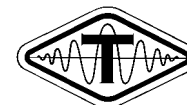
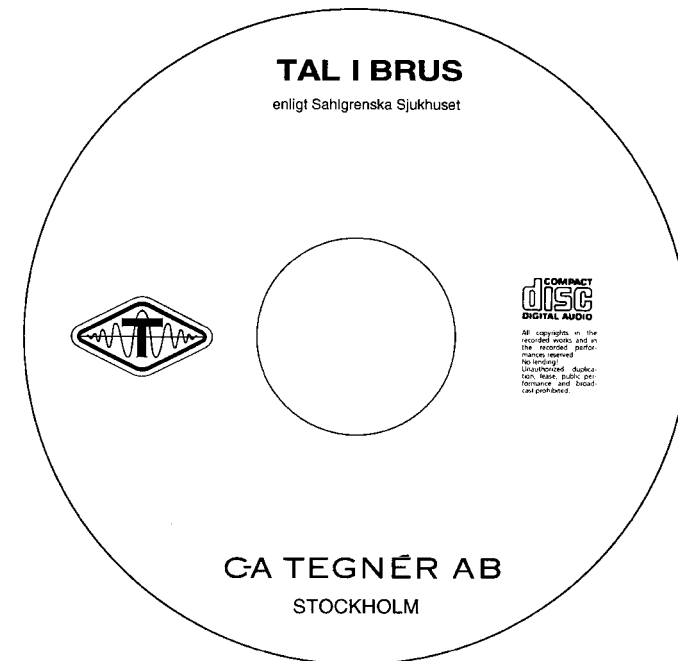


# CD-skiva TAL I BRUS

innehållet presenteras närmare i på följande sidor



CA TEGNÉR AB • BOX 20003 • 161 02 BROMMA • TEL 08-564 822 00 • FAX 08-564 822 09  
INTERNET: [www.categner.se](http://www.categner.se) • E-MAIL: [info@categner.se](mailto:info@categner.se)

## KLINISK MÄTNING AV TALUPPFATTNING MED FB-LISTOR I BRUS

Lennart Magnusson  
Göteborg

### *Bakgrund*

Den viktigaste uppgiften för vår hörsel är att uppfatta tal. Eftersom tal består av komplexa akustiska signaler, kan förmågan att uppfatta tal inte förutsägas helt med hjälp av tonaudiometri. Därför har mätning av hörtröskel för tal och mätning av maximal taluppfattning (tidigare kallad taldiskrimination) sedan länge använts som komplement till tonaudiometri. Flera forskare har emellertid visat att mätning av taluppfattning i tyst miljö inte förmår skilja mellan normalhörande och hörselskadade. Personer med avsevärda sensorineurala hörselnedsättningar klarar ofta nästan 100%. Först när det handlar om att förstå tal i en bullrig bakgrund visar sig en diskantnedsättning utgöra ett verkligt handikapp. För att få ett mer utslagsgivande test har man konstruerat olika tester med samtidig störning (Aniansson, 1974, Hagerman, 1984). Hagermans test är i första hand avsett att användas i samband med hörapparaturprovning, och det har visat sig fungera bra som ett verktyg för att värdera olika hörapparater och hörapparatinställningar. Som diagnostiskt och prognostiskt rutintest har det dock vissa nackdelar. Eftersom det består av meningar på fem ord vardera belastas korttidsminnet mer än vid ett taluppfattningstest som består av enstaka ord. Vidare är inläringseffekten större än för t ex FB-listor.

Taluppfattning i brus kan mätas antingen genom att bestämma procent rätt uppfattade ord vid ett eller flera fixa signal-stör-förhållanden (S/N), eller genom att bestämma det S/N som ger 50% rätt uppfattade ord, den s k taluppfattningströskeln. Dessa metoder har olika för- och nackdelar. Det kan vara svårt att välja ett fixt S/N så att det blir användbart för alla kategorier utan att vara för svårt eller för lätt för vissa. Däremot är ett test med fixt S/N enklare att utföra och mer realistiskt än 50%-metoden där ju alla personer tvingas till en så svår situation att endast hälften av orden kan uppfattas.

### *Kalibreringsnoggrannhet*

Vid test av taluppfattning i brus används i allmänhet en metod där talsignal och brussignal skickats till varsin ingång på en tvåkanalig audiometer. I audiometern sker sedan mixningen till ett S/N som ställts in med hjälp av attenuatorerna. Denna metod medför mycket stor risk för variabilitet i det erhållna signal-stör-förhållandet. Orsaken till detta är följande: Moderna digitala audiometrar kalibreras vanligen i 1 dB-steg, dessutom skall den inspelade kalibreringssignalen justeras till 0 dB på en VU-meter som ofta består av 1 dB-segment. Detta medför att även om all kalibrering är korrekt utförd så kan ändå S/N variera inom ungefär 3 dB. Beroende på uppfattningskurvans branthet för det aktuella testmaterialet motsvarar 3 dB onoggrannhet i S/N en onoggrannhet i taluppfattningsresultat på mellan 10 och 50%. Följden av detta blir att endast de mätningar som är gjorda på samma mätutrustning och vid samma mätillfälle är jämförbara. En annan nackdel med att använda audiometern för mixning av tal och brus är att den kanal som skulle användas för kontralateral maskering blir upptagen. Enklaste sättet att lösa dessa problem är att använda testmaterial som är mixat redan vid inspelningen. Signal-brus-förhållandet blir då fast och påverkas inte av variationer i audiometerens kalibrering. Dessutom frigörs den ena audiometerkanalen för eventuell kontralateral maskering.

### *Ordmaterial*

För mätning av maximal taluppfattning används i Sverige de fonetiskt balanserade listorna med enstaviga ord som ursprungligen konstruerades av Gunnar Lidén 1954. Dessa listor reviderades och nya inspelningar gjordes på Teknisk Audiologi 1966. Anmärkningsvärt nog har varken elektroakustiska data eller psykoakustiska normalvärden publicerats för dessa inspelningar. Trots detta har TA's material använts som svensk standard sedan dess. De normalvärden som finns publicerades bl a i SAME-handboken gäller de originalinspelningar som gjordes 1954. CD-skivan "Svensk Talaudiometri" som spelades in 1988 innehåller 12 FB-listor direkt överförda från 1966 års originalband. På CD-skivan finns också talvägt brus inspelat parallellt med listorna 3 och 4. Dessa två listor med sitt tillhörande brus har med gott resultat använts på Sahlgrenska i Göteborg under en försöksperiod. Resultatet från ett stort antal patienter finns redovisat i en uppsats från Vårdhögskolan i Göteborg (Wikström, 1993).

För att få ett testmaterial som ger bättre reliabilitet och medger användning av kontralateral maskering utan speciella arrangemang bestämde vi oss för att spela in en CD-skiva med färdigmixat material (Magnusson, in press, a).

### *Elektroakustiska mätningar*

Efter att ha mätt nivå och spektrum på FB-listorna och det inspelade bruset valdes de sex listorna som var mest lika nivåmässigt. Medelnivån på talsignalen mättes enligt standard (IEC 645-2) och visade sig vara 3.8 dB lägre än kalibreringssignalen. Det inspelade talvägda brusets nivå låg 2.2 dB över kalibreringssignalen. Om man utgår från kalibreringssignalerna kommer följaktligen S/N att vara 6 dB lägre än vad man ställer in på audiometern.

### *Psykoakustiska normalvärden*

Normativa uppfattbarheten vid olika S/N för FB-listorna i talvägt brus mättes på unga normalhörande. Medianvärdena från dessa mätningar gav en referenskurva för uppfattning av de svenska FB-listorna i talvägt brus (se fig 1). Av kurvan framgår att -3 dB S/N ger 50% rätt uppfattade ord, och att vid S/N = +4 dB uppfattar normalhörande ungefär 82% av orden. Kurvan är relativt flack med en maximal lutning på ungefär 6% / dB.

För att jämföra svårighetsgraden på de sex listorna gjordes taluppfattningsmätning på en grupp unga normalhörande med fixt S/N +4 dB och talnivån 65 dB. Slutsatsen från denna mätning är att lista 1 avviker och därför endast bör användas för träning, medan de övriga fem listorna är tillräckligt lika för kliniskt bruk.

### *Mixning och inspelning*

Signal-stör-förhållandet +4 dB valdes eftersom det är tillräckligt svårt för att ingen skall klara 100% (= takeffekt). Uppfattbarhetskurvan är så flack att risken för 0% (= golveffekt) är mycket liten. Talet och bruset från originalskivan mixades digitalt med bruset dämpat 10 dB. (Detta ger S/N = +4 dB vilket motsvarar +10 dB i förhållande till kalibreringssignalen.) Nivån på talsignalen och relationen till kalibreringstonen bibehölls för att underlätta byte mellan skivorna. Det färdiga materialet spelades in på CD med FB-listorna mixade med brus på ena kanalen och utan brus på den andra. Kanalen utan brus kan användas för medhörning. På skivan finns också övrigt material som saknas på skivan från 1988. Det totala innehållet och hur inspelningen är organiserad på skivan framgår av tabell I.

### Utförande

Tal i brus med S/N +4 är avsett att utföras på samma sätt som det vanliga testet av maximal taluppfattning med FB-listor utan brus, se SAME Metodbok.

### Tolkning

För att kunna avgöra om ett visst resultat är normalt i förhållande till hörsel och övriga kända faktorer som t ex ålder måste man ha normalvärden. Ett datorprogram som beräknar individuella förväntade värden utifrån audiogram, testnivå och ålder har utvecklats och provas nu på Sahlgrenska. Prediktionen som är baserad på Artikulationsindex (Speech intelligibility index) beräknas med spektra för tal och brus samt med en överföringsfunktion som presenteras i en kommande artikel, Magnusson (in press, b). Datorprogrammet kommer förhoppningsvis under våren 1996 att bli tillgängligt för andra kliniker, och kommer då att finnas för såväl Windows som Macintosh.

### Referenser

- Aniansson G. Methods for assessing high frequency hearing loss in every-day listening situations. Acta Otolaryngol (Stockh) 1974; Suppl 320.
- Hagerman B. Sentences for testing speech intelligibility in noise. Scand Audiol 1982; 11: 79-87.
- IEC 645-2, Equipment for speech audiometry, 1993.
- Lidén G. Speech audiometry – an experimental and clinical study with Swedish language material. Acta Otolaryngol (Stockh) 1954; Suppl 144.
- Magnusson L. Reliable clinical determination of speech recognition scores using Swedish PB words in speech-weighted noise. Scandinavian Audiology (in press, a).
- Magnusson L. Speech intelligibility tests. Scandinavian Audiology (in press, b).
- SAME. Metodbok i praktisk hörselmätning. LIC förlag 1983.
- SAME. Handbok i hörselmätning. LIC förlag 1990.
- Wikström I. Maximal taluppfattning i brus en klinisk utvärdering. Vårdhögskolan i Göteborg 1993.

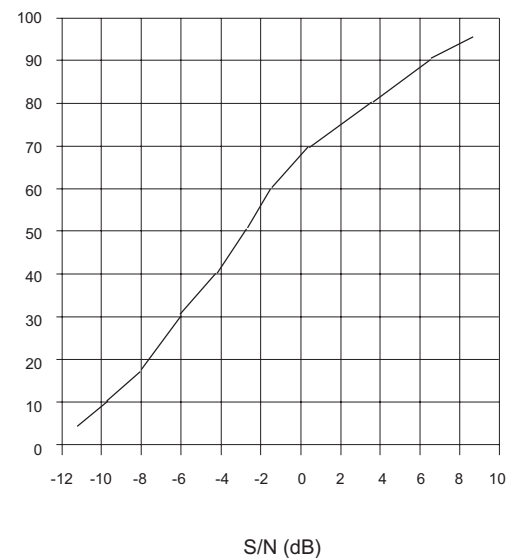


fig 1

referenskurva för uppfattning av FB-listor i talvägt brus

INNEHÅLL	TRACK	KANAL
Kalibrering	01	1+2
FB-lista 1	02	1 utan, 2 med brus
FB-lista 3	03	1 utan, 2 med brus
FB-lista 4	04	1 utan, 2 med brus
FB-lista 5	05	1 utan, 2 med brus
FB-lista 11	06	1 utan, 2 med brus
FB-lista 12	07	1 utan, 2 med brus
Spondélista 2	08	1+2
Spondélista 3	09	1+2
Spondélista 4	10	1+2
3-siffer lista 101	11	1+2
3-siffer lista 102	12	1+2
VEO lista 11	13	1+2
VEO lista 12	14	1+2
VEO lista 13	15	1+2
VEO lista 14	16	1+2

tabell I

## TALUPPFATTNING I BRUS MED FB 2/N+4

Mätningen innebär bestämning sv **taluppfattning i brus** vid presentation på lagomnivå och med fixt signal-stör-förhållande. Som testmaterial används fonetiskt balanserade listor innehållande vardera 50 enstaviga ord med bärfras (Lidén, 1954). Listorna finns inspelade tillsammans med talvägt brus på CD'n "Tal i brus".

### Indikation

Rutinprov vid hörselutredning.

### FÖRUTSÄTTNING

Testet förutsätter:

- aktuellt tonaudiogram
- normal språk- och talutveckling
- användning av CD'n "tal i brus"

### Utförande

Patientinstruktion: Uppmana patienten att upprepa sista ordet i de meningar som presenteras.

Exemplifiera: Nu hör ni bil.

Informera om:

- att det rör sig om enstaviga ord
- att det samtidigt med meningarna hörs brus i testöret
- att detta gör att det blir svårare att urskilja orden
- att det är viktigt att gissa och att det inte gör något om man gissar fel
- att hon/han först skall avgöra/välja vilken presentationsnivå som är lagom.

Kontralateral maskering skall användas om det skiljer 40 dB eller mer mellan testnivån och motsatta örats bästa tonmedelvärde (för luft- eller benledning). Tonmedelvärdet (TMV) för frekvenserna 0,5, 1 och 2 kHz och tonmedelvärdet för frekvenserna 3, 4 och 6 kHz bör beaktas. Patientinstruktion, användande av audiometerens maskeringsbrus och regler för bestämning av maskeringsnivå är desamma som för kontralateral maskering vid test i tyst miljö (SAME, 1983).

- 1 Börja testa det bästa örat.
- 2 Presentera några meningar från lista 1 för träning och bestämning av lagomnivå.
- 3 Börja på ny lista och presentera 50 ord på den nivå som patienten angivit som lagomnivå. Notera antalet fel.
- 4 Beräkna patientens taluppfattning och ange den i procent.
- 5 Testa andra örat enligt punkt 2-5.

### Kommentar

Metoden är utformad så att normalhörande klarar att uppfatta drygt 80% av orden (Magnusson, 1995). Det är viktigt att upplysa patienten om att man inte kan uppfatta alla orden.

Lista 1 bör endast användas för träning och bestämning av lagomnivå eftersom den avviker något i svårighetsgrad (Magnusson, 1995).

Vid test av taluppfattning i tysta miljö anses lagomnivån erfarenhetsmässigt ligga ca 30-35 dB (ofta mer för normalhörande) över TMV / HTT. Man bör dock låta patienten lyssna på flera nivåer för bestämning av subjektiv lagomnivå. Detsamma gäller vid test av taluppfattning i brus. Här kan man dock påpeka för patienten att en höjning eller sänkning av presentationsnivån medför att både talets och brusets styrka ändras.

Om patienten inte har uppfattat något ord rätt efter tio meningar och upplever testet som ansträngande bör testet avbrytas. Överväg då att i stället testa maximal taluppfattning i tyst miljö. Detsamma gäller om patienten upplever kombinationen av tal och brus som obehagligt.

Vid användning av FB-listorna är talets långtidsmedelnivå (long-term RMS) 18 dB starkare än inställd attenuatornivå. Presentationsnivåer över 90 dB bör därför undvikas om inte ledningshinder föreligger.

### Klinisk tolkning

För att kunna bedöma resultatet av testet förutsätts att en hel 50-ordlista har använts samt att prediktionsvärden (förväntade värden) finns tillgängliga.

Ett datorprogram som beräknar individuella förväntade värden är under utveckling. Programmet är baserat på Artikulationsindex och tar hänsyn till hörseln i hela talfrekvensområdet, aktuell presentationsnivå, ålder och typ av hörselskada. Denna prediktionsmetod har visat sig ge god överensstämmelse med uppmätta värden vid tillämpning på en grupp äldre med sensorineural hörselnedsättning (Magnusson, 1996). Fortsatt utvärdering avseende andra patientkategorier pågår och skall slutföras innan programmet kan tas i kliniskt bruk.

För att bedöma om ett resultat avviker från förväntat resultat utifrån patientens tonmedelvärde för frekvenserna 3, 4 och 6 kHz (diskanttonmedelvärde, DTMV) och ålder kan tabellen "FB S/N+4, förväntade värden" användas som riktmärke. Tabellvärdena är framtagna genom tillämpning av en statistisk modell på resultat från mätningar gjorda på ca 1000 patienter (Wikström, 1993; Barrenäs & Wikström, submitted).

För att man vid taluppfattningstest skall kunna bedöma om det är skillnad i resultat mellan öronen och/eller mellan olika mättillfällen måste hänsyn tas till variabiliteten i resultatet. Vid denna typ av test är skillnader i resultat signifikanta på 5%-nivån om de uppgår till ca 20 procentenheter (Hagerman, 1976). Detta motsvarar teoretiskt  $\pm 10$  procentenheter från ett predicerat värde.

### Teknisk utrustning

Testmaterialet finns inspelat på CD'n "Tal i brus". FB-listorna är inspelade mixat med brus på skivans kanal 2 och synkront på kanal 1 finns samma listor utan brus. På spår (track) 1 finns en kalibreringston (1 kHz warble) som har samma nivå som kalibreringstonen på CD'n "Svensk talaudiometri". Audiometeren skall vara kalibrerad så att denna ton ger en ljudtrycks-nivå i standardiserad 6 cm -coupler motsvarande aktuell attenuatorinställning + 22 dB.

Undersökaren skall dels kunna höra testorden, medhörning (monitoring), dels lyssna på patientens svar. För att undersökaren skall kunna lyssna på testorden utan att själv störas av brusets kan medhörningen anslutas direkt från CD-spelarens kanal 1 (left).

### Referenser

- Barrenäs M-L, Wikström I. The influence of hearing and age on speech recognition score in noise. *Ear and Hearing* (submitted)
- Hagerman B. Reliability in the determination of speech discrimination. *Scandinavian Audiology* 1976; 5: 219-28.
- Lidén G. Speech audiometry – an experimental and clinical study with Swedish language material. *Acta Otolaryngologica* (Stockh) 1954; (Suppl. 114).
- Magnusson L. Reliable clinical determination of speech recognition scores using Swedish PB words in speech-weighted noise. *Scandinavian Audiology* 1995; 24: 217-23.
- Magnusson L. Predicting the speech recognition performance of elderly individuals with sensorineural hearing impairment, a procedure based on the speech intelligibility index. *Scandinavian Audiology* 1996 (in press).
- SAME. Metodbok i praktisk hörselmätning 1983.
- Wikström I. Maximal taluppfattning i brus, en klinisk utvärdering. Vårdhögskolan i Göteborg 1993.

Sammanfattning på svenska

## Talaudiometri i brus

### *Utveckling av testmaterial och prediktionsmetod*

I klinisk audiologi finns behov av ett taluppfattningstest som är enkelt att utföra, som har hög reliabilitet och vars resultat så väl som möjligt avspeglar den hörselskadades verkliga problem. För tolkning krävs möjlighet att jämföra uppmätta resultat med förväntade utifrån kända faktorer som hörselnedsättning och ålder. I denna avhandling beskrivs framtagning av en ny metod samt tillämpning av denna på en grupp hörselskadade personer.

**Delarbete 1** beskriver utveckling av ett kliniskt taltestmaterial bestående av fonemiskt balanserade (FB) listor med enstaviga ord mixade med talvägt brus. Normativa data för unga normalhörande mättes vid olika signal-stör-förhållanden (S/N). Det färdiga testmaterialet spelades in på CD med S/N = +4 dB. Jämfört med traditionell mätning av taluppfattning utan brus ger detta test bättre överensstämmelse med upplevda taluppfattningssvårigheter.

**Delarbete 2** innehåller framtagning av funktioner som beskriver sambandet mellan procent rätt uppfattade ord i ett taltest och Artikulationsindex (AI), som är teoretiskt beräknad taluppfattbarhet baserad på uppmätt signal-stör-förhållande och en viktfaktor för varje frekvensband. Sådana AI-funktioner beräknades för två svenska taltestmaterial, ovan nämnda FB-listor, samt "Hagermans meningar".

**Delarbete 3** beskriver en kliniskt användbar metod för prediktion av taluppfattningsresultat. Utgående från den beräknade AI-funktionen för FB-listorna och mätdata från en grupp hörselskadade personer utvecklades ett datorprogram som beräknar förväntad taluppfattning baserat på tonaudiogram, testnivå och ålder.

### *Övriga testmaterial på CD'n "Tal i brus"*

På denna CD finns också listor med vägda enstaviga ord (VEO) och listor med 3-siffergrupper inspelade. Testmaterialen är konstruerade på 1950-talet (Lidén, 1954) och har genom åren använts företrädesvis i Göteborg. Dessa listor kan användas i de fall då det är viktigt att få ett talaudiometriskt resultat från patienter som exempelvis inte behärskar svenska språket. Vid bestämning av hörtröskel för tal (HTT) används 3-siffergrupperna. Utförandet är detsamma som vid konventionell HTT-bestämning (SAME, 1983) förutom att fyra siffergrupper presenteras på varje nivå. Som grov uppskattning av HTT används den nivå där patienten uppfattar ca 50% rätt. För bestämning av taluppfattning kan VEO-listorna användas. Varje lista innehåller 35 enstaviga ord utan bärfras, vilket kan vara en fördel för vissa patienter. Resultatet är inte jämförbart med resultat från test med FB-listorna. Testet med 3-siffergrupper kan också vara användbart som taluppfattningstest för CI-patienter och andra patientkategorier där ett lätt test är önskvärt.

### Referenser

- Lidén G. Speech audiometry – an experimental and clinical study with Swedish language material. *Acta Otolaryngol* (Stockh) 1954; (Suppl. 114).
- SAME. Metodbok i praktisk hörselmätning. 1983