

Förbättrad design av en tittlåda för att skatta hörsel hos yngre barn

Agnes Möller (BME20), Ebba Wallenberg (BME20)

In order for the central auditory organs and auditory cortex to develop correctly, auditory stimulation is required from an early age. Due to this, it is vital to identify children with a hearing impairment as quickly as possible. Apart from the screening performed on all newborns in Sweden, the most common test method is visual reinforcement audiometry, VRA. The visual reinforcement tools used today in VRA are not engaging enough to perform an adequate examination. The aim of this project was to create the optimal visual reinforcement box. In this context, optimal primarily refers to a toy with an exciting movement pattern. This would aid the audiologists to ensure a correct diagnosis, while avoiding unnecessary examinations. The project took place at the Department of Biomedical Engineering at Lunds Tekniska Högskola, in close collaboration with the audiology clinic at Skånes Universitetssjukhus. The final product originated from a visual reinforcement box provided by the company STV, containing a toy animal attached to a slowly spinning platform. The main focus was to replace this toy with another, providing a more striking moving pattern. The new toy consisted of a parrot flapping its wings, controlled by a switch attached to the box. According to the audiologists who supervised this project, this new toy is preferred to the previous in several aspects. These include being a colorful toy which moves in a noticeable manner, without appearing as scary to the children. Another advantage with the final product of this project is the fact that it produces less resonance inside the box, maintaining focus on the movement of the toy rather than the sound of it.

I. INTRODUKTION

DET finns en rad olika metoder för att diagnostisera hörseln hos barn. Man vill skatta barnets hörseltröskel, det vill säga den lägsta ljudnivån som kan höras. Att välja den för situationen främsta metoden och utnyttja denna på bästa sätt är viktigt för patientens audiologiska utredning och behandling utefter denna. Vid audiometriska undersökningar jämförs patientens hörsel mot hur ett normalhörande barn i samma ålder skulle förväntas reagera.

A. Testmetoder

Den undersökning som detta projekt grundar sig i och kommer att behandlas vidare i rapporten, är visuell belöningsaudiometri, VRA. Begreppet VRA introducerades 1969, som en variant av testmetoden betingad orienteringsreflex, COA. Med tiden har begreppet ändrat innebörd, och idag syftar det till alla metoder som använder någon form av visuellt belöningsystem. Mellan 1977 och 1985 publicerade en forskningsgrupp vid University of Seattle sju olika studier kring VRA och dess fördelar. Dessa studier styrker bland annat att visuella belöningsystem resulterar i fler reaktioner från barnet som undersöks. Genom åren har det även genomförts flertalet studier på hur dessa belöningsystem konkret ska utformas för att ge upphov till så många reaktioner som möjligt. En aspekt som uppmärksammas som effektiv är att exponera barnet för flera olika belöningar under en undersökning, exempelvis variera mellan en tittlåda och korta filmklipp på en skärm. [1] [2]

VRA går ut på att ljud av olika frekvenser spelas upp från olika vinklar. Under en VRA-undersökning utgörs som tidigare nämnt denna belöning av en bild eller ett filmklipp på en datorskärm, alternativt en tittlåda med en leksak som rör sig. I början av undersökningen, medan belöningen fortfarande är ny för barnet, visas leksaken väldigt snabbt. Efter hand som barnet vänjer sig vid belöningen, kan tiden den visas utökas. Idén bakom VRA är att barnet ska betinga ljuden som spelas upp, och vända sig i den riktning det kommer ifrån för att få se leksaken eller något på skärmen. Mellan ljudstimulin fångar audionomen barnets fokus med olika leksaker, för att distrahera från belöningen. Ljuden som spelas upp varierar i frekvens mellan gångerna för att testa barnets fulla auditiva perception. VRA kan göras på barn ner till fem månaders ålder och är en subjektiv testmetod, vilket innebär att det är upp till audionomen att registrera barnets reaktioner på stimuli. Under undersökningen sitter barnet i en vuxens persons knä, ofta en förälder. Detta innebär att den vuxna personen kan behöva ha öronproppar på sig, för att inte själv reagera på ljudet och påverka barnets uppfattning. Enligt audionomerna är de stora nackdelarna med VRA är att visa något på en skärm ofta är för abstrakt för de minsta barnen, och en tittlåda som inte är tillräckligt spännande gör att barnet inte kan bibehålla fokus länge nog. För att optimera användningen av VRA som testmetod kommer vi i denna rapport att behandla utvecklingen av en optimerad tittlåda. [3]

Inlämnat den 2023-06-03

Mailadress: {ag0825mo-s@student.lu.se, eb0422wa-s@student.lu.se}

Teknisk handledare: Tomas Jansson, Medicinsk teknik, Lund

Klinisk handledare: Nina Lindén, Carolina Anderberg, audionomer på Audiologimottagningen, Lund

Engelsk titel: Improved design of a visual reinforcement box for hearing estimation in young children

Då VRA inte kan göras på de allra minsta barnen, finns det andra metoder att tillgå. Den första audiometriska undersökningen på nyfödda barn görs inom två veckor efter förllossningen, testmetoden som används är otoakustiska emissioner, OAE. Denna undersökning har erbjudits till alla nyfödda i Sverige sedan 2007. Undersökningen går ut på att placera en prob i barnets öra, som ger ifrån sig dessa otoakustiska emissioner i form av ett klickande ljud. Detta ljud sätter hårcellerna inuti örat i rörelse, vilket i sin tur ger ifrån sig ett svagt ljud som registreras av en mikrofon. Ett godkänt test indikerar starkt på en normal hörsel, det ska dock noteras att komplikationer kring ett barns hörsel trots detta kan uppstå i ett senare skede. OAE görs då bebisen sover och är en objektiv undersökning, det vill säga att audionomen inte kan påverka resultatet. [4] [5]

En annan metod som används är observativ beteendeaudiometri, BOA. Undersökningen går ut på att barnet får höra ljud med olika frekvenser från exempelvis maracas. Audionomen observerar beteendeförändringar och reflexer som indikerar att barnet har uppfattat ljudstimulit såsom vidgade pupiller eller en motorisk rörelse. Nackdelen med BOA är att ljuden repeteras, vilket innebär att barnet vänjer sig och kan då ge färre reaktioner. Detta kan leda till en felaktig bedömning av barnets hörseltröskel. BOA är en subjektiv testmetod då audionomen, liksom under VRA-undersökningar, registrerar barnets reaktioner. Metoden kräver inte att barnet lokaliserar ljudkällan och är då optimal för små barn upp till två års ålder. [3]

För något äldre barn är det vanligt med mer interaktiva undersökningar. Ett exempel på detta är lekbaserad audiometri, CPA. Metoden går ut på att barnet utför en lekbaserad uppgift vid uppfattat ljudstimuli, exempelvis flytta en kloss. Ljudstimulit utgörs av sinussignaler som sänks i takt med att barnet bekräftar att stimulit uppfattats. Nackdelen med metoden är barnets begränsade uppmärksamhetsspann, utöver det nämnda faktum att de minsta barnen inte kan testas. CPA är en objektiv testmetod och kan testa hörseln hos barn ner till två års ålder. CPA är tillsammans med VRA de metoder som inkluderar en belöningsfunktion. [3]

B. VRA-rummets utformning

I figur 1 visas ett av de undersökningsrum som finns på audiologimottgången i Lund. Bilden är tagen från barnets perspektiv som förväntas sitta på den röda stolen. De två svarta kuberna som finns längst ut i kanterna på bilden är de två högtalare där ljuden spelas upp. Bredvid dem finns de skärmar som titlådans kompletterar. I överkant på dessa skärmar kan en LED-lista anas. På höger sida under skärmen kan titlådans ses. Denna placering är inte helt optimal då den täcker en del av den högra skärmen. Det bästa skulle vara ifall den sätts på en arm bredvid skärmen istället. Av denna anledning är det även vid största vikt att lådans dimensioner inte är för stora då detta medför en för tung låda. Mitt emot barnet, på den svarta stolen, sitter audionomen som genomför undersökningen. På skärmen som finns på audionomens sida kan hen styra exempelvis



Figur 1. Ett av de undersökningsrum som används för VRA-undersökningar, från barnets perspektiv.

frekvens och volym på tonen som ska spelas upp i högtalarna. Till höger om skärmen finns den dosa som styr vad i VRA-systemet som ska användas. Interfacet på denna dosa finns i figur 2. Under bordet kan även fotpedalen skyttas. Det är med hjälp av denna som personen som ger den visuella belöningen exempelvis genom att tända upp lådan. Det är alltså tiden som pedalen trycks in som styr hur länge leksaken är upplyst.



Figur 2. Dosa från undersökningsrummet som styr attributer hos titlådans.

C. Inverkan på språkutvecklingen

Syftet är som tidigare nämnt att skapa den optimala titlådans för att ge möjlighet att bibehålla barnets uppmärksamhet under en längre tid. Detta skulle ge mer exakta resultat då bedömningen för audionomen kan vara mer noggrann. Det skulle också minska risken att behöva göra upprepade tester och därigenom ge tillfälle att testa fler barn under samma tidsintervall. Till sist skulle det också öka chansen för att tidigare upptäckta tänkbara hörselnedsättningar och då få rätt stöd och behandling.

Då 90 procent av språkinläringen sker genom att överhöra andras samtal kan en tidig hörselnedsättning också komma att

påverka barnets språkutveckling. Detta betonar vikten av att hitta hörselnedsättningen så tidigt som möjligt. Barn som inte hör och som inte får möjlighet att använda hörselhjälpmedel i tid riskerar att missa eller inte kunna tillgodogöra sig om hörselmiljön kring barnet. Även barnets förmåga att tänka om sitt eget tänkande och förstå andras perspektiv påverkas ofta av hörselnedsättning. Om barnet får exempelvis ett cochleaimplantat tidigt kan även detta metakognitiva tänkande utvecklas på samma sätt som för normalhörande. [6]

För att våra centrala hörselorgan och hörselcortex i hjärnan ska utvecklas krävs auditiv stimulans från tidig ålder. Om ljud uteblir på grund av skada eller hinder längs ljudvägarna vägs förändras dessa neurala nätverk och kapaciteten används av andra funktioner såsom syn. Tack vare hjärnans plasticitet kan hörselcortex återupplivas om skadan behandlas och auditiv stimulans ges i tidig ålder. Detta bör helst ske före 3,5 års ålder då hjärnans plasticitet efter detta avtar och språkinläringen försvåras. [7]

Om hörselskadan åtgärdas tidigt med hörselhjälpmedel och efterföljs av auditiv träning kan barnet nå samma språkutvecklingsnivåer som normalhörande barn. Användningstid av sitt hörselhjälpmedel korrelerar ofta med ordförrådstillväxt. Det är bevisat att 20 procent av barn 5-7 år med hörapparat eller cochleaimplantat uppvisade resultat inom normalvariationen vad gäller fonologisk förmåga som bokstavskännet och fonologiskt arbetsminne. [8]

Sammanfattningsvis är det av högsta vikt att hörselskador uppmärksammas i tid hos barnen. Detta för att bland annat minimera påverkan på barnets språkutveckling. Den metod, förutom screening, som kan användas för de allra yngsta är just VRA - där tittlådan är en mycket viktig komponent. Att få en optimal tittlåda skulle hjälpa audionomerna i att göra en mer korrekt bedömning snabbare och därigenom också undvika onödiga återupprepande tester. För att uppnå detta mål har detta projekt utgått från två förbättringar utifrån ett designperspektiv, byte av leksak samt mörkare plexiglas på lådans framsida. Slutresultatet arbetades fram utifrån en kravspecifikation, som formulerades i samråd med audionomerna på audiologimottagningen i Lund. Förbättringsaspekter för att ta ytterligare steg på vägen mot den optimala tittlådan har tagits i åtanke. Dessa kommer att lyftas i rapporten, tillsammans med etiska frågeställningar rörande projektet.

D. STV

Ett viktig företag som kommer lyftas flertalet gånger i rapporten är STV. Detta är det företag som har varit ansvariga för installationen av hela VRA-systemet i Lund och tagit fram den tittlådan som finns idag. Det är utifrån denna tittlåda som audiologimottagningen har testat sig fram till vilka krav de har på en tittlåda. STV, Svenska Tele & Video Konsult, är ett svenskt företag med kontor i Göteborg och Stockholm som framförallt riktar in sig på videoproduktion, videoteknik och videokonferensområdet. STV inriktar sig på flera olika

affärsområden och utvecklar produkter för bland annat offentliga sektorn, utbildningssektorn och hälsa- och sjukvård. Inom detta sistnämnda område skapar de lösningar baserade på olika typer av avancerad videoteknik, däribland VRA. Förutom VRA har de bland annat arbetat med virtuella rondrum, simuleringsanläggningar och kliniska träningscenters. STV är upphandlat av SKR, Sveriges Kommuner och Regioner, för att kunna leverera olika typer av medicinska bild- och videokonferenslösningar. I detta projekt har kontakt haft med Peter Palm som är försäljningschef på STV med ansvar för medicinska applikationer. [9]

II. METOD

A. Inledande informationssökning

För att skapa en förståelse för hur en VRA-undersökning går till idag, besöktes audiologimottagningen i Lund. Ett undersökningsrum studerades, se figur 1, tillsammans med de system som används. Dessa inkluderade bildskärmar med tillhörande ljusslingor och fotpedalen som aktivera upplysning av tittlådan samt rörelse av leksaken. Även dosan med knappar som styr dessa egenskaper undersöktes, se figur 2. De kliniska handledarna för detta projekt, Nina Lindén och Carolina Anderberg, demonstrerade den befintliga tittlådan från STV och dess komplikationer. Det stora problemet som audionomerna uppmärksammade var att leksakens rörelsemönster. Leksaken, en vit katt med stora ögon, i sig var bra men dess rörelsemönster drog alldeles för lite uppmärksamhet. Den satt monterad på en platta som snurrade i mycket långsam fart när fotpedalen trycktes ner. I det inledande stadiet av en undersökning lyses leksaken endast upp under en mycket kort stund, vilket då gör att leksaken inte hinner snurra ett helt varv. Vid nästa belöningsstillfälle får barnet då endast se ryggen på leksaken. Barnets uppmärksamhet avtar även snabbare om gosedjurets rörelse inte är tillräckligt blickfångande.

Under mötet tillhandahölls även namnen på flera utländska företag som tillverkade liknande lådor, och även kontaktuppgifterna till den person som var ansvarig för installation av VRA-systemen i Lund från STV. För att få mer information om installationen och själva tittlådan i sig kontaktades därmed Peter Palm på STV. Vid inledande möte visades olika prototyper på andra tittlådor, däribland en med ett spegelglas med en dansande apa inuti. Även vissa tekniska specifikationer på lådan lyftes fram. Efter mötet konstaterades att STV i själva verket hade mer eller mindre befintliga lösningar för det aktuella problemet, men de hade inte fullständig kännedom om användarkraven på utrustningen eller satt ihop dessa delar till en färdig prototyp.

Då tittlådorna som testats av audiologimottagningen i nuläget inte användes alls gavs möjlighet att få två av dessa för att studera dess uppbyggnad närmare. Locket på lådan togs av för att enklare kunna studera elektroniken i lådan. Då leksaken tagits bort studerades komponenterna som drev den snurrande plattan och dess strömförsörjning. Detta gjordes med viss försiktighet då det var viktigt att inte avlägsna något som behövs för att driva lamporna i lådan.

B. Kravspecifikation

Informationssökningen ledde naturligt fram till en sammanfattande kravspecifikation, se bilaga 1. Denna granskades av audionomerna på sjukhuset. Efter ytterligare samtal justerades listan med krav på lådan så att den skulle bli helt optimal utifrån användarens perspektiv. Denna kravspecifikation delades också med kontaktpersonen på STV, som godkände den efter ytterligare små ändringar. Det är utifrån denna lista som prototypen utformats.

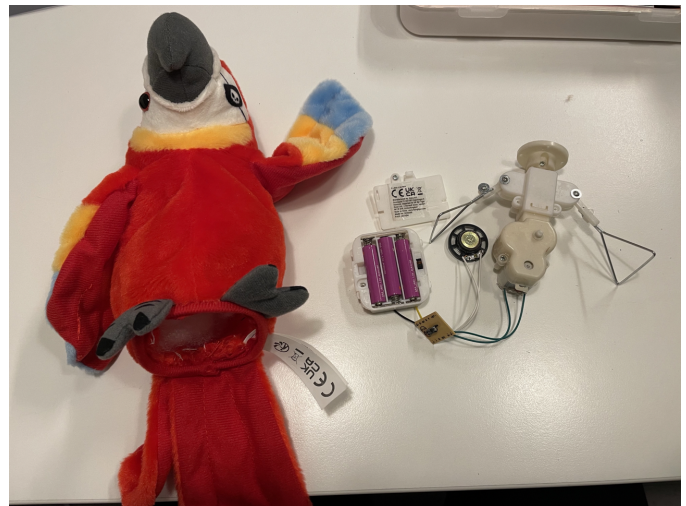
En viktig punkt på kravspecifikationen var att prototypen i ett senare läge skulle kunna gå att integrera med STVs system. Målet med prototypen bestämdes vara att ta fram en så optimal prototyp som möjligt men mer eller mindre bortse från styrningen av lamporna i lådan dessa i ett nästa skede skulle integreras med systemen på audiologimottagningen. De styrsystem som ingick i prototypen skulle alltså inte vara permanenta.

C. Leksaken

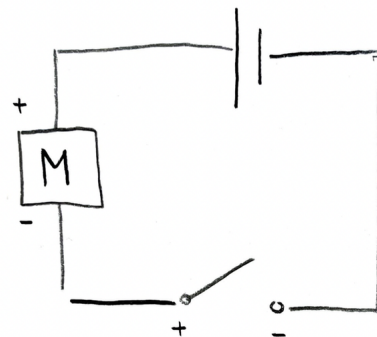
Utifrån kravspecifikationen behövdes en ny leksak som hade ett mer önskvärt rörelsemönster men också uppfyllde de krav på färgsättning och vänlighet. Efter jämförelse mellan olika leksaker online föll beslutet på en klarröd papegoja med möjligheten att flaxa med vingarna. Ett problemet med leksaken var att dess rörelse var styrd av ljud. Då något sas eller om ljud från omgivningen hördes spelades detta in och sedan spelades upp i samband med att den flaxade med vingarna och skakade på kroppen. Alltså kunde inte papegojan röra på sig utan att ett ljud först hördes. Önskvärt för detta projekt var att papegojans flaxning endast skulle styras av en strömbrytare och att ljudstyrningen helt skulle plockas bort.

Nedmonterad kunde de olika delarna identifieras och det kunde tydligt ses att det var en mikrofon som var kopplad till motorn. Se figur 3. Projektet krävde lödningsutrustning vilket kunde användas på X-lab. X-lab är en kreativ verkstad som är tillgänglig för alla LTHs studenter. Där fanns all utrustning som behövdes för att kunna koppla om kretsen. I figur 4 ses den nya kretsen med batteri, motor och strömbrytare. I figur 5 visas den nya kretsen. För att det skulle vara enklare att trycka på strömbrytaren placerades denna i en liten träbit med ett borrat hål i. Hela denna tejpades svart för att det rent estetiskt skulle passa in tillsammans med lådan.

Som tidigare nämnt så rörde leksaken sig leksaken i STVs ursprungliga låda endast genom en snurrande platta. Till följd av papegojans mer iögonfallande rörelse, ansågs denna funktion överflödig, och plattan kopplades bort från strömförsörjning och avlägsnades helt från lådan. Detta medförde att papegojan kunde placeras direkt på botten i lådan och därmed placeras mer centralt. Det utfördes även visst detaljarbete. För estetiken tejpades sladdarna till strömbrytaren fast på den bakre väggen med svart eltejp. En mindre skåra filades på baksidan så att sladdarna kunde föras ut utan att klämmas av locket.



Figur 3. Papegoja med alla dess ursprungliga komponenter.



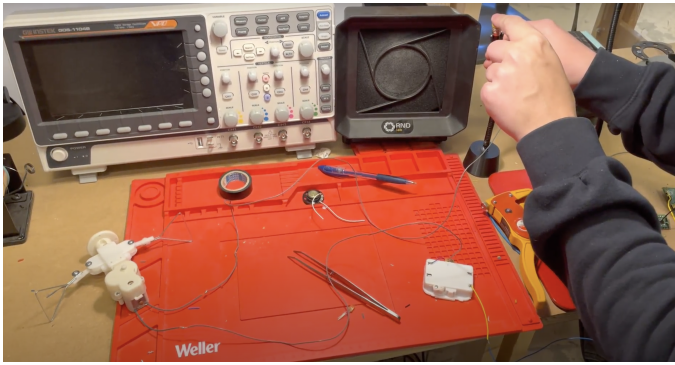
Figur 4. Schematiskt kretsschema över nuvarande leksak. Innefattar batteriedosa, motor samt strömbrytare.

D. Mörkare glas

Ytterligare en av punkterna på listan med krav var att glaset skulle vara mörkare, alternativt ett spegelglas. Detta åtgärdades genom att en solfilm, likt en sådan som sätts på bilrutor, sattes fast på det mörktonade plexiglas. Det gjorde att glaset blev betydligt mörkare, men leksaken var fortfarande synlig när belysning tillfördes. Då lådan strömförsörjdes genom ethernetkabel kunde inte lådans lampor testas externt från systemet. Testning av solfilmen kunde i och med detta endast göras vid besök på audiologimottagningen. I samråd med audionomerna sparades endast ett av de två solfilmerna på glaset. Detta då det var tillräckligt mörkt för att inte se leksaken igenom med ett lager solfilm.

E. Övrigt

Utöver de tillfällen då lådan har arbetats med praktiskt har projektet fått feedback genom pitchövningar. Vid båda dessa tillfällen gavs givande återkoppling kring lådans utformning, bland annat när det kom till spegelglas. Under terminen har även föreläsningar kring hållbarhet och etik varit till nytta för rapporten.



Figur 5. Färdig krets på arbetsbänken på X-lab., där handen trycker på strömbrytaren.

III. RESULTAT

I figur 6, visas den färdiga prototypen av titlådan. Trälådan och lamporna är från den ursprungliga lådan tillhörande STV, men leksaken inuti är ditsatt i detta projekt. Den gula knappen som finns till höger om lådan är en strömbrytare som styr flaxandet av papegojans vingar samt rörlighet i dess överkropp. Lamporna styrs externt via en pedal under bordet i undersökningsrummet. Dessa lampor kan både blinka och variera i färg, vilket styrs från en dosa bredvid skärmen. Denna dosa är gemensam för hela systemet och kan även styra filmer, bilder och lampor på datorskärmarna.



Figur 6. Färdig prototyp av leksak och strömbrytare i tänd låda.

I kravspecifikationen som skrevs i början av projektet var det stort fokus på själva leksaken och dess rörelsemönster. Den slutgiltiga leksaken uppfyller alla dessa krav. Det första kravet på listan är att leksaken ska röra sig mycket vilket uppfylls då papegojan både flaxar med vingarna och rör på kroppen. Nina Lindén, ser denna rörelse som ideal för den

målgrupp som testas med VRA. Tidigare fanns det även en snurrande platta som leksaken placerades på, denna är nu bortplockad så leksaken står direkt på botten.

En annan viktig aspekt, som också lyfts i kravspecifikationen, är färgerna som används på leksaken. Den klarröda färgen drar barnets uppmärksamhet och är en bra kontrast till den i övrigt svarta lådan. Den fungerar även bra med de färger på lampor som används i lådan. Tidigare har det även varit ett problem att leksaken har avsaknad av färg vilket nu har åtgärdats.

I den nya designen av titlådan är det även ett mörkare glas än i tidigare version, som uppnås med hjälp av en solfilm.

IV. DISKUSSION

Som tidigare nämnt lyfte Peter Palm under inledande möte att STV har haft idén att sätta in spegelglas på framsidan av lådan för att förhindra att barnet som undersöks kan se leksaken även då lådan är släckt, och därmed distraheras. Efter diskussion samt återkoppling efter pitchövningen togs beslutet att spegelglas kan ha motsatt effekt - att det snarare drar till sig barnets uppmärksamhet. Detta då den egna spegelbilden kan vara spännande för små barn, vilket försvårar hörselundersökningen. Istället valdes att addera solfilm på insidan av plexiglas på lådans framsida. Resultatet blev att leksaken inte syntes då lådan ej var upplyst, vilket audionomerna ansåg vara fördelaktigt. Ytterligare en fördel med detta val är att framsidan fortfarande är lätt att torka av ifall barnen rör vid lådan och då lämnar avtryck. Att ytan utåt är slät ger även ett mer homogent uttryck. En annan fördel med den nya leksaken gäller resonansen inuti lådan vid rörelse. Den prototyp som STV utvecklat med en dansande apa var fastsatt på lådans bakre vägg, vilket gav upphov till mer ljud inuti lådan som kan anses vara ett störningsmoment under en undersökning. Den nya papegojan är fri från kontakt med lådans väggar, vilket dämpar ljudet markant. Denna aspekt var något som påpekades av audionomerna.

Det finns fortfarande vissa utvecklingsmöjligheter på lådan. Exempelvis hade det varit fördelaktigt att byta ut den batteridosan som idag driver papegojans rörelse mot en strömladd. Ur ett hållbarhetsperspektiv skulle detta vara att föredra för att slippa använda icke-utbytbara batterier. Redan från början har målet med projektet varit att ta fram en färdig prototyp som skulle kunna presenteras för STV. Alltså är en vidare utvecklingspunkt är att integrera med företagets befintliga system. Huruvida detta kommer att bli av är upp till STV, men för att den byggda prototypen skulle kunna testas och användas kliniskt är det ett nödvändigt steg. Att testa prototypen på barn i nuläget är svårt, eftersom lamporna styrs från dosan och leksaken med en strömbrytare. Att koordinera dessa två och samtidigt vara uppmärksam på barnets reaktioner är svårt att göra på en och samma gång, vilket var något audionomerna uttryckte då den färdiga prototypen demonstrerades.

Den sista utvecklingspunkten är att bygga en helt ny trälåda, för att passa måtten i kravspecifikationen. I brist av tid och

resurser har detta prioriterats bort, då den låda som lånats från STV ansågs fungera väl bortseende från måtten. Då den roterande plattan avlägsnats, mättes lådan för att uppskatta vilka mått som hade kunnat användas vid konstruktion av en mindre låda. De minsta möjliga måtten uppskattades till 19 cm djup, 30 cm bred samt 26 cm hög. Jämfört med måtten angivna i kravspecifikationen skulle en sådan låda fortfarande vara något för stor i alla dimensioner. Detta innebär en avvägning mellan att byta ut papegojan mot en mindre leksak, alternativt acceptera en något större låda än planerat. I samråd med audionomerna gavs intrycket att en låda med måtten angivna skulle fungera väl tillsammans med STVs befintliga utrustning, i de undersökningsrum som används idag.

A. Etik

Vid diagnostisering av hörselskadade barn med hjälp av en tittlåda är det också viktigt att ta hänsyn till att dessa patienter är just barn. Detta innebär att de inte har en fullständig förståelse för vad som händer eller vad som förväntas av dem under testningen. Denna aspekt har resulterat i att testning av lådan inolverande barn inte har begärts. Skulle testet genomföras på en patient som är där för bedömning kan brister i den framtagna prototypen orsaka en felaktig bedömning av barnets auditiva perception.

Som nämnts i introduktionen är VRA en subjektiv testmetod. Detta då audionomen bedömer barnets auditiva perception genom att observera dess reaktioner. Att ha subjektiva testmetoder kommer alltid påverkas av audionomens agerande och uppfattning, vilket i sin tur ökar risken för misstag på grund av den mänskliga faktorn. Objektiva testmetoder är en fördel i detta avseende. Diskussion har förts kring huruvida det hade gått att genomföra bedömningen med hjälp av tittlådan på ett objektivt sätt genom att exempelvis ha sensorer som registrerar ögonrörelse eller att kunna filma testningen. VRA är en interaktiv testmetod där audionomen utformar testningen efter barnets respons för att hitta tröskelvärdet för hörseln. Därav skulle audionomen alltid på något sätt behöva gå in och granska dessa mätningar för att kunna gå vidare med testningen, vilket endast skulle göra testprocessen mer invecklad och utdragen vilket inte ses som optimalt. Detta skulle mer eller mindre ändra hela testmetoden VRA och är därför inget som har vidareutvecklats i detta projekt.

B. Hållbarhet

För att designen av tittlådan ska ses som optimal är det också viktigt att den uppfyller olika krav som gör produkten hållbar. Detta för att tittlådans nytta ska väga tyngre än den påverkan den har på miljön. Det finns ett krav i EU-förordningen, MDR, på att ha miljömedveten design i åtanke vid utveckling av medicintekniska produkter. En viktig aspekt är att designen möjliggöra enkel reparation och utbyte av leksaken för att förlänga dess livslängd och minska avfallet. Detta kan uppnås genom att använda standardiserade komponenter som kan köpas separat och helst kan bytas ut eller repareras enkelt av användaren själv.

Ytterligare en viktig del är att tänka på hur materialval påverkar miljön och hur materialet gör sig i den så kallade avfallstrappan. Det är ett EU-direktiv som är antaget i den svenska miljöbalken och styr hur avfallet ska tas om hand. I första hand ska mängden material i lådan minimeras, och i andra hand ska man kunna återbruka produkten. Att kunna använda leksaken till andra syften när man tröttnat på den i lådan är ett exempel på återbruk. Det tredje steget är återvinning vilket ska vara möjligt för det övriga materialet i lådan. Steg fyra är att utvinna energi vilket möjliggörs av att sortera avfallet korrekt. Detta för att som sista steg få så lite deponering av avfall som möjligt.

I Region Skånes miljöprogram för 2030 kan man läsa om att fokusområde 1 är just resurseffektivitet och cirkulär. I detta mål specificeras tydligt att det ska vara möjligt att skapa ett cirkulärt flöde av de inköpta resurserna genom återanvändning och återvinning. Region Skåne ska exempelvis minska mängden kommunalt avfall per producerade tjänster inom hälso- och sjukvård med 40 procent till utgången av 2030 jämfört med 2019 års nivå. Genom rätt materialval och Region Skånes återvinningspolicy kan man säkerställa att produkten har minimal miljöpåverkan och att det använda materialet kan återvinnas för att minska avfallet. [10]

V. SLUTSATSER

Sammanfattningsvis var syftet med detta projekt att skapa den optimala tittlådan. Resultatet bestod av den ursprungliga tittlådan från STV, i kombination med en ny leksak med ett mer frappant rörelsemönster. Enligt audionomerna Nina och Carolina är den nya leksaken i många avseende bättre än den gamla. De krav som nu uppfylls är en färgglad leksak som rör sig på ett spännande sätt, utan att uppfattas som läskig eller ge upphov till onödigt mycket resonans inuti lådan.

VI. EFTERORD

Vi vill först och främst rikta ett stort tack till våra kliniska handledare på audiologimottagningen i Lund, Nina Lindén och Carolina Anderberg. De har bidragit med sin expertis och stort engagemang kring vårt arbete samt alltid funnit till hands via mail eller besök på sjukhuset. Vi vill även tacka vår tekniska handledare Tomas Jansson för vägledning genom vårt projekt samt hänvisning till Lars Wallman. Såklart vill vi även tacka Lars för handledning kring kretskoppling och elektriska komponenter och tillhandahållning av strömbrytare.

Vi vill också tacka Peter Palm på STV för utlånet av två stycken tittlådor, inblick i deras innovationsprocess samt möjlighet till vidareutveckling i form av integrering i befintliga system. Slutligen vill vi nämna att detta projekt inte varit möjligt utan universitetets kreativa resurser och sektionens lokaler.

Arbetsinsatsen under detta projekt har bestått till väldigt stor del av gemensamt arbete. Samtliga tillfällen då lådan eller leksaken har bearbetats har gjorts tillsammans, även rapportskrivningen har mestadels utförts i grupp.

REFERENSER

- [1] D.L. Sabo. "The Audiologic Assessment of the Young Pediatric Patient: The Clinic" *Historia VRA*, 1999-06-04, Online: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4172161/bibr45-108471389900400205> (hämtad 2023-05-10).
- [2] M. A. Primus, G Thompson. "Response strength of young children in operant audiometry" *Belöningsystem*, 1985-12-28, Online: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4087889/> (hämtad 2023-05-10).
- [3] S. Palmgren, J. Sundberg. "Att se men inte höra – ett eye-trackerbaserat hörseltest för spädbarn" Examensarbete, Kungliga tekniska högskolan, Stockholm, 2012. Online: <http://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:561912/FULLTEXT01.pdf> (hämtad 2023-03-30).
- [4] F. Jörgensen. "Hörselundersökning av nyfödda" *1177 Region Halland*, 2017-12-20, Online: <https://www.1177.se/Halland/barn-gravid/forlossning/pa-forlossningen-och-bb/horselundersokning-av-nyfodda/?fbclid=IwAR0KPXS9RCC2ik6n8Kj6j4SFI871WbzvnOE0B7T6WlukP1YiYEDH-eRRyGg> (hämtad 2023-03-30).
- [5] Hörsellinjen "Hörselundersökningar - OAE-screening" *Hörsellinjen*, Online: <https://horsellinjen.se/fakta-och-rad/horsel-och-horselskador/horselundersokningar/> (hämtad 2023-03-30).
- [6] A. Sundqvist, B. Lyxell, R. Jönsson, M. Heimann. "Understanding minds: early cochlear implantation and the development of theory of mind in children with profound hearing impairment." *International Pediatric Otolaryngology Group*, vol. 78, p. 537-542, Mars 2014.
- [7] A. Sharma, M. Dorman, J.A Spahr. "A sensitive period for development of the central auditory system in children with cochlear implants: Implications for age of implantation." *Ear and Hearing*, vol. 23, p. 532-539, 2002.
- [8] N. von Menzer. "Datorbaserad fonologisk intervention för barn med cochleaimplantat (CI) och/eller hörapparat (HA)-effekter på fonologiska färdigheter." *Logopednytt*, nr. 3, 2012.
- [9] STV "STV - Hälsa- och sjukvård" Online: <https://stv.se/halso-och-sjukvard/> (hämtad 2023-05-10).
- [10] Region Skåne. "Miljöprogram för Region Skåne 2030" Online: https://www.skane.se/siteassets/organisation_politik/styrandedokument/r_miljoprogram_fullversion_220221.pdf (hämtad 2023-04-14).

BILAGA

Bilaga 1: Kravspecifikation, godkända av kliniska handledare på audiologimottagningen och vidarebefodrad till Peter Palm på STV

Kravspecifikation

- Leksak som rör sig mycket t.ex. fågel som flaxar
- Färgstark leksak
- Leksak med snällt ansikte, som inte upplevs skrämmande
- Svart låda i övrigt
- Sotat/spegelglas ut mot barnet
- Mått: 15x25x25
- Lampor som lyser in på leksak
- Enkelt/ vara möjligt att byta ut leksaken, t.ex. på baksidan av lådan, om den går sönder efter användning
- Helst integrerat i STVs system, om inte: lättstyrd med få knappar
- Inte för tung, ska gå att fästa på arm bredvid befintliga högtalare
- Inte för ömtålig, barn ska kunna röra den
- Leksaken ska kunna lysas upp både då den rör sig och när den är stilla
- Det ska gå att kombinera leksak stilla/i rörelse med fast/blinkande ljus
- Drivning; Lågspänning, DC

Önskvärt:

- Ljusslinga riktat mot barn
- Rörelsen på leksaken ska gå att reglera, antingen i fasta steg eller successivt via
- steglöst reglage