

VEJLEDNING

***Vejledning i kalibrering og vedligeholdelse
af udstyr til audiometri - luftledning og benledning***

Titel Vejledning i kalibrering og vedligeholdelse af udstyr til audiometri
- luftledning og benledning

Resumé Denne vejledning er tænkt som et hjælpemiddel i forbindelse med kalibrering og vedligeholdelse af udstyr til konventionel audiometri.

Emner der behandles er :

- Baggrundsstøj i testrum
- Kalibrering af udstyr
- Vedligeholdelse af udstyr

Udført af Lars F. Nielsen
Civilingeniør

Dato 01.11.1998

Distribution DELTA Akustik & Vibration
Teknisk-Audiologisk Laboratorium
Sdr. Boulevard 29
DK-5000 Odense C

Telefon 66 14 14 50

Fax 65 91 33 75

Email tal@delta.dk

Sideantal 18

Indholdsfortegnelse

1 Indledning	4
2 Baggrundsstøj i målerum	5
3 Kalibrering.....	7
3.1 Luftledning - hovedtelefon	7
3.2 Luftledning - insert telefon.....	9
3.3 Benledning.....	11
3.4 Maskeringsstøj.....	12
3.5 Frekvens.....	13
3.6 Taleaudiometri.....	13
4 Kalibrering og vedligeholdelse af udstyr	14
4.1 Rutine check og subjektive tests.....	14
4.2 Periodisk objektiv kontrol	15
4.3 Grundlæggende kalibrering	15
Appendiks 1 - Litteratur	16
Appendiks 2 - Korrektionstabel for benleder placeret i panden	17
Appendiks 3 - Standardoversigt.....	18
Bilag : Skema for kontrolmåling af audiometre (må frit kopieres)	

1 Indledning

For at sikre sig en pålidelig audiometriprøve er der flere faktorer man bør være opmærksom på.

Man bør bl.a. sikre sig at baggrundsstøjen i det anvendte lokale er tilstrækkelig lav til ikke at influere på resultaterne.

Desuden bør det jævnligt kontrolleres at det benyttede udstyr er i orden. Det er f. eks. yderst vigtigt at kalibreringen ligger indenfor tolerancen og at dette kontrolleres. Selvom et audiometer er kalibreret når det anskaffes vil daglig brug, slitage mv. påvirke udstyrets justering med tiden. Nedslidte dele bør udskiftes osv.

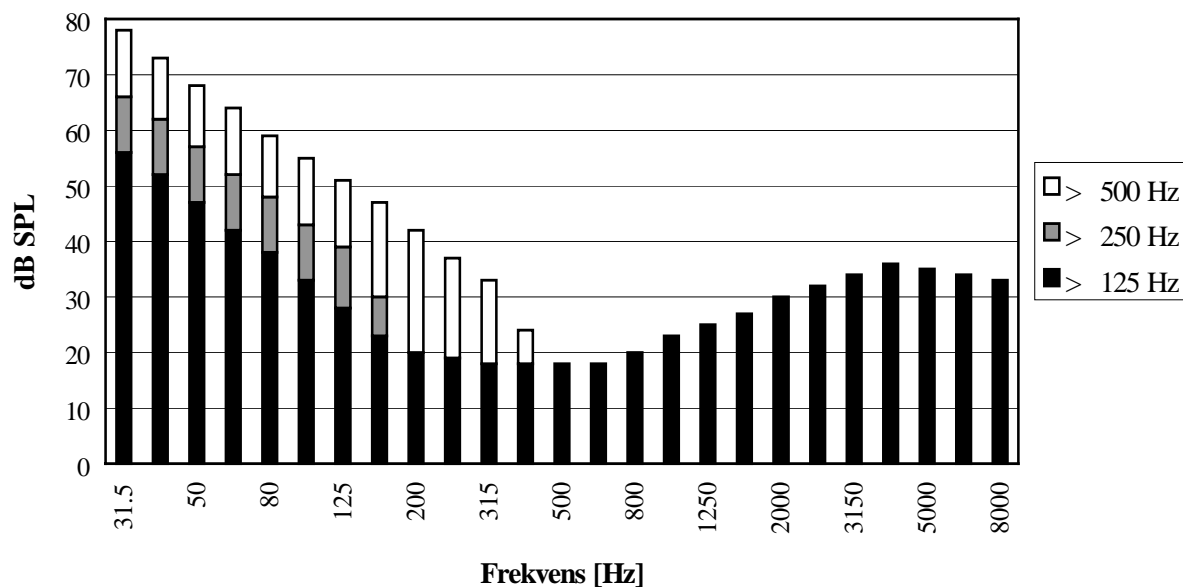
Kalibrering af måleudstyret er forudsætningen for at kunne gennemføre korrekt audiometri som kan danne grundlag for korrekt høreapparatilpasning mv. Derfor er det vigtigt at få indarbejdet rutiner og procedurer så forkerte resultater ved audiometrien undgås.

Denne vejledning er tænkt som et hjælpemiddel til kalibrering og vedligeholdelse af audiometriudstyr. Den indeholder kalibreringsværdier for de mest anvendte funktioner og procedurer for vedligeholdelse og kalibrering .

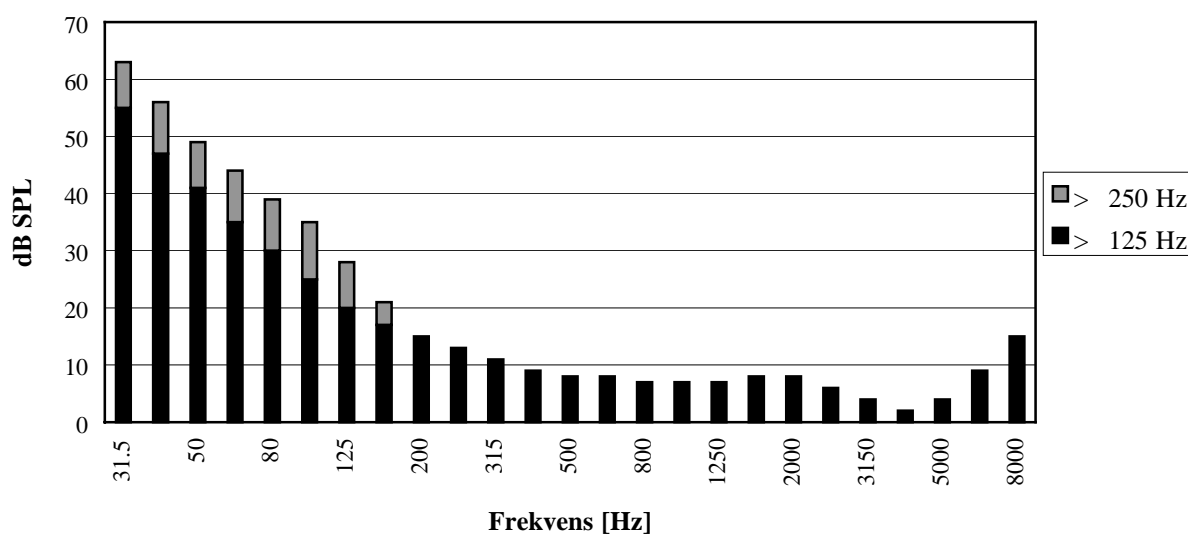
2 Baggrundsstøj i målerum

Når der skal foretages en høreprøve er det nødvendigt at have kendskab til baggrundsstøjniveauet. For høj baggrundsstøj i målerummet kan maskere testsignalerne og dermed føre til fejlagtige måleresultater.

Baggrundsstøjniveauet i målerummet kontrolleres ved hjælp af en 1/3 oktav frekvensanalysator eller en lydtryksmåler med lignende faciliteter. Figur 2.1 viser de maksimalt tilladte baggrundsstøjniveauer (DS/ISO 8253-1) for hovedtelefon audiometri med henholdsvis 125 Hz, 250 Hz og 500 Hz som laveste testfrekvens. De maksimalt tilladte baggrundsstøjniveauer for benleder er vist i figur 2.2.



Figur 2.1 - Maksimale baggrundsstøjniveauer ved 0 dB HL for toneaudiometri med hovedtelefoner.



Figur 2.2 - Maksimale baggrundsstøjniveauer ved 0 dB HL for toneaudiometri med benleder.

Værdierne i figur 2.1 og 2.2 gælder for høretærskler ned til 0 dB HL med en maksimal usikkerhed på ± 2 dB som følge af baggrundsstøj. Hvis 5 dB usikkerhed som følge af baggrundsstøj kan accepteres kan der lægges 8 dB til værdierne i figur 2.1 og 2.2. Hvis der er behov for at måle lavere tærskler end 0 dB HL bliver kravet til baggrundsstøjen skærpet. Skal der f. eks. måles tærskler ned til -10 dB HL skal der trækkes 10 dB fra værdierne i figur 2.1 og 2.2.

Baggrundsstøjen skal måles på testpersonens plads, men uden at personen er tilstede. Baggrundsstøjen skal desuden måles under betingelser som er normalt forekommende når der foretages høreprøver. F. eks. skal ventilationsanlæg og belysning være tændt når baggrundsstøjen måles.

Det bør i forbindelse med måling af baggrundsstøj bemærkes, at de fleste konventionelle lydtryksmålere ikke kan måle lydtryksniveauer under 5 dB SPL

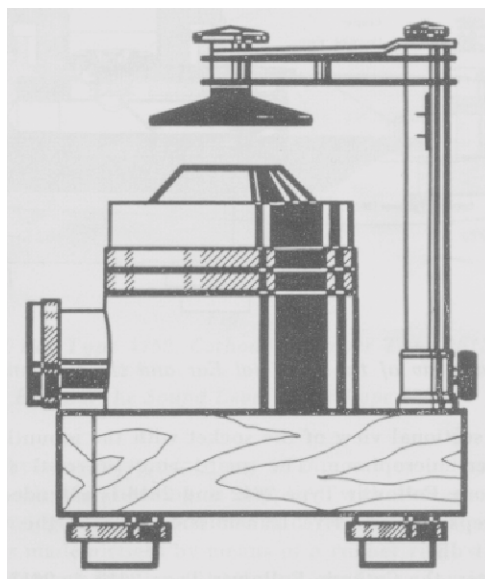
Hvis det nødvendige udstyr til måling af baggrundsstøj ikke forefindes kan der i stedet udføres en audiometriprøve på 2 forsøgspersoner eller mere. Forsøgspersonerne skal være normalthørende med stabile audiogrammer og en bedre hørelse end de personer der normalt får taget høreprøve på stedet. Hvis den fundne høretærskel for forsøgspersonerne er 5 dB eller mere over det normale, er det sandsynligt at baggrundsstøjen er for høj. Audiometriprøven skal gennemføres under normale betingelser.

3 Kalibrering

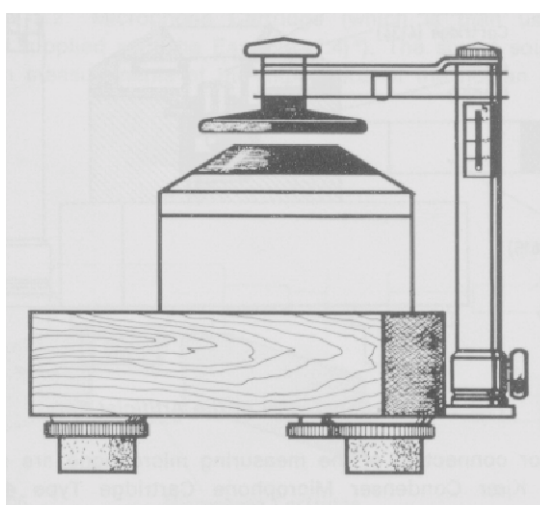
Kalibrering af udstyr er vigtigt, da ikke kalibreret udstyr kan resultere i fejl ved audiometriprøven. I det følgende beskrives hvordan de mest anvendte funktioner kalibreres. Kalibreringsværdierne forudsætter at det benyttede udstyr og koblere er kalibreret i dB SPL for luftledning og dB VFL for benledning.

3.1 Luftledning - hovedtelefon

Som udgangspunkt benyttes ISO 389-1 til kalibrering af hovedtelefon audiometri. Der kan benyttes to forskellige koblere der følger enten IEC 303 eller IEC 318 standarden (se figur 3.1 og 3.2).



Figur 3.1 - IEC 303 kobler.



Figur 3.2 - IEC 318 Artificial Ear.

IEC 303 kobleren blev designet først og er den mest simple idet den i princippet kun består af et 6 cm³ stort hulrum. Kobleren går derfor også under betegnelsen 6 cc kobler.

Til IEC 303 kobleren hører der flere sæt kalibreringsdata alt efter hvilken type hovedtelefon der benyttes. Kalibreringsværdierne for de to mest anvendte hovedtefontyper er vist i tabel 3.1.

Frekvens Hz	RETSPL dB SPL	
	Beyer DT 48	Telephonics TDH 39
125	47.5	45.0
250	28.5	25.5
500	14.5	11.5
750	9.5	7.5
1000	8.0	7.0
1500	7.5	6.5
2000	8.0	9.0
3000	6.0	10.0
4000	5.5	9.5
6000	8.0	15.5
8000	14.5	13.0

Tabel 3.1 - Kalibreringsværdier for IEC 303 kobler (ISO 389-1) afrundet til nærmeste halve dB.

IEC 318 Artificial Ear blev designet med henblik på en bedre simulering af øret, således at der kun skulle bruges et sæt kalibreringsværdier uafhængigt af hovedtefontype. Kalibreringsværdierne for IEC 318 kobleren er vist i tabel 3.2.

Frekvens Hz	RETSPL dB SPL
125	45.0
250	27.0
500	13.5
750	9.0
1000	7.5
1500	7.5
2000	9.0
3000	11.5
4000	12.0
6000	16.0
8000	15.5

Figur 3.2 - Kalibreringsværdier for IEC 318 Artificial Ear (ISO 389-1) afrundet til nærmeste halve dB.

Kalibreringsværdierne i tabel 3.1 og 3.2 forudsætter at hovedtelefonen påsættes kobleren med en statisk kraft på 4.5 N ± 0.5 N. Der kan alternativt til fjederen på kobleren benyttes et lod til at opnå den givne kraft.

I praksis placeres hovedtelefonen på den valgte kobler. Vær opmærksom på at hovedtelefon og kobler skal slutte tæt, da en læk kan resultere i fejlagtige målinger.

Kalibreringsniveauet for den enkelte frekvens beregnes som summen af audiometerets indstilling og værdien i tabellen for den valgte kobler og eventuelt hovedtelefon f. eks. :

IEC 303 med TDH 39 hovedtelefon, frekvens = 1000 Hz, audiometerindstilling = 90 dB HL

Kalibreringsniveau = $90 + 7.0 = 97.0$ dB SPL,

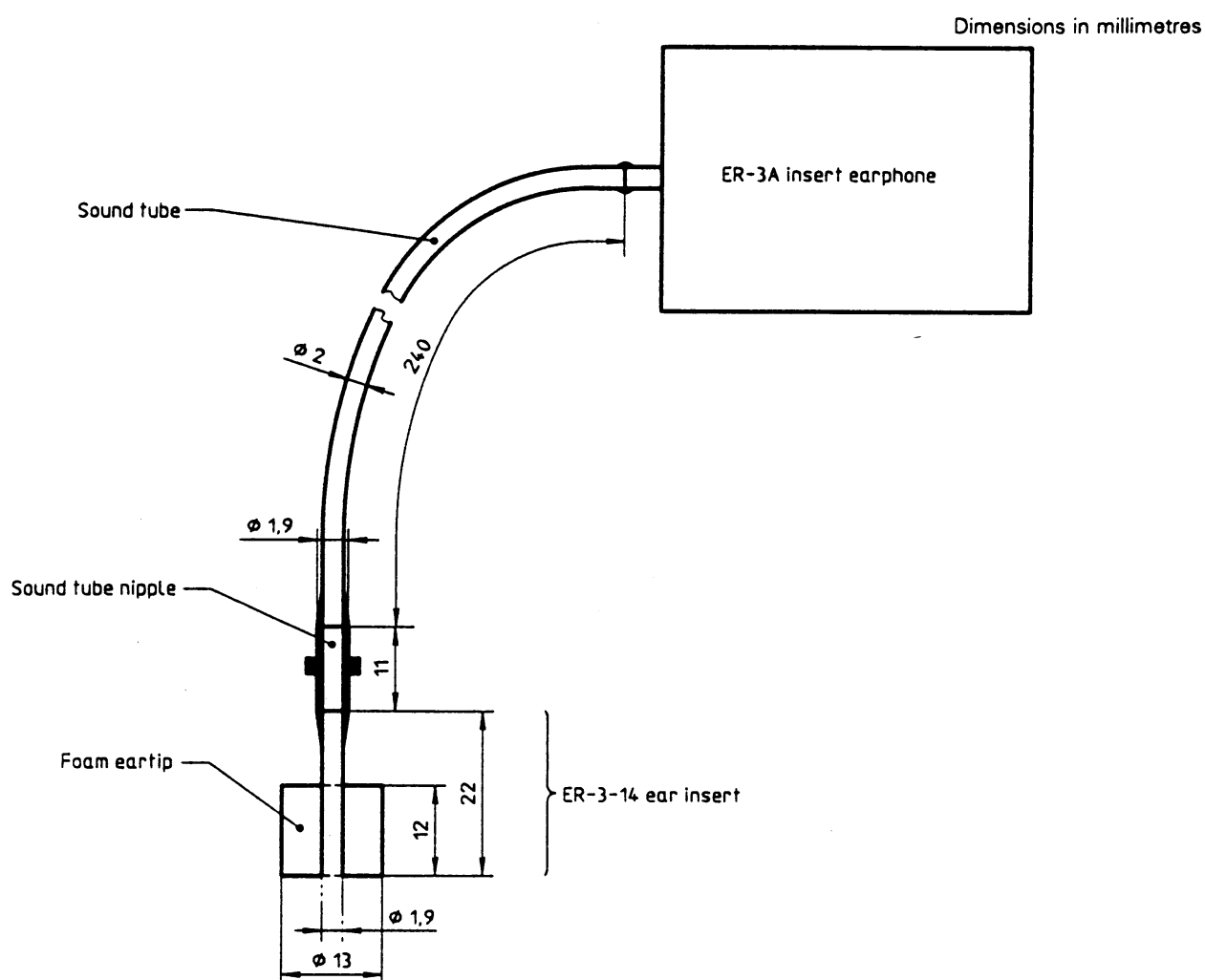
hvor de 7.0 dB SPL ud fra de ovenstående oplysninger aflæses i tabel 3.1 kolonne 3

Audiometerindstillingen bør være så høj at kalibreringen ikke påvirkes af eventuel støj i lokalet.

Hvis der er tale om en kontrolmåling af audiometerets kalibrering, skal man benytte en kobler af samme type som den audiometeret i forvejen er kalibreret med.

3.2 Luftledning - insert telefon

Til kalibrering af insert telefoner benyttes ISO 389-2. I ISO 389-2 findes der kun kalibreringsdata for insert telefon type ER-3A med øreprop type ER-3-14 (se figur 3.3).



Figur 3.3 - Insert telefon type ER-3A med tilkobling til øreprop type ER-3-14.

Der findes ligesom ved hovedtelefoner 2 forskellige koblere til kalibrering af insert telefoner. Den ene kobler følger IEC 126 standarden og den anden følger IEC 711 standarden. IEC 126 kobleren er den mest simple idet den i princippet kun består af et 2 cm³ stort hulrum. Den benævnes derfor ofte 2 cc kobler. IEC 711 ear simulator er mere avanceret idet den er designet for bedre at simulere det rigtige øre.

Der findes et sæt kalibreringsværdier for henholdsvis IEC 126 og IEC 711. Kalibreringsværdierne er vist i tabel 3.3.

Kalibreringsniveauet for den enkelte frekvens beregnes som summen af audiometerets indstilling og værdien i tabellen for den valgte kobler f.eks. :

IEC 711 ear simulator ved frekvens = 1000 Hz og audiometerindstilling = 90 dB HL

Kalibreringsniveau = $90 + 5.5 = 95.5$ dB SPL,

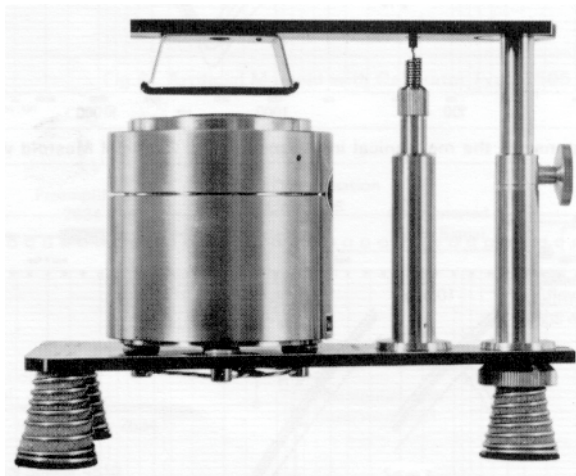
hvor de 5.5 dB SPL udfra de ovenstående oplysninger aflæses i tabel 3.3 kolonne 3.

Audiometerindstillingen bør være så høj at kalibreringen ikke påvirkes af eventuel støj i lokalet.

Hvis der er tale om en kontrolmåling af audiometerets kalibrering, skal man benytte en kobler af samme type som den audiometeret i forvejen er kalibreret med.

3.3 Benledning

Til kalibrering af benledning benyttes ISO 389-3 standarden (tidligere ISO 7566) på en kobler der følger IEC 373 standarden en såkaldt artificial mastoid (se figur 3.5).



Figur 3.5 - IEC 373 artificial mastoid.

Kalibreringsværdierne for benledning er vist i tabel 3.4.

Frekvens Hz	RETFL dB VFL
250	67.0
500	58.0
750	48.5
1000	42.5
1500	36.5
2000	31.0
3000	30.0
4000	35.5
6000	40.0
8000	40.0

Tabel 3.4 - Kalibreringsværdier for benledning (ISO 389-3) afrundet til nærmeste halve dB.

Kalibreringsværdierne i tabel 3.3 forudsætter at benlederen er påsat kobleren med en statisk kraft på $5.4 \text{ N} \pm 0.5 \text{ N}$. Her kan der alternativt benyttes et lod i stedet for fjederen på kobleren.

Hvor en akustisk kobler giver en spænding som funktion af lydtryk i Pascal giver en artificial mastoid en spænding som funktion af tryk i Newton. Denne spænding som funktion af Newton benævnes kraft følsomhed og er angivet i mastoidens kalibreringsdatablad. Da mastoiden måler tryk i Newton og ikke i Pascal er kalibreringsværdierne opgivet i dB VFL (Vibratory Force Level) og ikke i dB SPL. Kraft følsomheden for mastoiden benyttes til omregning fra den spænding der aflæses til dB VFL. Omregningsformlen er vist herunder.

$$dB_{VFL} = 20 \cdot \log \frac{aflæst[V]}{X \left[\frac{V}{N} \right] \cdot 1 \cdot 10^{-6}}, \text{ hvor X er mastoidens kraft følsomhed.}$$

Da mastoiden ikke er frekvenslineær skal der tages hensyn til ulineariteten når kalibreringsniveauet for den enkelte frekvens på audiometeret skal findes. Denne frekvensulinearitet kan aflæses på mastoidens frekvensrespons som findes i kalibreringsdatabladet.

Kalibreringsniveauet for den enkelte frekvens beregnes som summen af audiometerets indstilling, kalibreringsværdien i tabellen og mastoidens frekvensulinearitet i kalibreringsdatabladet. F. eks. :

Frekvens = 2000 Hz, audiometerindstilling = 70 dB HL afvigelse på mastoid = - 1.5 dB

Kalibreringsniveau = 70 + 31.0 - 1.5 = 99.5 dB VFL,

hvor de 31 dB VFL udfra de ovenstående oplysninger aflæses i tabel 3.4 kolonne 2.

I tilfælde hvor benlederen placeres i panden i stedet for bag øret skal kalibreringsværdierne i tabel 3.4 korrigeres. Disse korrektionsværdier er givet i appendiks 2.

3.4 Maskeringsstøj

Til maskering af toner benyttes smalbandsstøj. Kalibreringsværdierne for 1/2 og 1/3 oktaver er givet i ISO 389-4 (se tabel 3.5).

Centerfrekvens Hz	1/3 oktav dB	1/2 oktav dB
125	4	4
250	4	4
500	4	6
750	5	7
1000	6	7
1500	6	8
2000	6	8
3000	6	7
4000	5	7
6000	5	7
8000	5	6

Tabel 3.5 - Kalibreringsværdier for smalbandsstøj til maskering.

Kalibreringsniveauet for smalbandsstøjen beregnes som summen af kalibreringsniveauet for den tone man ønsker at maskere (tabel 3.1 og 3.2) og værdien i tabel 3.5.

F.eks. er kalibreringsniveauet for 1/3 oktav smalbandsstøj ved 1000 Hz for TDH 39 hovedtelefon på IEC 303 kobler og audiometerindstilling = 90 dB HL fås :

Kalibreringsniveau = 90 + 7.0 + 6 = 103 dB SPL,

hvor de 7.0 dB SPL aflæses i tabel 3.1 kolonne 3 og de 6 dB i tabel 3.5 kolonne 2.

3.5 Frekvens

Ved kalibrering af frekvens påsættes hovedtelefon/insert telefon eller benleder på den pågældende kobler som angivet ved kalibrering af referenceniveauer. Der skal her benyttes en frekvenstæller som måleinstrument. Audiometeret indstilles til den frekvens der ønskes kontrolleret og den pågældende frekvens måles med frekvenstælleren. For korrekt måling er det vigtigt med et niveau der sikrer et tilstrækkeligt højt signal/støj forhold.

3.6 Taleaudiometri

Kalibrering af et audiometer til taleaudiometri afhænger af det benyttede talemateriale. Definitionen for en tærskel er når forsøgspersonen genkender halvdelen af ordene dvs. en 50 % identifikation.

Det mest udbredte danske materiale til taleaudiometri er DANTALE CD'en fra 1988. Hvis man benytter en DANTALE CD til kalibrering af taleaudiometri, vil normalthørende opnå 50 % voksen ord identifikation ved et taleniveau på ca. 28.15 dB SPL målt på en IEC 318 kobler med en TDH 39 hovedtelefon (2). Vær opmærksom på at kalibreringsværdien både afhænger af kobler og den benyttede hovedtelefon.

Ønsker man derfor audiometeret indstillet således at normalthørende opnår omkring 50 % voksenord-identifikation når audiometeret viser 0 dB HL ved brug af DANTALE CD'ens voksen ord liste, kan man gøre følgende:

Audiometerets attenuator indstilles til f.eks. 60 dB HL.

Med 1 kHz rentone signalet fra DANTALE CD'en (spor 20 indeks 4) som input justeres audiometeret således at der på en IEC 318 kobler måles et niveau på $60 + 28.15 = 88.15$ dB SPL,

hvor de 28.15 dB SPL er referenceniveauet for voksen ord listerne på DANTALE CD'en.

Ønskes der benyttet andet talemateriale og der ikke er angivet et referenceniveau herfor, foreslås det i IEC 645-2 standarden at 20 dB SPL benyttes som kalibreringsværdi. Denne værdi kan også benyttes hvis man eventuelt vil lave "live" taleaudiometri.

Taleforståelighedstærskel fundet ved taleaudiometri over hovedtelefoner der kalibreret på ovenstående måde kan ikke sammenlignes med tærskler fundet ved taleaudiometri i frit felt. Da dette i nogle tilfælde kan være ønskeligt findes der avancerede audiometre med en indbygget taleequalizer. Denne taleequalizer kompenserer for hovedtelefonens indvirkning på talesignalet. Ønskes audiometeret derfor kalibreret med indkoblet taleequalizer således at tærsklerne for hovedtelefonaudiometri og fritfeltsaudiometri kan sammenlignes skal referenceniveauet ifølge IEC 645-2 være 0 dB SPL. Dette niveau vælges da det ligesom ved audiometri i frit felt vil betyde at audiometerets visning i dB HL vil svare til det aktuelle stimuliniveau i dB SPL. Dvs. ønskes audiometeret kalibreret med taleequalizer indkoblet og et referenceniveau på 0 dB SPL for DANTALE materialet kan man gøre følgende :

Audiometerets attenuator indstilles til f.eks. 60 dB HL.

Med 1 kHz rentone signalet fra DANTALE CD'en (spor 20 indeks 4) som input justeres audiometeret således at der på en IEC 318 kobler måles et niveau på $60 + 0 = 60$ dB SPL,

hvor de 0 dB SPL er referenceniveauet angivet i IEC 645-2.

4 Kalibrering og vedligeholdelse af udstyr

ISO 8253-1 standarden anviser rutiner i 3 trin til vedligeholdelse og kalibrering af audiometerudstyr.

Trin A - Rutine check og subjektive tests

Trin B - Periodisk objektiv kontrol

Trin C - Grundlæggende kalibrering

Det anbefales at procedurerne i trin A udføres ugentligt på alt udstyr i brug. Trin B bør udføres ca. hver tredje måned. Dette interval kan dog ændres (ofte forlænges) når man kender udstyret og ved hvornår det er relevant at kontrollere det. Hvis trin A og trin B udføres jævnligt er det kun nødvendigt at udføre trin C ved graverende fejl eller efter en lang periode. Perioden mellem to grundlæggende kalibreringer bør dog ikke overstige 5 år.

I det følgende vil de tre trin blive gennemgået.

4.1 Rutine check og subjektive tests

Formålet med rutinekontrollen er på bedst mulig måde at sikre at udstyret fungerer korrekt. Dvs. at kalibreringen ikke har ændret sig mærkbart og at tilbehøret ikke er defekt.

Det vigtigste ved trin A er de subjektive tests. For at de skal fungere korrekt er det vigtigt at personen der udfører testen har normal hørelse.

Baggrundsstøjen bør under de subjektive tests ikke være højere end det normale når udstyret er i brug.

Følgende rutiner skal udføres for at opfylde kravene for trin A :

- Rens og undersøg audiometer og tilbehør. Kontroller hovedtelefon, stik og ledninger for tegn på skader eller nedslidthed. Skadede dele eller dele der sidder dårligt bør udskiftes.
- Tænd for udstyret og lad det stå i den anbefalede "warm-up" tid (hvis en sådan ikke er opgivet lad det da stå i mindst 5 minutter så kredsløbene kan stabilisere sig). Udfør alle grundlæggende indstillinger som anbefalet af fabrikanten. På batteridrevet udstyr undersøg batteriernes tilstand ved den specificerede metode for det pågældende audiometer. Kontroller f.eks. ved hjælp af serienummer at hovedtelefon og benleder er dem som det pågældende audiometer er kalibreret med. Dvs. hvis den benleder eller hovedtelefon der passer til audiometeret går i stykker så kan audiometeret *ikke* umiddelbart benyttes med en anden hovedtelefon af samme type. Der skal recalibreres med den nye hovedtelefon/benleder.
- Kontroller om audiometerets output er korrekt for både luft- og benledning ved at sweep gennem et område på f. eks. 10 - 15 dB HL og lyt på netop hørbare toner. Denne test skal udføres ved alle relevante frekvenser for såvel hovedtelefon som benleder.
- Kontroller ved høje niveauer f. eks. 60 dB HL for luftledning og 40 dB HL for benledning for alle relevante funktioner ved alle de benyttede frekvenser. Lyt efter forvrængning, kliklyde fra afbryder mv. Undersøg hovedtelefoner og benleder for løse forbindelser. Kontroller stik og ledninger for løse forbindelser. Undersøg om kontakter og indikatorlamper virker som de skal.
- Lyt ved lave niveauer efter støj eller brum eller ændring af tonen når der påføres maskeringsstøj. Kontroller at attenuatorerne dæmper som de skal over hele området. Attenuatorer som skal virke når der er en tone skal være fri for elektrisk eller mekanisk støj. Kontroller at afbryder knapper ikke laver støj og at den støj apparatet udsender ikke er hørbar på det sted patienten sidder under høreprøven.
- Undersøg om patientens signal system virker korrekt og kontroller kredsløbene til talekommunikation.
- Kontroller at hovedtelefon og benleder sidder ordentligt og ikke er blevet slappe og slidte.

Hvis udstyret også benyttes til taleaudiometri bør man desuden gennemføre følgende rutiner :

- Kontroller at audiometerets output er korrekt og at baggrundsstøjen er acceptabel ved at lade en person lytte til talesignalet ved lavt niveau.
- Lyt på talematerialet ved et niveau på 60 dB HL -70 dB HL for alle relevante funktioner med det benyttede testmateriale . Hør specielt efter om der er forvrængning eller forstyrrende støj. Kontroller at patientens “talk back” system fungerer som det skal. Kontroller derudover monitorkredsløbene.

4.2 Periodisk objektiv kontrol

Periodisk objektiv kontrol består af måling og sammenligning af resultater med relevante standarder. Målingerne omfatter :

- Testsignal frekvenser.
- Lydtryksniveau i akustisk kobler (IEC 303 eller IEC 318).
- Kraftniveau på en mekanisk kobler (IEC 373).
- Niveau for maskeringsstøj.
- Attenuator trin.
- Harmonisk forvrængning.

Hvis enkelte frekvenser eller testtoneniveauer er ude af kalibrering kan de eventuelt justeres. Ved større afvigelser bør der gennemføres en grundlæggende kalibrering.

Hvis udstyret benyttes til taleaudiometri skal audiometerets frekvensrespons inklusiv de relevante transducere også kontrolleres.

Følgende udstyr anbefales i følge ISO 8253-1 som minimum til periodisk objektiv kontrol :

- Type 1 lydtryksmåler (IEC 651) eller en type 1 integrerende lydtryksmåler (IEC 804).
- Oktav bånd filtre (IEC 225).
- Akustisk kobler (IEC 303) eller Artificial Ear (IEC 318).
- Mekanisk kobler (IEC 373).
- Digital frekvenstæller.
- Oscilloscop.

4.3 Grundlæggende kalibrering

Den grundlæggende kalibrering skal foretages af et kompetent laboratorium eller fabrikant. Proceduren skal være sådan at audiometeret efter den grundlæggende kalibrering opfylder kravene i IEC 645 standard serien.

Når audiometeret leveres tilbage efter en grundlæggende kalibrering bør man selv gennemgå trin A og trin B før det tages i brug igen.

Appendiks 1 - Litteratur

1. Elberling C, Ludvigsen C, Lyregaard P E.
DANTALE - Compact Disc, Teknisk Rapport
Laboratoriet for Akustik DTH (1988)
2. Keidser, Gitte
Referencedata for DANTALE (Normalthørende)
Laboratoriet for Akustik DTH (1991)
3. Wilber, L. A.
Calibraton, Puretone, Speech and Noise Signals.
Katz, J, ed. Handbook of Clinical Audiology. 4th Ed.
Williams & Wilkins, 73-94 (1994)
4. Petersen, Tove Helene
Implementering af Dantalematerialet ved fastlæggelse af høreskadeerstatninger
Afgangsprojekt fra Københavns Universitet 1992

Appendiks 2 - Korrektionstabel for benleder placeret i panden

ISO 389-3

Frekvens Hz	Korrektion dB
250	12.0
500	14.0
750	13.0
1000	8.5
1500	11.0
2000	11.5
3000	12.0
4000	8.0
6000	11.0
8000	10.0

Tabellen benyttes til korrektion af kalibreringsniveauer, hvis benlederen sættes i panden i stedet for bag øret.

Eksempel på beregning af kalibreringsniveau for benleder placeret i panden :

Frekvens = 2000 Hz, audiometerindstilling = 70 dB HL,

Kalibreringsniveau = $70 + 31.0 - 1.5 + 11.5 = 111$ dB VFL,

hvor de 31.0 dB VFL og de 1.5 dB stammer fra eksemplet på side 12 og de 11.5 dB fra ovenstående tabel kolonne 2.

Appendiks 3 - Standardoversigt

Relevante standarder i forbindelse med audiometri.

Kan rekvireres hos :

Dansk Standard
Baunegårdsvej 29
2900 Hellerup

Telefon 39 96 61 01
Telefax 39 96 61 02

IEC

225	Octave, half-octave and third-octave band filters intended for the analysis of sound and vibrations.
303	Coupler.
318	Artificial Ear.
373	Mechanical coupler.
645-1	Audiometers - Pure tone.
645-2	Audiometers - Speech.
645-3	Audiometers - Signals of short duration.
645-4	Audiometers - High frequency audiometry.
942	Sound calibrators.
1027	Acoustic admittance instruments.

ISO

226	Acoustics - Normal equal loudness level contours.
266	Acoustics - Preferred frequencies for measurements.
389-1	Acoustics - Reference zero, pure tone air conduction.
389-2	Acoustics - Reference equivalent threshold sounds, pure tones and insert earphones.
389-3	Acoustics - Reference equivalent threshold force levels, pure tone and bone vibrators.
389-4	Acoustics - Reference levels for narrow-band masking noise.
389-7	Acoustics - Reference threshold of hearing under free-field and diffuse-field listening conditions.
6189	Acoustics - Pure tone air conduction threshold audiometry for hearing conservation purposes.
7029	Acoustics - Threshold of hearing.
8253-1	Test methods - Pure tone air and bone conduction threshold audiometry.
8253-2	Test methods - Sound field audiometry with pure tone and narrow-band test signals.
8253-3	Test methods - Speech audiometry.

OIML

R 104	International recommendation - Pure-tone audiometers.
-------	---