samman planen.

- Konsertsal
  - Utformad för symfoniorkestrar och kan ta upp till 2000 besökare där föreställningar varar ca 2-4 timmar. Detta blir de dimensionerande faktorerna för konsertsalens klimatsystem. Salen med 40 meter i takhöjd har en vistelsezon till 0,2 till 16 meter vilket innebär att endast en liten del av rummets volym behöver uppnå kraven.

- Auditorium
  - Placerat under vattenytan med ett glastak, utformad för talframträdande mellan 2-3 timmar och huserar upp till 400 sittande personer. Det termiska klimatet påverkas till stor del av vattentemperaturen och vattenströmningar. Här bör en utredning tillsättas för att bestämma transmissioner genom klimatskalet. Då auditoriet har en

lätt nedåtlutning blir därför vistelsezonen 0,2 till 8 meter.

- Jazzklubben
  - Optimerad för jazzframträdande och en livlig barmiljö för max 220 personer där flödet av besökare är kontinuerligt, med både sittande och stående publik. Ett stort glasparti till sydväst ger mycket solinstrålning vilket påverkar det termiska klimatet och regleras med hjälp av solavskärmning i form av gardiner. Vistelsezonen här ligger mellan 0,2 och 2 meter.

- Restaurang
  - Huserar platser för upp till 250 sittande middagsgäster. Likt jazzklubben finns även här stora glaspartier i sydväst som på samma sätt regleras med hjälp av gardiner. Vistelsezon ligger på 0,2 till 2 meter.

Eftersom mycket folk kommer vistas samtidigt under längre perioder i konsertsalen, auditoriet, jazzklubben och restaurangen kommer detta innebära ett värmetillskott som måste tas i beaktning.

## Ventilationsnivå och luftkvalitet

Många av rummen där besökare vistas har en relativt stor volym i förhållande till besökarantal. Detta kräver en stor luftomsättning och därav ett stort tilluftsflöde. Problem med drag kan då uppstå vid tilluftsdon. Därav krävs en större diameter på ventilationsrören för att reglera luftflödet till max 0,25 m/s under sommarhalvåret och 0,15 m/s under vinterhalvåret. Tilluften tillsätts underkyllt från taket för att skapa naturlig

konvektion i rummet. Överlag eftersträvas en god luftkvalité där tilluften renas med partikelfilter och koldioxidhalten inte överskrider 1000 ppm.

Eftersom mycket folk kommer vistas samtidigt under längre perioder i konsertsalen, auditoriet, jazzklubben och restaurangen kommer detta innebära en ökad mängd luftföroeningar som måste tas i beaktning.

## Fukt

• Luftfuktigheten i rum där instrument bevaras eller används kommer behöva vara hårt reglerad för att inte skada eller stämma om instrument.

• Eftersom auditoriet är omgivet av vatten är det viktigt att konstruktionen är helt vattentät för att fukt inte ska tränga in i salen. Eftersom detta är svårt att uppnå i verkligheten bör en utredning tillsättas för att dimensionera avfuktningssystemet.

• Under byggnation skall konstruktionen skyddas mot nederbörd och fukt för att undvika att fukt byggs in i det bärande systemet

• Eftersom mycket folk kommer vistas samtidigt under längre perioder i konsertsalen, auditoriet, jazzklubben och restaurangen kommer detta innebära ett fuktillskott som måste tas i beaktning.

## Ljud och buller

• Externt buller

- Stora närliggande bilvägar är Lundbyleden och Götaälvbron vilket är de största källorna till ljud och vibrationer i området.
- Båttrafik från den öppna älven hörs från långa avstånd och ljudet som färdas genom vattnet påverkar ljudklimatet i auditoriet.

• Internt buller

- Det interna bullret består dels av ljud från konsertsalen, jazzklubben, restaurangen och auditoriet då flera framträdande kan pågå samtidigt. Därav krävs god ljudisolering och byggnadstekniska lösningar som akustiskt frikopplar salarna från resten av byggnaden.
- En annan bullerkälla är byggnadens tekniska klimatsystem där ljud från ventilationstrummor och luftdon kan uppstå i plötsliga dimensionsförändringar och krökar. Genom en väl planerad dragning och dimensionering av ventilationsrören kan dessa ljud minimeras.
- Den svåraste bullernivån att förutse är den som orsakas av besökare i form av stegljud och konversationer.

• Lobby

- Högt flöde av folk i rörelse som bidrar med bakgrundsljud. Externt och internt buller regleras därav inte lika hårt som i övriga rum i byggnaden och begränsas därefter till max 45 dBA.

• Restaurang

- Här vistas vanligtvis runt 200 personer i restaurangmiljö. Externt och internt buller regleras med hänsyn till bordskonversationer och bakgrundssorl, och sätts därav till max 40 dBA.

• Jazzklubben

- Likt den akustiska miljön i restaurangen finns här bakgrundsljud från konverserande gäster med tillägget att jazzmusik framförs på scen i lokalen. Därav ska bullernivån vara lägre än i restaurangen och sätts därmed till max 35 dBA.

• Konsertsal och Auditorium

- Här vistas en stillasittande tyst publik som med lätthet skall kunna koncentrera sig på framträdandet som äger rum. Därav begränsas den interna och externa bullernivån till max 30 dBA.

## Dagsljus

• Naturligt dagsljus spelar en stor arkitektonisk roll i lobbyn, restaurangen, jazzklubben och auditoriet, där stora uppglasade partier tillåter en högre grad av värmetransport i rummen.

• Solavskärmning i restaurangen och jazzklubben sker i form av gardiner.

• I mindre rum så som övningsrum och förråd tillåts ingen solinstrålning. Istället används energisnåla belysningsalternativ.

## Materialval

• Material skall i så stor utsträckning som möjligt väljas resurseffektivt med materialets livscykel i beaktning. Till

exempel kan betongfasaden tillverkas av återvunnen ballast från rivningen av gamla Hisningsbron.

• Förnyelsebara material bör användas i så stor utsträckning som möjligt, därav kläs många av rummen i träskivor på insidan.

## Styrning mot energieffektivitet

• Byggnaden generar på olika sätt en energibelastning. Denna skall mötas på ett energieffektivt och miljömedvetet sätt. I den mån möjlighet ges skall miljövänliga alternativ premieras och onödig användning av byggnadens system och apparaturer motarbetas.

• Exempel på energikrävande områden:

- Belysning  
Lågenergibelysning används och dagsljus tas tillvara.

• Ventilation  
Smarta system som går ner i användning när operativ temperatur nås.

• Uppvärmning/kyllning  
Smarta system som lika ventilationen styrs av rummets temperatur. Materialen i byggnaden hjälper även till att lagra värme.

• Scenutrustning  
Energisnåla system premieras och full användning regleras till framträdanden och repetitioner.

• Hiss och rulltrappor  
System som känner av användningsgraden och stannar av när de ej används.

## Övrigt

• Platser utvalda för sopsorteringar skall placeras strategiskt så att skadedjur inte attraheras till byggnaden. Återvinningen skall delas upp i 17 fraktioner enligt listan till höger.

• Teknikrum placeras lättåtkomligt vid takutrymmet för att undvika att buller sprider sig till resten av byggnaden. De bör även utformas på ett sätt som gör de lätta att underhålla och städa

## Uppföljning

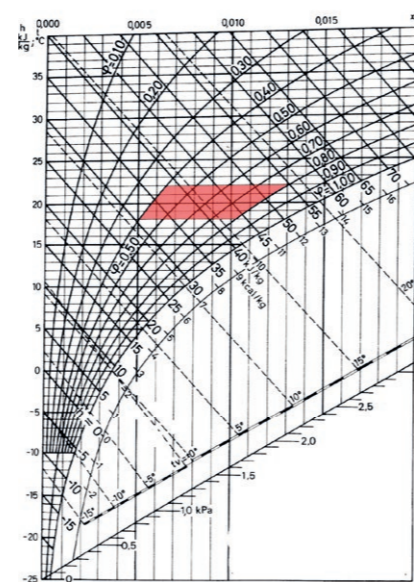
• Att tidigt i designprocessen arbeta med byggnadens tekniska system underlättar för en god integration av systemen i det färdiga projektet. När lösningar utformas i ett tidigt skede av projektet är de oftast mycket enklare att implementera utan att bryta det arkitektoniska formkonceptet.

• Säkerställning av att miljöprogrammet uppfylls är av största vikt. Därför bör ansvariga utses för att se till att miljömålen alltid eftersträvas och uppnås.

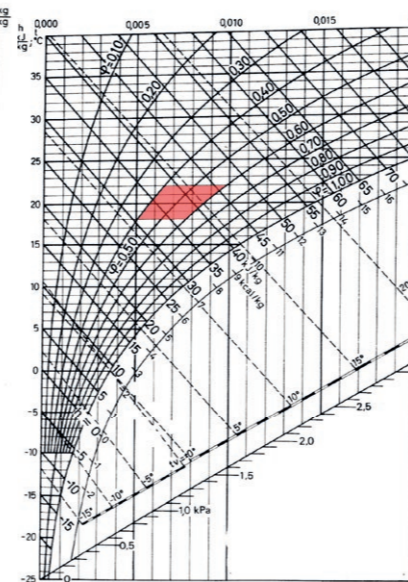
• Under drift av byggnaden skall kontinuerliga tester göras för att se till att kraven ej underskrids. Om det visar sig att vissa av kraven inte uppnås skall detta dokumenteras och åtgärder skall vidtas.

## Källsortering

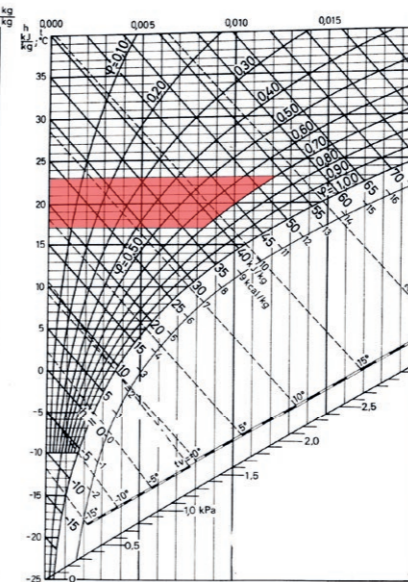
Brännbart  
Returpapper  
Papper  
Sekretessavfall  
Wellpapp  
Plast  
Pant  
Ofärgat glas  
Färgat glas  
Ljuskällor  
Lysrör  
Elektronik  
Metallförpackningar  
Mjukplast  
Småbatterier  
Toners  
Övrigt avfall



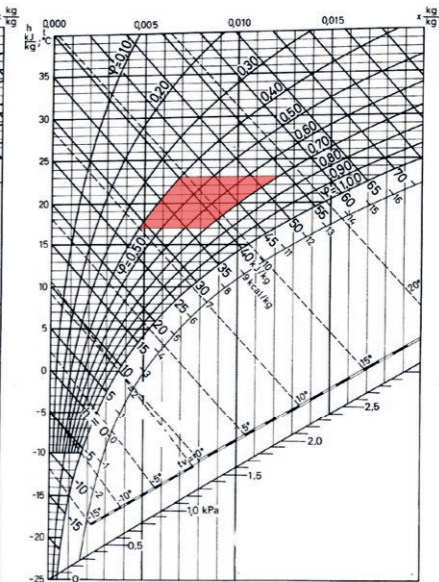
Auditorium



Konsersal och jazzklubb



Lobby



Restaurang

	Antal personer	Vistelsezon [m]	Relativ fuktighet [%]	Operativ temp i vistelsezon [C]	Luftomsättning [l/s m <sup>2</sup> ]	Bullernivå [dBA]
Lobby	0 - 2000	0,2 - 11	<70	20 ±3	20000	45
Jazzklubb	0 - 180	0,2 - 2	40 - 60	22 ±2	1800	35
Auditorium	0 - 400	0,2 - 8	40 - 80	22 ±2	4000	30
Konsertsal	0 - 2000	0,2 - 16	40 - 60	22 ±2	20000	30
Restaurang	0-250	0,2 - 2	40 - 70	22 ±3	2500	40

