



Hur dan påverkan har akustikbehandling på rumsresponsen i en hemstudio?

En fallstudie om hur akustiken påverkas i ett sovrum som hemstudio efter en akustikbehandling utan att försämra utrymmets hemtrevlighet.

Niklas Jussila

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Mediekultur
Identifikationsnummer:	
Författare:	Niklas Jussila
Arbetets namn:	Hurdan påverkan har akustikbehandling på rumsresponsen i en hemstudio?
Handledare (Arcada):	Kauko Lindfors
Uppdragsgivare:	-
<p>Sammandrag:</p> <p>Det här arbetet är en fallstudie om hur akustiken påverkas i ett sovrum efter en akustikbehandling, gjord med hjälp av lätt tillgängliga medel och metoder, utan att försämra hemtrevligheten.</p> <p>Syftet med arbetet är att undersöka hurdan påverkan av akustikbehandling kan konstateras i rumsresponsen, då utrymmet har ett antal begränsningar. Dessa begränsningar är exempelvis fastslagen högtalarplacering, prioritering av hemtrevlighet och användning av lätt tillgängliga medel och metoder.</p> <p>Jag gjorde en stegvis akustikbehandling av rummet och gjorde rumsresponsmätningar efter varje steg. Utgående från mätningresultaten analyserade jag akustikbehandlingens påverkan på rumsresponsen efter varje steg.</p> <p>Slutsatsen var att påverkan var relativt obetydlig. Om eftersträvan är att få en betydligt större påverkan än vad denna studie åstadkom, kan det konstateras att det högst antagligen inte är möjligt med de begränsande faktorerna som fanns.</p>	
Nyckelord:	Akustik, Akustikbehandling, Rumsrespons, Hemstudio, Estetik, Room EQ Wizard, Genelec
Sidantal:	28
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Media culture
Identification number:	
Author:	Niklas Jussila
Title:	How does acoustic treatment affect room response in a home studio?
Supervisor (Arcada):	Kauko Lindfors
Commissioned by:	-
<p>Abstract:</p> <p>This thesis is a case study about how room acoustics is affected in a bedroom used as a home studio after acoustic treatment, made with easily accessible materials and methods, without compromising room homeliness.</p> <p>The purpose of this thesis is to study how acoustic treatment affects the room response in a room with the following limitations: restricted speaker placement, prioritization of homeliness and usage of easily accessible materials.</p> <p>I did a step by step acoustic treatment of the room and measured the room response after every step. Based on the results of the measurements i analyzed how the acoustic treatment affected the room response.</p> <p>The conclusion was that the effect was barely noticeable. If the aim is to get more noticeable effects than this study shows, it can be stated that it might not be possible taking into account the existing limitations.</p>	
Keywords:	Acoustic, Acoustic treatment, Room response, Home studio, Aesthetics, Room EQ Wizard, Genelec
Number of pages:	28
Language:	Swedish
Date of acceptance:	

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Mediakulttuuri
Tunnistenumero:	
Tekijä:	Niklas Jussila
Työn nimi:	Millainen vaikutus akustoinnilla on huoneen taajuusvasteeseen kotistudiossa?
Työn ohjaaja (Arcada):	Kauko Lindfors
Toimeksiantaja:	-
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Tämä opinnäytetyö on tapaustutkimus siitä millainen vaikutus helposti saatavissa olevien materiaalien avulla tehdyllä huoneen akustoinnilla on kotistudiona käytettävän makuuhuoneen akustiikkaan, ilman että huoneen kodikkuus kärsii.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia kuinka akustointi vaikuttaa sellaisen huoneen taajuusvasteeseen, jossa on seuraavat rajaavat tekijät: kiinteä kaiutinasettelu, kodikkuuden priorisointi ja helposti saatavilla olevien materiaalien käyttö.</p> <p>Tein huoneeseen akustoinnin porrastetusti ja mittasin huoneen taajuusvasteen jokaisen muutoksen jälkeen. Mittausten tulosten perusteella analysoin millainen vaikutus akustoinnilla oli huoneen taajuusvasteeseen.</p> <p>Johtopäätös oli että tällaisen akustoinnin vaikutus oli suurimmalta osin lähes huomaamaton. Jos tavoitteena on saada akustoinnista suurempi vaikutus huoneen taajuusvasteeseen, voidaan todeta että se voi olla vallitsevilla rajoituksilla lähes mahdotonta.</p>	
Avainsanat:	Akustiikka, Akustointi, Taajuusvaste, Kotistudio, Estetiikka, Room EQ Wizard, Genelec
Sivumäärä:	28
Kieli:	Ruotsi
Hyväksymispäivämäärä:	

INNEHÅLL

1	INLEDNING	6
2	SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNING	7
3	TEORETISK REFERENS RAM.....	7
3.1	Lyssningsposition.....	7
3.2	Modalt impulssvar	8
3.3	Akustikbehandling.....	8
4	METOD	10
4.1	Mätningstrustning.....	11
5	MÄTNINGSPROCESS OCH AKUSTIKBEHANDLING	12
5.1	Lyssningsposition.....	12
5.2	Omedelbara modifikationer.....	15
5.3	Hörn och nära reflektioner	17
5.4	Sidoväggar, bakvägg och reflektionspunkter.....	18
6	RESULTAT.....	22
7	JÄMFÖRELSE MED GENELEC GLM-KALIBRERING.....	24
	Källor	26
	Bilagor.....	27

FIGURER

Figur 1 - Vinkelmätning på ursprungliga lyssningspositionen (Ritningen är gjord på millimeterpapper i skalan 10 mm = 20 cm i verkligheten)	12
Figur 2 - Vinkelmätning på den ideala lyssningspositionen (Ritningen är gjord på millimeterpapper i skalan 10 mm = 20 cm i verkligheten)	13
Figur 3 - Frekvensresponsmätning av ursprungliga lyssningspositionen utan modifieringar	14
Figur 4 - Frekvensresponsmätning av nya lyssningspositionen utan modifieringar	14
Figur 5 - Bild på rummets ursprungsläge.....	15
Figur 6 - Frekvensresponsmätning i nya lyssningspositionen efter modifieringarna i delkapitel 5.2	16
Figur 7 - Frekvensresponsmätning i nya lyssningspositionen efter modifieringarna i delkapitel 5.3	18
Figur 8 - Frekvensresponsmätning i nya lyssningspositionen efter modifieringarna i delkapitel 5.4	20
Figur 9 - Markering av alla gjorda modifieringar i rummets bottenplan (Ritningen är gjord på millimeterpapper i skalan 10mm = 20cm i verkligheten).....	20
Figur 10 - Bild på gjorda modifieringar till framväggen och framväggens hörn.....	21
Figur 11 - Bild på gjorda modifieringar till bakväggen och bakväggens hörn	21
Figur 12 - Frekvensresponsmätning i nya lyssningspositionen med alla modifieringar, efter kalibrering av	25

1 INLEDNING

Jag har jobbat med musikproduktion hemifrån i över 10 år i olika slags sovrum och arbetsrum. Lyssningsutrymmen jag har jobbat i har alltså aldrig varit ideala för musikproduktion. Jag har alltid varit medveten om rumsakustikens påverkan på lyssningen men har inte desto mer haft möjlighet att ta reda på hur exakt jag skulle kunna själv påverka lyssningsomständigheterna i mitt eget lyssningsutrymme förrän relativt nyss.

För några år sen skaffade jag mig ett par Genelec SAM-högtalare (Smart Active Monitor) med Genelecs GLM-kit (Genelec Loudspeaker Manager). Med hjälp av mjukvaran och mätmikrofonen som kommer med GLM-kiten kan man analysera rummets frekvensrespons och SAM-högtalarna kan med hjälp av informationen kompensera för rummets akustik. Då jag kalibrerade mina högtalare första gången förstod jag hur enorm påverkan rumsakustiken i mitt sovrum har på vad jag hör och därmed musiken jag producerar. Då man jobbar med musik och ljud är det viktigt att kunna lita på det man hör. Mitt sovrum förstärker basfrekvenser en hel del vilket leder till att jag mixar de frekvenserna lägre i min produktion. Detta i sin tur leder till att de frekvenserna är mixade alldeles för lågt om man lyssnar på låten i ett professionellt lyssningsutrymme. För att kunna lita på att ens produkt låter liknande var man än lyssnar på den är det oerhört viktigt att kunna lita på lyssningsomständigheterna i sitt eget arbetsutrymme.

Nuförtiden är musikproduktion på egen hand hemifrån allt vanligare och producenter jobbar i alla slags olika utrymmen. Det är då viktigt att göra allt man kan för att få ut det mesta av akustiken i sitt respektive arbetsutrymme. En begränsande faktor kan vara arbetsutrymmets huvudsakliga användning. Arbetar man i ett skilt arbetsrum eller exempelvis ett sovrum? Jag själv har min hemstudio i mitt sovrum. Eftersom jag inte är den enda som vistas i mitt sovrum måste jag ta i hänsyn rummets estetik och andra boendes trivsel. Det betyder att jag måste effektivt integrera akustikmodifikationerna i inredningen eller skapa temporära akustikstrukturer som kan enkelt gömmas då de inte används. En annan begränsande faktor i specifikt mitt lyssningsrum är högtalarplaceringen. Jag har

inte tillräckligt med utrymme för att kunna placera mitt arbetsbord eller högtalare på något annat sätt än hur de är placerade just nu, vilket betyder att jag måste arbeta runt dessa variabler. I detta arbete undersöker jag hur jag kan påverka akustiken i min hemstudio med lätt tillgängliga, vardagliga medel och metoder, utan att drabba utrymmets hemtrevlighet och estetik.

2 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNING

Syftet med arbetet är att undersöka hur stor påverkan lätt tillgängliga, vardagliga medel och metoder har i akustikbehandling av en hemstudio i ett sovrum. Undersökningens primära uppgift är att minimera akustikens påverkan på lyssningen i mitt eget lyssningsutrymme. Sekundärt kan arbetet också ge allmänna idéer om metoder som kan tillämpas i andra utrymmen. På grund av de begränsande faktorerna i denna fallstudie är min frågeställning följande:

- Hur påverkas akustiken i ett sovrum som hemstudio efter en akustikbehandling med hjälp av lätt tillgängliga medel utan att försämra utrymmets hemtrevlighet?

3 TEORETISK REFERENSRAM

3.1 Lyssningsposition

Inom ljudproduktionsbranschen verkar det vara allmän konsensus att högtalarna och lyssningspositionen skall placeras som en likvinklig triangel. Då är högtalarna placerade på en 60° bredd, sett ifrån lyssnaren. Otaliga artiklar om akustik på nätet rekommenderar denna högtalarplacering och i *The Master Handbook of Acoustics* beskriver författaren Alton Everest studier om ljudreflektioner som är gjorda enligt "an arrangement of loudspeakers very much like the traditional high-fidelity, stereophonic arrangement [...]"

The observer is seated at the apex so that lines drawn to the two loudspeakers are approximately 60 degrees apart” (2001 s. 355). Det var dock omöjligt att hitta en definitiv förklaring för varför en 60° likvinklig triangel har blivit en allmän standard i branschen. I sin studie om hur ljudvågor innesluter lyssnare nämner Griesinger ett av sina experiment om interaural fluktuation. Interaural fluktuation innebär hur fasskillnaden mellan en signal från två ljudkällor i samma utrymme påverkar hur lyssnaren upplever ljudets riktning. För optimal fluktuation på en 1000Hz signal är ljudkällornas placering ideal i en 60° kon från lyssnarens huvud. (1998 s. 6). Om något i samband med denna information är basen för varför högtalarplaceringens allmänna standard anses vara i en 60° likvinklig triangel är oklart, men för min undersökning och dess ändamål anser jag att denna information är tillräcklig för att övertyga mig om att följa den.

3.2 Modalt impulssvar

Stängda utrymmen har alltid vad som kallas ett modalt impulssvar. Modala impulsvaret beskriver hur ljudvågor reflekteras fram och tillbaka mellan två eller flera ytor. Då alla olika frekvensers ljudvågor reflekteras i ett stängt utrymme skapas det positioner i rummet där vissa frekvenser ökar i volym och andra sjunker i volym. Var dessa positioner skapas beror på geometrin av rummet. (Alton Everest 2001 s.530)

3.3 Akustikbehandling

En allmän regel att ta hänsyn till då man gör akustikbehandling av ett utrymme är att ljudvågor på olika frekvenser beter sig olika då de reflekteras i ett utrymme. Enligt Alton Everest kan tänka som att låga frekvenser är som vågor som sprids runt rummet åt alla håll medan högre frekvenser reflekteras från ytor mer som en ljusstråle reflekteras i en spegel, i samma vinkel vidare från ytan som den inkommande strålen. (2001 s. 235)

Rummets primära reflektionspunkter är viktiga att behandla. De första reflektionerna kommer från ytorna som är närmast ljudkällan, i detta fall högtalarna. Behandling av väggen och hörnen närmast högtalarna är då bra att börja med. Primära reflektioner i taket, golvet, sidoväggarna och bakväggen kan identifieras med en hjälpreda och en spegel. Medan lyssnaren sitter i lyssningspositionen för hjälpredan en spegel längs med tak, golv och väggar. Då lyssnaren kan se högtalarens element i spegeln, vet man att då ljudvågen träffar spegelns position reflekteras den direkt till lyssningspositionen. Dessa reflektionspunkter är viktiga att behandla med något slags absorberande material. (Alton Everest s. 411-412)

Speciellt i rektangulära utrymmen är det viktigt att försöka behandla rummets modala impulssvar. Detta går att behandla med att installera dämpningsmaterial på rummets alla fyra väggar och i taket. Utöver det är behandling av rummets hörn viktigt speciellt i rektangulära utrymmen. (Alton Everest 2001 s. 225) I kvadratiska och rektangulära rum förekommer det ofta problem med speciellt låga frekvenser som orsakar olika basfrekvenser att höras antingen för högt eller inte alls. (Mommertz 2009 s. 83) Detta orsakas oftast av stående vågor. Stående vågor förekommer då en ljudvåg studsar fram och tillbaka mellan två parallella ytor. Då frekvensen på ljudvågen och därmed våglängden är proportionell med avståndet mellan ytorna, orsakar det att reflektionernas fas antingen ökar ljudvågornas gemensamma energi eller så tar de ut varandra i specifika positioner i rummet. (Alton Everest 2001 s. 240) Dessa positioner kan vara speciellt problematiska om de hamnar i lyssningspositionen. Ett lätt sätt att kontrollera uppbyggandet av stående vågor är att dämpa den punkt på bakväggen dit direkta basljudsvågorna ur ljudkällan träffar (Alton Everest 2001 s. 436). Då dämpas studsens tillbaka och effekten av de stående vågorna mellan bak och framväggen reduceras drastiskt.

Tjockleken på absorberande materialet som används för akustikbehandling har också betydligt större påverkan på låga frekvenser än höga. Ovanför 500Hz är påverkan av materialets tjocklek obetydlig. Placering av akustikpaneler eller absorberande material en bit ifrån väggen, så att det blir mellanrum mellan materialet och väggytan, kan också ha en betydlig positiv inverkan på behandlingens effektivitet. (Alton Everest 2001 s. 190-191)

Gardiner kan användas som ett kostnadseffektivt sätt att göra akustikbehandling. Gardinens tjocklek och material är faktorer som påverkar absorberingsförmågan, men även bättre resultat kan fås med att inte dra gardinerna ut över hela väggen utan hellre täcka en mindre yta med mer vikta och vågiga gardiner. Distansen hur långt gardinerna hängs ifrån väggen påverkar också på effektiviteten. (Alton Everest 2001 s. 194)

4 METOD

Denna undersökning är en inneboende fallstudie, vilket innebär att resultaten inte direkt kan generaliseras. Fastän metoderna som används i denna studie kan utnyttjas i andra lyssningsutrymmen, kan man inte blint anta att resultaten skulle bli liknande i ett annat rum med annorlunda parametrar.

Denna undersökning görs genom att stegvis göra akustikbehandlingar i rummet enligt de presenterade akustikteorierna i kapitel 3, och jämförelse av mättningsresultat efter varje steg. Mättningsresultatens jämförelse redogör för hurdan påverkan varje steg har på rummets akustik. Mätning görs efter varje steg för att kunna dra en slutsats om hurdan påverkan varje enskilt steg har på akustiken i rummet.

På grund av begränsningarna i material och metoder som jag kunde använda, var det omöjligt att behandla rummets tak på något meningsfullt sätt. Därför gjordes alla mätningar från två olika positioner, en högre och en lägre. Tanken var att jämföra ifall det hjälper akustiken att sitta lägre ner så att högtalarna lutas neråt och därmed påverkas mindre av takreflektioner. Golvet behandlades inte heller med något utöver de möbler och mattor som redan var placerade i rummet. Möblerna och mattorna täckte redan färdigt

majoriteten av de reflekterande ytorna av golvet och inga ytterligare primära reflektionspunkter hittades på golvet.

4.1 Mätningstrustning

För att göra mätningarna används en mjukvara som heter Room EQ Wizard. Jag blev tipsad om att använda mjukvaran i fråga av Risto Hemmi, Studiochef på Finnvox Studiot Oy och diplomingenjör i akustik.

Room EQ Wizard är lätt att använda och den innehåller en hel del funktioner utöver frekvensresponsmätning, exempelvis rumsreverbsmätning. Mjukvaran används och utvecklas av professionella runtom om i världen. Dessutom är Room EQ Wizard gratis, vilket gör den lätt tillgänglig. (Hemmi, 2020)

Mätningen görs med Genelecs GLM-mätmikrofon. Mikrofonens unika frekvensrespons matas in i Room EQ Wizard så att mikrofonens responskurva kompenseras för i mätningen och därmed förvrängs inte resultatet av mikrofonens karaktäristik. Högtalarna som används är ett par Genelec 8340A högtalare.

Mätningssgraferna som visas i arbetet är formaterade enligt följande:

- Blåa kurvan indikerar mätningssresultatet av frekvenssvepet ur vänstra högtalaren
- Röda kurvan indikerar mätningssresultatet av frekvenssvepet ur högra högtalaren

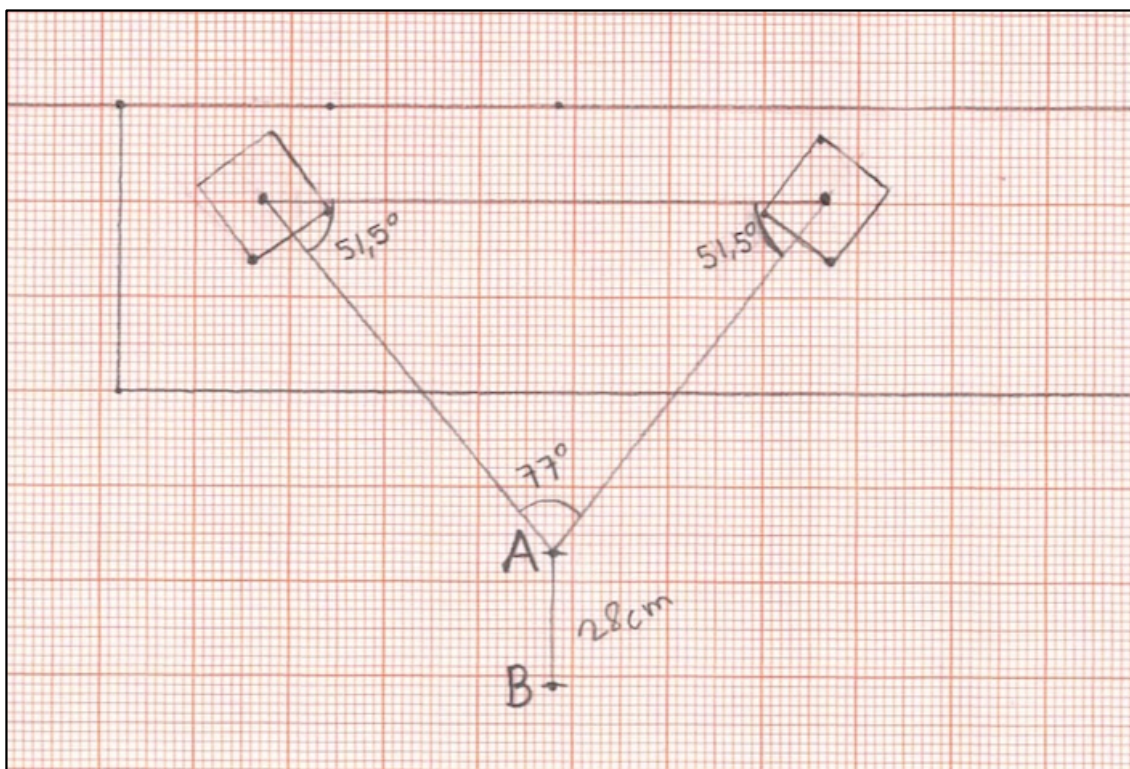
Värdet på den vågräta axeln är signalens frekvens, formaterad enligt människans hörbarhetsområde mellan 20Hz och 20kHz. Lodräta värdet innebär ljudtrycksnivån i decibel

(dB) enligt SPL-skalan (Sound Pressure Level). På den logaritmiska dB SPL-skalan innebär en 6dB ändring fördubbling eller halvering av ljudtryck och en 3dB förändring en fördubbling eller halvering av ljudets intensitet (Kramer & Brown 2018 s. 34). Även relativt små skillnader som 3dB har alltså en enorm betydelse på hur ljudet uppfattas av lyssnaren.

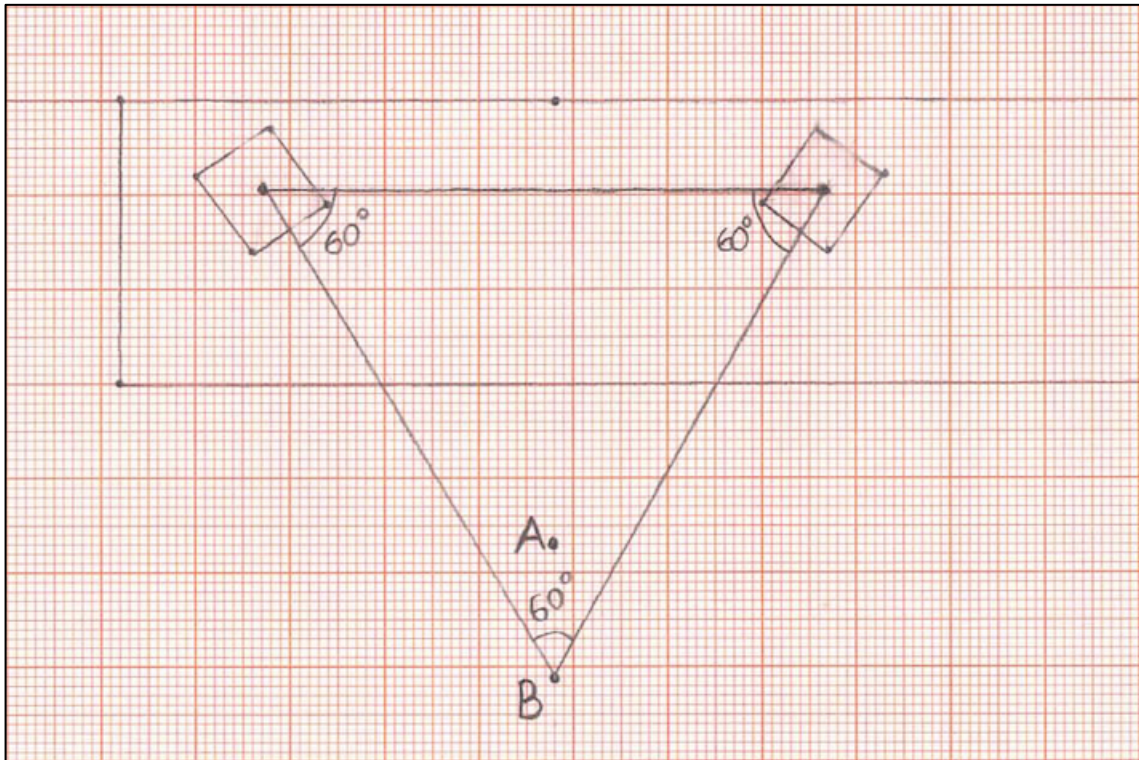
5 MÄTNINGSPROCESS OCH AKUSTIKBEHANDLING

5.1 Lyssningsposition

Första steget i processen var att jag måste hitta den ideala lyssningspositionen i mitt rum. Jag markerade min lyssningsposition som A och märkte att vinkeln från lyssningspositionen till högtalarna var 77° . Den ideala lyssningspositionen enligt teorin om att högtalarna skall vara placerade i 60° vinkel till lyssnaren, var 28cm längre bak (position B) än var min lyssningsposition var tidigare.

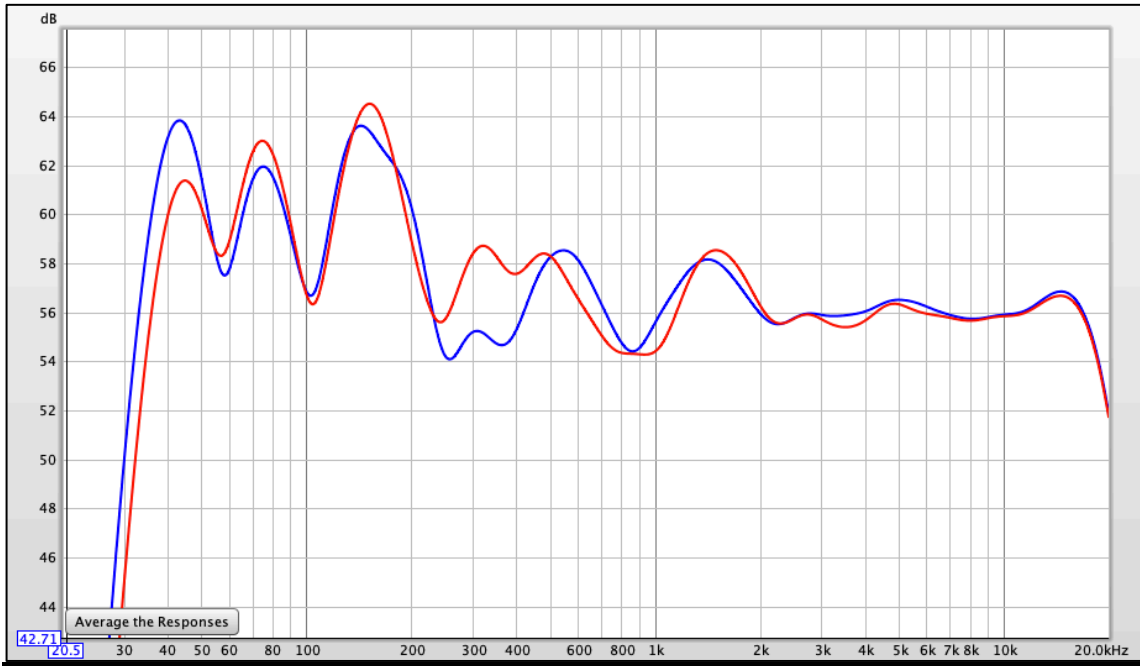


Figur 1 - Vinkelmätning på ursprungliga lyssningspositionen (Ritningen är gjord på millimeterpapper i skalan 10 mm = 20 cm i verkligheten)

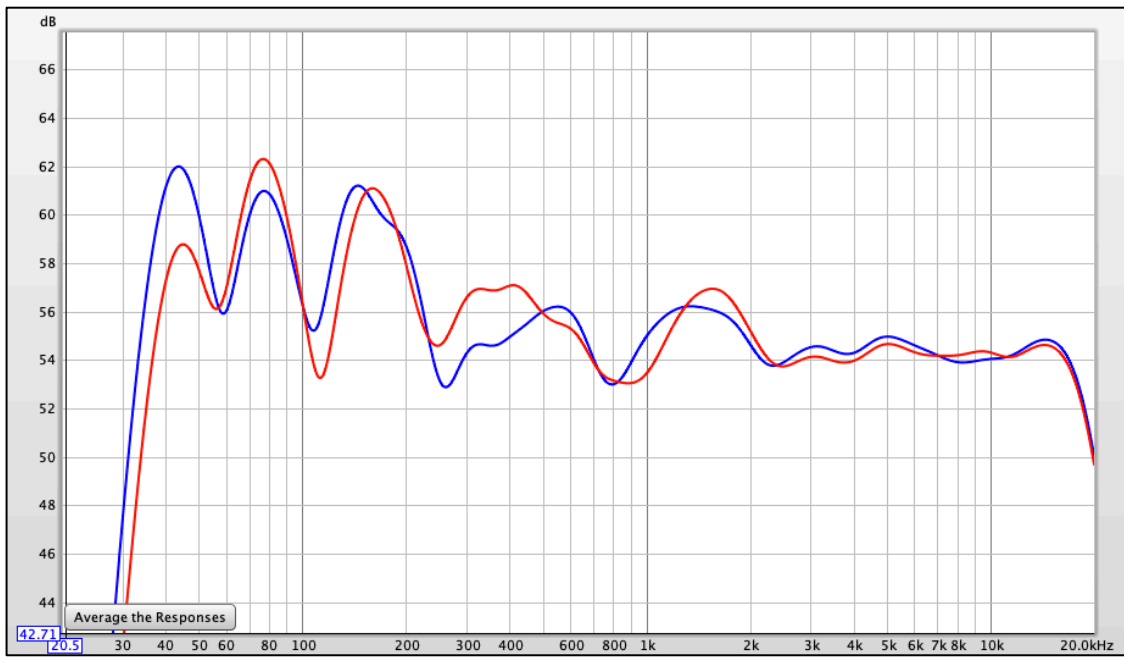


Figur 2 - Vinkelmätning på den ideala lyssningspositionen (Ritningen är gjord på millimeterpapper i skalan 10 mm = 20 cm i verkligheten)

Mätningarna i position B gjordes på två olika höjder för att undersöka påverkan av högtalarnas vinkel. Under undersökningens lopp blev det klart att påverkan på akustiken i var mer märkbar i den lägre lyssningspositionen, så jämförelserna mellan modifikationerna i rummet gjordes med mätningsresultaten från den lägre positionen. I figurerna 3 och 4 ser man skillnaden mellan mätningen i position A och den lägre position B. Låga frekvensområdet får en aning större gropar och toppar men området mellan 200Hz och 1kHz jämnas ut betydligt.



Figur 3 - Frekvensresponsmätning av ursprungliga lyssningspositionen utan modifierationer



Figur 4 - Frekvensresponsmätning av nya lyssningspositionen utan modifierationer

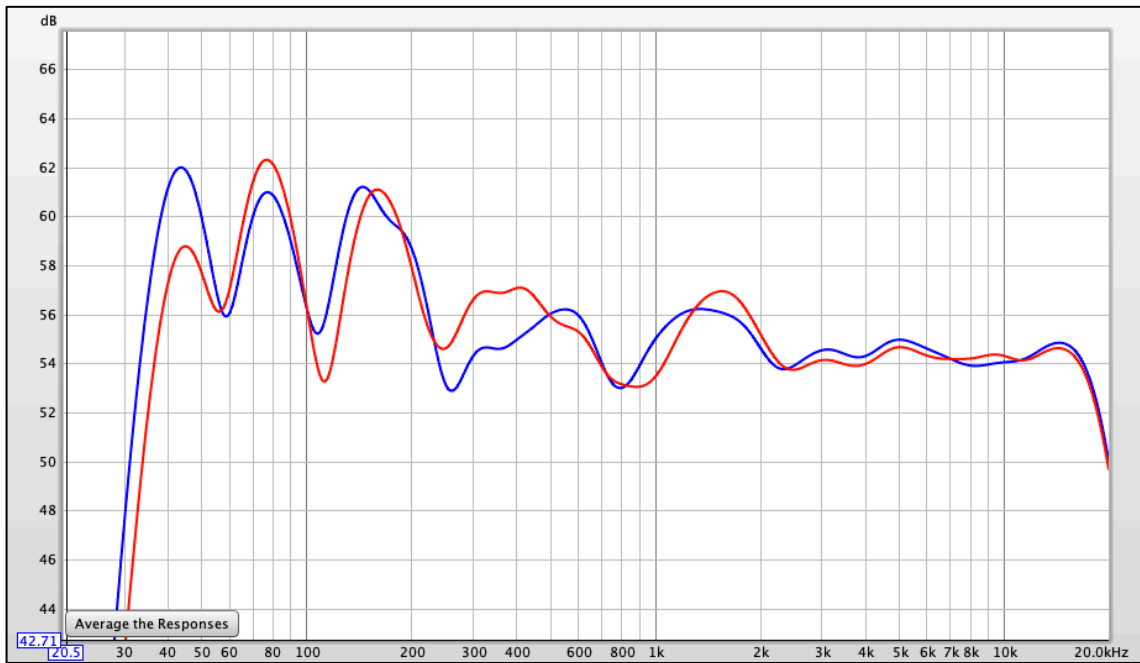
5.2 Omedelbara modifieringar

De första modifieringarna jag gjorde var att dra gardinerna för fönstret på högra väggen av rummet och öppnade alla fyra klädkåpsdörrar på vänstra väggen. Gardinerna fungerade som ett dämpande material längs med hela högra väggen och de hängde en bit ifrån fönstret för att få ökad effektivitet. Skåpdörrarna öppnades så att de pekade direkt mot den diagonalt placerade högtalaren, för att ha så liten reflektiv yta som möjligt. Dessa modifieringar hjälpte också med att minimera effekten av att de två väggarna är parallella.

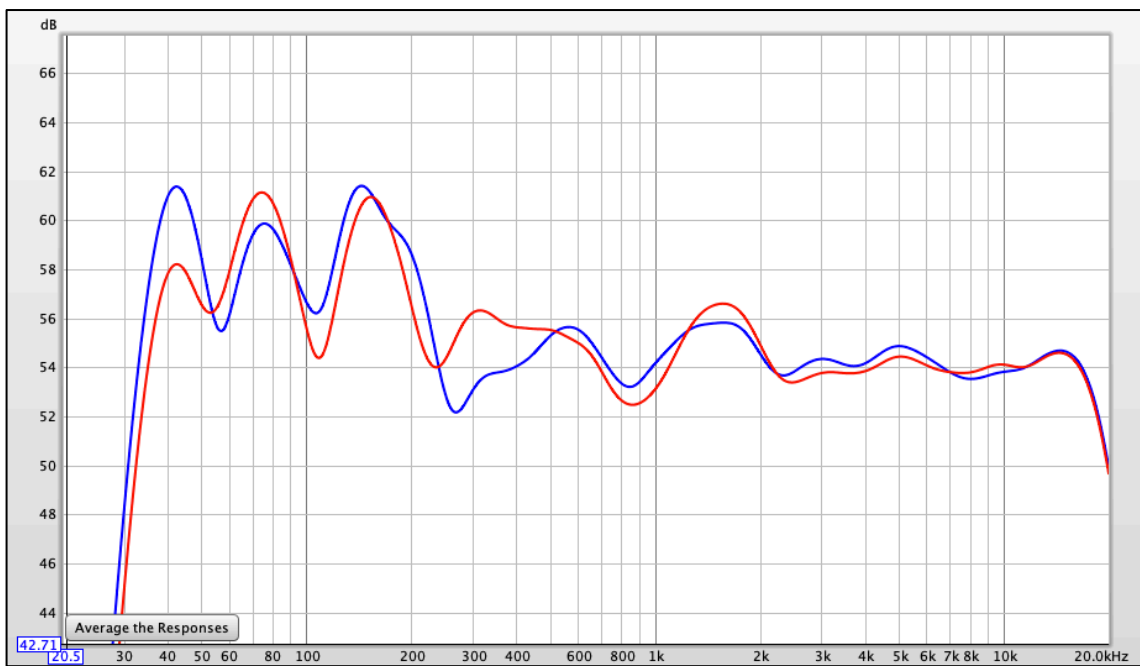


Figur 5 - Bild på rummets ursprungsläge

Mätresultaten var lovande (se fig. 4 och 6). De låga frekvenserna jämnades ut betydligt, speciellt i signalen ur högra högtalaren (röda kurvan i grafen).



Figur 4 - Frekvensresponsmätning av nya lyssningspositionen utan modifierationer

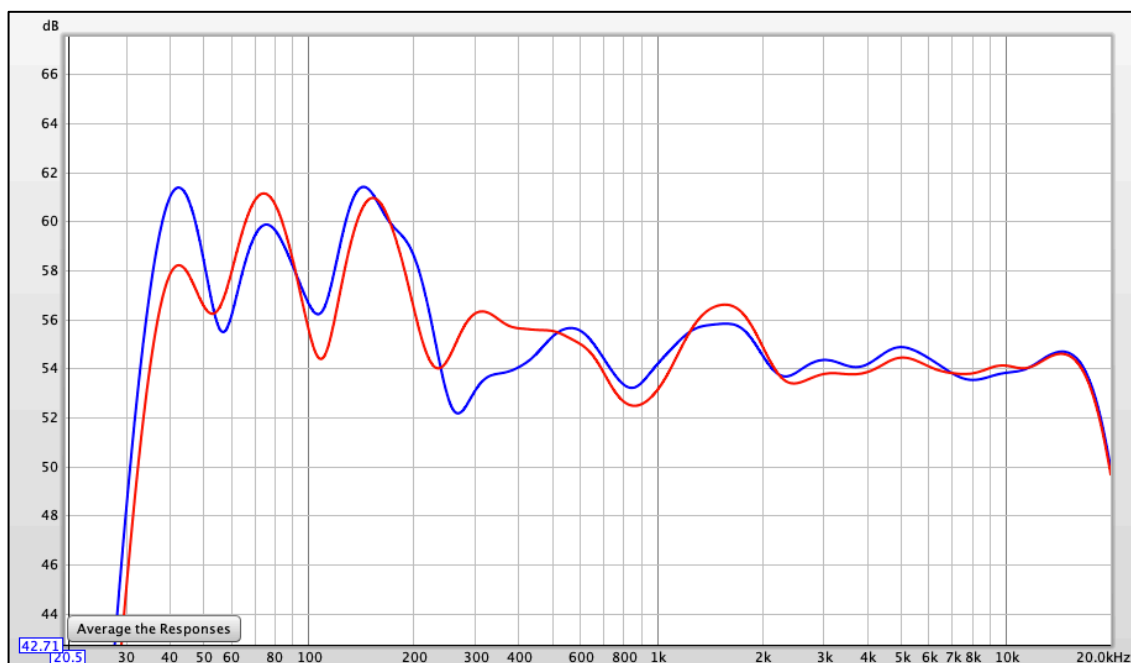


Figur 6 - Frekvensresponsmätning i nya lyssningspositionen efter modifierationerna i delkapitel 5.2

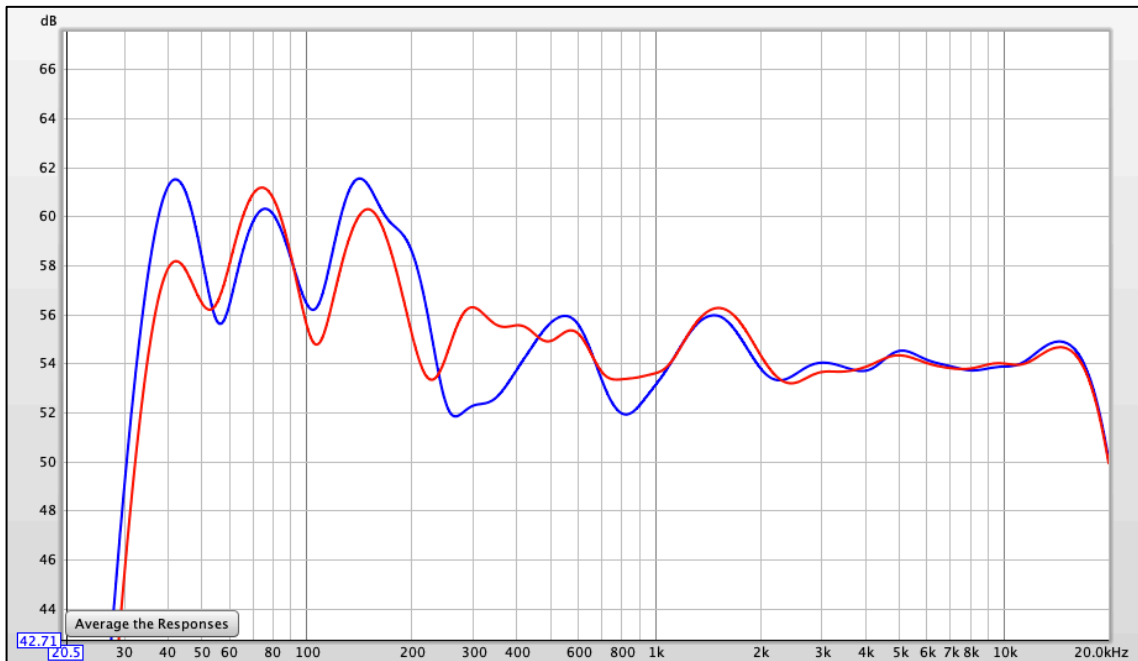
5.3 Hörn och nära reflektioner

Följande steg var att behandla hörnen och väggen närmast högtalarna så som teorin föreslog (se 3.3). Jag hängde tjocka filter i båda ändorna av gardinstången för att ta hand om hörnen på högra väggen. Till näst hängde jag en tjock filt mellan den öppna skåpdörren och skåpet i bakhörnet av vänstra väggen och till sist en fjärde tjock filt i vänstra främre hörnet. Utöver det satt jag två glasfiberpaneler mellan högtalarna och väggen för att kontrollera direkta reflektioner från framväggen. På en hylla ovanför högtalarna lade jag ännu en tredje glasfiberpanel, som kan gömmas bakom en tavla för att behålla rummets hemtrevlighet.

Resultaten var blandade (se fig. 6 och 7). Medan högra högtalarens reflektioner jämnades ut på speciellt på 150Hz och 850Hz område, såg det ut att vänstra högtalarens kurva blev en aning mindre jämn.



Figur 6 – Frekvensresponsmätning i nya lyssningspositionen efter modifieringarna i delkapitel 5.2



Figur 7 - Frekvensresponsmätning i nya lyssningspositionen efter modifieringarna i delkapitel 5.3

5.4 Sidväggar, bakvägg och reflektionspunkter

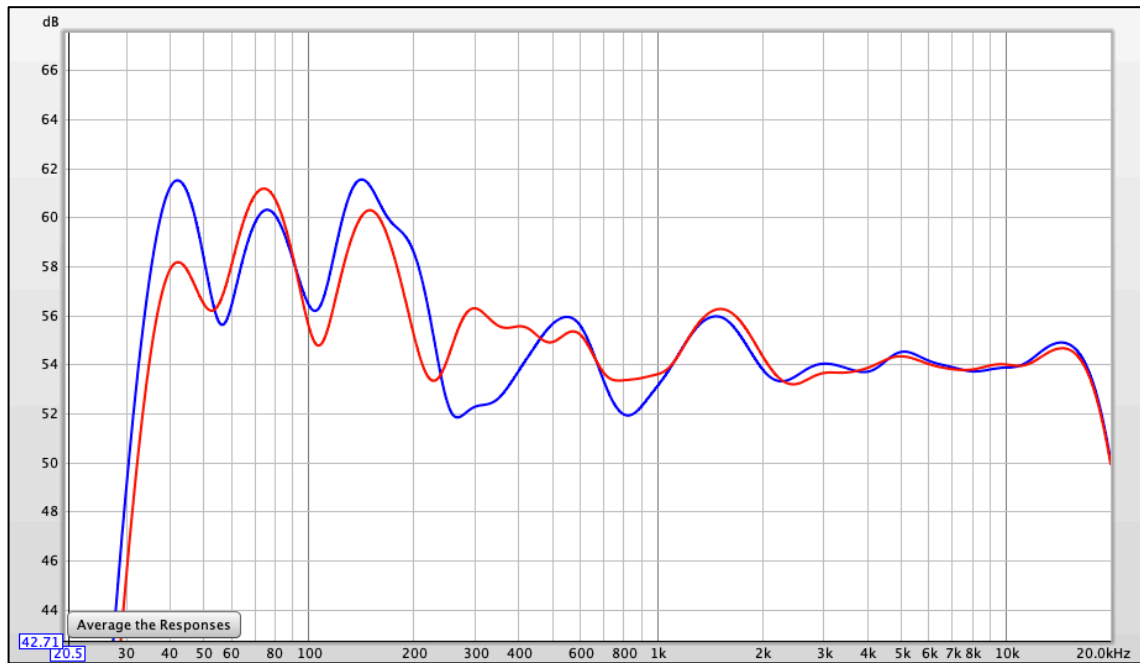
Följande steg var att behandla sidväggarna ytterligare. Jag hängde upp ett till par, betydligt tjockare gardiner på högra väggen på en parallell gardinstång för att få ett till dämpande lager. På vänstra väggen lade jag en stång över de öppna skåpdörrarna och hängde tjocka filter framför det öppna klädskaftet.

De tjockare gardinerna gömdes bakom de tunnare för att inte påverka inredningen i rummet. Filtarna på vänstra väggen var alla temporära strukturer som kan gömmas och tas fram då de behövs och är därmed inte störande för estetiken.

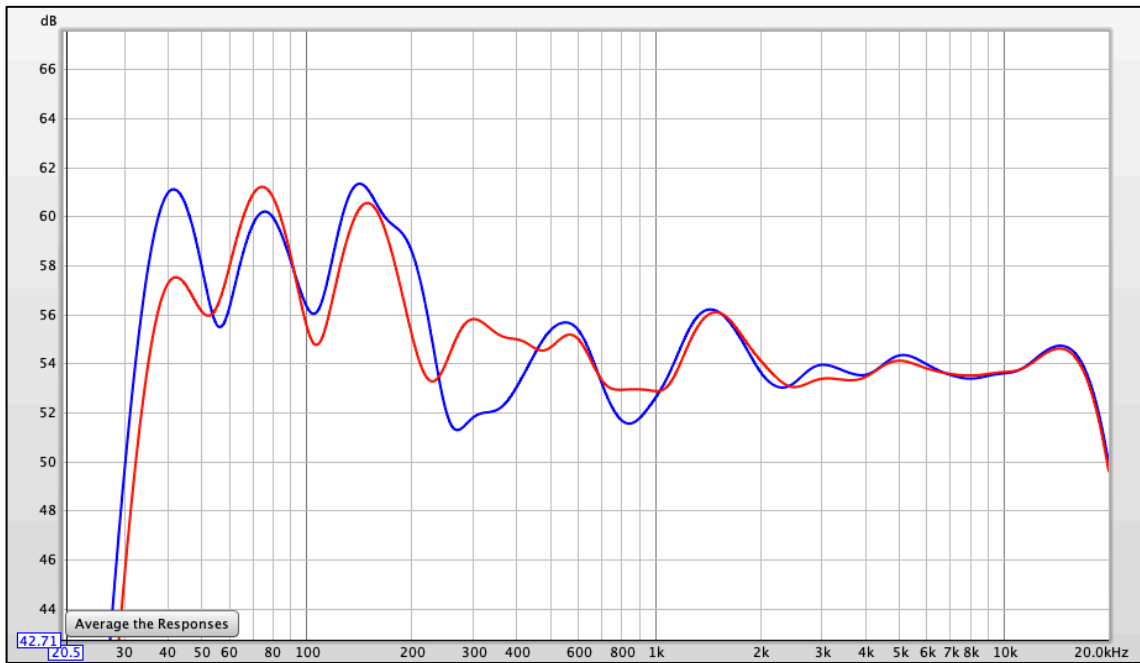
På bakväggen placerade jag två stora glasfiberpaneler som kan gömmas t.ex. bakom en sänggavel. Framför ”sänggaveln” radade jag ännu upp en hel del dynor för att ge dämpningen mer massa. Ovanför datorbordet i bakre högra hörnet av rummet placerades en liten glasfiberplatta som platshållare för exempelvis en tavla.

Till sist gick jag igenom rummet med en spegel för att identifiera direkta reflektioner men alla positioner där man kunde se högtalaren från spegeln var redan täckta.

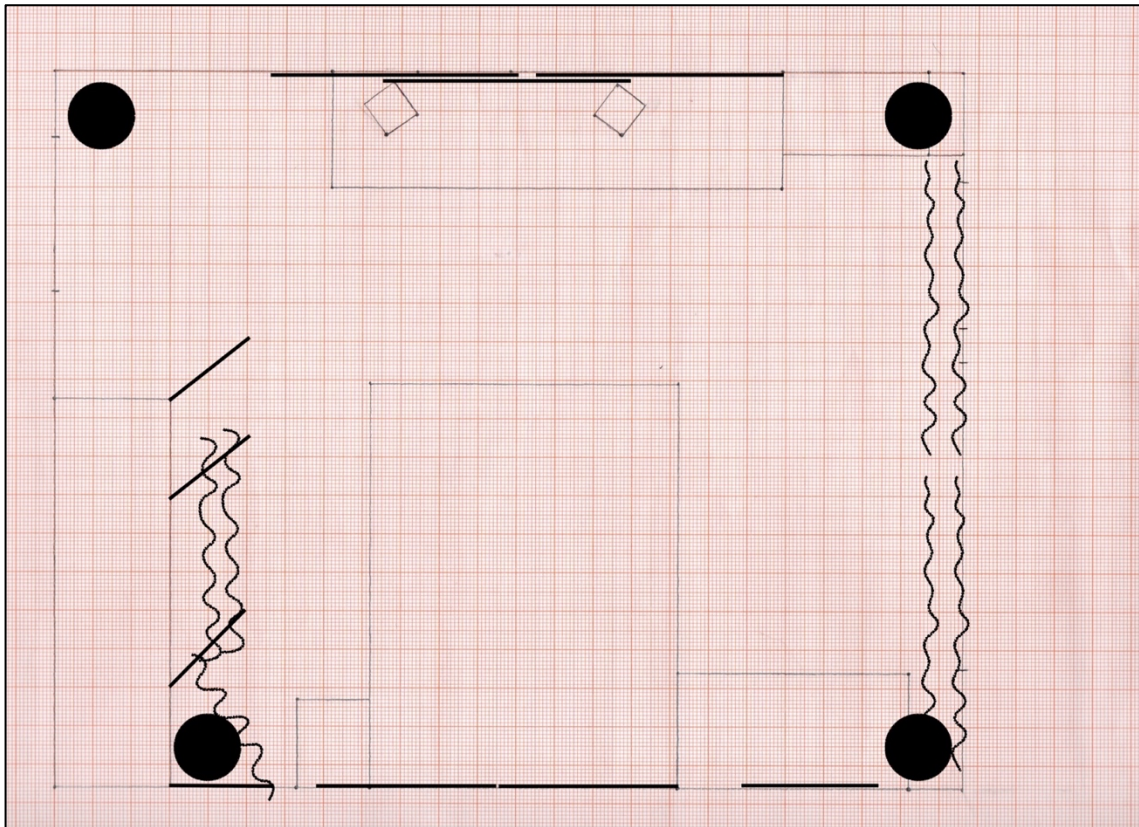
De sista modifikationerna jämnade till låga frekvenserna under 200Hz en aning, speciellt i vänstra högtalarens reflektioner, men allt som allt var skillnaden relativt minimal. (se fig. 7 och 8)



Figur 7 – Frekvensresponsmätning i nya lyssningspositionen efter modifikationerna i delkapitel 5.3



Figur 8 - Frekvensresponsmätning i nya lyssningspositionen efter modifikationerna i delkapitel 5.4



Figur 9 - Markering av alla gjorda modifikationer i rummets bottenplan (Ritningen är gjord på millimeterpapper i skalan 10mm = 20cm i verkligheten)

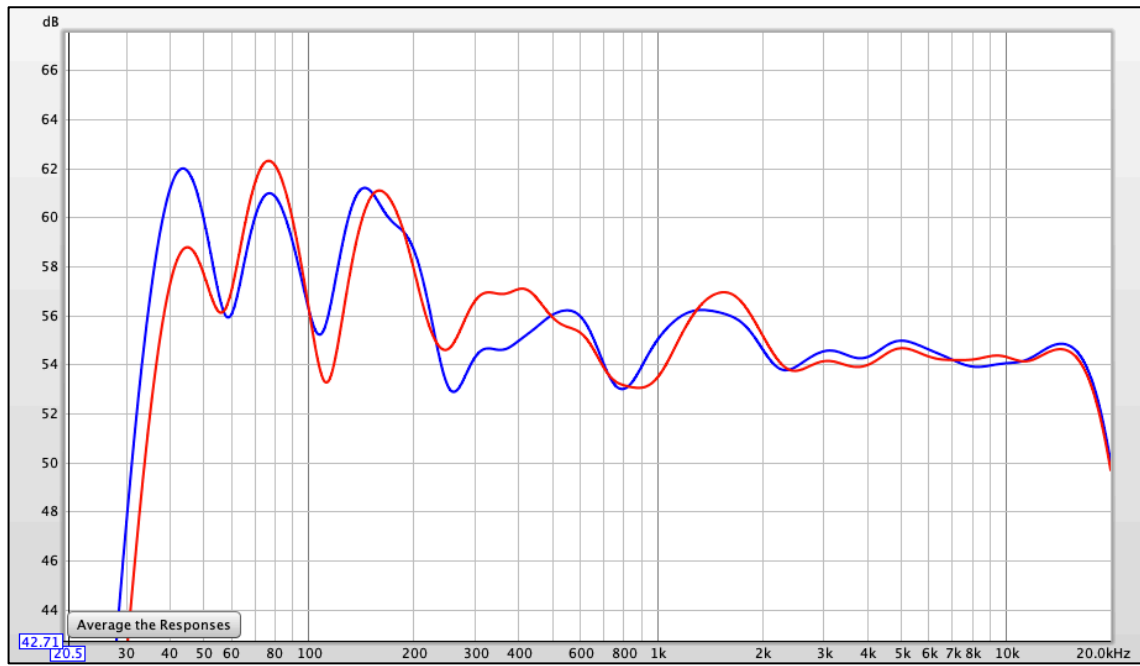


Figur 10 - Bild på gjorda modifieringar till framväggen och framväggens hörn

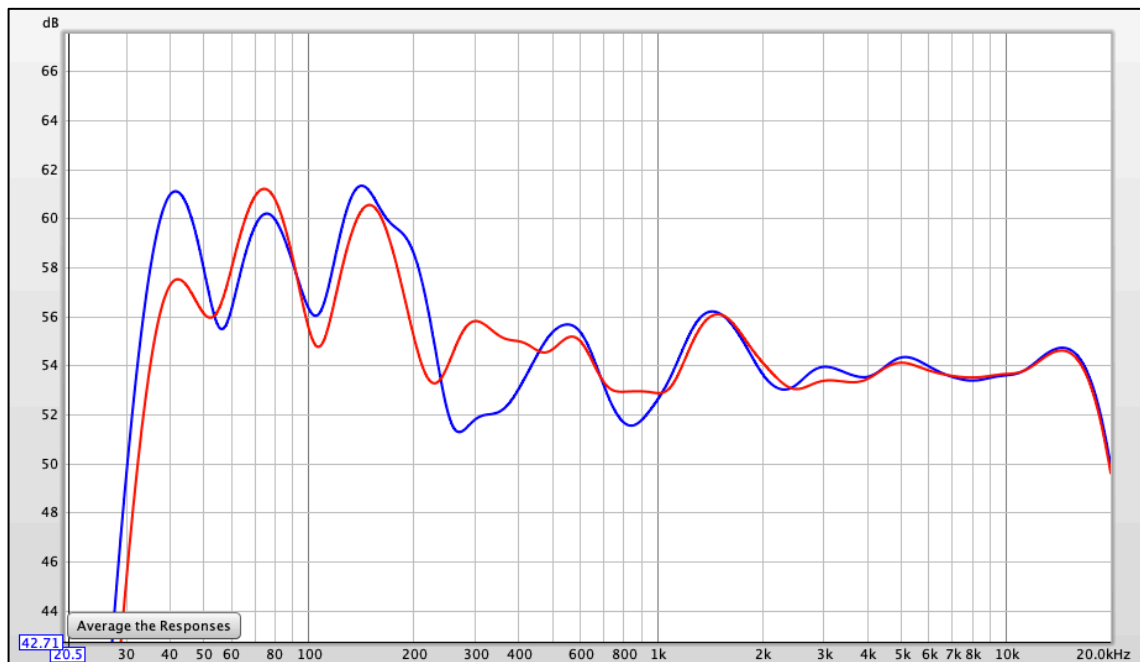


Figur 11 - Bild på gjorda modifieringar till bakväggen och bakväggens hörn

6 RESULTAT



Figur 3 – Frekvensresponsmätning av ursprungliga lyssningspositionen utan modifierationer



Figur 8 – Frekvensresponsmätning i nya lyssningspositionen efter modifierationerna delkapitel 5.4

Då man jämför den första mätningen (fig. 3) med den sista (fig. 8), kan man se en betydlig utjämning i rumsresponsen för signal från den högra högtalaren. Reflektionskurvan från den vänstra högtalaren har till och med blivit en aning mindre jämn, speciellt mellan 250Hz och 2000Hz.

På låga frekvenser under 200Hz har responsen från högra högtalaren jämnats till enormt medan vänstra har hållits ungefär som det samma. Allmänt är volymen av basfrekvenserna i proportion till resten av spektrumet 4-5dB högre, vilket kanske skulle kunna fixas med att använda tjockare dämpningsmaterial. Det kan dock vara svårt ifall estetik och hemtrevlighet är en hög prioritet då man gör akustikbehandling i sovrumsrum.

Mellan 200Hz och 4kHz har responsen från högra högtalaren igen jämnats ut en hel del medan vänstra sidan har blivit allt som allt en aning mer ojämn. Skillnaden mellan båda sidorna från 400Hz upp till 4kHz har dock minskats, vilket indikerar en mer symmetrisk frekvensrespons och därmed klarare stereobild i lyssningsutrymmet.

Från 4kHz uppåt har rumsbehandlingen jämnat ut signalerna effektivt. Responskurvorna från båda högtalarna är nästan identiska vilket innebär en perfekt symmetri i lyssningen.

Sist och slutligen var påverkan av akustikbehandlingen relativt obetydlig. Dock lönar det sig att göra den akustikbehandling man kan med de medel man har tillgängliga. Om eftersträvan är att få en betydligt större påverkan på akustiken i mitt sovrumsrum än vad denna undersökning åstadkom, kan det konstateras att det högst antagligen inte är möjligt med de begränsningar som fanns.

Det skulle vara intressant att vidareforska ifall akustikbehandlingen skulle ha större påverkan på rummets frekvensrespons, om man ändrade vissa begränsande variabler

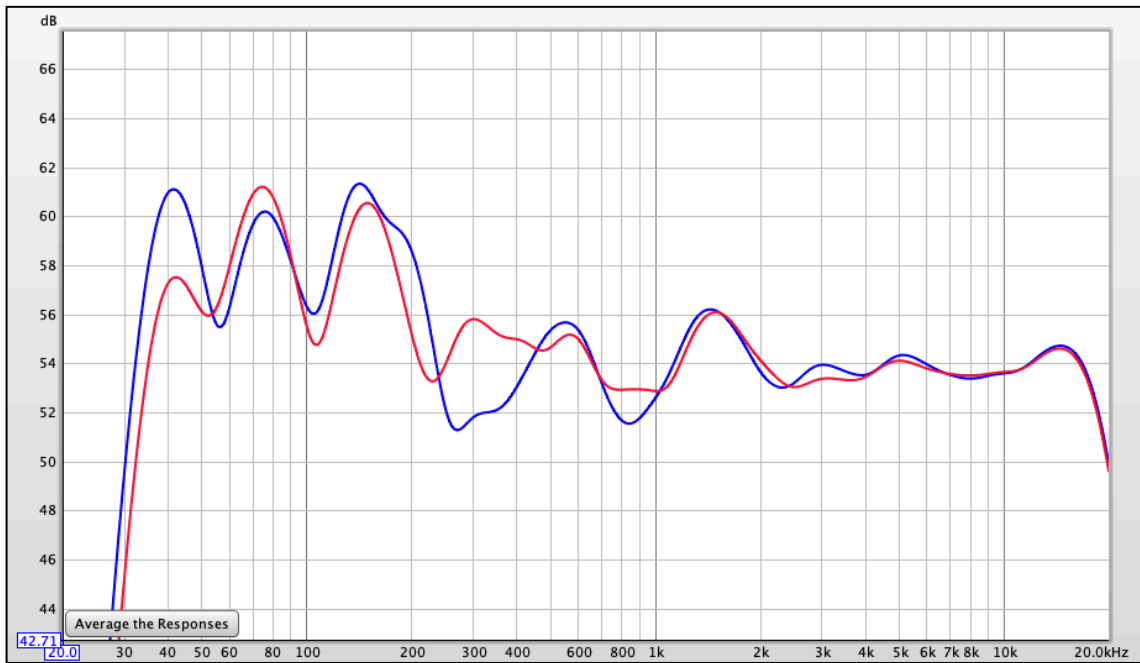
förekommande i denna fallstudie. Exempel på dessa begränsningar är fastslagen högtalarplacering, prioritering av hemtrevlighet och användning av lätt tillgängliga medel.

7 JÄMFÖRELSE MED GENELEC GLM-KALIBRERING

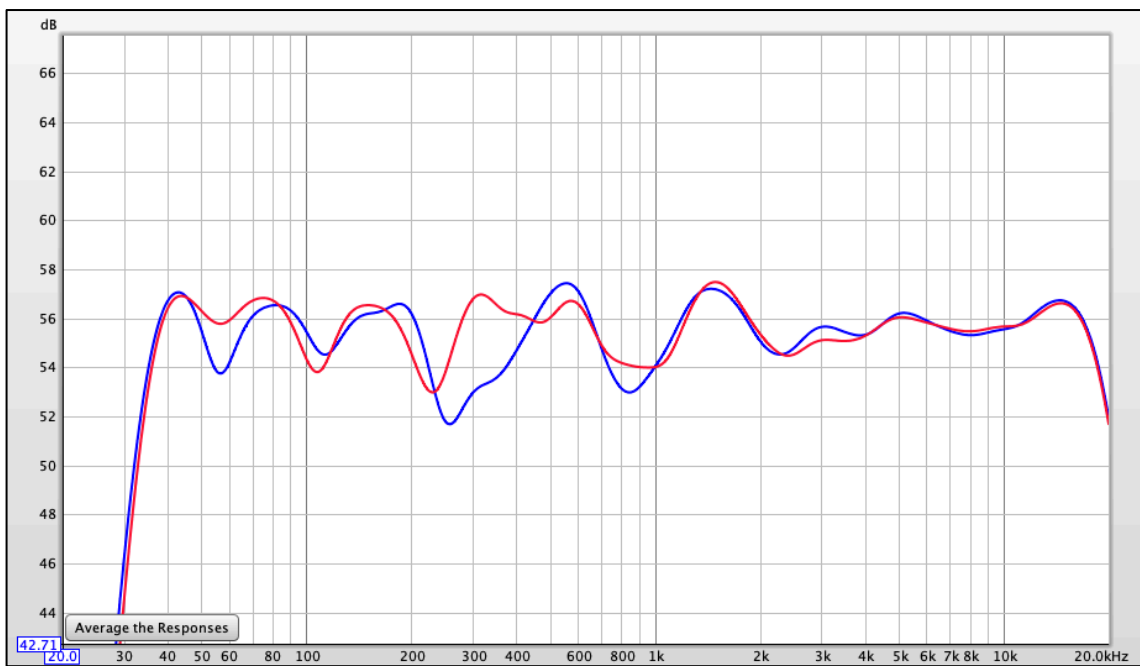
Till sist kalibrerade jag högtalarna med Genelecs egna GLM-mjukvara. GLM, eller Genelec Loudspeaker Manager är en mjukvara som analyserar ett rums lyssningskarakteristik på ett liknande sätt som Room EQ Wizard, med frekvenssvop från båda högtalarna som analyseras med hjälp av GLM-mätmikrofonen. GLM:s AutoCal funktion matar in mättningsresultatet i Genelecs SAM högtalare för att kalibrera dem för utrymmet de används i. (Genelec 2020a) SAM (Smart Active Monitor) högtalare kan variera sin frekvensrespons baserat på mättningsdatan och därmed korrigera lyssningen för eventuell ojämn frekvensrespons i lyssningsrummet. (Genelec 2020b)

I figurerna 8 och 12 kan man se skillnaden i mättningsresultaten före och efter högtalarnas kalibrering. Man kan se en klar skillnad på hur mycket jämnare rumsresponsen är efter kalibreringen.

Faktumet är att jag med hjälp av högtalarkalibrering kunde få en betydligt jämnare responskurva i rummet. Detta framhäver hur i proportion liten påverkan alla akustikbehandlingar som gjordes i denna undersökningen sist och slutligen hade. En fråga som uppstod var ifall akustikbehandlingen påverkade Genelecs kalibrerings effektivitet?



Figur 8 – Frekvensresponsmätning i nya lyssningspositionen efter modifieringerna delkapitel 5.4



Figur 12 - Frekvensresponsmätning i nya lyssningspositionen med alla modifieringar, efter kalibrering av

KÄLLOR

Alton Everest, F., 2001, *The Master Handbook of Acoustics*, 4 uppl., McGraw-Hill

Genelec, 2020a, Tillgänglig: <https://www.genelec.com/glm>

Hämtad: 29.4.2020

Genelec, 2020b, Tillgänglig: <https://www.genelec.com/smart-active-2-way-studio-monitors>

Hämtad: 29.4.2020

Griesinger, D., 1998, *Speaker Placement, Externalization, and Envelopment in Home Listening Rooms*, Lexicon, Bedford, MA

Hemmi, R., 2020, *Redogörelse om varför han valt att använda Room EQ Wizard och vad som gör den så bra* [e-post], transkriberad och bifogad till detta arbete 29.4.2020

Kramer, S. & Brown, D., 2018, *Audiology: Science to Practice*, 3 uppl., Plural Publishing, San Diego, CA

Mommertz, E., 2009, *Acoustics and Sound Insulation: Principles, Planning, Examples*, Walter de Gruyter GmbH

BILAGOR

BILAGA 1

Intervju med Risto Hemmi

Den 29 April 2020, via e-post

Intervjuare: Niklas Jussila

NJ: Mikä tekee Room EQ Wizardista niin hyvän ja miksi olet itse valinnut käyttää juuri sitä mittauksiin?

RH: REW (Room EQ Wizard) on helppokäyttöinen ja siinä on todella paljon ominaisuuksia taajusvastemittausten lisäksi, esim. jälkikaiunta-ajan mittaus. Kaiken lisäksi REW on ilmainen. Sitä käyttävät ammattilaiset ympäri maailmaa, jotka myös kehittävät ohjelmaa.