



GÖTEBORGS UNIVERSITET  
Sahlgrenska akademien  
Institutionen för neurovetenskap och fysiologi  
Enheten för Audiologi

VT 2016

## SJÄLVSTÄNDIGT ARBETE I AUDIOLOGI, 15 hp

### Grundnivå

Titel

**Talaudiometri med siffror – En beskrivande litteraturstudie om alternativ för personer ej förtrogna med testspråket**

**Författare**

Simon Berntsson  
Daniel Johansson

**Handledare**

Lennart Magnusson

**Examinator**

André Sadeghi

**Sammanfattning:** Klinisk talaudiometri möts idag med en ökande patientgrupp som ej är förtrogen med svenska språket vilket ger opålitliga resultat vid traditionella test. Då situationen sannolikt kommer kvarstå och inget alternativ givits för anpassat utförande av talaudiometri är det av intresse att undersöka alternativ för den nämnda patientgruppen. **Syfte:** Syftet med denna studie är att undersöka om talmaterial med siffror är ett lämpligt alternativ för att testa taluppfattning hos personer som ej är förtrogna med testspråket. **Metod:** En beskrivande litteraturstudie har gjorts för att jämföra olika talaudiometriska testmaterial. Urval har begränsats till studier publicerade mellan 1995 och 2016. **Resultat:** Talaudiometri utförd med siffermaterial har visat hög korrelation med motsvarande test utförd med material bestående av ord och meningar, dock med brantare psykometrisk funktion. Ingen modern forskning har jämfört den svenska tresifferlistan med andra testmaterial. Vid hörtröskelmätning för tal har siffermaterial visat högre korrelation med TMV än spondéer när testpersonen ej är förtrogen med testspråket. **Konklusion:** Siffermaterial kan vara ett bra alternativ för personer ej förtrogna med testspråket, men den svenska tresifferlistan saknar egenskaperna för att kunna mäta uppfattningströskel för tal i brus, därför finns behov av ett nytt svenskt siffertest. **Sökord:** talaudiometri, siffror, förstaspråk, ord, meningar, svenska, hagermans meningar, digit triplet test



University of Gothenburg  
The Sahlgrenska Academy  
Institute of Neuroscience and Physiology  
Unit of Audiology

Spring 2016

## BACHELOR RESEARCH THESIS IN AUDIOLOGY, 15 ECTS

### *Basic level*

Title

**Speech audiometry with digits – A descriptive literature review of alternatives for non-native speakers**

**Authors**

Simon Berntsson  
Daniel Johansson

**Supervisor**

Lennart Magnusson

**Examiner**

André Sadeghi

**Abstract:** Clinical speech audiometry in Sweden is faced with a growing patient group of non-native speakers for whom the results of traditional tests are unreliable. Since the situation is likely to remain and no alternative procedure for reliable testing has been suggested it is of interest to examine the possible alternatives of testing for the aforementioned patient group. **Purpose:** The purpose of the current study is to examine the feasibility of digits-based speech audiometry materials for testing speech recognition thresholds in people who are non-native speakers of the test language. **Method:** A descriptive literature review was conducted to compare different speech audiometric materials.

**Results:** Speech audiometry performed with digits-based materials showed high correlation with equivalent tests using words and sentences, but with a steeper psychometric function. No modern research has compared the Swedish three-digit list with other test materials. Measurement of speech reception threshold with digits showed higher correlation with PTA than spondees for non-native speakers. **Conclusion:** Digits-based materials can be a feasible alternative for the examined patient group, however, the Swedish three-digit list lacks the properties needed for measuring SRT<sub>n</sub> which brings a need for a new Swedish digit test. **Keywords:** speech audiometry, digits, non-native, words, sentences, Swedish, matrix test, digit triplet test

## *Förkortningar*

BBN = Broadband Noise

CI = Cochlea-implantat

dB = Decibel

D-SRT = Digit Speech Reception Threshold

FB/SPB = Fonemiskt Balanserat/Swedish Phonetically Balanced

HL = Hearing Level

HTT = Hörtröskel För Tal

ICRA = International Collegium of Rehabilitative Audiology

MTB = Multitalker Babble

PB = Phonetically Balanced

S/B = Signal-to-babble ratio

S/N = Signal-to-noise ratio

SPL = Sound Pressure Level

SRT = Speech Reception Threshold

SSN = Steady State Noise

TMV/PTA = Tonmedelvärde/Pure Tone Average

<b>BAKGRUND</b>	1
<b>Audiologisk diagnostik</b>	1
<i>Psykoakustiska test med tonstimuli</i>	1
<i>Psykoakustiska test med talstimuli</i>	1
<b>Talaudiometrins ursprung</b>	2
<b>Talmaterial för talaudiometri</b>	3
<i>Psykometrisk funktion</i>	3
<b>Talmaterial med enstaviga ord</b>	4
<i>Vägda enstaviga ord (VEO)</i>	4
<i>Fonemiskt balanserade enstaviga ord</i>	4
<i>Fonemiskt balanserade enstaviga ord i brus</i>	4
<b>Talmaterial med tvåstaviga ord</b>	5
<i>Spondéer</i>	5
<b>Talmaterial med meningar</b>	5
<i>Hagermans meningar</i>	5
<i>HINT</i>	5
<b>Talmaterial med siffror</b>	6
<b>Språkkännedomens påverkan på talaudiometriresultat</b>	7
<b>Hur används testbatteriet idag?</b>	7
<b>Nytta av talaudiometri under hörselrehabilitering</b>	8
<b>SYFTE</b>	8
<b>Specifik frågeställning</b>	8
<b>METOD</b>	9
<b>Datainsamling</b>	9
<i>Sökord</i>	9
<b>MATERIAL</b>	10
<b>RESULTAT</b>	15

<b>DISKUSSION</b>	18
<b>Metoddiskussion</b>	18
<b>Resultatdiskussion</b>	19
<b>KONKLUSION</b>	21
<b>REFERENSER</b>	22

## **BAKGRUND**

Alla har rätt till lika vård (Hälso- och Sjukvårdslagen, 1982:763 2§) och ingen får bli diskriminerad i vården (Diskrimineringslagen, 2008:567 kap 2, 13§). Då förtrogenhet med språket påverkar talaudiometrins resultat (Bench, 1997) (Shi & Sánchez, 2010) (Nakamura & Gordon-Salant, 2011) (Kilman, Zekveld, Hällgren & Rönnerberg, 2015) och andelen utlandsfödda i Sverige ökar (SCB, 2015), kommer behovet av talaudiometri anpassad för patienter ej förtrogna med det svenska språket öka. Detta för att kunna tillgodose jämlik vård för alla invånare.

### **Audiologisk diagnostik**

Syftet med audiologisk diagnostik är att mäta omfattningen av, och identifiera anledningen till hörselskada (Socialstyrelsen, 2009). För att utföra detta finns ett testbatteri. De test som utförs rutinmässigt inom hörselvården i Sverige är tonaudiometriska och talaudiometriska.

Ytterligare differentialdiagnostik med impedansaudiometri och elektrofysiologiska test utförs när ton- och talaudiometriska test inte ger tillräcklig information (Svenska audiologiska metodboksgruppen [SAME], 2004).

#### *Psykoakustiska test med tonstimuli*

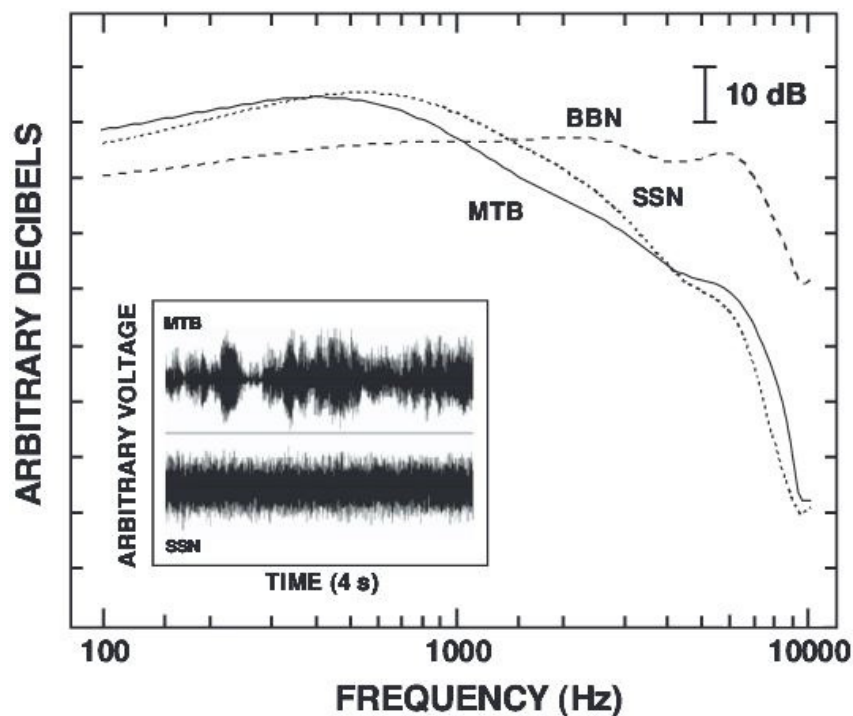
Tonaudiometri är central för audiologisk diagnostisering (Roeser, Valente & Hosford-Dunn, 2007) och utförs rutinmässigt på alla patienter i Sverige (SAME, 2004). Dess främsta mål är att fastställa frekvensspecifika hörtrösklar, d.v.s. den nivå var vid patienten uppfattar 50 % av presenterade sinustoner. Tonaudiometri används även för att hitta patientens obehagsnivå. Resultatet visar hörselnedsättningens typ, grad och form (Roeser et al., 2007). Ett enkelt sätt att sammanfatta resultatet från en hörtröskelmätning med tonstimuli är att redovisa ett tonmedelvärde (TMV). Olika TMV används och är baserade på olika tröskelnivåer vid utvalda frekvenser. Den samlade informationen från mätningen används av läkare för att ställa diagnos samt som grund för hörselrehabiliterande åtgärder. (Lidén & Arlinger, 1985).

#### *Psykoakustiska test med talstimuli*

Talaudiometri är en del av hörseldiagnostiken som utförs rutinmässigt i hörselvården (SAME, 2004). Talaudiometri testar individens förmåga att uppfatta talat språk och liknar därför verkligheten bättre än tonaudiometri (Roeser et al., 2007). Resultatet ger indikation på möjlig nytta av hörhjälpmiddel (Brännström, Lantz, Nielsen, & Olsen, 2014) samt är mer känsligt för

neurologiska skador än tonaudiometri (Roeser et al., 2007). Det vanligaste klagomålet från patienter med hörselnedsättning är att de upplever det svårt att uppfatta tal i bullriga eller på andra sätt störande miljöer. Idag simuleras en sådan miljö vid talaudiometriska test genom tillförandet av brus. Bruset ger även en ökad sensitivitet och validitet till testen i fråga (Arlinger & Hagerman, 1997). Olika typer av brus har framtagits för användning. I figur 1 visas intensitet- och frekvensspektrum för bredbandigt brus, statistiskt talvägt brus och multi-talker babble. De vanligast använda brusen i talaudiometriskt syfte är:

- Talvägt brus. Ett brus som har samma frekvensspektrum som genomsnittligt tal (Wilson, Carnell & Cleghorn, 2007). Förekommer även med amplitudmodulation, t.ex. i Hagermans meningar (Hagerman, 1982).
- Multi-talker babble. Ihopklippt tal från flera olika talare, liknar frekvensspektrumet av talvägt brus, men med annorlunda amplitudmodulation (Wilson et al., 2007).



**Figur 1.** Visar frekvensspektrum mot decibel för bredbandigt brus (BBN, eng Broadband Noise), statistiskt talvägt brus (SSN, eng Steady State Noise), och multi-talker babble (MTB, eng Multitalker Babble), samt en 4 sekunders vågform som visar amplitud över tid för SSN och MTB (Wilson et al., 2007).

### Talaudiometrins ursprung

Talaudiometrins ursprung hör samman med forskning utförd på Bell Telephone Laboratories på slutet av 1920-talet gällande språkets akustiska egenskaper och örats mottagning av språket.

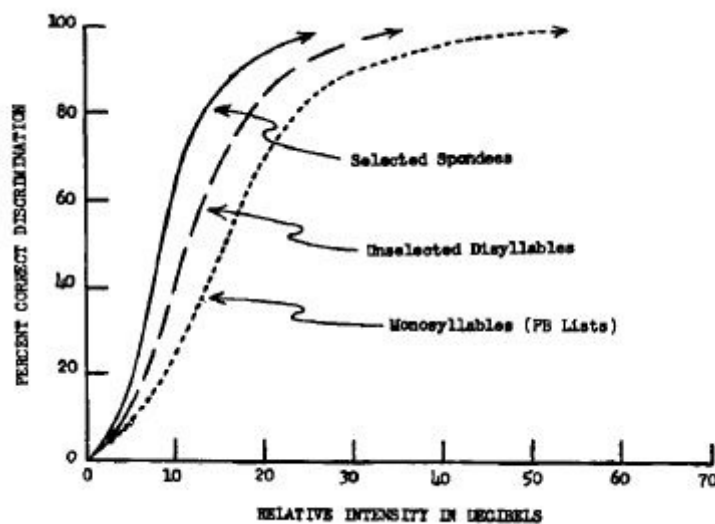
Forskningen inom fältet fick större relevans och stöd under och efter andra världskriget, dels för att förbättra kommunikationsteknologin för militären, och dels för soldaternas hörselrehabilitering efter kriget. Denna forskning ligger till grund för standardiseringen av audiologisk undersökning (Carhart, 1951a).

### Talmaterial för talaudiometri

Ur klinisk ståndpunkt delade Carhart (1951b) in talaudiometriska material i två kategorier, material för hörtröskelmätning för tal (HTT), och material för fonemisk diskrimination. För det förstnämnda rekommenderas användningen av spondéer p.g.a. deras brantare psykometriska funktion, och enstaviga ord för det sistnämnda p.g.a. deras flackare psykometriska funktion (Carhart, 1951b).

#### *Psykometrisk funktion*

Psykometri innefattar teorier och metoder som har till syfte att mäta psykiska egenskaper. En funktion visar förhållandet mellan två mätbara variabler (Vejde & Leander, 2000). I fallet audiologisk psykometrisk funktion pratar man oftast om variablerna respons och stimuli. I figur 2 syns den psykometriska funktionen för 3 kategorier av talmaterial.



**Figur 2.** Visar den psykometriska funktionen av olika talmaterial (Spondéer, Tvåstaviga ord, Enstaviga ord). Mätbara variabler: y=andelen korrekt angivna svar i förhållande till x=ljudintensitet i dB (Carhart, 1951a).



## **Talmaterial med enstaviga ord**

### *Vägda enstaviga ord (VEO)*

VEO, utvecklat av Holmgren & Fant 1949, är det ursprungliga svenska balanserade talmaterialet bestående av endast enstaviga ord, dessa presenteras under mätning utan bärfras. Materialet bedömdes av Lidén vara för lätt för klinisk användning (Lidén, 1954). I samlingen av talmaterial för svensk talaudiometri finns VEO och rekommenderas som ett lättare alternativ till FB, men resultaten kan ej jämföras med resultat från FB (Magnusson & Wikström, 1996).

### *Fonemiskt balanserade enstaviga ord*

Till följd av att Lidén bedömde VEO materialet som för lätt, utvecklade han istället "Swedish Phonetically Balanced" (SPB/FB) som efter klinisk testning visade sig vara ett bättre material än VEO (Lidén, 1954). Det svenska talmaterialet "FB", reviderades på Karolinska institutet 1966 och spelades 1988 in på CD-skiva. Från revideringen saknas dokumentation (Arlinger & Hagerman, 1997). Det finns undersökningar som pekar på att det inte togs hänsyn till den fonemiska balansen under revideringen och att dagens listor således inte längre är fonemiskt balanserade (Fredriksson, 2008). Andra exempel på kliniskt tillgängliga enstaviga ordmaterial på engelska är: PB-50, CID-W22, NU-6 (Kruger & Kruger, 1997).

### *Fonemiskt balanserade enstaviga ord i brus*

Till FB S/N+4 används samma 50-ordslistor som i FB, men med ett talvägt brus som presenteras 4 dB svagare än talsignalen, detta ökar testets sensitivitet jämfört med utförandet i tyst miljö. Metoden är utformad så att "normalhörande" personer (TMV <21 dB HL, (SAME, 2004)) uppfattar ca 80 % av orden (Magnusson, 1995). Det finns ett samband mellan patientens ålder, diskant-tonmedelvärde och maximala taluppfattning i brus. Detta samband kan användas för att beräkna ett förväntat maximalt taluppfattning i brus-resultat om patientens ålder och diskant-tonmedelvärde är känt (Barrenäs & Wikström, 2000). Ett exempel på test för maximal taluppfattning i brus i USA är Words-in-noise test (WIN), och består av samma ordlista som NU-6 testet men presenteras med ett Multi-talker babble (Wilson, Abrams & Pillion, 2003).

## **Talmaterial med tvåstaviga ord**

### *Spondéer*

Spondéer är tvåstaviga ord där varje stavelse har lika betoning, dessa presenteras utan bärfras. Det ordmaterial som Carhart (1951a) rekommenderar är ”Harvard spondaic word list” (Hudgins, Hawkins, Karlin & Stevens, 1947). Idag är det mest använda engelska spondématerialet ”CID W-1” (Kruger & Kruger, 1997), det utvecklades för Central institute for the deaf (Hirsh, Davis, Silverman, Reynolds, Eldert & Benson, 1952). En svensk motsvarighet utvecklades av Lidén (Lidén, 1954) och reviderades senast 1965 på Karolinska institutet (Arlinger & Hagerman, 1997).

## **Talmaterial med meningar**

### *Hagermans meningar*

Hagermans meningar är en matris framtagen av Hagerman för att testa taluppfattning i brus (Hagerman, 1982). Den är baserad på 10 meningar som består av 5 ord vardera, alla har samma uppbyggnad av ordklasser. Orden i dessa meningar används för att skapa nya meningar med samma ljudinnehåll men annan språklig betydelse. Bruset har samma spektrala innehåll som meningarna, men är lätt amplitudmodulerat för att härma bakgrundssorl. Testet är framtaget för att utvärdera en hörapparatsanpassning men kan även användas för att utvärdera möjlig nytta av hörapparater innan påbörjad anpassning. Resultatet visar vid vilket signal till brus förhållande patienten uppfattar 50 % av orden. Detta testformat har utvecklats till många olika språk t.ex. spanska, tyska, ryska, engelska, franska osv. Det kallas internationellt för matrix test. Det har visats sig vara jämförbart mellan olika språk och rekommenderas av International Collegium of Rehabilitative Audiology (ICRA) som ett lämpligt multilingvistiskt test (Akeroyd et al., 2015).

### *HINT*

”Hearing in noise test” (HINT) är ett talaudiometriskt test där testmaterialet består av vardagsmeningar där resultatet är tröskeln för taluppfattning i brus. Det är utvecklat efter en metod som tillåter test på olika språk att utvecklas och vara jämförbara med varandra (Hällgren, Larsby & Arlinger, 2006). Det ursprungliga testet utvecklades för användning i USA (Nilsson, Soli & Sullivan, 1994).

## Talmaterial med siffror

I samlingen av talmaterial för svensk talaudiometri finns 3-sifferlistan, den föreslås vid mätning av patienter med cochlea-implantat (CI), patienter som inte behärskar språket och andra patientkategorier där ett lättare test behövs. Listan består av två listor innehållande 35 respektive 23 grupper av tre en- och tvåstaviga siffror som presenteras utan brus (Magnusson & Wikström 1996). Ursprungligen framarbetades fyra listor innehållande 35 grupper av tre en- och tvåstaviga siffror och användes innan utvecklingen av testmaterial med svenska spondéer främst till att mäta hörtröskel för tal (Lidén, 1951). Det som finns tillgängligt i samlingen av svenskt talmaterial är hela lista nr 1 och större delen av lista nr 2.

I andra länder finns fler varianter av siffertest som till skillnad från det svenska använder sig av brus i utförandet. Resultatet blir istället en uppfattningströskel för tal i brus. Dutch digit triplet test är utvecklat som ett screening test för hörselskador, det finns tillgängligt på flera språk och är utformat för att utföras över telefon eller internet. Resultatet visar vid vilket signal till brusförhållande 50 % av siffertripletterna uppfattas korrekt (Akeroyd et al., 2015).

Tabell 1. Översikt av svenska talaudiometriska test och svenskt talmaterial

Testsyfte	Test	Talmaterial	Nytta
Mäta maximal taluppfattning	Tal i tyst	FB VEO	Nivå av taluppfattning under optimala förhållanden
Mäta maximal taluppfattning i brus	Tal i brus	FB S/N+4	Nivå av taluppfattning under svåra förhållanden
Mäta hörtröskel för tal	HTT	Spondéer 3-sifferlista	Vid vilken ljudstyrkenivå tal uppfattas
Mäta obehagsnivå för tal	Obehagsmätning för tal	Spondéer	Vid vilken ljudstyrkenivå tal uppfattas som obehagligt
Mäta uppfattningströskel för tal i brus	Hagermans meningar HINT	Hagermans meningsmatris HINT:s vardagsmeningar	Vid vilket signal- till brusförhållande uppfattningströskeln uppnås

(Svenska audiologiska metodboksgruppen [SAME], 1996), (Magnusson, 1995), (Hällgren et al., 2006).

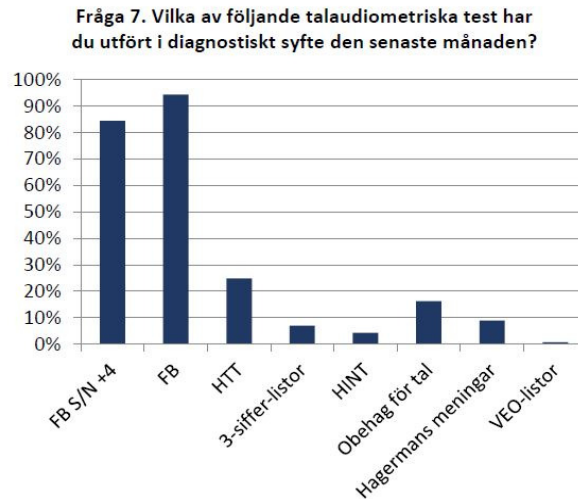
## **Språkkännedomens påverkan på talaudiometriresultat**

Det har visat sig att testpersonens grad av förtrogenhet av testspråket påverkar resultatet av talaudiometriska test. Vid test i brus är effekten tydligt negativ. Vid experimentet av Kilman et al. (2015) uppmättes en försämring av uppfattningströskel för tal i brus (SRTn) på 8 dB SNR när svenska testpersoner med låg grad av förtrogenhet med engelska testades på engelska istället för svenska i statistiskt talvägt brus. Enligt Bench (1997) gjordes i Australien en jämförande undersökning med engelskt testmaterial på en grekisk/australiensk tvåspråkig grupp och en australiensk enspråkig grupp. Denna undersökning visade en signifikant skillnad till den tvåspråkiga gruppens nackdel. Shi & Sánchez (2010) undersökte skillnader mellan två typer av tvåspråkighet, spansk/engelsk och engelsk/spansk. D.v.s. spanska som modersmål och inlärt engelska senare än 10 års ålder, respektive engelska som modersmål och spanska inlärt senare än 10 års ålder. De namnges som spansk-dominant och engelsk-dominant. De uppmätte en signifikant skillnad i resultat mellan grupperna och föreslår till kliniker att den spansk-dominanta gruppen inte ska testas på engelska p.g.a. att resultatet kommer vara sämre än patientens faktiska hörsel.

## **Hur används testbatteriet idag?**

Idag saknas riktlinjer från t.ex. Socialstyrelsen gällande vilka talaudiometriska test som skall utföras. SAME:s Metodbok i praktisk hörselmätning är således det enda referensmaterialet för audionomer idag när det gäller olika testmetoder. För talaudiometri på främmande språk föreslår SAME endast en metod, vilken kräver talmaterial på det önskade språket samt ”en med undersökningen förtrogen tolk” närvarande för tolkning av listan och bekräftelse av rätt eller fel svar. Dessvärre är det enda utländska tillgängliga talmaterialet på CA-Tegnér's skivor finskt. Enligt Magnusson & Wikström (1996) kan det även vara rimligt att använda VEO-listor eller 3-sifferlistor när ett lättare test önskas, resultatet från dessa kan dock inte jämföras med resultat från andra test. De kan inte heller utföras med brus.

Figur 3 visar resultatet av en enkätundersökning som undersökte vilka talaudiometriska test audionomer utfört i diagnostiskt syfte senaste månaden (Andersson & Aguirre Bolander, 2014). Resultatet visade bl.a. att 94,4 % utfört ”Tal i tyst”, 84,5 % utfört ”Tal i brus”, 24,8 % utfört HTT, 8 % utfört 3-sifferlista, 4 % utfört HINT, <2 % utfört VEO.



**Figur 3.** Enkät svar från sveriges audionomer. n=309 (Andersson & Aguirre Bolander, 2014).

### Nytta av talaudiometri under hörselrehabilitering

Talaudiometri används dels för att uppskatta en förväntad nytta av hörhjälpmedel och dels som ett pedagogiskt verktyg för audionomen att kunna visa patienten vad som händer med taluppfattningen i t.ex. brusig miljö jämfört med tyst miljö (Brännström, Lantz, Holme-Larsen & Östregaard-Olsen, 2014). Det kan även användas för kvalitetssäkring av hörhjälpmedlets anpassning efter genomgången rehabilitering (Arlinger & Hagerman, 1997) (Grunditz & Magnusson, 2013).

### SYFTE

Syftet med denna beskrivande litteraturstudie är att undersöka om talmaterial med siffror är ett lämpligt alternativ till talmaterial med ord eller meningar för att testa taluppfattning hos personer som har låg förtrogenhet av testspråket.

### Specifik frågeställning

- Hur förhåller sig resultat från siffertest med resultat från andra talaudiometriska test?
- Vilka skillnader finns mellan den tillgängliga svenska tresifferlistan och andra siffertest?
- Är siffertest ett lämpligt alternativ för att testa personer med låg förtrogenhet av testspråket?

## **METOD**

### **Datainsamling**

Datainsamling för denna uppsats är gjord genom en metodisk litteratursökning i databaserna PubMed och Scopus, samt ett urval hämtat ur referenslistorna i de utvalda artiklarna från litteratursökningen. Resultatet från litteratursökningen redovisas i tabell 1. Ett första urval i litteratursökningen gjordes genom läsning av artiklarnas titlar, ett andra urval genom läsning av sammanfattningar och ett sista urval genom fullständig läsning av artiklarna i fråga. Då intresset för talaudiometriska test med siffror som talstimuli tycks ha ökat sedan millennieskiftet så valde vi att avgränsa oss till artiklar publicerade strax innan och fram till idag (1995/01/01-2016/02/10). För att kunna tillgodogöra oss innehållet i artiklarna har vi valt att endast godta artiklar publicerade på engelska. Vi har valt att exkludera artiklar som endast har CI-bärare som testpersoner eftersom deras situation är unik och påverkar resultat stort. Artiklar som behandlar barn (0-18 år) exkluderades eftersom barn fortfarande är under språklig utveckling. Då vi är intresserade av att se effekten av språklig förtrogenhetet vore det kontrainuitivt att inkludera artiklar där testpersonernas ålder påverkar språklig nivå.

### *Sökord*

MESH-termer: "Audiometry, speech", "Speech discrimination tests", "Speech reception threshold tests"

Övriga sökord: "Non native", "Digit"

I Scopusdatabasen användes ämnesområdena "Life Sciences" och "Health Sciences". Då Scopus ej stöder MESH-termer är sökningarna gjorda på samma termer men som manuell sökning.

Tabell 2. Resultat från litteratursökning

Databas	Söktermer	Antal träffar	Steg 1: Relevanta källor/exkl dubletter	Steg 2: Valda källor
PubMed	“Audiometry, speech”[Mesh]	2818		
PubMed	“Speech Discrimination Tests”[Mesh]	1287		
PubMed	“Speech Reception Threshold Tests”[Mesh]	789		
PubMed	“Non Native”	3744		
PubMed	“Digit”	14263		
PubMed	“Audiometry, speech”[Mesh] AND “Non Native”	44	8/8	0
PubMed	“Audiometry, speech”[Mesh] AND “Digit”	37	11/11	6
PubMed	“Speech Discrimination Tests”[Mesh] AND “Speech Reception Threshold Tests”[Mesh]	79	4/3	1
Scopus	“Audiometry, speech”	1906		
Scopus	“Speech Discrimination Tests”	1178		
Scopus	“Speech Reception Threshold Tests”	696		
Scopus	“Non Native”	24524		
Scopus	“Digit”	45610		
Scopus	“Audiometry, speech” AND “Non Native”	80	8/5	1
Scopus	“Audiometry, speech” AND “Digit”	88	11/4	2
Scopus	“Speech Discrimination Tests” AND “Speech Reception Threshold Tests”	101	5/2	0
Frisökning	Referenslistor etc.		3	3

## MATERIAL

De 13 utvalda artiklarna är publicerade mellan 2002 och 2015. Alla jämför olika talaudiometriska test och validerar mot olika test eftersom de är gjorda i olika länder. Antalet testpersoner i studierna varierar mellan 24 till 118 personer och de innehåller både personer med hörsel inom normalområdet och personer med hörselnedsättning, samt en liten grupp CI-bärare. Många artiklar beskriver processen av att utforma nya test samt valideringen av dessa mot äldre vedertagna test. Två artiklar tittar specifikt på personer som testas på sitt andraspråk. En sammanställning av artiklarna redovisas i tabell 2 och återfinns i fetstil i referenslistan. En sammanställning av de i artiklarna förekommande talaudiometriska test redovisas i tabell 3.

Tabell 3. Sammanställning av material

<u>Publikationsår</u> <u>Land</u>	<u>Författare</u>	<u>Titel</u>	<u>Syfte</u>	<u>Metod</u> <u>Urval</u>	<u>Test</u>	<u>Slutsats</u>
2008 Belgien	Wieringen A. et al.	LIST and LINT: Sentences and numbers for quantifying speech understanding in severely impaired listeners for Flanders and the Netherlands	Utveckla, utvärdera och jämföra ett nytt siffertest och ett nytt meningstest.	Kvantitativ experimentell N=70, N=16 Normalhörande personer, CI-bärare	LINT LIST	Både siffertestet och meningstestet kan användas för att kartlägga ett stort spann av hörselnedsättningar.
2004 Nederländerna	Smits C. et al.	Development and validation of an automatic speech-in-noise screening test by telephone	Att utveckla och validera ett nytt screening-test (Dutch digit triplet test) som kan utföras via telefon.	Kvantitativ experimentell statistisk analys N=38 Normalhörande och hörselnedsatta	Dutch digit triplet test Dutch SIN	Det nya testet visar god sensitivitet och specificitet både vid telefon och klinisk användning, vilket gör det lämpligt som screening-test. Visar också god test re-test.
2007 Nederländerna	Smits C. et al.	Recognition of digits in different types of noise by normal-hearing and hearing-impaired listeners	Jämföra olika typer av brus vid två typer av siffertest.	Kvantitativ experimentell N=40 Normalhörande och hörselnedsatta	Dutch digit triplet test Digit test	Digit test med brus i 16Hz-intervaller kan vara ett mindre tidskrävande alternativ till Digit triplet test i kontinuerligt brus.
2014 Nederländerna	Jansen S. et al.	Exploring the sensitivity of speech-in-noise tests for noise-induced hearing loss	Utveckla ett nytt CVC-testmaterial med/utan ett LP-brus och jämföra dess sensitivitet för bullerskador mot Digit triplet test.	Kvantitativ experimentell N=118 Bullerskadade arbetare	Dutch digit triplet test CVC CVC-LP	Digit triplet test har bättre sensitivitet än de nya testen. CVC-LP har högre sensitivitet än CVC.
2015 Nederländerna	Kaandorp M. W. et al.	Assessing speech recognition abilities with digits in noise in cochlear implant and hearing aid users	Undersöka validiteten och reliabiliteten av DIN för CI-bärare och HA-bärare, och undersöka effekten av lingvistisk färdighet på testresultatet.	Kvantitativ experimentell N=48 Normalhörande, CI-bärare och hörapparat-bärare	DIN(Digits in noise) test SIN(Sentences in noise) test CVC	DIN har hög korrelation med SIN och därmed god validitet. DIN är även tillämpligt på HA-bärare och CI-bärare. Tecken finns på effekt av lingvistisk förmåga men är ej signifikant.
2013 Tyskland	Zokoll M. A. et al.	Speech-in-Noise Tests for Multilingual Hearing Screening and Diagnostics	Jämföra spanska, ryska och turkiska versioner av Digit triplet test och Hagermans meningar med HearComs etablerade test/standarder för att kontrollera validiteten och jämförbarheten mellan språk.	Kvantitativ statistisk analys	Digit triplet test (Spansk, Rysk och Turkisk) Hagermans meningar (Spansk, Rysk och Turkisk)	Samtliga test visade god kvalitet och uppfyllde HearComs standard, samt god jämförbarhet mellan språk.



2005 USA, Florida	McArdle R. A. et al.	Speech Recognition in Multitalker Babble Using Digits, Words, and Sentences	Undersöka objektiv prestation av talaudiometriska test i multitalker babble utförda av personer med och utan hörselnedsättning och jämföra resultaten med subjektivt upplevd taluppfattning.	Kvantitativ experimentell N=108 Normalhörande och hörselnedsatta	QuickSIN Enstaviga ord i multitalker babble Digit triplets i MTB NU-6	Talmaterial med brus ökar testets sensitivitet. Personer med hörselnedsättning behöver ca 8 dB bättre S/B än normalhörande oavsett talmaterial. Viss korrelation mellan subjektivt upplevd taluppfattning och de objektiva resultaten.
2011 Canada	Marinova-Todd S. H. et al.	Speech audiometry with non-native English speakers: The use of digits and Cantonese words as stimuli	Undersöka validiteten av engelsk talaudiometri vid mätning av personer som inte har engelska som förstaspråk.	Kvantitativ Experimentell N=45 Normalhörande och hörselnedsatta	Digit pairs ASHA half list A (CID-W1) NU-6 Kantonesisk FB Kantonesiska spondeér	Digit pairs mäter HTT bättre än både CID W-1 och kantonesiska spondeér. Taluppfattningsresultat blir sämre om man inte har testspråket som förstaspråk, resultatet blir ännu sämre hos någon med hörselnedsättning.
2002 USA, Illinois	Ramkissoo. I. et al.	Digit Speech Recognition Thresholds (SRT) for Non-Native Speakers of English	Utveckla ett test med sifferpar och jämföra det med CID- W1 angående dess förmåga att mäta HTT hos personer som inte har engelska som första språk.	Kvantitativ Experimentell N=24 Normalhörande personer förtrogna med engelska, samt personer med annat förstaspråk.	Digit pairs CID W-1	Digit pairs är bättre än CID-W1 på att mäta HTT när testpersonen har annat förstaspråk än engelska. Testet kommer också väldigt nära CID-W1 vid mätning av personer som har engelska som förstaspråk.
2005 USA, Tennessee	Wilson R. H. et al.	A comparison of word-recognition abilities assessed with digit pairs and digit triplets in multitalker babble	Jämföra S/B-resultat från Digit pairs test och Digit triplet test.	Kvantitativ Experimentell N=48 Normalhörande och hörselnedsatta	Digit pairs test Digit triplet test	Båda testen har god sensitivitet och inget överlapp mellan normalhörande och de med HNS. Författarna föreslår att Digit pairs hellre används p.g.a. lägre kognitiv ansträngning.
2012 Frankrike	Jansen S. et al.	Comparison of three types of French speech-in-noise tests: A multi-center study	Utveckla ett nytt taltest (FrMatrix) och jämföra det med FIST och FrDigit3.	Kvantitativ experimentell N=118 Normalhörande och hörselnedsatta	FrMatrix FIST FrDigit3	Alla tre test visar liknande resultat och förmåga att utvärdera taluppfattning i brus både hos normalhörande och hos hörselskadade.
2008 USA, Tennessee	Wilson R. H. et al.	A comparison of recognition performances in speech-spectrum noise by listeners with normal hearing on PB-50, CID W-22, NU-6, W-1 Spondaic words and monosyllabic digits spoken by the same speaker	Att fastställa de psykometriska egenskaperna av fem olika talmaterial i brus.	Kvantitativ experimentell N=24 Normalhörande	PB-50 CID W-22 NU-6 CID W-1 Monosyllabic digits	De enstaviga ordlistorna ger liknande resultat. Siffrorna kräver i snitt 1-2 dB lägre S/N för samma resultat som ord. Fonetisk/fonemisk balansering verkar inte vara en viktig faktor vid skapandet av test för taluppfattning.
2006 USA, Tennessee	Wilson R. H. et al.	Word recognition of digit triplets and monosyllabic words in multitalker babble by listeners with sensorineural hearing loss	Undersöka validiteten av en förkortad metod av digit triplet test.	Kvantitativ experimentell N=96 Sensorineuralt hörselnedsatta	Digit triplet test Förkortad digit triplet test	Den förkortade metoden kräver 2,6 dB bättre S/B för att nå samma resultat. Talmaterial med siffror är lättare än ord men de har liknande sensitivitet.

Tabell 4. Sammanställning av test som förekommer i studien

<u>Test</u>	<u>Syfte</u>	<u>Material</u>	<u>Land/Språk</u>	<u>Artikel</u>
Leuven intelligibility sentence test (LIST)	Mäta taluppfattning i tyst och i brus	Vardagsmeningar, med och utan talvägt brus	Belgien/Holländska	Wieringen et al., 2008
Leuven intelligibility number test (LINT)	Mäta taluppfattning i tyst och i brus	Siffror 1-100, presenteras en siffra i taget, med och utan talvägt brus	Belgien/Holländska	Wieringen et al., 2008
Digit triplet test (DTT)	Mäta uppfattningströskel för tal i tyst och i brus	Enstaviga siffror, presenterade i grupper av 3 med och utantalvägt brus/multi-talker babble	USA/Engelska (DTT) Nederländerna/Holländska (DDTT) USA/Engelska (DTT-MTB) Frankrike/Franska (FrDigit3) Spanien/Spanska Ryssland/Ryska Turkiet/Turkiska	Hudgins et al., 1947 Smits et al., 2004 Wilson et al., 2005 Jansen et al., 2012 Zokoll et al., 2013
Digit pairs test	Mäta uppfattningströskel för tal i tyst och i brus	Enstaviga siffror presenterade i grupper av 2 i talvägt brus	USA/Engelska	Ramkissoo et al., 2002 Wilson et al., 2005 Marinova-Todd et al., 2011
French intelligibility sentence test (FIST)	Mäta taluppfattning i tyst och i brus	Vardagsmeningar, med och utan talvägt brus	Frankrike/Franska	Jansen et al., 2012
French matrix test (FrMatrix)	Mäta uppfattningströskel för tal i brus	Matrismeningar	Frankrike/Franska	Jansen et al., 2012
Consonant-vowel-consonant test (CVC)	Mäta uppfattningströskel för tal i brus	CVC-ord med semantisk betydelse	Nederländerna/Holländska	Jansen et al., 2014
Digits in noise test (DIN)	Mäta uppfattningströskel för tal i brus	En- och tvåstaviga siffror presenterade i grupper av 3 i talvägt brus	Nederländerna/Holländska	Kaandorp et al., 2015

Sentences in noise test (SIN)	Mäta uppfattningströskel för tal i brus	Vardagsmeningar i talvägt brus	Nederländerna/Holländska	Smits et al., 2004 Kaandorp et al., 2015
QuickSIN	Snabbare mäta uppfattningströskel för tal i brus	Vardagsmeningar i talvägt brus	USA/Engelska	McArdle et al., 2005
Digit test	Mäta uppfattningströskel för tal i brus	Enstaviga siffror presenterade en i taget i ett fluktuerande brus	Nederländerna/Holländska	Smits et al., 2007
Förkortad Digit triplet test	Snabbare mäta uppfattningströskel för tal i brus	Enstaviga siffror presenterade i grupper av 3 i multi-talker babble	USA/Engelska	Wilson et al., 2006
Northwestern University-6 (NU-6)	Mäta maximal taluppfattning	Fonemiskt balanserade enstaviga ord	USA/Engelska	McArdle et al., 2005 Wilson et al., 2008 Marinova-Todd et al., 2011
Words in noise test (WIN)	Mäta uppfattningströskel för tal i brus	NU-6 i multi-talker babble	USA/Engelska	McArdle et al., 2005
Phonetically Balanced-50 (PB-50)	Mäta maximal taluppfattning	Fonemiskt balanserade enstaviga ord	USA/Engelska	Wilson et al., 2008
Central Institute for the Deaf-Word list 1 (CID-W1)	Mäta hörtröskel för tal	Spondéer	USA/Engelska	Ramkissoo et al., 2002 Wilson et al., 2008 Marinova-Todd et al., 2011
Central Institute for the Deaf-Word list 22 (CID-W22)	Mäta maximal taluppfattning	Fonemiskt balanserade enstaviga ord	USA/Engelska	Wilson et al., 2008

## RESULTAT

### Hur förhåller sig resultat från sifftertest till resultat från andra talaudiometriska test?

Det är svårt att komma fram till ett tydligt sammanvägt resultat då artiklarna behandlar en mängd olika test, språk, mätmetoder och valideringsmetoder. Även om testen är av olika typ så är de flesta artiklar övervägande positiva gällande korrelationen mellan talmaterial med siffror och talmaterial med meningar, korrelationen mellan HTT utförd med siffermaterial och TMV tycks också vara god.

Tabell 5. Översikt av korrelationer mellan taluppfattningströskel i brus uppmätt med siffror och meningar

<u>Siffror</u>	<u>Korrelationskoefficient</u>	<u>Meningar</u>	<u>Artikel</u>
DDTT (Dutch digit triplet test)	r=0,849	DSIN (Dutch sentences in noise test)	Smits et al., 2004
DIN (Digits in noise)	r=0,95	SIN (Sentences in noise test)	Kaandorp et al., 2015
FrDigit3 (French digit triplet test)	r=0,81	FIST (French intelligibility sentence test)	Jansen et al., 2012
FrDigit3 (French digit triplet test)	r=0,89	Frmatrix (French matrix test)	Jansen et al., 2012

Tabell 5 visar korrelationen mellan taluppfattningströskel i brus uppmätt med tre sifftertest och fyra meningstest. Korrelationen mellan samtliga är god och ligger inom spannet r=0,81 till r=0,95.

I tabell 6 syns korrelation för hörtröskel för tal med olika material och tonmedelvärde. Även i detta område är korrelationsvärdena goda, men några fler faktorer behöver påpekas här. För det första jämförs resultaten i de olika testen inte mot samma tonmedelvärde. Två tester jämförs mot ett tonmedelvärde uträknat på frekvenserna 0,5, 1, 2, och 4 KHz och de andra tre testerna jämförs mot ett tonmedelvärde uträknat på 2, 3, 4, och 6 KHz. För det andra används ett annorlunda brus i testet CVC-LP (consonant-vowel-consonant, low pass filtered noise) som är lågpassfiltererat. I jämförelsen mellan testerna syns en högre korrelation mot respektive tonmedelvärde för siffermaterialen än meningar och ord. Nämnvärt är också den positiva effekten av det lågpassfilterade bruset som höjer korrelationskoefficienten från r=0,67 till

$r=0,83$  för CVC-testet (consonant-vowel-consonant) (Jansen, Luts, Dejonckere, Van Wieringen & Wouters, 2014).

Tabell 6. Översikt över korrelation för hörtröskel för tal med olika material och tonmedelvärde

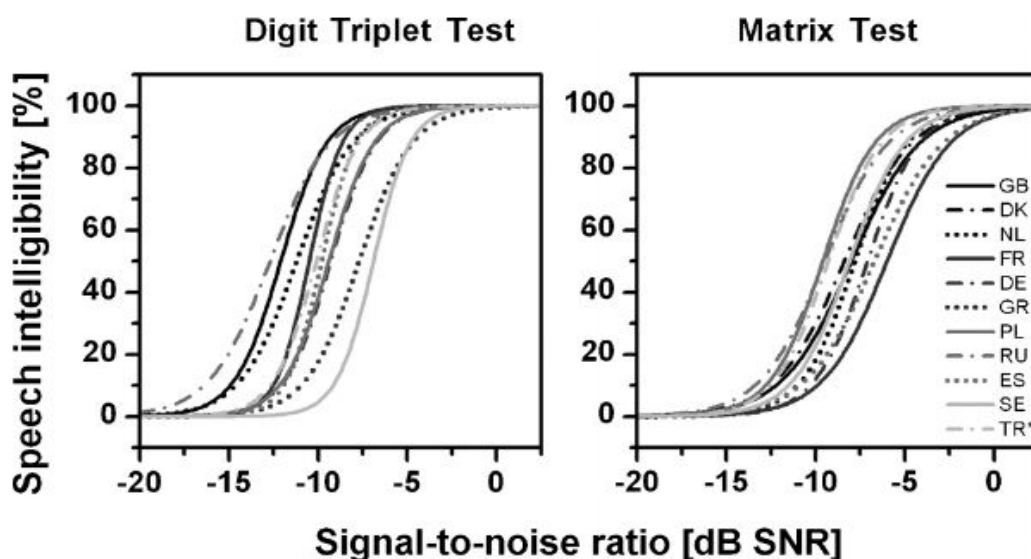
<u>Testmaterial</u>	<u>Korrelationskoefficient</u>	<u>TMV</u>	<u>Artikel</u>
DDTT (Dutch digit triplet test)	$r=0,821$	TMV 0,5,1,2,4 KHz	Smits et al., 2004
DSIN (Dutch sentences in noise test)	$r=0,770$	TMV 0,5,1,2,4 KHz	Smits et al., 2004
DDTT (Dutch digit triplet test)	$r=0,85$	TMV 2,3,4,6 KHz	Jansen et al., 2014
CVC (Consonant-vowel-consonant)	$r=0,67$	TMV 2,3,4,6KHz	Jansen et al., 2014
CVC-LP (Consonant-vowel-consonant, low pass filtered noise)	$r=0,83$	TMV 2,3,4,6KHz	Jansen et al., 2014

Personer med hörselnedsättning behöver ungefär 8 dB bättre signal to babble ratio (S/B) än personer med hörsel inom normalområdet, för att uppnå 50 % korrekta svar oavsett om meningar (Quick SIN), ord (NU-6) eller siffror (Digit triplet test in multi-talker babble (DTT-MTB)) används som talmaterial (McArdle, Wilson & Burks, 2005). Denna relation mellan siffror och ord konstateras också av Wilson, Burks & Weakley (2006).

När enstaviga siffror blandas in i listor med ord ligger 50 % korrekta svar vid ca 1-2 dB lägre S/N för en person med hörsel inom normalområdet (Wilson, McArdle & Roberts, 2008).

Wieringen & Wouters (2008) beskriver hur de utvecklar två olika test, ett med siffror Leuven intelligibility number test (LINT) och ett med meningar Leuven intelligibility sentence test (LIST). När båda testen utförs i brus och med en adaptiv metod får sifftertestet ett signal- till brusförhållande (S/N) som är 1,2 dB lägre än meningstestet. Skillnaden mellan S/N för att uppnå 50 % korrekt uppfattade ord mellan CVC och DDTT ligger så lågt som 0,3 dB (Jansen et al. 2014). Skillnaden mellan siffror och ord som dessa resultat uppvisar är låg jämfört med andra resultat: 6,4 dB mellan DIN och SIN (Kaandorp et al., 2015), 8,9 dB mellan DDTT och CVC-LP (Jansen et al. 2014), 15,1 dB mellan DTT-MTB och NU-6 i multitalker babble (Wilson et al., 2006), 16,2 dB mellan DTT-MTB och QuickSIN i multitalker babble och 16,9 dB mellan DTT-MTB och NU-6 i Multitalker babble (McArdle et al., 2005).

Artiklarna visar i stort på god korrelation mellan resultat för tröskel för taluppfattning i brus uppmätt med siffermaterial och ordmaterial. Korrelationen mellan hörtröskel för tal uppmätt med siffermaterial och TMV tycks också vara god. Flera artiklar visar dock att siffermaterial kräver lägre S/N för 50 % korrekta svar än material baserade på ord eller meningar SIN (Kaandorp et al., 2015) (Jansen et al. 2014) (Wilson et al., 2006) (McArdle et al., 2005). Den psykometriska funktionen visar sig också brantare för siffermaterial, detta presenteras i figur 4 (Zokoll, Hochmuth, Warzybok, Wagener, Buschermöhle, & Kollmeier, 2013) (Smits et al., 2004).



**Figur 4.** Psykometrisk funktion för Digit triplet test (DTT) och Hagermans meningar (Matrix) på olika språk (Zokoll et al., 2013).

### **Vilka skillnader finns mellan den tillgängliga svenska tresifferlistan och andra siffertest?**

Det finns ingen artikel publicerad inom studiens tidsavgränsning som jämför den svenska tresiffer-listan (Lidén, 1954) med andra siffertest. Majoriteten av de test som undersökts i detta arbete har med syfte att skapa homogenitet i sina listor valt att använda endast enstaviga siffror (Marinova-Todd, Siu, & Jenstad, 2011), (Ramkissoo, Proctor, Lansing, & Bilger, 2002), (Smits et al., 2004) (Zokoll et al., 2013), (Wilson, Burks, & Weakley, 2005), (Jansen et al., 2012), (McArdle et al., 2005), (Wilson et al., 2006), (Kaandorp et al, 2015), (Wilson et al, 2006). Samtliga sifferlistor som undersökts har varit ämnade att användas tillsammans med brus av något slag. Wilson et al. (2005) visar på att brus kraftigt ökar sensitiviteten vid test med siffror. Betydelsen av brus vid siffertest styrks ytterligare av Smits & Houtgast (2007).

Wilson et al. (2005) konstaterar även att ingen signifikant skillnad i resultat finns mellan listor bestående av sifferpar och tresiffergrupper. Det går endast att konstatera att konstruktionen av det tillgängliga svenska siffermaterialet inte överensstämmer med de siffertest som omskrivs i artiklarna.

### **Är siffertest ett lämpligt alternativ för att testa personer med låg förtrogenhet av testspråket?**

Skillnaden mellan tonmedelvärde och hörtröskel för tal utförd med spondéer på engelska har påvisats vara 7,21 dB SPL för testpersoner som inte har engelska som förstaspråk, medan test med sifferpar (D-SRT) jämfört med tonmedelvärde endast ger en skillnad på 1,04 dB SPL. Motsvarande resultat för personer med engelska som förstaspråk påvisades vara 2,86 dB SPL vid spondéer, respektive 2,12 dB SPL vid siffertest (Ramkissoo et al, 2002). Marinova-Todd et al (2011) kommer till slutsatsen att Digit pair test mäter hörtröskel för tal med marginellt bättre korrelation till TMV ( $r=0.94$ ) än CID-W1 ( $r=0.92$ ) för personer som inte har engelska som förstaspråk. Resultatet från artiklarna (Ramkissoo et al, 2002) (Marinova-Todd et al, 2011) pekar åt att talmaterial med siffror ger högre validitet än talmaterial med spondéer för att uppmäta hörtröskel för tal, när testpersonen har låg grad av förtrogenhet av testspråket.

## **DISKUSSION**

### **Metoddiskussion**

Den valda metoden *beskrivande litteraturstudie* har belyst många områden inom talaudiometri, och med frågeställningarna i åtanke anser vi metoden vara lämplig. Det kan dock konstateras att det talaudiometriska testmaterial som artiklarna belyser är av olika typ och därför är det svårt att dra en enhällig slutsats. Likaså varierar antalet testpersoner mellan artiklarna, gällande antal och fördelningen av normalhörande och hörselnedsatta.

Talmaterialet som valideringen görs emot skiljer sig också mellan artiklarna. Detta hade kunnat undvikas med snävare avgränsning men då uppstår problemet att materialet blir för litet. Frågeställning nummer två "vilka skillnader finns mellan den tillgängliga svenska tresifferlistan och andra siffertest?" går med metoden inte att besvara då inga artiklar som publicerats i en vetenskaplig tidskrift mellan åren 1995 – 2016 har jämfört den svenska tresifferlistan med något annat siffermaterial. För att besvara frågeställningen hade en experimentell undersökning av den svenska tresifferlistan varit ett bättre alternativ till litteraturstudie. En jämförelse mellan tresifferlistans egenskaper och andra siffertests

egenskaper kommer dock diskuteras under resultatdiskussionen. Frågeställning nummer tre ”Är siffterest ett lämpligt alternativ för att testa personer med låg förtrogenhet av testspråket?” har endast kunnat belysas med två artiklar då sökningen endast gett två träffar som specifikt undersöker sambandet mellan talaudiometri med siffermaterial och låg förtrogenhet av testspråket. Frågeställningen är också svår att besvara ur ett svenskt perspektiv då artiklarna endast undersöker siffror för att mäta hörtröskel för tal och vi i Sverige oftast mäter maximal taluppfattning (Andersson & Aguirre Bolander, 2014) när vi utför talaudiometri. Dilemmat uppstår även med övriga artiklar då de flesta jämför tröskel för taluppfattning i brus uppmätt med siffermaterial, mot vardagsmeningar eller matristmeningar. Vilka är testmaterial som inte används i Sverige i samma utsträckning som maximal taluppfattning mätt med fonemiskt balanserade enstaviga ord (Andersson & Aguirre Bolander, 2014).

## **Resultatdiskussion**

De talmaterial med siffror som belysts i artiklarna har alla en något brantare psykometrisk funktion än material med ord. Detta gör materialet lämpat för att testa hörtröskel för tal vilket inte är någon ny upptäckt (Lidén, 1951) (Carhart, 1951a). Siffermaterialen har också god korrelation med TMV (Jansen et al., 2014) (Smits et al., 2004) vilket ytterligare pekar åt att de har god validitet som material för att mäta hörtröskel för tal. Något mer intressant är att uppfattningströskel för tal i brus uppmätt med matristest utformade på samma sätt som Hagermans meningar (Hagerman, 1982) har visat sig ha hög korrelation med resultat utfört med Digit triplet test (DTT) (Jansen et al., 2012). Detta är intressant då matristesten ursprungligen är utformade för att utvärdera en hörapparatanpassning men kan även användas för att utvärdera möjlig nytta av hörapparater innan påbörjad anpassning (Hagerman, 1982), vilket kan betyda att DTT kan användas i samma syfte. Förutom att ha en brantare psykometrisk funktion har det också visats sig att siffermaterialen kräver ett lägre signal till brusförhållande (S/N) än ordmaterial. Det betyder att även om DTT skulle vara användbart för att mäta tröskel för taluppfattning i brus ska resultatet aldrig jämföras rakt av mot ett resultat uppmätt med ordmaterial, utan kräver en egen resultattolkning. Vad är det då som gör att siffror är lättare att uppfatta än ord? Den främsta teorin angående detta är att siffror är en mer closed-set-paradigm än ord eftersom det helt enkelt inte finns lika många enstaviga siffror som ord att gissa på. En annan aspekt som tros påverka resultatet är en ökande kännedom av siffrorna hos testpersonen under testningen. Wilson (2006) resonerar att testpersonen längre in i testet börjar kunna känna igen siffrorna på andra egenskaper än initialt, t.ex. rytm och



mikrostruktur blir tillräckligt för att känna igen en siffra. I den applikation vi har åtanke, d.v.s. för testning av personer med låg förtrogenhet av språket, är det dock inte säkert att samma igenkänning av rytm och mikrostruktur är möjlig.

Eftersom ingen artikel publicerad mellan 1995-2016 jämfört den svenska tresifferlistan med något annat test är det svårt att svara på vår andra frågeställning. Men två avgörande skillnader kan konstateras. Först och främst är de andra materialen endast baserade på enstaviga siffror, vilka på svenska skulle vara 0, 1, 2, 3, 5, 6, 7 och 12. Så är inte fallet med den svenska tresifferlistan som innehåller alla siffror mellan 1 och 17. De presenteras dock som tripletter likt DTT. Den andra stora skillnaden är möjligheten att presentera testmaterialet med brus vilket saknas med den svenska tresifferlistan och helt utesluter den som material för att testa taluppfattningströskel i brus. HearCom är en europeisk organisation bestående av forskargrupper ifrån flera europeiska länder, de arbetade mellan åren 2004 och 2009 med att utveckla och validera talaudiometriska test som skulle vara standardiserade och jämförbara mellan olika språk. Versioner av Hagermans meningar (Hagerman, 1982) och DTT (Smits, 2004) utvecklades och uppfyllde de standarder som krävdes, DTT utvecklades med primärt syfte att vara screeningtest. En svensk version av DTT har utvecklats av Hällgren & Larsby 2009 inom HearCom projektet men utvecklingen och valideringen är ej publicerad (Zokoll et al. 2013). Samtliga test gjordes tillgängliga för allmänheten genom en hemsida och telefonnummer där screeningtest kunde utföras av allmänheten, idag är dessa resurser ej längre tillgängliga.

Det har tidigare konstaterats att talaudiometri utfört, med material på ett språk som testpersonen har låg förtrogenhet av, inte är att rekommendera (Kilman et al. 2015), (Bench 1997), (Shi & Sánchez, 2010), (Nakamura & Gordon-Salant, 2011). Att utföra talaudiometri på ett språk som testpersonen har god förtrogenhet av ställer krav på att sådant material ska finnas tillgängligt, men det ställer också kravet att audionomen ska behärska språket ifråga till en såpass hög grad att hen ska kunna avgöra om patienten svarar rätt eller fel, alternativt att en tolk förtrogen med testförfarandet finns tillgänglig (SAME, 1996). Är då siffror ett alternativ? Ramkissoo et al. (2002) och Marinova-Todd et al. (2011) menar att så är fallet. Deras undersökningar visar att hörtröskel för tal utfört med siffror har högre korrelation med TMV än spondélistor på ett språk som testpersonen inte behärskar, vilket ger indikationer på att siffror är ett bra alternativ för testa personer som inte behärskar testspråket. HearCom (2009) konstaterar i sin rapport att DTT förutom att vara ett bra screeningverktyg också passar bra för att testa personer med låg förtrogenhet av testspråket och att det passar som verktyg för

utvärdering av hörapparatsanpassning då det går att göra om många gånger utan att patienten kommer ihåg sifferkombinationerna.

## KONKLUSION

Baserat på resultaten i denna litteraturstudie drar vi följande slutsatser:

- Resultat från siffertest i brus har hög korrelation med resultat från meningstest i brus.
- Resultat från hörtröskelmätning för tal med siffermaterial har hög korrelation med TMV, samt hörtröskel för tal uppmätt med spondématerial.
- Siffermaterial har en brantare psykometrisk funktion än ordmaterial.
- Det tillgängliga svenska tresiffertestet är inte jämförbart med andra siffertest i studien då det har annan uppbyggnad och saknar möjlighet till brus.
- Det finns indikationer på att talmaterial med siffror har högre validitet än ordmaterial för personer med låg förtrogenhet av testspråket.

Vidare kan konstateras att det idag tillgängliga svenska siffermaterialet inte är lämpligt för att mäta uppfattningströskel för tal i brus då det saknar möjlighet till brus, vilket skulle givit högre sensitivitet. Möjligtvis skulle god korrelation med Hagermans meningar kunna uppnås, men då 3-sifferlistan inte endast består av enstaviga siffror kan inte testet jämföras med de resultat som framkommit i studien. För att kunna göra den jämförelsen behövs alltså ett från grunden nytt test. Ett test på svenska med samma egenskaper som DDTT (Smits et al, 2004) utvecklades av Hällgren & Larsby under HearCom-projektet (Zokoll, 2013) och vore intressant att experimentellt undersöka som material för att mäta tröskel för taluppfattning i brus för personer med låg grad av förtrogenhet av testspråket.

## REFERENSER

Akeroyd, M. A., Arlinger, S., Bentler, R. A., Boothroyd, A., Dillier, N., Dreschler, W. A., ... Kollmeier, B. (2015). International Collegium of Rehabilitative Audiology (ICRA) recommendations for the construction of multilingual speech tests. *International Journal of Audiology*, 54:sup2, 17-22. Doi: 10.3109/14992027.2015.1030513.

Arlinger, S., & Hagerman, B. (1997). The Swedish approach to speech audiometry. In Speech Audiometry. Martin, *Speech Audiometry* (s. 278-286). London: Whurr Publishers Ltd.

Barrenäs, M. L., & Wikström, I. (2000). The influence of hearing and age on speech recognition scores in noise in audiological patients and in the general population. *Ear and Hearing*, 21(6), 569-577.

Bench, J. (1997). Speech audiometry in Australia. In Speech Audiometry. Martin, *Speech Audiometry* (s. 287-296). London: Whurr Publishers Ltd.

Brännström, K. J., Lantz, J., Holme Nielsen, L., & Östergaard Olsen, S. (2014). Prediction of IOI-HA Scores Using Speech Reception Thresholds and Speech Discrimination Scores in Quiet. *Journal of the American Academy of Audiology*, 25(2), 154-163. Doi: 10.3766/jaaa.25.2.4.

Carhart, R. (1951a). Basic principles of speech audiometry. *Acta Oto-Laryngol*, 40(1-2), 62-71.

Carhart, R. (1951b). Instruments and Materials for Speech Audiometry. *Acta Oto-Laryngologica*, 40(5-6), 313-323. Doi: 10.3109/00016485109123646.

Fredriksson, S. (2008). *Utveckling av de enstaviga ordlistorna för talaudiometri – begreppsanalys och teoriutveckling* (Kandidatuppsats). Göteborg: Institutionen för neurovetenskap och fysiologi, Göteborgs universitet tillgänglig: [https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/18393/1/gupea\\_2077\\_18393\\_1.pdf](https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/18393/1/gupea_2077_18393_1.pdf)

Grunditz, M., & Magnusson, L. (2013). Validation of a speech-in-noise test used for verification of hearing aid fitting. *Hearing, Balance and Communication*, 11(2), 64-71. Doi: 10.3109/21695717.2013.782135.

Hagerman, B. (1982). Sentences for testing speech intelligibility in noise. *Scandinavian audiology*, 11(2), 79-87.

HearCom. (2009). *D-1-9: Report on an optimized inventory of Speech-based auditory screening & impairment tests for six languages*. Amsterdam: HearCom.

Hirsh, I. J., Davis, H., Silverman, S. R., Reynolds, E. G., Eldert, E., & Benson, R. W. (1952). Development of materials for speech audiometry. *The Journal of speech and hearing disorders*, 17(3), 321-337.

Hudgins, C. V., Hawkins, J. E., Karlin, J. E., & Stevens, S. S. (1947). The development of recorded auditory tests for measuring hearing loss for speech. *Laryngoscope*, 57(1), 57-89.

Hällgren, M., Larsby, B., & Arlinger, S. (2006). A swedish version of the Hearing In Noise Test (HINT) for measurement of speech recognition. *International Journal of Audiology*, 45(4), 227-237.

Jansen, S., Luts, H., Dejonckere, P., Van Wieringen, A., & Wouters, J. (2014). Exploring the sensitivity of speech-in-noise tests for noise-induced hearing loss. *International Journal of Audiology*, 53(3), 199-205. Doi: 10.3109/14992027.2013.849361.

Jansen, S., Luts, H., Wagener, C., Kollmeier, B., Del Rio, M., Dauman, R., ... Van Wieringen, A. (2012). Comparison of three types of French speech-in-noise tests: A multi-center study. *International Journal of Audiology*, 51(3), 164-173. Doi: 10.3109/14992027.2011.633568.

Kaandorp, M. W., Smits, C., Merkus, P., Goverts, S, T, & Festen, J. M. (2015). Assessing speech recognition abilities with digits in noise in cochlear implant and hearing aid users. *International Journal of Audiology*, 54(1), 48-57. Doi: 10.3109/14992027.2014.945623

Kilman, L., Zekveld, A., Hällgren, M., & Rönnberg, J. (2015) Native and Non-Native Speech Perception by Hearing-Impaired Listeners in Noise-and Speech Maskers. *Trends in Hearing*, 19(1), 1-12. Doi: 10.1177/2331216515579127.

Kruger, B., & Kruger, F. M. (1997). Speech audiometry in the USA. In Speech Audiometry. Martin, *Speech Audiometry* (s.233-277). London: Whurr Publishers Ltd.

Liden, G. (1951). Speech audiometry. *Nordisk medicin*, 46(35), 1303-1308.

Liden, G. (1954). Speech audiometry: An experimental and clinical study with Swedish language material. *Acta Otolaryngol Suppl.* 1954(114), 1-145.

Lidén, G., & Arlinger, S. (1985). *Audiologi*. Stockholm: Almqvist & Wiksell.

Magnusson, L. (1995). *Speech audiometry in noise: development of a test material and prediction method*. Univ., Göteborg.

Magnusson, L., & Wikström, I. (1996). Textmaterial till CD-skiva "Tal i brus": C-A Tegnér AB.

Marinova-Todd, S. H., Siu, C., & Jenstad, L. M. (2011). Speech audiometry with non-native English speakers: The use of digits and Cantonese words as stimuli. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 35(3), 220-227.

McArdle, R. A., Wilson, R. H., & Burks, C. A. (2005). Speech Recognition in Multitalker Babble Using Digits, Words, and Sentences. *Journal of the American Academy of Audiology*, 16, 726-739.

Nakamura, K., & Gordon-Salant, S. (2011). Speech Perception in Quiet and Noise Using the Hearing in Noise Test and the Japanese Hearing in Noise Test by Japanese Listeners. *Ear and Hearing*, 32(1), 121-131.

Nilsson, M., Soli, S. D., & Sullivan, J. A. (1994) Development of the Hearing in Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 95(2), 1085-1099.

Ramkissoon, I., Proctor, A., Lansing, C., & Bilger, R. (2002). Digit Speech Recognition Thresholds (SRT) for Non-Native Speakers of English. *American Journal of Audiology*, 11(6), 23-28.

Roeser, R. J., Valente, M., & Hosford-Dunn, H. (2007). *Audiology: Diagnosis*. New York: Thieme.

SFS 1982:763. *Hälso- och Sjukvårdslagen*. Stockholm: Socialdepartementet.

SFS 2008:567. *Diskrimineringslag*. Stockholm: Kulturdepartementet.

Shi, L. F., & Sánchez, D. (2010). Spanish/English Bilingual Listeners on Clinical Word Recognition Tests: What to Expect and How to Predict. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53(10), 1096-1110.

**Smits, C., & Houtgast, T. (2007). Recognition of digits in different types of noise by normal-hearing and hearing-impaired listeners. *International Journal of Audiology*, 46(3), 134-144. Doi: 10.1080/14992020601102170.**

**Smits, C., & Kapteyn, T. S., & Houtgast, T. (2004). Development and validation of an automatic speech-in-noise screening test by telephone. *International Journal of Audiology*, 43(1), 15-28. Doi: 10.1080/14992020400050004.**

Socialstyrelsen. (2009). *Hälso- och sjukvårdsrapport 2009 – Utveckling: Vård vid nedsatt hörsel*. Stockholm: Socialstyrelsen.

Statistiska centralbyrån. (2015). *Befolkningsstatistik i sammandrag 1960-2014*. Stockholm: Statistiska Centralbyrån.

Svenska audiologiska metodboksgruppen [SAME]. (2004). *Handbok i hörselmätning*. Bromma: SAME och C-A Tegnér AB.

Svenska audiologiska metodboksgruppen [SAME]. (1996). *Metodbok i hörselmätning*. Bromma: SAME och C-A Tegnér AB.

**Van Wieringen, A., & Wouters, J. (2008). LIST and LINT: Sentences and numbers for quantifying speech understanding in severely impaired listeners for Flanders and the Netherlands. *International Journal of Audiology*, 47(6), 348-355. Doi: 10.1080/14992020801895144.**

Vejde, O., & Leander, E. (2000). *Ordbok i statistik*. Borlänge: Olle Vejde Förlag.

Wilson, R. H., Abrams, H. B., & Pillion, A. L. (2003). A word-recognition task in multitalker babble using a descending presentation mode from 24 dB to 0 dB signal to babble. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 40(4), 321-327.

**Wilson, R. H., Burks, C. A., & Weakley, D. G. (2005). A comparison of word-recognition abilities assessed with digit pairs and digit triplets in multitalker babble. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 42(4), 499-510.**

**Wilson, R. H., Burks, C. A., & Weakley, D. G. (2006). Word Recognition of Digit Triplets and Monosyllabic Words in Multitalker Babble by Listeners with Sensorineural Hearing Loss. *Journal of the American Academy of Audiology*, 17, 385-397.**

Wilson, R. H., Carnell, K., & Cleghorn, A. (2007). The Words-in-Noise (WIN) Test with Multitalker Babble and Speech-Spectrum Noise Maskers. *Journal of the American Academy of Audiology*, 18(6), 522-529.

**Wilson, R. H., McArdle, R., & Roberts, H. (2008). A Comparison of Recognition Performances in Speech-Spectrum Noise by Listeners with Normal Hearing on PB-50, CID W-22, NU-6, W-1 Spondaic Words, and Monosyllabic Digits Spoken by the Same Speaker. *Journal of the American Academy of Audiology*, 19, 496-506. Doi: 10.3766/jaaa.19.6.5**

**Zokoll, M. A., Hochmuth, S., Warzybok, A., Wagener, K. C., Buschermöhle, M., & Kollmeier, B. (2013). Speech-in-Noise Tests for Multilingual Hearing Screening and Diagnostics. *American Journal of Audiology*, 22(6), 175-178.**