

# Hörselmätning i företagshälsovård och primärvård

SAME:

Bengt Almqvist

Stig Arlinger

Lars Bergholtz

Eva Bjuréus

Lena Ekström

Sten Harris

Mari Holmberg

Arne Leijon

Ingrid Lennart

Inger Wikström

Särtryck ur "Metodbok i praktisk hörselmätning"

---

**SAME**

# Innehåll

<b>1 Förord</b>	3
<b>2 Introduktion</b>	4
<b>3 Allmänna förutsättningar</b>	6
<b>4 Psykoakustiska test med tonstimuli</b>	8
Screeningaudiometri med tröskelbestämning	9
Békésyaudiometri med fast frekvens	12
<b>5 Krav på hörselmätplats</b>	16
Bakgrundsljudnivåer vid hörtröskelmätning	17
Övriga krav på mätplatsens miljö	20
<b>6 Krav på audiometrar</b>	21
<b>7 Subjektiv kontroll av audiometerfunktion</b>	23
<b>8 Audiogramblanketten</b>	24

# 1 Förord

Enhetlig och standardiserad metodik är en viktig förutsättning för utförande av tillförlitliga hörselmätningar. För att möjliggöra detta bildades arbetsgruppen SAME - Svenska Audiologiska Metodboksgruppen - med målsättning att utarbeta metodbeskrivningar för alla hörselmätmetoder som användes i inom den svenska hörselvården. Arbetsgruppen representerade tekniska och medicinska audiologer och hörselvårdsassistenter. Hösten 1982 var arbetet med "Metodbok i praktisk hörselmätning" färdigt, och manuskriptet hade då varit utsänt på remiss till landets audiologiska avdelningar, större hörcentraller och andra instanser. Metodboken är idag den etablerade beskrivningen för hur hörselmätningar ska utföras och den givna läroboken i alla utbildningar inom hörselvården.

Hörselmätningar görs emellertid inte bara inom hörselvården utan också i stor omfattning inom exempelvis företagshälsövård, primärvård och skolhälsovård. De metoder som tillämpas där är dock ganska begränsade och gäller huvudsakligen hörtröskelbestämningar som underlag för ev remiss till hörselvården. Olika yrkeskategorier med mycket varierande utbildning i hörselvård utför dessa mätningar. För att nå dessa grupper med de avsnitt, som är av betydelse för just deras arbete, har detta särtryck tagits fram.

Särtrycket utgörs alltså av valda delar av Metodboken i oförändrad form. Förutom de direkta metodavsnitten har medtagits inledande allmänna avsnitt och avsnitt som berör krav på hörselmätplats och på audiometrar och förslag till funktionskontroll av audiometer. Ofta antecknas resultaten av hörselmätningar i form av de siffervärden som erhålls för hörtrösklarna. Ibland utnyttjas dock den grafiska formen, audiogrammet, och därför har också synpunkter på dess utformning medtagits.

Genom att urvalet i detta särtryck är anpassat till behovet tror vi att det kommer att fylla en väsentlig funktion för enhetlig metodik vid hörselmätning inom företagshälsövård, primärvård, skolhälsovård etc.

Linköping i april 1986

*Stig Arlinger*

ordf. arbetsgruppen SAME



## 2 Introduktion

Hörselmätning, audiometri, i olika former ger det grundläggande underlaget för såväl diagnostik som behandling och rehabilitering av patienter med hörselskador. Det är självfallet angeläget att göra mätnoggrannheten vid audiometri så hög som möjligt. Till detta bidrar bl a en entydigt definierad metodik. När samma mätförfarande tillämpas vid upprepade mätningar på samma patient ökar förutsättningarna att säkert påvisa förändringar. Genom att samma metodik används på alla kliniker i landet blir det lättare att göra jämförelser av mätresultat.

**Urvalet** av metoder i denna bok har skett enligt principen att ta med alla etablerade metoder som är möjliga att beskriva på ett entydigt sätt och som huvudsak utnyttja allmänt tillgänglig apparatur. Ett stort antal kliniker i landet tillfrågades vid arbetets början om sina synpunkter och önskemål i detta avseende.

**Utformningen** av varje metodbeskrivning har skett med målsättning att ge en så fullständig beskrivning som möjligt av det praktiska tillvägagångssättet vid undersökningens genomförande. Varje beskrivning är uppdelad i sju avsnitt:

- *Indikationen*, som ger en grov anvisning om i vilket sammanhang metoden normalt tillämpas.
- *Förutsättning*, som anger de villkor kring patienten som bör vara uppfyllda för att mätningen skall gå att genomföra.
- *Utförande*, där själva mätningens genomförande inklusive patientinstruktion beskrivs.
- *Markering*, dvs anteckning eller grafisk beskrivning av mätresultatet.
- *Kommentarer*, som innehåller kompletterande information.
- *Teknisk utrustning* inklusive speciella krav på mätmiljön.
- *Referenser* till allmänt tillgängliga böcker och tidskrifter som utnyttjats för metodbeskrivningen eller där ytterligare information kan hämtas.

Arbetsgruppen har valt att inte ta upp i vilka kliniska frågeställningar en viss metod bör väljas och en annan uteslutas. Ej heller diskuteras hur resultatet

av en viss mätmetod skall tolkas diagnostiskt eller med avseende på olika rehabiliteringsmässiga insatser. Avsikten med boken är att den skall ge fullständig beskrivning på tillvägagångssättet. En korrekt tillämpning av metoden kräver större kunskaper i hörselns anatomi, fysiologi och patofysiologi, akustik och psykoakustik samt inte mist patientpsykologi än som ges i denna bok.

Beroende på formen av samverkan mellan mätapparatur och patient samt patientens roll i mätproceduren har de beskrivna metoderna indelats i tre huvudgrupper:

- psykoakustiska metoder
- impedansaudiometriska metoder
- elektrofysiologiska metoder

De psykoakustiska metoderna har pga omfattningen indelats i tre grupper: psykoakustiska metoder med tonstimuli resp med talstimuli samt barnaudiometri.

Metodbeskrivningarna följs av vissa allmänna synpunkter på hörselmätplatsen och på audiometrisk utrustning. Alla förslagna grafiska symboler är sammanförda till ett avsnitt, följt av ett förslag till gemensam audiogramblankett. Slutligen ingår en förteckning över termer och förkortningar som ett sakregister.

# 3 Allmänna förutsättningar

För de flesta metoder, som beskrivs i denna bok, gäller vissa allmänna förutsättningar, som undersökaren bör uppmärksamma:

- 1 En förutsättning för att undersökningen skall kunna genomföras och säkra svar erhållas är att de fysikaliska kraven på hörselmätplatsen är uppfyllda (kap 9). Se också till att mätutrustningen med jämna mellanrum kontrolleras (kap 10 och 11).
- 2 En patient, som kommer för hörselmätning, bör ej de närmaste timmarna före undersökningen ha utsatts för hörselskadligt buller. Härigenom minskar man risken att temporär hörselnedsättning (TTS) påverkar mätresultaten.
- 3 Slå alltid på mätapparaturens strömbrytare innan ljudgivare anbringas på patienten. Dels bör apparaturen få en uppvärmningstid på minst 5–15 minuter, dels undviks härigenom att patienten av misstag utsätts för kraftig ljudstimulering, som kan förorsaka skada. Efter varje avslutad mätning skall attenuatorn återställas till lägsta stimulationsnivå.
- 4 Innan undersökningen påbörjas, tar man upp en kort anamnes. Be patienten beskriva sina subjektiva besvär och ange om hörseln är bättre på det ena eller det andra örat. Var också noga med att berätta för patienten vad som kommer att hända och vad undersökningen innebär. Det är viktigt för mätresultatets säkerhet att patienten känner sig väl omhändertagen av den som skall utföra mätningen så att patienten är lugn och avspänd under själva undersökningen. Flera yttre faktorer kan bekymra patienten: oro för hörselskadan, för eventuella kirurgiska ingrepp, för att vara på sjukhus, för parkeringstidens utgång och en mängd övriga mer eller mindre kända psykologiska faktorer. Det gäller för undersökaren att minska denna oro. Det är också viktigt att patienten är utvilad. Är han trött, är det många gånger bättre att uppskjuta undersök-

ningen till en annan dag. Att utföra för många undersökningar i rad tröttrar ut patienten och minskar hans möjlighet att medverka adekvat.

- 5 Före undersökningen bör man försäkra sig om hörselgången är fri från vax. Otoskop bör finnas tillgängligt vid varje mätplats.
- 6 Då hörtelefoner används vid mätningen, bör man vid påsättandet av dessa noga observera att telefonen placeras mitt för hörselgångsmynningen. Se också till att hörtelefonen ligger väl an mot ytterörat och att det inte finns något hår emellan. Patienten bör ej ha glasögon eller örhängen på sig. Vid trånga och/eller mjuka hörselgångar finns risk för att hörselgången faller samman, då hörtelefonen läggs an mot ytterörat. Detta påverkar ljudöverföringen och ger upphov till skenbart oförklarliga, ofta mot diskanten sluttande hörselnedsättningar. Det hela kan lätt avhjälpas genom att en slang eller spets av en engångsöröntratt placeras i hörselgången och håller denna öppen. Man bör då använda så vid slang som möjligt och den kan lämpligen märkas med ett stycke rött märkgarn, som träs genom dess lumen och därefter sammanknyts. Anteckna på audiogramblanketten, om det föreligger sammanfallande hörselgång, eftersom slang konsekvent måste användas vid alla mätningar, där hörtelefon användes. Utför dock alltid mätningen först utan slang.
- 7 Då bentelefon används vid mätningen, är det viktigt att justera läget till patienten anger högsta ljudstyrka. Det är också viktigt att observera att den ej kommer i kontakt med ytterörat. Bentelefonen är känslig för yttre våld och att exempelvis tappa den i golvet kan leda till att stimulationsnivån ej blir den avsedda, eller att distorsionen kraftigt ökar.
- 8 De delar av mätutrustningen som är i kontakt med patienten skall regelbundet rengöras. I de flesta fall, exempelvis vid rengöring av hörtelefoner och bentelefoner, rekommenderas avtvättning med sprit. Vid mätning på patienter med infekterade öron användes plastsydd till hörtelefonen.
- 9 Anvisningarna beträffande från vilken ålder de olika testen kan utföras förutsätter att biologisk ålder och utvecklingsålder överensstämmer. Om psykomotorisk utvecklingsstörning föreligger måste givetvis hänsyn tas härtill.
- 10 Under rubriken *utförande* finns för de tester, där det är aktuellt, testfrekvenserna angivna. Frekvenserna anges i den ordning de skall testas. Parentes kring en frekvens innebär att denna frekvens kan testas, om det är önskvärt.

# 4 Psykoakustiska test med tonstimuli

Psykoakustiska test med tonstimuli utgör en grupp metoder som förutsätter patientens aktiva medverkan. Med dem söker man bestämma en hörselnedsättnings omfattning och typ.

Samtliga test förutsätter att patienten är psykiskt klar, förstår instruktionerna och kan medverka på rätt sätt.

Testen kan utföras på patienter från 6–10 årsålder (något varierande beroende på typ av test) förutsatt normal psykomotorisk utveckling.

Det är av avgörande betydelse för mätresultatet att patienten får noggranna instruktioner angående testets utförande och att undersökaren rättar sitt arbete efter patientens förmåga att medverka.

Observera alltid patienten under mätningen för att kontrollera att han medverkar adekvat. Han bör därför inte i onödan utsättas för ljudstimuli, som han upplever obehagliga eller som kan ha skadlig inverkan.

Försök alltid uppskatta hur säker patienten varit vid undersökningen och tag också reda på om han besväras av tinnitus. Detta bör anges vid resultatredovisningen.

## Screeningaudiometri med tröskelbestämning

Screeningaudiometri är ett snabbt och enkelt sällningsförfaranden. Toner av olika frekvenser presenteras på en fast förutbestämd nivå, screeningnivån. De är antingen hörbara eller ohörbara för lyssnaren och resultatet visar således huruvida hörtrösklarna är sämre eller bättre än den använda screeningnivån. Screeningaudiometri kan kombineras med tröskelbestämning på de testfrekvenser, där screeningnivån ej är hörbar.

### INDIKATION

För att snabbt kontrollera om hörtrösklarna är bättre eller sämre än en viss screeningnivå eller om bakgrundsljudnivåerna omöjliggör tröskelbestämning under denna nivå.

### FÖRUTSÄTTNING

Undersökningen kan användas från 6–7-årsåldern. För barn under skolåldern, se Lekaudiometri sid 132.

### UTFÖRANDE

**Testfrekvenser:** Beroende på tillämpning önskat antal i följande ordning 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000, 500, 250, och 125 Hz

**Patientinstruktion:** Instruera patienten

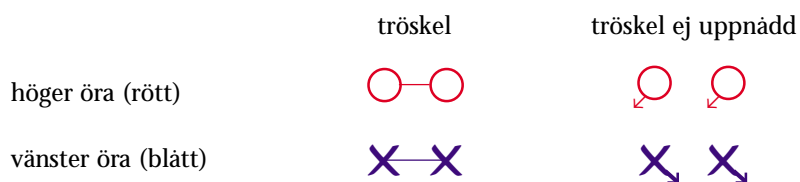
- att korta toner kommer att höras (tala om vilket öra som kommer att testas först)
  - att tonerna tidvis kan vara mycket svaga
  - att med signalknapp, ord eller gester ange så fort en ton hörs
- 1 Ställ in den första testfrekvensen. Presentera en ton på ca 40 dB HL och kontrollera att patienten uppfattat instruktionerna.
  - 2 Om nivån 40 dB ej är hörbar, öka i 10 dB-steg tills patienten svarar.
  - 3 Sänk därefter tonnivån till önskad screeningnivå och presentera två

testtoner av 1–2 sekunders längd och med 3–5 sekunders paus mellan tonerna. Om båda dessa uppfattas har patienten klarat screeningtestet vid den första testfrekvensen.

- 4 Om bara en ton uppfattas, presenteras en tredje ton. Om denna ton uppfattas har patienten klarat screeningtestet vid den första frekvensen. Om den ej hördes eller om ingen av de första tonerna uppfattades, har patienten ej klarat screeningtestet.
- 5 Om tröskelbestämning skall ske, presenteras toner med nivå som ökas i 5 dB-steg, en ton på varje nivå.
- 6 Då svar erhålls, sänks nivån med 10 dB. Öka sedan i 5 dB-steg tills nytt svar erhålls. Om de två svaren erhållits på samma nivå, är detta tröskelnivån. Om maskering krävs (se sid 18) måste sådan mätning utföras.
- 7 Om svaren erhöles på olika nivå upprepas punkt 6 tills två svar erhållits på samma nivå, vilken är tröskelnivån för aktuell frekvens.
- 8 Fortsätt med återstående frekvenser och med andra örat med samma förfaringssätt.

## MARKERING

Ofta noteras resultaten i tabellform. Då screeningaudiometrin kombineras med hörtröskelbestämning kan också vanlig audiogramblankett utnyttjas.



Screeningnivån markeras därvid med tydliga S i resp färg i både vänster- och höger kant av audiogramrutan (fig 3).

## TEKNISK UTRUSTNING

Använd audiometer skall uppfylla IEC 645 typ 4. Högsta tillåtna bakgrundsljudnivå beror bl a av screeningnivån – se kapitel 9.

## REFERENSER

Lidén G 1985, *Audiologi*. Almqvist&Wiksell, Stockholm, sid 162, 317.

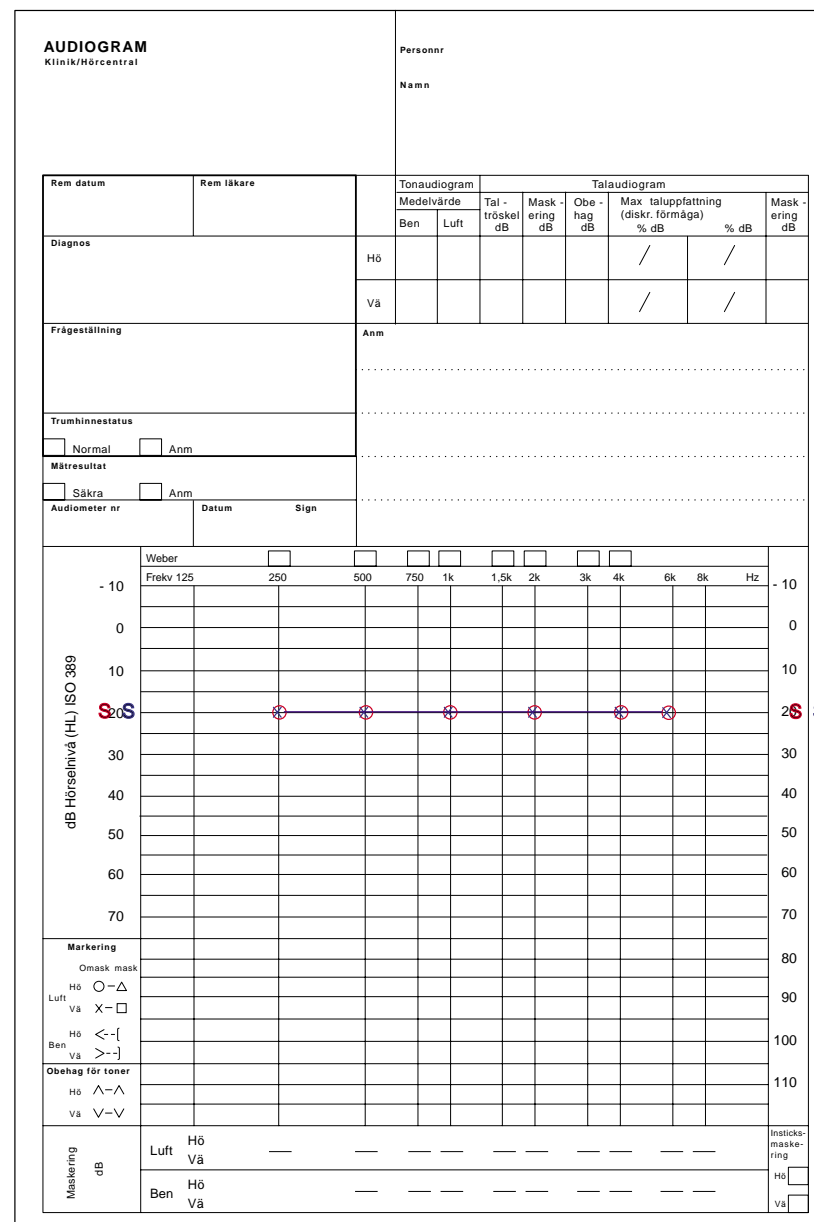


fig 3 exempel på screeningaudiogram

# Békésyaudiometri med fast frekvens

Békésyaudiometri är en metod för automatisk registrering av tontröskeln. Testtonens styrka styrs av patienten. När han hör tonen och visar det genom att trycka på en knapp, minskar tonstyrkan automatiskt. När tonen inte längre hörs, släpper patienten knappen och tonstyrkan ökar.

## INDIKATION

För bestämning av hörtröskel.

Vid utredning av sensorineural hörselnedsättning

Vid misstanke om psykogen hörselnedsättning.

## FÖRUTSÄTTNING

Undersökningen kan användas från 6–7-årsaldern. Om mätningen skall utföras med maskering, skall aktuellt tonaudiogram finnas.

## UTFÖRANDE

Undersökningen kan göras med antingen enbart pulserande ton eller först pulserande och därefter kontinuerlig ton.

### Testfrekvenser:

250, 500, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000, och 8000 Hz eller ett urval av dessa frekvenser.

### Patientinstruktion: Instruera patienten

- att patienten kommer att få höra en svag pulserande ton
- att så länge tonen hörs hålla knappen intryckt
- att genast släppa knappen när tonen inte längre hörs
- att trycka in knappen så snart tonen åter börjar höras

Om man avser att också utföra mätningen med kontinuerlig ton, skall patienten informeras även om detta.

- 1 Ställ in nivåändringshastighet.
- 2 Ställ in utrustningen för mätning med pulserande ton. Koppla in maskeringsbrus om så erfordras.
- 3 Låt patienten träna i ca en halv minut på någon frekvens.
- 4 Börja om vid startfrekvensen när patienten har förstått instruktionen. Presentera tonen 2 minuter.
- 5 Fortsätt med nästa frekvens.
- 6 Upprepa eventuellt mätningen med kontinuerlig ton.
- 7 Låt patienten vila någon minut och testa sedan det andra örat.

## MARKERING

Speciell audiogramblankett används.

höger öra:	pulserande ton: röd kontinuerlig ton: svart
vänster öra:	pulserande ton: blå kontinuerlig ton: svart

Om hörtröskelvärden önskas i siffror kan dessa värden beräknas ur registreringen på följande sätt:

- A 1 Titta på kurvan vid aktuell frekvens. Bortse från första vändpunkten efter en frekvensändring. Tag bara med vändpunkter mellan vilka nivån ändrats mer än 3 dB. (fig 5).
- 2 Beräkna medelvärdet av övre vändpunkterna och medelvärdet av undre vändpunkterna. Beräkna sedan medelvärdet av dessa båda medelvärden. Avrunda till närmaste heltal. Detta värde är tröskeln för den aktuella frekvensen.
- 3 Om färre än sex vändpunkter återstår efter punkt 1 eller om de övre vändpunkterna skiljer sig åt mer än 10 dB eller om de undre vändpunkter skiljer sig åt mer än 10 dB kan tröskeln framräknas men skall anses mindre säker.
- B Om registreringen är regelbunden kan ett närmevärde erhållas genom skattning.

## KOMMENTARER

Tröskelvärden uppmätta med Békésyaudiometer kan inte utan vidare jämföras med konventionellt uppmätta tontröskelvärden, eftersom mätmetoden är annorlunda. Skillnaden är dock som regel högst några dB.

Maskering skall användas om skillnaden mellan testtonens nivå och motsatta örats bästa tröskelvärde för luft- eller benledning är 40 dB eller mer. Det exakta utförandet av maskeringen bestäms av vilken utrustning som används. Maskeringsnivån skall ställas in så att man slipper ändra inställningen alltför ofta då detta kan störa patienten.

Om maskeringsbruset hämtas från en vanlig audiometer, som kopplats samman med Békésyaudiometern, ställs nivån in med ledning av de maskeringsnivåer som tidigare använts vid den vanliga tonaudiometrin. Eftersom testtonens nivå varierar kring hörtröskeln, är det lämpligt att utgå från en maskeringsnivå mitt i det plåtaområde som vid mätning av luftlednings-tröskeln visat sig vara lämplig maskeringsnivå. Om testtonens nivå vid Békésyaudiometri skiljer sig mer än 10 dB från den tidigare funna luftlednings-tröskeln, justeras maskeringsnivån i motsvarande grad.

På vissa Békésyaudiometrar kan man manuellt öka eller minska testtonens nivå med 10 eller 20 dB. Vid misstanke om psykogen nedsättning kan man utnyttja detta för att kontrollera om patienten följer med vid nivåändring.

Vid utredning av sensorineural eller psykogen hörselnedsättning är jämförelse mellan registrering från kontinuerlig och från pulserande ton av diagnostiskt värde. Önskar man endast göra en hörtröskelbestämning räcker det med att använda den pulserande tonen. Om metoden enbart används för hörtröskelbestämning kan kortare testtid än 2 minuter på varje frekvens räcka, dock inte kortare än en halv minut.

Ljudstyrkeändringshastigheten skall i första hand väljas till 2,5 dB/sek. Om annan hastighet har använts skall detta anges på audiogrammet.

## TEKNISK UTRUSTNING

Békésyaudiometer som i tillämpliga delar uppfyller kraven enligt IEC 645.

Vid mätning med pulserande ton skall pulsfrekvensen vara 2,5 Hz. Tonens duration skall vara densamma som intervallet mellan tonerna.

Attenuatorns ljudstyrkeändring skall upplevas som kontinuerlig. Detta innebär att om attenuatorn konstrueras med diskreta steg skall dessa vara 0,5 dB eller mindre.

Maskeringsgeneratoren bör vara kalibrerad i effektiv maskering. Om så inte är fallet skall korrektionsvärde för varje frekvens finnas angivet på apparaten för att förenkla handhavandet.

## REFERENSER

Békésy G v, 1947. A new audiometer. *Acta Otolaryngol* (Stockholm) 35, sid 411–422.

Jerger J, 1960. Békésy audiometry in analysis of auditory disorders. *J Speech Hear Res* 3, sid 275–287.



# 5 Krav på hörsel- mätplats

För önskvärd tillförlitlighet i resultatet av en hörselmätning måste vissa fysikaliska krav på mätplatsen vara uppfyllda. Bakgrundsljudnivån vid patientplatsen måste vara så låg att aktuella test signaler ej kan maskeras eller på annat sätt påverkas. Rumsklimatet måste beaktas med hänsyn till rimlig patientkomfort. Detta är speciellt viktigt vid psykoakustiska mätningar. Kontakten mellan patient och undersökare måste vara sådan att test-situationen hela tiden är under kontroll och att inte missförstånd påverkar mätresultaten.

## Bakgrundsljudnivåer vid hörtröskelmätning

Bakgrundsljudnivåerna vid patientplatsen får ej överskrida vissa värden eftersom mätningen då påverkas. Dessa nivåer är specificerade i tabeller nedan. Tabellerna visar ljudtrycksnivåer i 1/3-oktavband och är baserade på följande förutsättningar:

- Lägsta testtonnivå är 0 dB HL.
- Maximal tolererad maskering (av bakgrundsljud orsakad förhöjning av en sann hörtröskel) uppgår till 2 dB.
- Testtonerna presenteras vid luftledningsmätning via hörtelefon TDH39 med kudde MX41AR (eller annan hörtelefonkombination som visats ha samma luddämpningsegenskaper) och vid benledningsmätning via ben-telefon med testörat fritt och motsatta örat ockluderat av hörtelefon för kontralateral maskering.
- Högsta testtonfrekvens är 8000 Hz.
- Lägsta testtonfrekvens är 125, 250 eller 500 Hz för luftledning resp 125 eller 250 Hz för benledning.

I tabellerna angivna värden är baserade på idag känd kunskap och erfarenhet, som dock inte i sin helhet är invändningsfri eller entydig.

Om lägsta testtonnivå som skall mätas är en annan än 0 dB HL, parallellförflyttas angivna bakgrundsgränser lika mycket. När tex lägsta testtonnivå begränsas till 10 dB HL, höjs tillåtna bakgrundsljudnivåer enligt tabellerna med 10 dB. Om bakgrundsljudnivåerna har mätts upp för en viss mätplats och den funna nivån i ett visst frekvensband ligger tex 5 dB högre än tabellvärdet för detta band, innebär detta att hörtrösklar ner till 5 dB HL kan uppmätas med tillförlitlighet på denna mätplats.

Mätning av bakgrundsljudnivåer bör ske när betingelserna i mätplatsens omgivning är representativa för verksamheten. Om fläkt för ventilation är igång under audiometri, bör den vara det även vid ljudnivåmätningarna. Mätmikrofonen placeras i den punkt där patientens huvud befinner sig vid audiometri, men utan någon person i närheten. Mätningen bör göras med ljudnivåmätare inställd på "RMS Fast" om inte impulsartade ljud dominerar.

För sådant ljud, tex enstaka stegljud, är lämpligaste mätmetod oklar. Vanligen erfordras speciell ljudisolerande hytt för att uppfylla angivna krav. Bakgrundsljudet i en sådan hytt består i princip av tre komponenter:

- omgivningsljud som når hytten via luft
- omgivningsljud som fortplantas via byggnadsstommen till hytten, stegljud från tex närliggande korridorer och tr appor, men också vibrationer från hissar och dörrsmällar
- ljud från hyttens ventilationssystem

God luftljudisolerung kräver kraftiga hyttväggar och perfekt tätning mellan väggelement, vid dörr etc. Ofta tillgrips dubbelvägg med luftspalt mellan väggarna där stor isolering krävs.

God stomljudisolerung kräver dels en tung hytt, dels att hytten är elastiskt uppställd i förhållande till byggnadsstommen. Den får således ej stå stumt på golv och inte ha någon fast, stel förbindelse till närliggande rumsväggar eller tak.

Standardiserad metod för mätning av luftljuds- resp stomljudisolerung saknas.

Lågt ventilationsbuller kräver att luften strömmar med låg hastighet så att turbulens (virvelbildning) undviks.

Om akustisk mätning av bakgrundsljudnivåerna på en hörselmätplats ej kan göras, kan man utföra en psykoakustisk kontroll. Denna förutsätter minst en försöksperson med kända och stabila hörtrösklar, som vid alla testtonfrekvenser skall vara bättre än den för mätplatsen aktuella lägsta testtonnivån. Försökspersonens/ernas hörtrösklar bestäms på mätplatsen med aktuellt presentationssätt (luftledning, benledning). För att mätplatsen skall kunna accepteras får erhållna hörtröskelvärden ej vara sämre än den för mätplatsen avsedda lägsta testtonnivån.

## I Högsta tillåtna bakgrundsljudnivå vid luftledningsmätning

1/3-oktav mittfrekvens	Testfrekvensområde (Hz)		
	125–8000	250–8000	500–8000
31,5	56	66	78
40	52	62	73
50	47	57	68
63	42	52	64
80	38	48	59
100	33	43	55
125	28	39	51
160	23	30	47
200	20	20	42
250	19	19	37
315	18	18	33
400	18	18	24
500	18	18	18
630		18	
800		20	
1000		23	
1250		25	
1600		27	
2000		30	
2500		32	
3150		34	
4000		36	
5000		35	
6300		34	
8000		33	

Högsta tillåtna ljudnivåer i dB SPL i 1/3-oktavband för tonaudiometri luftledning ner till 0 dB HL med högst 2 dB maskering. Lägsta testtonfrekvens är antingen 125, 250 eller 500 Hz. Hörtelefoner är TDH39 med kuddar MX41AR.

## Övriga krav på mätplatsens miljö

Patienten skall kunna sitta bekvämt under undersökningen och skall ej störas eller distraheras av omgivande händelser eller personer, som ej har med mätningen att göra.

På en hörcentral bör mäthyttan vara så stor att patienten med lätthet kan ta sig in i hytten. Även rullstolsbundna och sängliggande patienter bör kunna undersökas i hytten.

Lufttemperaturen i mäthyttan bör vara 20-23°C. Ett ventilationssystem som kan växla hyttens luft med ett flöde av minst 15-20 m<sup>3</sup>/timme och person som vistas i rummet är önskvärt. En relativ luftfuktighet i intervallet 35-65% ingår också i kraven på komfortabelt klimat.

Den audiometriska utrustningen bör vara placerad utanför hytten och uppställd på sådant sätt att patienten vid tonaudiometri ej kan se manuella omkopplingar av signalstyrka och frekvens eller när testton presenteras. Skrivmekanismen på automatiskt registrerade audiometrar skall ej heller vara synlig.

Undersökaren skall kunna se patienten under mätningen, helst genom fönster till mäthyttan. I vissa situationer kan TV-system utnyttjas.

Patient och undersökare bör kunna tala med varandra via en samtalsanläggning. Detta är naturligtvis nödvändigt vid talaudiometri och ljudkvalitetskraven måste då ställa smycket höga så att undersökaren inte missuppfattar patientens var.

Även undersökarens rumsmiljö utanför mäthyttan är viktig med avseende på risk för påverkan på hörselmätningen. Utöver generella arbetsplatskrav beträffande temperatur och ventilation bör understrykas vikten av att arbetsplatsen är avskild från spring och störande inslag. Också här måste bakgrundsljudnivån vara sådan att tal från patienten över samtalsanläggningen säkert uppfattas. Belysningen måste arrangeras så att patienten ses tydligt och att störande reflexer i fönster och apparatur undviks.

# 6 Krav på audiometrar

utdrag ur IEC 645 "Audiometers"

Denna IEC-rekommendation, utgavs 1979, definierar fem olika audiometerkategorier, betecknade typ 1-5. Typ 1 kan sägas vara den mest välutrustade för kliniskt bruk. Typ 2 är en något enklare audiometer för kliniskt bruk med möjlighet till både ton- och talaudiometri. Typ 3 medger tonaudiometri luft- och benledning medan typ 4 endast har luftledning. Typ 5 slutligen är mycket litet specificerad och avser främst speciella konstruktioner.

Skillnaderna ligger sålunda i tillgängliga funktioner, men också i maximala testtonnivåer och i tillgängliga testtonfrekvenser. Typ 1 och 2 skall ha alla elva etablerade testfrekvenser för luftledning från 125 till 8000 Hz medan för typ 4 krävs blott fem frekvenser. I området 500-4000 Hz skall typ 1 kunna gå upp till 120 dB HL för luftledning medan typ 4 skall kunna gå upp till 70 dB HL.

Noggrannhetskraven är däremot gemensamma för alla typer. Nivåtoleransen för både luft- och benledning är  $\pm 3$  dB i området 125-4000 Hz och  $\pm 5$  dB vid 6000 och 8000 Hz. Kravet på frekvensnoggrannhet är  $\pm 3\%$ .

Högsta tillåtna värden för harmonisk distorsion för luftledning är 2% för andra och tredje deltonerna, 0.3% för högre deltoner och 3% för den totala distorsionen. Detta krav gäller vid 75 dB HL på 125 Hz, vid 90 dB på 250 och 8000 Hz och vid 110 dB i området 500-6000 Hz eller vid audiometerens maximalnivåer om dessa är lägre. Ovanstående krav skall uppfyllas vid akustisk mätning på coupler.

För benledning tolereras en andra delton (mätt på artificiell mastoid) på 10% vid 250 Hz/20 dB HL, 5% vid 500-750 Hz/50 dB och 5% vid 1000-4000 Hz/60 dB. Tredje deltonen får vara upp till 5, 2 resp 2%, högre deltoner max 2% och den totala distorsionen högst 12, 6 resp 6%.

Smalbandsbrus för tonmaskering skall ha en bandbredd av minst 1/3 och högst 1/2 oktav.

Ingången för talsignal skall ha en minsta bandbredd på 250-6000 Hz med maximala avvikelser  $\pm 5$  dB relativt 1000 Hz, allt mätt akustiskt.

Bredbandsbrus för talmaskering bör vara skårt med konstant spektrum-nivå upp till 1000 Hz och därefter fallande karaktäristik med lutningen 12 dB/oktav.

För stig- och fallförloppen hos tonpulserna kan sägas att avsnittet från -20 till -1 dB resp från -1 till -20 dB relativt inställd nivå ej får passeras snabbare än på 20 ms. Tiden från tontangentens nedtryckning till -1 dB relativt inställd nivå resp från tangentens släppande till tonen sjunkit med 60dB skall ej överstiga 100 ms .

I dokumentet specificeras vidare vilken information tillverkaren skall tillhandahålla i audiometers instruktionsbok.

Dokumentet IEC 645 "Audiometers" kan beställas genom SIS, Box 3295, 103 66 Stockholm, tel 08-613 52 00, fax 08-11 70 35.

## 7 Subjektiv kontroll av audiometerfunktion

En audiometers funktion skall självfallet kontrolleras medelst elektroakustiska mätningar, som bör företas med intervall av storleksordningen 3–12 månader beroende på apparaturens utnyttjandegrad, mobilt eller stationärt bruk etc.

Som viktigt komplement till dessa mätningar och kalibreringar bör subjektiva funktionskontroller utföras.

En enkel funktionskontroll rekommenderas som inledning varje dag en audiometer skall användas. Härigenom kan vissa fel upptäckas tidigt innan detta orsakar osäkerhet eller fel vid mätning på patient.

- 1 Slå på audiometers strömbrytare och låt apparaturen nå stabil arbetstemperatur (5–15 min om ej annat angivits av tillverkaren).
- 2 En normalhörande och vältränad lyssnare får därefter lyssna på alla testtonfrekvenser, luft- och benledning vid 10–15 dB för att döma om väsentliga nivåförändringar skett.
- 3 Minska stegvis nivån vid godtycklig frekvens tills testtonen blir ohörbar.
- 4 Öka därefter nivån i 5 dB-steg och kontrollera att styrkan ökar monotont. Öka till 60–80 dB för luftledning resp 40–60 dB för benledning. Testpersonen lyssnar vid dessa nivåer på tonens renhet, in- och utsvängningsförlopp och frihet från hörbara klickar och andra icke önskvärda ljud. Drag lätt i hörtelefon-, bentelefon- och patientsignalkablar med signal inkopplad för att avslöja ev kabelbrott. Kontrollera att patientsignalen fungerar.

På tvåkanaliga audiometrar görs kontroll enligt punkt 2–4 på båda kanalerna.

- 5 Inspektera hörtelefonset och bentelefon med avseende på bygelspänning, rörlighet i rörliga delar eller andra tecken på förslitning.
- 6 Koppla in smalbandsmaskering till ena hörtelefonen på klart hörbar nivå och kontrollera att bruset har rimlig karaktär, dvs att mittfrekvens stämmer med tonfrekvens, att ton med samma nivå som inställd brusnivå nätt och jämnt släcks ut, att bruset ej har spottande eller fräsande karaktär etc. öra ej uppnådd.

# 8 Audiogram-blanketten

Resultat av ton- och talaudiometriska undersökningar bör redovisas på ett enhetligt sätt. Genom ISO finns rekommenderade normer, som säger att i tonaudiogrammet bör 1 oktav motsvara 2 cm och 20 dB hörsselförlust likaså 2 cm. I audiogramblanketten skall anges vilken referensnivå dB-skalan utgår ifrån.

För kliniskt bruk bör A4-mått användas. För screeningaudiometri vid tex skolaudiometri och företagshälsokontroller kan A5 accepteras. Utgående från erfarenheter vid audiologiska avdelningar och hörcentraler har den i metodboken använda audiogramblanketten konstruerats (fig 24). I blankett-huvudet finns plats för namnet på resp sjukvårdsinrättning/audiologisk avdelning/hörcentral. Vidare finns utrymme för patientens namn och födel-sedata motsvarande det patientkort som för det mesta används. Blanketten är konstruerad så att den skall kunna användas som remiss från öronläkare till hörcentral. Hela den i fet stil inramade remissrutan måste då fyllas i så att patienten erhåller den typ och omfattning av hörselundersökning som passar bäst. Vid hörcentralen företagna åtgärder kan antecknas i anm.rutan (tex patienten antecknad på väntelista för hörapparat, patienten uppsatt för specialmätningar osv). Om självkarboniserande papper används kan kopi-orna användas direkt för väntelista, för kontroll av genomförda mätningar, arkivering osv .

För markeringar i audiogrammet föreslås att symboler enligt kapitel 12 konsekvent används. För läsbarhetens skull är det viktigt att symbolerna ej görs för stora. Generellt skall det öras färg användas där ljudstimulus ges. Vid redovisning av talaudiometriresultatet kan dock såväl bläck som färg användas.

Vid maskering vid tonaudiometri skall slutnivån anges längst ned på blanketten under resp frekvens och med testörats färg på maskeringsörats plats. Har insticksmaskering använts skall detta markeras i härför avsedd ruta. Om undersökaren upplever att undersökningen ej givit säkra tröskelvärden skall detta antecknas under anm: tex pat osäker, förstår ej instruktion, orkar ej med hela undersökningen, psykogen hörselnedsättning?

Rem datum		Rem läkare		Tonaudiogram		Talaudiogram																			
				Medelvärde		Tal - tröskel		Mask - ering		Obe - hag		Max taluppfattning (diskr. förmåga)		Mask - ering											
				Ben	Luft	dB	dB	dB	dB	dB	% dB	% dB	dB	dB											
Diagnos				Hö							/	/													
				Vä						/	/														
Frageställning				Anm																					
Trumhinnestatus				<input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Anm																					
Mätresultat				<input type="checkbox"/> Säkra <input type="checkbox"/> Anm																					
Audiometer nr		Datum		Sign																					
		Weber		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>																					
		Frekv 125		250		500		750		1k		1,5k		2k		3k		4k		6k		8k		Hz	
dB Hörselnivå (HL) ISO 389		- 10																						- 10	
		0																						0	
		10																						10	
		20																						20	
		30																						30	
		40																						40	
		50																						50	
		60																						60	
		70																						70	
		80																						80	
90																						90			
100																						100			
110																						110			
Markering				Omask mask Hö ○ - Δ Luft X - □ Hö < - { Ben > - } Obehag för toner Hö ^ - ^ Vä v - v																					
Maskering dB		Luft		Hö		Vä		Hö		Vä		Hö		Vä		Hö		Vä		Insticks- masker- ring		Hö		Vä	

fig 24 audiogramblankett enligt SAME