



HÖGSKOLAN
DALARNA

Examensarbete kandidatnivå

Släta eller räta ljudvågor?

Varierar den hörbara skillnaden mellan en analog och en digital enhet beroende på vad för ljudmaterial som processeras?

Författare: Emil Lindell Johansson
Handledare: Johanna Rosenblad
Seminarieexaminator: Toivo Burlin
Formell kursexaminator: Thomas Florén
Ämne/huvudområde: Ljud- och musikproduktion
Kurskod: GLP2NN
Poäng: 15 hp
Termin: HT2022
Examinationsdatum: 2022-12-07

Vid Högskolan Dalarna finns möjlighet att publicera examensarbetet i fulltext i DiVA. Publiceringen sker open access, vilket innebär att arbetet blir fritt tillgängligt att läsa och ladda ned på nätet. Därmed ökar spridningen och synligheten av examensarbetet. Open access är på väg att bli norm för att sprida vetenskaplig information på nätet. Högskolan Dalarna rekommenderar såväl forskare som studenter att publicera sina arbeten open access.

Jag/vi medger publicering i fulltext (fritt tillgänglig på nätet, open access):

Ja

Abstract

I denna uppsats så undersöks det hur den hörbara skillnaden mellan en analog SSL busskompressor och SSL:s egna digitala emulering av denna påverkas beroende på vad för typ av ljudmaterial som processeras. Detta undersöks via ett dubbelblindt och helt randomiserat lyssningstest. De olika typerna av ljud som används är två filer med akustisk gitarr, tre filer med olika typer av sång, två olika typer av trumset, en metallåt, en jazzlåt, en hiphop/rocklåt och en synthpoplåt.

Det visar sig att lyssnarna i undersökningen upplever skillnaderna som störst när det som processeras är sången, och generellt sett så hör de en större skillnad ju glesare arrangemanget är och mindre processerade ljudfilerna är, med några undantag. Det blir också uppenbart att lyssnarna är starkt präglade av sin kulturella bakgrund – ifall de anser att digitalt eller analogt låter bäst. Detta märks i hur de använder typiska termer och uttryck för de båda.

Keywords

Analog, digital, lyssningstest, hörbar skillnad, ljudmaterial, SSL busskompressor.

Innehållsförteckning

Inledning	1
Syfte	2
Frågeställningar.....	2
Avgränsningar	3
Tidigare forskning	3
En lyssnares förväntningar.....	3
Tidigare studier i skillnader mellan analogt och digitalt	4
Effekter av utommusikaliska faktorer vid värdering av popmusik	5
Teori	7
Den hörbara skillnaden beroende på ljudmaterial	7
Effekter av kulturella normer	7
Är det teoretiskt möjligt för en digital enhet att exakt efterlikna en analog enhet?	8
Metod.....	9
Kompressor	10
Ljudmaterial.....	10
Låtar	10
Instrument	11
Lyssningstestet	12
Utrustning	13
Hårdvara	13
Mjukvara	14
Lyssningsgrupp	14
Etiska överväganden	14
Sannolikhet	15
Sannolikhetsuträkning	16

Sannolikhetstabeller	17
Resultat.....	17
Resultat analog/digital baserat på ljudfil	19
Sammanfattning ljudfiler	20
Låtar	20
Instrument	22
Resultat (X) baserat på frågeordning.....	25
Resultat analog/digital baserat på frågeordning.....	27
Analys	27
Konsekvensen av att välja bort uppvärmning	27
Effekter av kulturella normer	28
Den hörbara skillnaden beroende på material	30
Diskussion	32
Svar på frågeställningar	32
Inre kritisering av undersökningen	34
Källförteckning	36
Bilagor	38
Ljudfiler	38
SSL Analog.....	38
SSL Digital	38

Inledning

Innan ljudproduktionsvärlden blev digitaliserad så var en ljudproducent begränsad av mängden utrustning den hade tillgång till. Hade studion två stycken 1176-kompressorer så var det bara de två den kunde använda. I och med övergången till digital inspelningsteknik så började olika tillverkare göra digitala emuleringar av klassiska ljudbehandlingsenheter, och idag finns det en uppsjö av tillverkare och flera varianter på i stort sett alla klassiska och eftertraktade enheter. Detta innebär en extrem nivå av frihet för producenter då de inte längre är begränsade av antalet tillgängliga fysiska enheter, utan idag kan en producent som sitter i ett DAW lägga på plugin efter plugin, ända tills datorkraften tar slut.

Digitaliseringen till trots så är analoga enheter långtifrån bortglömda. Företag tillverkar fortfarande kloner på klassiska enheter och det designas fortfarande nya analoga enheter. Vissa säger att arbetsflödet blir bättre när en jobbar analogt, vissa påstår att begränsningarna gör en kreativ, och en del påstår att det helt enkelt låter bättre.

Rent vetenskapligt så går det inte att få svar på huruvida någonting låter ”bättre” eller ej, men det går att undersöka huruvida det finns en påtaglig skillnad eller inte, hur stor den här är, samt, hur påverkas skillnaden beroende på olika ljudkällor? Till exempel, blir en akustisk gitarr ”mjukare” av att använda en analog kompressor istället för en mjukvaruemulering? Märks det lättare att mastringskedjan varit analog på en akustisk låt än på en rocklåt? Helt enkelt, hur påverkas den hörbara skillnaden mellan en analog enhet och en digital emulering av denna beroende på ljudmaterial?

Syfte

Undersökningens syfte är att ta reda på hur/om den hörbara skillnaden mellan en analog enhet och en digital emulering av densamma varierar beroende på vad för ljudmaterial som behandlas. Detta kommer att undersökas via ett lyssningstest där olika typer av ljudmaterial behandlas likadant med en analog enhet och en digital emulering av denna.

Beroende på resultat så varierar vilka som skulle vinna respektive förlora på att få svar på den här frågan. Om det verkligen finns en påtaglig skillnad och en analog enhet låter mer önskvärt under vissa användningsområden så skulle tillverkare, studioägare och kanske även hyrföretag vara vinnarna. Skulle det däremot visa sig att i de flesta fall så är det inte så stor skillnad, eller kanske till och med att de digitala emuleringarna ibland låter bättre, då skulle mjukvarutillverkarna vara vinnarna, och kanske även producenter och andra som arbetar med ljudbehandling och som då kan spara pengar på att köpa mjukvara istället för dyr hårdvara. Självfallet så kommer vi inte att få ett facit till hela diskussionen i den här undersökningen. Men vi kommer förhoppningsvis att få lite mer klarhet i ämnet, samt sprida intresset för frågan och lägga grund för vidare forskning inom området.

Frågeställningar

Frågeställningarna är:

- Hur påverkas den hörbara skillnaden mellan en analog enhet och dess digitala emulering beroende på vad för ljudmaterial som processerats?
- Till vilken grad påverkar ljudmaterialet vilken av enheterna som lyssnarna föredrar?
- Hur påverkas en lyssnares ordval och uttryck beroende på vad för material som processerats?
- Hur påverkas en lyssnares ordval och uttryck beroende på hans kulturella formning och bakgrund?

Avgränsningar

Inför lyssningstestet så togs beslutet att endast använda en enhet och en digital emulering av den, för att istället försöka ha med så många olika typer av ljudklipp som möjligt. Detta för att fokusera undersökningen på hur olika typer av ljudmaterial påverkar den hörbara skillnaden mellan en digital och en analog enhet, istället för hur olika enheter påverkar denna skillnad. Valet av enhet föll på en SSL Busskompressor, då det är standard att ha denna eller liknande på master vid mixning, och den fungerar även mycket bra på instrument för sig. Den SSL Busskompressor som användes i testet satt inbyggd i ett SSL Origin mixerbord, och den digitala emuleringen som användes, *SSL Native Buss Compressor 2*, är utgiven av SSL själva, därför borde den anses vara den emulering som är mest trogen originalet.

Tidigare forskning

En lyssnares förväntningar

Tidigare forskning visar på att lyssnare föredrar det de är vana vid eller det som de förväntar sig. Redan 1955 så gjordes en undersökning vid Ohio State University, där forskaren hade en hypotes om att lyssnare har olika så kallade *sets*, det vill säga att de förväntar sig att uppspelningen skall låta olika beroende på vad för typ av material som spelas upp. Forskaren använder bland exemplet att en lyssnare förväntar sig en något begränsad frekvensåtergivning då den lyssnar på en skiva, men förväntar sig full frekvensåtergivning då den ser livemusik. Detta testades genom olika former av bandpassfilter på uppspelningsmediumet för att jämföra olika begränsningar i frekvensåtergivningen, och se vad lyssnarna föredrog. De hade fyra olika typer av bandpassfilter (180 Hz - 3 kHz, 120 Hz – 5 kHz, 90 Hz – 9kHz och 30 Hz – 15kHz). Undersökningen är ju från mitten av 1950-talet, och 30 Hz – 15 kHz räknades då som väldigt högupplöst, de flesta hade inte tillgång till sådan frekvensåtergivning (Kirk, 1955).

Undersökningen visade att vad lyssnarna föredrog berodde mycket på ljudmaterialet. När de fick höra en stråkkvartett så föredrog de allra flesta den snävaste frekvensåtergivningen (180

Hz – 3 kHz), och den mest öppna frekvensåtergivningen (30 Hz – 15 kHz) var minst populär här. I vissa av de andra testen så var även den snävaste den minst populära, men den mest öppna var aldrig den mest populära. Oftast så var den näst mest öppna (90 Hz – 9 kHz) den mest populära, lyssnarna föredrog alltså här en viss form av bandpass (ibid).

En mer samtida undersökning från University of Lethbridge (Chambers-Moranz, Pras & Thomas, 2019) undersökte ifall ljudingenjörer från olika generationer föredrog en analog eller en digital mix av samma låt. Lyssningsgruppen bestod här av 19 tränade lyssnare som var mellan 17 och 37 år gamla. Lyssningstestet var ett dubbelblindtest där 8 låtar mixats både digitalt och på ett analogt mixerbord. Alla lyssnarna som deltog i testet använder sig idag mest av digital utrustning när de mixar, men de flesta av de äldre lyssnarna hade tidigare mixat analogt och vid den digitala erans intåg gått över till att mixa digitalt, och de yngre lyssnarna hade mixat digitalt hela livet. Studien visade att de lite äldre lyssnarna som tidigare mixat analogt tenderade att föredra de analoga versionerna av mixarna, medans de lite yngre lyssnarna som bara mixat digitalt tenderade att föredra de digitala mixarna. Detta stödjer då teorin om att lyssnare har en partiskhet till vad de är vana vid, eller till de som det en gång börjat med.

Tidigare studier i skillnader mellan analogt och digitalt

2008 så gjordes en studie som mer fokuserade på huruvida en analog enhet låter annorlunda än en digital emulering. Här jämfördes den analoga klassiska kompressorn *UREI 1176LN* (framöver benämnd som 1176) med *Universal Audio*:s digitala emulering av den. Det betonas att grundarna bakom Universal Audio är söner till Bill Putnam som designade 1176:an, och de grundade företaget efter faderns död då de även hittade anteckningar och beskrivningar av olika tekniska problem som han stött på under sin karriär, vilket inspirerade dem till att återskapa några av de analoga enheterna han designat i digital form. Deras undersökning skedde i form av ett lyssningstest med tre ljudmaterial, en ensam akustisk gitarr, en mångkanalsinspelning av en poplåt och en mångkanalsinspelning av en rocklåt. De gjorde separata mixar på de olika låtarna, i en version så använde de den analoga 1176:an och skrev ner exakta inställningar de använt på de olika kanalerna, och i den andra versionen så använde

de Universal Audio:s 1176-emulering med samma inställningar på samma kanaler (Palm & Lidholm, 2008).

Lyssnarna bestod av studenter och lärare från en musikproduktionsklass vid Kulturamas vuxenutbildning i Stockholm. Det visade sig att de flesta i gruppen oftast kunde höra en skillnad, även om den bara var liten. Det visade sig även att det var fler som uppfattade en skillnad mellan mixarna av den akustiska gitarren och poplåten, och färre som uppfattade en skillnad mellan mixarna av rocklåten. Enligt forskarna så förväntade de sig detta då rocklåten överlag var mycket hårdare komprimerad än de andra två låtarna, och de nämner även eventuell lyssningströtthet som anledning då de fick höra rocklåten sist. Detta ligger bra till grund för utförligare studier om huruvida valet av ljudmaterial påverkar den hörbara skillnaden mellan analogt och digitalt. De nämner även att lyssnarna oftast trodde den mix de tyckte lät bäst var den analoga, även om det inte var sant. Detta går också att härleda till partiskheten hos lyssnare: om analogt anses låta bättre än digitalt, då antar lyssnarna att den de tycker låter bäst måste vara den analoga (ibid).

Effekter av utommusikaliska faktorer vid värdering av popmusik

I Göran Nylöfs artikel *Effekter av utommusikaliska faktorer vid värdering av popmusik* från 1963 så presenteras en teori om att attityder gällande musik- och ljudupplevelser ofta är starkt påverkade av kulturella normer och värderingar. Nylöf genomförde två undersökningar där han undersökte hur popfantasters värderingar av olika populärmusikalalbum påverkades av två faktorer: om bandet/artisten presenteras som mer eller mindre välkända, och om albumet presenteras utan information om artist utan enbart av hur olika typer av människor har rankat albumet. Deltagarna rekryterades ifrån personer som varit med i radioprogrammet *Tio i topp* (ett radioprogram där ungdomar valde veckans bästa popskiva), och ansågs således bestå av så kallade *popvänner*.

I den första undersökningen, vilken han kallade för *Effekter av artistprestige vid bedömning av popmusik*, så bestod lyssningsgruppen av totalt 78 lyssnare. De delades slumpmässigt upp i två grupper, och fick lyssna på tre olika popalbum. Det var exakt samma tre popalbum som spelades upp, men ett av albumen presenterades olika för de två grupperna. För den ena

gruppen så presenterades detta felaktigt som ett album av det då mycket populära bandet The Shadows från London, och för den andra gruppen så presenterades det korrekt som ett album av bandet The Shanes ifrån Kiruna, som vid tiden för undersökningen var relativt okända. Lyssnarnas uppgift var sedan att betygsätta de olika albumen på en skala från noll poäng (mycket dåligt) till fem poäng (mycket bra). De två albumen som presenterades likadant och korrekt för de båda grupperna (ett album av Ray Charles och ett av The Beatles) fick liknande medelvärderingar av de båda grupperna. Ray Charles-albumet hade en differens i medelvärdering mellan de olika grupperna på 0,3 poäng, och Beatles-albumet hade en differens på 0,1 poäng. Differensen sinsemellan de båda grupperna gällande albumet som presenterades felaktigt låg på 0,8 poäng, en klar skillnad ifrån de andra två.

I den andra undersökningen, vilken han kallade för *Referensgruppseffekter vid bedömning av popmusik*, så deltog totalt 204 personer vilka slumpmässigt delades upp i två grupper, en experimentgrupp och en kontrollgrupp. Båda grupperna fick lyssna på ett antal helt nya och okända popalbum, men av dessa var bara två av betydelse för undersökningen; I love you, Eddie av The Crystals och Western Rose av Peter Kraus. Deltagarna fick i denna undersökningen ingen information om artisten eller bandet bakom albumet, men experimentgruppen fick följande information om de två föregående nämnda albumen:

Skiva B: "Denna skiva har erhållit det största antalet röster i en omröstning av popskivor företagen bland kända popmusiker och popsångare."

Skiva C: "Denna skiva har erhållit det största antalet röster i en omröstning av popskivor företagen bland s. k. kultisvänner, personer som dansar folkdanser och gillar Calle Jularbo."

Kontrollgruppen fick ingen som helst information om dessa två skivor. Uppgiften för deltagarna i de båda grupperna var även nu att betygsätta albumen på samma skala som i den tidigare undersökningen, med förväntningen att experimentgruppen skulle ge ett högre snittbetyg än kontrollgruppen för skiva B, och ett lägre betyg än kontrollgruppen för Skiva C. Detta då antagelsen var att popmusiker och popsångare skulle fungera som en positiv referensgrupp och "kultisvännerna" som en negativ. Differensen mellan de båda gruppernas genomsnittsbetyg för album B (det som sades ha rankats positivt av popmusiker och popsångare) var +0,7 för experimentgruppen, vilket Nylöf ansåg vara större än vad som skulle kunna bortförklaras av olika musikalisk grundinställning i grupperna. Differensen för Album C (det som sades ha rankats positivt av "kultisvänner") låg på +0,3 för experimentgruppen,

alltså uteblev den negativa referensgruppseffekten. Nylöf ansåg att en möjlig förklaring till detta är att det skulle möjligen vara lättare att påverkas av positiv än av negativ referensgruppseffekt (Nylöf, 1964).

Teori

Den hörbara skillnaden beroende på ljudmaterial

Enligt Palm & Lidholms undersökning så verkar det som att den hörbara skillnaden mellan en analog och en digital enhet varierar beroende på ljudmaterialet som processeras, och även att denna skillnad är lättare att uppfatta när materialet är mindre komprimerat och arrangemanget mer sparsmakat. Hypotesen i denna undersökningen utgår då ifrån att den hörbara skillnaden mellan den digitala och den analoga versionen är större när ljudmaterialet som processerats är en mindre komprimerad låt som har ett ganska sparsamt arrangemang, och mindre när det är en hårt komprimerad låt med ett mer tätt arrangemang. Genom att följa denna logik så borde det även vara enklare att höra skillnad på en inspelning av bara ett instrument än en inspelning av en hel låt. Samma sak gällande enskilda instrumentet beroende på grad av komprimering och övrig processering (Palm & Lidholm, 2008).

Effekter av kulturella normer

Nylöfs teori om hur kulturella normer och värderingar påverkar en lyssnares inställning av en ljudupplevelse borde kunna appliceras även när det gäller analogt och digitalt. Lyssnares förväntningar på olika kvaliteter den anser tillhöra analogt respektive digitalt borde skina igenom i dens resonemang för varför den valde som den gjorde. Även ifall en lyssnare har tillräckligt tränade öron och tillräckligt mycket erfarenhet för att kunna höra skillnad på en ljudfil som är processerad likadant med en analog enhet och en digital emulering av denna, så betyder inte det att dens resonemang om varför det är så eller vilken den tror är vilken skulle vara korrekt.

Om en lyssnare till exempel är formad av kulturella normer där analogt alltid anses låta bättre än digitalt, och anser att en av de två versionerna låter bättre än den andra, så borde den

beskriva versionen den tycker låter bättre om som analog, och även använda typiska termer för detta. Detta borde även fungera på motsatt sätt ifall en lyssnare är påverkad av normer där digitalt anses låta bättre än analogt (Nylöf, 1964).

Är det teoretiskt möjligt för en digital enhet att exakt efterlikna en analog enhet?

Partiskhet är en stor faktor i vad människor föredrar, och studierna i tidigare avsnitt stärker detta. En förutsättning för detta är ju dock att det faktiskt finns en skillnad. Ett grundläggande problem vid jämförelser mellan en analog enhet och en emulering av den är att alla analoga enheter skiljer sig i ljudkaraktär, speciellt när elektronikkomponenterna åldrats (Rawlops, 2019). Detta betyder att den analoga enhet som tillverkaren av emuleringen har använt antagligen skiljer sig i ljudkaraktär från den analoga enhet som används vid jämförelsen. Inför det här problemet så finns det två förhållningssätt. Det ena är att låta denna skillnad vara en del av skillnaden i testet och bidra till olikheterna, och det andra är att efter bästa förmåga få den analoga enheten och emuleringen att låta så lika som möjligt, men att då acceptera att de inte är inställda likadant.

Rent teoretiskt så är det idag möjligt att utan problem reproducera hela det mänskliga örats hörbara spektrum digitalt. Enligt Nyquistteoremet så behöver samplingfrekvensen vara dubbelt så hög som den högsta frekvensen som ska återges, då det uppstår så kallad aliasing i den övre hälften av frekvensspektrumet vid digital sampling. Detta löses genom att spela in i dubbelt så hög frekvens som skall återges, och sedan filtreras den övre hälften bort med hjälp av ett lågpasfilter (Rumsey & McCormick, 2009). I den tidiga digitala åldern så var prestanda- och hårdvarubegränsningar ett problem, men idag så är aliasing inte längre ett problem. Detta betyder att det rent teoretiskt är möjligt för en digital emulering att felfritt kunna replikera en analog enhet. En faktor kvarstår dock, och det är den mänskliga förmågan som behövs för att programmera emuleringen. Detta betyder då att den största utmaningen i att replikera en analog enhet digitalt ligger på programmerarna. Att härma en analog enhet digitalt är inget enkelt jobb, och det kräver ett metikulöst mätande och testande. Steven Slate, grundare av Slate Digital, beskriver arbetet med att replikera en analog enhet såhär:

In case you're unaware of how we model analog processors, it starts with an examination of the schematic and then leads to an extensive testing of the actual gear, which then leads to initial algorithm modules created by Fabrice and the DSP team. These complex modules represent all the aspects of the gear. For instance, a transformer can have several modules that correspond to how this component affects the sound of the audio. It is then up to me to tweak these modules, and send notes back to Fabrice and the DSP team if there are changes that need to be made. This back and forth process can happen many dozens of times. Because of the complexity of the FG-116, where every parameter affects all other parameters (such as how the gain reduction affects timing, output level affects transformer response), it becomes extremely difficult to match the analog gear. Often I'd be able to match one piece of reference material exactly, but then the same setting would sound incorrect on another reference piece of material. It was really frustrating. But with perseverance (and a lot of coffee), the team came through and were able to recreate the sound with such precision that a room full of pro audio engineers was unable to hear the difference in a blind A/B test. That was a fun day for sure. (Slate, u.å.)

Detta tyder alltså på att det idag inte är de tekniska begränsningarna som hindrar en emulering ifrån att låta exakt likadant som en analog enhet, utan det är hur noggranna utvecklingarna av den har varit.

Metod

Undersökningen genomfördes i form av ett lyssningstest, och behandlades som en kombination av kvalitativa och kvantitativa data. Kvantitativ då det går att med siffror mäta hur många som kan höra skillnad på de olika ljudfilerna, och kvalitativ då det även handlar om hur lyssnarna kommer att beskriva dessa skillnader. Enligt Eliasson så är den stora skillnaden mellan en kvantitativ och en kvalitativ undersökning huruvida deltagaren representerar en grupp (kvantitativ) eller bara sig själv (kvalitativ). Eliasson drar exemplet att i en kvantitativ undersökning så är det vanligt att undersökaren inte ens frågar vad deltagaren heter (Eliasson, 2013). Med det synsättet så är den här undersökningen kvantitativ, då personerna själva inte är av intresse, utan gruppen de representerar (ljudproduktionsstudenter som även håller på med ljudproduktion utöver studierna). Samtidigt så är det av intresse hur åsikterna inom gruppen kan variera, men fortfarande med gruppen och inte individen i fokus. Då datan som sagt samlades in i både siffror och ord så blir undersökningen varken helt

kvalitativ eller helt kvantitativ, utan skulle bäst kategoriseras som blandade metoder (Eriksson-Zetterquist, 2022).

Berg anser att någon form av uppvärmning eller träning är nödvändig för att deltagarna ska kunna genomföra ett lyssningstest på bästa sätt (Ternhag & Wingstedt, 2019). Då testet bestod av 11 frågor och beräknades ta ganska lång tid (20-30 minuter) så togs beslutet att inte ge lyssnarna någon form av uppvärmning eller träning. Detta skulle kunna påverka resultatet genom att lyssnarna överlag får färre rätt i början av testet, och fler rätt ju längre testet håller på. Då frågeordningen är randomiserad så borde den allmänna påverkan på resultatet vara jämnt fördelad över alla frågor. Lyssnarnas resultat beroende på frågeordning (andelen rätt svar på första frågan, på andra frågan, et.c.) kommer att redovisas, och effekten av att utelämna uppvärmning analyseras.

Kompressor

De två busskompressorerna ställdes in enligt typiska inställningar för busskomprimering: ratio på mellan 1.5:1 och 4:1 beroende på vad som ansågs passa ljudfilen, release på auto, attack på 30 millisekunder, och tröskelvärdet justerades så att komprimeringen nådde precis 4 decibel vid ljudfilens starkaste transient. Detta tillvägagångssätt gjorde det enkelt att ställa in den analoga och den digitala kompressorn likadant. Makeup-gain justerades tills den processerade ljudfilen antogs vara lika stark som den opåverkade ljudfilen, och de processerade filerna justerades i efterhand till att vara lika starka enligt integrerad LUFS.

Ljudmaterial

Först och främst så gjordes ett urval av ljudmaterial att ha med i testet. Tanken var att ungefär hälften av filerna skulle vara mixade men omastrade låtar, och hälften skulle vara soloinspelningar av olika instrument.

Låtar

Låtarna skulle vara i så olika genrer som möjligt, utan att för den sakens skull vara obskyra och excentriska. De skulle vara färdigmixade men omastrade, då limitering inte var önskvärt för att få så stor effekt som möjligt av busskompressorn. Nedan följer en redogörelse över

vilka låtar som använts och vad de kallades i undersökningen, mer eller mindre detaljerad beroende på överenskommelsen med upphovspersonen.

Hiphop/Rock

Låten Klick Klick av duon the THE JON JOHNS (Mattson, Von Letscher, 2022). Det skulle kunna sägas är en hiphoplåt fast med ett beat som är tillverkat av gitarrer, trummor och bas. Mixen är väldigt modern och hifi, väldigt processerad och bearbetad. Ration sattes till 2:1.

Jazz

En liveinspelning i studio av låten Joy Spring (Brown, 1954). Musikerna som spelar på inspelningen gick vid tiden för inspelningen på ett musikgymnasium i Sverige. Instrumentering är trumset, kontrabas, piano, trumpet, saxofon och vokalist. Låten är ganska milt processerad, och låter som en jazzlåt genremässigt förväntas göra. Delen som valdes till testet börjar med ett trumpetsolo och går sedan över i en sångvers.

Metal

En låt i genren modern metal. Artist och låttitel hålls enligt överenskommelse med upphovsperson hemligt. Instrumenten är trummor, elgitarr, elbas och synth. Ljudet är väldigt processerat och modernt. Delen som valdes till testet börjar med sång, går sedan över i ett gitarrsolo, och avslutas med ett synthsolo, för att få så stor variation som möjligt. Ration sattes till 2:1.

Synthpop

En låt i genren synthpop av duon Colin and the Clouds (2021). Instrumenteringen är elektroniska och samplade trummor, vokaler, elgitarr, och synth. Ljuden är väldigt processerade och bearbetade. Ration sattes till 2:1.

Instrument

Det användes två eller fler olika inspelningar av varje instrument, inspelade på så olika sätt som möjligt för att variera testet. Instrumenten som valdes var akustisk gitarr, akustiskt trumset och röst, med motiveringen att de anses vara bland de vanligaste instrumenten att spela in. Nedan följer en redogörelse över dessa.

Akustiskt gitarrarrangemang

Två akustiska gitarrer som tillsammans spelar ett stycke. Ration sattes till 1.5:1.

Ensam akustisk gitarr

En ensam akustisk gitarr som spelar ackord. Ration sattes till 1.5:1.

Processerat trumset

Ett kvantiserat, triggat och processerat trumset. Spelar ett stycke i genren metal. Ration sattes till 1.5:1.

Oprocesserat trumset

Ett inspelat trumset där volymerna och panoreringarna är justerade, och det är även faskorrigerat, men i övrigt oprocesserat. Spelar ett stycke i genren indierock. Ration sattes till 2:1.

Solosång

Mansröst som sjunger en vers av en poplåt. Oprocesserat. Ration sattes till 2:1.

Rap

Mansröst som rappar ett stycke. Första två tredjedelar är rakt, sista tredjedel är trioler. Oprocesserat. Ration sattes till 4:1.

Accapella

Accapellaarrangemang i genren neosoul uppbyggt av en kvinnoröst. Lätt processerat. Ration sattes till 2:1.

Lyssningstestet

Lyssningstestet organiserades som ett ABX-test, där A och B var den analogt respektive digitalt processerade ljudfilen. X var en kopia av antingen A eller B. Vilken som var A, B och X varierade mellan varje fråga och mellan varje testomgång, det var alltså fullständigt randomiserat. Frågorna presenterades på ett neutralt sätt så att lyssningstestet påverkades så lite som möjligt av yttre faktorer. Uppspelningen styrdes genom att klicka på tre olika rutor märkta A, B och X. Uppspelningen var synkroniserad, den fortsatte alltså sömlöst när

lyssnaren bytte mellan A, B och X. Tyvärr så var det inte möjligt att låta lyssnaren manuellt välja var i ljudfilen den ville lyssna från, utan det var endast möjligt att låta ljudfilen loopas eller att trycka på stopp och höra den från början. Varje fråga hade även tre kommentarsfält, ett för varje uppspelningsversion.

Lyssnarna instruerades att först lyssna på A och B, och samtidigt skriva ner vilken de tror är analog respektive digital, och varför. Sedan skulle de lyssna på X, klicka på den utav A eller B som de trodde X var en kopia av, och eventuellt skriva en kommentar till varför de trodde X var A eller B.

I slutet av testet så fick lyssnarna möjlighet till att lämna en kommentar om testet i helhet. De fick även möjlighet till att skriva in sin epostadress både i början och i slutet av testet för att kunna ta del av resultatet, vilket de ofta brukar vilja göra, och även gärna ville göra i denna undersökningen (Eliasson, 2013).

Utrustning

Utrustningen för testet var portabel, vilket gav flexibilitet och gjorde det enklare att göra testet på en plats som passade bäst för lyssnaren. Det gjordes dock alltid med lyssnaren själv i ett rum som var fritt från störande ljud, och alla lyssnare använde exakt samma utrustning för att ge lyssningstestet hög validitet (Ternhag & Wingstedt, 2019). Utrustningen som användes för testet följer nedan, uppdelat på hårdvara och mjukvara.

Hårdvara

Hörlurar

Hörlurarna som användes i testet var ett par Beyerdynamic DT-990 Pro. Detta är ett par öppna hörlurar som är vanliga i ljudproduktionsvärlden.

Ljudkort

Hörlurarna kopplades direkt in i ett Focusrite Scarlett 18i8 3rd Gen. Även detta är ett ljudkort som är vanligt i ljudproduktionsvärlden och dess hörlursförstärkare har mindre impedans än 1 ohm (Focusrite, 2022).

Laptop

Laptopsen som användes till testet var en ASUS A55VJ-SX245H med Windows 10, Intel® Core™ i7-3630QM-processor och 8GB RAM-minne på 1600MHz.

Mjukvara

Sonarworks Reference 4

Reference 4 är en mjukvara från sonarworks för att göra uppspelningen så neutral som möjligt, genom att med en equalizer kompensera för rumsakustik eller hörlurars frekvensåtergivning. Den ska dock inte ses som en perfekt lösning som alltid gör uppspelningen helt neutral, utan mer som en hjälp på vägen som kompenserar lite grann för uppspelningemediets brister. Den ställdes in till en förinställning som skulle matcha hörlurarna som användes.

Web Audio Evaluation Tool

Lyssningstestet sattes upp med verktyget Web Audio Evaluation Tool (framöver kallat WAET), vilket är både gratis och open source. WAET är högt ansett i både ljudproduktions- och den akademiska världen, och möjliggör för ett dubbelblindt och fullt randomiserat lyssningstest.

Lyssningsgrupp

Lyssningsgruppen utsågs via ett strategiskt urval, då det är viktigt att lyssnarna har erfarenhet av ljudproduktion, och ett sannolikhetsurval inte hade varit praktiskt genomförbart. Lyssningsgruppen bestod av ljud- och musikproduktionsstudenter vid Högskolan Dalarna, som förutom att studera ljudproduktion även aktivt håller på med ljud- eller musikproduktion utöver studierna. Lyssningsgruppen var tänkt att bestå av mellan 10 och 20 personer, och landade slutligen på 13 personer.

Etiska överväganden

Undersökningen har skett med de forskningsetiska principerna i åtanke (Vetenskapsrådet, 2017). Under studien så har inga tillfällen påträffats där uppsatsen skulle kunna strida mot de

forskningsetiska principerna. Deltagarna har blivit informerade om att deras uppgifter behandlas anonymt och att de närsomhelst kan avbryta undersökningen.

Sannolikhet

Ifall alla lyssnare skulle chansa på en fråga så skulle andelen rätt/fel svar ligga runt ungefär hälften. Samma sak skulle hända ifall lyssnarna inte hör någon skillnad eller tror sig höra en skillnad som inte finns där. Därför är det viktiga hur stor avvikelsen av rätta/fel svar är ifrån 50%, och är avvikelsen tillräckligt stor så kommer den tyda på att lyssnarna faktiskt kunde skilja de olika versionerna åt (Ternhag & Wingstedt, 2019). Undersökningen innehåller alldeles för svar för att göra en avancerad statistisk analys, men för att få ett ytterligare perspektiv i analysen så har det ändå gjorts en enklare sannolikhetsanalys.

Sannolikheten för svaren beräknas på två olika sätt.

- Om fler än hälften av lyssnarna hade rätt så är sannolikheten beräknad på hur stor chans det är att så många eller fler skulle ha rätt.
- Om färre än hälften av lyssnarna hade rätt så beräknas sannolikheten på hur stor chans det är att så många eller fler skulle ha fel.

Beräkningen sker på detta sätt för att det som är av intresse är hur stor chans det är att mängden rätta eller fel svar avviker minst såhär mycket från slumpen (50% rätt/fel), och inte exakt såhär mycket från slumpen.

Sannolikhetsuträkning

Sannolikheten beräknas genom följande

n = antal lyssnare

c = Sannolikhet att få korrekt svar genom att svara slumpmässigt

r = Visst antal lyssnare som har svarat rätt på en viss fråga

f = Visst antal lyssnare som har svarat fel på en viss fråga

k = Möjliga kombinationer av olika sätt som ett visst antal rätt svar kan fördela sig mellan lyssnarna

$P(A)$ = Sannolikhet för att en viss mängd lyssnare får rätt svar på en fråga genom att svara slumpmässigt

$P(B)$ = Sannolikhet för att ett visst antal lyssnare eller fler får rätt svar på en fråga genom att svara slumpmässigt

$P(C)$ = Sannolikhet för att ett visst antal lyssnare får fel svar på en fråga genom att svara slumpmässigt

$P(D)$ = Sannolikhet för att ett visst antal lyssnare eller fler får fel svar på en fråga genom att svara slumpmässigt

k beräknas genom formeln

$$k = \frac{n!}{r!(n-r)!}$$

$P(A)$ räknas ut genom formeln

$$P(A) = c^r * c^{n-r} * k$$

$P(B)$ beräknas genom att summera $P(A)$ för $[r,n]$.

$P(C)$ och $P(D)$ räknas ut likadant som $P(A)$ och $P(B)$, med skillnaden att definitionen för variabel r byts ut mot variabel f .

(Kowalski, 2022; Furey, 2022).

Sannolikhetstabeller

r	P (B)
13	≈0.012%
12	≈0.171%
11	≈1.123%
10	≈4.614%
9	≈13.342%
8	≈29.053%
7	=50%
6	≈70.947%
5	≈86.658%
4	≈95.386%
3	≈98.877%
2	≈99.829%
1	≈99.988%
0	=100%

Sannolikhet för att ett visst antal lyssnare eller fler får rätt svar på en fråga genom att svara slumpmässigt

f	P (D)
13	≈0.012%
12	≈0.171%
11	≈1.123%
10	≈4.614%
9	≈13.342%
8	≈29.053%
7	=50%
6	≈70.947%
5	≈86.658%
4	≈95.386%
3	≈98.877%
2	≈99.829%
1	≈99.988%
0	=100%

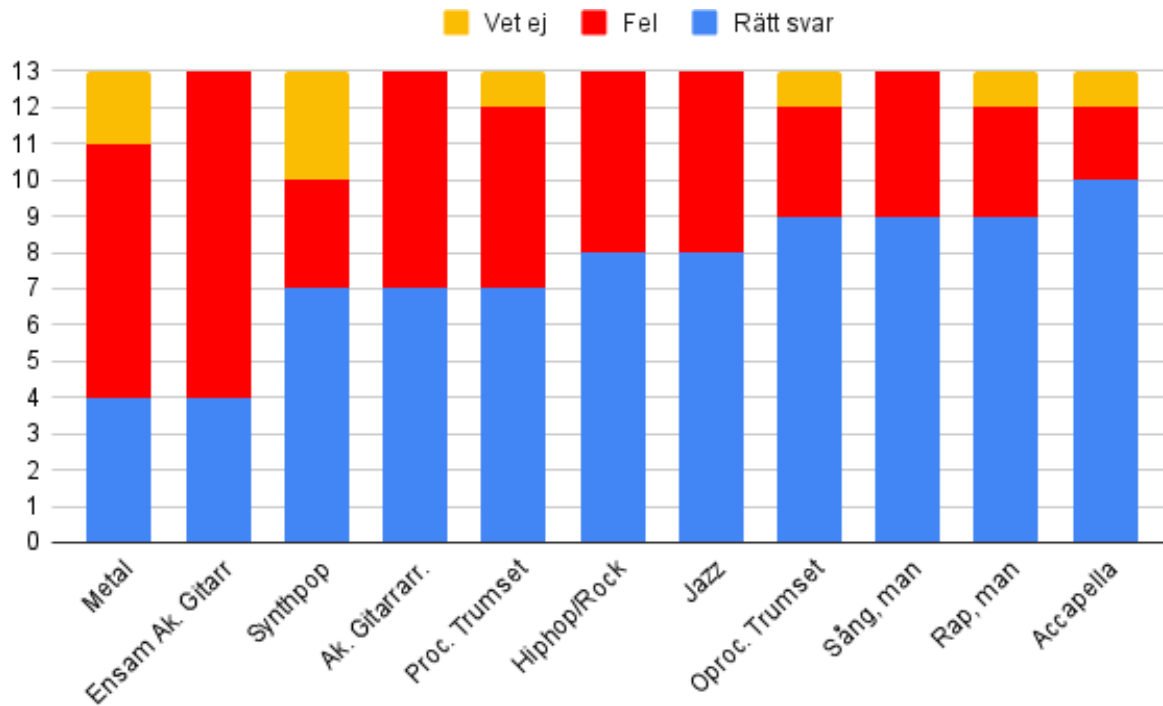
Sannolikhet för att ett visst antal lyssnare eller fler får fel svar på en fråga genom att svara slumpmässigt

Resultat

Resultaten presenteras först i två delar: lyssnarnas resultat när det gällde att svara rätt på ifall X var en kopia av ljudfil A eller B baserat per ljudfil, och lyssnarnas resultat när det gällde att identifiera vilken av A och B som är den digitala respektive den analoga baserat per ljudfil. Dessa två resultatredovisningar blir en sammanfattning av hur lyssnarna svarat på de olika frågorna, och det går att se ifall några ljudfiler hade fler rätta svar än andra. Efter det så görs en sammanfattning av kommentarer och svarsresultat för varje fråga. Till sist så presenteras resultaten för lyssnarnas resultat för X- och identifieringsuppgiften fast baserat på i vilken frågeordning, för att kunna se ifall lyssnarna till exempel fick en större del rätt svar i slutet av testet.

Resultat (X) baserat på ljudfil

Baseras på hur många av lyssnarna som svarade rätt på ifall X var en kopia av A eller B baserat på varje ljudfil. Resultatet har sorterats efter antal rätt och sedan ställts upp i ett stapeldiagram. Sannolikhetsanalysen är baserad på att lyssnaren antingen kan ha rätt eller fel (inget svar eller ”vet ej” räknas som fel). I stapeldiagrammet så visas dock ifall lyssnaren har svarat rätt, fel, eller ”vet ej” (ifall lyssnar inte svarar eller skriver att den inte vet). Detta för att underlätta analysen.

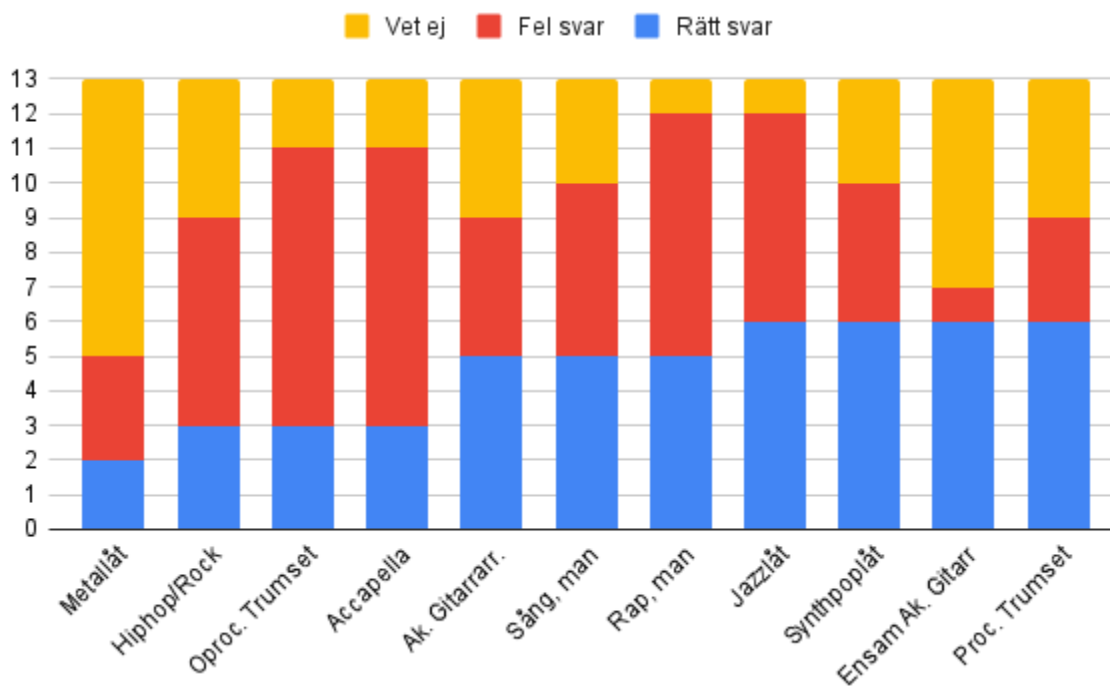


Stapeldiagram över svaren för (X) baserat per ljudfil.

Sett till sannolikhetsundersökningen så är det ungefär 13% chans att minst 9 av lyssnarna har rätt på en fråga ifall de svarar helt slumpmässigt, men här har det inträffat på 4 av 11 frågor, samtidigt som att 9 lyssnare har fel endast har inträffat på två frågor. På resterande 5 frågor så har lite fler än hälften av lyssnarna lyckats svara rätt. Läggs alla svaren samman (143 stycken) så är 82 korrekta, 61 felaktiga eller ”vet ej”, och medelvärdet är 71.5. De korrekta svaren ligger alltså överlag strax över mitten, vilket skulle kunna tyda på att lyssnarna generellt kunde höra skillnad på de analogt och digitalt processerade versionerna av filerna.

Resultat analog/digital baserat på ljudfil

Baseras på hur många av lyssnarna som hade rätt på vilken av A och B som var digital respektive analog. Här presenteras svaren enligt att lyssnaren kan ha rätt, fel, eller "vet ej". Detta då en ganska stor andel av lyssnarna antingen sagt att de inte vet eller inte har svarat, och deras svar kommer då att räknas som "vet ej".



Antal rätt svar (analog/digital) för varje ljudfil

Det var inte alls lika många lyssnare som korrekt kunde definiera vilken av A och B som var analog respektive digital jämfört med hur många som korrekt kunde para ihop X med A eller B. Om "vet ej" räknas som fel svar så har sju frågor fått fler än 8 fel svar, och 4 av frågorna har fått fler än 10 fel svar. Sannolikheten för att 10 av lyssnarna ska ge fel svar på en fråga ifall de svarar helt slumpmässigt är ungefär 4.6%, samt ungefär 29% för 8 fel svar, så både sannolikhetsuträkningen och stapeldiagrammet lutar klart mot att lyssnarna hade stora svårigheter i att urskilja vilken av A och B som var analog respektive digital.

Ifall de som svarade att de inte visste räknas bort (40 stycken) och endast svaren där lyssnarna tyckte sig veta vilken som var vilken (103 stycken) räknas så ser det mer jämnt fördelat ut. Då är det 50 stycken som hade rätt, 53 stycken som hade fel, och mittlinjen ligger på 51.5. Detta resultat tyder dock fortfarande på att lyssnarna generellt inte kunde svara bättre än vad de hade gjort genom att svara slumpmässigt.

Sammanfattning ljudfiler

Låtar

Bland låtarna så sticker verkligen metalllåten ut. Den har absolut störst andel lyssnare som svarat att de inte vet vilken av de båda versionerna som är analog eller digital, bara 2 lyssnare har lyckats identifiera detta korrekt, 3 stycken har misslyckats, och 8 stycken har svarat att de inte vet vilken som är vilken. Inte heller var det många av lyssnarna som korrekt kunde para ihop X med A eller B, utan endast 4 lyssnare lyckades med detta, 7 misslyckades, och 2 svarade att de inte visste. Den enda lyssnaren som lyckades med båda uppgifterna gällande denna ljudfilen har beskrivit det som att den analoga lät som att den var lite lite bandpassad, och att den digitala hade en mer full frekvensåtergivning. De som tror sig ha vetat men haft fel har bland annat svarat att den de tror är analog är mjukare eller luftigare, och att den de tror är digital är lite vassare i diskanten.

De tre andra låtarna är mer lika i resultatet, iallafall när det gällde för lyssnarna att para ihop X med A eller B. Här var det lika många lyssnare som lyckades göra detta korrekt med jazz- och hiphop/rock-låtarna (8 stycken), och en mindre som lyckades göra detta med synthpoplåten (7 stycken lyckades). Detta är dock bara strax över hälften av lyssnarna, sannolikheten för 8 slumpmässigt rätta svar på en fråga ligger på ungefär 29%, följt av 50% för 7 rätta svar. Det lutar alltså svagt mot att lyssnarna generellt kunde höra en verklig skillnad mellan den analogt och digitalt processerade versionen av iallafall jazz- och hiphop/rocklåten, men inte tillräckligt för att signifikant avvika från slumpen.

När det istället gällde att identifiera vilken som var den analoga respektive den digitala versionen av låtarna så lyckades flest lyssnare korrekt göra detta med synthpoplåten (6 korrekt, 4 felaktigt och 3 visste inte). En av lyssnarna beskriver att den analoga versionen har mindre diskant och mer low end, en annan att den låter mer musikalisk, behagligare, mer harmonisk, och en tredje att den låter ”mer som en låt ska göra på radion”. En lyssnare (som utförde båda uppgifterna korrekt) beskriver den analoga som mindre dynamisk och med begränsad frekvensåtergivning, vilket är termer som skulle kunna tolkas som negativa.

Jazzlåten låg jämnt fördelad där 6 lyssnare identifierade de två versionerna korrekt, 6 felaktigt, och 1 visste inte. Här hade många av dem som lämnat långa kommentarer fel.

Många beskrev den de trodde var digital (vilken egentligen var den analoga) med negativa termer, till exempel att den var tråkig i ljudbilden, att den kändes mindre levande, att den lät mer instängd eller i ett fall att kontrabasen lät som ett MIDI-instrument. En lyssnare beskrev felaktigt den analoga som digital med kommentaren att den lät mer hifi, vilket borde tolkas som en positiv term. Och vice versa så beskrev även vissa felaktigt den digitala som analoga med kommentarer som kan tolkas som både positiva och negativa. En av lyssnarna som yttrat sig felaktigt men positivt om den digitala beskrev det som att den var mera intressant och vibrant i ljudbilden, att ljudet kändes mera levande, och att den var ”renare” komprimerad. Bland de som yttrat sig felaktigt men negativt så beskriver en lyssnare det som att den har lite mer ”noise” och en annan det som att den har mer ”buildup” i basfrekvensen. En lyssnare som korrekt identifierade den analoga och den digitala men felaktigt parade ihop X ansåg att den digitala hade mer attack i mixen och därför borde vara emuleringen samtidigt som den analoga hade mer lowend överlag och därför borde vara den analoga. En annan lyssnare som gjorde likadant tyckte att den digitala lät som en sampling, att den var för ”clear” och ”rund” i lowend för att vara analog.

Sämre gick det för lyssnarna att identifiera versionerna av hiphop/rocklåten. Här kunde bara 3 lyssnare göra det korrekt, 6 stycken gjorde det felaktigt, och 4 stycken ansåg sig inte kunna avgöra vilken som var vilken. En lyssnare som hade korrekt parade ihop X med A eller B men inte kunde avgöra vilken som var den digitala och den analoga beskrev det som att den ena var lite stummare (den analoga) och den andra hade lite mer ”punch i stereobredden” och ”tryckte igenom mer” på vissa delar den digitala. En annan lyssnare som även den lyckades med X-uppgiften men misslyckades med identifieringsuppgiften tyckte att där fanns en skillnad men som den inte riktigt kunde beskriva, men att det hade att göra med klang och bas. En lyssnare som hade fel på båda uppgifterna ansåg att den som den trodde var digital (den analoga) lät som en låt gör ”innan bounce”, att den var mer ”spridd och sprucken”, och att det hörs en stämma i den som inte hörs i den andra versionen. Den beskrev den digitala versionen (vilken den trodde var analog) som att den var bättre komprimerad, att den lät som en låt gör ”efter bounce”, att kompressionen var mer balanserad och att frekvenserna var på ”rätt position”. En lyssnare som misslyckades med X-uppgiften men korrekt kunde identifiera de två versionerna sa sig uppleva att dynamiken mellan de olika ljuden passade bättre in med varandra i den analoga, att den fick en klarare 3D-bild av ljuden i huvudet av den analoga,

medans den digitala kändes mera 2D. Den tyckte att kompressionen i den digitala var bra, men att så fort den bytte över till den analoga så började alla små detaljer i musiken att leva.

Instrument

Det flesta av lyssnarna lyckades att korrekt para ihop X med A eller B för de tre ljudfilerna som enbart innehåller röst. För solosångstycket och rapstycket så lyckades 9 av lyssnarna med detta, för accapellastycket så lyckades 10 av dem. Att 9 eller fler lyssnare lyckas svara rätt på en fråga har ungefär 13% chans att hända ifall de alla skulle svara slumpmässigt, och här har det hänt på alla de tre sångljudfilerna. Att minst 10 lyssnare skulle svara rätt har en chans på ungefär 4.6% att hända ifall de svarat helt slumpmässigt. Det verkar alltså som att det, enligt sannolikhetsanalysen och gällande sångljudfilerna, faktiskt finns en signifikant skillnad mellan hur lyssnarna svarade i X-uppgiften och hur resultatet hade sett ut ifall de hade svarat slumpmässigt. Svårare var det däremot, generellt, för lyssnarna att identifiera de analoga och digitala versionerna av sånguppgifterna.

På rapstycket så lyckades 5 av lyssnarna att korrekt identifiera den digitala och den analoga versionen, 7 ansåg att de kunde men misslyckades, och bara en ansåg sig inte kunna. En lyssnare som lyckades med både X-uppgiften och identifieringsuppgiften beskrev det som att den analoga kändes bättre att lyssna till, den hade behagligare karaktär, inga ”artefakter”, och att den lät mera enhetligt. Den beskriver den digitala som att den lät ”kall”, speciellt i det höga frekvensområdet. En lyssnare som svarade ”vet ej” på både X- och identifieringsuppgiften men ändå beskrev de olika versionerna olika ansåg att den analoga lät fylligare, och att den lät mer komprimerad. Denna kompressionen hördes enligt lyssnaren framför allt på ”reverbet mellan orden”, då reverbet i en av versionerna (den analoga) ”trycktes ned” mellan fraserna.

För solosångstycket så lyckades 5 av lyssnarna med identifieringsuppgiften, 5 stycken misslyckades, och 3 stycken ansåg sig inte veta vilken som var vilken. Ett antal lyssnare nämner olika konsonantljud i sina kommentarer för det här sångspåret. En av lyssnarna som lyckades med identifieringsuppgiften (men misslyckades med X-uppgiften) tyckte sig höra ett ”pop från P:et” i den digitala versionen, och ansåg därför att den ”luktade digitalt”. En annans lyssnare som lyckades med X-uppgiften men som svarade ”vet ej” på identifieringsuppgiften tyckte sig höra ett ”klipp” på ett M:et i ordet mystery, dock i båda versionerna. En tredje

lyssnare som misslyckades med båda uppgifterna beskrev det som att versionen den trodde var digital (den analoga) lät vassare i transienterna och i S-ljuden.

För accapellastycket så lyckades endast 3 lyssnare korrekt identifiera de analoga och digitala versionerna, 8 stycken misslyckades, och 2 ansåg sig inte veta. En lyssnare som misslyckades med båda uppgifterna uttryckte sig som att en av versionerna (den analoga) lät mer gällt, att den hade en "eq på 1k, small q rätt upp, riktigt surrljud". På den digitala så tyckte den att eqpeaken var lägre ner. En lyssnare som hade rätt på X-uppgiften men fel på identifieringsuppgiften tyckte att versionen den trodde var digital (den analoga) hade mer "distortion i rösten". En lyssnare som hade rätt på båda uppgifterna tyckte att det fanns lite lite mer "noise" i den analoga än den digitala.

De två ljudfilerna med trummor skiljer sig en del ifrån varandra. Det gick bättre för lyssnarna när det gällde att para ihop X med A eller B med det oprocesserade trumsetet (9 lyssnare gjorde detta korrekt) än med det processerade (7 lyssnare gjorde det korrekt). Chansen att 9 lyssnare har rätt ifall de skulle ha svarat slumpmässigt är cirka 13% per fråga, medans den ligger på 50% för 7 rätt. Det lutar alltså mot att det finns en hörbar skillnad mellan de olika versionerna när det gäller det oprocesserade trumsetet, men att den hörbara skillnaden är mindre för det processerade trumsetet.

När det gällde att identifiera vilken av versionerna som var analog respektive digital så gick det dock bättre för lyssnarna med det processerade trumsetet än med det oprocesserade.

För det processerade trumsetet så kunde 6 lyssnare göra detta korrekt, 3 stycken misslyckades och 4 ansåg sig inte veta. En del lyssnare nämner efterklang eller termer som "release" och "sidechain" i sina kommentarer gällande det oprocesserade trumsetet. En lyssnare som lyckades med båda uppgifterna tyckte att "releasen" var längre på den analoga, och att både highend och lowend "dör" fortare i den digitala, speciellt efterklngen av cymbalslagen. En annan lyssnare som även den hade rätt på båda uppgifterna tyckte att den digitala lät mer komprimerad, att "releasen" skiljde sig mellan de olika versionerna, och att den digitala lät mer "sidechainad". Den tyckte även att den analoga versionen upplevdes ha mer "punch i snaren på ett mer mäktigt sätt". En lyssnare som hade rätt på X-uppgiften men fel på identifieringsuppgiften tyckte att efterklngen på snare och cymbaler kändes klarare på

versionen den trodde var analog (den digitala). En annan lyssnare som även den hade rätt på X-uppgiften men fel på identifieringsuppgiften tyckte att den digitala hade en mer utsvävande och mildare kompression med längre release. Och även en tredje lyssnare som hade rätt på X-uppgiften men som svarade ”vet ej” på identifieringsuppgiften tyckte att den digitala lät hårdare komprimerad. En lyssnare som misslyckades med båda uppgifterna ansåg att versionen den trodde var analog (den digitala) hade mer sustain i snare, medans versionen den trodde var digital (den analoga) hade mer attack i snare.

För det oprocesserade så kunde bara 3 stycken korrekt identifiera vilken version som var analog respektive digital, 8 stycken misslyckades, och två stycken ansåg sig inte veta. Två av lyssnarna som båda hade rätt på X-uppgiften men misslyckades men som inte svarade på identifieringsuppgiften använde sig av termer som antyder att en version (den analoga för båda) lät mer komprimerad. Den ena beskriver det som att det känns som att den har mer ”punch” i ”kaggen”, den andra säger rent ut att den låter lite hårdare komprimerad. En lyssnare som hade rätt på båda uppgifterna ansåg att den analoga lät mer levande, att transienterna och cymbalerna lät finare, och att den digitala lät mindre levande. En lyssnare som hade fel på X-uppgiften men rätt på identifieringsuppgiften tyckte även den att den analoga lät mer komprimerad, vilket den speciellt tyckte sig höra på ljudet från sejarmattan.

Ljudfilerna som innehåller akustisk gitarr skiljer sig ganska mycket åt i resultaten för de olika uppgifterna. När det gällde att para ihop X med A eller B så gick det mycket sämre för lyssnarna med den ensamma akustiska gitarren (4 lyckades och 9 misslyckades) än med det akustiska gitarrarrangemanget (7 lyckades och 6 misslyckades). Att 9 personer eller fler ska svara fel på samma fråga har ungefär 13% chans att hända ifall de skulle svara helt slumpmässigt, men av 11 frågor så är det bara på denna och en annan det har hänt. På resterande frågor så har åtminstone 7 lyssnare rätt, så det borde falla inom ramen för sannolikhet. Att 7 lyssnare skulle ha rätt på samma fråga har en 50% chans att inträffa ifall de skulle svara slumpmässigt, så här lutar de mot att skillnaden mellan de olika versionerna inte var så stor, ifall en bara ser till sannolikheten.

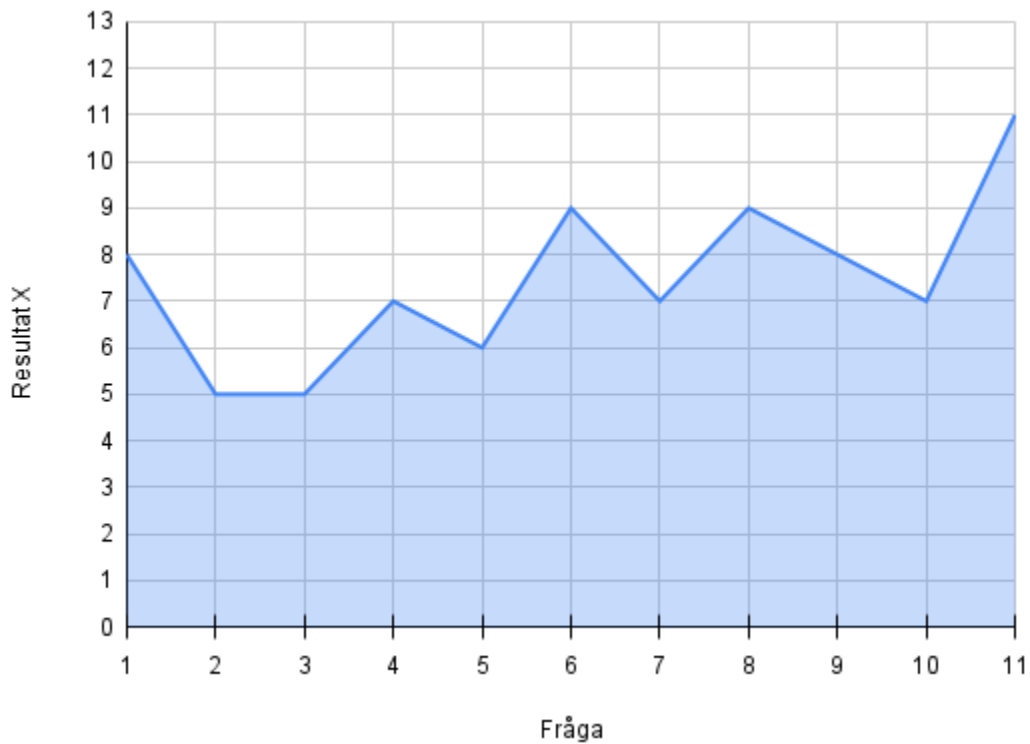
När det gällde att identifiera vilken som var digital eller analog så gick det däremot väldigt bra för de som ansåg sig kunna göra detta med den ensamma akustiska gitarren. 6 stycken lyssnare gjorde detta korrekt, en felaktigt, och 6 stycken ansåg sig inte veta. En av lyssnarna

som hade rätt på båda uppgifterna gällande den ensamma akustiska gitarren tyckte att den analoga versionen lät mer levande, den beskriver hur den kände att den befann sig i samma rum som gitarristen, medans för den digitala versionen så fanns det en osynlig yta eller en "liten dimma" mellan den och gitarren. En lyssnare som svarade fel på X-uppgiften men rätt på identifieringsuppgiften tyckte att den digitala hade starkare men obalanserad kompression, att den var snärtigare, och att den hörde skillnaden mellan versionerna på de höga strängarna. Den ansåg även att den analoga versionen hade mer "spridning".

Att identifiera vilken som var analog respektive digital gällande det akustiska gitarrangemanget fick ett blandat resultat. 5 lyssnare lyckades göra detta, 4 stycken misslyckades och 4 stycken ansåg sig inte veta. Resonemangen är även de väldigt blandade här. En lyssnare som hade fel på X-uppgiften men rätt på identifieringsuppgiften tyckte att den analoga lät "lite smalare" och "lite klenare", och att den digital lät "bredare". Den beskriver alltså den analoga med vad som kan tolkas som negativa termer. En lyssnare som hade rätt på X-uppgiften men inte ansåg sig kunna identifiera vilken som var digital respektive analog tyckte att den ena versionen (den analoga) lät finare, hade mera klang, och överlag "sjunger" mera, medans den tyckte att den digitala inte lät lika bra. En lyssnare som hade fel på båda uppgifterna beskrev versionen den trodde var digital (den analoga) som att den hade ett lite tråkigare sound än den andra versionen. En annan lyssnare som även den hade fel på båda uppgifterna tyckte att versionen som den trodde var den digitala (den analoga) hade mindre kropp, men mer diskant och mer transienter. En lyssnare som hade rätt på X-uppgiften men fel på identifieringsuppgiften tyckte att versionen som den trodde var analog (den digitala) hade ett mer "färgat" ljud, och att den andra versionen lät mindre "färgad" men lite plattare.

Resultat (X) baserat på frågeordning

Samma princip som resultat (X) baserat på ljudfil, fast i den här kategorin så baseras det på i vilken ordning lyssnarna fick frågorna, och inte per ljudfil. Detta är intressant då det visar hur andelen rätt eller fel svar varierar över testets gång.

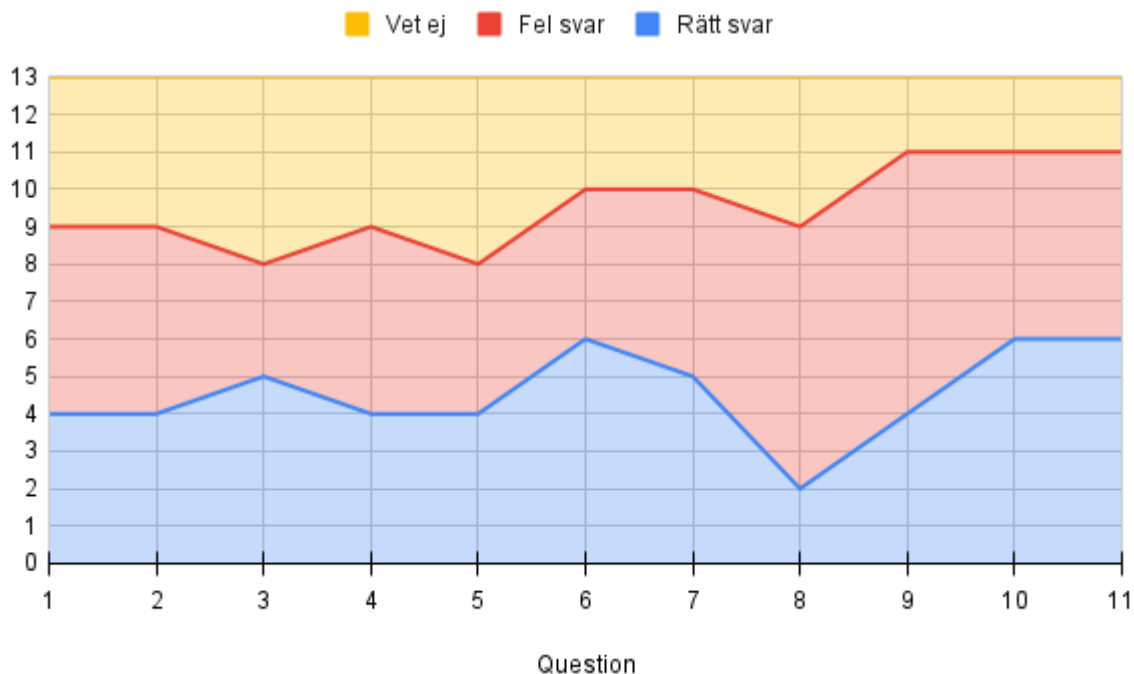


Antal rätt svar (analog/digital) för varje ljudfil

Hur lyssnarna har svarat beroende på var i testet de befann sig är relevant då det kan visa hur valet av att inte ha med någon träning eller uppvärmning påverkade hur lyssnarna svarade, och även ifall deras koncentrationsförmåga skulle bli sämre i slutet av testet. Precis som de andra statistiska analyserna så är denna inte helt pålitlig då undersökningen egentligen hade för få deltagare för att använda sådana metoder, men de används ändå som en referens och för att få fler perspektiv på resultatet.

Resultat analog/digital baserat på frågeordning

Samma princip som resultat analog/digital baserat på ljudfil, fast baserat på i vilken ordning som lyssnarna fick frågorna. Även detta är intressant då det visar hur svaren påverkas över testets gång.



Antal rätt svar (analog/digital) för varje ljudfil

Analys

Konsekvensen av att välja bort uppvärmning

Sett till diagrammet över resultat (X) baserat på frågeordning så ser de rätta svaren ut att generellt öka ju längre testet håller på. Och sett till diagrammet över resultat analog/digital så ser det även ut som att andelen som svarar ”vet ej” minskar ju längre mot slutet lyssnarna kommer, vilket skulle kunna tolkas som att fler börjar förstå de soniska kännetecknen för de olika enheterna ju längre testet håller på. Detta stärker Bergs påstående om att lyssnarna behöver träning innan testet för att bekanta sig med villkoren och för att kunna göra en så bra prestation som möjligt.

Effekter av kulturella normer

Antagandet om hur Nylöfs (1964) teori, en lyssnares formning av kulturella normer och värderingar, skulle skina igenom i resultatet visade sig vara sant. Det märks på många av svaren där lyssnarna beskriver den version de anser låter bäst med positiva termer, typiska för analogt eller digitalt beroende på vad den föredrar. Det gäller även på versionen som lyssnaren ansåg lät sämst, vilken den då beskrev med negativa och typiska termer. Detta varierar dock kraftigt ifrån lyssnare till lyssnare, då vissa är väldigt neutrala i sina beskrivningar och använder sig av mindre typiska termer. De flesta av lyssnarna i testet verkar vara formade av den kulturella normen att analogt låter bättre än digitalt, vilket är en ganska vanlig inställning bland de som är intresserade av musik- och ljudproduktion. Till skillnad från i Nylöfs (1964) undersökning så gavs lyssnarna ingen information, varken falsk eller riktig, om vilken av ljudfilerna som var vilken. Men det verkar som att det räcker med att en lyssnare tror sig veta vad den lyssnar på för att den ska dra slutsatser ifrån sin kulturella formning.

Lyssnare 9 är en av lyssnarna där detta skiner igenom som starkast, och det är uppenbart att den är präglad av normen att ”analogt låter bättre än digitalt”. Även på de frågor där denna lyssnare svarade fel på vilken av versionerna som är analog eller digital så resonerade den som att en av versionerna måste vara analog då den hade typiska positiva egenskaper som analogt brukar ha, och att den digitala måste vara digital då den hade typiska negativa egenskaper som digitalt brukar ha. Till exempel för accapellastycket så beskriver lyssnaren versionen den tror är analog (den digitala) som att den trots kompressionen bibehåller en livlighet, och versionen den tror är digital (den analoga) som att kompressionen har gjort inspelningen lite mera livlös i dynamiken, som att det är en rent matematisk och kalkylerad kompression här.

Samma sak för de processerade trumsetet, här tycker lyssnaren att i versionen den tror är analog (den digitala) så är ljudet lite varmare och pyttelite mera levande. Versionen som den tror är digital (den analoga) anser den låter lite kallare, och utvecklar att med kall så menar den att när den lyssnar på versionen den tror är analog (den digitala) så får den en känsla av att trummorna och trummisen satt i ett varmare rum och svettades lite mera än i versionen den tror är digital (den analoga), vilken den tycker låter mer som en lagomkall inspelning.

Lyssnare 7 är den enda som verkar vara skolad i att digitalt är bättre än analogt. Den resonerar precis likadant som lyssnare 9, fast tvärtom. Lyssnare 7 svarar alltid att versionen som den tycker låter bäst måste vara digital och använder typiska positiva termer för att beskriva den, samtidigt som den anser att versionen den tycker låter sämst måste vara analog, och beskriver den med typiska negativa termer. Till exempel så beskriver lyssnare 7 versionen av accapellastycket som den tror är digital (den analoga) med att det nog är den digitala, då den är mycket klarare i "highenden". Den beskriver versionen som den tror är analog (den digitala) med att det är den analoga, då den låter "fjompigare".

På versionen av det processerade trumsetet som den tror är digital (den analoga) så beskriver den det som att den borde vara digital då den har mer dynamik, och att den andra versionen måste vara analog då den låter plattare. På versionen av jazzlåten som den tror är digital (den analoga) så anser den att det är den digitala då den låter mer "hifi", medans den andra versionen måste vara den analoga då den "låter pissigare".

Dessa två lyssnare representerar extremerna på båda sidor av spektrumet, lyssnare 9 den analoga skolan och lyssnare 7 den digitala.

En del lyssnare använde positiva eller negativa termer men utan att referera till någon av versionerna som analog eller digital. Ibland var dessa positiva, ibland negativa. Till exempel så beskrev lyssnare 6 den analoga versionen av den ensamma akustiska gitarren som att den hade mera klang överlag och sjunger mera, medans den digitala versionen inte lät lika bra. Den svarade dock inte på vilken av versionerna den trodde var analog respektive digital. Den tyckte även att den analoga versionen av det akustiska gitarrangemanget hade mera krisp, samtidigt som den digitala lät lite cleanare. Även på denna fråga så lät lyssnaren bli att svara på vilken som var analog eller digital.

Det hände väldigt sällan att lyssnarna använde neutrala termer för att beskriva skillnaderna mellan de olika versionerna, även om de inte svarade på vilken som var analog eller digital. Det är ibland svårt att redogöra för vad som är en positiv och en negativ term, då detta kan bero på sammanhang. Egenskaper som bara rör frekvensresponsen skulle dock ofta kunna klassas som neutrala.

Lyssnare 2 beskriver ofta de olika versionerna på hur den tycker de varierar i frekvensrespons. Den använder sig dock fortfarande av typiska termer för analogt och digitalt, men de är mycket mindre laddade än de typiska termer som de andra lyssnarna ofta använder. Till exempel så beskriver lyssnare 2 den analoga versionen av solosångstycket som att det ”har lite mindre highs”, och därför borde vara analogt. Vice versa så skriver den att den digitala har ”lite mer highs”, och borde därför vara den digitala.

Den hörbara skillnaden beroende på material

I Palm & Lidholms undersökning (2008) så visade det sig att det var lättare för lyssnarna att uppfatta skillnaden av en digital och en analog mix när den bestod av en akustisk gitarr eller en mindre komprimerad låt med mer sparsmakat arrangemang, och svårare när det var en mix med en hårt komprimerad rocklåt. Detta ledde till att det förväntades att lyssnarna i denna undersökningen skulle ha lättare att höra skillnad på den analoga och den digitala versionen när materialet som processerats var en mindre komprimerad låt än en hårt komprimerad låt och en låt med ett glesare arrangemang än en låt med ett tätare arrangemang. Så även att de skulle ha enklare att skilja på en inspelning av ett enskilt instrument än en hel låt, och även ett mindre komprimerat instrument än ett hårdare komprimerat instrument.

Det förväntade resultatet stämmer ganska bra överens med det faktiska. Resultatet som borde tas i beaktning för att svara på detta är hur pass bra det gick för lyssnarna att korrekt para ihop X med A eller B.

Som tidigare redogjort så var det lättast för lyssnarna att göra detta när det gällde de tre ljudfilerna som endast innehöll sångröst. Det verkade också finnas en signifikant skillnad mellan hur lyssnarna faktiskt svarade och hur resultatet hade sett ut ifall de hade svarat slumpmässigt, vilket betyder att i denna undersökningen så verkar det som att de flesta lyssnarna kunde uppfatta en hörbar skillnad mellan en analog och en digital enhet när det processerade materialet var en sångröst. Enligt förväntan så borde lyssnarna dock haft lättare att höra skillnad på solosångstycket och rapstycket än på accapellastycket, då det består av bara en röst och accapellastycket består av flera. Dock skiljer det bara ett rätt svar mellan rap- och solosångstycket (9 rätt) och accapellastycket (10 rätt), vilket gör det svårt att definitivt säga att accapellastycket har en större hörbar skillnad än de andra två.

För de olika trumseten så lutar de mot att lyssnarna kunde uppfatta en hörbar skillnad mellan de två versionerna när det gällde det oprocesserade trumsetet, men att de hade mycket svårare för det processerade trumsetet, vilket stämmer överens med det förväntade resultatet.

Båda filerna med akustisk gitarr hade lyssnarna ganska svårt för, svårare än vissa av låtarna, vilket var tvärt emot förväntan.

Av ljudfilerna som består av hela låtar så stämmer det faktiska resultatet delvis överens med det förväntade. Metallåten var klart hårdast komprimerad, och var även den där först lyssnare korrekt kunde para ihop X med A eller B, vilket stämmer överens med förväntan.

Av synthpoplåten och hiphop/rocklåten så är det svårt att säga vilken som är mest komprimerad. Det går enkelt att konstatera att de båda två är mer komprimerade än jazzlåten, men mindre än metallåten, och enligt förväntan så var det även ungefär lika många lyssnare som korrekt parade ihop X med A eller B för de båda. När det gällde att svara på vilken av versionerna som var analog respektive digital så lyckades dock dubbelt så många göra detta korrekt med synthpoplåten (6 stycken) som för hiphop/rocklåten (3 stycken).

Resultatet för jazzlåten går emot förväntan, då den var klart minst komprimerad, men ändå var det lika många lyssnare som korrekt kunde para ihop X med A eller B när det gällde jazzlåten som när det gällde hiphop/rocklåten.

Resultatet visar också att lyssnarna möjligtvis kunde höra en generell hörbar skillnad på de två versionerna för jazzlåten och för hiphop/rocklåten, men inte för synthpoplåten och metallåten.

Enligt förväntan så skulle även lyssnarna ha lättare att generellt höra skillnad på de två versionerna när det gällde enskilda instrument än när det gällde låtar, men detta visade sig inte riktigt stämma överens med det faktiska resultatet i denna undersökningen. Sångfilerna och det oprocesserade trumsetet hade enligt förväntan fler lyssnare rätt på i X-uppgiften, men de två filerna med akustisk gitarr och det processerade trumsetet hade färre av lyssnarna rätt på i X-uppgiften än vad de hade på vissa av låtarna. Det går emot det förväntade resultatet, och

visar att i den här undersökningen så var det inte nödvändigtvis en större hörbar skillnad mellan ett enskilt instrument och en hel låt.

Diskussion

Svar på frågeställningar

Trots att undersökningen skedde i en begränsad omfattning så går det absolut att dra ett antal kvalificerade slutsatser ifrån resultatet. Nedan följer en redogörelse för huruvida frågeställningarna anses ha blivit besvarade:

Hur påverkas den hörbara skillnaden mellan en analog enhet och dess digitala emulering beroende på vad för ljudmaterial som processerats?

Huvudfrågan i undersökningen, hur påverkas den hörbara skillnaden mellan en analog enhet och dess digitala emulering beroende på vad för ljudmaterial som processerats, har inte ett entydigt svar. Lyssningsgruppen var ganska liten, och resultaten från undersökningen har sällan en tillräckligt stor statistisk avvikelse från slumpen för att verkligen övertyga om att där ens finns en faktisk hörbar skillnad. Detta till trots så finns det en del mönster som, även om de inte är helt övertygande, skulle vara av intresse för framtida undersökningar.

Då alla tre ljudfiler som innehöll sång hamnade högst upp i andelen rätta svar när det gällde X-uppgiften, och det även visar på ganska stor avvikelse från medelvärdet, så verkar det som att sång är bland det känsligaste som finns att processera. Detta känns trovärdigt då både våra öron och hjärnor är vana vid att lyssna på och processera tal och olika röster, även om en inte sysslar med ljud eller musikproduktion. Men innan en springer och köper en analog kompressor innan nästa sånginspelning så finns det lite fler delar av resultatet att ta hänsyn till.

Att de flesta av lyssnarna i testet kunde uppfatta en hörbar skillnad mellan den analoga och den digitala enheten betyder inte nödvändigtvis att de tyckte att den analoga lät bättre än den

digitala, eller ens att de kunde identifiera vilken som var den analoga och vilken som var den digitala. För accapellastycket så hade de allra flesta av lyssnarna (8 stycken) fel på identifikationsfrågan, och många av kommentarerna beskrev felaktigt den de trodde var analog (den digitala) med typiska positiva termer. Bara för att skillnaden är relativt stor så behöver inte den digitala låta ”bättre”. Ifall den digitala versionen låter ”bättre” så kommer ju den analoga att låta ännu ”sämre” ju större skillnaden är. Det beror helt på vilket sound en är ute efter.

Till vilken grad påverkar ljudmaterialet vilken av enheterna som lyssnarna föredrar?

Den andra frågeställningen, till vilken grad påverkar ljudmaterialet vilken av enheterna som lyssnarna föredrar, anser jag inte blev riktigt besvarad i undersökningen. Det var inte alltid som lyssnarna beskrev vilken av enheterna som de faktiskt föredrog. Och när det väl gjorde detta så berodde det mycket på vilken de trodde var vilken (vilket ofta var fel), och även om de ansåg att digitalt eller analogt låter bäst. Det blir svårt att dra några avgörande slutsatser för den här frågan, men det ger en bra inledning till den tredje och fjärde frågeställningen.

Hur påverkas en lyssnares ordval och uttryck beroende på vad för material som processerats?

Tredje frågeställningen, hur påverkas en lyssnares ordval och uttryck beroende på vad för material som processerats, är lite lättare att besvara än frågeställning två. Detta blev mest distinkt när det gällde de två trumseten. Förutom självklarheter som att lyssnarna ofta beskrev snaren och kicken så använde de sig ofta av termer som till exempel attack och release, och väldigt många beskrev detaljerat skillnaden på efterklngen. Detta var förväntat då trummor är ett transientrikt rytminstrument, och det blir lätt att höra efterklngen då det enbart är ett trumset som en lyssnar på. För de andra typerna av ljudfiler så går det inte lika enkelt att hitta ett samband mellan termer och uttryck.

Hur påverkas en lyssnares ordval och uttryck beroende på hans kulturella formning och bakgrund?

Fjärde frågeställningen, hur påverkas en lyssnares ordval och uttryck beroende på dens kulturella formning och bakgrund, är den som blev allra bäst besvarad. Lyssningsgruppen i den här undersökningen var starkt påverkade av sin övertygelse om att antingen analogt eller digitalt alltid låter bäst, där de allra flesta ansåg att analogt låter bäst. Den blir en nästan

komisk självemotsägelse när lyssnarna med stora lovord beskriver hur den ena varianten måste vara analog då den låter mycket bättre, varmare eller fylligare än den andra, samtidigt som de har fel på vilken som är vilken. Nu menar jag inte att på något sätt alls se ner på mina testdeltagare, utan personligen så gjorde jag exakt samma grej när jag själv provade att göra testet. Det skulle nästan kunna gå att relatera till någon sorts placebo- eller noceboeffekt som är orsakad av den som upplever den. Detta inträffade oftare för den versionen som lyssnarna trodde var analog, men även för den som var digital. Och den gemensamma nämnaren är att det beror på vad lyssnaren tror är typiska digitala eller analoga kännetecken. Självklart så finns det en sanning bakom många av dessa påståenden, ofta har lyssnarna även rätt i sina beskrivningar. Men det jag personligen tycker är mest intressant är hur det oftast är fullständigt uppenbart vilken kulturell bakgrund lyssnaren har, ifall den är från den analoga skolan eller den digitala domänen.

Inre kritisering av undersökningen

Som sagt så var testet i begränsad omfattning, och är således ännu mera format av den ganska så homogena lyssningsgruppen. Att det ofta skiljer så mycket mellan hur många lyssnare som korrekt kunde definiera vilken av A eller B som var analog eller digital jämfört med hur många som korrekt kunde para ihop X med A eller B skulle kunna bero på lyssningsgruppens erfarenhet. Lyssningsgruppen var handplockad från en ljud- och musikproduktionsklass på Högskolan Dalarna, med kravet att de förutom att studera musikproduktion även ska hålla på med detta på sin fritid. Då de redan har en del års erfarenhet av musikproduktion, samt ganska tränade öron då alla av dem även spelar ett musikinstrument, så borde de därför kunna göra ganska bra ifrån sig när det gäller att para ihop X med A eller B. Däremot så har ingen av dem mer än 10 års erfarenhet, och ingen av dem har heller någon större erfarenhet av att jobba i en studio med analog utrustning.

Detta skulle kanske kunna ha förbättrats genom att ge dem någon form av träning innan lyssningstestet började, där de får höra några andra ljudfiler än de som finns i testet men som blivit processerade med samma enheter, för att få ett nys om hur skillnaderna mellan den analoga kompressorn och emuleringen ter sig, och vad som är utmärkande för de två. Detta ansågs dock väldigt opraktiskt att genomföra, då testet redan var väldigt omfattande, och ännu fler frågor hade riskerat att avskräcka lyssnarna från att delta, vilket redan var nära att hända med tanke på omfattningen av lyssningstestet.

Några av lyssnarna frågade mig varför inte materialet var hårdare komprimerat, då de ansåg att det hade varit lättare att höra skillnaderna isåfall. Det skulle absolut ha kunnat vara hårdare komprimerat, men det hade passat bättre i ett annat test. En busskompressor är i de allra flesta fallen inte till för att ge en hård och märkbar kompression, utan för att få olika spår att "limmas samman" (det är därför som SSL:s busskompressor ibland kallas för "The Glue"). Jag tyckte dessutom att det är mest intressant att se hur stor den hörbara skillnaden är när kompressorerna används som de antagligen kommer att göra i verkligheten. Skulle kompressionen ligga på 10dB vid ljudmaterialets starkaste peak (istället för 4dB som den faktiskt gjorde i testet) så skulle skillnaden troligtvis ha blivit mer påtaglig. Kanske skulle vissa av ljudfilerna också få ett sound som var jättehäftigt, men åter igen, det är inte det som en busskompressor brukar användas till. Ett annat alternativ är att några av ljudfilerna kunde ha processerats med en jättehög kompressionsfaktor, eller de frågor som skulle ha funnits i en eventuell uppvärmning. Kan vara värt att överväga för framtida forskare.

Många lyssnare tyckte även att de olika versionerna lät jättelika, och, ja, det håller jag med om. När jag satt och loudnesskorrigerade de olika filerna så hörde jag ingen skillnad mellan dem, ofta under processen så dubbelkollade eller till och med trippelkollade jag ifall allt blivit rätt, då jag tyckte att det lät som samma ljudfiler. Här skulle jag vilja anknyta till teorierna som presenterades i uppsatsen, att det idag inte finns några andra begränsningar till hur pass lik en digital emulering av en analog enhet kan bli originalet annat än den mänskliga faktorn. Och även här så är vi människor idag fruktansvärt nära. Steven Slate påstår ju i citatet från uppsatsens teoridel att ett rum fullt med ljudingenjörer inte kunde höra skillnad på den analoga enheten och hans emulering i ett dubbelblint AB-test. Vad synd att jag inte använde hans pluggar istället (Slate, u.å.).

På tal om det så var tanken i början av testet att faktiskt använda tre versioner av varje ljudfil. En som blivit processerad av den analoga enheten, en av SSL:s egen emulering, och en av företaget Waves emulering. Denna ide skrotades dock när testprototyperna höll på att ta form, då jag kände att det blev för mycket, att ingen hade orkat genomföra testet med så många variabler. Jag vet inte ifall Slate Digital har en emulering av SSL:s busskompressor, men med tanke på uttalandet så hade det varit intressant att se hur den står sig i förhållande till SSL:s egen version. Kanske något för framtida forskning?

Källförteckning

- Brown, J. (1954). Joy Spring.
- Chambers-Moranz, R., Pras, A. & Thomas, N. (2019). *The Generation Gap - Perception and Workflow of Analog vs. Digital Mixing*. Audio Engineering Society.
- Eliasson, A. (2013). *Kvantitativ metod från början*. Studentlitteratur AB.
- Eliasson, H. & Willysson, M. (2021). Work It Out.
- Eriksson-Zetterquist, U. (2022). Mixed methods. I G. Arhne & P. Svensson (Red.), *Handbok i kvalitativa metoder* (s. 40-53). Liber AB.
- Focusrite. (2022). *Scarlette 18i8*. Hämtad 15 November 2022, från <https://focusrite.com/en/usb-audio-interface/scarlett/scarlett-18i8>
- Furey, E. (2022). *Factorial Calculator n!*. CalculatorSoup. <https://www.calculatorsoup.com/calculators/discretemathematics/factorials.php>
- Kirk, R. E. (1955). *Learning: a major factor influencing preferences for high fidelity reproducing systems* (Doctoral dissertation, The Ohio State University).
- Kowalski, M. (2022, 4 Oktober). *Coin Flip Probability Calculator*. Omni Calculator. <https://www.omnicalculator.com/statistics/coin-flip-probability>
- Mattson, J & Von Letscher, J. (2022). Klick klick. Från *The Jon Johns* [Album]. Nordic ID.
- Nylöf, G. (1964). Effekter av utommusikaliska faktorer vid värdering av popmusik. Sveriges Sociologförbund.
- Palm, D & Lidholm, J. (2008). *Analogt vs Digitalt; En studie i huruvida en digital plug-in låter annorlunda än sin analoga förebild*. Kungl. Musikhögskolan i Stockholm.
- Rawloops. (2019). *Analog Sound In The Box*. Hämtad 2022-09-26 från <https://rawloops.com/analog-sound-in-the-box/>
- Rumsey, F & McCormick, T. (2009). *Sound and Recording*. Elsevier.

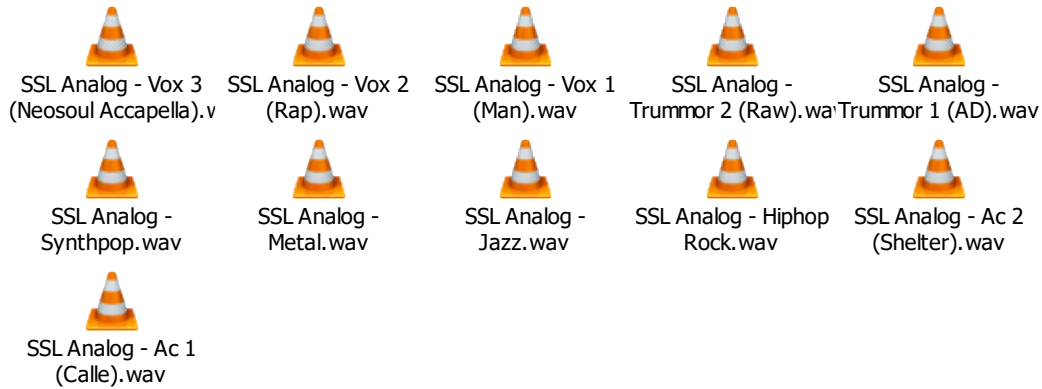
Slate, S. (u.å.) *Virtual Mix Rack; User Guide*. Slate Digital.

Ternhag, G & Wingstedt, J. (Red.). (2019). *På tal om musikproduktion: elva bidrag till ett nytt kunskapsområde*. Bo Ejeby Förlag.

Bilagor

Ljudfiler

SSL Analog



SSL Digital

