

Ljudisolering av en musikstudio

Oskar Packalén

Examensarbete för Musiker (YH)-examen

Institutionen för konst och kultur

Jakobstad 2023

EXAMENSARBETE

Författare: Oskar Packalén

Utbildning och ort: Musik, Jakobstad

Inriktning: Musiker

Handledare: Patrick Lax

Titel: Processbeskrivning av ljudisolering i Juke rf:s musikstudio

Datum: 20.11.2023 Sidantal: 30

Abstrakt

Syftet med detta examensarbete är att beskriva hur man kan forma om ett befintligt bostadshus till en hemmastudio för inspelning av musik. Att bygga en musikstudio har många utmaningar eftersom ljud i slutändan ska kunna kontrolleras enligt inspelningskaraktärernas behov. Med hjälp av ljudmätningar kan man hitta "fallgropar" men också finna styrkor i vägg- och golvstrukturerna. Enligt min uppfattning så har många en hemmastudio där man kan producera och editera musik digitalt men kanske inte har möjlighet att banda in högljudda element, som till exempel trummor eller sång. För detta ändamål kan man förstås hyra in sig i en professionell studio, men det kostar mycket pengar.

Min forskning grundar sig på analys av på vilket sätt ljudisolering kan appliceras i väggar och hur den påverkar ljudets spridning mellan olika utrymmen. Med hjälp av ljudtrycksmätningar har grafer tillverkats både före och efter ljudisoleringen så att skilladen i ljudtryck kan jämföras.

Ett forskningsresultat visar att ljudisoleringen lyckades, även om vissa kompromisser gjordes för att bibehålla estetiken i huset.

Musik, konst och kulturföreningen Juke rf ansåg att det finns ett behov av att erbjuda musikaliska kreatörer ett alternativ för tidigare nämnda ändamål och styrelsen beslöt sig därför för att bygga om några av rummen i föreningens hus till en musikstudio med mig som ledare av projektet. Studios ändamål är att erbjuda kreativa utrymmen, skapa nya kontakter och samarbetspartners samt ge möjlighet åt kreatörer att kunna arbeta på sina egna projekt.

I mitt examensarbete har jag gjort en processbeskrivning och forskat i hur man kan ljudisolera ett hus med bästa möjliga resultat utan att tappa känslan av ett egnahemshus och på vilket sätt föreningens musikstudio skiljer sig från en professionell- eller hemmastudio.

Språk: Svenska

Nyckelord: akustik, ljudisolering, musikstudio

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Oskar Packalén

Koulutus ja paikkakunta: Musiikkia, Pietarsaari

Suuntautumisvaihtoehto: Muusikko

Ohjaaja: Patrick Lax

Nimike: Äänieristyksen prosessikuvaus Juke rf:n musiikkistudiossa

Päivämäärä: 20.11.2023 Sivumäärä: 30

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata, miten olemassa oleva asuintalo voidaan muokata kotistudioksi musiikin tallentamista varten. Musiikkistudion rakentaminen kohtaa monia haasteita, koska äänen on lopulta oltava hallittavissa tallennuksen luonteen mukaisesti. Äänimittausten avulla voidaan tunnistaa "heikkoudet" mutta myös löytää vahvuuksia seinien ja lattioiden rakenteissa. Mielestäni monilla on kotistudio, jossa voi tuottaa ja muokata musiikkia digitaalisesti, mutta ehkä ei ole mahdollisuutta tallentaa kovia äänilähteitä, kuten esimerkiksi rummut tai laulu. Tähän tarkoitukseen voit tietysti vuokrata ajan ammattistudiossa, mutta se maksaa paljon rahaa.

Tutkimukseni perustuu siihen, miten äänieristystä voidaan soveltaa seinissä ja miten se vaikuttaa äänen leviämiseen eri tilojen välillä. Äänipaineen mittauksilla on laadittu kaavioita ennen ja jälkeen äänieristyksen, jotta äänenpaineen eroa voidaan vertailla.

Yksi tutkimustulos osoittaa, että äänieristys onnistui, vaikka joitakin kompromisseja tehtiin talon estetiikan säilyttämiseksi.

Musiikki-, taide- ja kulttuuriyhdistys Juke rf katsoi, että on tarpeen tarjota musiikillisia luojia vaihtoehto edellä mainittuun tarkoitukseen, ja hallitus päätti siksi muuttaa joitakin yhdistyksen talon huoneista musiikkistudioksi, jossa toimin projektin johtajana. Studion tarkoituksena on tarjota luovia tiloja, luoda uusia kontakteja ja yhteistyökumppaneita sekä antaa luojille mahdollisuus työskennellä omien projektien parissa.

Opinnäytetyössäni olen laatinut prosessikuvauksen ja tutkinut, miten talon äänieristystä voidaan parantaa mahdollisimman hyvin menettämättä omakotitalon tunnelmaa, ja miten yhdistyksen musiikkistudio eroaa ammatti- tai kotistudiosta.

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: akustiikka, äänieristys, musiikkistudio

BACHELOR'S THESIS

Author: Oskar Packalén

Degree Programme: Music, Pietarsaari

Specialization: Musician

Supervisor: Patrick Lax

Title: Process Description of Sound Isolation in Juke rf's Music Studio

Date: 20.11.2023 Number of pages: 30

Abstract

The purpose of this thesis is to describe how an existing residential house can be transformed into a home studio for music recording. Building a music studio poses many challenges because ultimately, sound needs to be controlled according to the requirements of the recording characteristics. Through sound measurements, one can identify "pitfalls" but also discover strengths in the wall and floor structures. In my opinion, many have a home studio where they can digitally produce and edit music but may not have the ability to record loud elements such as drums or vocals. For this purpose, one can, of course, rent time in a professional studio, but it comes at a significant cost.

My research is based on the analysis of how sound insulation can be applied to walls and how it affects the spread of sound between different spaces. Using sound pressure measurements, graphs have been created both before and after sound insulation so that the difference in sound pressure can be compared.

One research result indicates that sound insulation was successful, although some compromises were made to maintain the aesthetics of the house. The Music, Art, and Culture Association Juke rf believed that there is a need to offer musical creators an alternative for the aforementioned purpose, and therefore, the board decided to convert some of the rooms in the association's house into a music studio with me as the leader of the project. The purpose of the studio is to provide creative spaces, create new contacts and collaborations, and give creators the opportunity to work on their own projects.

In my thesis, I have provided a process description and researched how to soundproof a house with the best possible results without losing the feel of a private home, and in what ways the association's music studio differs from a professional or home studio.

Language: Swedish

Key words: acoustics, soundproofing, music studio

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	2
1.1	Bakgrund	2
1.2	Syfte	2
1.3	Forskningsfrågor	2
2	Forskningsmetod.....	3
3	Vision	3
3.1	Grundläggande plan	3
3.2	Kontrollrummet	5
3.3	Inspelningsrummet	5
3.4	Produktionsrummet.....	5
3.5	Ljudtrycksmätning.....	6
4	Genomförande	8
4.1	Renovering av produktionsrummet	8
4.2	Renovering av inspelningsrummet	9
4.3	Renovering av kontrollrummet	10
5	Resultat	11
5.1	Ljudtrycksmätning inomhus.....	11
5.2	Kontrollrummet.....	12
5.3	Produktionsrummet.....	13
5.4	Köket	14
5.5	Hallen	15
5.6	Rekreationsrum	16
5.7	Konstrum	17
5.8	Ljudtrycksmätning utomhus.....	18
5.9	Gräsmatta	19
5.10	Dalvägen	20
5.11	Centralvägen	21
5.12	Grannen	22
5.13	Sammanställda mätresultat och analys.....	23
6	Slutdiskussion.....	25
7	Källförteckning.....	29

Förteckning över grafer och bilder

3	Vision	
	3.5.1 Bild: Inspelningsrum graf.....	6
	3.5.2 Bild: Inspelningsrum (ljudtrycksmätning) 2021.....	7
	3.5.3 Bild: Inspelningsrum (ljudtrycksmätning) 2023.....	7
4	Genomförande	
	4.1.1 Bild: Första gips-skivan.....	8
	4.1.2 Bild: Produktionsrummet spacklat.....	8
	4.2.1 Bild: Ram för dubbel vägg med kabelrör.....	9
	4.2.2 Bild: Ram för fönster mot kontrollrum.....	9
	4.2.3 Bild: Applicering av stenull.....	9
	4.2.4 Bild: Tapetsering påbörjad på gips-skivor.....	9
	4.3.1 Bild: Kontrollrum dörröppning ombyggd.....	10
	4.3.2 Bild: Ljudisolerad ventilation.....	10
5	Resultat	
	5.2.1 Graf: Kontrollrum.....	12
	5.2.2 Bild: Kontrollrum (mätmikrofon) 2021.....	12
	5.2.3 Bild: Kontrollrum 2023.....	12
	5.3.1 Graf: Produktionsrum.....	13
	5.3.2 Bild: Produktionsrum (mätmikrofon) 2021.....	13
	5.3.3 Bild: Produktionsrum 2023.....	13
	5.4.1 Graf: Kök.....	14
	5.4.2 Bild: Kök (mätmikrofon) 2021.....	14
	5.4.3 Bild: Kök 2023.....	14
	5.5.1 Graf: Hall.....	15
	5.5.2 Bild: Hallen (mätmikrofon) 2021.....	15
	5.5.3 Bild: Hallen 2023.....	15
	5.6.1 Graf: Rekreatationsrum.....	16
	5.6.2 Bild: Rekreatationsrum (mätmikrofon) 2021.....	16
	5.6.3 Bild: Rekreatationsrum 2023.....	16
	5.7.1 Graf: Konstrum.....	17
	5.7.2 Bild: Konstrum (mätmikrofon) 2021.....	17
	5.7.3 Bild: Konstrum 2023.....	17
	5.9.1 Graf: Gräsmatta.....	19
	5.9.2 Bild: Gräsmatta (mätmikrofon) 2021.....	19
	5.9.3 Bild: Gräsmatta 2023.....	19
	5.10.1 Graf: Dalvägen.....	20
	5.10.2 Bild: Dalvägen (mätmikrofon) 2021.....	20
	5.10.3 Bild: Dalvägen 2023.....	20
	5.11.1 Graf: Centralvägen.....	21
	5.11.2 Bild: Centralvägen (mätmikrofon) 2021.....	21
	5.11.3 Bild: Centralvägen 2023.....	21
	5.12.1 Graf: Grannen.....	22
	5.12.2 Bild: Grannen (mätmikrofon) 2021.....	22
	5.12.3 Bild: Grannen 2023.....	22
	5.13.1 Bild: Ljudisolering mätresultat.....	23
6	Slutdiskussion	
	6.0.1 Bild: Inspelningsrummets tak.....	26
	6.0.2 Bild: Kontrollrum, kopplingstavla.....	28
	6.0.3 Bild: Inspelningsrum, kopplingstavla A.....	28

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Musik och ljud har alltid varit ett stort intresse för mig. Jag har länge drömt om att en dag planera och bygga en egen musikstudio. Tillsammans med en donator bestämde vi oss för att grunda föreningen Juke rf och hen erbjöd sig att donera pengar för att köpa ett hus där vi kunde erbjuda kreativa utrymmen för medlemmar. Efter att styrelsen blivit grundad besöktes några hus som var till salu i Jakobstad, varefter vi hittade ett där vi tyckte att både en musikstudio och en konstateljé passade in. Huset köptes i föreningens namn i augusti 2021. Den nyblivna föreningens styrelse kom överens om att jag skulle leda ombyggnaden av tre utrymmen i huset för en musikstudio och då bestämde jag mig att göra en processbeskrivning av renoveringen som examensarbete.

1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet är att göra en analys och en processbeskrivning i hur man kan renovera ett egnahemshus och ljudisolera utan att förändra känslan av att man befinner sig i ett egnahemshus. Med mitt arbete vill jag även hjälpa andra som planerar att bygga en musikstudio och på motsvarande sätt bidra med förståelse för hur ljudisolering fungerar och vilka problem samt kompromisser man kan behöva beakta.

Juke RF:s studio är varken en hemmastudio eller en helt professionell studio utan någonting mellan dessa termer. I mitt examensarbete vill jag komma fram till på vilket sätt man kan uppnå en så professionell inspelningsmiljö som möjligt i föreningshuset och vilka kompromisser som kan göras.

1.3 Forskningsfrågor

Mina forskningsfrågor lyder: 1) Hur skiljer sig föreningens musikstudio från en professionell- eller hemmastudio? 2) Hur kan man ljudisolera ett hus för bästa möjliga resultat och var kan man göra kompromisser? 3) Vad hade man kunnat göra annorlunda?

2 Forskningsmetod

Mitt examensarbete kan ses som det som Kananen (Kananen, 2012, s. 19) kallar "kehittämistutkimus" vilket innebär att man gör en forskning baserad på en teori, på vilken man utvecklar en forskning inom valt ämne. Jag har fokuserat på hur, varför och på vilket sätt studiorenoeringen gett lärdom och vilken förändring slutresultatet gav. Forskningen behandlar hur ljudisoleringen av rummen påverkar ljudläckage och varför. Stor del av planeringsarbetet har därför skett med hjälp av fackmänniskor genom intervjuer och diskussion. Jag har också skrivit en forskningsdagbok för att samla all information inför skrivandet av själva slutarbetet.

Baserat på Kananens bok (Kananen, 2012, S.52) går själva processen att dela upp i några olika steg: 1) Planering av renoeringen 2) Ljudmätningar före bygget 3) Ljudisolering och renoering 4) Ljudmätningar för jämförelse av förändring i ljudisolering 5) Eventuell förändring om behovet finns 6) Slutsatser. Jag har i mitt examensarbete valt att dela upp forskningen i vision, genomförande, resultat och slutdiskussion.

3 Vision

I detta kapitel redogör jag hur projektet planerades och med hjälp av vilka yrkesmän planen för renoeringen gjordes. Det framgår också vilka material som användes för olika ändamål, vilka rum som renoerades och hur ljudtrycksmätning skulle gå till både före och efter renoeringen.

3.1 Grundläggande plan

Projektet påbörjades med att planera ljudisolering för väggar i de tre rum som fungerar som musik-studio i huset: kontrollrummet, inspelningsrummet och produktionsrummet. Jag tog genast hjälp av en nära bekant till mig, som är diplom-ingenjör inom skeppsbygge, för att rita upp en grundläggande skiss. I skissen ritade han upp en bild av en dubbelvägg, där det finns ett tomrum mellan den tidigare väggen och den nya väggen vi skulle bygga. Den nya väggen skulle också fyllas med stenull. Jag diskuterade sedan skissen med en erfaren diplom-ingenjör från företaget Akukon, som rekommenderade minst 1cm tomrum mellan dubbla väggarna och 100mm tjock stenull i den nybyggda väggen. Han rekommenderade också åt oss ämnet "Green-glue", som är ett ämne man kan lägga in mellan två lager gips-skivor för att förminska ljudläckage utan att bygga dubbla väggar (Green Glue, u.å.). Vi

bestämde oss då för att använda oss av ”Green-glue” längs med inre sidan av alla ytterväggar i huset och att bygga dubbla väggar mellan de tre studiorummen. Väggen mellan det som blev kontrollrum och inspelningsrum hade en dörröppning från förr, vilken vi bestämde oss för att bygga om till ett litet fönster så musiker och tekniker kunde se varandra genom väggen på samma gång som väggen skulle bli ljudisolerad.

För att inte förändra så drastiskt på estetiken i huset bestämde vi oss för att inte ljudisolera tak och golv i rummen. Föreningens styrelse godkände detta, även om vi visste att ljudläckaget skulle vara större än om vi hade byggt motsvarande ljudisolering som i väggarna. Vi kom överens om att ifall detta blir ett problem i framtiden går det att åtminstone ljudisolera taket relativt enkelt. Nu ville vi i alla fall behålla ursprungliga golv och tak.

Husets fönster var gamla och delvis spruckna. Med hjälp av ett lokalt byggservicebolag planerades utbyte av studiorummens fönster till nya ljudisolerade fönster. Öppningarna till rummen saknade dörrar så vi diskuterade också fram med samma yrkesmän olika alternativ av ljudisolerade dörrar och bestämde oss för att lägga dubbla ljudisolerade dörrar till inspelningsrummet, medan de andra två rummen skulle få en varsin enkel dörr.

3.2 Kontrollrummet

Kontrollrummet planerades in för att styra inspelningar och mixning. Detta rum blir en centralpunkt för studion där det installeras t.ex. dator, ljudkort och högtalare. Från resterande rum ville vi ha möjlighet att skicka både digital och analog signal till kontrollrummet, och vice versa. För att uppnå detta planerade vi in en kopplingstavla i kontrollrummet, där alla ljud- och nätverkskablar från de andra två rummen når sin destination. Kablarna skulle komma att dras genom 50mm tjocka plaströr i tomrummen mellan de nybyggda dubbla väggarna. På grund av detta bestämde vi oss för att bygga den nya väggen 5cm ifrån den gamla väggen istället för 1cm, eftersom en företrädare för ett framgångsrikt akustikplaneringsföretag hade rekommenderat oss minst 1cm men menade att man bra kan göra tomrummet större.

3.3 Inspelningsrummet

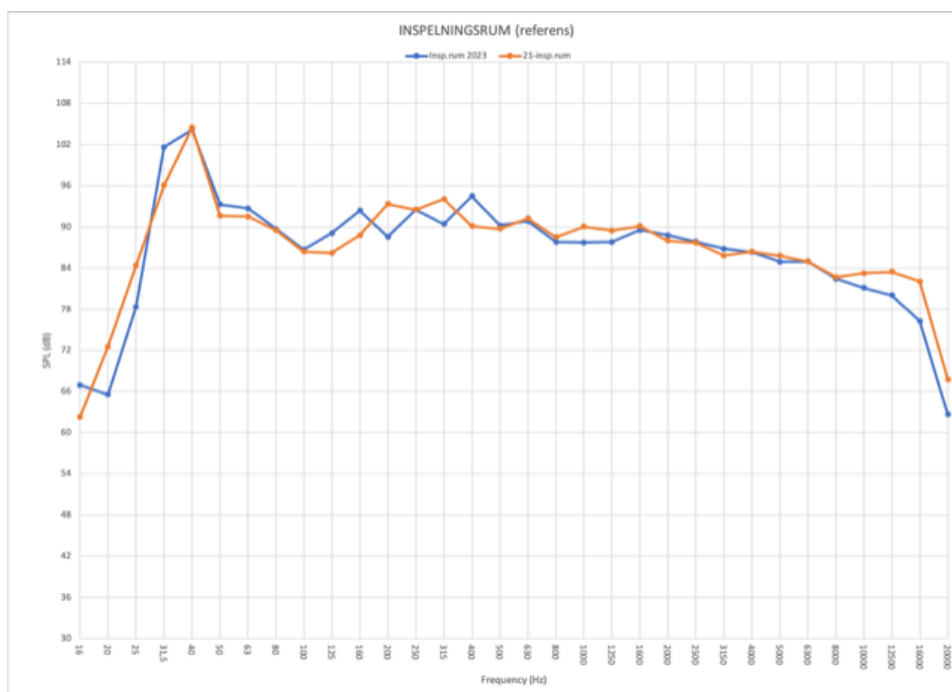
Inspelningsrummet skulle bli det rum där musikinstrument kunde mickas upp och där det kunde musiceras. Detta är också det största rummet av själva studiorummen. I detta rum planerades in två mindre kopplingstavlur, ett i vardera ända av rummet, för att kunna skicka och ta emot signal från kontrollrummet. Vardera kopplingstavlan skulle kunna skicka ut 16 XLR kanaler, ta emot fyra XLR kanaler och dessutom utrustas med två nätkabelkanaler för digital överföring av information. XLR står för "External Line Return" och är en vanlig kabel för bland annat mikrofoner och ljudapparater (MusicianNerd, 2020). Vi bestämde oss för att döpa dessa kopplingstavlur till A och B. A skulle placeras vid väggen mot kontrollrummet och B i bakre ändan av rummet, detta för att alltid ha en relativt kort väg från mikrofon till kopplingstavla.

3.4 Produktionsrummet

Produktionsrummet skulle bli mera inriktat på digital produktion av musik. Här planerade vi att man skulle kunna jobba på redan tidigare inspelade projekt eller helt elektroniska. Rummet skulle också utrustas med kopplingstavla C, där man skulle kunna skicka 10 XLR kanaler, ta emot 10 XLR kanaler och ha tillgång till två nätverkskanaler. Produktionsrummet kunde med dessa kanaler då också användas som ett extra inspelningsrum eller kontrollrum, ifall behovet uppstår.

3.5 Ljudtrycksmätning

Innan vi började på renoveringen i oktober 2021 kontaktade jag en representant vid ljud- och ljusbolaget Frontline Audio för att göra ljudtrycksmätningar i huset. Vi satte upp ett ljudsystem i det blivande inspelningsrummet och spelade upp ett så kallat skärt burs, eller "Pink-noise". Yrkesmannen från Frontline Audio beskriver Pink Noise som ett brus som består av en jämn fördelning av energi i alla oktaver. Bruset spelades upp från en dator i högtalare. Den sakkunniga hade med sig en trådlös mikrofon och apparatur för ljudtrycksmätning med vilken vi först mätte upp en referenskurva. Denna uppmätning gick till så att vi spelade upp bruset i inspelningsrummet och använde mikrofonen för att uppnå en volymstyrka på 100dB(A) eller 107,8dB(Z) inne i rummet. Den sakkunniga förklarade att dB(A) betyder mätning med vägning, dvs. att man har applicerat ett filter på mätningen som dämpar bas och diskant enligt en standardiserad kurva som efterliknar hörselns känslighet, medan dB(Z) är helt linjär mätning utan vägning. dB i sig betyder decibel och är en logaritmisk enhet som fungerar så att för varje 3dB ökning fördubblas ljudtrycket. Ljudtrycksmätning gjordes både före och efter renoveringen i inspelningsrummet för att ha ett så gott som identiskt utgångsläge båda gångerna. För mätningen användes ett dataprogram med namnet SysTune av tillverkaren AFMG.



3.5.1 Graf: Inspelningsrum



3.5.2 Bild: Inspelningsrum (ljudtrycksmätning) 2021



3.5.3 Bild: Inspelningsrum (ljudtrycksmätning) 2023

Mikrofonen placerades sedan på olika punkter i och utanför huset för att mäta upp ljudstyrkan vid dessa mätpunkter. De olika mätpunkterna dokumenterades så att vi skulle ha möjlighet att göra en likadan mätning efter renoveringen och på så sätt få grafer på förändringen i ljudläckaget. Vi konstaterade båda att den gamla ventilationen i huset var en stor orsak till ljudläckage, eftersom den bestod av endast ett hål i väggen med en täckande metallbricka. Jag diskuterade sedan fram en lösning tillsammans med representanten för det lokala byggtjänstbolaget så vi kunde installera ljudisolerande boxar på ventilationshålen för att dämpa ner läckaget.

4 Genomförande

Detta kapitel behandlar det fysiska arbetet, det vill säga renoveringen av huset. Här förklaras i vilken ordning de olika delarna av renoveringen genomfördes, vilka material som användes och på vilket sätt ljudisolering och kopplingstavlor applicerades.

4.1 Renovering av produktionsrummet

Det första arbetet vi satte igång med var att lägga dubbla gips-skivor i produktionsrummet. Vi lämnade kvar dom existerande skivorna. Det andra lagret skivor vi installerade var hårdare gips-skivor, enligt diplom-ingenjörernas ritningar. Innan vi skruvade fast dom anpassade skivorna applicerade vi ämnet "Green-glue" på baksidan av dessa. I samband med detta gjorde vi också ett hål i väggen mot inspelningsrummet, där kopplingstavla C senare skulle placeras. Efter att hela rummet hade installerats med gips-skivor spacklade vi fogarna och målade väggarna.



4.1.1 Bild: Första gips-skivan



4.1.2 Bild: Produktionsrummet spacklat

4.2 Renovering av inspelningsrummet

Vi fortsatte renoveringen med att bygga ramen för dubbla väggar i inspelningsrummet. Vi mätte ut ett avstånd på 50mm från gamla väggen och fäste 100mm breda plankor golv och tak längs med väggarna mot produktionsrummet och kontrollrummet. Plankorna placerades ståendes med ett avstånd på 60cm från varandra, eftersom gips-skivornas bredd är 120cm. På så sätt kunde vi lägga skruvar längs med båda sidor och i mitten av skivorna. I samband med byggandet av ramen bestämde vi var kopplingstavlorna A och B skulle placeras och byggde två ramar i storlek för standard 2U rack. Standard rack unit är 19” bred och 36”djup. 1 unit, eller 1U, är en modul som har en höjd på 1,75” (ATI Solutions, Inc., u.å.). Den tidigare dörröppningen mellan inspelningsrummet och kontrollrummet byggdes om så att ett ljudisolerat fönster kunde installeras. Den nya ramen för dubbelvägg byggdes med en motsvarande öppning för framtida fönstret som i ombyggnaden av dörröppningen. Då ramen var klar drog vi 50mm plaströr mellan väggarna, så att varje kopplingstavla hade ett varsitt rör som slutade vid kontrollrummets gamla dörröppning. Sedan stansade vi fast tunt paff i bakre delen av ramen, för att kunna installera skivor av stenull utan att de föll bakåt. Stenullen var av tjocklek 98mm så den passade perfekt in i ramen. Vi använde oss av ISOVER Acoustic stenull.

Efter att all stenull hade blivit applicerad skruvade vi först fast ett lager av standard hårdhet gips-skivor. Efter att dess fogar blivit spacklade applicerade vi ett ytterligare lager av hårda gips-skivor på väggen. Vi fortsatte renoveringen i inspelningsrummet med att lägga hårda gips-skivor på de ytterligare två väggarna med Green-glue, på motsvarande sätt som i produktionsrummet. Då allting blivit spacklat i rummet applicerades tapet på ytorna.



4.2.1 Bild: Ram för dubbel vägg med kabelrör



4.2.2 Bild: Ram för fönster mot kontrollrum



4.2.3 Bild: Applicering av stenull



4.2.4 Bild: Tapetsering påbörjad på gips-skivor

4.3 Renovering av kontrollrummet

I kontrollrummet isolerade vi väggarna på motsvarande sätt som i produktionsrummet. Vi applicerade ett tillager med hårda gips-skivor på alla fyra väggar, men använde oss av Green-glue endast på tre av väggarna eftersom väggen mot inspelningsrummet hade tidigare byggts om till dubbelvägg. Under den ombyggda dörröppningen mellan kontrollrum och inspelningsrum byggdes en ram för kopplingstavla med standard 6U rack. På så sätt kunde andra ändan av kablarna från de andra rummens kopplingstavlors samlas ihop på samma ställe. Här måste vi applicera dubbla lager gips-skivor, eftersom dörröppningen inte hade ett existerande lager från tidigare. Efter att alla fogar blivit spacklade målades ytorna.

Nu hade vi byggt klart ljudisoleringen av väggarna. Vi kontaktade byggservicebolaget för att få en offert som berörde utbyte av gamla fönster till ljudisolerade fönster i alla studiorummens ytterväggar och för fönster mellan kontrollrum och inspelningsrum, samt ljudisolerade dörrar till alla tre utrymmen. Vi godkände offerten och yrkesmän bytte ut våra fönster och installerade dörrar med ramar. Vi lät också yrkesmännen installera lister runt fönster och dörrar samt ljudisolerad ventilation för att få ett så bra resultat som möjligt.



4.3.1 Bild: Kontrollrum dörröppning ombyggd



4.3.2 Bild: Ljudisolerad ventilation

5 Resultat

Kapitlet behandlar jämförelser i grafer från ljudtrycksmätning före och efter renoveringen. Med hjälp av graferna kan man konkret se resultatet av ljudisoleringen och konstatera vilka faktorer som påverkat skillnaden i ljudtryck vid de olika mätpunkterna.

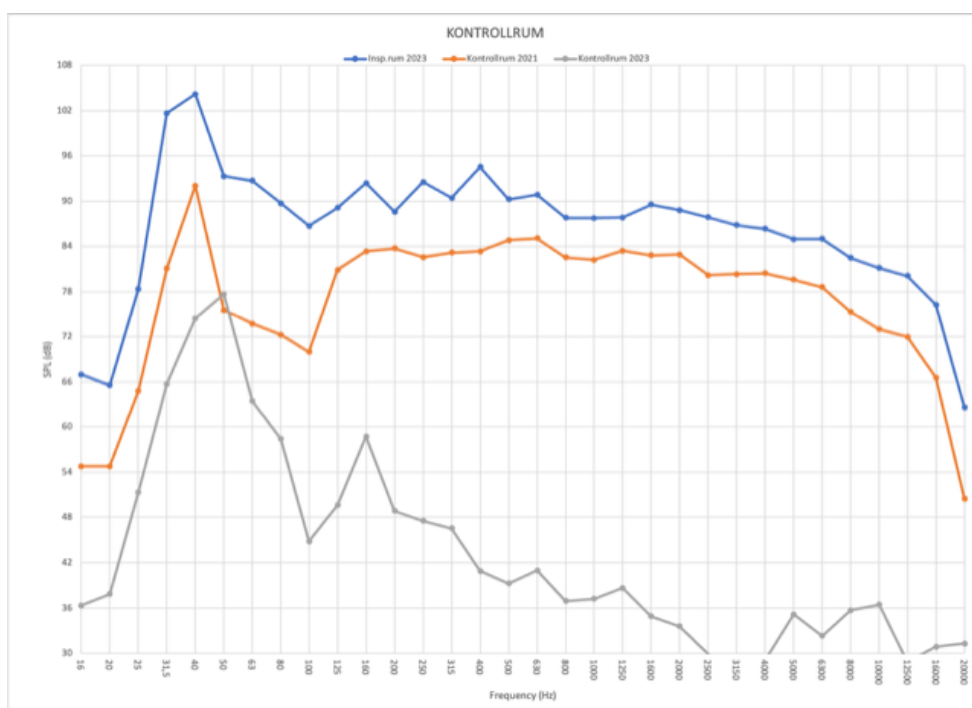
I november 2023 gjordes slutliga ljudtrycksmätningar för att se vilken skillnad som renoveringen hade bidragit med i ljudisolering. I och med att dörröppningar hade varit tomma ramar förut, men nu fått dörrar installerade i sig, kunde vi förvänta oss en skillnad redan bara på grund av dessa. Hur mycket sedan helheten med väggar och fönster hade förändrat ljudläckage skulle graferna påvisa. Vi började med att mäta ljudläckage från inspelningsrummet till kontrollrummet och produktionsrummet.

5.1 Ljudtrycksmätning inomhus

I graferna nedan är den blåa linjen referenskurvan mätt inne i inspelningsrummet. Den gula linjen visar graf för mätningar före renoveringen och den gråa visar graf för mätningen efter renoveringen. Alla grafer har detta gemensamt.

5.2 Kontrollrummet

I kontrollrummets graf ser man en uppenbar skillnad på alla frekvensområden. En stor orsak till att ljudläckaget här har reducerats mycket är att dörröppningen mot ljudkällan nu är ombyggd med dubbel vägg och ljudisolerat fönster. Den sakkunnige konstaterade att största delen av de låga frekvenserna antagligen kommer via golvet och taket. Eftersom låga frekvenser har mera energi än högre är det lättare för de låga att tränga igenom ytor. Ljudläckaget mellan inspelningsrummet och kontrollrummet lät därför väldigt lågfrekvent men var såpass låg i volymstyrka att det bra gick att prata inne i kontrollrummet utan att alls höja rösten. Vi kan dock konstatera att ljudet under mätningen fortfarande kunde höras mellan rummen.



5.2.1 Graf: Kontrollrum



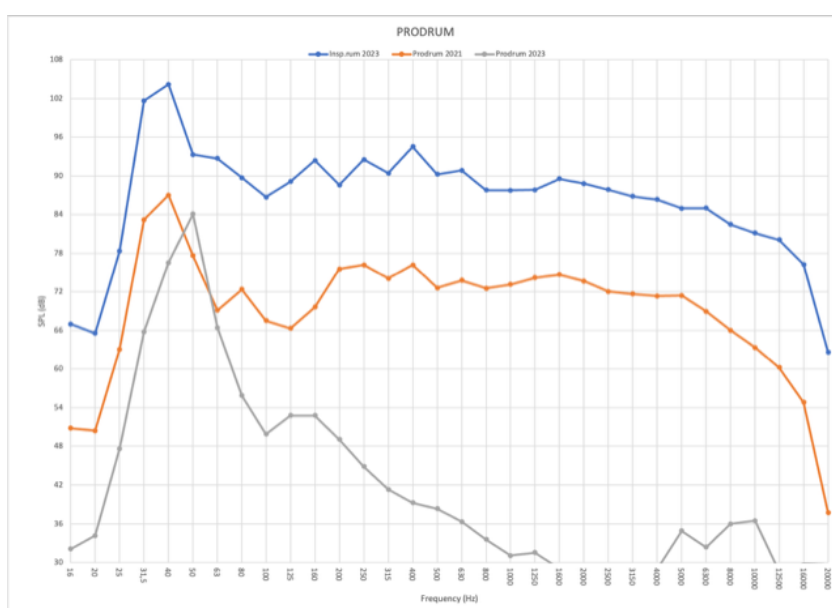
5.2.2 Bild: Kontrollrum (mätmikrofon) 2021



5.2.3 Bild: Kontrollrum 2023

5.3 Produktionsrummet

I produktionsrummet lyckades vi i mitt tycke bra med att dämpa ner ljudläckaget. Dörrarna till både produktionsrum och inspelningsrum spelar en stor roll här, men den dubbla väggen mot inspelningsrummet påverkar också läckaget. Vi kan med hjälp av grafen konstatera att den låga basfrekvens som innan renoveringen mättes upp starkast har flyttat sig upp i register. Vad detta beror på kunde vi inte med den sakkunniga ta reda på med säkerhet, men vi antog att den nya dubbla väggen gör så att väggarna vibrerar på annat sätt än före renoveringen vilket bidrog till detta. Också här kunde man prata utan att höja rösten i rummet under mätningen.



5.3.1 Graf: Produktionsrum



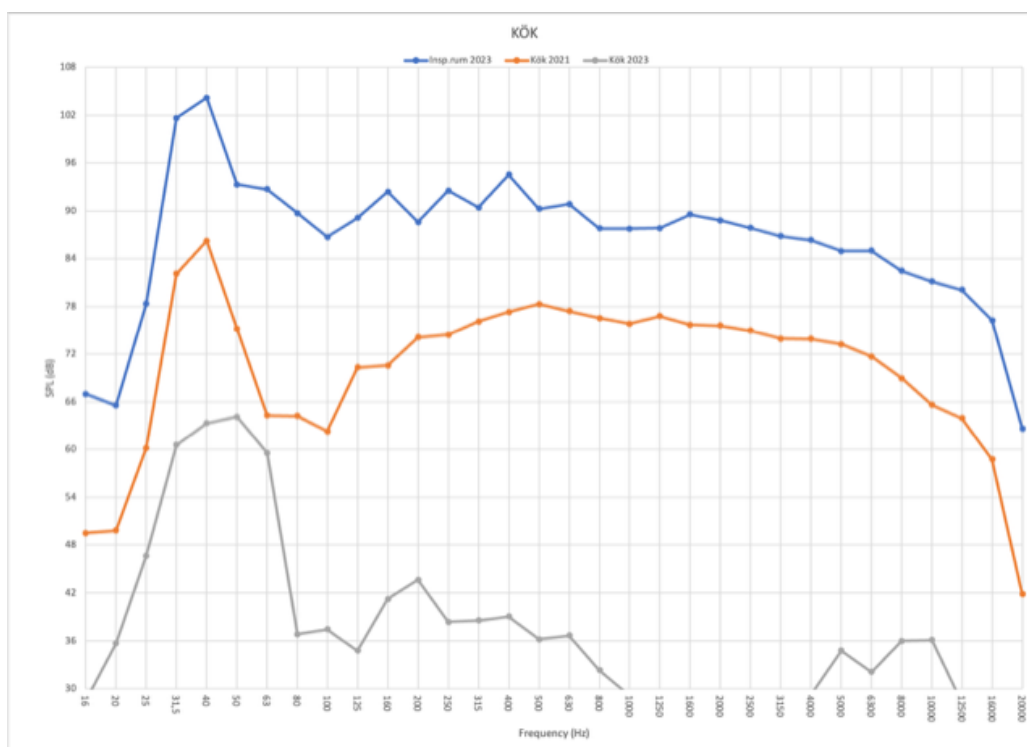
5.3.2 Bild: Produktionsrum (mätmikrofon) 2021



5.3.3 Bild: Produktionrum 2023

5.4 Köket

Vi mätte också upp ljudläckage till köket i huset. Köket ligger vägg i vägg med kontrollrummet. Mellan köket och de andra två studiorummen finns en hall. I grafen kan man se att ljudläckage från inspelningsrummet har minskat drastiskt. För att ljudet skall ta sig till köket genom väggar måste det ta sig antingen genom kontrollrummet eller via hallen och produktionsrummet. Eftersom alla dessa väggar blivit ljudisolerade kan vi konstatera att största delen av ljudläckage har tagit sig till köket via golv och tak.



5.4.1 Graf: Kök



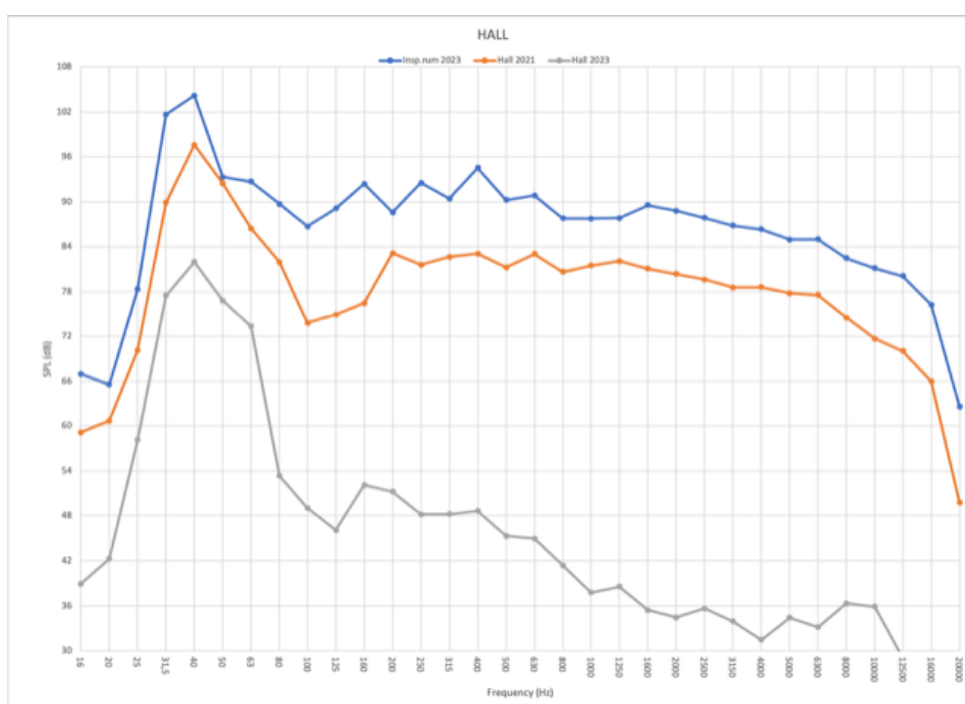
5.4.2 Bild: Kök (mätmikrofon) 2021



5.4.3 Bild: Kök 2023

5.5 Hallen

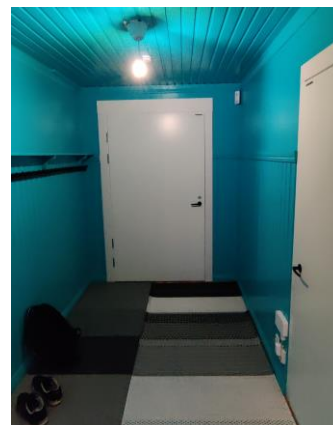
I hallen hade vi också en mätningpunkt. Hallen ligger vägg i vägg med produktionsrummet. I ändan av hallen finns den dubbla dörren som öppnar sig in till inspelningsrummet. Innan renoveringen fanns det inga dörrar från hallen till produktionsrum och inspelningsrum, så man kan konstatera att dessa bidragit till stor del av isoleringen. För att ljudet ska ta sig till hallen via väggar från inspelningsrummet måste de antingen tränga igenom dubbla dörren eller via dubbla väggen och produktionsrummets ljudisolerade vägg. Därav kommer största delen av ljudläckaget igen ta sig fram via tak och golv. Ljudet lät väldigt dovt och var också här såpass svagt att man kunde prata utan att höja rösten under ljudtrycksmätningen.



5.5.1 Graf: Hall



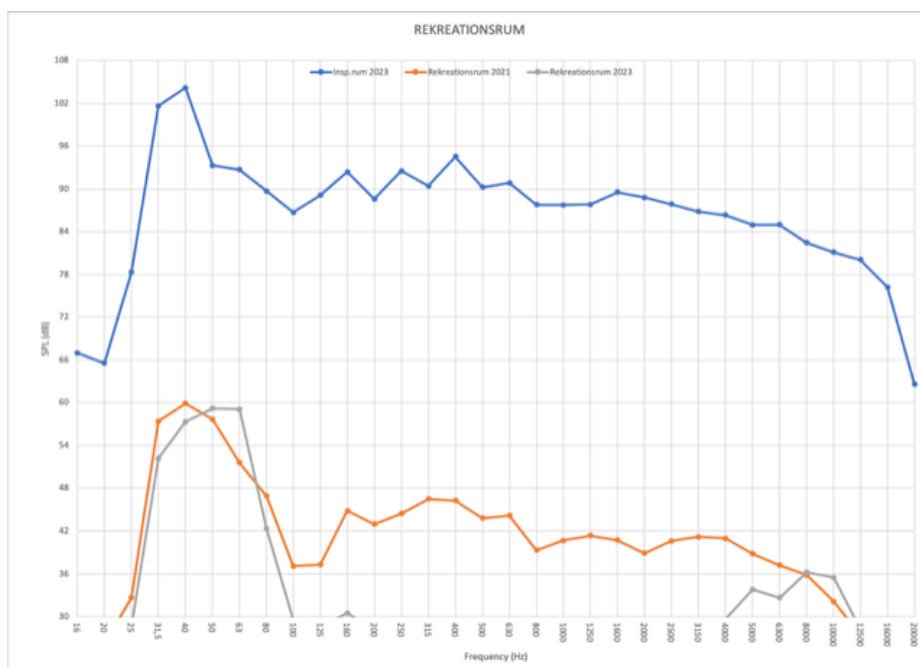
5.5.2 Bild: Hallen (mätmikrofon) 2021



5.5.3 Bild: Hallen 2023

5.6 Rekreatjonsrum

I rekreatjonsrummet, som ligger på övre-våningen i huset, märktes en förvånansvärt stor skillnad i ljudläckage. Eftersom taket i inspelningsrummet inte ljudisolerades hade vi förväntat oss mindre skillnad i graferna. Rekreatjonsrummet ligger inte direkt ovanför inspelningsrummet, så ljudet måste ta sig genom både väggar och tak för att nå fram. Därför påvisar också grafen att det endast är låga frekvenser som orkar ta sig ändra fram. Ljudnivån i rekreatjonsrummet var såpass dov och svag i volym att man knappt stördes av den under ljudtrycksmätningen.



5.6.1 Graf: Rekreatjonsrum



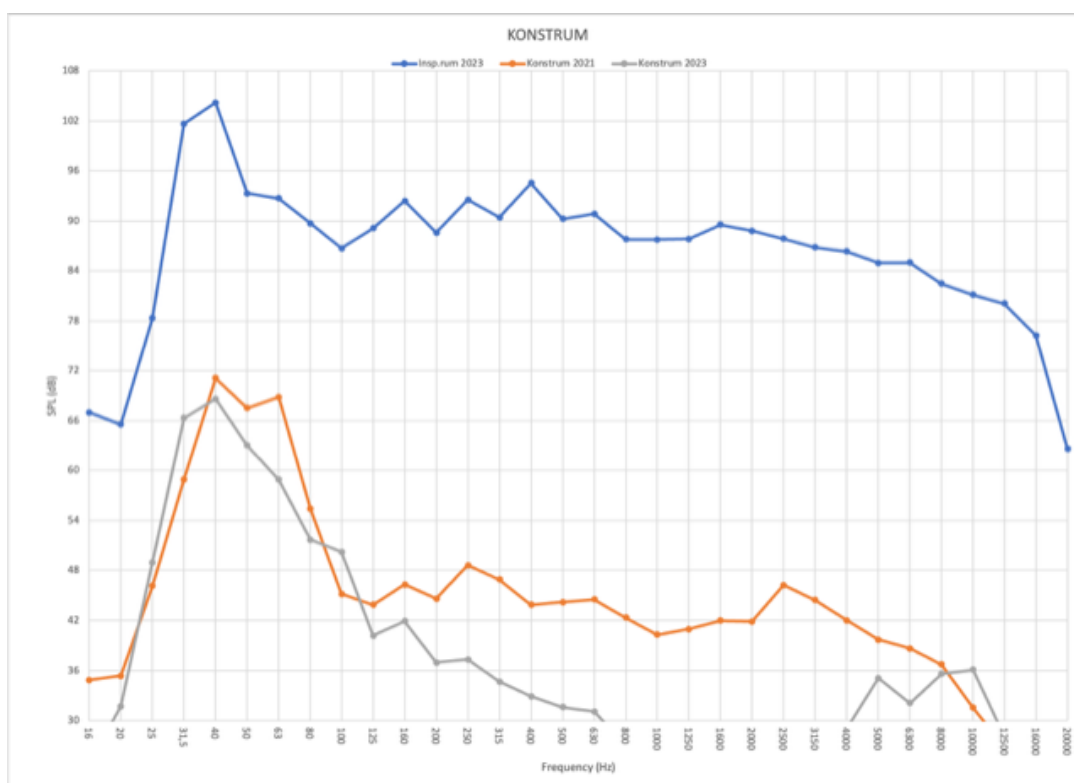
5.6.2 Bild: Rekreatjonsrum (mätmikrofon) 2021



5.6.3 Bild: Rekreatjonsrum 2023

5.7 Konstrum

Föreningshusets konstrum ligger ovanför inspelningsrummet. Här ser man i grafen att ljudisoleringen påverkat ljudläckaget mindre än i rekreationsrummet på grund av dess position. Frekvenser i lägre mellanregistret och uppåt är dock såpass låga i volym att man också här mest hörde ett dovt ljud under ljudtrycksmätningen. Man kunde också hålla en diskussion under mätningen i rummet utan att höja rösten.



5.7.1 Graf: Konstrum



5.7.2 Bild: Konstrum (mätmikrofon) 2021



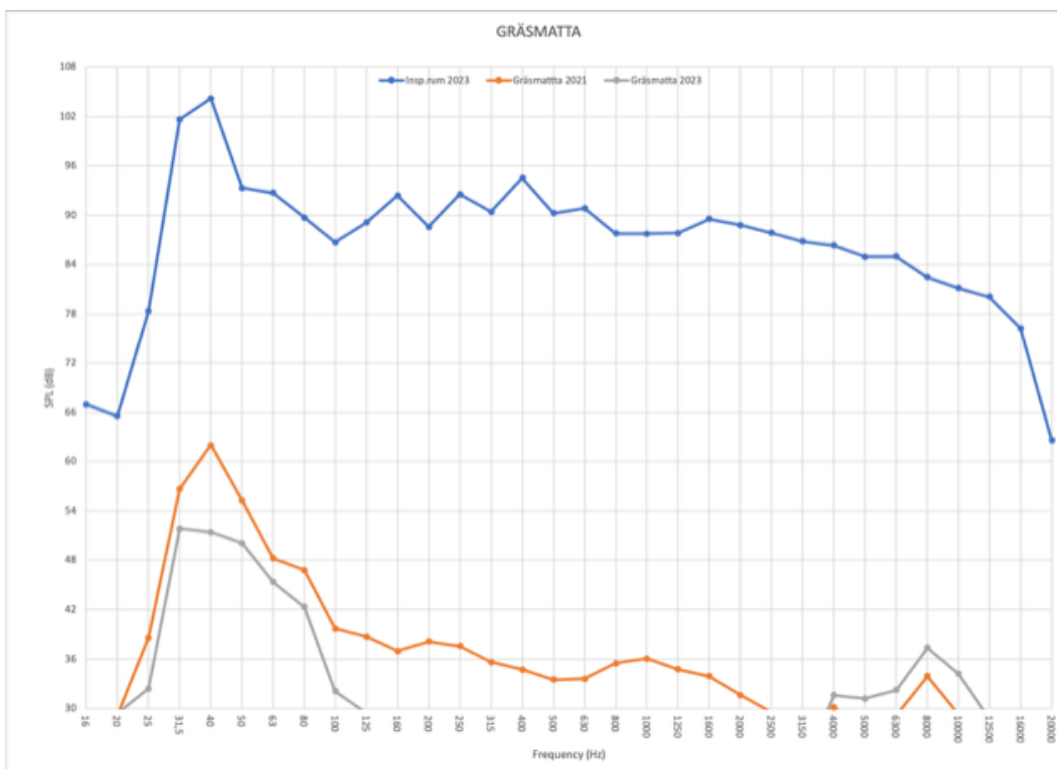
5.7.3 Bild: Konstrum 2023

5.8 Ljudtrycksmätning utomhus

Vi fortsatte ljudmätningen utomhus. Ljudkällan var fortfarande den samma och placerad på samma ställe som förr. Ljudisoleringen i ytterväggar spelar en lite annan roll än isoleringen mellan rummen inne i huset. Inne i huset var målet att uppnå en ljudisolering som bidrar till att man kan prata utan att höja rösten i övriga utrymmen, även om någon spelar in till exempel trumspår. Isolering i ytterväggarna är mera till för att både hålla ljudnivån såpass låg på utsidan så inga grannar störs, men också för att isolera ljudläckage utifrån in. Man vill förhindra att man vid inspelning störs av till exempel en bil som passerar studion eller en hund som skäller.

5.9 Gräsmatta

Gräsmattan ligger på andra sidan av huset jämfört med inspelningsrummet. Mellan dubbla dörrarna till inspelningsrummet och gräsmattan finns hallen och ytterligare två dörrar, en mellandörr i tamburen samt ytterdörren. Ljudläckaget här var så litet att yttre faktorer påverkade mätningen, som till exempel vind eller ljud av bilar längre bort. Den sakkunniga drog slutsatsen att ljudläckaget här är så gott som obefintlig. Under ljudtrycksmätningen kunde man knappt höra något ljud alls inifrån.



5.9.1 Graf: Gräsmatta



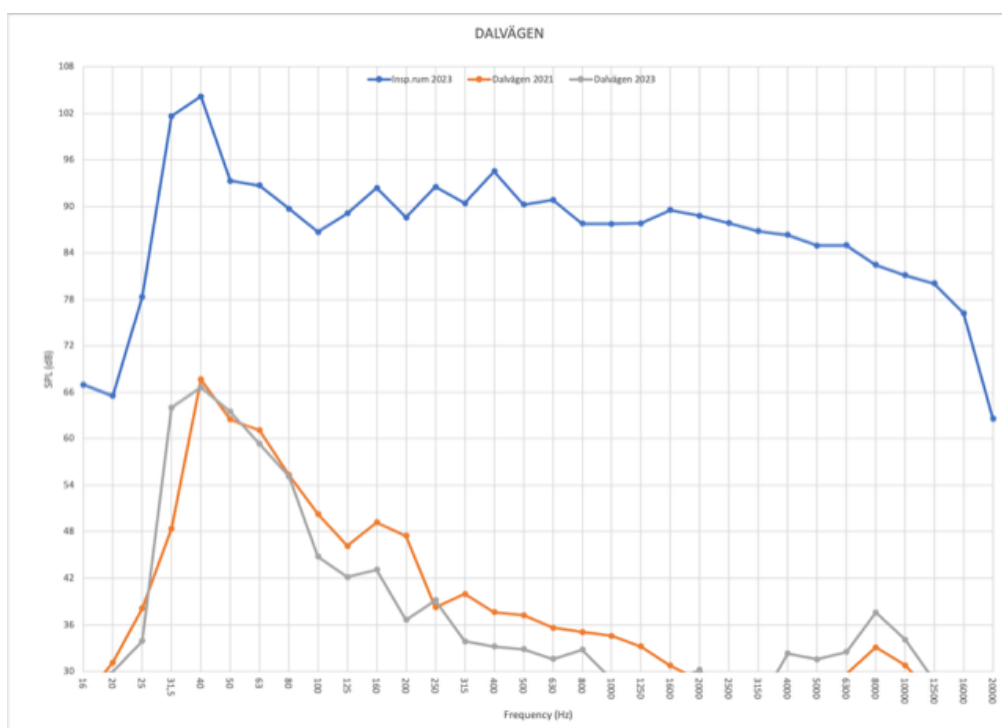
5.9.2 Bild: Gräsmatta (mätmikrofon) 2021



5.9.3 Bild: Gräsmatta 2023

5.10 Dalvägen

Dalvägen ligger några meter ifrån bakre väggen i inspelningsrummet. Det ända som finns mellan mätpunkten och ljudkällan är en vägg och ett ljudisolerat fönster. I denna graf ser man alltså vad applicering av Green-gluue, ett extra lager gips-skivor och ljudisolerat fönster har bidragit med. Låga frekvenser i grafen påvisar ett fortfarande väldigt identiskt ljudläckage som innan reoveringen, antagligen eftersom varken golv eller tak har blivit isolerat. Frekvenser på mellan och högre områden har dämpats något. Ljudläckaget är ändå såpass litet att det inte kommer att störa grannar. Om en lastbil kör förbi finns det dock en risk att ett lågt muller tar sig in utifrån till inspelningsrummet. I detta fall är det inte ett så stort problem, eftersom tungtrafik är sällsynt i området.



5.10.1 Graf: Dalvägen



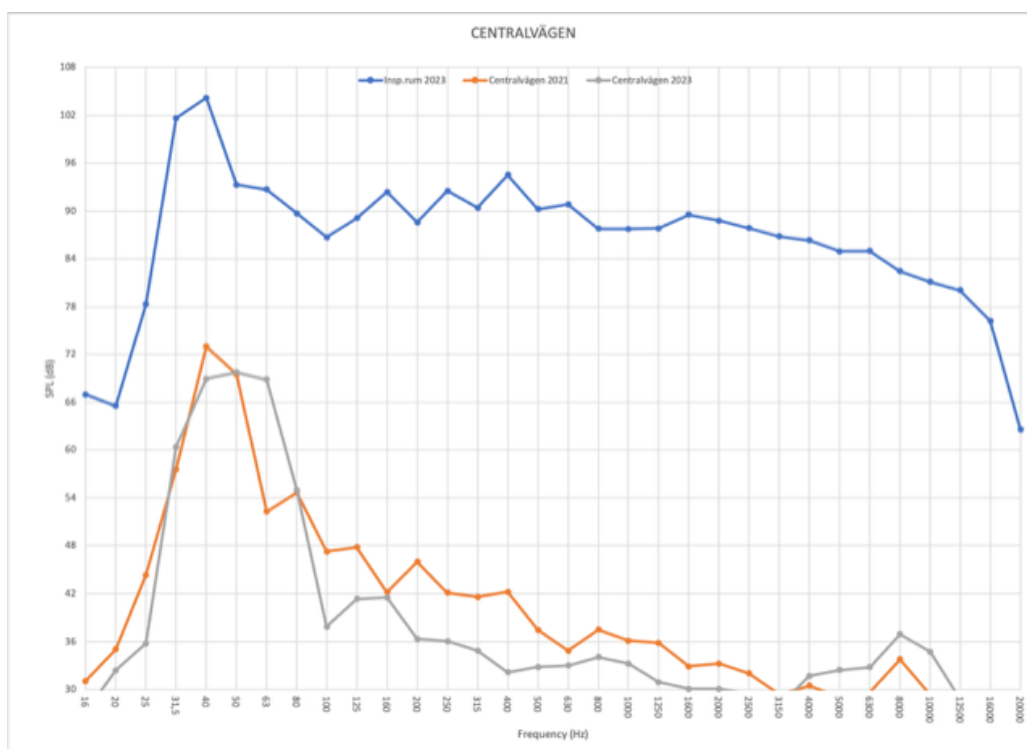
5.10.2 Bild: Dalvägen (mätmikrofon) 2021



5.10.3 Bild: Dalvägen 2023

5.11 Centralvägen

Centralvägen ligger vid inspelningsrummets andra yttervägg. Här har samma sorts renovering gjorts som vid väggen mot Dalvägen. I grafen ser man att renoveringen ganska långt har påverkat ljudläckage exakt på samma sätt som vid Dalvägen. Golvet och taket läcker något mindre låga frekvenser än tidigare. Ljudnivån utomhus här stör knappast heller grannar, eftersom det upplevs som ett lågt, ganska svagt muller. Då ett tyngre fordon kör förbi kan fortfarande ljud läcka in i inspelningsrummet.



5.11.1 Graf: Centralvägen



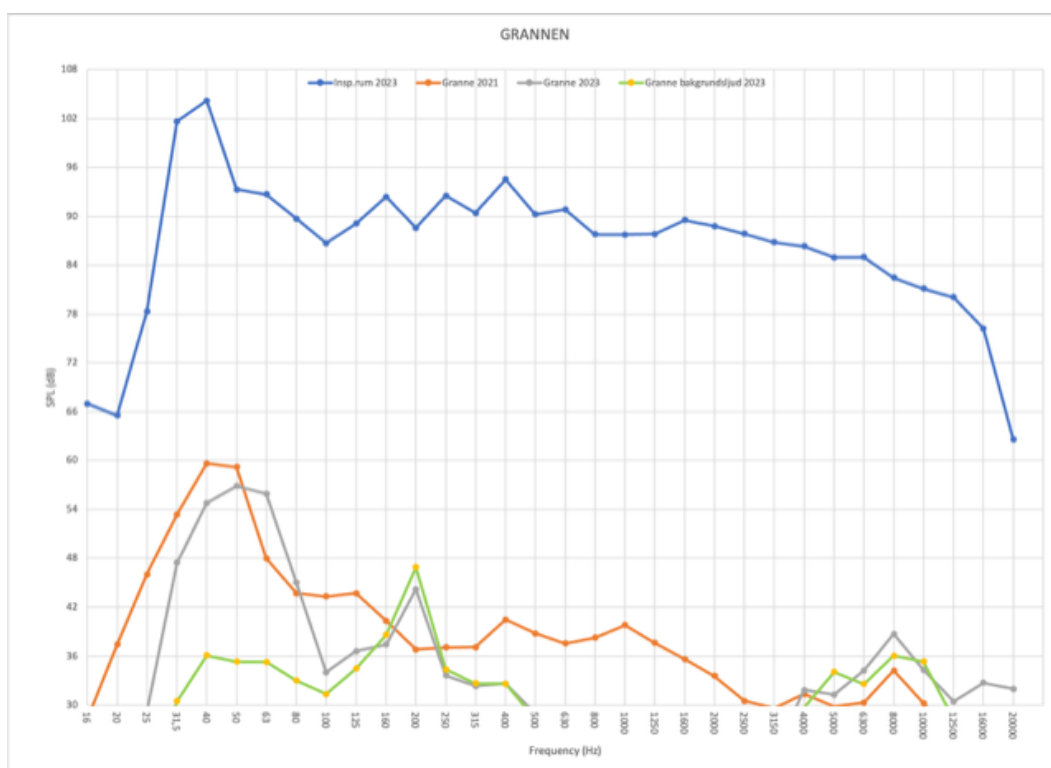
5.11.2 Bild: Centralvägen (mätmikrofon) 2021



5.11.3 Bild: Centralvägen 2023

5.12 Grannen

Sista punkten för ljudtrycksmätning gjordes vid grannens soptunna. Denna granne bor i nästa hus på Centralvägen. Mellan inspelningsrummet och mätpunkten finns kontrollrummet och ett badrum. Ljud kan också läcka ut till punkten via ytterväggen i inspelningsrummet. Här mättes också upp en graf med bakgrundsljud. På så sätt ser man bra att det enda som hördes vid uppmätningpunkten från ljudkällan var låga frekvenser. Frekvenser över ca. 250 Hz är svagare i ljudläckage än bakgrundsljudet utomhus. Det är alltså väldigt låg risk att grannen skulle störas av ljud från inspelningsrummet.



5.12.1 Graf: Grannen



5.12.2 Bild: Grannen (mätmikrofon) 2021



5.12.3 Bild: Grannen 2023

5.13 Sammanställda mätresultat och analys

Frontline Audio sammanställde alla mätresultat i en tabell, i vilken det framkommer medeltalet av ljudstyrkan på alla frekvenser. Kommentaren under tabellen är också skriven av den sakkunniga.

Ljudisolering Mätresultat

	Ljudtrycksnivå 2021		Ljudtrycksnivå 2023	
	A-vägd	utan vägning	A-vägd	utan vägning
Inspelningsrum (referens)	100.0 dB(A)	107.8 dB(Z)	100.1 dB(A)	108.0 dB(Z)
Prodrum	84.5 dB(A)	91.3 dB(Z)	58.8 dB(A)	84.9 dB(Z)
Kontrollrum	93.6 dB(A)	97.2 dB(Z)	57.3 dB(A)	81.4 dB(Z)
Kök	87.1 dB(A)	91.1 dB(Z)	46.9 dB(A)	68.4 dB(Z)
Hall	93.0 dB(A)	102.1 dB(Z)	61.1 dB(A)	84.2 dB(Z)
Konstrum dörr stängd	54.1 dB(A)	74.5 dB(Z)	46.9 dB(A)	71.9 dB(Z)
Konstrum dörr öppen	70.3 dB(A)	75.8 dB(Z)	46.4 dB(A)	71.8 dB(Z)
Rekreationsrum dörr stängd	52.3 dB(A)	64.6 dB(Z)	42.7 dB(A)	63.9 dB(Z)
Rekreationsrum dörr öppen	61.1 dB(A)	67.5 dB(Z)	44.7 dB(A)	66.9 dB(Z)
Gräsmatta	47.1 dB(A)	65.1 dB(Z)	41.2 dB(A)	56.2 dB(Z)
Dalvägen	48.1 dB(A)	70.3 dB(Z)	46.3 dB(A)	70.5 dB(Z)
Centralvägen	52.8 dB(A)	74.4 dB(Z)	50.2 dB(A)	73.8 dB(Z)
Närmaste granne	46.2 dB(A)	68.1 dB(Z)	43.7 dB(A)	62.8 dB(Z)

Kommentar: Mätvärden som ligger kring 40 dBA är på gränsen för vad som kan anses vara en valid mätning pga faktorer som mätutrustningens brus, bakgrundsljud och dylikt. Tyvärr saknas frekvensresponskurvor för mätningarna med dörren öppen i konst- och rekreativrummet. Det som i varje fall kan konstateras av ljudtrycksnivåmätningarna är att efter ljudisoleringen gjorts gör det minimal skillnad om dörren är stängd eller öppen då ljudet främst domineras av lågfrekventa stömljud.

I frekvensgraferna ser man att diskantområdet (4-16kHz) ofta är högre i mätningarna från 2023 än från 2021. Detta beror sannolikt på bakgrundsljud, väderförhållanden eller olikheter i mätutrustningen och ytterst osannolikt på att ljudisoleringen från inspelningsrummet skulle ha försämrats. Detta kan innebära små felaktigheter i ljudtrycksnivåmätningarna men eftersom mätningarna domineras av lågfrekvent buller så är dessa avvikelser troligen försumbara.

Bild 5.13.1: Ljudisolering mätresultat

Enligt Finlands bestämmelser får man inte överskriva 55 dB(A) mellan klockan 7 och 22 eller 50 dB(A) mellan klockan 22 och 7 på utsidan av ett hus (Finlex. 1992). I ljudmätningen 2023 överskreds endast nattbegränsningen vid Centralvägens mätpunkt, där ljudnivån låg på 50,2 dB(A) då nivån i inspelningsrummet låg på 100dB(A). Man kan alltså konstatera med hjälp av mätresultatet att en överskridning av begränsningarna är väldigt osannolik vid inspelning av musik. Enligt Kuuloliitto (Kuuloliitto. u.å.) motsvarar 100 db(A) volymen på en konsert, 30-50dB(A) ljudet av en dator och 50-70dB(A) en diskussion. Detta betyder att den ljudnivå som hörs utomhus under en inspelning motsvarar som starkast en diskussion, men kommer oftast ligga på en lägre nivå.

Vid mätpunkten i hallen var ljudnivån starkast under ljudtrycksmätningen 2023. Mellan hallen och inspelningsrummet finns nästan ingen vägg alls, utan bara de två ljudisolerande dörrarna som installerades i dörröppningen. Därför är det lättare för ljudet att ta sig till mätpunkten i hallen än till exempel kontrollrummet eller produktionsrummet där dubbla väggar har installerats.

Det svagaste ljudtrycket inomhus under mätningen var vid mätpunkten i rekreationsrummet. Vi kan konstatera att ljudet måste ta sig genom största mängd material från inspelningsrummet till rekreationsrummet och därför var också nivån lägst där.

Om man räknar medeltalet på alla dB(A) mätpunkter 2021 får man 65,775. Motsvarande 2023 ger ett medeltal på 48,825. Med andra ord sänktes medeltalet av ljudläckage med 16,95 dB(A) efter renoveringen.

6 Slutdiskussion

Slutdiskussionen svarar på mina forskningsfrågor och tankar kring vad man eventuellt hade kunnat göra på ett annat sätt och varför.

Min första forskningsfråga löd "Hur skiljer sig föreningens musikstudio från en professionell- eller hemmastudio?" Jag har kommit fram till att: "En professionell inspelningsstudio är ett utrymme designat endast för ändamålet att banda in ljud i en kontrollerad miljö. Dessa studion har blivit byggda på ett väldigt specifikt sätt för att bidra med bästa utrymmen för arbetande musiker.", skriver Dom Bishop på pirate.com (Pirate.com. 2022). Föreningens musikstudio renoverades precis för samma ändamål och kan därmed räknas som en professionell studio, men med vissa kompromisser. Målet var att, med hjälp av renoveringen, förhindra ljudet att sprida sig i huset. I en helt professionell studio hade man ljudisolerat alla ytor i rummen, dvs. väggar, golv och tak. För ändamålet anser både Frontline Audio och föreningens styrelse att vi ändå har lyckats, även om en del av ljudet bevisligen fortfarande tränger sig genom mellan rummen, våningarna och ytterväggarna. I en amatörstudio, eller hemmastudio, görs oftast ingen ljudisolering alls.

Dom Bishop skriver: "I en hemmastudio är man begränsad av tillgängliga utrymmen", på pirate.com. Juke rf:s studio har renoverats med begränsning av utrymmen, men är också ett hus som ingen bor i. De tre rummen som renoverades till studio har tidigare varit sovrum, vardagsrum och arbetsrum. Om man hade bott i huset hade man knappast byggt om alla dessa rum, utan i stället kanske haft en mer standard hemmastudio i till exempel ett av rummen i övre våningen.

Eftersom man kan konstatera att Juke rf:s studio varken faller in helt och hållet under kategorin professionell studio eller hemmastudio har styrelsen valt att kalla studion förenings-studio.

Min andra forskningsfråga löd “Hur kan man ljudisolera ett hus för bästa möjliga resultat och var kan man göra kompromisser”? I min forskning kom jag fram till att det viktigaste, när de kommer till ljudisolering för en musikstudio, är att dämpa ljudläckaget till en sådan nivå att det går att diskutera utan förhöjd röst i resterande rum i huset samt att förhindra ljudläckage genom ytterväggar såpass mycket att det varken stör grannar eller läcker in störande ljud utifrån. Det är vanligt att innerväggar i ett hus redan har ett tidigare lager gips-skivor på väggarna, vilket gör att man kan applicera Green-glue och ett ytterligare lager hårda gips-skivor på dem utan att alls förändra estetiken. Det nya lagret skivor går alltså att måla eller tapetsera så de ser identiskt ut med gamla ytorna. Bygget av dubbla väggar kan också appliceras utan att förändra estetiken, men tar bort en del golvutrymme i rummet.

I Juke rf:s studio valde styrelsen att inte ljudisolera golvet eller taket. Golvets yttersta lager består av vaxade träplankor och styrelsen tyckte den gärna fick behållas som sådan. Man hade kunnat bygga dubbelt golv, det vill säga bygga om golvet på motsvarande sätt som dubbla väggarna med luftspalt i mellan, men då hade golvets yttersta lager bestått av gips-skivor i stället för träplankor. Golvet hade också blivit upphöjt i så fall vilken hade bidragit till att golvnivån i studio utrymmen hade varit annan än i resterande rummen. Man hade också förminskat höjden i rummen, vilket styrelsen ogärna ville. Taket i alla studioutrymmen kunde också ljudisoleras på motsvarande sätt som dubbla väggen. Existerande innertakets yttersta lager är också vaxade plankor och dessutom finns det stockar placerade på tvären i alla tre rum i taket. Dessa tycker styrelsen att är väldigt vackra. Med ljudisolering i taket hade yttersta lagret också blivit gips-skiva och därmed förändrat estetiken. Det hade också förminskat på höjden från tak till golv.



6.0.1 Bild: Inspelningsrummets tak

Föreningshusets alla innerväggar var vita innan renoveringen. Styrelsen hade kunnat välja att måla de nya väggarna vita så att alla rummen hade sett ut som innan renoveringen, men med tjockare väggar. Styrelsen beslöt dock att tapetsera inspelningsrummet och måla kontrollrummet och produktionsrummet till andra färger än vit. På inspelningsrummets väggar applicerades en ganska mörk tapet med mönster av växter, produktionsrummets väggar målades med en svart färg med blå nyans och kontrollrummets väggar målades med en mörkare vinröd färg. Styrelsen ville att, även om känslan av egnahemshus skulle bevaras, huset skulle se ut som ett föreningshus och därför valdes lite mer vågade färger på väggarna än vit.

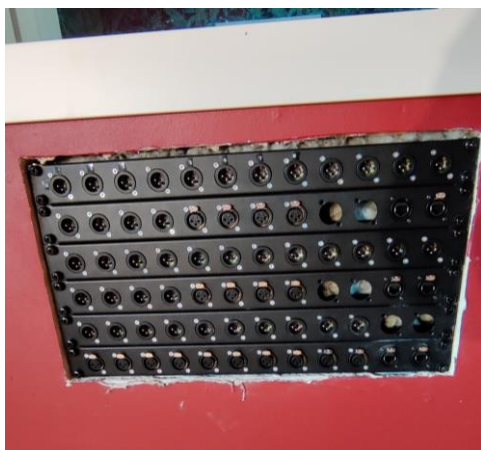
Förutom att väggarna kan ljudisolerats utan att förändra estetiken i ett hus kan även ljudisolerade dörrar ersätta befintliga dörrar, alternativt installeras i tomma öppningar mellan rum. Ljudisolerade dörrar går att köpa i olika modeller och färger. Skillnaden på ljudisolerade dörrar gentemot så kallade vanliga dörrar är att de ljudisolerade dörrarna är tjockare och kan därför förhindra att ljudet tränger sig genom. I en blogg på swedoor.se skriver författaren: ”Massiva innerdörrar har en ljuddämpande effekt och är ett smart val för rum där ljudnivån kan vara hög, som t.ex. i barnrum, badrum eller tvättstuga” (Swedoor, 2020). Om man väljer att bygga dubbla väggar med luftspalt går det dessutom att installera två ljudisolerade dörrar i samma öppning. På så sätt förhindrar man ytterligare en del av ljudet från att spridas.

Lika som med dörrarna går det att byta ut fönster mot ljudisolerade fönster. Dessa ljudisolerade fönster har flera lager glas med luftspalt, så ljudet har svårare att tränga sig genom materialen (Svenska Fönster, u.å.). Vid ljudisolering av väggar kan jag rekommendera att också installera ljudisolerade fönster, speciellt om existerande fönster är gamla. Gamla fönster har en tendens att med tiden tappa isoleringsförmåga, både när det gäller värme- och ljudläckage (Bygg Hemma, 2022). Att byta ut existerande fönster till ljudisolerade fönster kostar ganska mycket, så ifall man har en mindre budget kan man istället installera tätlistor i de existerande fönstren och på så sätt förhindra både värme- och ljudläckage en aning. Ett nytt ljudisolerat fönster kommer dock antagligen täta bättre än tätlistor.

Gamla ventilationen i Juke rf:s studioutrymmen bestod före renoveringen endast av ett hål genom ytterväggen med ett lock av metall på inre sidan av huset. Detta betyder att ljudet enkelt kunde ta sig ut genom det tomma hålet. Vid renoveringen installerades isolerade ventilationssystem i hålen med en dämpning på 49 dB (Bauhaus, u.å.). Ett ljudisolerat

ventilationssystem är relativt billigt och enkelt att installera i ett redan befintligt ventilationshål. Därför kan jag rekommendera installationen av sådana, även i en hemmastudio.

Min avslutande forskningsfråga löd: “Vad hade man kunnat göra annorlunda?” Jag har kommit fram till att kopplingstavlorna som byggdes infällda i väggen hade kunnat byggas på annat sätt. Eftersom det lämnades hål för dem i själva väggen blir det mindre gips-yta på väggen, vilket bidrar till att ljudet har en större möjlighet att tränga sig igenom. Man kunde i stället ha byggt kopplingstavlorna i lådor fästa utanför väggen, med endast ett litet hål i själva gips-skivan så att kablarna kan ta sig igenom. Då kunde man även fylla lådorna med stenull och på detta sätt förhindra ytterligare ljudläckage.



6.0.2 Bild: Kontrollrum, kopplingstavla



6.0.3 Bild: Inspelningsrum, kopplingstavla A

Jag anser att renoveringen av Juke rf:s musikstudio var ett lyckat projekt. Renoveringen gjordes till stor del på talkokraft, vilket ledde till att projektet gav både mig och flera andra lärdom i hur ljudisolering fungerar och påvisade hur kompromisserna som gjordes påverkade slutresultatet. Estetiskt tycker jag också slutresultatet blev bra. Vid tidpunkten av mitt examensarbete fattas ännu en del detaljer i musikstudion, som till exempel lister och akustikskivor. All tillbehörande teknik behöver också anskaffas innan studion kan börja användas.

7 Källförteckning

ATI Solutions, Inc., u.å. *What Are Rack Unit (U) Measurements?* Hämtat 17-11-2023 från <https://www.atisolutions.com/faqs/understanding-rack-unit-measurements-for-commercial-servers.cfm>

Bauhaus. u.å. *KORVAUSILMAVENTTIILI FRESH TL80DE DBS*. Hämtat 19-11-2023 från https://www.bauhaus.fi/korvausilmaventiili-fresh-tl80de-dbs.html?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=&gad_source=1&gclid=Cj0KCQiA3uGqBhDdARIsAFeJ5r0iwa6KiS8294hoyEW-UtHKDZpDEtmYHTtJeXGLvFfuQwpoPkmeDbUaApseEALw_wcB

Bygg Hemma. 2022. *3 sätt att ljudisolera fönster – dreva, täta och byta ut*. Hämtat 19-11-2023 från <https://www.bygghemma.se/reportage-och-guider/ljudisolera-fonster-dreva-tata-och-byta-ut/>

Finlex. 1992. *Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista*. Hämtat 18-11-2023 från <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1992/19920993>

Green Glue. u.å. *Noiseproofing Compound*. Hämtat 18-11-2023 från <https://www.greengluecompany.com/noiseproofing-products/compound>

Kananen, J. (2012). *Kehittämistutkimus Opinnäytetyönä*. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu

Kuuloliitto. u.å. *Vapaa-ajan melu*. Hämtat 19-11-2023 från <https://www.kuuloliitto.fi/vapaa-ajan-melu/#:~:text=Asumisterveysohje,desibelin%20verran%2C%20sallittu%20oleskeluaika%20puolittuu>

Musician Nerd, 2020. *What does XLR stand for?* Hämtat 15-11-2023 från <https://musiciannerd.com/articles/what-does-xlr-stand-for#:~:text=The%20XLR%20Connector%2C%20which%20stands,video%2C%20and%20stage%20lighting%20equipment>

Pirate.com. 2022. *Home studio vs professional studio*. Hämtat 10-11-2023 från <https://pirate.com/en/blog/home-studio-vs-professional-studio/#:~:text=A%20professional%20recording%20studio%20is,best%20environment%20for%20working%20musicians>

Svenska Fönster. u.å. *Ljudisolerade fönster*. Hämtat 19-11-2023 från <https://svenskafonster.se/artiklar/ljudisolerade-fonster>

Swedoor. 2020. *Ljudreducerande dörrar*. Hämtat 19-11-2023 från <https://www.swedoor.se/swedoorbloggen-sv/ljudreducerande-dorrrar#:~:text=Ljudreducerande%20innerd%C3%B6rrar&text=Massiva%20innerd%C3%B6rrar%20har%20en%20ljudd%C3%A4mpande,och%20%C3%A4ttare%20d%C3%B6rrarna%20inte%20har>.