



“I Hear You” - En Spillbasert Hørselscreening

(“I Hear You” - A Game Based Hearing Screening)

Bacheloroppgave i audiologi

Norges teknisk- naturvitenskaplige universitet (NTNU)

Fakultet for medisin og helsevitenskap (MH)

Institutt for nevromedisin og bevegelsesvitenskap (INB)

Studieprogram for audiologi (AUD)

BAU2016

Kandidatnummer:

10028, 10030 & 10036

II SAMMENDRAG

Bakgrunn: Tidligere studier viser at tilgangen på hørselstjenester er mangelfull i utviklingsland. På bakgrunn av dette er det funnet at kostnadseffektive alternative screeningmetoder for hørsel er et viktig tema for videre forskning. SINTEF har derfor utviklet en automatisert screeningapplikasjon kalt "I Hear You".

Formål: Formålet med denne kvantitative studien var å undersøke validiteten til en automatisert screeningmetode for barn. Dette ble gjort ved å sammenlikne screeningapplikasjonen "I Hear You" mot en gullstandard i rurale strøk i utviklingsland.

Metode: 403 barn i alderen 6 til 17 år fra tre ulike barneskoler i Tanzania deltok i studien. Målingene som ble utført var screeningaudiometri og screeningapplikasjon. Kriteriet for godkjent screeningaudiometri og screeningapplikasjon var satt til 25 dB HL. Screeningaudiometri ble benyttet som "gullstandard". Bakgrunnsstøy ble målt i dBA ved bruk av et støydosimeter. Applikasjonen ble validert ut i fra sensitivitet og spesifisitet.

Resultat: Målingene som ble utført viste sensitivitet og spesifisitet for det totale utvalget på 0,65 og 0,62. Det ble funnet ulike faktorer som påvirket resultatet for applikasjonens samsvar med gullstandarden. Deltakere i klassetrinnene fra 0 til 4 viste dårligere sensitivitet og spesifisitet enn 5-7 klasse. Målingene av bakgrunnsstøy viste at støynivåene varierte mellom 38,7 dBA og 71,1 dBA. Lavere bakgrunnsstøy viste bedre sensitivitet og spesifisitet.

Konklusjon: Per dags dato viser screeningapplikasjonen lite samsvar med gullstandarden. Resultatene tyder på at med ytterligere forbedringer i applikasjonen og mulighet for retest av deltakere, kan det i fremtiden bli mulig å benytte "I Hear You" til rutinemessige, kostnadseffektive hørselsundersøkelser.

III Abstract

Background: Previous studies show that access to health care for hearing in developing countries is inadequate. Based on this, an important topic in further research is implementing alternative, cost-efficient screening methods for hearing. For this reason, SINTEF has developed the automated screening application “I Hear You”.

Purpose: The purpose of this quantitative study was to examine the reliability and validity of an automated screening method for children. This was done by comparing the screening application "I Hear You" against a “gold standard” in rural areas in developing countries.

Method: 403 children aged 6 to 17 from three different primary schools in Tanzania participated in the study. The measurements conducted for this study were screening audiometry and screening with the application. For both screening audiometry and the screening application to be approved, the criterion was set at 25 dB HL. The screening audiometry was used as a "gold standard". Using a noise dosimeter, ambient noise measurements were conducted in dBA. The application was validated based on sensitivity and specificity.

Results: The measurements performed showed sensitivity and specificity for the total sample of 0.65 and 0.62. There were various factors found, which influenced the results of the application’s compliance against the “gold standard”. Participants in grades 0 to 4 showed poor sensitivity and specificity compared to grade 5 to 7. The noise measurements registered ambient noise levels between 38.7 dBA and 71.1 dBA. Lower ambient noise is associated with better sensitivity and specificity.

Conclusion: As of today, the screening application shows poor compliance with the current criteria in the application, with all influencing factors included. The results suggest that with further improvements to the application as well as possible re-testing, “I Hear You” might become a feasible option in the future to conduct cost-effective routine hearing screenings.

Forord

Først og fremst vil vi gi en stor takk til vår veileder Jon Øygarden som ble med oss en uke til Tanzania, hvor han har vært en god støttespiller. Han har hjulpet oss i prosessen med bearbeiding av data og god veiledning under oppgaveskriving. Vi vil også takke alle samarbeidspartnere som har bidratt til at vi i det hele tatt har fått muligheten til å gjennomføre prosjektet. Vi er takknemlige for at Dr. Cosmas har organisert alt av tillatelser og kontaktet barneskolene vi har besøkt. Vi vil takke lærere og studenter fra Patandi Special Needs Teachers College, som har oversatt til swahili for barna da ingen av oss kan språket. Det ville ikke vært mulig å gjennomføre denne studien uten deres hjelp. Vi vil også takke alle barna som har tatt del i målingene og rektorene for hver av skolene som har gitt oss de tillatelsene som krevdes. En stor takk må vi også rette til SINTEF som ga oss muligheten til å ta del i prosjektet. Dette ga oss verdifull innsikt i hvordan ny teknologi kan benyttes i utviklingsland. Takk til alle som har lest korrektur når vi selv har sett oss blind på egen oppgave. Og sist men ikke minst vil takke hverandre for et godt samarbeid gjennom hele bachelorperioden, og en fjerde audiografstudent som bidro med datainnsamling i Tanzania. Dette har ført til et enda sterkere vennskap.

Innhold

1. Introduksjon.....	1
1.1. Bakgrunn for valg av tema	1
1.2. Hørselstap og tilgang på helsehjelp i utviklingsland	1
1.3. Prosjektet “I Hear You”	2
1.4. Teoribakgrunn	3
1.4.1. ”Normal hørsel”	3
1.4.2. Screening	3
1.4.3. Screeningaudiometri.....	4
1.4.4. Spillbasert screening.....	4
1.4.5. Testforhold og støy	6
1.4.6. Screeningapplikasjonen “I Hear You”	6
1.4.7. Programvare v.1.5.6 20190218.....	7
2. Problemstilling.....	8
2.1. Forklaring og utdyping	8
3. Metode	8
3.1. Valg av metode	8
3.2. Deltakere.....	9
3.2.1. Inklusjonskriterier og eksklusjonskriterier	9
3.2.2. Inkludering.....	9
3.2.3. Ekskludering.....	9
3.3. Materialer/ Utstyr	10
3.3.1. Stimuli	10
3.4. Prosedyre	11
3.4.1. Testforhold.....	11
3.4.2. Støymåling.....	11
3.4.3. Plassering.....	13
3.4.4. Instruksjoner	13
3.4.5. Instruksjoner audiometri.....	13
3.4.6. Screeningaudiometri.....	13
3.4.7. Otoskopi.....	14
3.4.8. Registrering før applikasjon	14
3.4.9. Instruksjoner applikasjon.....	15
3.4.10. Måling applikasjon	15

3.5. Konfidensialitet og datainnsamling	15
3.6. Analyseverktøy	16
3.6.1. Formler for sensitivitet og spesifisitet	16
3.6.2. Receiver Operating Characteristic (ROC)	17
4. Etiske forhold	17
4.1. Etiske godkjenninger	17
4.2. Ivaretagelse av deltakerne	18
4.3. Samtykke	18
4.4. Forhold mellom forsker og arbeidsgiver	19
5. Resultat	19
5.1. Screening med audiometri og applikasjon	19
5.2. Otoskopering	20
5.3. Grade	20
5.4. Støymåling	22
5.5. Kriterier for ”normal hørsel”	23
6. Diskusjon	24
6.1. Hovedfunn	24
6.2. Drøfting av otoskopiske funn	25
6.3. Klassestrinn	26
6.4. Samsvar for frekvens	27
6.5. Støy	27
6.6. Ulike kriterier for ”normal hørsel”	28
6.7. Tekniske observasjoner	29
6.8. Syn	30
6.9. Konsekvenser falske resultat	31
7. Metodekritikk	32
7.1. Planlegging	32
7.2. Valg av deltakere	33
7.3. Utstyr	33
7.4. Datainnsamling	33
7.5. Litteratur	34
8. Konklusjon	34
9. Referanseliste	36
10. Vedlegg	40

Vedlegg I: Info- og Samtykkeskjema.....	40
Vedlegg II: Information letter concerning patient instructions.	45

1. Introduksjon

I introduksjonen vil det bli gitt en faglig innføring i tema som skal gi bakgrunn nok for å forstå studien. Tema vil bli redegjort på bakgrunn av litteratur. Formålet med en gjennomgang av litteratur på temaet er å analysere et avgrenset område gjennom oppsummering og sammenligning av forskningsartikler. For innhenting av forskningsartikler er det hovedsakelig blitt brukt søkemotoren “Oria”, samtidig som det er innhentet artikler fra litteraturlisten til allerede benyttede forskningsartikler. Alle forskningsartiklene som er brukt for faglig grunnlag er fagfellevurdert. Denne oppgaven vil videre bli referert til som “bachelorstudien” når den sammenlignes opp mot anvendt litteratur.

1.1. Bakgrunn for valg av tema

Temaet for bacheloroppgaven omhandler hørselsscreening på barn, og er forhåndsbestemt ut i fra et pågående prosjekt av SINTEF som gjennomføres i Tanzania. Prosjektet heter “I Hear You” og vi ble introdusert for prosjektet for første gang under Audiologikonferansen 2018 i Trondheim. Dette vekket stor interesse og et ønske om å få ta del i å forske videre på temaet. Ved å delta i dette prosjektet fikk vi muligheten til å generere ny kunnskap innen hørselsscreening på barn i utviklingsland og spillbasert screening. Det er viktig å forske på dette temaet da det er mangelfull hørselsomsorg i Tanzania (Mulwafu, Ensink, Kuper & Fagan, 2017, s. 3).

1.2. Hørselstap og tilgang på helsehjelp i utviklingsland

Funksjonsnedsettende hørselstap rammer mange og er et utbredt problem. Rundt 466 millioner mennesker har et funksjonsnedsettende hørselstap og 34 millioner av disse er barn (WHO, 2018). Butler (2012) har estimert at 1.5 millioner barn i Sør-Afrika lever med et uoppdaget hørselstap. 60% av alle hørselstap hos barn i utviklingsland skyldes mangel på forebyggende tiltak (WHO, 2018). Dette er et høyt tall sammenlignet med Norge hvor det i dag tilbys hørselsscreening av nyfødte barn og mulige hørselstap blir oppdaget tidlig, samt nøye fulgt opp (Statped, 2017).

Alle typer hørselstap hos barn er vist å ha stor innvirkning på taleforståelse, språkutvikling og sosial utvikling. Denne påvirkningen kan igjen føre til problematikk innen dårlig akademisk prestasjon som lesevansker, staving og skriveferdigheter (Butler, 2012, s. 2.). Det er et

problem at mange barn i utviklingsland, med et godt utgangspunkt for å lære, blir tatt ut av skolen på grunn av nedsatt høreevne. Det er ofte et ønske fra familien at hørselshemmede barn hjelper til med arbeid i hjemmet, heller enn å gå på skole (Benjaminsen, 2017). Utviklingsland er definert som land med svak og ofte ensidig utviklet økonomi, hvor majoriteten av befolkningen lever under utilfredsstillende sosiale og økonomiske forhold (Leraand, 2011).

Prevalensen for ytre- og mellomøre-patologier er rapportert å være høyere i utviklingsland grunnet mangelfulle helseressurser (Adhikari, 2009, s.1). I 2009 kartla Fagan & Jacobs en undersøkelse om tilgangen på øre-nese-hals (ØNH) -leger, audiografer og logopeder i Afrika sør for Sahara. Denne undersøkelsen viste generell mangelfull hørselsomsorg i afrikanske land (Fagan & Jacobs, 2009, s.2). I Tanzania var det registrert 1 audiograf, 18 ØNH-leger og 3 logopeder per 2015 (Mulwafu, Ensink, Kuper & Fagan, 2017, s. 3). Økt tilgang på alternativ screening kan være med på avdekke flere hørselstap enn hva som gjøres i utviklingsland i dag (Bright & Pallawela, 2016, s. 710). Denne informasjonen adresserer viktigheten av å utføre forskning på barn med hørselstap i utviklingsland, nettopp fordi populasjonen ikke har blitt prioritert tidligere og konsekvensene for uoppdagede hørselstap er store.

1.3. Prosjektet “I Hear You”

Forskningsinstituttet SINTEF har siden 2012 gjennomført prosjektet ”I Hear You”, og er planlagt å pågå frem til 2020. Den langsiktige målsettingen med prosjektet er å redusere antall barn som blir tatt ut av grunnskolen, og forbedre læringsutbyttet for de med nedsatt hørsel i Tanzania. SINTEF har som ønske å redusere fattigdom ved å sikre en inkluderende og rettferdig kvalitetsutdanning, og like muligheter for livslang læring for barn med nedsatt hørsel (Berg og Øderud, 2017, side 1). Den første fasen i prosjektet er utvikling av en spillbasert screeningapplikasjon. Hensikten med dette innebærer å fange opp barn med mildt til moderat hørselstap i alderen 4 til 6 år. Den neste fasen er å utvikle et headset som kan brukes som et alternativ for høreapparater i skolesituasjon. Det ønskelige sluttresultatet for prosjektet er økt tilgang til hørselstjenester og hjelpemidler for lokalbefolkningen etter prosjektets slutt (Benjaminsen, 2017).

1.4. Teoribakgrunn

Det vil her komme frem hvilket grunnlag problemstillingen bygges på og teoretisk bakgrunn for undersøkelsen. I delkapitlene nedenfor vil det bli gjort rede for kriterier for ”normal hørsel”, hva screeningprogram brukes til, screeningaudiometri, automatisert spillbasert screening, testforhold og støy, screeningapplikasjonen “I Hear You” og programvaren.

1.4.1. ”Normal hørsel”

I litteraturen stilles det ulike kriterium for hva som anses som “normal hørsel”. American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) definerer nedsatt hørsel som høreterskler ≥ 15 decibel Hearing Level (dB HL) (Clark, 1981, s. 497). Verdens Helseorganisasjon (WHO) definerer “normal hørsel” når Pure-Tone-Average (PTA) er ≤ 25 dB HL på beste øre (WHO, 2018). Denne definisjonen av “normal hørsel” tar ikke hensyn til ensidige hørselstap. Laugen (2017) diskuterer hvordan barn med mildt hørselstap også kan ha utfordringer, selv med høreterskler ≤ 25 dB. Ved å benytte kriteriene satt av WHO utelukkes hørselstap mellom 16-24 dB HL, som ASHA inkluderer i sine kriterier. En studie utført i Sør Afrika (2016) henviser til at det er hensiktsmessig å sette grensenivå for hørselsscreening noe høyere i utviklingsland, grunnet utfordrende testforhold med tanke på støy (Mahomed-Asmail, Swanepoel, Eikelboom, Myburgh, & Hall, 2016, s. 13). Oppsummert vil ”normal hørsel” i denne studien defineres som høreterskler ≤ 25 dB HL. Årsaken til at dette kriteriet benyttes er fordi applikasjonen screener ned til 25 dB HL og tar utgangspunkt i at alle frekvenser skal være ≤ 25 dB for å kategoriseres som ”normal hørsel”. Ulike grenseverdier vil diskuteres ytterligere i kapittel 6.8.

1.4.2. Screening

Screeningprogram brukes for å identifisere personer med en spesifikk lidelse eller gruppe av lidelser. Screeningmetoden er rask å utføre og lett mottakelig for de som gjennomfører testen (Gelfand, 2016, s. 348). Hensikten med målingen er å korrekt identifisere de med hørselstap og korrekt identifisere de uten hørselstap. Om en hørselsscreening ofte ikke identifiserer riktig tilstand, vil ikke målingen være valid og bør betraktes som ugyldig og ikke økonomisk gjennomførbar (Northern & Downs, 2014, s. 377). En hørselsscreening vil ideelt vise om det foreligger et hørselstap eller ikke, og om barnet har behov for videre utredning av hørselen. Screening kan gjennomføres manuelt styrt eller automatisert (Gelfand, 2016, s. 348).

1.4.3. Screeningaudiometri

Fra et barn er fylt 4 år er det mulig å gjennomføre screeningaudiometri (Helsedirektoratet, 2006, s. 29). Screeningaudiometri omfatter en presentasjon av ulike frekvenser og nivåer som er forhåndsbestemt, samt registrering av forsøkspersonens svar. Ved screeningaudiometri benyttes frekvensene 500-, 1000-, 2000- og 4000 Hz (NS ISO 8253-1:2010), i motsetning til fullstendig rentoneaudiometri som gir en mer utvidet kartlegging av flere frekvenser og desibelnivå. Screeningmetoden gir et resultat som tilsier at forsøkspersonen har hørt (godkjent) eller ikke hørt (ikke godkjent) de forhåndsbestemte lydnivåene (NS-EN ISO 8253-1:2010).

Ved å benytte et audiometer blir nøyaktig intensitet og frekvens presentert til pasienten. Dette gir informasjon om hvor mye intensitet som må til for at personen hører de ulike tonene ved hver enkelt frekvens (Gelfand, 2016, s. 91). Det finnes flere ulike lydsignaler som kan brukes under en hørselstest som for eksempel warbletone og sinustone (Gelfand, 2016, s. 10). Ved screeningaudiometri blir det benyttet luftledet signal da hensikten er å fange opp et hørselstap, og ikke å identifisere en mekanisk- eller nevrogen komponent. Hvor hørselstapet ligger er noe som blir detektert der det er behov for videre oppfølging (Northern & Downs, 2014, s. 373). Screeningaudiometri er derfor en effektiv metode for å kartlegge om et barn har ”normal hørsel” eller et hørselstap.

1.4.4. Spillbasert screening

Hensikten med spillbasert screening er å gi barn muligheten til å bli screenet på en effektiv og økonomisk måte. På denne måten kan hørselstap bli identifisert i land der det er mangel på ressurser og manglende hørselsomsorg (McPherson, Law & Wong, 2010, s. 2). I industrialiserte land brukes ulike tilpasninger av rentoneaudiometri for å evaluere hørsel hos barn med screening. Eksempler på slike tilpasninger kan være observasjon av atferd, «visual reinforcement audiometry» (VRA) og «lekeaudiometri». Til disse tilpasningene behøves autorisert helsepersonell og utstyret er ofte kostnadskrevende (Salisu, 2016, s. 1).

De siste årene har det kommet flere ulike applikasjoner for automatisert hørselscreening, som er validert opp mot screeningaudiometri som “gullstandard”. En litteraturstudie gjennomført av Bright & Pallawela undersøkte i 2016 seks ulike screeningapplikasjoner og deres validitet. De konkluderer med at screeningbaserte applikasjoner ikke kan erstatte gullstandardene en

audiograf gjør, men at de kan være et viktig verktøy i utviklingsland for å bedre tilbudet for hørselscreening.

Yeung et al. (2013) gjorde en undersøkelse på barn (n=70) i alderen 3-13 år. De undersøkte samsvaret mellom screeningaudiometri og en screeningapplikasjon på nettbrett. For å validere screeningapplikasjonen undersøkte de applikasjonens sensitivitet og spesifisitet. Dette beskriver sannsynligheten for å oppnå et riktig resultat av en diagnostisk test. Sensitivitet er definert som sannsynligheten for at en person med en sykdom tester positivt. Spesifisitet er definert som sannsynligheten for at en frisk person tester negativt. Om en undersøkelse viser 100 % sensitivitet og spesifisitet tilsier dette at alle testpersonene er korrekt identifisert, med eller uten sykdom (Kumar, 2011, s.278). Denne gruppen resultater vil i oppgaven omtales som “sanne resultater”. Det kan oppstå falske positive og falske negative resultater. Denne gruppen omtales i oppgaven for “falske resultater”. Dette tilsier at testpersonen får et feilaktig resultat hvor en testperson med sykdom tester negativt, eller hvor en testperson som er frisk tester positivt (Fawcett, 2006, s. 862). Resultatet fra studien til Yeung et al. (2013) viste en sensitivitet på 0,98 og spesifisitet på 0,94. Dette tilsier at screeningaudiometri og deres automatiserte screeningapplikasjon samsvarer godt. I deres undersøkelse ble det konkludert med at screening med en slik applikasjon er en brukbar plattform for å teste barn helt nede i 3 årsalderen. Denne studien har ekskludert barn som tydelig ikke forstod testen, og målingene er utført i typisk audiometrirom med kontroll på bakgrunnsstøyen.

En undersøkelse utført av Kam et al. (2014) gjennomførte en lignende studie på kinesiske barn (n=6231) i alderen 3-7 år. Funn fra studien viste at applikasjonen kan brukes som screening program hos barn eldre enn 5 år. Studien ble utført på barn i urbane strøk i stille rom med bakgrunnsstøy som varierte fra 40 dBA - 51 dBA, i tillegg ble det benyttet støykansellerende hodetelefoner. Dersom barna ikke forstod testen, ble disse re-testet. Studien fulgte ASHA sine retningslinjer for anbefalte frekvenser for screeningaudiometri som tilsvarer frekvensene 1000, 2000 og 4000 Hz. Studien til Pereira, Pasko, Supinski, Hammond & Morlet (2018) støtter Kam et al. (2014) sitt funn om at spillbasert screeningsaudiometri ikke er gjennomførbar for barn under 6 år. Denne studien ble utført på barn (n=32) i alderen 6-12 år. Målingene i studien til Pereira et al. (2018) var utført i audiometrirom.

Automatisert screeningaudiometri kan gi flere muligheter og fordeler som innebærer bedre mobilitet for testutstyr og økt tilgjengelighet, noe som åpner opp for muligheten for å etter hvert tillate en forelder eller lærer å bruke slik screening. Dette kan resultere i tidligere identifikasjon av en hørselsnedsettelse. Ved denne type målinger er det likevel viktig å opprettholde klinisk validitet og barnevennlighet (Yeung et al., 2013, s. 2).

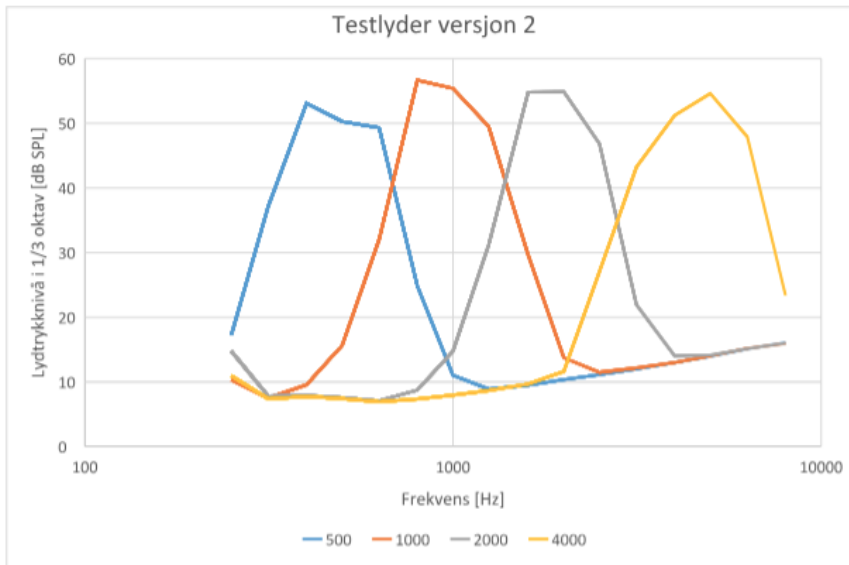
1.4.5. Testforhold og støy

Ved audiometriske målinger stilles det krav for tillatt bakgrunnsstøy, da det kan være en fare for maskering av testsignalet dersom bakgrunnsstøyen blir for høy (ISO8253-1:2010). Kravene presenteres i kapittel 3.4.2. I studien til Kam et al. (2014) fant de at bakgrunnsstøy påvirket målingene i stor grad, selv ved bruk av støykansellerende hodetelefoner. Med bedre kontroll over bakgrunnsstøyen i test-omgivelsene ble både sensitivitet og spesifisitet bedret. Det er derfor ønskelig med minst mulig bakgrunnsstøy og kunnskap om hvordan støyen påvirker audiologiske målinger.

1.4.6. Screeningapplikasjonen “I Hear You”

Den automatiserte screeningapplikasjonen “I Hear You” er utviklet for nettbrett og er formet som et dataspill i samarbeid med Ablemagic. Ablemagic er et norsk selskap som har spesialisert seg på spillteknologi og digitale læringsmidler. Ved å bruke denne screeningapplikasjonen er intensjonen at den raskt skal avsløre om barnet har ”normal hørsel” eller ikke, for så å se om det er behov for videre oppfølging (Benjaminsen, 2017). Applikasjonen er inndelt i to deler der “fase 1” er en hørselsscreening, og “fase 2” er en terskelmåling. Det er tenkt at applikasjonen skal være intuitiv uten behov for ytterligere instruksjoner.

Den spillbaserte screeningen “I Hear You” har som formål at testpersonen skal gjenkjenne fire ulike dyreløyer. Hvert dyr representerer et frekvensbånd på ca. en oktavs bredde og utgjør 500 (løve) -, 1000 (elefant) -, 2000 (fugl)- og 4000 Hz (gresshoppe) (Øygarden, 2018 s. 2).



Figur 1. *Frekvensrespons fra testlydene målt med brett og sync 2L. Målt i hodetelefon på øresimulator etter IEC standard 60318 (Øygarden, 2018, s. 2).*

1.4.7. Programvare v.1.5.6 20190218

I applikasjonen alternerer lydnivåene mellom 60 dB HL (maxLevel) og 25 dB HL (minLevel) for hver frekvens. Frekvensene testes i tilfeldig rekkefølge. Dersom testpersonen ikke hører minLevel, spilles maxLevel av øyeblikkelig. Ved ikke hørt maxLevel blir den spilt av en gang til. MinLevel spilles maksimalt av tre ganger. Hvis testpersonen svarer rett på de to første minLevel, går testen videre til neste frekvens. For å få alle frekvensene godkjent må testpersonen ha hørt 2 av 3 lyder på minLevel. For å få screeningen godkjent må alle frekvenser på hvert øre blitt hørt ved 25 dB. Det vil si at dersom en enkelt frekvens ved et enkelt øre ikke har blitt godkjent, vil applikasjonen anbefale videre oppfølging (Tronstad, 2017).

Fra lyden er presentert har barnet 2-3 sekunder på å respondere på hørt lyd (svarvindu). Lydene blir presentert med et mellomrom på 1,5 til 3 sekunder (randomiseringstid). Dersom barnet trykker ved presentert lyd og på riktig dyr, gis det en visuell belønning til barnet. Dersom barnet trykker på gitt lyd, men på feil dyr vil dyret snu seg med ryggen til. Svaret vil likevel bli registrert som hørt lyd (Tronstad, 2017).

Teoretisk bakgrunn har nå blitt redegjort for å få en bedre forståelsesramme av grunnlag for problemstillingen og undersøkelsen.

2. Problemstilling

Videre vil avgrensning av problemstilling redegjøres. Denne studien ønsker å se nærmere på om screening-applikasjonen “I Hear You” samsvarer med resultatene fra gullstandarden; screeningaudiometri utført med audiometer, med nedre grense på 25 dB HL.

Problemstillingen lyder som følgende:

“Hvordan samsvarer screeningapplikasjonen “I Hear You” med screeningaudiometri utført på skolebarn i Tanzania”?

2.1. Forklaring og utdyping

Med begrepet “samsvare”, menes det å finne likheter og ulikheter mellom screeningaudiometri og screeningapplikasjonen. Målingene samsvarer dersom begge metodene gir det samme utfallet; godkjent eller ikke godkjent screening. Dersom det oppdages et samsvar, kan det vurderes om applikasjonen “I Hear You” er et godt alternativ for å fange opp hørselstap i utviklingsland. Grunnen til at applikasjonen ikke valideres i Norge, men i Tanzania, er fordi det er ønskelig å se hvordan applikasjonen fungerer i økologiske forhold der den er tenkt å brukes i fremtiden.

3. Metode

Dette kapittelet inneholder forklaring av hvilken metodisk tilnærming som ble brukt for å svare på problemstillingen med bakgrunn i validitet og reliabilitet. Validitet står for relevans og gyldighet. Det vil si at det som måles må være gjeldende og ha betydning for det som skal undersøkes. Reliabilitet står for pålitelighet og handler om at målinger utføres presist og nøyaktig, i tillegg til at eventuelle feilmarginer som kan oppstå under den aktuelle målingen rapporteres. Reliabilitet angir med andre ord hvorvidt arbeidet og metoden i studien er til å stole på (Dalland, 2017, s. 55).

3.1. Valg av metode

For å besvare problemstillingen “Hvordan samsvarer screeningapplikasjonen “I Hear You” med screeningaudiometri?” var det hensiktsmessig å benytte en kvantitativ metode. Gjennom forskningsmetoden ble det samlet inn data i form av kjønn, alder, screeningresultater og støy. Denne type data viser til målbare og tallfestede verdier som det kan utføres regneoperasjoner på. Dataene som ble samlet inn var rene kvantitative data, der tallene har en mening i seg selv

og det var derfor hensiktsmessig å benytte en kvantitativ metode i denne studien (Jacobsen, 2016, s. 37).

3.2. Deltakere

403 barn deltok i studien fra tre ulike skoler i rurale strøk nord i Tanzania. Deriblant var 52% gutter (n=209) og 48% jenter (n=194) i alderen 6 til 17 år. Målgruppen for den spillbaserte screeningapplikasjonen "I Hear You" er barn mellom 4-6 år (Berg & Øderud, 2017, s. 4). Det er ønskelig at hørselstap hos barn skal bli oppdaget så tidlig som mulig for å unngå faktorer som forsinket språkutvikling og dårlig akademisk prestasjon (Northern & Downs, 2014, s. 2-3). Likevel ble eldre barn inkludert i undersøkelsen for å se om modenhet påvirket samsvaret mellom applikasjon og audiometri.

3.2.1. Inklusjonskriterier og eksklusjonskriterier

Av de 403 barna som deltok i undersøkelsen, ble 14 ekskludert. Med dette ble det totale utvalget deltakere n=389 barn. Nedenfor er det listet opp ulike kriterier for ekskludering og inkludering for å delta i studien.

3.2.2. Inkludering

Et kriterium for å delta i undersøkelsen var at skolens rektor gav samtykke på vegne av skolebarna, enten skriftlig eller muntlig, se vedlegg 1. Deltakere som ble inkludert var barn fra 0. klasse (barnehage) til 7. klasse. På to av de tre skolene var det en stor andel blinde og svaksynte elever. Barn med nedsatt syn ble inkludert.

3.2.3. Ekskludering

Blinde barn ble ekskludert fra studien, da de var avhengig av å se dyrene selv for å trykke på nettbrettet på egen hånd, uten hjelp fra tolk. Ved feil på utstyr ble barna re-testet eller ekskludert i etterkant i databehandlingen. Om barnet ga uttrykk for at han/hun ikke ønsket å delta var dette også et gyldig ekskluderingskriterium.

3.3. Materialer/ Utstyr

Tabell 1. Viser utstyrliste med navn på utstyr, samt antall eksemplarer som ble benyttet i forbindelse med målingene.

Utstyr	Navn på utstyr	Antall
Otoskop	LuxaScope Auris LED	2
Audiometer	Micromate 304 Madsen electronics	2
Nettbrett	Lenovo TB-X704F m/Android 7.1.1	8
PC	Asus UX430U Notebook PC	2
Dosimeter	Larson-Davis Spark™ 706	1
Hodetelefon til nettbrett	Howard Leight Sync Stereo Earmuff	8
Hodetelefon til audiometri	Sennheiser HDA 200 Radioear DD450	1 1
Ruter	Telia NETGEAR AirCard 810 Mobile Hotspot	2
Audiotool:Spektrumsanalyse	Sony Xperia Xzs.	1

3.3.1. Stimuli

Ulik stimuli ble benyttet for måling med audiometri og måling med applikasjon. For målingen med audiometri ble det brukt sinustone for frekvensene 500, 1000, 2000, og 4000. Stimuli som ble benyttet for applikasjonen er dyrellyder som er transponert til senterfrekvensene og deretter filtrert til en oktav båndbredde (Øygarden, 2017). Applikasjonens stimuli ble kalibrert etter avvik fra resultater gjort på et utvalg studenter i et pilotprosjekt. Hver enkel hodetelefon er kalibrert til sitt nettbrett.

3.4. Prosedyre

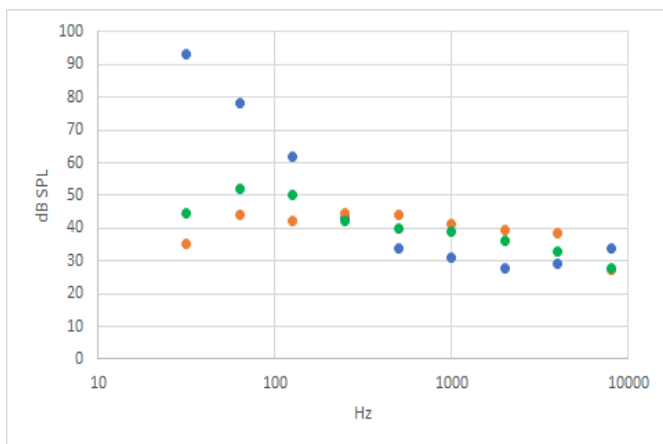
Nedenfor vil prosedyren bli beskrevet etter kronologisk rekkefølge slik målingene ble utført. Prosedyren inneholder testforhold, støymåling, plassering, instruksjoner, beskrivelse av audiometrisk måling, otoskopi, registrering i sentral-PC og gjennomføring av screening med applikasjon.

3.4.1. Testforhold

Det ble utført målinger ved tre ulike barneskoler. Alle skolene lå i rurale områder, nord i Tanzania. Testforholdene var noe ulike på de forskjellige skolene, særlig med tanke på tilgang på lokaler med lav bakgrunnsstøy. Kriteriene for maksimalt tillatt bakgrunnsstøy (se kapittel 3.4.2) var vanskelig å tilfredsstille på grunn av mangelfull lydisolasjon og dårlige akustiske forhold.

3.4.2. Støymåling

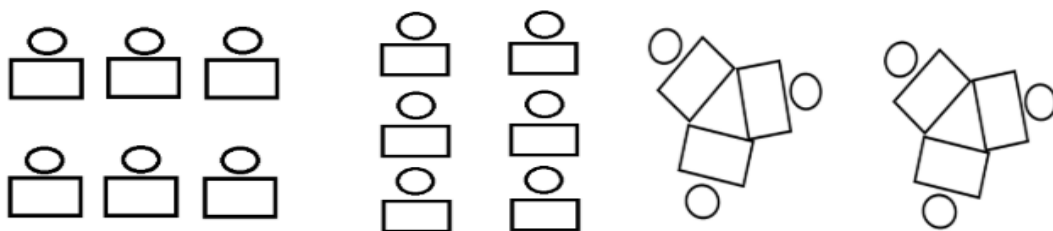
Det ble benyttet et støydosimeter som registrerte ekvivalent lydtrykknivå (A-veid) og maksimal nivå (C-veid) for hvert enkelt minutt gjennom hele dagen i samme rom hvor det ble screenet med applikasjon. Klokkeslett for start og slutt av screening med applikasjon ble skrevet ned slik at det kunne kobles til støymålingen under gitt test. Målingen med dosimeteret ble avsluttet etter siste måling hver dag. Dette ble gjort da det var usikkert hvilke støyforhold de ulike skolene og i de klasserommene målingene fant sted. Det ble da mulig å se om resultatene fra screening med applikasjon ble påvirket av bakgrunnsstøy og om resultatene derfor var valide. Støyen ble kun målt i rommet med applikasjonen grunnet at målingen er automatisk. Screeningaudiometri ble gjennomført manuelt og vi kunne selv styre når stimuli ble presentert, dersom det skulle oppstå forstyrrende støy.



Figur 2. Viser fremstilling av justert ISO-standardkrav i blå, stikkprøver fra støyspekter målt med audiotool i bolk 5 i orange og i bolk 30 i grønn.

I tillegg til å måle ekvivalent lydtryknivå, ble det registrert to stikkprøver som viste en oversikt over støyspekteret (se figur 2). For å undersøke om bakgrunnsstøyen fulgte standardkravene for maksimal tillatelig bakgrunnsstøy ble det tatt utgangspunkt i NS ISO 8253-1:2010, tabell 2. Standarden gjelder for målinger av hørerskelnivå ned til 0 dB ved bruk av supra-aurale hodetelefoner. Standardkravet er justert med 25 dB da dette var kravet for godkjent screening. Kravene er korrigert ved å trekke fra gjennomsnittlig demping ved bruk av supra-aural hodetelefon, da det ikke ble brukt slike hodetelefoner under målingene med applikasjon. Hodetelefonene som ble benyttet har ukjent grad av demping. Derfor ble det tatt utgangspunkt i det strengeste kravet for $\frac{1}{3}$ oktaver for maksimal tillatte bakgrunnstøynivå for hvert $\frac{1}{1}$ oktavnband, da støymålingen tok utgangspunkt i $\frac{1}{1}$ oktavnband og ikke $\frac{1}{3}$ oktavnband. Målingen med audiotool er usikker da støyen varierte i løpet av dagen. Applikasjonen audiotool tilfredsstillter heller ikke standardkravet for en lydmåler, samt at mikrofonen i mobiltelefonen ikke er kalibrert. Dette kan likevel gi en indikasjon på støyspekteret i klasserommet, og om stikkprøvene som ble tatt tilfredsstillter de justerte kravene. Når det er blitt tatt utgangspunkt i at hodetelefonene ikke har noe demping, kan det tenkes at resultatene kunne vært noe bedre enn hva som vises i figur 2.

3.4.3. Plassering



Figur 3. Viser tre ulike illustrasjoner i fugleperspektiv over plasseringen av deltakere. "Sirkel" representerer deltakerens hode og "firkant" representerer bordet der målingen med nettbrettet ble gjennomført, med 6 deltakere per bolk.

De første dagene ble det benyttet plassering 1 og 2 fra venstre. Plassering 3 ble vurdert som den beste måten å plassere deltakerne og ble benyttet på de siste bolkene ved skole 1 og alle bolker på skole 2 og 3 (se figur 3).

3.4.4. Instruksjoner

Instruksjonene ble gitt av lærere fra Patandi Special Needs Teachers College. I forkant ble det utviklet et informasjonsskriv på engelsk over viktige nøkkelpunkt for både rentoneaudiometri og den spillbaserte screeningen (se vedlegg 2). Formålet med å benytte tolk og et informasjonsskriv var å sikre deltakernes forståelse av gjennomføring av måling, gi informasjon om retten til å trekke seg, skape trygghet for barnet og å sikre at barna fikk samme instruksjoner i forkant av målingene. Grunnet deltakernes alder og mangelfulle engelskkunnskaper ble informasjonen gitt på Swahili, i samsvar med NS ISO 8253-1:2010.

3.4.5. Instruksjoner audiometri

Før audiometrimålingene fikk barna instruksjoner om at de skulle få på hodetelefoner og kom til å høre pipetoner som varierte i styrke og frekvens. Deltakerne fikk beskjed om å trykke på en responsknapp eller rekke opp hånden hver gang de hørte en lyd, selv ved de svakeste tonene. Instruksjoner ble tilpasset hvert enkelt barn ved behov (NS ISO 8253-1:2010).

3.4.6. Screeningaudiometri

Hørselen til deltakerne ble målt med manuelt audiometer og hodetelefon (se tabell 1). Det ble benyttet to stasjoner for audiometri i samme klasserom der to barn ble målt samtidig. Dersom

det oppstod forstyrrende støy, var det mulig å presentere stimuli på nytt for å forsikre et korrekt resultat. Navn, alder, kjønn, klasse ble notert på et audiogram i forkant av målingen. Målingen som ble gjennomført er basert på NS ISO 8253-1:2010. Deltakerne fikk presentert en godt hørbar lyd på 40 dB ved hver aktuelle frekvens. Dersom lyden ble hørt, ble den redusert med 20 dB og terskel ble satt dersom barnet svarte to ganger ved dette nivået. Det ble benyttet håndsopprekning og responsknapp for registrering av hørt tone. Lyden ble først presentert på høyre ved 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, for så kontrollsikring ved 1000 Hz, og deretter 500 Hz. Samme prosedyre ble gjentatt ved venstre øre.

Dersom barnet ikke svarte ved gitt lydnivå økte lydstyrken med 10 dB til barnet responderte på tonen som ble presentert. Deretter ble det fulgt stigende metode for terskelmåling (NS ISO 8253-1:2010, s.12). Dette ble repetert til deltakeren hadde gitt respons tre ganger på samme nivå på den aktuelle frekvensen som ble målt.

3.4.7. Otoskopi

Otoskopi ble utført for å utelukke potensielle abnormaliteter i ytre- og mellomøret (Gelfand, 2016, s. 111), på barna som ikke fikk godkjent screeningaudiometri. Dersom otoskopi viste unormale funn ble disse videre otoskopert av en ØNH-lege, de dagene samarbeidende ØNH-lege var tilgjengelig. Samtlige barn som ble oppdaget med hørselstap ble skrevet opp på en liste som ble gitt til skolens rektor for videre oppfølging, med informasjon om hørselstap og aktuelle funn etter otoskopering.

3.4.8. Registrering før applikasjon

Målingene ble organisert i bolker med seks barn per bolke. Informasjon som navn, fødselsdato, kjønn og klasse ble hentet fra audiogram og ble manuelt registrert i programvaren "I Hear You" på en sentral-PC. I tillegg fikk barnet tildelt et nummer som ble registrert i programvaren, samt notert i audiogram fra screeningaudiometri. Deretter ble det tatt et bilde av barnet. Dette bildet dukket opp på et tilfeldig nettbrett etter endt registrering og barnet fikk utlevert nettbrett med eget bilde. Alle nettbrettene var nummerert og kalibrert til hodetelefoner med samme nummer. Nummeret på nettbrettet barnet fikk utlevert ble også registrert i barnets audiogram. Dette ble utført for å lettere avdekke eventuelle feil på nettbrett og hodetelefoner.

3.4.9. Instruksjoner applikasjon

Instruksjoner ble gitt av to representanter fra Patandi Special Needs Teachers College i to grupper med tre barn i hver gruppe. Tolkene gav instruksjoner om hva målingen gikk ut på, og formidlet dette gjennom to nettbrett som ikke var i bruk under målingen. På denne måten fikk barna en praktisk tilnærming til spillet "I Hear You" før den reelle målingen. De fikk også en introduksjon av de ulike dyrene og lydene disse representerte. Instruksjoner ble forsøkt tilpasset de ulike gruppenes alder og modenhet for å sikre forståelse for målingen for mest mulig pålitelig resultat.

3.4.10. Måling applikasjon

Etter registrering og instruksjoner ble målingen startet fra sentral-PC. På denne måten startet alle deltakerne målingen samtidig. Under målingen ble signalet presentert på 60 dB og 25 dB, der hver frekvens ble presentert i tilfeldig rekkefølge. Dersom barnet ikke responderte på hverken 25 dB eller 60 dB ble ikke screeningen godkjent. Resultatet viser dermed "Follow-up" og indikerer et hørselstap. For å få godkjent screening måtte derfor alle frekvensene på begge ører være hørt ved 25 dB for å oppnå "Pass".

Underveis fulgte undertegnede med på sentral-PC-en for å følge opp barnets forløp i spillet. Barna kunne være ferdig med spillet til ulike tider, men spillet fortsatte til siste deltaker var ferdig med målingen. Når det ble registrert at alle barna hadde fullført spillet, ble målingen stoppet manuelt fra en sentral-PC-en. Resultatet fra målingen ble automatisk lagret på sentral-PC-en etter endt test. Estimert tid for målingen var 7 minutter. Programvaren måtte omstartes mellom hver bolk. Dette måtte gjøres på grunn av en svikt i programvaren. Dersom dette ikke ble gjort, var det ikke mulig å starte en ny måling på den nye gruppen med testpersoner. Tidspunkt for start og slutt av måling med notert på et eget ark. Under målingen ble deltakerne kontinuerlig observert av undertegnede og representanter fra Patandi Special Needs Teachers College. Eventuelle avvik ble notert. Eksempler på dette kunne være at barna ikke forstod testen, feil ved utstyret, eller at de hadde trykket seg ut av applikasjonen.

3.5. Konfidensialitet og datainnsamling

Under gjennomføring av målingene ble resultatene for audiometri skrevet ned i audiogrammer med navn, nummer, fødselsdato, kjønn, klasse og navn på skole. Disse ble videre lagt inn i Microsoft Excel der navnet ble erstattet med nummeret. Resultatene for

screening med applikasjon ble hentet fra sentral-PC-en med informasjon om navn, nummer, fødselsdato, klasse og kjønn, samt et bilde av hvert enkelt barn. Disse dataene ble også anonymisert da de ble lagt inn i Microsoft Excel uten navn og bilde. Dette ble gjort slik at barna på ingen måte kunne bli linket til sitt resultat i etterkant av målingene. Etter endt dataanalyse ble alle navnene for hvert audiogram makulert og ansvaret for resterende data ble gitt videre til SINTEF. Denne bacheloroppgaven er et samarbeid med SINTEF, som ønsker å bruke dataen til videre forskning. I tillegg vil innhentete data bli slettet ved endt bachelorperiode.

3.6. Analyseverktøy

For å behandle data og fremstille resultatene ble det tatt i bruk Microsoft Excel. Resultater fra audiometri og applikasjon, dato for målingen, tid for start og stopp for applikasjon, funn ved otoskopi, nummer på nettbrett og hodetelefoner og støymålingen ble også lagt inn sammen med deltagernummer, nummer på bolkene, skolene og klassetrinn. Ut i fra resultatene ble det laget en oversikt på andelen deltakere med ”normal”- og ”ikke normal hørsel”, for deretter en oversikt over sanne og falske resultater for hver av testpersonene. Nedre grense for screeningnivå med screeningaudiometri var satt til 20 dB HL. Likevel er kriterium for ”normal hørsel” satt til ≤ 25 dB HL både for screeningaudiometri og applikasjonen.

Dataen fra støymåleren ble registrert i intervaller på 7 minutter. Det første og siste minuttet er eliminert, da det er tenkelig at det forekommer mer støy ved start og slutt av hver test-bolk. Målingen leses av i Microsoft Excel fra minutt 2 til minutt 6, med ekvivalentnivå for hvert minutt og totalt ekvivalentnivå av perioden på 5 minutter.

3.6.1. Formler for sensitivitet og spesifisitet

Regnearket i Microsoft Excel teller opp antallet sanne positive (SP), falske positive (FP), sanne negative (SN) og falske negative (FN) resultater med kriterium for godkjent screening ved ≤ 25 dB på alle frekvenser. Formler for å beregne sensitivitet og spesifisitet er følgende (Fawcett, 2006, s. 862);

$$\text{Sensitivitet: } SP = SP / (SP + FN)$$

$$\text{Spesifisitet: } SN = SN / (SN + FP)$$

3.6.2. Receiver Operating Characteristic (ROC)

For statistisk analysing av data ble det benyttet Receiver Operating Characteristic (ROC). ROC er et analyseverktøy som grafisk fremstiller egenskapene til en diagnostisk ved å se på 1- spesifisitet på x-aksen og sensitivitet på y-aksen (Kumar & Indirayan, 2011, s. 277). Et perfekt testresultat forekommer når sensitiviteten viser 1 (100%) og 1- spesifisitet viser 0 (100%). Dette tilsier at den diagnostiske testen er uten falske testresultater og kategoriserer personer med sykdommen riktig, samt kategoriserer de uten sykdommen riktig. Det er ønskelig at punktet på ROC-kurven ligger lengst mulig mot det øvre venstre hjørnet noe som vil indikere bedre validitet av en diagnostisk test (Fawcett, 2006, s. 862). I denne studien er det blitt benyttet ROC-punkter og ikke ROC-kurver. Dette kommer av at utfallet på den diagnostiske testen i “fase 1” har to utfall “PASS” og “Follow-up”, og ikke er en kontinuerlig variabel. Dersom studien hadde benyttet “fase 2” der høreterskler blir målt, kunne det ha blitt benyttet ROC-kurve.

4. Etiske forhold

I dette kapittelet blir det gjort rede for etiske forhold som vedrører oppgaven og hvilke etiske betraktninger som anses relevante. Videre vil det presenteres hvilke etiske godkjenninger som måtte være på plass før innhenting av data. Til slutt vil det bli gjort rede for samtykke, frivillighet, barn og forskning, og anonymisering.

4.1. Etiske godkjenninger

Når det forskes på mennesker og ved behandling av personopplysninger, har prosjektet meldeplikt til norsk senter for forskningsdata (NSD) (Dalland, 2017, s.237). SINTEF fikk godkjent søknad fra NSD, samt en etisk godkjenning fra Tanzania for å gjennomføre målingene på skolebarn i landet. Denne godkjenningen gjelder også for målingene i forbindelse med den aktuelle bacheloroppgaven. I søknaden til de etiske komiteene ble informasjon om prosjektet, testprosedyre og samtykkeskjema lagt ved, samt informasjon om undertegnede. Dette ble utarbeidet i forkant av studien.

4.2. Ivaretagelse av deltakerne

Når en skal drive med forskning er det viktig å forholde seg til god forskningsetikk som handler om å ivareta personvernet og forsikre seg om at testpersonene ikke blir påført skade eller unødvendige belastninger (Dalland, 2017, s. 236). Det ble utarbeidet et skriv som ble utlevert til tolkene. Her ble det beskrevet at dersom barnet ønsket å trekke seg skulle dette gis beskjed om (se vedlegg 2). I et tilfelle ble et barn ekskludert fra studien da det var ønske om å avbryte audiometrimåling fra barnets side. Dette gir en indikasjon på at en god forskningsetikk ble opprettholdt. Det var likevel en usikkerhet om alle barna var innforstått med muligheten til å trekke seg.

Ved å benytte metodene beskrevet i kapittel 3.5 er personvernet til testpersonene ivaretatt etter helsepersonelloven §21 (Helsepersonelloven, 1999, §21). Personopplysninger vil ikke være mulig å identifiseres gjennom navn, personnummer eller indirekte gjennom bakgrunnsvariabler.

4.3. Samtykke

Hos barn er ikke evne og vilje til å ta selvstendig standpunkt til sine egne interesser fullt utviklet. Derfor trengs det samtykke fra personer som har ansvar for barna (Dalland, 2017, s. 241). Det ble utviklet et samtykkeskjema før avreise til Tanzania som er utformet slik at en forelder kan godkjenne med signatur at barnet får lov å delta i studien, se vedlegg 1. Dette var vanskelig å overholde i praksis, da mange av barna bodde på skolen og ikke hjemme hos foreldrene. Skole 1 og 3 var delvis eller fullstendig internatskole, noe som tilsier at rektor er ansvarlig for barna og kan ta avgjørelser på deres vegne. Skole 2 var ikke en internatskole. Her bodde elevene hjemme hos foreldrene. Da hele klasser ble tatt ut for å være med på studien, kunne skolens rektor gi samtykke på vegne av disse barna. Dette ble da sett på som et screeningtilbud for de utvalgte klassene. En viktig faktor ved samtykke i forskningen er at deltakerne/foresatte skal ha forstått hva de har blitt med på. Rektorene ved samtlige skoler var innforstått med dette. Det ble gitt informasjon til rektor dersom barna trengte oppfølging. Rektor ga en muntlig bekreftelse på at han skulle ta på seg ansvaret for barnas oppfølgingsbehov. Det er likevel usikkert om alle barna som ikke fikk godkjent screeningaudiometri fikk oppfølging av ØNH-lege, med tanke på tilgang på helsehjelp og økonomi ved de ulike skolene.

4.4. Forhold mellom forsker og arbeidsgiver

Denne bacheloroppgaven har utgangspunkt i en forespørsel der undertegnede skal undersøke et produkt som er utviklet av forskningsinstituttet SINTEF. I en slik situasjon der det dannes et forhold mellom undertegnede og SINTEF, er det essensielt å opprettholde uavhengighet slik at studien forblir objektiv (Jacobsen, 2016 s. 54). Forskeren skal ikke ta noe parti eller legge opp et forskningsopplegg for å få frem et spesielt resultat (Jacobsen, 2016, s. 55).

Det er satt ulike krav til hvordan man skal drive forskning på en god etisk måte. Dersom en skulle følge disse kravene slavisk hadde det nesten vært umulig å drive med forskning. Derfor er disse kravene heller noe som bør etterstrebes, enn absolutte krav. Dette innebærer at brudd på noen av de ulike etiske idealene må vurderes opp mot nytten det vil ha av å bryte de (Jacobsen,2016, s. 53).

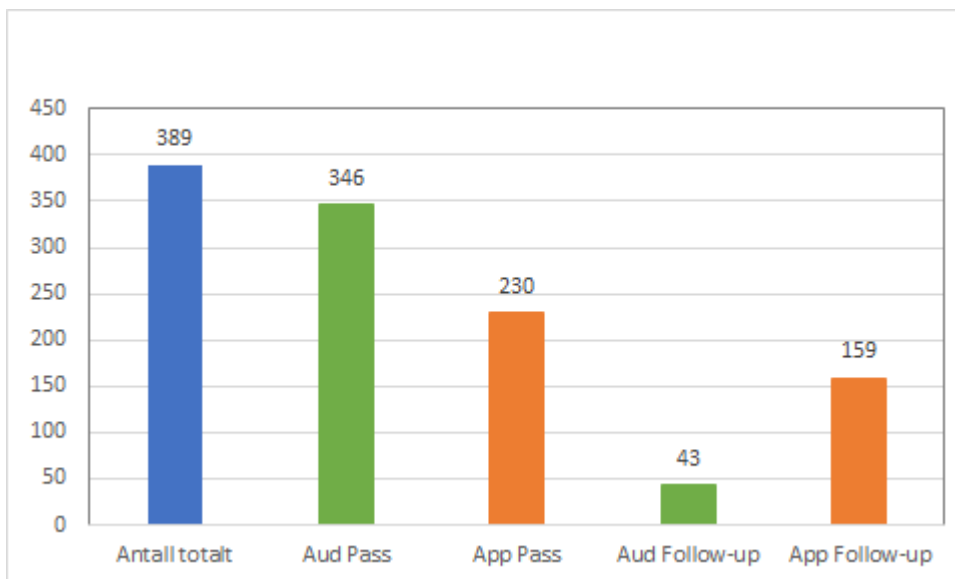
5. Resultat

I dette kapittelet presenteres studiens funn i form av tekst, figurer og tabeller. Resultatene viser applikasjonens sensitivitet og spesifisitet knyttet opp mot de ulike variablene; klassetrinn, frekvens, støy og kriterier for ”normal hørsel”.

5.1. Screening med audiometri og applikasjon

Tabell 2. Viser en tabelloversikt over deltakere, i antall og prosent, for sanne og falske resultat

RESULTATER	ANTALL	PROSENT
Sanne positive	28	7,2%
Falske negative	15	3,9%
Falske positive	131	33,7%
Sanne negative	215	55,3%
SUM:	389	100%



Figur 4. Viser oversikt over antall deltakere totalt, antall som har blitt screenet med audiometri (aud) og screenet med applikasjon (app), samt antall personer med "normal hørsel" (Pass) og hørselstap (follow-up) ved de ulike målingene.

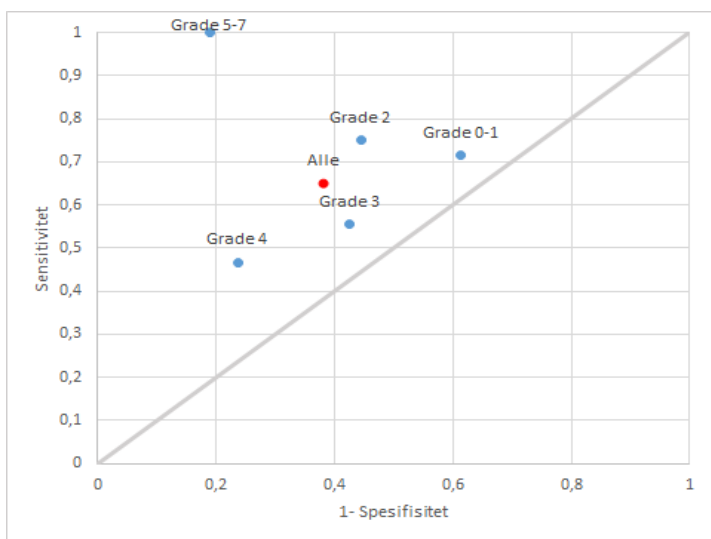
5.2. Otoskopering

Barna (n=43) som ble funnet med hørselstap på screeningaudiometri ble otoskopert. Det ble funnet ulike årsaker til hørselstap, men den som forekom hyppigst var ørevoks (cerumen) eller vokspropp (cerumen obturans) som ble observert hos 27 av barna. 8 av 43 deltakere ble observert med mulige tilfeller av otitt. Dette inkluderer otitis media, otitis externa og otitis media med effusjon. To barn ble observert med perforert trommehinne. Det ble også observert en gruppe hvor det ble funnet andre abnormaliteter. Noen av deltakerne hadde abnormaliteter både i høyre og venstre øregang, og ble derfor registrert som to forskjellige tilstander i undersøkelsen.

5.3. Grade

Tabell 3. Viser fordelingen av barn i de ulike klassetrinnene "grade", i antall og prosent, og antall deltakere med hørselstap i ulike klassetrinn.

GRADE	ANTALL	PROSENT	HØRSELSTAP
Grade 0-1	69	17,7%	7
Grade 2	85	21,8%	4
Grade 3	70	17,9%	10
Grade 4	104	26,7%	15
Grade 5-7	61	15,7%	7
SUM:	389	100%	43

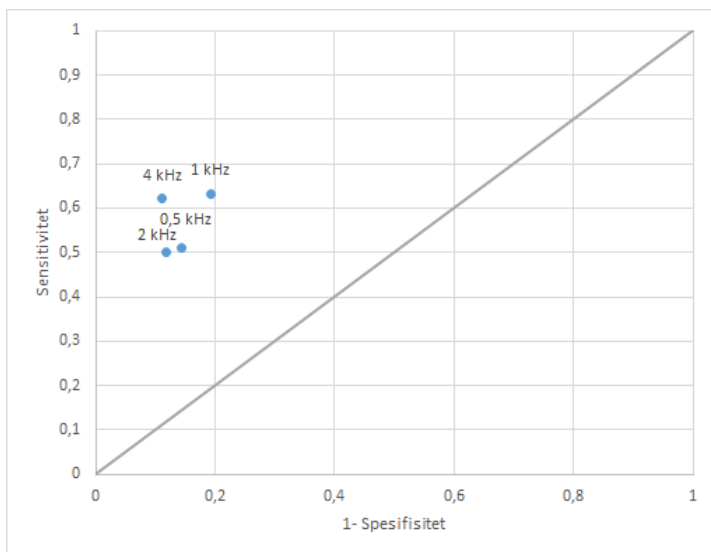


Figur 5. ROC-punkter som viser sensitivitet og spesifisitet for “Grade 0-1”, “Grade 2”, “Grade 3”, “Grade 4”, “Grade 5 til 7” og alle klasstrinnene sammenlagt “alle”.

Det viktigste funnet for å belyse samsvaret mellom screeningaudiometri og screeningapplikasjon, er ROC-punktet “Alle” i Figur 5. Punktet viser sensitivitet (0,65) og spesifisitet (0,62). Når disse resultatene blir inndelt i klasstrinn ses en indikasjon på et mønster hvor jo eldre klasstrinn som er målt, desto bedre skår i spesifisitet oppstår. Gruppen “Grade 0-1” viser sensitivitet (0,71) og spesifisitet (0,39) sammenliknet med gruppen “grade 5-7” som viser stor økning i sensitivitet (1) og spesifisitet (0,81).

Tabell 4. Viser en oversikt over antall falske og sanne resultat for hver frekvens, med venstre og høyre øre sammenslått.

RESULTATER	ANTALL 500 Hz	ANTALL 1000 Hz	ANTALL 2000 Hz	ANTALL 4000 Hz
Sanne positive	22	19	14	18
Falske negative	21	11	14	11
Falske positive	105	144	89	83
Sanne negative	630	604	661	666
SUM:	778	778	778	778



Figur 6. Roc-punkter som viser sensitivitet og spesifisitet for de ulike frekvensene med venstre og høyre øre sammenslått.

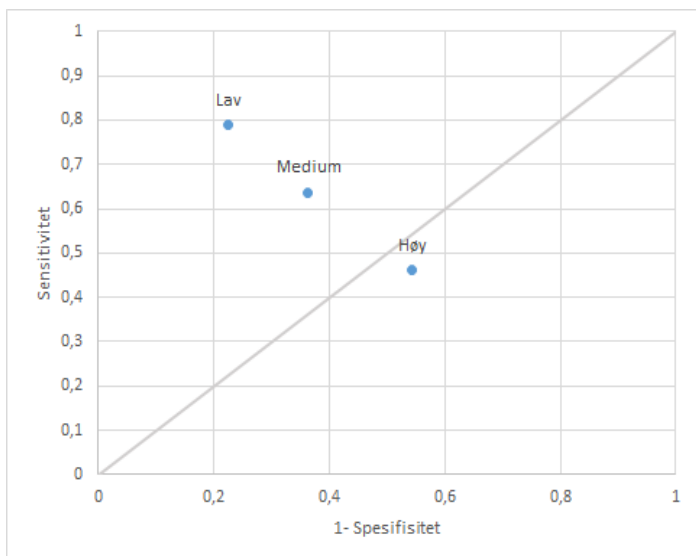
Generelt er det små variasjoner i sensitivitet og spesifisitet for de ulike frekvensene.

Frekvensene som viser høyest sensitivitet er 1000 Hz (0,63) og 4000 Hz (0,62), der 500 Hz (0,51) og 2000 Hz (0,50) viser dårligst sensitivitet. Spesifisiteten er generelt høyere totalt sett for alle frekvenser, sammenliknet med sensitivitet. 500 Hz og 1000 Hz viser lavest spesifisitet (0,86) og (0,81). 2000 Hz og 4000 Hz har høyere spesifisitet med (0,88) og (0,89).

5.4. Støymåling

Tabell 5. Viser fordeling av tre målte støygrupper målt i dBA. Andel deltakere er vist i antall og prosent, samt andelen med hørselstap i de ulike støygruppene.

STØY	dBA	ANTALL	PROSENT	HØRSELSTAP
Lav støy	38,7- 47,7	130	33,4 %	19
Medium støy	47,9-52,8	132	33,4 %	8
Høy støy	53,1-71,1	127	33,1 %	16
SUM:	38,7-71,1	389	100 %	43



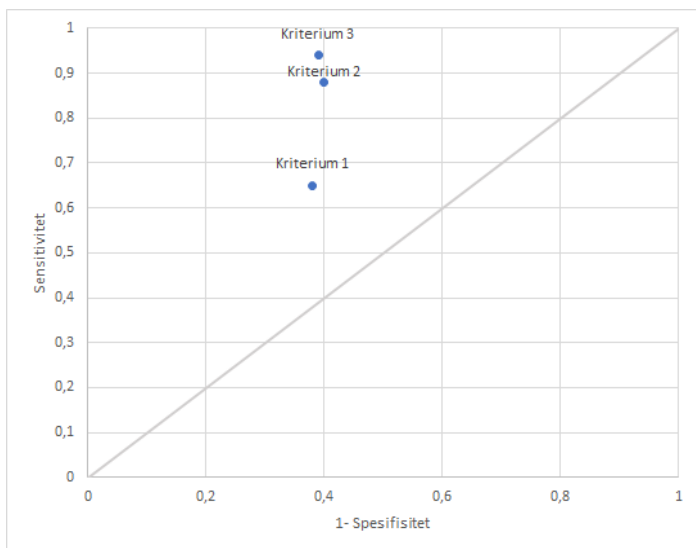
Figur 7. ROC-punkter som viser resultat for støy fordelt i lav, medium og høy støy.

Det var store variasjoner i støyen ved de ulike målingene med screeningapplikasjonen. Gruppene er sortert etter støynivåene lav, medium og høy, med rundt 130 deltakere i hver gruppe. Samsvaret mellom screeningapplikasjonen og screeningaudiometri er bedre ved lav støy, og dårligere desto høyere støynivå. Dette indikerer at høyere støy gir større sannsynlighet for falske resultater.

5.5. Kriterier for ”normal hørsel”

Tabell 6. Viser en oversikt over tre ulike kriterier for ”normal hørsel” og antall deltakere med hørselstap i de ulike gruppene knyttet opp mot sensitivitet og spesifisitet.

KRITERIUM	SENSITIVITET	SPESIFISITET	HØRSELSTAP
1	0,65	0,62	43
2	0,88	0,6	8
3	0,94	0,61	16



Figur 8. ROC-punkter som viser sensitivitet og spesifisitet når det er benyttet ulike kriterier for ”normal hørsel”.

“Kriterium 1” er den som ligger til grunn for applikasjonen “I Hear You” og er kriteriet som er brukt i bachelorstudien. “Kriterium 2” viser sensitivitet (0,88) og spesifisitet (0,60) når WHO sin grense for ”normal hørsel” er brukt. Definisjonen anser ”normal hørsel” når PTA på beste øre er ≤ 25 dB HL. “Kriterium 3” viser sensitivitet (0,94) og spesifisitet (0,61) når kriterium for ”normal hørsel” er PTA ≤ 25 dB HL på alle frekvensene for begge ører. Kriteriene for ”normal hørsel” er kun justert for screeningaudiometri og ikke for screeningapplikasjonen.

6. Diskusjon

I dette kapittelet vil resultatene diskuteres, samt knyttes opp til tidligere forskning som vil belyse vår problemstilling. For å belyse samsvaret mellom screening med applikasjon og gullstandarden; screeningaudiometri, vil det bli tatt utgangspunkt i sensitivitet og spesifisitet. Videre vil påvirkende faktorer bli diskutert i henhold til hvordan de kan påvirke applikasjonens pålitelighet.

6.1. Hovedfunn

Et hovedfunn i bachelorstudien viser en stor andel med godkjent screeningaudiometri, og ikke godkjent screeningapplikasjon. Figur 4 viser 43 barn med hørselstap ifølge gullstandarden, men når de er screenet med applikasjon er det 159 barn som har fått påvist hørselstap. Dette innebærer at 116 barn har fått et falskt positivt resultat. Konsekvensene av dette kan være at

116 barn uten hørselstap blir sendt til videre oppfølging uten å trenge det. Det ble også funnet en gruppe med falske negative resultater. Dette innebærer at barn med hørselstap, ikke blir fanget opp med screeningapplikasjonen. Denne gruppen representerer 3,9% av deltakerne (n=389) og kan anses som en liten andel av det totale utvalget. Det er likevel kritisk at barn med hørselstap ikke blir oppdaget med applikasjonen da dette er applikasjonens viktigste oppgave.

Figur 5 viser et punkt som representerer sensitivitet (0,65) og spesifisitet (0,62) for hele utvalget "alle". Det tilsier at applikasjonen fanger opp 65 % med hørselstap (sann positiv), der de resterende 35% med hørselstap ikke blir fanget opp med applikasjonen (falsk negativ). 62% av deltakerne ble korrekt registrert uten hørselstap i applikasjonen (sann negativ), og de resterende 38% får påvist hørselstap med applikasjonen, uten at det forekommer hørselstap (falsk positiv). Dette indikerer at applikasjonen kan være sensitiv for påvirkende faktorer. Disse faktorene vil bli ytterligere diskutert i kapittel 7.2. Yeung et al. fant i 2013 at en tilsvarende screeningapplikasjon viser godt samsvar med screeningaudiometri med sensitivitet på 0,93 og spesifisitet på 0,94. Dette innebærer at deres studie fikk et bedre samsvar mellom screeningapplikasjon og gullstandard, enn i denne bachelorstudien.

En mulig grunn for at studien til Yeung et al. (2013) fikk god sensitivitet og spesifisitet er fordi den har ekskludert alle barn som ikke forstod testen. Dette kan være en årsak til at resultatene viser dårligere sensitivitet og spesifisitet i denne bachelorstudien, da barna som ikke forstod gjennomføringen, ikke ble ekskludert. Yeung et al. (2013) skiller seg også fra denne bachelorstudien da de kun ville forsikre at resultatene reflekterte hvordan programvaren faktisk fungerte. Bachelorstudien belyser ikke bare applikasjonens validitet i seg selv, men er en mer økologisk valid test som viser hvordan den fungerer i praksis i rurale områder i utviklingsland. Oppsummert skiller hovedfunnet i bachelorstudien seg noe fra studien til Yeung et al. (2013), da de har hatt andre kriterier for inkludering og ekskludering, samt ulikt fokus for validering av applikasjonen.

6.2. Drøfting av otoskopiske funn

Av barna med hørselstap (n=43) ble det identifisert flere mulige årsaker til hørselstap. Ved otoskopi ble det funnet at majoriteten av disse barna hadde cerumen obturans eller store mengder cerumen. Når cerumen obturans oppstår vil den interferere med lydstrømmen som

skal slippe inn til trommehinnen. Dette lager da et mekanisk hørselstap som gradvis kan forverres i takt med ørevoksen og kan gi hørselstap opp til 45 dB (Gelfand, 2016, s. 147-148). Da det ble oppdaget mange tilfeller med mye cerumen og cerumen obturans kan det spekuleres om dette kan være med på å gi falske resultater og da spesielt falske positive siden cerumen kan være fluktuerende (Gelfand, 2016, s. 147). En kan også stille spørsmål ved om det ville være andre underforliggende årsaker til et hørselstap dersom ørevoksen ble fjernet. Det kan tenkes at selv om cerumen ble fjernet, kunne det likevel være andre underforliggende årsaker til hørselstapet.

6.3. Klassetrinn

Resultatene fra bachelorstudien viser at de ulike klassetrinnene viser stor variasjon i sensitivitet og spesifisitet. Resultatet fra figur 5 viser best samsvar mellom screeningaudiometri og screening med applikasjon i klassetrinnene “5.-7. klasse” med sensitivitet på 1 og spesifisitet på 0,80. Til sammenlikning har klassetrinnene “0.-1.”, sensitivitet på 0,71 og spesifisitet på 0,39. Resultatet indikerer at spesifisiteten bedres i takt med klassetrinn. Det funnet kan tyde på at applikasjonen krever større modenhet hos barna for å redusere andelen falske resultater. Under målingene ble det observert at de yngste barna viste seg å være mer usikre på gjennomføringen av testen. Det kan derfor være nødvendig med ytterligere instruksjoner og tilpasninger er nødvendig hos denne gruppa. Dette kan derfor indikere at modenhet og alder spiller inn på samsvaret mellom screeningapplikasjonen og gullstandarden.

Pereira, Pasko, Supinski, Hammond, Morlet, & Nagao (2018) fant i sin studie dårligere samsvar for screeningapplikasjon og screeningaudiometri hos barn yngre enn seks år. I en tilsvarende studie av Kam et al. (2014) konkluderes det med at automatiske screening program bør brukes fra barnet er 5 år eller eldre. I bachelorstudien var det de eldste barna i utvalget som fikk best samsvar. Aldersspennet er 6-17 år, og de yngste barna er over 5 år som Kam et al. (2014) mener er aldersgrensen for å bruke automatiske screeningprogram. Det er også utført studier som indikerer at slike applikasjoner kan brukes på yngre barn. I studien til Yeung et al. (2013) ble det funnet godt samsvar for barn helt ned i tre års alderen. Yeung et al. (2013) valgte å ekskludere barna som var usikre på gjennomføringen, i motsetning til Kam et al. (2014) som valgte å re-teste disse, noe som kan ha bidratt til å redusere andelen falske positive. I 2013 ble det gjennomført en pilotstudie av Kam et al. uten prosedyre med retest.

Da viste sensitiviteten og spesifisiteten for det totale utvalget i aldersspennet 6-10 år (0,63) og (0,82). I 2014 økte sensitivitet for aldersgruppen 6 år til (0,95) og spesifisitet (1,00). Dersom prosedyren med re-test eller ekskludering av deltakere hadde vært innført i bachelorstudien, kan det tenkes at barna hadde blitt tryggere på gjennomføringen av spillet, og at antall falske positive kunne blitt redusert hos de yngste barna.

6.4. Samsvar for frekvens

I figur 6 vises ROC-punkter for alle fire målte frekvenser. Disse punktene representerer sensitivitet og spesifisitet sammenslått for begge ører. Sammenliknet med spesifisitet for hele utvalget (0,62) i figur 5, fremkommer en bedring i spesifisitet (0,81-0,89) når en ser på hver enkelt frekvens (se figur 6). Dette kan skyldes kriteriene for “ikke godkjent” i sin helhet, da det vil bli anbefalt oppfølging ved tap på 1 av 8 frekvenser. Da instruksjonene ble gitt ble det observert at mange av barna hadde problemer med å skille mellom løven og elefanten. En mulig årsak til at spesifisitet for 500 Hz (0,86) og 1000 Hz (0,81) er noe dårligere, kan være fordi noen av barna var usikre på hvilket dyr de skulle trykke på. Dermed fikk de ikke et registrert svar selv om de hadde hørt lyden. 2000 Hz kommer dårligst ut på sensitivitet (0,50). Det er usikkert hvorfor 2000 Hz kommer dårligst ut på sensitivitet og det kunne vært interessant å sett mer på hvordan de ulike frekvensene påvirker resultatene ved en senere anledning.

Yeung, Heley, Beauregard, Champagne & Beromwich (2015) utførte en lignende studie på 80 barn hvor de valgte å ekskludere 500 Hz i etterkant av målingen da denne frekvensen ikke viste samsvar mellom tradisjonell screeningaudiometri og screening med applikasjon. Ved å ekskludere 500 Hz, viste screeningapplikasjonen sterkere tall for sensitivitet (0,91) og spesifisitet (0,89). I bachelorstudien ble ikke 500Hz ekskludert på grunn av dens kliniske relevans. Dette er i henhold til tilstander som for eksempel otitis media som viser tap i bass (Gelfand, 2016, s. 152) og som er vanlig hos barn i den relevante aldersgruppen som applikasjon er beregnet for (Berg & Øderud, 2017, s. 4).

6.5. Støy

Funn fra bachelorstudien indikerer at støynivå hadde innvirkning på applikasjonens validitet. Gruppen med lavest støy fikk best samsvar med sensitivitet (0,78) og spesifisitet (0,77). I gruppene med mer støy øker andelen falske positive, se figur 7. Det ble foretatt

spektrumsanalyse med to stikkprøver der resultatene ble korrigert for demping i hodetelefoner og standardkrav for bakgrunnsstøy. Resultatene viser at bakgrunnsstøyen lå noe over kravene for maksimalt tillatt nivå, som var forventet.

Til sammenlikning fikk Kam et al. (2014) sensitivitet på 0,95 og en spesifisitet på 1, der bakgrunnsstøyen varierte fra 40 dBA til 51 dBA. I bachelorstudien varierte støyen fra 38,7 dBA til 71,1 dBA og det kan derfor være årsaken til en dårligere sensitivitet og spesifisitet for "I Hear you" applikasjonen. Gode testmiljø er en faktor som er vist å ha positiv innvirkning på applikasjonens sensitivitet og spesifisitet (Yueng et al. 2015, s.1250)

På sentral-PC-en er det en funksjon som tillater å pause målingen underveis. Denne funksjonen ble ikke benyttet under målingen, selv om det forekom forstyrrende støy i forbindelse med lunsjpauser. Det kan være en løsning å benytte denne funksjonen dersom det plutselig oppstår forstyrrende støy, for å hindre andelen falske positive resultater. Dersom bakgrunnsstøyen er kontinuerlig høy bør andre tiltak benyttes. Dette kan være eksempelvis å legge målingene på mer gunstige tidspunkt, benytte hodetelefoner med god støydemping eller støykansellering slik som i Kam et al. (2014). Det kan være utfordrende med tanke på kostnader knyttet til utstyr. En annen mulig faktor for lite samsvar i bachelorstudien er at hodetelefonene som ble benyttet ikke er laget for barn, og det kan ha forekommet lekkasje. Hodetelefonene demper heller ikke optimalt når de ikke passer, særlig hos de yngste barna. Feil plassering av hodetelefoner kan skape et terskelskifte opp til 30-35 dB HL (Northern & Downs, 2014, s. 413). Oppsummert viser bachelorstudien høyere bakgrunnsstøy målt i dBA, enn tidligere forskning som Kam et al. (2014). Dette kan forklare hvorfor deres studie viser bedre samsvar mellom gullstandard og screeningapplikasjon.

6.6. Ulike kriterier for "normal hørsel"

Ved å sette ulike kriterier for hva som kategoriserer "normal hørsel" vil det ha en påvirkning på målingens sensitivitet og spesifisitet. Når kriteriene er kun justert i "gullstandard" og ikke i screeningapplikasjonen, vil dette føre til en bedring i sensitiviteten, da en større gruppe av utvalget blir "normalthørende". Figur 9 viser sensitivitet og spesifisitet ved tre ulike kriterier der "kriterium 1" ble benyttet under denne bachelorstudien. Kriteriet som viser best samsvar er når PTA er ≤ 25 dB HL på alle åtte frekvenser (kriterium 3), med sensitivitet (0,94) og spesifisitet (0,61). Bachelorstudien har til sammenlikning sensitivitet på 0,65 og

spesifisitet på 0,62 som er et betydelig dårligere samsvar enn kriterium 2 og 3. Med dette kan det diskuteres om “kriterium 1”, som per dags dato er satt i programvaren til “I Hear You”, er for streng.

Ulempen med å benytte “kriterium 3” er at barn med milde tap vil falle under kategorien “normalthørende”. I bachelorstudien ble det observert mange barn med mulig otitis media og otitis externa, som ofte gir lett til moderat hørselstap (Northern & Downs, 2014, s. 174). Det er mulig at disse barna ikke blir fanget og ikke får medisinsk behandling, om det blir benyttet “kriterium 2” og “kriterium 3” i applikasjonen. WHO sin definisjon av ”normal hørsel” (kriterium 2) tar heller ikke hensyn til sideforskjeller. Derfor kan et barn med et døvt øre i teorien defineres som ”normalthørende” ved å benytte dette kriteriet. En svakhet fra resultatene i figur 9 er at det er blitt målt med utfall Pass/follow-up og ikke høreterskler. Det er da ikke mulig å beregne PTA-verdi. Likevel kan figuren gi en indikasjon på hvordan applikasjonen ville fungert med andre kriterier til grunn. Oppsummert kan det se ut til at applikasjonen fungerer bedre med “kriterium 2” og “kriterium 3”, men konsekvensene er at mange barn ikke blir oppdaget.

Det kan også diskuteres om grenseterskelen i screeningapplikasjonen er for streng. Testforhold fylt med støy er en feilkilde for målingen, særlig ved lavere frekvenser. En studie publisert i 2016 diskuterer muligheten ved å sette grenseterskelen på 500 Hz ved et høyere desibelnivå, da dette kan gi mindre falske positive resultater grunnet bakgrunnsstøy. Ved å gjøre dette får man høyere risiko for å ikke fange opp milde hørselstap, særlig tap i lavfrekvente frekvenser (Rourke, Kong & Bromwich, 2016, s. 475) som ved for eksempel otitis media (Gelfand, 2016. s 152). Det kunne vært interessant å forsket videre på hvilke grenseverdier som er gunstig å benytte ved automatisert screening.

6.7. Tekniske observasjoner

Under målingene ble det gjort ulike observasjoner rundt de tekniske aspektene til applikasjonen og hvordan disse kunne påvirke målingene. Det vil her bli presentert ulike tekniske faktorer som kan ha påvirket resultatet.

Etter presentert lyd er svarvinduet satt til 2-3 sekunder i programvaren. Det kan tenkes at om svarvinduet har tilstrekkelig varighet for barna som ikke var trygge på gjennomføringen. Det

ble også observert at det under instruksjonene var flere barn som slet med å skille mellom testsignalet for løven (500 Hz) og elefanten (1000 Hz). Da svarvinduet er satt til 2-3 sekunder kan det hende at det ikke har vært nok tid for de “usikre” barna å vurdere hvilket dyr som har gitt testsignalet. Dette kan forklare hvorfor 1000 Hz har størst andel falsk positive av de fire frekvensene. Dette kan resultere i at barnet får et falskt resultat på grunn av usikkerheter rundt spillet. Videre ble det observert at noen barn trykket på apekatten som gir visuell belønning når barnet har trykket på riktig dyr. Ved å trykke på apekatten vil det ikke bli registrert hørt lyd. En mulighet kan derfor være å inkludere apekatten som svaralternativ på hørt lyd.

En annen svakhet ved studien er at noen av barna kopierte sidemannens svar og fikk et feilaktig resultat. For å minske sannsynligheten for at barn med hørselstap kan kopiere seg til godkjent screening, er programvaren programmert til å presentere testsignal med en randomiseringstid på mellom 2,5 sekunder og 5 sekunder. Variasjoner i randomiseringstid og tidslengde på svarvinduet er derfor interessant å undersøke videre hvordan dette påvirker på målingen.

En undersøkelse fra Kina diskuterte at barn som ikke har tilgang til teknologi i utgangspunktet kan ha utfordringer med å forstå og håndtere slik teknologi (Kam et al. 2013, s. 859). Det var flere barn i bachelorstudien som ikke hadde erfaring med denne typen teknologi. Det kan derfor tenkes at disse barna opplevde usikkerhet under målingene. Alt i alt kan derfor tekniske observasjoner ha en påvirkning på hvordan deltakerne presterer under målingen av screeningapplikasjonen, som igjen kan ha en innvirkning på applikasjonens validitet.

6.8. Syn

Deltakernes mulige synsbegrensninger kan ha hatt en innvirkning på resultatene. Deltakere med nedsatt syn ble nøye observert under målingen med applikasjon for å forsikre at resultatene fra målingene hadde god reliabilitet. Dyrene i applikasjonen var av forskjellig størrelse og det ble det observert at enkelte deltakere ikke trykket på de minste dyrene, fuglen (2000 Hz) og gresshopperen (4000 Hz), men heller på andre steder på nettbrettet. Det kan potensielt medføre at barnet ikke får registrert godkjent screening (falsk positiv), på grunn av dårlig syn. Synsbegrensningen kan også forklare hvorfor 2000 Hz kom dårligst ut for sensitivitet (0,50) i figur 6. Samtidig har 4000 Hz bedre sensitivitet (0,62) og det blir derfor usikkert hva dette skyldes. For at disse barna også skal ha mulighet til å gjennomføre

applikasjonen, bør det vurderes om størrelsen på dyrene, eller om området for trykksonen bør fremstilles større rundt dyrene på nettbrettet. Det var utfordrende å avgjøre graden av nedsatt syn, da ikke undertegnede har nok kompetanse til å utføre synstester på denne gruppen. I fremtidige studier vil det være interessant å utelukke barn med nedsatt syn for å se om det kan ha en påvirkning på samsvaret mellom applikasjonen og screeningaudiometri. Det er usikkert hvilke konsekvenser nedsatt syn hadde for målingene. Andre studier har ekskludert barn med nedsatt syn. Oppsummert kan deltakernes ulikheter i syn ha hatt en innvirkning på validiteten til applikasjonen og reliabiliteten til resultatene.

6.9. Konsekvenser falske resultat

I tabell 2 fremkommer det at 3,9% av de 389 deltakerne i studien ble oppdaget med et falskt negativt resultat. Konsekvensen av dette utfallet er at barn med et hørselstap ikke blir fanget opp og da heller ikke får den oppfølgingen de ideelt burde. Barn med hørselstap kan bli hindret i mulighet til utdanning, da de ofte blir tatt ut av skolen for å jobbe hjemme (Berg og Øderud, 2017, side 1). Ved å minske gruppen “falsk negativ” kan “I Hear You” bli med på å gi barn med nedsatt hørsel mulighet til å fortsette i skolen. Forutsetningen er da at alle barn med hørselstap blir fanget opp av screeningapplikasjonen og får den nødvendige tilretteleggingen de trenger. Klinisk sett er konsekvensene av falske negative resultater det minst ønskelige utfallet.

Det fremkom i resultatene at flere med hørselstap ble registrert enn hva som faktisk var tilfellet. I tabell 2 ser man at 33,7% av de 389 deltakerne i studien fikk et falskt positivt resultat. En konsekvens av dette er at barn som ikke har noe hørselstap blir sendt til oppfølging hos en ØNH-lege i tilfeller der det ikke er nødvendig med hørselshjelp. I et land med et allerede mangelfullt tilbud av ØNH-leger, audiografer og logopeder (Mulwafu, Ensink, Kuper & Fagan, 2017, s.3), er det kritisk med en stor andel falske positive resultater, da applikasjonen er ment å være et kostnadseffektivt alternativ til screeningverktøy.

Likevel fanger applikasjonen opp 62% av det totale antallet som sanne resultater. Det er blitt undersøkt hvordan faktorer som for eksempel modenhet og støy påvirker samsvaret, og ved å gjøre konkrete tiltak kan det tenkes at andelen sanne resultater øker.

Oppsummert er det identifisert ulike faktorer som kan ha hatt en påvirkning for samsvaret. De faktorene som er vurdert å ha størst innvirkning på applikasjonens validitet er modenhet og alder, støy, og hvilket kriterium som blir brukt i applikasjonen. På bakgrunn av de påvirkende faktorene og kriterier som ligger til grunn i applikasjonen, viser resultatene lite samsvar. Det er også blitt diskutert hvilke tiltak som kan benyttes for å styrke applikasjonens validitet. Det ville vært interessant med videre forskning hvor disse tiltakene blir justert for.

7. Metodekritikk

Denne delen vil inneholde en retrospektiv vurdering av metodevalget og det vil bli vurdert hvor holdbare funnene er med hensyn til gyldighet og pålitelighet.

7.1. Planlegging

Det ble utlevert informasjonsskriv om ønsket prosedyre. I ettertid var dette ikke like tilstrekkelig som først tenkt. Gjennomføringen av målingene i Tanzania startet brått og instruksjonene samt plasseringen av barna varierte under målingen med applikasjon. Instruksjoner ble gitt til deltakerne på swahili. Det er da usikkert hva som ble formidlet, og om alle barna fikk samme informasjon. I forkant av målingene kunne det vært planlagt et møte. Fokuset i dette møtet ville vært hvordan alle samarbeidspartnere kunne fått en felles forståelse om gjennomføring av prosedyren. Det ville styrket bachelorstudien dersom det hadde vært et større fokus på viktigheten av korrekt plassering av hodetelefoner, teknisk feilsøking og lignende for alle parter, før oppstart av målingene. Dersom de første dagene skulle gått til grundigere opplæring med møter og gjennomgang av testprosedyren, kunne dette gått utover antallet barn som ble testet.

Generell logistikk rundt måling med applikasjon var noe som kunne blitt gjennomgått grundigere for undertegnede i forkant slik at det var en kjent rutine som ble behersket godt. Likevel ble eventuelle feilkilder notert og justert med en gang de forekom. Ved tekniske feil ble de aktuelle deltakerne målt på nytt, og dersom det ikke var mulig å måle barna på nytt ble de ekskludert fra studien.

7.2. Valg av deltakere

Studiens seleksjon av deltakere kan diskuteres. Det viste seg å være vanskelig å vurdere graden nedsatt syn, fordi det ikke var mulighet til å utføre synstest da undertegnede ikke har kunnskap om dette. Det er vanskelig å vurdere hvordan applikasjonen fungerer på denne gruppen barn. To av skolene var i tillegg et internat for barn med tilleggsvansker. I etterkant av målingene kom det frem at noen av barna som ble valgt ut til å delta i undersøkelsen var barn som gjorde det dårligst på skolen. Om det skyldes for eksempel lese- og skrivevansker eller eventuell kognitive årsaker er usikkert. Barn med tilleggsvansker krever en annen tilnærming, da responsen kan være noe mindre pålitelig (Northern & Downs, 2014, s. 296) Det kan anses som en svakhet i bachelorstudien at den store andelen barn med tilleggsvansker ikke er et representativt utvalg.

7.3. Utstyr

Screeningaudiometri ble valgt som gullstandard og utført i klasserom med testforhold som ikke følger standardiserte krav for maksimalt tillatt bakgrunnsstøy, og måleusikkert kan dermed ha forekommet. Det ble også benyttet forskjellige typer hodetelefoner til screeningaudiometri (Sennheiser HDA 200 og Radioear DD450) og til screening med applikasjon (Howard Leight Sync Stereo Earmuff). Dette medfører at dempingen av støy ikke er den samme ved de to målingene og kan ha påvirket resultatene. Studiens valg av utstyr kan derfor ha hatt en innvirkning på resultatene enn hvis det hadde blitt benyttet samme type hodetelefoner.

7.4. Datainnsamling

Ved registrering av data ble resultatene lest opp 2 ganger for å forsikre korrekte resultater i Microsoft Excel. I tillegg ble resultatene fra applikasjonen kontrollert av to personer for å sørge for riktig forståelse av tolkingen av resultatene i applikasjonen. Det kunne vært fordelaktig om dataen hadde blitt kontrollert en tredje gang for å hindre feil i databasen. På grunn av antallet barn som ble testet var det ikke nok tid til en siste kontroll i denne bacheloroppgaven. Det viste seg at det var enkelte mangler i regnearket, noe som førte til ekstra arbeid i etterkant av databehandlingen.

7.5. Litteratur

Gjennom hele prosessen er det forsøkt å iakttå et kritisk syn for bruk av referanser. Det er blitt opprettholdt kravet for fagfelleverderte artikler i denne studien, da det har vært viktig for oss å benytte kvalitetssikrede studier. Dette sikrer at vår studie er bygget på kvalitetssikret kunnskap. Selv om majoriteten av artiklene er fagfelleverderte har undertegnede likevel vært kritiske til disse da det er et fåtall studier som har sett på det eksakt samme. Likevel er det i denne studien benyttet andre studier som ser på likt sammenligningsgrunnlag for validering av ulike applikasjoner mot en gullstandard. I denne studien er det benyttet 3 upubliserte interne notater fra SINTEF. Dette har blitt ansett som nødvendig for å få større innsikt i prosjektet og hva som lå til grunn for "I Hear you" applikasjonen. Upubliserte, interne notater er imidlertid forskning som ikke har blitt vurdert og det er derfor viktig å vurdere gyldigheten av å bruke disse. Oppsummert har det blitt forsøkt å etterstrebe kvalitetssikret kunnskap i denne studien.

8. Konklusjon

Hensikten med dette studiet var å undersøke om den nyutviklede screeningapplikasjonen "I Hear You" samsvarte med gullstandarden; screeningaudiometri. Det er også blitt sett på om applikasjonen er et godt alternativt verktøy å bruke i utviklingsland for screening av hørsel blant skolebarn i Tanzania. Resultatene viser lav sensitivitet (0,65) og spesifisitet (0,62), noe som tilsier lite samsvar mellom gullstandarden og screeningapplikasjonen "I Hear You". Applikasjonen viser derimot god sensitivitet (1,0) og spesifisitet (0,8) for 5.-7. klasse, men dårligere samsvar for de yngre barna. Dette kan indikere at modenhet og alder er faktorer som kan påvirke samsvaret mellom de to målingene i stor grad. Bolkene som ble testet i lav støy (38,7 til 47,7 dBA) viser bedre sensitivitet (0,79) og spesifisitet (0,77) sammenliknet med bolkene som ble testet da bakgrunnsstøyen var høyere enn 47,7 dBA. Det er også sett på hvordan samsvaret endres ved å endre kriterier for hva som anses som "normal hørsel". "Kriterium 3" viser god sensitivitet (0,94), noe som tilsier at dette kriteriet fanger opp sanne negative bedre enn "kriterium 1" som ligger til grunn i denne studien. Det kan derfor være interessant for fremtidig forskning å se videre på hvilket kriterium som burde brukes for applikasjonen "I Hear You".

Et tiltak for å bedre samsvaret kan være å re-teste deltakerne som er usikre på gjennomføringen av spillet. Dette har vist å gi en bedring i sensitivitet og spesifisitet i andre

studier. De aktuelle funnene fra bachelorstudien indikerer at applikasjonen bør brukes med forsiktighet om den skal introduseres til allmennheten. Nåværende resultater tilsier at det ikke er anbefalt å erstatte gullstandarden med applikasjonen før det er gjort videre justeringer.

9. Referanseliste

- Adhikari, P. (2009). Pattern of ear diseases in rural school children: Experiences of free health camps in Nepal. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 73(9), 1278-1280. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2009.05.020>
- Benjaminsen, C. (2017, 6. desember). -Et headset kan forandre liv. Hentet fra <https://gemini.no/2017/12/headset-forandre-liv/>
- Berg, T. & T. Øderud. (2017). *A new Hearing Care Service in Tanzania*. Upublisert manuskript. SINTEF.
- Bright, T., & Pallawela, D. (2016). Validated Smartphone-Based Apps for Ear and Hearing Assessments: A Review. *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*, 3(2). <https://doi.org/10.2196/rehab.6074>
- Butler, I. (2012). *Identification and management of childhood hearing loss*. *Your SA Journal of CPD* 30(9), 314–317.
- Clark, J. G. (1981). Uses and abuses of hearing loss classification. *Asha*, 23, 493–500
- Dalland, O. (2017). *Metode og oppgaveskriving* (6. utg. ed.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Fagan, J. J., & Jacobs, M. (2009) Survey of ENT services in Africa: need for a comprehensive intervention. *Glob Health Action*, 2(1), 1-7. <https://doi.org/10.3402/gha.v2i0.1932>
- Fawcett, T. (2006) An Introduction to ROC analysis. *Pattern Recognition Letters*, 27, 861–874. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2005.10.010>
- Gelfand, S.A. (2016). *Essentials of Audiology* (4. utgave). New York: Thieme

Helsedirektoratet. (2006). Retningslinjer for undersøkelse av syn, hørsel og språk hos barn.

Hentet fra <https://helsedirektoratet.no/Lists/Publikasjoner/Attachments/256/Nasjonal-faglig-retningslinje-for-undersokelse-av-syn-horse-sprak-hos-barn-IS-1235.pdf>

Helsepersonelloven. (1999) Lov om helsepersonell (LOV-199-07-02-64). Hentet fra

<https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1999-07-02-64>

Jacobsen, D. I. (2016) *Hvordan gjennomføre undersøkelser? Innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. (3 utg.) Oslo: Cappelen Damm

Kam, A. C, Gao, H., Li, L. K., Zhao, H., Qiu, S. & Tong, M. C. (2013). Automated Hearing Screening for Children: A Pilot Study in China. *International Journal of Audiology*, 52(12), 855-60. <https://doi.org/10.3109/14992027.2013.832419>

Kam, A. C., Li L. K., Yeung, K. N., Wu, W., Huang, Z., Wu, H. & Tong, M.C. (2014). Automated hearing screening for preschool children. *Journal of Medical Screening*, 21(2), 71-75. <https://doi.org/10.1177/0969141314528322>

Kumar, R., & Indrayan, A. (2011). Receiver operating characteristic (ROC) curve for medical researchers. *Indian Pediatrics*, 48(4), 277-287. <https://doi.org/10.1007/s13312-011-0055-4>

Laugen, N. (2017). *Psychosocial functioning, emotion understanding and social skills in hard of hearing preschool children* (doktoravhandling). NTNU, Trondheim.

Leraand, D. (2011, 30.november.). *Utviklingsland*. Hentet fra <https://snl.no/utviklingsland>

Mahomed-Asmail, F., Swanepoel, W., Eikelboom, R. H., Myburgh, H. C., & Hall, J. (2016).

Clinical Validity of HearScreen™ Smartphone Hearing Screening for School Children. *Ear and Hearing*, 37(1), 11-17.

<https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000223>

McPherson, B., Law, M. M. & Wong M. S. (2010). Hearing screening for school children: comparison of low-cost, computer-based and conventional audiometry. *Child: Care, Health and Development*, 36(3), 323-331. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2214.2010.01079.x>.

Mulwafu, W., Ensink, R., Kuper, H., & Fagan, J. (2017). Survey of ENT services in sub-Saharan Africa: Little progress between 2009 and 2015. *Global Health Action*, 10(1). <https://doi.org/1289736>.

Northern, J.L. & Downs, M.P. (2014). *Hearing in Children* (6.utg.). San Diego: Plural Publishing

NS-EN ISO 8253- 1: 2010 (2010) *Akustikk Audiometriske prøvingsmetoder Del*

1: Rentoneaudiometri ved luft- og bendledning . Hentet fra:

<http://www.standard.no/nettbutikk/sokeresultater/?search=audiometri>

Pereira, O., Pasko, L. E., Supinski, J., Hammond, M., Morlet, T., & Nagao, K. (2018). Is there a clinical application for tablet-based automated audiometry in children? *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngolog.* 110, 87-92.

<https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2018.04.029>

Rourke, R., Kong, D. C. C., & Bromwich, M. (2016). Tablet Audiometry in Canada's North: A Portable and Efficient Method for Hearing Screening. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 155(3), 473–478. <https://doi.org/10.1177/0194599816644407>

Salisu, A. D. (2016). Extending otology services to the rural community: Use of smartphone for hearing screening. *Nigerian Journal of Basic and Clinical Sciences*, 13(2), 72-77. <https://doi.org/10.4103/0331-8540.187359>

Statped. (2017, 25. januar). *Oppdage hørselstap*. Hentet fra <https://www.statped.no/fagomrader-og-laringsressurser/horsel/for-skolealder/oppdage-horselstap/>

Tronstad T. V. (2017). *Notat Screening fase 1*. Upublisert materiale. SINTEF. Trondheim

World Health Organization. (2018). Deafness and hearing loss. Hentet fra <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>

Yeung, J. C., Javidnia, H., Heley, S., Beauregard, Y., Champagne, S. & Bromwich, M. (2013). The new age of play audiometry: prospective validation testing of an iPad-based play audiometer. *Journal of otolaryngology- Head & Neck Surgery*, 42(1). <https://doi.org/10.1186/1916-0216-42-21>

Yeung, J. C., Heley, S., Beauregard, Y., Champagne, S., Bromwich, M. A. (2015). Self-administered hearing loss screening using an interactive, tablet play audiometer with ear bud headphones. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 79(8), 1248-1252. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2015.05.021>

Øygarden, J.(2018) *Frekvensgang brett og hodetelefoner, spillbasert audiometri (Tanzania)*. Upublisert manuskript. Trondheim

10. Vedlegg

Vedlegg I: Info- og Samtykkeskjema

Are you interested in taking part in the research project:

“I Hear You”

Part I - Information sheet

This is an inquiry about participation in a research project where the main purpose is to perform a hearing assessment on school children in Tanzania. The assessment will be done by using a game based screening application. In this letter we will give you information about the purpose of the project and what the participation in this project will involve.

1. Purpose of the project “I Hear You”

This information sheet is proposed by students at the Bachelor of Science audiology course at the Norwegian University of Science and Technology (NTNU) of Trondheim, Norway. The research project is part of a SINTEF project called “I hear you”. The projects main objective is developing hearing devices and screening tools appropriate for local communities in low-resourced settings. Prior to this the students will perform a hearing assessment on children in Tanzania, Africa, using this game-based screening application and a standard hearing instrument in order to assess hearing levels of the children.

The hearing assessments will be carried out by two individual groups, both in Tanzania. The group members and their tasks are as follows:

Group one:

Members: Sofie Oline Tønder, Kristin Naalsund and Iselin Ertzgaard Solvang.

This study aim to compare the screening based application with traditional audiometry to evaluate if the new game-based application is appropriate for local communities in low-resourced settings. Test subjects will be obtained from local schools in Tanzania.

Group two:

Member: Giske Sindberg Hansen.

This study aims to find evidence for the correlation between albinism and hearing loss, assessing children for their levels of hearing loss. The demographic for the test group is

children with albinism, all attending St. Francis' school in the rural areas of Kilimanjaro in Tanzania.

The objectives of the project are to:

- Develop new hearing devices and screening tools appropriate for local communities in low-resourced settings.
- Develop a sustainable community-based model for hearing services in Tanzania.
- Develop Training programs for schoolteachers and local community health workers (CHW) in Tanzania.

The expected long-term objectives are:

- Increased enrollment and reduction in dropouts of children with hearing impairment in Tanzania.
- Improved learning outcome for children with hearing impairment in primary and secondary schools in Tanzania.

2. Who is responsible for the research project?

The "I Hear You" project is led by SINTEF. In collaboration with SINTEF the following partners are listed below.

- *Norwegian University of Science and Technology (NTNU)*
- *Open University of Tanzania (OUT)*
- *Patandi Teachers' College of Special Needs Education*
- *Research Council of Norway (NFR) finances the project*

3. Why are you being asked to participate?

The task for the project proposed by the students is to collect data acquired from testing with this application-based screening tool for further use by the SINTEF team in their full project. The reason why you are invited to participate in this project is for your child to be assessed by the new application-based screening technology. Any contribution to the project will be helpful for further development of this technology.

4. What does participation involve for you?

There will be used different types of methods for assessing the children's hearing. The methods are as follows:

4.1. Otoscopy

Prior to assessing the children's hearing levels, an otoscopy will be done. The purpose of the otoscopy is to exclude any potential abnormalities in the child's ear canal. Any abnormalities discovered will be digitally photographed and reported to an otorhinolaryngologist (ENT doctor) for further inspection.

4.2. Instruction

An interpreter will be used prior to, and during the assessments to translate the implementation and any questions the child may have

4.3. Standard audiometric hearing assessment

The standard audiometric hearing assessment will be tested using a pure tone audiometer and a pair of headphones. This hearing test will give us information of a child's hearing thresholds. The test is individual for each child and the results will depend on the child's response.

4.4. Application-based hearing assessment

Furthermore, the children will be assessed using a newly developed hearing test device. This is a game-based hearing assessment where the children are presented with different animal sounds through a tablet. Each child is tasked with assigning the sound to the corresponding animal.

4.5. Visual assessment

The application-based hearing assessment is based on visual response as well as listening. Because of this it would be optimal to perform an assessment of vision impediment in advance of the hearing test. The subjects are asked to look at a eye chart from distance, and name what symbol they see.

All measurements together will approximately take 30 - 60 minutes per child.

4.6. Table of the individual groups assessment tasks:

Assessment	Group 1 - Local schools in Tanzania	Group 2 - St. Francis
Otoscopy	X	X
Audiometry	X	X
Screening-based application	X	X
Visual assessment		X

5. Participation is voluntary

Participation in the project is voluntary and the children have full autonomy to refuse testing at any point prior to, during or after the assessment. It is important to note that none of the tests performed are expected to distress, fear or otherwise hurt in the children.

6. Your personal privacy – how we will store and use your personal data

Anonymity is integral to this study and no personal data will be stored or further used in our thesis. Anonymous study participant IDs will be used in place of the subjects’ names in order to simplify storage and analysis of the data collected. All data used is in accordance with the privacy policy.

The only people who will be able to access any personal data are the students and the supervisor for the project. If needed an otorhinolaryngologist (ENT doctor) can be contacted. The duty of confidentiality applies to all parties who process the documented results.

7. Your rights

As long as the child can be identified in the collected data, you have the right to:

- Access the personal data that is being processed about the child
- Request that your child’s personal data is deleted

- Request that incorrect personal data about your child is corrected/rectified
- Authority regarding the processing of your child's personal data

8. What gives us the right to process your personal data?

We will process your personal data based on your consent. Based on an agreement with SINTEF, NSD – The Norwegian Centre for Research Data AS, has granted that the processing of personal data in this project is in accordance with data protection legislation.

9. Where can I find out more?

If you have questions about the project, or want to exercise your rights, contact:

SINTEF via Tone Øderud

NSD – The Norwegian Centre for Research Data AS, by email: (personverntjenester@nsd.no)
or by telephone: +47 55 58 21 17.

Part II - Certificate of Consent

Certificate of Consent from the Parent or Guardian

I have been invited as a parent or guardian to the child participating in this hearing assessment. I have read the foregoing information, or it has been read to me. I understand a Child Assent is necessary for conducting the tests, and if my child is not willing to participate in this research, no assessments will be performed. I consent voluntarily for my child to participate as a participant in this study.

Name of Participant

Name of Parent or Guardian

I have received and understood information about the project “I Hear You” and have been given the opportunity to ask questions. I therefore consent to the following;

- for my child to participate in this project.
- for my child to be assessed by the students.
- that my child’s teacher may give information about my child prior to the assessments.
- that the results of my child’s hearing can anonymously be used as an statistic after this project for follow-up studies.

Date: (day/month/year)

Signature of Parent or Guardian

Vedlegg II: Information letter concerning patient instructions.

Important for the interpreter to know

Please pay attention to the child, and if he/she wishes to withdraw. If this occurs the child is allowed to quit the test with no further questions.

Do not “help” the child in any way after the test has begun. The students will pay attention to the child’s response and if they understand the game.

Inform the children not to talk to each other during testing.

It is important that each child receives the same information. Please repeat the instructions as similar to the script as possible for each child.

Otoscopy

During this examination the students will use an otoscope to examine the child’s ear. Please inform the child that the students will now use a flashlight to look in their ear.

This assessment takes a short amount of time to complete.

Audiometry

1. Inform the child that he/she will receive headphones to wear during this test.
2. The child must press the given button when he/she hears a sound.
3. The child should not speak during the examination, but if the child has any questions before or during the test this is allowed.
4. Please inform the child that he/she will be hearing a number of different tones. These tones will have different pitches or different loudness levels. Some will be loud or intense, and some will be soft. The child must press the button every time a sound is heard.
5. This measurement takes about 10 minutes.

Game based application

Before viewing a demonstration of the game, there will be necessary for the child to receive the following information:

1. After the demonstration is shown, please find the tablet that shows a picture of you. This is the tablet you must use during the game.
2. Please tell the child to press the animal that makes the sound.
3. Inform the child that the intensity of the sounds will vary and some sounds are very soft. No matter how soft the sound becomes, the child must press the animal he/she believe are making the sound.
4. The child may press the wrong animal. This has no impact for the results of the hearing assessment.

5. When the child seems to understand the given instructions of the game, the assessment will start and no further instructions will be given.
6. The game lasts approximately 15 minutes.