



ACEX15 Kandidatarbete

Zoe Rehnberg, AT 3, 2021

Uppgift

Uppgiften var att rita ett projekt som sammanflätade akustisk och arkitektur i en operahall som skulle isolera från en motorväg belägen 60 meter bort och flygplan som flög över platsen. Hallen skulle även kunna varieras akustiskt och detta var något vi tog fasta på.

Förutom arkitektoniskt och akustiskt, skulle även hänsys tas till inneklimat och miljö, och konstruktion. Med samarbete av en akustikstudent från mastersprogrammet Sound & Vibration skulle vi designa en operahall.

Reflektion

Vårt projektsamarbete med akustikern gick väldigt bra och samarbetet mellan olika discipliner visade sig vara mycket givande. Vi upplevde vår akustiker som väldigt kreativ vilket underlättade i arkitektoniska förklaringar av rumsupplevelser. Genom att han förstod, och inte ville begränsa oss blev möjligheten till ett lekfullt och konceptuellt arbete möjligt.

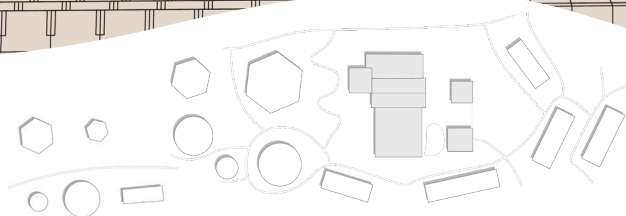
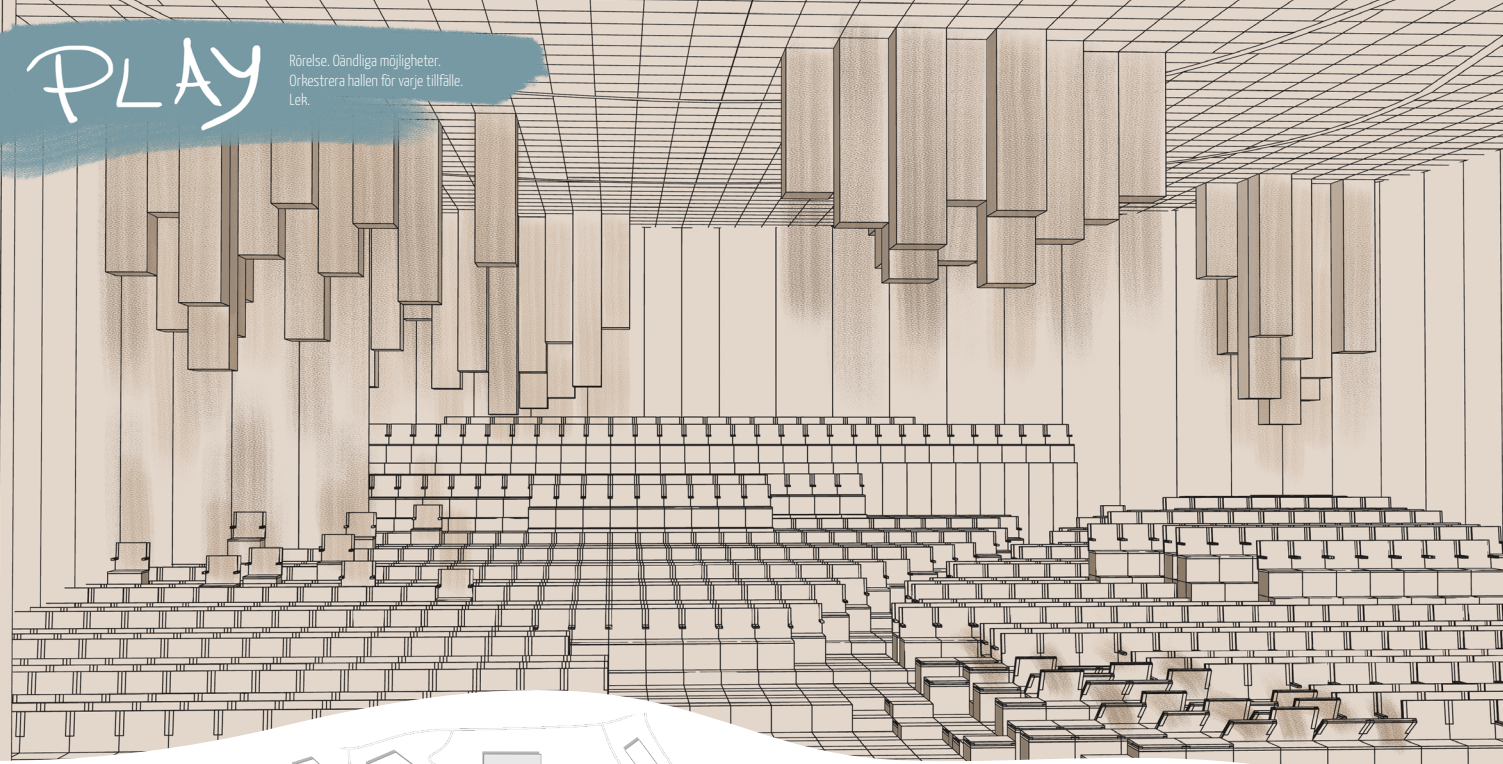
Jag har alltid jobbat väldigt lekfullt för att jag tycker att de bästa projekten kommer från detta. Jag är mycket nöjd

med att detta syntes även i vårt sista arbete på Arkitektur och Teknik-programmet. Vidare till projektet, var det ett objekt som skapade mycket diskurs på kritikdagarna. Då ett sådant konceptuellt förslag ofta reste många tekniska frågor från exempelvis gästkritiker från etablerade firmor, medan de djupare, rent filosofiska frågorna kom fram. Vem styr över hur en konserthall ska fungera? Publiken? Orkestern? Sångaren? Konduktören? Den väckte frågor om hur mycket man litar på massan, allmänheten, nästan en politisk vinkel som ett porträtt på samhället i stort.

Saker som hade kunnat förbättras är en tydlig indikation på var entré från lobbyn till konserthallen sker, även ett mer ingående stycke om själva arkitekturen i projektet. Detta var dock något som behövde kompakteras till fördel för akustiken, som fick ta mest plats av presentationsmaterialet. Vi upplevde också att tekniska detaljer om hur vissa akustiska prototyper behövde finnas med och arbetas med då trovärdigheten för projektet kunde öka med hjälp av detta.

PLAY

Rörelse. Öändliga möjligheter.
Orkestrera hallen för varje tillfälle.
Lek.

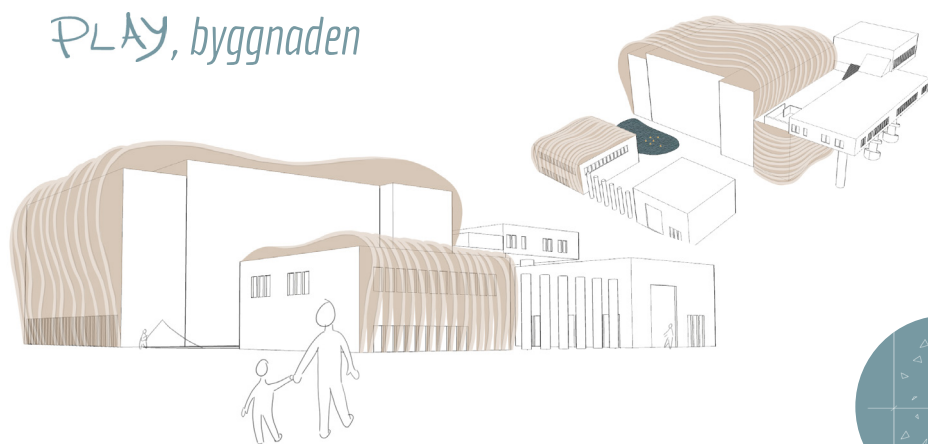


Motorväg

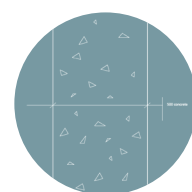
PLAY, campuset

Varje dag är en ny upplevelse, en ny dag för nyfikenhet. Utforska de olika nivåerna och oändliga möjligheterna. Slep över broar och kryp genom tunnlar. En ny ankomst till operan varje dag.

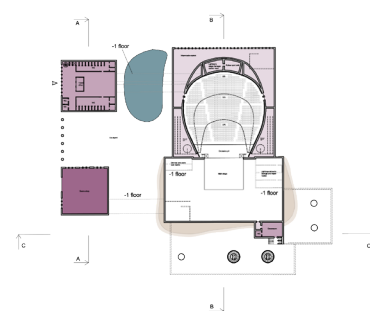
PLAY, byggnaden



Frusna vågor. Statisk lekfullhet. Variabel och levande, men pausad. Känslan av att någon har lekt med byggnaden, och lämnat bitar av den spridda över trädgården. Spiraltrappor som rör sig med människorna som klättrar dem. Dyk in i vågorna av trä.



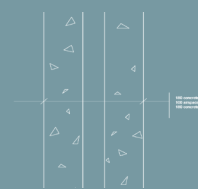
Detaljritning yttervägg



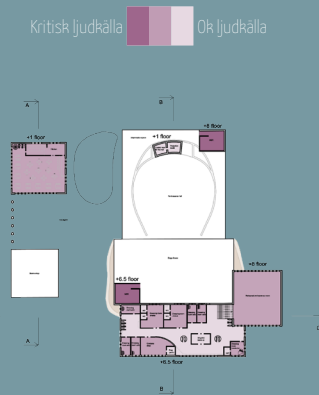
Planlösning nedre våningar 1:1000 (nerskalat från A1)

En lekfull byggnad blir resultatet av att utvärdera bullernivåerna av de olika programpunkterna. Delarna som stör mer har extraherats från konserthallen, flyttats så långt som möjligt ifrån den antingen vertikalt eller horisontellt. Hjärtat av byggnaden, konserthallen, är akustiskt frikopplad från resten av byggnaden för att förhindra flankerande transmissioner.

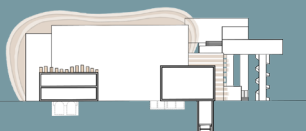
De exteriöra väggarna är byggda i 0.5 m betong, likadant som taket, och isolerar ljudet från den närliggande trafiken och de passerande flygplanen. Det inre skalet, som omger konserthallen, är en dubbelväggskonstruktion för att isolera buller från lägre frekvenser. Från en lekfull fasad, till en hall som börjar leva.



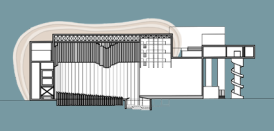
Detaljritning innervägg



Planlösning övre våningar 1:1000 (nerskalat från A1)



Sektion A-A



Sektion B-B

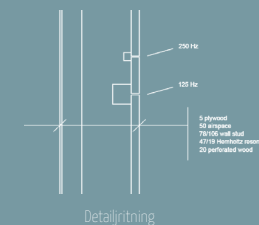
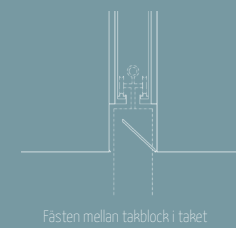


Sektion C-C

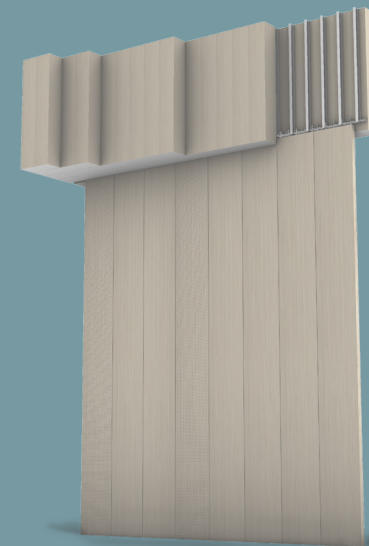


Flyttbara väggar ger oss möjligheten att ändra golvarean, och därmed också ändra rumsvolymen. Vägghängarna är byggda med två olika sidor och kan roteras i lagerutrymmena på var sida om hallen. Ena sidan är reflekterande och den andra innehåller Helmholtz resonatorer, som absorberar frekvenserna 125 Hz och 250 Hz. Vilken frekvens den absorberar beror på raden av öppningen. Luftrummet på insidan av väggen hjälper också till att absorbera vissa frekvenser. Sidan med absorberer behöver användas när alla stolar är nere och vi har ett platt golv. Absorberer-

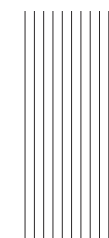
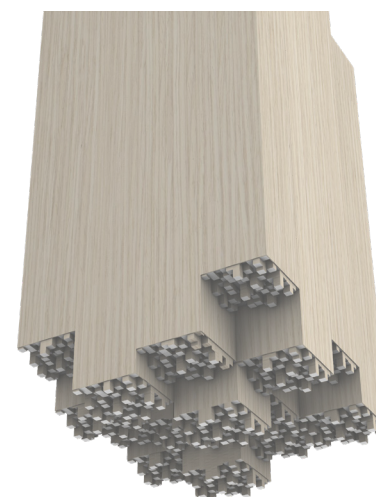
na är då specifikt designade för att lösa detta problem, när en sittande publik blir en stående. Vägghängarna hänger på gömda fästen mellan takblocken. När vi ändrar storleken på rummet, med hjälp av väggarna, så är väggarna inte längre gjorda stadiga av det yttre skalet. Genom att sänka ner takblock bakom och framför, kan man fixera väggarna så att de inte vibrerar och orsakar akustiska störningar under föreställningar. Vägghängarna existerar också i repetitionsrummet och orkesterdiken, de används också i andra akustiskt känsliga områden, som lobbyn.



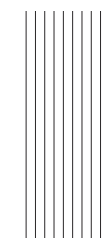
PLAY med väggarna



PLAY med taket



Reflektiv



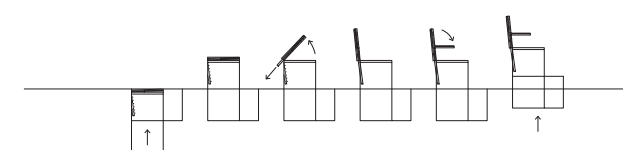
Diffusor

Hängande takblockspaneler täcker hela taket och kan sänkas ner individuellt för att ge ett unikt uttryck i hallen. Genom att sänka varje block kan man ändra rumshöjden och därmed också volymen, som i sin tur gör det möjligt att leka med efterklangstiden. Blocken förser även taket med extra isolering från flygplansljud att nå konserthallen.

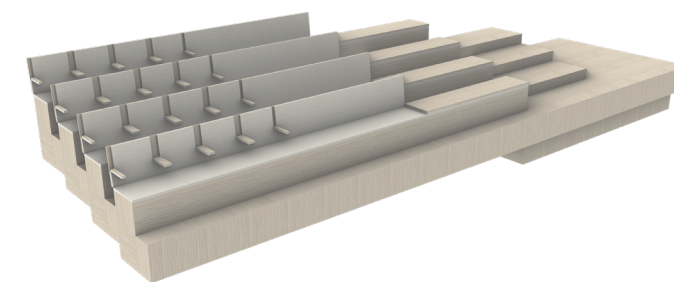
Varje block har mindre block på insidan av sig, för att kunna förändra funktionen av prototypen. Om ytan är platt, kommer den reflektera ljudet, men kan också formas som diffusors för att sprida ljudet jämnt i rummet. Blockspanelerna som reflekterande, alltså platta, kan sänkas ner för att ändra Initial Time Delay Gap (ITDG). Varje block är i massivt trä med undantag för ytan av de mindre blocken, som är reflekterande plåt.

Genom att leka med stolarna, så kan hela rummets karaktär förändras. Stolarna kan höjas upp genom golvet och transformeras individuellt och ger därför massa olika möjligheter för sittplatser eller det öppna golvet. Golvet är kopplat

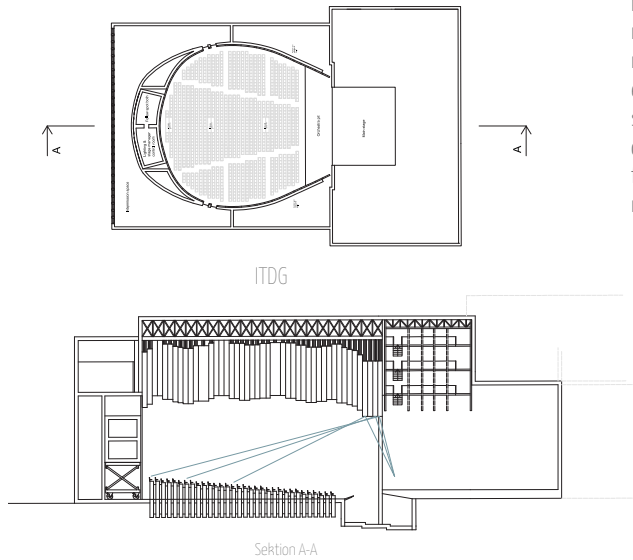
till stolarna och därmed är ingenting skrivet i sten. Det finns möjligheten till klassiska konserthallssäten, med armstöd, eller utan för att få långa bänkar. De kan lyftas högre längre bak, eller hålla golvet platt. Allt är möjligt. Stolar absorberar lägre frekvenser så när de är gömda i golvet kompenserar väggpanelerna genom att roteras och exponera Helmholtz resonatorerna.



PLAY med stolarna



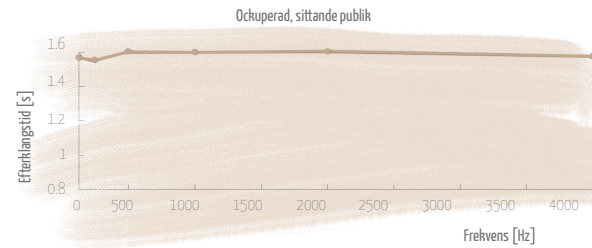
PLAY opera



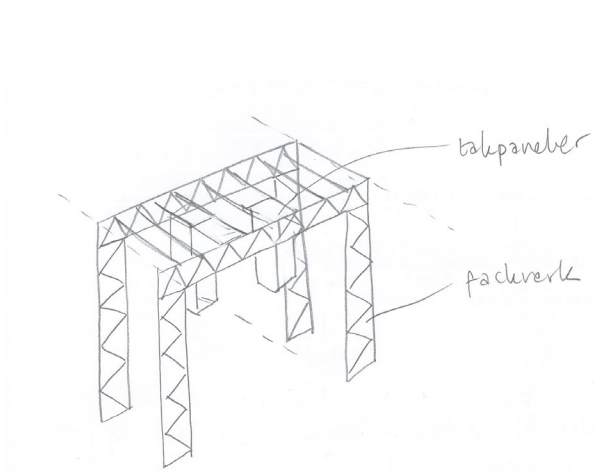
Nedan följer tre olika scenarior för användning av konserthallen, som kan uppnås genom att leka med golvet, taket och stolarna. Rumsvolymen, med möjligheten att förändras, ger oss en bra efterklangstid, ljudstyrka och ITDG. Det första scenariot är huvudanvändningen för hallen, operaföreställningar. Beräkningarna har gjorts för en volym på 9960 kubikmeter, med ett målvärde på 1.6 sek efterklangstid, genom att

Ljudstyrka

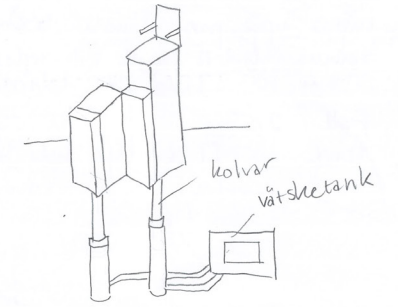
$$G_{125} = 5.1 \text{ dB}$$
$$G_{\text{mid}} = 4.7 \text{ dB}$$



PLAY, konstruktion



För att hålla uppe denna tungt mekaniska hall existerar fackverksramar som hela konserthallen är byggd av. I sekundärbärningen hänger hissmekanismerna för de massiva takblocken. Antagligen, på grund av blockens otroliga tyngd, kommer sekundärbärningen behöva vara fackverk också. Eftersom takkonstruktionen inte är synlig varken interiöst eller exteriört kan den vara omfattande och väldigt teknisk, utan arkitektonisk påverkan. För vindlast finns betongväggarna emellan.

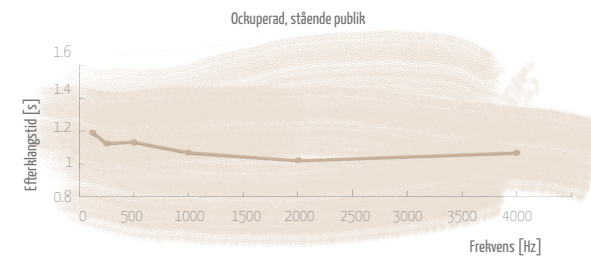


Alla system är automatiserade förutom stolsryggarna och armstöden. Varje stol har en hydraulisk hissmekanism som hämtar vatten från dammen på innergården.

PLAY konsert

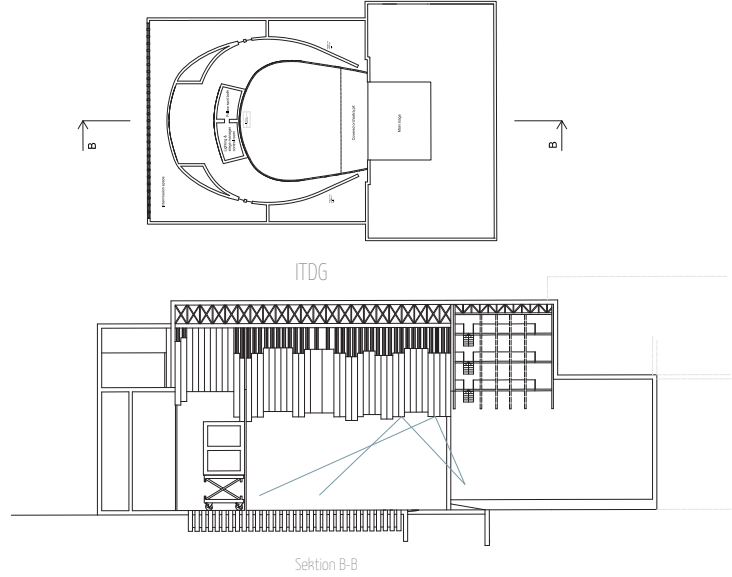
Som vår nästa situation, har vi valt att undersöka hur hallen funkar utan stolar, med en helt öppen golvarea, för en stående publik på 900 personer. När detta händer, som nämnts tidigare, uppstår problem med att absorbera de lägre frekvenserna. Som sagt, löses detta genom att rotera ett par av väggpanelerna för att nå målvärdet på 1.2 sek efterklangstid. Volymen som använts

för dessa beräkningar är 4540 kubikmeter och uppnås genom att förändra golvarean med väggpanelerna och genom att sänka takblocken som finns inom detta område. ITDG uppnås, som i operafallet, genom att sänka takblocken närmast scenen. I detta fallet är orkesterdiket täckt för att tillåta publiken att komma närmre scenen.



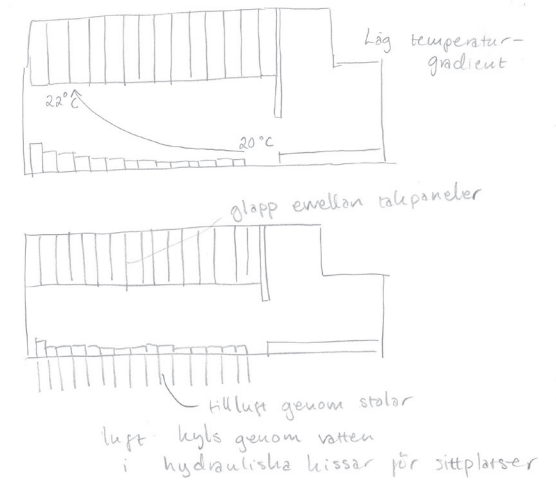
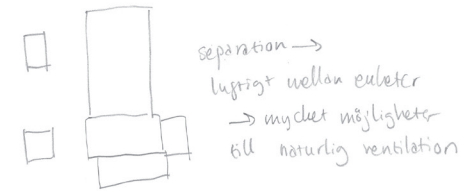
Ljudstyrka

$$G_{125} = 5.4 \text{ dB}$$
$$G_{\text{mid}} = 5 \text{ dB}$$



För att bibehålla ett behagligt inneklimat i hallen kommer tilluft via stolarna, som även kylls av vattensystemet till hissarna, och takblocken som släpper ut luft via taket. Via taket återvinns frånluft ner till aggregat i marknivå och värmeåtervinner denna till ny tilluft. Hallen kommer inte behöva ventileras många timmar av dygnet utan endast under föreställningar. Eftersom byggnaden är

gjord av separerade rättblock ger den möjlighet för naturlig ventilation. Om betongen exponeras kan denna alstra nedkylning under nätterna för att hålla ett behagligt inneklimat under dagen. På grund ut av att konserthallen inte har några balkonger blir det inte heller en omfattande temperaturgradient att ta hänsyn till.

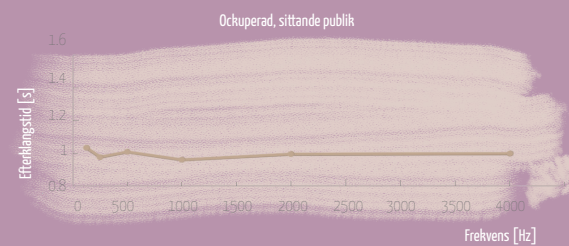


PLAY teater

För vår sista analys, har vi en mindre, intim teater som målbild. Här krymper hallen till en volym av 2675 kubikmeter genom att använda väggpanelerna och takblocken. Målvärdet för efterklangstiden uppnås genom denna förändringen av volym och är för detta fall 1.0 sek. Den här lilla uppsättningen, ger inga problem med ITDG eftersom publiken sitter så pass nära scenen,

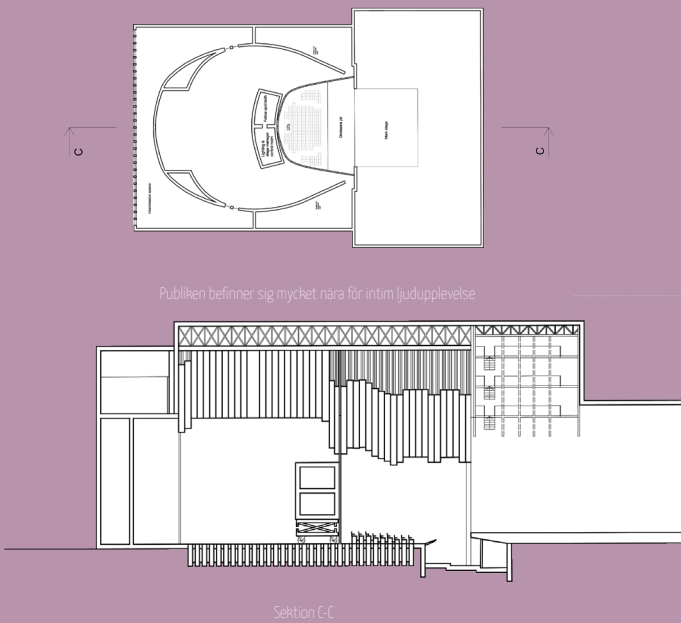
det vill säga, ljudstyrkan blir högre. Ljudet blir mer intimt, vilket är en eftersökt kvalitet när det kommit till mindre teaterföreställningar eller kanske föreläsning.

Hallen är byggd för att experimentera och lära sig om akustik på ett praktiskt sätt. För akustikstudenten, för den nyfiken och för musiken. Den är byggd för att lära genom att leka.



Ljudstyrka

$$G_{125} = 8.3 \text{ dB}$$
$$G_{\text{mid}} = 8 \text{ dB}$$



PLAY, en process

Processen påbörjades med att inspireras av naturens egen akustik, bärstyrka och inneklimat genom ett studiebesök på valfri plats i Göteborg. Något som var mycket betydande, tidigt i vår process, var valet av koncept. Av tre olika förslag fastslog vi variabilitet som något vi ville skulle genomsyra alla delar av projektets akustik och uttryck. Där av valde vi exempelvis att inte formge fasaduttrycket för ingående, att låta betraktaren fylla i information på egen hand, och att låta hela konserthallen bli levande. En annan sak som kom av detta var separationen av rummen. Vi lekte med vad en variabel byggnad faktiskt var, och från volymer som faktiskt rör sig kom detta designspråk.

Fyra viktiga skisser som kom att spela en central roll i resultatet var en konceptskiss av situationsplanen på campus, där beroende på vilken väg man valde att gå, så fick man olika upplevelser. Men även skisser på tre olika akustiska prototyper som vi höll fast vid hela vägen till sluttampen. Mycket av vår tid gick till att tänka ut ingenjörsmässiga lösningar för att möjliggöra en så automatiserad hall men även tänka igenom vilka arkitektoniska egenskaper en hall som rör sig ger upphov till. Inspiration hittades i Tobin Centre for performing arts.

