

2019:00345 - Åpen

Rapport

Spillaudiometri - Sluttrapport

Forfatter(e)

Tron Vedul Tronstad



SINTEF Digital

Postadresse:
Postboks 4760 Torgarden
7465 Trondheim
Sentralbord: 40 00 51 00
E-mail: [InstituteEmail]Foretaksregister:
919 303 808 MVA

Rapport

Spillaudiometri - Sluttrapport

RAPPORTNR	PROSJEKTNR	VERSJON	DATO
2019:00345	102015104	1.0	2019-03-20

EMNEORD:Hørselestest,
Gamification**FORFATTER(E)**
Tron Vedul Tronstad**OPPDRAGSGIVER(E)**
Hørselshemmedes Landsforbund (HLF)

OPPDRAGSGIVERS REF.	ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
Steinar Birkeland	11 + vedlegg

GRADERING	GRADERING DENNE SIDE	ISBN
Åpen	Åpen	978-82-14-06831-3

SAMMENDRAG

Det har blitt utviklet et dataspill, Lyders lyder, for barn som måler hørselen til brukeren mens det spilles. Spillet bruker tale-i-støy som testmetode. Målgruppen er barn i førskolealder og systemet er designet for å passe spesifikt til denne gruppen. Spillet skal brukes til screening for hørselshemming.

**UTARBEIDET AV**
Tron Vedul Tronstad**KONTROLLERT AV**
Femke Gelderblom**GODKJENT AV**
Erik Swendgaard

Dokumentet har gjennomgått SINTEFs godkjenningsprosedyre og er sikret digitalt

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
0.1	2019-02-15	Første utkast til gjennomlesing av HLF.

0.2	2019-03-12	Lagt til et avsnitt om etikk.
-----	------------	-------------------------------

1.0	2019-03-20	Versjon sendt til Extrastiftelsen
-----	------------	-----------------------------------

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn for prosjektet/Målsetting	4
2	Prosjektgjennomføring/Metode	4
2.1	Lyders lyder.....	5
2.2	Validering.....	7
3	Resultater og resultatvurdering.....	8
3.1	Grenseverdi i spillet.....	9
3.2	Personvern	10
3.3	Etikk	10
3.4	Offentlig tilgjengelig kildekode	10
4	Oppsummering/Konklusjon/Videre planer	11
5	Referanser.....	11

BILAG/VEDLEGG

Ingen

1 Bakgrunn for prosjektet/Målsetting

Det er kjent at hørselshemming representerer et betydelig problem for et barns utvikling (Dobie and Van Hemel, 2004). Gjennom barnets første leveår gjennomgår det en kontinuerlig utvikling som vil endres eller stoppe opp hvis hørselen er hemmet eller forsvinner. Det settes inn en del ressurser i tiden rundt fødselen for å oppdage at barn er hørselshemmet. I Norge er hyppigheten for hørselshemming ca. 1-2‰ ved fødsel (Anderssen et al., 2002; "Fakta om hørselstap," n.d.). Men det er også kjent at en del tilstander som gir hørselshemming, som infeksjoner og noen syndrom, gir hørselshemming i de første leveår. Dette kan bare oppdages ved å teste hørsel med jevne mellomrom tidlig i livet.

Et kritisk tidspunkt er skolestart. Hyppigheten av hørselshemming er omtrent doblet ved denne alderen relativt til fødsel (Sosial- og helsedirektoratet, 2006). Det er åpenbart at et uopplaget hørselstap vil være et alvorlig problem for barnet når det starter på skolen.

Målsetningen har vært å utvikle en screeningtest som er rask og enkel å bruke. For å oppnå dette har vi utviklet en test som framstår som et alderstilpasset dataspill. Et slikt spill kan brukes til å teste hørsel på barn av en rekke aktører, fra helsepersonell til foreldre. Spillet er designet til barn i førskolealder. Både det audiovisuelle uttrykket og den bakenforliggende audiologiske metoden er tilpasset dette.

2 Prosjektgjennomføring/Metode

Spillet har blitt utviklet som et samarbeid mellom SINTEF, NTNU og AbleMagic. SINTEF og NTNU har vært ansvarlig for det hørselsfaglige rundt testen, mens AbleMagic har stått for den grafiske utviklingen.

Selve hørselstesten bruker tale-i-støy som metode. Fordelen med denne type test er at den ikke er avhengig av kalibrerte lydnivå, og lytteren kan justere lydnivået relativt fritt selv uten av det påvirker resultatet. Dette er en stor fordel når man skal tillate testing over internett, med utstyr man ikke har kontroll over. Talematerialet som har blitt brukt stammer fra Jon Øygardens doktorgradsarbeid, og Jon, som jobber ved audiografutdanninga på NTNU, har også vært involvert i den faglige utviklingen av testen.

Spillet kan tenkes brukt på flere måter:

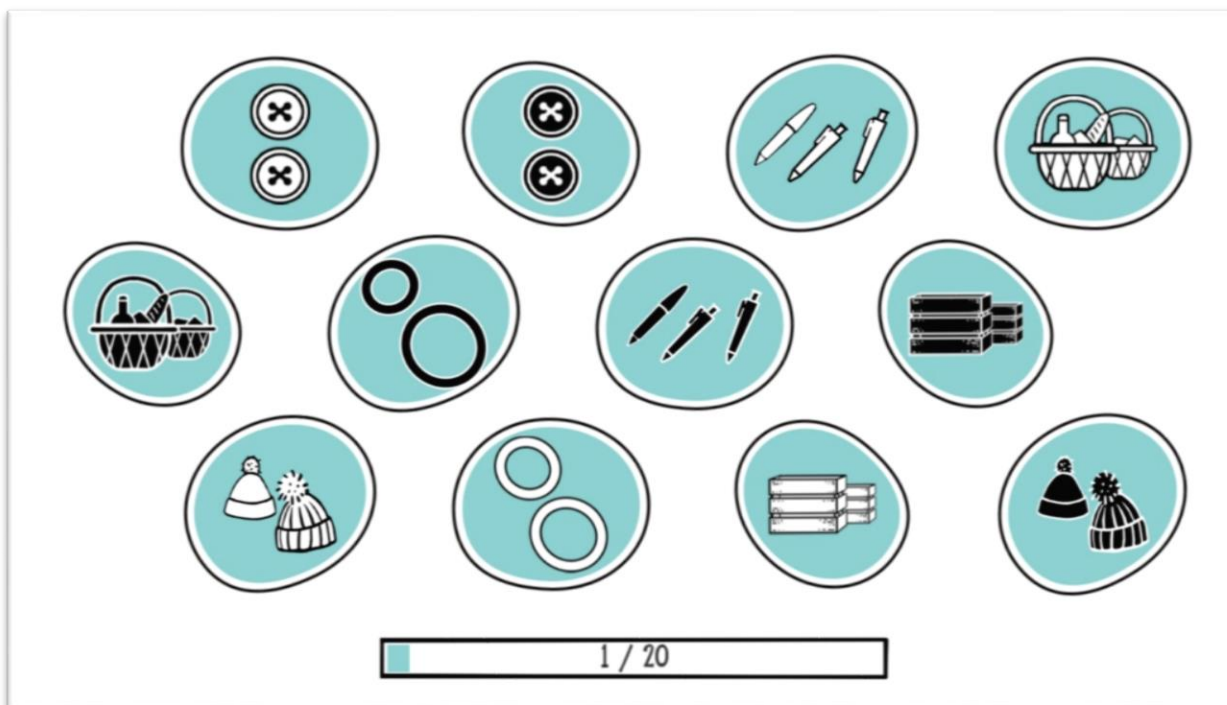
- Lyders lyder er et spill som lett kan gjøres tilgjengelig på nettet. Hvis foreldre eller andre, eksempelvis helsepersonell, har en mistanke om hørselstap kan spillet lastes ned og gjennomføres av barnet selv idet testen foregår som en lek. Dette kan også planlegges inn som en aktivitet i barnehager og lignende. Hvis testen feiler gis det beskjed om dette og programmet anbefaler å ta kontakt med riktig instans.
- Helsestasjoner kan ha det som 'venteaktivitet' før vanlige konsultasjoner. Siden det er et spill kan 'undersøkelsen' gjøres mens barnet er på venterommet med et nettbrett og hodetelefoner. Resultatet kan være klart når den vanlige undersøkelsen starter.
- Et slikt spill vil kunne være et verktøy som tilbys foreldre i forkant av en helsekontroll. Hvis man sammen med innkallingen får tips om at en hørselstest kan gjennomføres i forkant av kontrollen vil man ha et bedre grunnlag til å kunne si noe om hørselstilstanden til barnet.
- Helsedirektoratet anbefaler i dag at barn med økt risiko for hørselstap skal tilbys audiologisk oppfølging. Deler av en slik oppfølging kan bestå av hjemmetesting der man på et tidlig stadium kan fange opp om hørselen er under negativ utvikling. Helsedirektoratet skriver også: "Hvis foreldre, barnehage eller helsepersonell mistenker redusert hørsel eller forsinket språkutvikling, bør barnet henvises til spesialisthelsetjeneste for utredning av hørsel og lyd-/språkproduksjon." En lett tilgjengelig hørselstest som kan initieres av både foreldre, barnehageansatte/lærere og helsepersonell vil kunne brukes som et verktøy for å avkrefte/bekreftede en slik mistanke.

2.1 Lyders lyder

Spillet går ut på å hjelpe pingvinen Lyder med å pakke utstyr som han skal ha med seg ut på tur. Dette gjør man ved å trykke på ordene som blir ytret. Det er seks gjenstander som blir vist, hvite og sorte, totalt tolv kombinasjoner. Figur 1 viser en illustrasjon av alle gjenstandene som brukes i spillet. Disse er:

- Knapper
- Penner
- Kurver
- Ringer
- Kasser
- Luer

De hvite gjenstandene blir benevnt som "Lyse ..." i spillet (f.eks. "lyse ringer") og de sorte blir benevnt "Mørke ..." (f.eks. "mørke luer"). Ordene er forsøkt valgt slik at barn skal kunne skille mellom dem.



Figur 1 Illustrasjon av lydene som brukes i spillet. Seks gjenstander blir vist to ganger hver, en hvit og en sort.

Når en spiller har svart korrekt på en ytring vil det bli spilt av en animasjon med Lyder. Et stillbilde fra en animasjon kan sees i Figur 2.



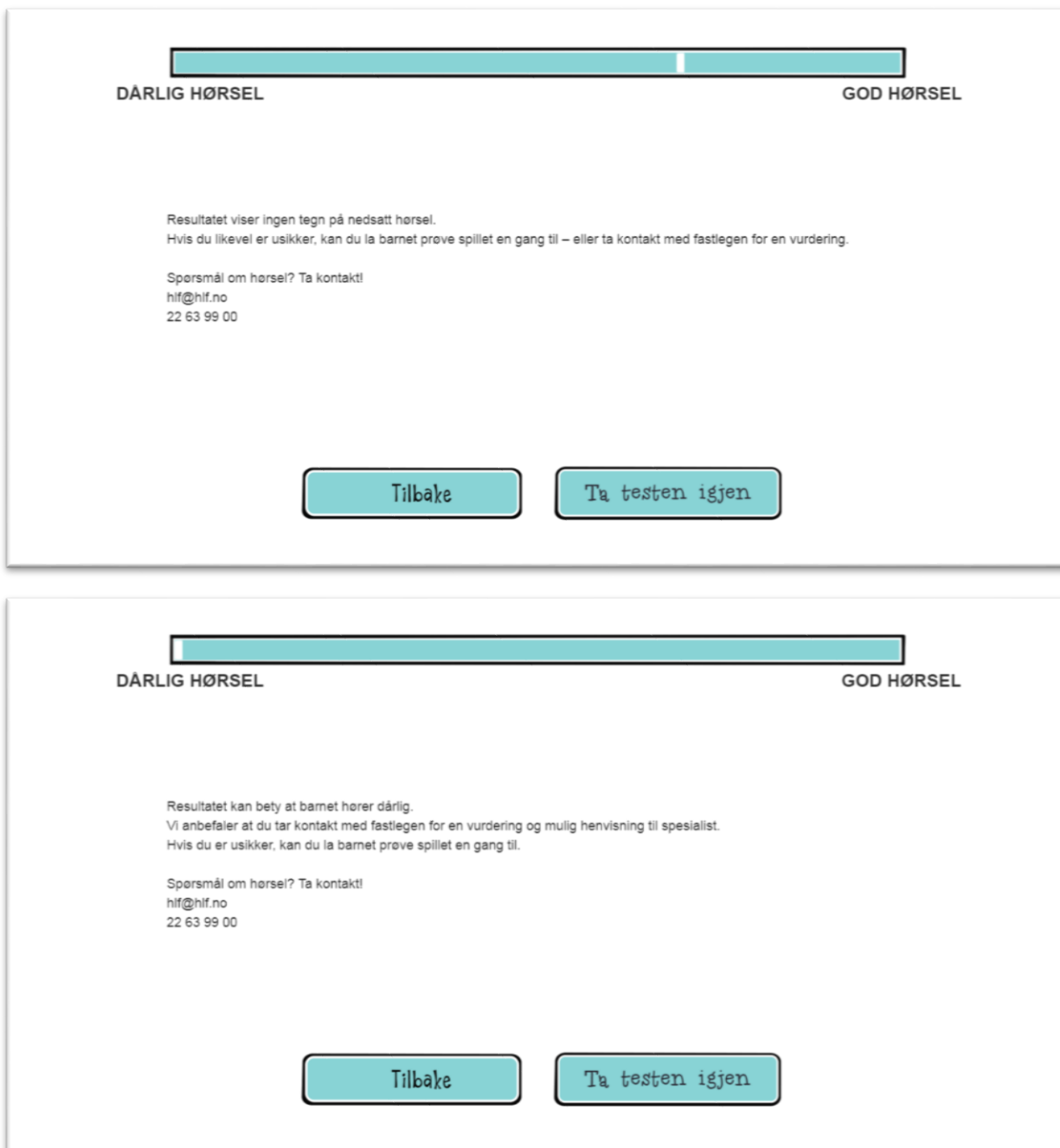
Figur 2 Stillbilde fra animasjonen som vises etter at man har svar korrekt på ytringen "Lyse luer".

Det er totalt 20 ytringer som blir brukt i løpet av én gjennomføring. Underveis i spillet vil signal-støy-forholdet (SNR) endres slik at man finner det punktet der spilleren oppfatter omtrent halvparten av ytringene. Dette punktet er definert som "speech recognition threshold" (SRT). Det er kjent at personer med nedsatt hørsel har en høyere SRT enn personer med "normal" hørsel. Det betyr at en person med nedsatt hørsel trenger bedre signal-støy-forhold for å forstå hva som blir sagt.

Etter at testen er ferdig får man opp en feiring som er ment på barnet som har blitt testet (se Figur 3). Deretter får man opp en side som viser resultatene og gir en tilbakemelding til brukeren (se Figur 4). Denne tilbakemeldingen er ment på voksne og gir blant annet kontaktinformasjon til HLF og beskjed om å kontakte fastlege hvis man er usikker på om barnet hører godt. Denne tilbakemeldingen baseres på en grenseverdi som blir beskrevet lenger ned i dette dokumentet. Siden man også vil ha en læreeffekt hvis man spiller flere gang står det også at man kan la barnet spillet en gang til hvis man er usikre på resultatet.



Figur 3 Stillbilde fra feiringen som blir vist etter at testen er over. Denne animasjonen er ment på barnet som har gjennomført testen.



Figur 4 Resultatskjermene for de to utfallene av testen. Øverst ser man teksten som blir vist hvis resultatet ikke indikerer nedsatt hørsel, og nederst ser man teksten som blir vist hvis resultatet indikerer nedsatt hørsel.

2.2 Validering

For å validere testen ble spillet testet ut ved tre barnehager i Trondheim i tillegg til St. Olavs hospital. I utgangspunktet skulle 25 barn med "normal" hørsel, og 25 barn med nedsatt hørsel testes, men siden barna med nedsatt hørsel hadde svært variert grad av nedsatt hørsel ble utvalget økt. St. Olavs hospital endte derfor opp med å teste 40 barn. 22 barn ble testet i barnehagene. Totalt ble dermed 62 barn testet. Blant de 40 barna på St. Olavs hospital hadde flere av disse nedsatt hørsel. Det var også grunnen til at vi testet der. Alle barna skulle i utgangspunktet gjennomføre både standard audiometri og spillet slik at vi kunne undersøke om de med nedsatt høreterskel ble fanget opp av spillet. Ett av barna i barnehagene ville for øvrig ikke la seg teste med vanlig standard audiometri, så totalt fikk vi testresultat fra 61 barn.

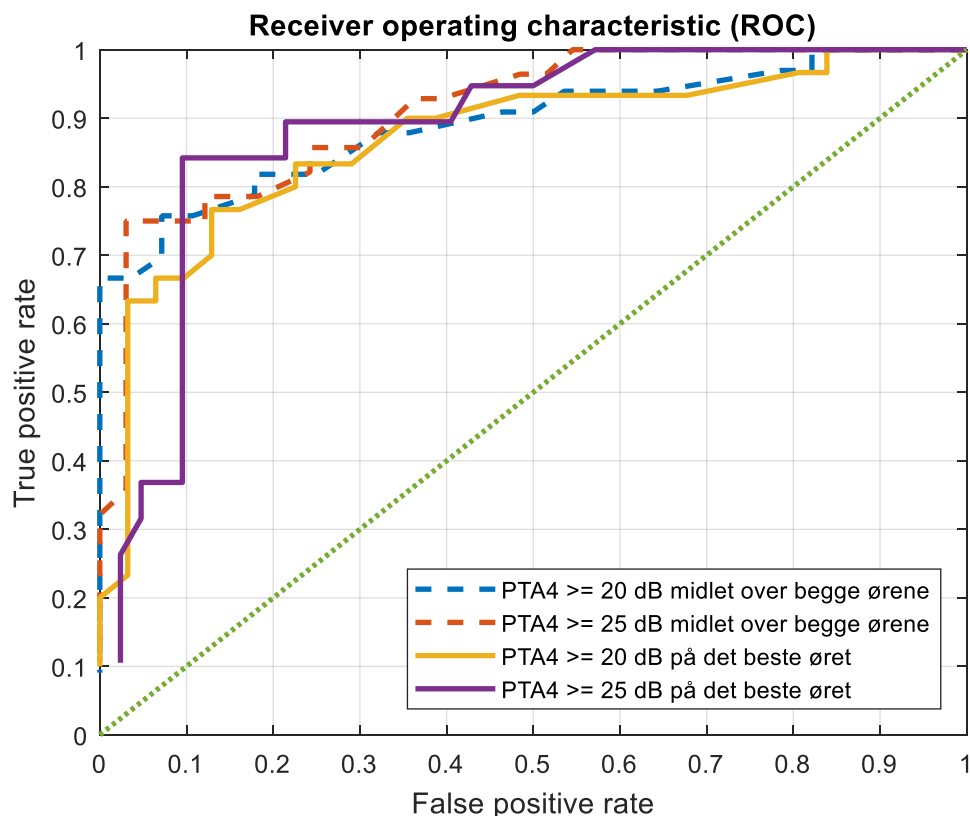
Hvor mange av disse som har nedsatt hørsel avhenger av hvordan man definerer nedsatt hørsel. Ofte bruker man gjennomsnittlig høreterskel over fire frekvenser (500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, og 4000 Hz) i definisjonen. Dette gjennomsnittet kalles ofte PTA4. I tillegg kan man enten ta resultatene fra det beste øret, det verste øret, eller et gjennomsnitt av begge ørene, som terskelestimat. Tabell 1 viser en oversikt over antall barn som blir definert med og uten nedsatt hørsel avhengig av hvilken definisjon som brukes.

Tabell 1 Antall barn med og uten nedsatt hørsel for ulike definisjoner av nedsatt hørsel. PTA4 betyr gjennomsnittlig høreterskel over 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz og 4000 Hz. Desto høyere PTA4-tall man har, desto dårligere hører man.

Definisjon	Antall barn med nedsatt hørsel	Antall barn uten nedsatt hørsel
PTA4 > 20 dB på det beste øret	30	31
PTA4 > 20 dB midlet over begge ørene	33	28
PTA4 > 25 dB på det beste øret	19	42
PTA4 > 25 dB midlet over begge ørene	28	33

3 Resultater og resultatvurdering

For å kunne bruke spillet som et screeningverktøy er vi nødt til å ha en grenseverdi for hva som ansees som "normalt" og "unormalt". Dette ble gjort ved å se på spillresultatene og sammenligne med resultatene fra rentoneaudiometri. En slik sammenligning kan blant annet illustreres med en ROC-kurve. Denne kurven viser hvor stor andel falske alarmer man har, og hvor stor andel av de med nedsatt hørsel som ikke blir fanget opp. Det er ønskelig å komme så høyt opp i det venstre hjørnet som mulig. Figur 5 viser hvordan ROC er for de fire definisjonene av nedsatt hørsel som er presentert i Tabell 1. Fra figuren er det f.eks. mulig å se at hvis man bruker definisjonen at PTA4 skal være minst 25 dB på det beste øret så finnes det en grenseverdi som gjør at man fanger opp nesten 85 % (0.85 på y-aksen i figuren) av de man ønsker å finne, og som gir en falsk alarm rate på 10 % (0.1 på x-aksen i figuren).

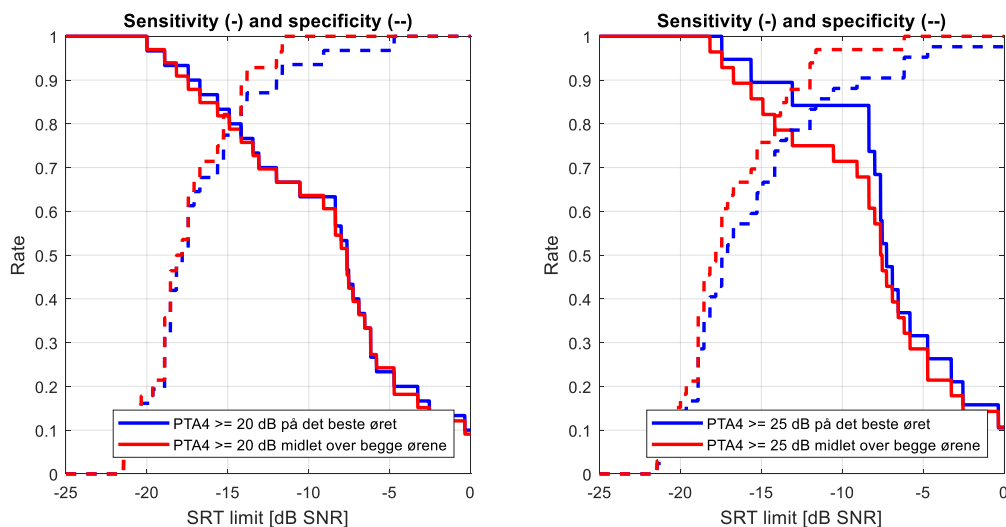


Figur 5 Receiver operating characteristic (ROC) kurve for fire ulike definisjoner av nedsatt hørsel.

3.1 Grenseverdi i spillet

For å skille mellom de som hører godt og de som har nedsatt hørsel trengs det en grenseverdi i spillet. Denne grenseverdien brukes for å bestemme hvilken tilbakemelding som skal gis etter at spillet er ferdig. Det er SRT som brukes som grunnlag for denne grenseverdien. Desto lavere SRT man har, desto bedre hører man. Grenseverdien blir derfor at vi indikerer at en spiller ikke hører godt hvis den har høyere SRT enn grenseverdien vi setter.

For å finne hvilken grenseverdi som gir den beste treffraten kan man lage et plot som viser sensitivitet og spesifisitet for ulike grenseverdier. Sensitivitet betyr evnen til å detektere de som faktisk skal fanges opp (true positive) og spesifisitet betyr evnen til å ikke slå falsk alarm (true negative). Krysningpunktet for disse to linjene vil være det optimale punktet for en grenseverdi (høyest mulig sensitivitet og spesifisitet). Figur 6 viser at hvis vi setter grenseverdien for lavt (SRT ned mot -25 dB SNR) vil sensitiviteten bli ekstremt høy (alle blir fanget opp), men spesifisiteten blir ekstremt lav (høy falsk alarm rate). Fra figuren kan man også se at alle de fire definisjonene av nedsatt hørsel har krysningpunkt mellom -15 dB SNR og -12 dB SNR. For å få lavest mulig falsk alarm rate ble det bestemt å bruke -12 dB SNR som grenseverdi.



Figur 6 Sensitivitet (heltrukne linjer) og spesifisitet (stiplede linjer) som funksjon av grenseverdi som skal brukes i spillet.

Det ble også undersøkt om alder eller kjønn påvirket resultatet i nevneverdig grad. Resultatene våre indikerer at jenter har omtrent 2.5 dB lavere SRT enn gutter (jenter hører bedre enn gutter), og at SRT går ned med omtrent 1 dB per år man blir eldre. Vi har valgt å ikke ta dette med i spillet. Grunnene er at aldersfordelingen vår var skjev, med mange barn under 8 år (43 stk.) kontra over (19 stk.), at effekten av kjønn var bare svakt signifikant ($p = 0.033$), og at det spillteknisk er enklere å unnlate å be spilleren om å angi kjønn og alder. Dette er, for øvrig, noe som kan være mulig å inkludere ved en senere anledning hvis man får mer data som støtter disse funnene. Siden tale-i-støy-tester krever både ordforståelse og gode lytteevner vil kognitiv utvikling kunne påvirke resultatene. Siden jenter ofte er tidligere utviklet enn gutter kan det også godt hende at funnene våre stemmer.

Under testingen av spillet, også av voksne, har det blitt observert at man kan få bedre resultat hvis man gjennomfører testen flere ganger. Vi har ikke testet hvorvidt denne effekten er målbar, eller om det bare er tilfeldige observasjoner. Observasjonen er for øvrig reflektert i tilbakemeldingen som gis etter at man har fullført spillet: Hvis man er usikre på resultatet bør man la barnet spille én gang til.

3.2 Personvern

Hørselsdata er personsensitive opplysninger, men siden ingen personalia blir registrert mens man spiller er det ikke nødvendig å ta spesielle hensyn til dette med tanke på personvern. Hvis man på et senere tidspunkt ønsker å knytte spillet opp mot en pasientdatabase vil det være nødvendig å se på datasikkerhet knyttet til overføring av data.

3.3 Etikk

En utfordring knyttet til at foreldre/foresatte skal kunne gjennomføre helseundersøkelser på barna sine uten medisinsk oppfølging er at man kan skape unødvendige bekymringer. Det har derfor blitt lagt stor vekt på hvordan resultatene blir formidlet og poengtert at hvis noen er bekymret eller er usikre på resultatene bør de kontakte fastlege for nærmere konsultasjon.

3.4 Offentlig tilgjengelig kildekode

Spillkoden har blitt gjort offentlig tilgjengelig på www.github.com/lyderslyder. Koden er lagt under en MIT-lisens som kalles "Expat License". Denne sier at enhver kan bruke koden til hva den vil, også kommersielt, men at den samme lisensen også skal brukes videre. Det betyr at all kode som baseres på denne koden også skal være offentlig tilgjengelig. De opprinnelige forfatterne kan heller ikke stilles ansvarlig for hva andre måtte finne på å bruke koden til.

4 Oppsummering/Konklusjon/Videre planer

Målet med prosjektet var å lage et spillbasert screeningverktøy som skal avdekke om et barn har nedsatt hørsel eller ikke. Dette målet har blitt nådd og spillet har blitt gjort offentlig tilgjengelig av HLF på www.horselstesteren.no (link til spillet) eller direkte via www.horselstesteren.no/barn/. Med den valgte grenseverdien for testen har vi en deteksjonsrate på drøyt 80 %, og en falsk alarm rate på omtrent 10 %.

Prosjektet vil muliggjøre et senere prosjekt, en Fase 2. Her ville det være naturlig å involvere helsestasjoner/barnehager og teste hvordan systemet kan brukes inn i den formaliserte delen av hørselsomsorgen. I denne videreføringen av prosjektet bør man også se på hvordan spillet kan settes inn i et system som kan loggføre resultat.

5 Referanser

- Anderssen, S.-H., Andresen, J., Andersen, R., Sponheim, L., 2002. Universell hørselsscreening av nyfødte med otoakustiske emisjoner. Tidsskr Lægeforen 122.
- Dobie, R.A., Van Hemel, S., 2004. Hearing Loss: Determining Eligibility for Social Security Benefits. National Academies Press, Washington, D.C. <https://doi.org/10.17226/11099>
- Fakta om hørselstap [WWW Document], n.d. . Folkehelseinstituttet. URL <http://www.fhi.no/hn/eldre/om-horselstap/> (accessed 3.20.19).
- Sosial- og helsedirektoratet, 2006. Retningslinjer for undersøkelse av syn, hørsel og språk hos barn (No. IS-1235). Oslo, Norway.