

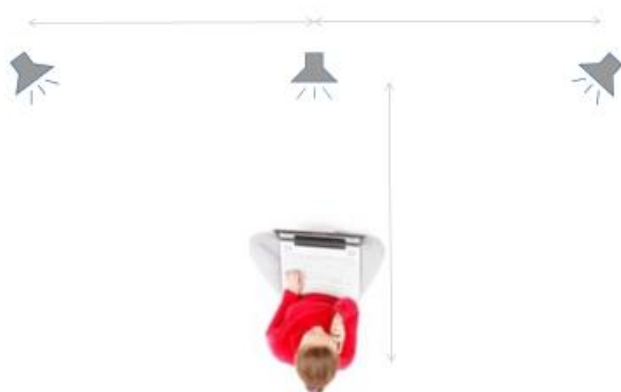
HA3ordTEST – en app for validering av høreapparat-tilpasning med HiST treords ytringer i lydfelt

Jon Øygarden, Audiologi, INB, MH, NTNU – Trondheim 16.02.2018

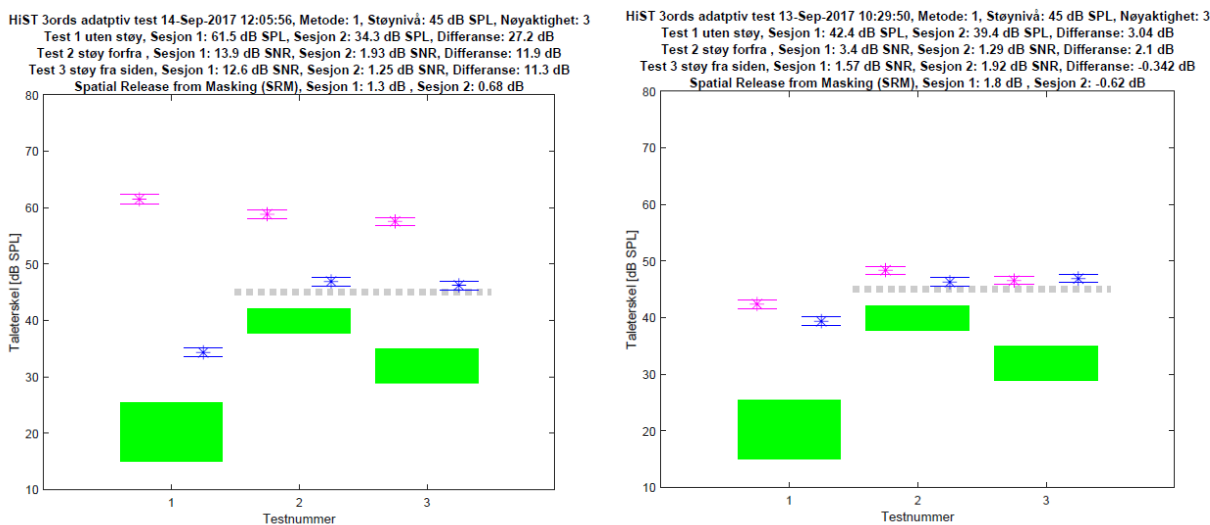
Introduksjon – om bruk av appen

En app er tilgjengelig for validering av høreapparat-tilpasning. Målingene utføres med og uten høreapparat i tre situasjoner:

- Testnummer 1: tale i stillhet
- Testnummer 2: tale med 45 dB støy forfra
- Testnummer 3: tale med 45 dB støy fordelt på to kilder, en på hver side ($\pm 45^\circ$)



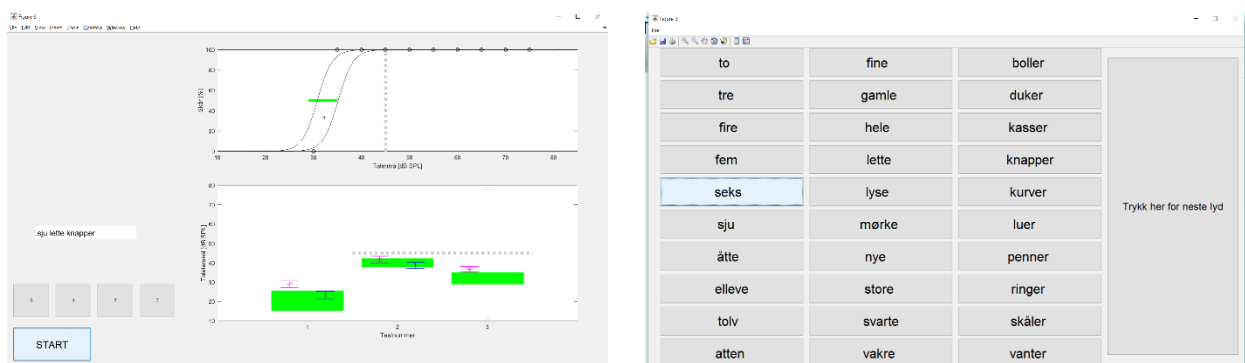
Figur 1. Måleoppsett. Høytalerne er plassert med 1 meters avstand og lytteposisjon er 1 meter foran senterhøytaleren. Høytalerne bør stå i ørehøyde. Sidehøytalerne skal være vinklet mot lytteposisjon. Det vil da bli 1,41 meter avstand mellom sidehøytaler og lytteposisjon.



Figur 2. Måleresultat fra to brukere: en bra fungerende tilpasning til venstre og en tilpasning med forbedringspotensialer til høyre. Appen er designet for å måle i to sesjoner med tre tester i hver sesjon. Sesjon 1 uten høreapparat, sesjon 2 med høreapparat.

Den vertikale aksen i måleresultatarket viser lydtryknivået på taleterskelen, bedre resultat jo lavere man ligger i figuren. De skraverte feltene viser normalområde for hver test, symbolet over til venstre viser terskelen uten høreapparat og symbolet til høyre viser med høreapparat. Den øvre og nedre linja i symbolet viser et estimat av konfidensintervallet for terskelen. Det vil si at hvis disse linjene overlapper hverandre slik som test 2 og 3 på høyre figur over så kan vi ikke si at resultatene for terskel med og uten høreapparat er signifikant forskjellig. Mens test 1 på samme figur viser en liten men signifikant forskjell i stillhet. Den stiplede linja over test 2 og 3 viser lydtryknivået på støyen, 45 dB. Måleresultatene i støy her ligger alle over støyen, det vil si at terskelen har en positivt signal-støy-forhold, mens det skraverte området for normalthørende ligger under støylinja med negative signal-støy-forhold. Differansen mellom test 2 og 3 kalles «Spatial Release from Masking» (SRM) og jo større positivt tall man får her jo bedre er retningshørselegenskapene. SRM beregnes og presenteres i nederste linje over figuren. Målingene her viser liten SRM, det er kun målingen uten høreapparat på høyre figur som viser en viss grad av SRM siden usikkerhetslinjene i venstre symbol i testnummer 2 ikke overlapper med usikkerhetslinjene til venstre symbol i testnummer 3.

Appen kan brukes med to forskjellige grensesnitt under målingen, audiografstyrt eller brukerstyrt. I det audiografstyrte grensesnitt (venstre del av figur neste side) presenteres ordene i teststringen på skjermen og audiografen angir 0, 1, 2 eller 3 riktige ord på tastaturet eller ved å peke/klikke på trykk knappene i skjerm bildet. Under målingen ser man skår for de presenterte nivåene og etter hvert angis det estimerte konfidensområdet for den beregnede skåringskurven. Bildet viser hvordan dette ser ut mens test 3 i sesjon 2 gjennomføres. I nedre del av figuren vises resultatet av de allerede gjennomførte testene.



Figur 3. Audiografstyrt grensesnitt til venstre, brukerstyrt grensesnitt til høyre.

Høyre del av figuren over viser det brukerstyrte grensesnittet. Dette krever en pekeskjerm og at brukeren trykker på ordene han tror han har hørt. Uansett grensesnitt så presenteres resultatet av testen på samme måte slik figurene viser forrige side. Man kunne kanskje vente forskjellig resultat mellom det audiografstyrte og det brukerstyrte grensesnittet, men to av bacheloroppgavene i år viste at det var ikke signifikante forskjeller. Et lite forbehold om normalverdiene i støy (signal-støy-forholdene) da de ble målt ved 65 dB støynivå og nå anbefaler vi 45 dB.

Målingen tar ca. 15-25 minutter på to sesjoner á tre tester. Måletiden er blant annet avhengig av hvilken nøyaktighet man ønsker på resultatet. Appen lagrer måleresultatet i en pdf fil samt i excel regneark. Når målingen er ferdig kan resultatene automatisk bli sendt videre til en angitt e-post adresse. Ved oppstart henter appen kalibreringsverdier og informasjon om måleoppsettet fra excel regneark, dette gjør det mulig å spesifisere andre konfigurasjoner og støynivå.

Appen vil distribueres gratis til interesserte brukere av HiST taleaudiometri. Ta kontakt med jon.oygarden@ntnu.no så vil dere etter hvert få informasjon om hvor filene kan lastes ned fra.

Teknisk måleoppstilling – utstyr

Utstyrsbehov for å sette opp testen:

- Windows PC (**64 bits** Windows versjon) som enten kan koples via HDMI til en surroundforsterker eller satt opp med et 5.1 kanals surround lydkort. Jeg har fått testen til å fungere med rimelige USB lydkort (ca. 300 kr på Kjell og Company). Man må ha administratorrettigheter for installering. PCen bør være lydløs. Vi har god erfaring med Microsoft Surface Pro som har en grei pekeskjerm, men vær oppmerksom på at det kun er enkle modeller som er uten en støvende vifte.
- 3 høyttalere med en meters avstand mellom høyttalerelementene, gjerne montert på en vegg. Forsøkspersonene skal sitte en meter foran senterhøyttaleren og sidehøyttalerne vil da være i vinklene $\pm 45^\circ$. Hvis man bruker 5.1 lydkort så er det en fordel at høyttalerne har innebygd forsterker. Det er best hvis høyttalerne er enveis (et fulltoneelement), slik at talesignalet og støyen kommer fra vel definerte posisjoner, hvilket har betydning ved måling av SRM.
- Surroundforsterker eller 5.1 lydkort og innebygd forsterker i høyttalerne
- Lydmåler for kalibrering.

Konfigurasjon av høyttalere: I Windows 10 kan man høyreklikke på høyttalersymbolet og velge Avspillingsenheter. Velg da aktuell enhet og sett som standardenhet. Trykk på konfigurere og sett denne som 5.1 Surround.

Installasjon av programvare

Den nedlastede fila xxx er et program som installerer appen og laster nødvendig MATLAB programvare fra internett i installasjonsprosessen. I katalogen *C:\Program Files\NTNU\HA3ordTEST_....\application* blir det installert to regneark som brukes av appen, *maaleoppsett.xlsx* og *systemoppsett.xlsx*. Windows har vanligvis restriksjoner på å endre filene som ligger her, derfor krever appen at disse filene kopieres til katalog *C:\Users\Public\Documents* eller *C:\Brukere\Felles\Felles dokumenter* som den også kan hete. Det er også i denne katalogen resultatene fra testen blir liggende.

Systemoppsett

Appen henter grunninnstillinger for målingene i regnearket *C:\Users\Public\Documents\systemoppsett.xlsx* som inneholder følgende opplysninger:

epost sender adresse	matlab.beskjed@gmail.com
epost sender passord	ABCd1234
epost mottaker (max 3, adskilt med ; uten mellomrom)	jon.oygarden@gmail.com;jon.oygarden@ntnu.no
Regnearkresultat lagres i katalog	C:\Users\Public\Documents\
Venstre 65 dBSPL, målt verdi	65
Høyre 65 dBSPL, målt verdi	65
Senter 65 dBSPL, målt verdi	65
Terskel stillhet, normalverdi [dBSPL]	20,3
Terskel støy forfra, normalverdi [dBSNR]	-5,1
Terskel støy fra sidene, normalverdi [dBSNR]	-13
Terskel stillhet, standard avvik [dB]	2,6
Terskel støy forfra, standardavvik [dB]	1,1
Terskel støy fra sidene, standardavvik [dB]	1,5

Figur 2. Regnearket *systemoppsett.xlsx*

- Rad 1-2: Her er det lagt inn en e-post adresse med passord for at måleresultater kan automatisk sendes videre. Denne e-post adressen er utviklerens private og hvis den benyttes vil han motta kopi av alle målinger. Hvis dette ikke er ønskelig må disse feltene enten settes tomme eller erstattes med egne data.
- Rad 3: Her kan det legges inn inntil 3 mottakeradresser, som adskilles med semikolon uten mellomrom.
- Rad 4: Katalog hvor måleresultatene lagres
- Rad 5-7: Kalibreringsverdier
- Rad 8-13: Normalverdier med standardavvik for testene. I måleresultatarket blir normalverdien ± 2 ganger standardavviket markert med grønn farge. For unge normalthørende forventer man at 95 % vil ligge innenfor dette området.

Verdiene i *systemoppsett.xlsx* kan endres etter behov.

Kalibrering

For kalibreringen trengs en lydnivåmåler, helst en som kan måle ekvivalentnivået. Hvis bakgrunnsstøyen er lav kan man måle uten veiefilter (lineær frekvensveiling eller veiefilter Z). Hvis bakgrunnsstøyen er over 50 dB målt uten veiefilter anbefales å måle med veiefilter A, men da må måledataene korrigeres før innføring i regnearket som vist nedenfor. Plasser lydmåleren i riktig posisjon og rett mikrofonene i retning mot den høyttaleren som skal kalibreres. Start programmet og velg måleprosedyre 16-Kalibrering og velg talestøy som kalibreringslyd. Man får da 30 sekunder støy i hver av høyttalerne henholdsvis venstre, høyre og senter. Registrer nivået, ekvivalentnivå over 20 sekunder for hver av høyttalerne ved å gjenta støyen etter behov.

De registrerte lydtryknivå uten veiefiler skal så føres inn i riktige celler (B5:B7) i regnearket *systemoppsett.xlsx*. Hvis målingene ble utført med A-veiling skal 4.0 dB plusses på verdiene før innføring i regnearket.

Etter at regnearket er lagret og appen startet opp på nytt kan man sjekke om man har fått de ønskede nivåene ved å gjenta målingen: 65.0 ± 1 dBZ eller 61.0 ± 1 dBA. Hvis man utfører en ny kalibrering av utstyret er det anbefalt å skrive inn kalibreringsverdien 65 på nytt i cellene B5:B7 i regnearket før målingene.

Hvis man ønsker kan man sjekke frekvensgangen i oppsettet ved å måle med rosa støy, her er korrekt nivå 50 dB i hvert tredjedelsoktav frekvensbånd.

Valg av parametere

Nr	Navn	Forklaring	Audiograf	Nøyaktighet	Serie 1 Q	Serie 1 NI	Serie 1 N45	Serie 2 Q	Serie 2 NI	Serie 2 N45	Støy nivå
1	Måleoppsett_01	Audiografstyrt 2 sesjoner x3_normal	1	2	1	1	1	1	1	1	45
2	Måleoppsett_02	Brukerstyrt 2 sesjoner x3_normal	0	2	1	1	1	1	1	1	45
3	Måleoppsett_03	Audiografstyrt 2 sesjoner x3_nøyaktig	1	3	1	1	1	1	1	1	45
4	Måleoppsett_04	Brukerstyrt 2 sesjoner x3_nøyaktig	0	3	1	1	1	1	1	1	45
5	Måleoppsett_05	Audiografstyrt 2 sesjoner x3_rask	1	1	1	1	1	1	1	1	45
6	Måleoppsett_06	Brukerstyrt 2 sesjoner x3_rask	0	1	1	1	1	1	1	1	45
7	Måleoppsett_07	Audiografstyrt en i stillhet	1	0	1	0	0	0	0	0	45
8	Måleoppsett_08	Audiografstyrt en i NF	1	0	0	1	0	0	0	0	45
9	Måleoppsett_09	Audiografstyrt en i N+45	1	0	0	0	1	0	0	0	45
10	Måleoppsett_10	Brukerstyrt en i stillhet	0	0	1	0	0	0	0	0	45
11	Måleoppsett_11	Brukerstyrt en i NF	0	0	0	1	0	0	0	0	45
12	Måleoppsett_12	Brukerstyrt en i N+45	0	0	0	0	1	0	0	0	45
13	Måleoppsett_13	Brukerstyrt Q&NF	1	0	1	1	0	0	0	0	45
14	Måleoppsett_14	Audiografstyrt 1 sesjon x3_normal	1	2	1	1	1	0	0	0	45
15	Måleoppsett_15	Brukerstyrt 1 sesjon x3_normal	0	2	1	1	1	0	0	0	45
16	Måleoppsett_16	Kalibrering									65
17	Måleoppsett_17	Audiografstyrt 1 sesjon x3_nøyaktig	1	3	1	1	1	0	0	0	45
18	Måleoppsett_18	Brukerstyrt 1 sesjon x3_nøyaktig	0	3	1	1	1	0	0	0	45
19	Måleoppsett_19	Audiografstyrt 1 sesjon x3_rask	1	1	1	1	1	0	0	0	45
20	Måleoppsett_20	Brukerstyrt 1 sesjon x3_rask	0	1	1	1	1	0	0	0	45
21	Måleoppsett_21	Audiografstyrt 1 sesjon med 65 dB støy	1	0	1	1	1	0	0	0	65

Figur 3. Regnearket *maaleoppsett.xlsx*

Regnearket *maaleoppsett.xlsx* hentes inn av appen etter oppstart og man får valg om hvilken måleprosedyre man ønsker å bruke. valgene hentes inn fra kolonnen *Forklaring* i regnearket. Bortsett fra Måleoppsett_16 – Kalibrering kan dataene i regnearket endres etter behov, og nye rader med måleprosedyrer kan tilføyes. Følgende parametere styrer appen:

- Audiograf
 - 1: audiograf styrer målingen
 - 0: brukerstyrt måling
- Nøyaktighet
 - 1: rask
 - 2: normal
 - 3: nøyaktig
 - 0: normal er valgt, men man kan endre til rask eller nøyaktig i målevinduet. Dette må gjøres før man starter målingene.
- Serie 1 Q
 - 1: måling i stillhet i skal utføres i første runde
 - 0: målingen utføres ikke
- Serie 1 NF
 - 1: måling med tale og støy i senterhøytaler utføres i første runde
 - 0: målingen utføres ikke
- Serie 1 N45
 - 1: måling med tale i senterhøytaler og støy i sidehøytalerne utføres i første runde
 - 0: målingen utføres ikke
- Serie 2 Q
 - 1: måling i stillhet i skal utføres i andre runde
 - 0: målingen utføres ikke
- Serie 2 NF
 - 1: måling med tale og støy i senterhøytaler utføres i andre runde
 - 0: målingen utføres ikke
- Serie 2 N45
 - 1: måling med tale i senterhøytaler og støy i sidehøytalerne utføres i andre runde
 - 0: målingen utføres ikke

- Støynivå
 - Her angis ønsket lydtryknivå i støyen. 45 dB anbefales ved høreapparatvurderinger. Hvis man primært ønsker å måle hvordan testpersonen fungerer med tale i støy kan 65 være et passende nivå.