

DELTA
Akustik & Vibration
Teknisk Audiologisk Lab.

Sdr. Boulevard 29
DK-5000 Odense C
Danmark

Tlf. (+45) 45 93 12 11
Fax (+45) 45 93 19 90
www.delta.dk

Rapporten må
kun gengives i sin
helhed. Gengivelse
i uddrag kræver
skriftlig accept
fra DELTA.

Vejledning i opstilling og kalibrering af udstyr til audiometri i frit felt - 2. udgave



Titel

Vejledning i opstilling og kalibrering af udstyr til audiometri i frit felt - 2. udgave

Resumé

Vejledningen tager udgangspunkt i relevante IEC og ISO standarder, og beskriver de praktiske forhold omkring opstilling og kalibrering af udstyr, til brug ved audiometri i frit felt. Der tages udgangspunkt i en "trin for trin" procedure, som beskrives mere detaljeret, i de enkelte afsnit.

Hvis vejledningen følges, vil den færdige opstilling leve op til de gældende internationalt anerkendte standarder for audiometri.

Tak til Carl Ludvigsen for gennemsyn og kommentering af vejledningen.

Henvisning til referencer i appendix 1 er markeret med : ^x

Der kan hentes yderligere oplysninger om frit felt audiometri i litteraturen. En række titler er opført i litteraturlisten, appendix 4.

Relevante standarder er opført på listen i appendix 3. 2. udgave omfatter bl.a. reviderede data for Minimum Audible Field fra ISO 389-7

Dato

1997-05-07 / Elektronisk version 1999-02-23

Sideantal : 20

1. Indholdsfortegnelse

1.	Indholdsfortegnelse	3
2.	Forord/baggrund	4
3.	"Trin for trin" procedure for opstilling og kalibrering af udstyr til frit felt audiometri	5
4.	Målerum og lydfelt	7
	4.1 Baggrundsstøj	7
	4.2 Kontrol af målerum / baggrundsstøj	7
	4.3 Refleksioner.	8
	4.4 Opstilling af højttalere, kontrol af målerum / refleksioner (quasi-frit lydfelt)	9
5.	Testsignaler	11
	5.1 Warble toner	11
	5.2 Smalbåndsstøj	12
	5.3 Tale	12
6.	Kalibrering	13
	6.1 Warble toner	13
	6.2 Smalbåndsstøj	13
	6.3 Taleaudiometri	14
	Appendix 1 - Referencer	16
	Appendix 2 - Korrektionstabeller for 45° og 90° lydindfald.	17
	Appendix 3 - Standardoversigt	18
	Appendix 4 - Litteraturliste	19

2. Forord/baggrund

Denne vejledning er udarbejdet med udgangspunkt i en undersøgelse foretaget af Teknisk-Audiologisk Laboratorium i efteråret 1992, hvor samtlige danske høreklivikker og audiologiske afdelinger blev forespurgt om rutiner og behov i forbindelse med opstilling og kalibrering af udstyr til audiometriske undersøgelser.

Undersøgelsen viste, at der de fleste steder er fast indarbejdede rutiner omkring kalibrering og kontrol af udstyr til konventionel audiometri med hovedtelefoner.

Derimod har alle, med ganske få undtagelser, udtrykt behov for information vedrørende opstilling og kalibrering af udstyr til audiometriske undersøgelser med højttalere i frit felt. Denne vejledning er derfor koncentreret omkring dette emne.

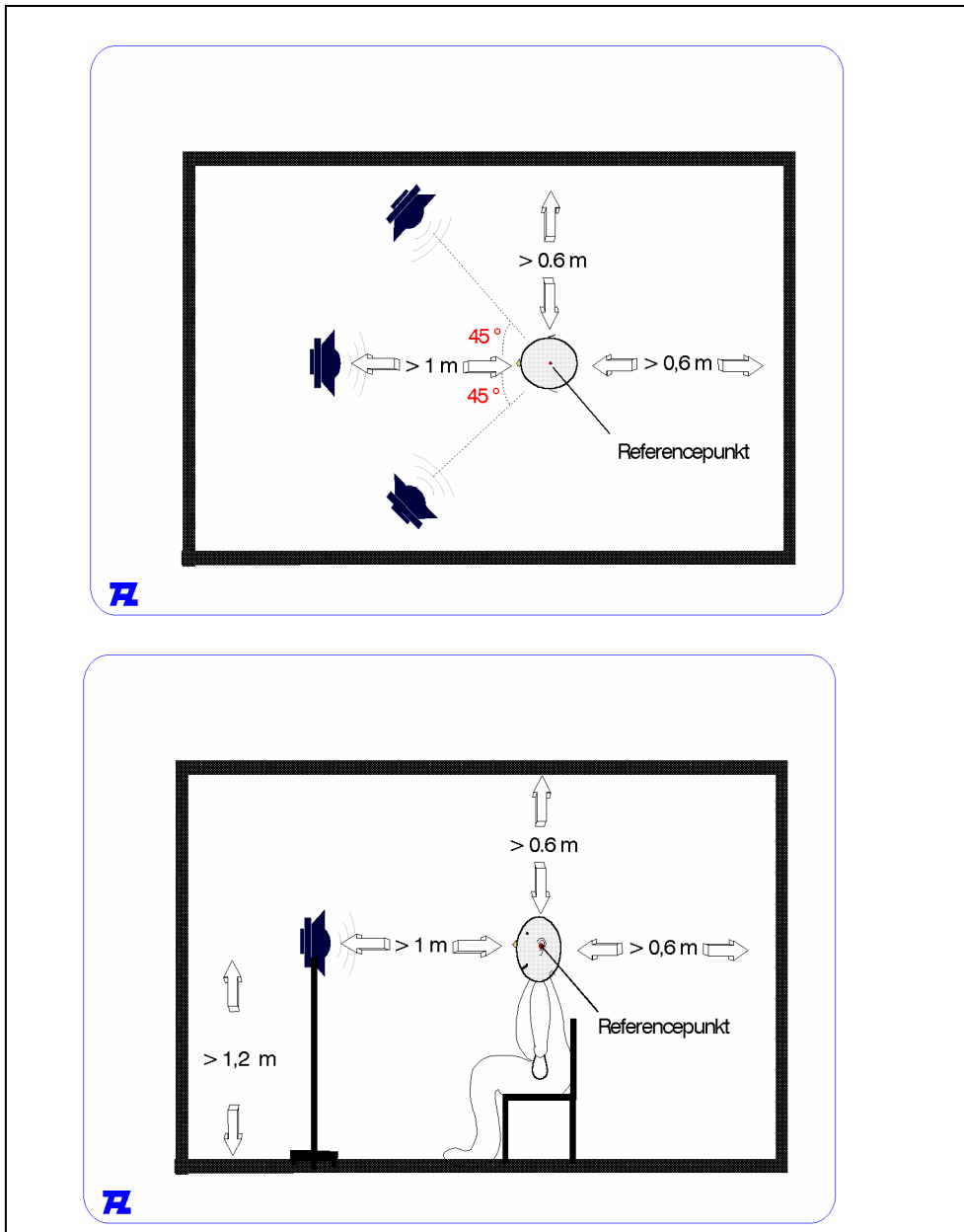
Audiometri i frit felt har mange anvendelser, f.eks. audiometri på børn og vurdering af høreapparatbehandling vha. functional gain. Den væsentligste anvendelse på klinikkerne i dag, er vurdering af arbejdsbetingede støjskader og erstatningsspørgsmål i den forbindelse.

Audiometri i frit felt giver anledning til en række problemer som ikke findes ved konventionel audiometri med hovedtelefoner, bl.a. kan nævnes :

- Det er i praksis umuligt for testpersonen (specielt børn) at sidde helt stille under testen. Herved ændres ørenes placering i forhold referencepunktet for kalibrering.
- Højde og hovedbredde - og dermed afstanden fra ørene til referencepunktet - vil variere fra person til person.
- Refleksioner og stående bølger i målerummet påvirker lydfeltet. Rene toner kan derfor ikke benyttes som teststimuli i konventionelle audiometrirum.

3. "Trin for trin" procedure for opstilling og kalibrering af udstyr til frit felt audiometri

1. Kontroller baggrundsstøj i målerummet som beskrevet i afsnit 3.2.
2. Overvej hvordan højttalerne kan opstilles, så vinkler, højde og afstande er i overensstemmelse med figur 1. Placér og tilslut udstyret.
3. Markér referencepunktet vha. et lod nedhængt i en snor fra loftet. Kontroller lydfeltet i og omkring referencepunktet som beskrevet i afsnit 3.4. Flyt om nødvendigt rundt med referencepunktet og/eller højttalere samt evt. møbler/udstyr i rummet.
4. Juster evt. equalizer og kalibrer audiometret ved de relevante testfrekvenser, i henhold til afsnit 5.1.
5. Kalibrer audiometret for taleaudiometri, i henhold til afsnit 5.3.
6. Før journal over justering og kalibrering af udstyret. Kontrolmåling/kalibrering udføres :
 - Når udstyret opstilles.
 - Ofte, f.eks. med 1 måneds intervaller, i den første periode udstyret er i brug, og indtil opstillingens stabilitet er kendt.
 - Hvis der tilføjes eller fjernes udstyr/møbler i rummet.
 - Med 3-6 måneders interval¹



Figur 1: Frit felt opstilling i henhold til ISO 8253-3, set fra oven og fra siden

4. Målerum og lydfelt

4.1 Baggrundsstøj

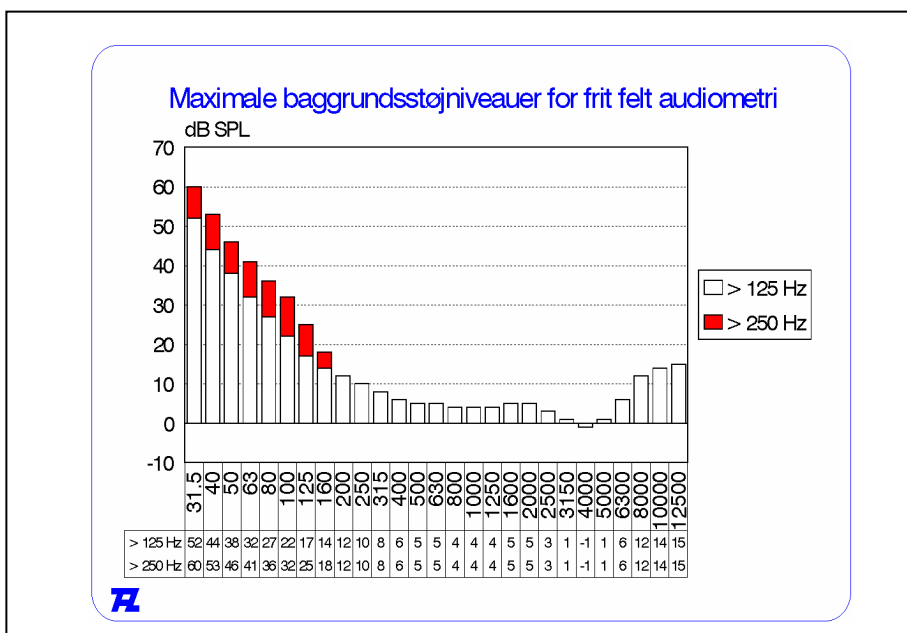
Ligesom ved konventionel audiometri med hovedtelefoner, er det nødvendigt at have kendskab til baggrundsstøjniveauet i målerummet, når der skal udføres frit felt audiometri.

Baggrundsstøj i målerummet kan maskere testsignalerne, og dermed føre til fejlagtige måleresultater.

Hvis der skal laves tærskelbestemmelse i frit felt, vil der være skærpede krav til lavt baggrundsstøjniveau, dels fordi der som udgangspunkt er tale om en binaural test, dels fordi der ikke er en attenuerende effekt fra hovedtelefonerne.

4.2 Kontrol af målerum / baggrundsstøj

Baggrundsstøjniveauet i målerummet kontrolleres vha. en 1/3 oktav spektrumanalysator, eller en lydtrykmåler med lignende faciliteter. Figur 2 viser maksimalt tilladelige baggrundsstøjniveauer (DS/ISO 8253-2) med henholdsvis 125 Hz og 250 Hz som laveste testfrekvens.



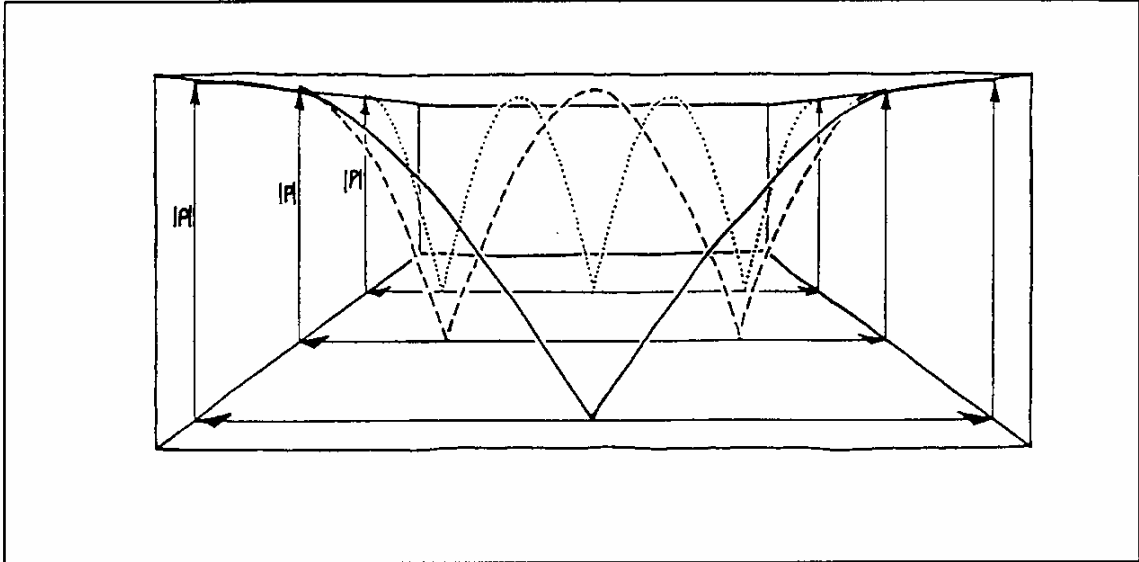
Figur 2: Maximale baggrundsstøjniveauer toneaudiometri i frit felt.

Bemærk :

- Værdierne i 2 er gældende for måling af høretærskler ned til 0 dB HL, med en maximal usikkerhed på +/- 2 dB som følge af baggrundsstøj. Hvis +/- 5 dB usikkerhed kan accepteres, kan der lægges 8 dB til værdierne i 2.
- De fleste konventionelle lydtrykmålere er ikke i stand til at måle lydtrykniveauer under 5 dB SPL.

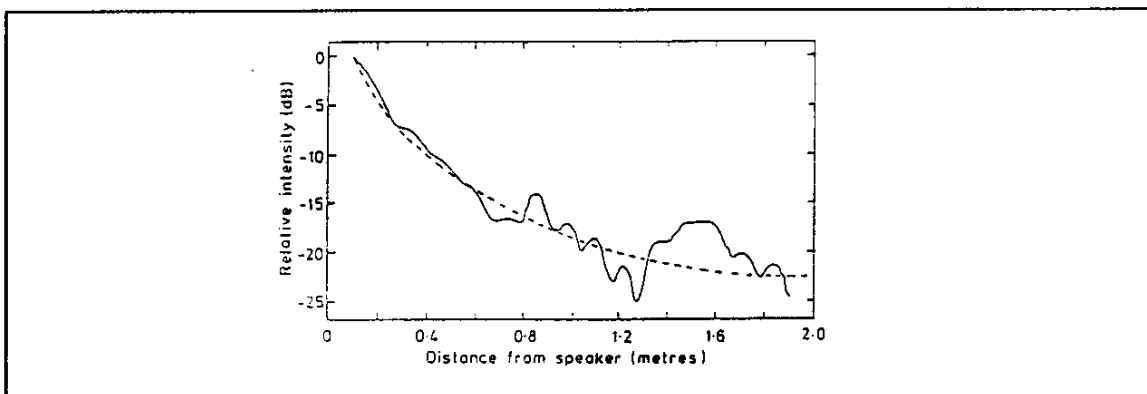
4.3 Refleksioner.

Almindelige lokaler med hårde materialer på vægge, loft og gulve vil reflektere lydbølger, og medføre såkaldte stående bølger (figur 3). Målerum hvori der skal udføres frit felt audiometri bør derfor tilstræbes at være så lyddøde som muligt.



Figur 3 Stående bølger

Refleksioner og stående bølger resulterer i, at lydtrykket fra højttaleren ikke aftager jævnt i forhold til afstanden. Afhængende af rummets udformning og højttalerplaceringen, vil der optræde toppe og dyk på karakteristikken (figur 4³).



Figur 4 Lydtrykniveau af en 1350 Hz rentone som funktion af afstanden i en typisk audiometriboks. Den stiplede linie viser den "inverse afstands lov".

Traditionelle rentone stimuli er derfor ikke anvendelige som testsignal i frit felt, med mindre man råder over et decideret lyddødt rum. I stedet benyttes smalbandsstøj eller frekvensmodulerede (FM) toner, også kaldet warble toner.

4.4 Opstilling af højttalere, kontrol af målerum / refleksioner (quasi-frit lydfelt)

ISO 8253-3 foreskriver højttaleropstilling (for taleaudiometri) som vist på figur 1.

Testpersonen er placeret på akse for den højttaler, hvorfra testsignalet udsendes. Støj udsendes fra to højttalere, der er placeret symmetrisk i 45 graders vinkel på hver side af testpersonen. Alternativt til den viste opstilling, kan centerhøjttaleren placeres i et hjørne, og sidehøjttalerne ved væggene. Af pladshensyn kan denne opstilling være hensigtsmæssig i (små) audiometrirum.

ISO 8253-2 beskriver ud over frit felt (decideret lyddødt rum eller udendørs) og diffust lydfelt (refleksionsrum) et "quasi-frit lydfelt". I det quasi-frie lydfelt har målerummets reflekterende flader "moderat" effekt på lydfeltet. Nedenstående betingelser opstilles for etablering og kontrol af et quasi-frit lydfelt :

- A) Højttaleren skal anbringes i hovedhøjde i forhold til en siddende testperson. Højttaleren skal pege mod referencepunktet, der er defineret som midtpunktet på en ret linie mellem testpersonens øregangsåbninger. Afstanden mellem referencepunktet og højttaleren skal være mindst 1 meter.
- B) Uden testpersonen og stolen i rummet, og med alt udstyr og personale anbragt hvor de vil være i testsituationen, kontrolleres, at lydtrykket fra højttaleren 15 centimeter til højre og venstre for referencepunktet og 15 centimeter over og under referencepunktet højst afviger +/- 2 dB fra lydtrykket i selve reference punkt. (For samtlige testfrekvenser).
- C) Under de samme betingelser kontrolleres, at lydtrykket i højttalerens akseretning 10 centimeter foran og bagved referencepunktet ikke afviger med mere end +/- 1 dB fra den inverse afstandslov, se nedenstående tabel. (For samtlige testfrekvenser).

Afstand fra højttaler til referencepunkt	Lydtryk i referencepunkt - 10 cm		Lydtryk i referencepunkt + 10 cm	
	Afstand:	Lydtryk:	Afstand:	Lydtryk:
1,0 meter	0,9 m	$P_{ref} + 0,9 \text{ dB}$	1,1 m	$P_{ref} - 0,8 \text{ dB}$
1,5 meter	1,4 m	$P_{ref} + 0,6 \text{ dB}$	1,4 m	$P_{ref} + 0,6 \text{ dB}$
2,0 meter	1,9 m	$P_{ref} + 0,4 \text{ dB}$	2,1 m	$P_{ref} - 0,4 \text{ dB}$

Tabel 1 : "Invers afstandslov". P_{ref} er lydtrykket i referencepunktet.

Før ovenstående test udføres med de aktuelle testsignaler (warbletoner), kan minima og maxima på grund af stående bølger eventuelt bestemmes ved hjælp af rentoner. Disse ekstremer vil være meget udtalte når der måles med rentoner, og skal naturligvis undgås ved valg af referencepunkt.

Eksempel på beregninger for kontrol af lydfelt, afstand fra referencepunkt til højttaler er 1,5 meter.

Målt lydtryk i referencepunkt : $P_{ref} = 68,5 \text{ dB SPL}$

Grænseværdier for lydtryk 15 cm over, under, til højre og venstre for referencepunkt :

$$68,5 \text{ +/- } 2 \text{ dB} = 66,5 - 70,5 \text{ dB SPL}$$

Grænseværdier for lydtryk 10 cm foran referencepunktet :

$$(68,5 + 0,6) \pm 1 \text{ dB} = 68,1 - 70,1 \text{ dB SPL}$$

Grænseværdier for lydtryk 10 cm bagved referencepunktet :

$$(68,5 - 0,6) \pm 1 \text{ dB} = 66,9 - 68,9 \text{ dB SPL}$$

Målerummet kontrolleres vha. en lydtrykmåler i "FAST" indstilling. Lydtrykmåleren bør være forsynet med et forlængerstykke eller placeres på et stativ, for at undgå refleksioner fra den person der holder lydtrykmåleren. Hvis der vælges en lineær skala vil forholdsvis små ændringer i lydtrykket give stor ændring i viserudslaget. Hvis viseren fluktuerer pga. warble signalet, benyttes maximalværdien som måleresultat.

Lydtrykket i referencepunktet bestemmes først ved den laveste testfrekvens, som skal benyttes (her har rummet den største indflydelse). Der måles i omegnen omkring referencepunktet. Hvis betingelserne ikke er opfyldt, må referencepunktet og/eller højtalerne samt udstyr og møbler flyttes til en anden position, hvorefter der måles igen.

Erfaringsmæssigt skal der flyttes minimum 0,5 meter, før der kan konstateres nogen målbar effekt.

Lydfeltet skal kontrolleres i hele frekvensområdet med de aktuelle testsignaler (f.eks. warble toner ved de audiometriske frekvenser i området 250 Hz til 8 kHz). Det kontrolleres, at afvigelse i området omkring referencepunktet ikke overstiger de anførte værdier.

Referencepunktet kan markeres ved hjælp af et lod, nedhængt i en snor fra loftet.

Mærk også udstyrets placering i rummet op, f.eks. med tapestrimler på gulvet. Vær opmærksom på, at lydfeltet kan blive påvirket, hvis der anbringes nyt udstyr/møbler i målerummet. Stolen i lyttepositionen bør være forsynet med hovedstøtte.

5. Testsignaler

Rene toner kan som nævnt ikke anbefales som testsignaler i forbindelse med tærskelbestemmelse i frit felt, med mindre målerummet er decideret lyddødt. Derfor er mange audiometre udstyret med warble toner til formålet. Der findes internationalt anerkendte standarder (ISO 389-7), som kan benyttes til kalibrering af warble toner.

En anden mulighed er at benytte filtreret støj. Kalibreringsværdier findes i litteraturen⁴, og i ISO 389-7 (kun for diffust felt).

5.1 Warble toner

Benyttes for eksempel til tærskelbestemmelse og functional gain undersøgelser.

Center- og modulationsfrekvens, båndbredde og kurveformen for det modulerende signal er fastlagt af audiometerproducenten, og kan som regel ikke ændres af brugeren. ISO 8253-2 opstiller følgende kriterier for FM toner :

ISO 8253-2	Almindeligt forekommende audiometre
Centerfrekvenserne bør være som specificeret i IEC 645-1 eller ISO 266 og med mindre tolerance end +/- 3%	Vil normalt være overholdt for alle audiometre
Kurveformen for det modulerende signal bør være sinus eller trekant med symmetriske stigninger og fald på en lineær eller logaritmisk akse	Vil normalt være overholdt for alle audiometre
Modulationsfrekvensen bør være mellem 4 og 20 Hz og med mindre tolerance end +/- 10%	Vil normalt være overholdt, men varierer med fabrikatet. Se audiometrets manual
Båndbredden bør være mellem +/- 2,5% og +/- 12,5% i forhold til centerfrekvensen og med mindre tolerance end +/- 10 %	Vil normalt være overholdt, men varierer med fabrikatet. Se audiometrets manual

Tabel 2: Elektroakustiske krav til audiometre

Desuden findes krav til forvrængning og/eller rampen af det modulerende signal. Disse krav vil normalt være overholdt for alle audiometre.

5.2 Smalbåndsstøj

Har samme anvendelsesområde som warble toner. Smalbåndsstøj skal overholde kravene i IEC 225 (f.eks. 1/3 oktaver) eller kravene for smalbånds maskerings støj i IEC 645-1. De fleste audiometre har maskerings støj, som overholder disse krav, men det kan være problematisk at benytte denne støj som testsignal til frit felt audiometri.

Hørehæmmede testpersoner kan ved de relativt højfrequente støjsignaler, høre signalet i stopbåndet, men ikke nødvendigvis i pasbåndet. Dette forhold skyldes manglende afskæring nedadtil, hvor kravet er 12 dB pr. oktav. Eksempelvis skal niveauet ved 500 Hz blot være 12 dB lavere end ved 1000 Hz for at overholde IEC 645-1.

Kravene til flankestejlhed er fastlagt med udgangspunkt i effektiv maskering af rentoner ved brug af hovedtelefoner, og er hertil fuldt ud tilstrækkelige.

Til toneaudiometri i frit felt bør warble toner foretrækkes som testsignal (også anbefalet i litteraturen¹).

5.3 Tale

Taleaudiometri i frit felt anvendes bl.a. til vurdering af hørehandicap i arbejdsskadesager og bestemmelse af skelnetab (discrimination loss = DL) med og uden høreapparat.

Det mest udbredte danske materiale for taleaudiometri er DANTALE , CDén fra 1988, som benyttes på de fleste af landets hørelinikker. Ud over talematerialet omfatter CDén et støjsignal, som kan anvendes ved taleforståelighedsmåling i støj.

Ved bestemmelse af DL i støj vil DANTALE ordlister/DANTALE støj afspillet ved 0 dB signal/støj forhold svare til Gentoft Standardordlister/Gunnar Nu støj afspillet ved +10 dB signal/støj forhold ,

ISO 8253-3 foreskriver, at signalerne fra de to støjhøjtalere skal være ukorrelerede (har betydning for maskeringsvirkningen af støjsignalet)*.

* Note : Indtil videre anbefales at de to støjhøjtalere slutes parallelt til effektforstærkeren. Parallel tilslutning forventes ikke at have større indvirkning på undersøgelsesresultat. Alternativt kan der anvendes to CD afspillere med hver sin DANTALE CD, hvorved de to støjkanaler bliver ukorrelerede. Vha. opstillingen med to CD afspillere, vil det være muligt at undersøge virkningen af ukorrelerede/korrelerede støjsignaler.

6. Kalibrering

6.1 Warble toner

Som udgangspunkt for kalibrering af warble tone lydtrykniveauerne benyttes værdierne i ISO 389-7 for minimum audible field (*binaural, on-axis*).

Freq./ Hz	125	250	500	1000	2000	4000	6000	8000
dB SPL	22,0	11,0	4,0	2,0	-1,5	-6,5	2,5	11,5

Tabel 3: ISO 389-7 afrundet til nærmeste halve dB.

I praksis placeres målemikrofonen i referencepunktet og audiometret indstilles til f.eks. 60 dB HL.

Kalibreringsniveauet for den enkelte frekvens beregnes som summen af indstillingen og værdien fra tabellen f.eks. :

250 Hz, audiometerindstilling 60 dB HL, kalibreringsniveau = $60 + 11,0 = 71$ dB SPL

Den monaurale frit felt tærskel ligger 3 dB højere end angivet i tabellen. Ved monaural tærskelbestemmelse i frit, blokeres den ene øregang. En insert hovedtelefon kan evt. benyttes til maskering.

For ikke-standard off-axis målinger findes korrektionstabeller for 45° og 90° lydindfald i appendix 2.

6.2 Smalbåndsstøj

Som nævnt ved omtalen af smalbåndsstøj som testsignal anbefales det ikke at benytte audiometrets maskeringsstøj som testsignal. Det vil endvidere være problematisk at benytte et støjsignal til bestemmelse af monaurale høretærskler, hvis der er behov for kraftigere maskering, end der kan opnås ved at blokere øregangen.

Kalibreringsværdier for smalbåndsstøj er derfor udeladt i denne håndbog. Hvis der i forbindelse med specielle anvendelser er behov for kalibrering af smalbåndsstøj, henvises til tærsklerne for diffust felt (refleksionsrum) i ISO 389-7 standarden og øvrig litteratur (appendix 4).

6.3 Taleaudiometri

Ved undersøgelse af tale i støj anbefaler ISO 8253-3 65 dB SPL taleniveau.

Før opstillingen kalibreres i niveau, bør systemets frekvensgang kontrolleres (og evt. equalizes). Hertil benyttes DANTALE CDéns spor 20, index 6, og en 1/3 oktav spektrumanalysator, eller lydtrykmåler med lignende faciliteter.

Hvis udstyr af den art ikke er til rådighed, kan en konventionel lydtrykmåler benyttes sammen med en CD med 1/3 oktav støjband (f.eks "Westra digital audiometrie disc nr. 1").

IEC 645-2 opstiller nedenstående krav til systemets maximale afvigelse fra ret frekvensgang.

Frekvensområde	Tolerance*
125 Hz - 250 Hz	0/-10 dB
250 Hz - 4 kHz	+/- 3 dB
4 kHz - 6,3 kHz	+/- 5 dB

Tabel 4: krav til maksimal afvigelse fra ret frekvensgang (IEC 645-2)

Ved kalibrering af niveau i frit felt kan 1 kHz warble tone fra DANTALE CDéns spor 20, index 1 benyttes. Vær opmærksom på, at dette signal er indspillet ved $L_{ref} + 10$ dB, og således er 10 dB kraftigere end talesporet. 1 kHz warble tonen har en varighed på 10 sekunder, benyt evt. blok repeat funktionen på CD afspilleren.

I IEC 645-2 anbefales, at niveauet justeres, så audiometrets visning svarer til lydtrykniveauet i dB SPL. Det er vigtigt, at betjeningspersonalet ved hvilken forskrift der er anvendt. Ved taleaudiometri med hovedtelefoner indstilles niveauet ofte så 0 dB HL svarer til ca. 20 dB SPL målt på 6 cm³ kobler (svarende til 50 % identifikation af talord i ro for normalthørende).

Eksempel på beregning af kalibreringsniveau med anvendelse af 1 kHz warble tone fra DANTALE (spor 20, index 1) :

audiometerindstilling 60 dB HL, kalibreringsniveau = $60 + 10 = 70$ dB SPL

Støjsignalerne kalibreres hver for sig med 3 dB lavere niveau, hvilket giver det korrekte resulterende niveau med to (ukorrelerede) højttalere. Ved anmeldelse af høreskader til Arbejdsskadestyrelsen anbefales som nævnt et lydtrykniveau på 65 dB SPL og 0 dB signal/støjforhold.

Kalibreringen kan eventuelt kontrolleres i referencepunktet med begge højttalere samtidigt, ved at måle lydtrykniveauet for løbende tale eller støjsignalet vha. en integrerende lydtrykmåler (Leq værdi).

* Specifikationerne er gældende når der benyttes digitalt medie og afspillerudstyr (f.eks. CD eller DAT). Hvis analogt udstyr (f.eks. kassetband) benyttes, tillades +/-1 dB større tolerance i det midterste frekvensområde, og +/- 2 dB større tolerance mod højere og lavere frekvenser.

DELTA Acoustics & Vibration
Technical Audiological Laboratory -TAL

DANTALE støjen (højre kanal) og løbende tale (venstre kanal, spor 12-14) er indspillet ved nominelt niveau (Lref). Det aflæste lydtrykniveau ved en kontrolmåling med disse signaler, skal således svare til audiometrets visning i dB HL.

I ISO 8253-3 anbefales generelt at benytte C-vægtning ved måling af lydtrykniveauer for tale. For lister med enkeltord kan lydtrykniveauet estimeres ved gennemsnitsværdien af maximal lydtrykniveauerne minus 5 dB, med lydtrykmåleren stillet i "Impulse" og "C"-vægtning.

Appendix 1 - Referencer

1. Rochlin, Gail D
Status of Sound Field Audiometry among Audiologists in the United States
J. Am. Acad. Audiol. 4: 59-68 (1993)
2. Brixen Eddy Bøgh, Voetmann Jan
Praktisk Elektroakustik
Teknisk Forlag (1987)
3. Walker G, Dillon H, Byrne D
Sound Field Audiometry : Recommended Stimuli and Procedures
Ear and Hearing Vol. 5, No. 1 (1984)

Wilber LA

Calibration: pure tone, speech and noise signals

In : Katz J, ed. Handbook of Clinical Audiology. 3rd Ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 116-150 (1985)

Elberling C, Ludvigsen C, Lyregaard PE

DANTALE - Compact Disk, Teknisk Rapport

Laboratoriet for Akustik, DTH (1988)

Keidser, Gitte

Reference-data for DANTALE (Normalhørende)

Laboratoriet for Akustik, DTH (1991)

Salomon Gerhard, Parving Agnete, Danielsen Kurt

Definitioner og gradueringer af høreskader og kommunikationshandicap til brug med medikolegale kompensationer

Ugeskrift for læger 147, 685-691 (1985)

Petersen, Tove Helene

Implementering af Dantalematerialet ved fastlæggelse af høreskadeerstatninger

Afgangsprojekt fra Københavns Universitet 1992

Appendix 2 - Korrektionstabeller for 45° og 90° lydindfald.

ISO 226

Frekvens/ Hz	45°/dB	90°/dB
125	0.5	1.0
250	1.0	2.0
500	3.0	4.5
1000	4.0	5.5
2000	3.0	2.0
4000	4.0	-0.5
6300*	7.5	10.0
8000	5.5	8.5

Tabellen benyttes til korrektion af kalibreringsniveauer ved toneaudiometri (afsnit 5.1), hvis ISO standard (0° lydindfald) ikke benyttes.

Eksempel på beregning af kalibreringsniveau for 90° lydindfald :

250 Hz, audiometerindstilling 60 dB HL, kalibreringsniveau = $60 + 11,0 + 2,0 = 73$ dB SPL

* Standarden angiver ingen værdi for 6000 Hz

Appendix 3 - Standardoversigt

Relevante standarder i forbindelse med audiometri.

Kan rekvireres hos :

Dansk Standard Telefon 39 96 61 01
Kollegievej 6 Telefax 39 96 61 02
2920 Charlottenlund

IEC

225 Octave, half-octave and third-octave band filters intended for the analysis of sounds and vibrations
303 Coupler
318 Artificial ear
373 Mechanical coupler
645-1 Audiometers - pure tone
645-2 Audiometers - speech
942 Sound calibrators
1027 Acoustic admittance instruments

ISO

226 Equal loudness contours
266 Acoustics - Preferred frequencies for measurements
389-1 Reference zero, pure tone air conduction
389-7 Reference zero, threshold of hearing under free-field and diffuse-field listening conditions
6189 Acoustics - Pure tone air-conduction threshold audiometry
7029 Acoustics - Threshold of hearing
7566 Reference zero, pure tone bone conduction
8253-1 Test methods - pure tone air and bone
8253-2 Test methods - sound field, pure tone and narrow-band
8253-3 Test methods - speech (draft)
8798 Reference zero, narrow-band masking noise

OIML

R-104 International recommendation - pure-tone audiometers

Appendix 4 - Litteraturliste

Arlinger SD, Jerlvall LB

Reliability in warble-tone sound field audiometry

Scand. Audiol. 16, 21-27 (1987)

Anderson CD

New ideas in sound field systems

Hear. instrum. 30, 12-13 43 (1979)

Barry SJ, Resnick SB

Absolute thresholds for frequency modulated signals: effects of rate, pattern and percentage of modulation

J. Speech. Hear. Disord. 43, 192-199 (1978)

Byrne DJ, Dillon H

Comparative reliability of warble tone thresholds under earphones and in sound field.

Aust. J. Audiol. 3, 12-14 (1981)

Dillon H, Walker G

the perception of normal hearing persons of intensity fluctuations in narrow band stimuli and its implication for sound field calibration procedures

Aust. J. Audiol. 2, 72-82 (1980)

Dillon H, Walker G

The effect of acoustic environment on the reliability of sound field audiometry

Aust. J. Audiol. 3, 67-78 (1981)

Dillon H, Walker G

Comparison of stimuli used in sound field audiometric testing

J. Acoust. Soc. Am. 71, 161-172 (1982)

Dillon H, Walker G

The selection of modulation waveform for frequency modulated sound field stimuli

Aust. J. Audiol. 4, 56-61 (1982)

Dillon H, Walker G

An optimum bandwidth for audiometric sound field stimuli

Paper presented at annual ASHA convention, Toronto Canada. AHA 24, 778 (1982)

Duffy J

Sound field audiometry and hearing aid advisement

Hear. Instrm. 29, 6-12 (1978)

Goldberg H

Discrete frequency sound field audiometry

Hear. Aid J. 32, 7-ff (1979)

Goldberg H

Sound field audiometric measurements

Audcibel 1, 183-186 (1981)

Lippmann R, Adams D

A 1/3 octave-band noise generator for sound field audiometric measurements
J. Speech Hear. Disord. 47, 84-88 (1982)

Morgan D, Kirks D, Bower D

Suggested threshold sound pressure levels for frequency modulated warble tones in the sound field
J. Speech Hear. Disord 44, 37-54 (1979)

Orchik D, Mosher N

Narrow band noise audiometry: the effect of filter slope
J. Am. Aud. soc. 1, 50-53 (1975)

Orchik D, Rintelmann W

Comparison of pure-tone, warble-tone and narrow band noise thresholds of young normal hearing children
J. Am. Aud. Soc. 3, 214-220 (1978)

Reilly N

Frequency and amplitude modulation audiometry
Arch. Otolaryngol. 68, 363-366 (1958)

Staab W, Rintelmann W

Status of warble-tone in audiometers
Audiology 11, 244-255 (1972)

Walker G

The pure tone in sound field testing: Experimental results and suggested procedures
Aust. J. Audiol. 1, 49-60