



”En kvinnas röst, har den betydelse?”

Signal-Brus-förhållande och psykometriska egenskaper för tal-i-brusmätning med en kvinnoröst.

- En experimentell studie

”A woman´s voice, does it really matter?”

Signal to noise ratio and psychometric characteristics for speech in noise measurement with a womans voice.

- An experimental study

Författare: **Karin Colliander & Josefin Lind**

Vårtermin 2018

Examensarbete: *Grundnivå 15 hp*

Huvudområde: *Hörselvetenskap,*

Audionomprogrammet

Institutionen för hälsovetenskaper, Örebro universitet.

Handledare: Erik Witte, Universitetsadjunkt/Doktorand, Örebro Universitet

Examinator: Peter Czigler, Universitetslektor, Örebro Universitet

Abstrakt

Bakgrund: *Fonemiskt balanserade ordlistor (FB-listor) för tal-i-brus-testning (Magnusson, 1995) saknar kvinnliga röstinspelningar. Således är det fortfarande okänt om, och isåfall hur, den kvinnliga rösten påverkar taluppfattning i brus.*

Syfte: *Denna studie hade två syften. Det första var att undersöka om och hur kvinnliga röstinspelningars psykometriska egenskaper skiljer sig från befintliga manliga röstinspelningar. Det andra var att framställa en kvinnlig röstinspelning med det mest optimala signal-brus-förhållandet (SNR).*

Metod: *Nitton personer med hörsel inom normalområdet deltog i studien. Deltagarna fick lyssna till tal-i-brus-listor inspelade med en kvinnoröst med sex olika SNR.*

Resultat: *Lutningen på den psykometriska funktionen var 5,3 %/dB vid 50 % korrekt återgivna svar och ett SNR på -3,8 dB. Det uträknade predicerade värdet för 82 % rätt för kvinnorösten hamnade på signal-brus-nivån +3,2 dB. Det predicerade värdet valdes i enlighet med Magnusson (1995). Lutningen på den psykometriska funktionen för de befintliga listorna var 6,5 %/dB vid 50 % korrekt återgivna svar. Enligt denna studie har den befintliga inspelningen med manlig röst ett SNR på 2,8 dB.*

Slutsats: *Denna studie visade att den kvinnliga rösten hade jämförbara psykometriska egenskaper som den manliga för mätning av taluppfattning i brus med FB-listor.*

Abstract

Background: *When using PB-50-lists during speech audiometry tests in Sweden today you only use recordings with a male voice. Therefore, it is still unclear if and how the female voice affect speech in noise.*

Aim: *This study had two aims; the first was to investigate if and how the psychometric characteristics differs from the existing recordings with a male voice. The second aim was to produce new recording with a female voice and an optimal signal to noise ratio.*

Methods: *19 persons with normal hearing participated in the study. The participants listened to six PB-50 lists that were recorded with a female speaker. Every list had a different signal to noise ratio.*

Results: *The psychometric function of this study has a slope of 5,3 %/dB at 50 % correct responses and an SNR of -3,8 dB. The corresponding SNR with 82 % correct answered words is 3,2 dB recordings with a female voice. The value of 82 % were chosen in accordance to Magnusson (1995). The psychometric function of the recordings with a male voice has a slope of 6,5 %/dB at 50 % correct answers. According to this study the recordings with a male voice has an SNR of 2,8 dB.*

Conclusions: *Results indicate that using a PB-50 list recorded with a female voice could be just as valid as the already existing recordings with a male voice.*

Sökord: *signal-brus-förhållande, tal i brus med kvinnoröst, psykometrisk funktion*

Tack!

Tack till vår handledare Erik Witte för god vägledning genom stora och små frågor under studiens gång. Vi vill även tacka Tobias Åslund för hjälpen med inspelningen av våra tallistor. Ett stort tack går även till alla er som deltog i denna studie. Till sist vill vi rikta ett stort tack till varandra för gott samarbete under dessa veckor.

Förkortningar

dB- Decibel

dB HL- Decibel Hearing Level

dB FS - Decibels Full Scale

DTMV3 - Diskanttonmedelvärde på frekvenserna 3000, 4000 och 6000 Hz för luftledning

FB- Fonemiskt balanserade

HINT- Hearing in noise test

Hz- Hertz

REA- Right ear advantage

SNR- Signal to noise ratio/ Signal-brus-förhållande

SPBN - Swedish phonemically balanced word in noise

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
2. Bakgrund	2
2.1 Talaudiometri.....	2
2.3 Screeningaudiometri.....	5
2.4 Skillnad mellan mans- och kvinnoröst.....	5
2.5 Frekvensvägt ljud.....	6
2.6 Tidigare forskning.....	6
3. Problemformulering och Syfte	9
3.1 Problemformulering.....	9
3.2 Syfte.....	9
4. Metod	10
4.1 Material.....	10
4.1.1 Inspelning.....	10
4.2 Experiment.....	10
4.2.1 Mixning.....	10
4.2.2 Urval.....	11
4.2.3 Forskningsetik.....	11
4.2.4 Procedur.....	12
4.3 Analys av resultat.....	12
5. Resultat	14
6. Diskussion	17
6.1 Metoddiskussion.....	17
6.2 Resultatdiskussion.....	18
6.3 Forskningsetik diskussion.....	20
7. Slutsatser	21
Referensförteckning	22
Bilagor	25
Bilaga 1. Tal-i-bruslistor (FB-listor).....	25
Bilaga 2. Samtyckesformulär.....	26

1. Inledning

Talaudiometri har länge använts som ett komplement till tonaudiometri i den kliniska verksamheten för att bedöma en persons taluppfattning. Det finns flera olika mätningar gällande talaudiometri, i denna studie kommer fokus att ligga på tal-i-brus-mätning som i denna studie kommer att hänvisas till som FB S/N +4 dB. Under denna mätning används fonemiskt baserade och enstaviga ord och de presenteras tillsammans med ett maskeringsbrus.

Grundtonsfrekvensen hos kvinnor är ungefär dubbelt så hög som hos män vilket gör att den har andra perceptuella egenskaper och då de flesta av oss lyssnar till människor av båda könen bör det finnas en möjlighet att testa taluppfattningen med både en manlig och en kvinnlig röst i den kliniska verksamheten.

Tallistorna som används vid utförandet av FB S/N +4 dB i den kliniska verksamheten idag är inspelade med en manlig röst och en rikssvensk dialekt. När man bedömer taluppfattning i klinik bör man sträva efter att de röstkvaliteter som finns i befolkningen är representerade. Denna studie är en del av denna strävan.

2. Bakgrund

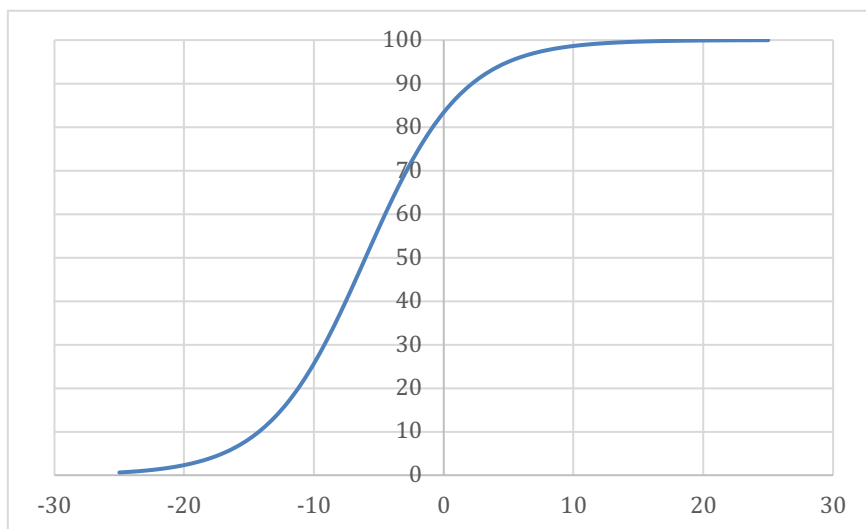
2.1 Talaudiometri

En av hörselsystemets viktigaste uppgifter är att uppfatta tal, och för att kontrollera en patients förmåga att uppfatta tal används talaudiometriska test. Talaudiometriska tester ställer oftast ett högre krav på lyssnaren än vad tonaudiometriska tester gör. För att kunna genomföra talaudiometri krävs att patienten har normal psykomotorisk utveckling, förstår instruktioner, kan medverka på rätt sätt och har en normal tal- och språkutveckling (SAME, 2004b). Ett exempel på en talaudiometrimätning är tal-i-brus med vilken audionomen kontrollerar patientens taluppfattning i ett störande bakgrundsljud (Magnusson, 1995).

Olika typer av maskeringsbrus används vid tal-i-brus-testning. Ett sådant är icke-modulerat, stadigt, brus, vilket ofta genererar en hög reliabilitet vid kontroll av taluppfattningströskeln (ISO 8253-3:2012). Andra brustyper är modulerat brus och babbelbrus. Det modulerade bruset återger en amplitudmodulation som motsvarar det som förekommer vid ett samtal med en eller flera talare. Babbelbruset innehåller spektrum från en eller flera talare vilket kan vara modulerat i olika grad och ger därmed olika grader av informationsmaskering (ISO 8253-3:2012).

Med hjälp av en psykometrisk funktion, se figur 1, kan förhållandet mellan talnivåns påverkan på lyssnarens prestation redovisas på bästa sätt. På X-axeln redovisas talelets presentationsnivå (signal-brus-förhållandet, SNR) och på Y-axeln redovisas andel korrekta svar i procent (Katz et al., 2015). Förhållandet i ljudnivå mellan den uppspelade talsignalen och bruset kallas SNR, detta förhållande har en mycket stor inverkan på taluppfattningen. Ett positivt SNR innebär att talsignalen är starkare än vad bruset är, negativt SNR innebär att bruset är starkare än vad talsignalen är (Gelfand, 2009).

Enligt MacPherson och Akeroyd (2014) definieras talmätningens psykometriska funktion av två parametrar. Den första är stimulusnivån för ett visst resultat, exempelvis en 4 dB starkare talsignal än brus-signal (+4 dB). Den andra parametern är lutningen, som innebär den maximala hastighet en prestation ökar i samband med förändringar i stimulusnivån. Lutningen ger viktig information om vilken nytta lyssnaren kommer ha av ett förändrat SNR. Denna information kan vara användbar då man avgör nyttan av hörapparat. En psykometrisk funktion med en brant lutning tyder på att en liten SNR-förändring resulterar i stor taluppfattningsförändring medan en mindre brant lutning indikerar att samma SNR resulterar i en mindre förändring (MacPherson & Akeroyd, 2014).



Figur 1 visar en psykometrisk funktion. I diagrammet visas andel korrekt besvarade ord. X-axeln visar SNR och Y-axeln visar procent.

Talmaterial

Det finns många olika sorters talmätningar och varierande talmaterial. Exempel på talmaterial kan vara spondéer (tvåstaviga ord med jämn betoning (t.ex. fotboll (SAME, 2004a)), enstaviga ord, meningar eller siffror (Katz, Chasin, English, Hood & Tillery, 2015).

Då patientens taluppfattning i brus ska mätas kan detta kontrolleras antingen genom andel korrekt uppfattade ord vid ett eller flera SNR, eller genom att bestämma det SNR som resulterar i 50 % rätt uppfattade ord eller meningar (Magnusson, u.å.). Spondéer är vanligtvis lättare för patienten att uppfatta än de enstaviga orden, det innebär att den psykometriska funktionen för spondéerna är brantare än vad den är för de enstaviga ord (Lidén, 1985).

Ofta eftersträvas att tallistor som används vid talaudiometriska mätningar ska vara fonemiskt balanserade. Det innebär att varje fonem ska förekomma lika ofta i varje lista.

Talmätningar

Hagermans test använder sig av meningar som är uppbyggda utifrån kombinationer av verb, adjektiv, egennamn, räkneord och substantiv. Vid genomförande av Hagermans test ska patienten upprepa hela meningar som presenteras i ett bakgrundsbrus, som har samma spektrala sammansättning som talmaterialet. Målet är att finna det SNR (stimulusnivå) som resulterar i att personen uppfattar 50 % av de presenterade orden rätt (Hagerman, 1982). När Hagerman (1982) utvecklade mätningen var den ursprungliga tanken att det i första hand skulle utföras i ljudfält och användas till att utvärdera nyttan av hörapparater. Testet kan dock även

genomförs med hjälp av hörlurar, och används då för att utvärdera hörseln innan patienten får hörapparater (Hagerman, 1982).

Även Hearing In Noise Test (HINT) använder sig av meningar. Metoden innebär att patienten får lyssna till tal som kommer direkt från en högtalare placerad en meter från patienten. Vid genomförandet presenteras vardagsmeningar som innehåller mellan fem till nio stavelser. Tallistorna innehåller sammanlagt 250 vardagsmeningar, av dessa skapade man 25 fonemiskt balanserade listor. Patientens uppgift är att upprepa meningarna korrekt. Även i denna mätning syftar man till att finna stimulusnivån som resulterar i 50 % korrekt återgivna meningar (Hällgren, Larsby & Arlinger, 2006).

Hörtröskel för tal syftar till att mäta vid vilken talnivå en patient uppfattar 50 % av de presenterade orden korrekt i tyst miljö. Materialet som används består av spondéord dessa ord bör vara vanliga, välkända och det bör finnas en fonemisk spridning mellan orden (SAME, 2004a). Orden spelas upp på en väl hörbar nivå för patienten, ca 20 dB över dennes tonmedelvärde, sedan sänks ljudnivån med steg om 5 dB tills dess att patienten har 50 % rätt på den presenterande nivån. Patientens uppgift är att upprepa de ord hen hör (SAME, 2004b).

Maximalt taluppfattningstest använder sig av enstaviga ord.-Patienten får under mätningens gång lyssna till bärfrasen "nu hör ni" som därefter följs av ett kort enstavigt ord, patientens uppgift är att upprepa det enstaviga ordet (SAME, 2004b). Vid genomförande av maximal taluppfattning kontrolleras patientens förmåga att uppfatta tal i tyst miljö. Med denna mätning vill man avgöra hur många procent av de presenterade orden som patienten uppfattar (SAME, 2004a).-Maximal taluppfattning kan även genomföras med kontralateralt maskeringsbrus. Detta är relevant då det skiljer 40 dB mellan tonmedelvärde för det sämsta örats luft- och benledning och det bästa örats talnivå (SAME, 2004b). Under mätningen FB S/N +4 dB används fonemiskt balanserade listor som innehåller enstaviga ord och dessa kallas FB-listor. Patienten får lyssna till på en nivå som denne upplever som lagom stark (SAME, 2004b).

Förmågan att uppfatta tal i en störande ljudmiljö försämras redan vid en lättare hörselnedsättning, om hörseln försämras i diskanten är det ofta taluppfattning i en miljö med störljud som man först upplever sig ha svårt för. Det är därför viktigt att kunna mäta hur väl en person uppfattar tal i störande miljö (Andersson & Arlinger, 2007). Samtidigt som talet spelas det upp ett talvägt brus, detta brus är frekvensvägt och omodulerat. Bruset ska ha en konstant spektrumnivå från 125 - 1000 Hz och därefter faller det med 12 dB per oktav upp till 6000 Hz. Bruset i denna mätning ska vara 4 dB starkare än talet (Magnusson, 1995). Efter genomförd mätning jämförs

resultatet med ett förväntat värde som är uträknat utifrån patientens ålder och diskanttonmedelvärde (DTMV) (Magnusson, u.å.).

Innan varje talmätning genomförs en kalibrering där en kontroll av CD-spelarens utnivå genomförs med hjälp av en inspelad kalibreringssignal. Audiometerens signalnivåmätare (VU-meter) ställs på att ge 0 dB utslag eller den nivå som angivits på signalnivåmätaren.

Vid genomförande av audiologiska mätningar är det viktigt att man tar hänsyn till reliabiliteten, dvs. tillförlitligheten hos mätningen. I synnerhet test-retest reliabiliteten är viktig, som innebär att ett test ska generera samma resultat varje gång det genomförs (Katz et al., 2015). Reliabiliteten för ett taltest beror på testets storlek, det innebär att ju färre antal testord som används desto mindre trovärdigt blir resultatet. Ett resultat för taluppfattning beror främst på patientens hörsel men också på testresultatets variation vid upprepade testtillfällen vilket kan beskrivas med standardavvikelsen (Gelfand, 2009). Standardavvikelsen anger spridningen runt medelvärdet (Djurfeldt, Larsson & Stjärnhagen, 2010). Ett högre värde på standardavvikelsen innebär att resultatet har en större variation och en lägre reliabilitet (Gelfand, 2009).

2.3 Screeningaudiometri

Ett screeningtest innebär att man avgör om en persons hörrösklar hamnar ovanför ett förutbestämt gränsvärde, den så kallade screeningnivån. Förutsättningarna under ett screeningtest påverkar screeningnivån, detta kan vara till exempel omgivningsljuden (Andersson & Arlinger, 2007). Patientens uppgift under mätningen är att trycka på en knapp så fort den uppfattar signalen som spelas, dessa signaler kan vara mycket svaga, därför är det viktigt att patienten trycker så fort den uppfattar en signal. Signalen spelas upp på 40 dB, en väl hörbar signal. Om denna signal inte uppfattas så ökas signalnivån i 10 dB steg tills dess att patienten uppfattat signalen. Om patienten hör signalen på 40 dB så minskas nivån till den önskade screeningnivån och två signaler ges på den nivån, om patienten uppfattar båda signalerna så har patienten klarat testnivån (SAME, 2004b). Normalområdet definieras enligt SAME (2004a) att man har en hörsel med ett tonmedelvärde på 20 dB HL eller bättre.

Hörrösklar är den ljudnivå där en person uppfattar 50 % av presenterat ljud, då det skulle krävas ett stort antal toner för att nå det önskade resultatet appliceras inte den här proceduren i daglig verksamhet. Istället anses den nivå där patienten ger två säkra svar vara tillräcklig för att fastställa hörröskeln (SAME, 2004a).

2.4 Skillnad mellan mans- och kvinnoröst

Kvinnor har genomsnittligt ett dubbelt så högt talröstläge än vad män har (Lindblad, 1992). Grundtonsfrekvensen för mansröster i åldern 20 - 29 år är 112 Hz medan den

för kvinnor i samma ålder ligger på 196 Hz (Hewlett & Beck, 2006).

Grundtonsfrekvensen påverkar upplevelsen av ett ljuds tonhöjd. Stämbandets vibration avgör grundtonsfrekvensen hos det mänskliga talet, detta i sin tur avgör om vi upplever en röst som hög eller låg (Hewlett & Beck, 2006).

Talljud kan visualiseras i spektrum som har toppar som kallas formanter.

Formanterna är begränsade frekvensområden som har erhållit förstärkning med hjälp av resonans i ansatsröret och kan mätas enligt tre olika egenskaper; bandbredd, frekvens och ljudintensitet (Lindblad, 1992). En formantfrekvens ligger precis under frekvenstoppen och envelopen, den behöver inte sammanfalla med deltonerna eftersom deras värden framkallas av olika faktorer. Formantfrekvenserna hos kvinnor är i snitt 17 % högre än vad de är hos män vilket resulterar i att kvinnors röster har en ljusare klangfärg än vad mäns röster har (Lindblad, 1992).

2.5 Frekvensvägt ljud

För att en ljudnivåmätning ska ge en korrekt bild av ljudtrycksnivån bör ett vägningsfilter användas eftersom hörseln är mer känslig för vissa frekvenser än för andra (Emanuel & Letowski, 2009). Det finns olika typer av filter för att göra mätningar av ljudnivåer. Det vanligaste är A-filter. Ljudenergin i detta filter är summerad på ett sådant sätt att den kan simulera frekvenssvaret från det mänskliga örat på måttligt låga ljudnivåer (Rawool, 2012). Det kan bland annat användas för att uppfatta risker för hörselskador och farliga bullernivåer (Socialstyrelsen, 2008). C-filtret ska ta hänsyn till människans känslighet vid höga ljudnivåer och för detta filter summeras energin jämnt över frekvensbandet. Frekvenssvaret för ett c-filter blir därmed någorlunda rakt jämfört med ett A-filter (Rawool, 2012). Ett Z-vägt filter ger lika mycket ljudtryck över hela frekvensspektrat (Rimell, Mansfield & Paddan, 2014).

2.6 Tidigare forskning

Magnusson (1995) utvecklade tal-i-brus-testet FB S/N +4 dB genom att addera brus på de listor som användes vid genomförande av maximal taluppfattningstest, dessa listor var inspelade med en manlig röst.

När Magnusson mixade dessa listor med brus kontrollerades ljudnivån för att finna en lagom nivå att lyssna till. Denna mätning var ett problem då bärfrasen som sitter ihop med testorden var betydligt starkare än själva orden. Magnusson (1995) har därför mätt både testord och bärfras tillsammans. Utöver detta spelades testorden upp var för sig via en CD-spelare och en mätning av ljudnivån genomfördes då på varje testord med hjälp av C-vägning. Magnusson (1995) subtraherade 5 dB från det genomsnittligt maximalt uppmätta ljudnivåerna med hjälp av ett C-vägt filter och tidsvägning. Även bruset och talets spektrum analyserades och därefter valdes de listor ut som hade en jämn nivå på ljudnivå och spektrum (Magnusson, u.å.). I studien genomförde Magnusson (1995) talmätningar på normalhörande deltagare i åldern 18 - 25 år. Resultatet av dessa mätningar indikerade att för en mansröst med talnivå på 65 dB HL är det mest optimala bruset 4 dB svagare än talet. Vid de här

mätningarna med ett SNR på +4 dB hamnade normalhörande deltagare på 82% andel korrekt besvarade ord rätt, och den psykometriska funktionen hade en lutning på omkring 6,5 %/dB vid 50 %. Magnusson (1995) valde 82 % korrekt för att undvika golv och tak-effekt, med det menas att normalhörande skulle ha svårt att få 100 % rätt medans de med en hörselnedsättning inte skulle hamna på 0% rätt svar.

MacPherson och Akeroyd (2014) undersökte i sin studie vilka faktorer som påverkar lutningen i en psykometrisk funktion. Genom att de systematiskt studerade 139 studier kunde man undersöka 885 psykometriska funktioner från olika sorters talmätningar. En av de faktorer som visade sig ha stor påverkan på den psykometriska funktionens utseende var vilken typ av maskeringsbrus som användes. Till exempel tenderade babbelbrus att resultera i en mindre brant kurva jämfört med amplitudmodulerat maskeringsbrus. MacPherson och Akeroyd konstaterade att ju fler komponenter maskeringsbruset innehåller desto större lutning får kurvan. Medelvärde för lutningen på den psykometriska funktionen i de 139 studierna var 7,5 %/dB. Studien visade även att medelvärdet för den psykometriska funktionens lutning för taltest där statistiskt brus används var 8,5 %/dB.

En finsk version av Hagermans meningar har spelats in och dessa 14 listor innehöll 10 meningar som testades på 21 personer. Bruset presenterades på en konstant nivå på 65 dB SPL och man använde sig av SNR på -12.5, -10.5 samt -8.5 dB. Dessa SNR valdes ut för att få resultat på ungefär 20 %, 50 % och 80 %. Resultatet visade en psykometrisk funktion med en genomsnittlig lutning på 17,5 %/dB \pm 2,2 %/dB, och en talnivå på -10,1 dB \pm 1,2 dB (Dietz et al., 2014).

I en svensk studie av Larsby, Hällgren, Nilsson och McAllister (2015) spelades det in nya listor till HINT-testet med manlig röst. Detta gjordes för att undersöka om talarens kön påverkar taluppfattningen för personer med sensorineurala hörselnedsättningar (bas-respektive diskantnedsättning). I studien deltog personer som var normalhörande, personer med hörselnedsättning i basområdet och personer med nedsättning i diskanten. Resultatet av denna studie visade att det krävdes -1,9 dB i SNR för att generera 50 % korrekt besvarade meningar med kvinnlig röst och -2,6 dB i SNR för inspelningar med en manlig röst för att generera samma resultat. Det innebär att det skilde 0,7 dB SNR mellan rösterna för 50 % korrekt, vilket innebär att det inte finns någon statistisk signifikant skillnad i det genomsnittliga SNR som uppmättes med en kvinnlig respektive manlig röst.

Nakeva von Mentzer, Sundström, Enqvist & Hällgren (2017) utförde en studie på 27 barn med hörsel inom normalområdet i åldrarna 7–9 år. Studien ämnade att utveckla ett nytt talperceptionstest, LyssnaSäg-testet. Vidare syftade Nakeva von Mentzer et al., (2017) till att pröva hur barnen uppfattade tal i tyst samt i störande miljö. Slutligen var målsättningen att analysera samband mellan talperception, lexikal förmåga och barnens framgång i skolan.

En kvinnlig talare läste in talmaterialet och babbelbrus användes som maskering med ett SNR på +5 dB. Barnen fick lyssna till enstaviga ord, tvåstaviga ord och så kallade minimala par och då det var ett closed set-test fick de ett antal ordval att välja med. Testdeltagarna uppfattade i snitt 90,9 % av fonetiska kontraster korrekt i babbelbrus. Resultatet av talmätningarna visade att medianen för barnens taluppfattning i tyst med LyssnaSäg-testet var 95,4 %. Det kan jämföras med resultatet där babbelbrus användes då medianen blev 90,1 % (Nakeva von Mentzer et al., 2017).

3. Problemformulering och Syfte

3.1 Problemformulering

För närvarande finns endas manliga röstinspelningar av tallistor till FB S/N +4-mätningar (Magnusson, 1995). Då kvinnors och mäns röster skiljer sig åt i grundtonsfrekvens är det intressant att undersöka, huruvida kvinnliga inspelningar genererar ett annat resultat än vad manliga inspelningar gör.

3.2 Syfte

Syftet är att skapa ett tal-i-brus-material med kvinnlig röstinspelning, undersöka om och hur inspelningarnas psykometriska egenskaper skiljer sig från befintliga manliga röstinspelningar samt slutligen framställa ljudfiler med det mest optimala signal-brusförhållandet.

Frågeställning:

- Hur ser den psykometriska funktionen ut i talmaterialet med kvinnlig röstinspelning ifråga om lutning och SNR för 50 % korrekt återgivna ord?
- Vilket SNR resulterar i 82 % korrekta svar, i enlighet med Magnussons ursprungsinspelningar (1995)?
- Skiljer sig de kvinnliga röstinspelningarna från de manliga röstinspelningarna ifråga om psykometriska egenskaper och SNR?

4. Metod

4.1 Material

4.1.1 Inspelning

Talmaterialet som användes i denna studie var det redan befintliga reviderade FB S/N +4 materialet som Magnusson (1995) använde i sin studie. Tallista 1, 3, 4, 5, 11 och 12 (*Bilaga 1*) användes som testlistor där varje testlista bestod av 50 ord. Tjugo ord spelades även in från lista 5 för att användas som övningslista, lista 5 används i vanliga fall till maximal taluppfattningstest. Tallistorna spelades in med hjälp av programmet Audacity 2.2.1 i ett ekofritt rum på audiologiskt forskningscentrum på Örebro Universitetssjukhus. Listorna lästes in av en av författarna, en 29-årig kvinna med värmländsk dialekt. Under inspelningen användes ett ljudkort av typen RME fireface UC och en mikrofon av märket Neumann TLM 107 med kardioid riktverkan. Ett mikrofonskydd av märket König Meyer Popkiller filter anti-pop användes och talaren stod ca 30 cm ifrån mikrofonen under inspelningen. Inspelningens samplingsfrekvens var 48 000 Hz och hade 24 bitars bitdjup.

4.2 Experiment

4.2.1 Mixning

När inspelningen av materialet var färdig användes programmet Reaper 4.61 för att redigera tystnaden mellan meningarna till omkring 3 sekunder. ¹Speech in noise mixer, version 1.0.0.14 användes dels för att eliminera eventuellt bakgrundsbrus mellan testord och bärfras och dels för mixning av tallistor och brus. Även den nya kalibreringssignalen skapades i detta program.

Processen inleddes med att varje tallista segmenterades. Därefter segmenterades alla nya inspelningar vilket innebar att bärfrasen "Nu hör ni" och testorden markerades ut i vågformen. Det gjordes för att möjliggöra en mätning av den genomsnittliga talnivån i tallistan genom C-vägning.

När segmenteringen av inspelningarna var genomförd likställdes ljudnivåerna utifrån bärfrasen med hjälp av ett Z-vägt filter med utgångsnivå på -30 dB Full Scale (FS). Då Magnusson (1995) kontrollerade talnivån i de befintliga inspelningarna utan att separera bärfras och testord genomfördes en segmentering och C-vägning även på Magnussons lista 3 (1995), för att kontrollera talnivån med samma metodik som används i denna studie. Talnivåmätningen av Magnussons lista 3 visade sig använda SNR +2,8 dB, mot det uppgivna +4 dB

Utifrån detta resultat valdes att utgå från +3 dB SNR vid val av SNR till mixningen. Därefter ökades och minskades SNR i 3 dB-steg och ytterligare fem SNR valdes utöver 3 dB, dessa var +6 dB, +9 dB, +0 dB, -3 dB och -6 dB för att skapa en klart hörbar skillnad mellan de olika signal-brus-förhållandena. I tabell 1 visas vilka SNR

¹ <http://software.erikwitte.com/speechinnoisemixer/publish.htm>

som används på respektive skiva. Bruset som användes var Swedish Phonemically balanced words in noise (SPBN), vilket har samma spektrum som det brus Magnusson (1995) använde. För att efterlikna den talnivå Magnusson (1995) använde sig av på lista 3 valdes talnivå -25 dB FS.

Ljudnivån på kalibreringssignalen (Magnusson, 1995) kontrollerades med hjälp av tillägget ²ACX Check i programmet Audacity, och en ny signal skapades för denna studie med samma nivå (-21 dB FS). Kalibreringssignalens bärfrekvens valdes i enlighet med den ursprungliga signalen på skivan för maximal taluppfattning. Detta innebär bärfrekvens 1000 Hz, modulationsfrekvens 20 Hz och ett modulationsdjup på 12,5 % (Arlinger, u.å.).

Testresultatet (kalibreringssignal, övningslistan samt de sex olika tallistorna) brändes i CD Burner XP på sex olika CD-R -skivor i en samplingsfrekvens på 44 100 Hz och 16 bitars bitdjup, i Tabell 1 redovisas varje CD-skivas fördelning av SNR över tallistorna.

Tabell 1 visar de 6 olika SNR i dB som användes för tallistorna på varje skiva.

	Skiva 1	Skiva 2	Skiva 3	Skiva 4	Skiva 5	Skiva 6
Lista 1	- 6	- 3	0	+ 3	+ 6	+ 9
Lista 3	- 3	0	+ 3	+ 6	+ 9	- 6
Lista 4	0	+ 3	+ 6	+ 9	- 6	- 3
Lista 5	+ 3	+ 6	+ 9	- 6	- 3	0
Lista 11	+ 6	+ 9	- 6	- 3	0	+ 3
Lista 12	+ 9	+ 6	- 3	0	+ 3	+ 6

4.2.2 Urval

Deltagarna i studien värvades genom personliga kontakter och via sociala medier på internet. För att vara aktuell för deltagande i studien skulle man vara mellan 20 – 35 år och ha hörtrösklar ≤ 20 dB HL över frekvensområdet 125 - 8000 Hz.

Exklusionskriterier var audionom eller audionomstudent. Undersökningen utfördes på 20 deltagare, tio män och tio kvinnor i åldern 20 - 35 år, varav en person exkluderades på grund av förhöjda tontrösklar.

4.2.3 Forskningsetik

Samtliga deltagare ombads att ge samtycke till deltagande i studien genom att skriva på ett samtyckesformulär (*Bilaga 2*), detta efter att de fått både skriftlig och muntlig information om studien. Detta formulär formulerades utifrån Vetenskapsrådets forskningsetiska principer (2002).

² http://wiki.audacityteam.org/wiki/Nyquist_Analyze_Plug-ins#ACX_Check

4.2.4 Procedur

Vid mätningen spelades tallistorna upp via en CD-spelare kopplad till audiometern Interacoustics AC40 och hörtelefonerna Telephonics TDH 39P. Mätningarna genomfördes i ett ljudisolerat rum på Örebro Universitet. Före det riktiga experimentet genomfördes ett pilotexperiment på en person för att säkerhetsställa att signal-brus-förhållandet -6 dB inte skulle bli obehagligt för testdeltagaren att lyssna till.

Varje undersökning inleddes med att testdeltagaren otoskopades för att säkerställa att deltagaren hade fri passage in till trumhinnan. Deltagarna fick även svara på om de upplevde lockkänsla på något av öronen eller om de upplevde någon sidoskillnad. Inför varje talmätning genomfördes en kalibrering av CD-spelarens signalnivå, att kalibreringssignalen gav utslaget 0 dB på audiometerens VU-meter. Därefter genomfördes bilateral screeningaudiometri på frekvenserna 125 - 8000 Hz. Under talmätningen justerades audiometerens attenuator till 65 dB för testörat och samtidigt användes ett kontralateralt maskeringsbrus på 25 dB. Alla deltagare testades på höger öra i denna studie. Testdeltagarna fördelades över de sex skivorna med målet att varje skiva skulle testas minst 3 gånger. Samtliga deltagare fick lyssna till alla sex tallistor (se tabell 1) med 50 ord på vardera listan. Andel korrekt återgivna svar i procent räknades ut för varje lista. Teststillfallet tog i snitt 30 - 40 minuter att genomföra med alla moment inkluderade.

Till sist mixades en ny version av de 7 listorna den här gången med ett SNR som motsvarar det predicerade SNR vid 82 % korrekt uppfattade ord.

4.3 Analys av resultat

Innan resultatet sammanställdes genomfördes en kontrollräkning av materialet för att kontrollera beräkningar. Resultatet av mätningarna analyserades enligt samma metod som presenteras av McPherson och Akeroyd (2014) genom uppmätta datapunkter anpassade till följande ekvation:

$$P(x) = 100 * \left(\frac{1}{1 + e^{m(x-c)}} \right) \quad \text{Ekvation 1}$$

Där P representerade andel korrekt svar i procent, x motsvarade SNR och m och c var konstanter. m motsvarade linjens lutning och c motsvarade SNR där andel rätt angivna svar var 50 %. För att få lutningen uttryckt i % per dB så användes $-25m$. Med hjälp av funktionen *Problemlösaren* i Excel räknades värdena för m och c ut. För att räkna ut vilket SNR som gav det predicerade resultatet där testpersoner haft 82 % rätt användes ekvationen:

$$SNR(P) = \frac{\ln\left(\left(\frac{1}{P}\right) - 1\right)}{m} + c$$

Ekvation 2

5. Resultat

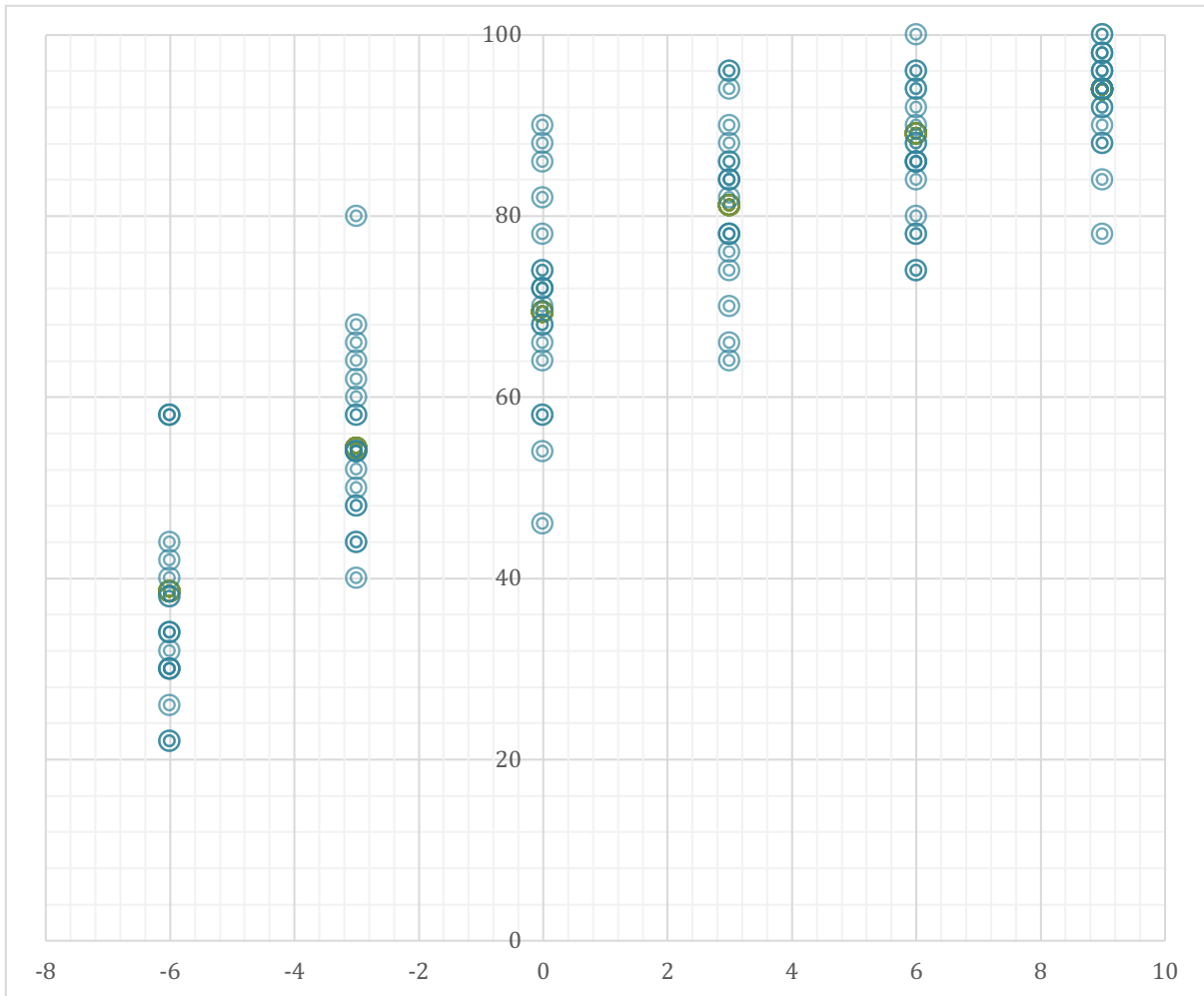
Resultatet från de 19 testdeltagarnas talmätningar redovisas nedan. I tabell 2 visas andel korrekta svar angivet i procent som varje testperson hade vid varje testat SNR. I figur 2 redovisas detta resultat i andel korrekta svar. SNR redovisas på y-axeln och andel korrekta svar redovisas i procent på x-axeln.

Tabell 2 visar andel korrekta svar angivet i procent som varje testperson hade vid varje testat SNR.

SNR	- 6	- 3	0	+ 3	+ 6	+ 9
Testperson						
1	58 %	58 %	78 %	78 %	86 %	92 %
2	38 %	62 %	74 %	78 %	78 %	88 %
3	58 %	52 %	72 %	82 %	78 %	84 %
4	40 %	80 %	82 %	94 %	84 %	94 %
5	22 %	48 %	54 %	90 %	74 %	78 %
6	30 %	68 %	74 %	84 %	88 %	90 %
7	30 %	54 %	86 %	84 %	100 %	96 %
8	30 %	44 %	90 %	88 %	96 %	94 %
9	30 %	50 %	88 %	86 %	92 %	88 %
10	34 %	44 %	68 %	86 %	88 %	94 %
11	44 %	40 %	70 %	96 %	94 %	96 %
12	34 %	48 %	66 %	96 %	90 %	92 %
13	42 %	66 %	58 %	84 %	94 %	98 %
14	38 %	54 %	58 %	78 %	96 %	98 %
15	58 %	54 %	46 %	74 %	86 %	96 %
16	22 %	54 %	68 %	64 %	86 %	100 %
17	34 %	60 %	72 %	70 %	80 %	94 %
18	26 %	58 %	72 %	66 %	86 %	98 %
19	32 %	64 %	64 %	76 %	74 %	100 %
M*	37 %	56 %	71 %	82 %	87 %	93 %
SD**	11,12 %	9,67 %	11,56 %	9,28 %	7,55 %	5,63 %

*M= Medelvärde

**SD= Standardavvikelse

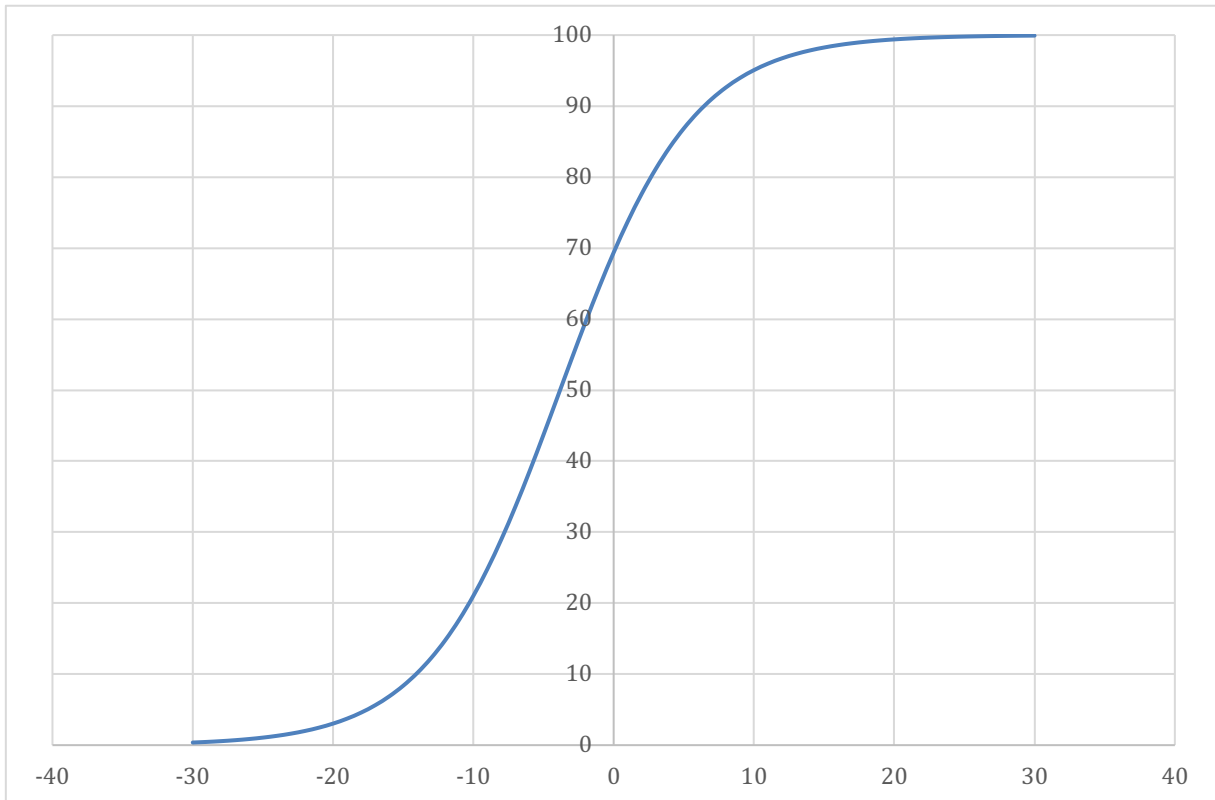


Figur 2. I spridningsdiagrammet indikerar de mörkare markeringarna på att flera testpersoner har samma resultat. X-axeln visar SNR (dB) och Y-axeln visar korrekt rätt i procent.

Utifrån funktionen Problemlösaren i Excel blev resultatet av $m = -0,214066002$ och $c = -3,8195974$. m motsvarar linjens lutning och c motsvarar SNR 50 % korrekt återgivna svar. Datapunkter som användes var -30 till +30, utifrån dessa räknades ett predicerat värde ut. I nedanstående ekvation visas andel korrekta svar för olika SNR.

$$P(x) = 100 * \left(\frac{1}{1 + e^{-0,214066002(x - (-3,8195974))}} \right)$$

Ekvation nr 3



Figur 3. x-axeln: SNR(dB), y-axeln: korrekt återgivna ord i procent. Funktionen har skapats genom interpolering av resultaten för samtliga tallistor för alla deltagare.

I figur 3 visas resultatet i den psykometriska funktionen, en lutning på 5,3 %/dB vid 50 % korrekta svar. Vid 50 % korrekt andel besvarade ord ligger SNR på -3,8 dB. Det uträknade predicerade värdet gav ett SNR på 3,2 dB för att generera 82 % korrekt återgivna ord.

I föreliggande studie fick lista 3 ur Magnusson (1995) ett SNR på +2,8 dB vid det predicerade värdet 82 % korrekt besvarade ord, en skillnad på 0,4 dB.

De nya ljudfilerna med en kvinnoröst med ett SNR på +3,2 dB finns tillgängliga via ³författarna till denna studie. Detta material är licensierat med ⁴CC BY NC.

³ karin.e.colliander@gmail.com eller josefin.lind88@gmail.com

⁴ <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode sv>

6. Diskussion

6.1 Metoddiskussion

För den här studien hade det varit en fördel med en högre screeningtröskel på grund av deltagarnas ålder, enligt SAME (2004a) rekommenderas att använda 10 - 15 dB HL som screeningnivå för vuxna. Denna rekommendation togs ej hänsyn till utan vid val av screeningnivå utgick man istället ifrån gränsen för normalhörande.

För att öka reliabiliteten för experimentet kunde författarna till studien valt att genomföra vanlig tonaudiometri med hörtröskelbestämning och benledning. En sådan mätning hade dels gett information huruvida patientens hörsel låg inom normalområdet, och den hade även uteslutit risker för ledningshinder. SAME (2004a) skriver att vid genomförande av tonaudiometri finns det en risk för uttrötning av patienten, vilket kan innebära en felkälla i experimentet. Beslutet att använda screeningaudiometri togs för att detta går snabbare än fullständig tröskelbestämning. Det fanns dessutom ett mindre behov av att veta den exakta hörtröskeln hos testdeltagarna, prioritet lades därför vid att minimera risken för uttrötning inför talmätningen.

För att komplettera resultatet på den genomförda hade författarna även kunnat genomföra en tympanometrimätning på alla testdeltagare. Tympanometri hade, precis som hörtröskelbestämning och benledning, gett en indikation på om det fanns ett ledningshinder hos testpersonen. Med hjälp av tympanometri undersöks trumhinnans rörlighet, mellanörats funktion och eventuella ledningshinder (SAME, 2004a). Innan varje testtillfälle frågade författarna till denna studie den aktuella deltagaren om denne upplevde någon lockkänsla eller skillnad mellan öronen, ingen av deltagarna rapporterade något av detta.

Personen som har läst in de nya tallistorna kommer ursprungligen från Värmland och har därmed en värmländsk dialekt, det skulle kunna påverka studiedeltagarnas möjlighet att uppfatta det inspelade talet. Clopper och Bradlow (2008) lät amerikanska studiedeltagare med blandat dialektalt ursprung lyssna till tallistor inlästa med olika amerikanska dialekter. Resultatet visade att deltagarna under måttlig brusnivå hade goda förutsättningar för att uppfatta tal trots dialektala skillnader från talaren. Svårigheter att uppfatta tal vid dialektala skillnader ökade dock i takt med att bruset ökade. Personen som läste in tallistorna var dessutom ingen van talare, något som kan ses som både en för- och en nackdel. En person som saknar vana att tala kan ha svårt att kontrollera rösten och det kan resultera i att de inspelade listorna blir något ojämna. Valet av en ovan talare med en värmländsk dialekt kan dock också ses som en fördel eftersom de flesta människor inte samtalar med endast vana talare med rikssvensk dialekt. Således skulle denna inspelning av tallistorna ge en mer korrekt återgivning av verkliga lyssningsförhållanden.

Under den här studien har många mättillfällen förlagts under sena eftermiddagar efter deltagarnas önskemål. På grund av den ansträngning det innebär att lyssna till alla tallistor vid ett testtillfälle är det möjligt att det hade varit en fördel att förlägga mätningarna tidigare under dagen. SAME (2004a) beskriver trötthet som en av de felkällor som kan uppstå vid genomförande av en talaudiometri-mätning, det är dock inte möjligt att dra en slutsats om tiden på dygnet då mätningen genomförts har haft någon inverkan på prestationen hos deltagarna. Både Magnusson (1995) och Larsby et al. (2015) planerade in pauser under testets gång för att undvika att deltagarna skulle bli utmattade under testets gång. Pauser fanns ursprungligen inplanerade i programmet för detta experiment men då deltagarna tillfrågades ville de flesta inte avbryta. Det resulterade i att deltagarna istället informerades om möjligheten till pauser och en ständig kommunikation fördes med dem om huruvida de var i behov av ett avbrott. Hade den ursprungliga planeringen följts med paus efter varannan lista är det möjligt att resultatet sett annorlunda ut på grund av uttröttning. Förhoppningen är dock att detta undveks då ständig kommunikation fördes och information gavs om möjlighet till pauser.

6.2 Resultatdiskussion

Denna studie syftade till att undersöka de psykometriska egenskaperna och SNRret hos en nyinspelad version av Magnussons talmaterial till tal-i-brus-mätningen FB S/N +4 dB (1995), utifrån tre frågeställningar.

Hur ser den psykometriska funktionen ut i det nya materialet med en kvinnlig röst, ifråga om lutning och SNR för 50 % rätt?

Vilket SNR resulterar i 82 % rätt svar, i enlighet med Magnussons ursprungsinspelningar (1995), vid genomförandet av FB S/N +4 dB-mätning med de nya inspelningarna med kvinnlig röst?

Skiljer sig de nya inspelningarna med kvinnlig röst från de befintliga inspelningarna med manlig röst ifråga om psykometriska egenskaper och SNR?

Analysen av mätresultaten visade att lutningen på den psykometriska funktionen för inspelningen med kvinnlig röst vid 50 % korrekt återgivna svar var 5,3 %/dB och ett SNR på -3,8 dB. MacPherson och Akroyd's (2014) konstaterar i sin studie att medelvärde för den psykometriska funktionen för ett taltest där stadigt brus används är 8,5 %/dB. Att den psykometriska funktionen för inspelningen med kvinnlig röst som används i denna studie har en mindre lutning kan till exempel bero på vilket talmaterial som använts i de test som tagits med i MacPherson och Akroyd's metaanalys.

I enlighet med Magnusson (1995) räknades ett predicerat värde ut för 82 % andel korrekt besvarade ord för den kvinnliga inspelningen som resulterade i +3,2 dB. Det

kan dock finnas en risk att detta SNR inte stämmer då de testdeltagarna som deltog i studien endast testades på höger öra. Då det finns studier som tyder på att man har lättare att tolka tal med höger öra skulle detta kunna vara en felkälla i experimentet (Hiscock & Kisbourne, 2011).

I denna studie kontrollerades även SNR på Magnussons lista 3 (1995) genom att separera bärfras och testord, och därefter mäta den C-vägda talnivån. Detta var inte en del av studiens syfte men det gjordes för att kunna jämföra tallistorna på ett adekvat sätt. Enligt resultatet som presenteras med denna metodik stämmer det inte att Magnusson (1995) använde ett SNR på +4 dB på de befintliga inspelningarna till FB S/N +4 dB-mätningen. Det är dock möjligt att de övriga tallistorna som inte har kontrollerats i denna studie har ett SNR på + 4 dB.

Ingen större skillnad har kunnat redovisats mellan de nya inspelningarna med kvinnlig röst jämfört med de befintliga inspelningarna med manlig röst. Det skiljer endast 0,4 dB mellan inspelningarnas SNR som genererar 82 % korrekt återgivna ord. Precis som i Larsby et al. (2015) rapporteras därmed i den här studien ingen större skillnad i resultat när normalhörande deltagare fått lyssna till inspelningar med både manliga och kvinnliga röster vid 50 % korrekt besvarade ord. Det bör dock poängteras Larsby et al. (2015) noterade en större skillnad mellan inspelningen med en manlig röst jämfört med kvinnlig röst då det fanns en sensorineural hörselnedsättning i diskantområdet.

Nakeva von Mentzer et al. (2017) fann att normalhörande skolelever i snitt uppfattade 90,9 % av fonetiska kontraster korrekt i babbelbrus. Även denna studie använde sig av kvinnlig röstinspelning av ord med bärfras men med ett något högre SNR (+ 5 dB) vilket kan förklara den något högre andelen korrekta svar.

På grund av begränsat tidsutrymme har det inte gjorts någon jämförelse mellan resultatet för de olika listorna, det innebär att författarna inte kan presentera någon statistik för om det finns större skillnader mellan några av listorna. Under mätningarna observerades att lista 1 tycktes generera ett högre resultat på samma SNR jämfört med de övriga listorna, i samstämmighet med Magnusson. Många deltagare tycktes ha svårare att uppfatta vad som sades i lista 11 jämfört med de andra tallistorna, även med denna listan kan inget definitivt sägas. Det är dock värt att poängtera att lista 11 spelades in sist av alla listor vilket innebär att talarens röst möjligen var något ansträngd och mer dämpad.

Resultatet visar sammanfattningsvis att de nya inspelningarna med kvinnlig röst till tal-i-brus-mätningen FB S/N +4 dB jämförbara med de befintliga manliga inspelningarna. Innan de nya inspelningarna kan användas på klinik bör dessa testas igen, denna gång bör testdeltagare även testas på vänster öra.

6.3 Forskningsetik diskussion

Författarna till denna studie tog hänsyn till fyra punkter utifrån vetenskapsrådets forskningsetiska principer (2002). Dessa fyra punkter var *informationskravet*, där det är viktigt att forskaren informerar om studiens huvudsyfte till deltagarna som ska vara med i studien, *samtyckeskravet*, där det är viktigt att deltagarna förstår att de själva bestämmer över sitt deltagande i studien, de ska när som helst kunna avbryta sitt deltagande utan att berätta varför. *Konfidentialitetskravet* där det är viktigt att forskarna förvarar personuppgifter på ett säkert sätt så att ingen utomstående kan få tag på dessa, *nyttjandekravet* handlar om att information som blir insamlade om enskilda personer endast får användas i studiens syfte och mål (Vetenskapsrådet, 2002). Utifrån detta gjordes samtyckesformuläret som användes i studien samt att författarna till studien lade stor vikt på att även ge muntlig information till testdeltagarna.

Vid genomförandet av det här experimentet finns det en risk att ett forskningsetiskt problem skulle kunna uppstå på grund av författarnas begränsade erfarenhet av tidigare forskning. Exempel på det är att författarna inte i förväg förberett med en strukturerad mall i vad som skulle tilldelas testpersonerna muntligt innan och under mätningens gång. Eftersom det saknades en mall vid utförandet av experimentet finns det en risk att deltagarna inte gavs den information de behövde för att kunna ta ett informerat beslut kring sitt deltagande i experimentet. Enligt Vetenskapsrådet (2002) är ett sätt att undvika missuppfattningar vid forskning att lämna ut informationsbrev till deltagarna. Ett samtyckesformulär (*Bilaga 2*) formulerades inför testtillfället, i vilket det även inkluderades information om experimentet och kontaktuppgifter till handledare och författare av studien.

7. Slutsatser

Slutsatserna av denna studie visar att talmaterialet med kvinnlig röstinspelning för 50 % korrekt återgivna ord inte skiljer sig nämnvärt från det redan befintliga talmaterialet med manlig röstinspelning Magnusson, 1995. Lutningen i den psykometriska funktionen för den kvinnliga röstinspelningen var 5,3 %/dB och hade ett SNR på -3,8 dB vid 50 % andel rätt, medan Magnussons talmaterial hade en något brantare lutning (6,5 %/dB).

Ett uträknat predicerat värde visar att det till denna inspelning med en kvinnlig röst är lämpligt med ett SNR på +3,2 dB för att generera ett resultat på 82 % korrekt återgivna ord.-Det kan jämföras med Magnusson (1995) där lista 3 som enligt denna studie har ett SNR på +2,8 dB vid ett predicerat värde med 82 % korrekt besvarade ord, vilket innebär en skillnad på 0,4 dB.

Vidare forskning

Ett förslag på vidare forskning är att undersöka huruvida lista 11 eventuellt är svårare än övriga tallistor. Detta kan förslagsvis ske genom att undersöka skillnader i taluppfattning mellan tallistorna. Det vore även intressant att undersöka om det finns skillnader i taluppfattning mellan vana och ovana talare.

För att kunna använda listorna med den kvinnliga rösten med ett SNR på +3,2 dB kliniskt, bedömer författarna att experimentet bör göras om med fler mätningar, främst av vänster öra. Detta för att kunna få materialet validerat.

Referensförteckning

Andersson, G., & Arlinger, S. (2007). *Nordisk lärobok i audiologi*. Bromma: CA Tegnér.

Arlinger, S. (u.å.). Svensk talaudiometri cd-skivor
<http://www.categner.se/PDFblad/Sv%20talaud.pdf> hämtat 13/3

Clopper, C. G., & Bradlow, A. R. (2008). Perception of Dialect Variation in Noise: Intelligibility and Classification. *Language and speech*, 51(Pt 3), 175-198.
doi:10.1177/0023830908098539

Dietz, A., Buschermöhle, M., Aarnisalo, A.A., Vanhanen, A., Hyyrynen, T., Aaltonen, O., ... Kollmeier, B. (2014). The development and evaluation of the Finnish Matrix Sentence Test for speech intelligibility assessment. *Journal Acta Oto-Laryngologica*, 137(7), 728-737. doi:10.3109/00016489.2014.898185

Djurfeldt, G., Larsson, R., & Stjärnhagen, O. (2010). *Statistisk verktygslåda – samhällsvetenskaplig orsaksanalys med kvantitativa metoder*. (2. uppl.). Lund: Studentlitteratur AB.

Emanuel, D. C., & Letowski, T. (2009). *Hearing Science*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams and Wilkins.

Gelfand, S. A. (2009). *Essentials of audiology*. (Third edition). New York: Thieme Medical Publishers.

Hagerman, B. (1982). Sentences for testing speech intelligibility in noise. *Scandinavian audiology*, 11(2), 79-87. doi: 10.3109/01050398209076203

Harris, R. W., Nissen, S. L., Pola, M. G., McPherson, D. L., Tavartkiladze, G. A., & Eggett, D. L. (2009). Psychometrically equivalent Russian speech audiometry materials by male and female talkers. *International Journal of Audiology*, 46(1), 47-66. doi:10.1080/14992020601058117

Hewlett, N. & Beck, J. M. (2006). *An Introduction to the Science of Phonetics*. Mahawa, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

Hiscock, M., & Kinsbourne, M. (2011). Attention and the right-ear advantage: What is the connection?. *ScienceDirect*, 76(2), 263-275. doi:10.1016/j.bandc.2011.03.016

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. doi:10.1080/14992020500429583

ISO. (2012). *Acoustics- audiometric test methods – Part 3: Speech audiometry*. (ISO 8253-3). Geneva: International Organization for Standardization.

Katz, J., Chasin, M., English, K. M., Hood, L. J. & Tillery, K. L. (red.) (2015[2015]). *Handbook of clinical audiology*. (Seventh edition.) Philadelphia: Wolters Kluwer Health.

Larsby, B., Hällgren, M., Nilsson, L., & McAllister, A. (2015). The influence of female versus male speakers' voice on speech recognition thresholds in noise: Effects of low- and high-frequency hearing impairment. *Speech, Language and Hearing, 18*(2), 83-90. doi:10.1179/2050572814Y.0000000053

Lidén, G. (1985). *Audiologi*. Malmö: Almqvist & Wiksell.

Lindblad, P. (1992). *Rösten*. Lund: Studentlitteratur.

MacPherson, A., & Akeroyd, M. A. (2014). Variations in the Slope of the Psychometric Functions for Speech Intelligibility: A Systematic Survey. *Trends in Hearing, 18*, 1-26. doi:10.1177/2331216514537722

Magnusson, L. (1995). Reliable Clinical Determination of Speech Recognition Scores Using Swedish PB Words in Speech-weighted Noise. *Scandinavian Audiology, 24*. pp. 217 - 223.

Magnusson, L. (u.å.). CD-skiva Tal i brus: C-A Tegnér AB. Från <http://www.categner.se/PDFblad/Tal%20i%20brus%20dokumentation.pdf> Hämtat 26/3

Nakeva von Mentzer, C., Sundström, M., Enqvist, K., & Hällgren, M. (2017). Assessing speech perception in Swedish school-aged children: preliminary data on the Listen-Say test. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, doi: 10.1080/14015439.2017.1380076

Rawool, V. W. (2012). *Hearing conservation: in occupational, recreational, educational, and home settings*. New York: Thieme Medical Publishers.

Rimell, A. N., Mansfield, N. J., & Paddan, G. S. (2014). Design of digital filters for frequency weightings (A and C) required for risk assessments of workers exposed to noise. *Industrial Health, 53*(1), 21-27. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2013-0003>

Roup, C. M. (2011). Dichotic Word Recognition in Noise and the Right-Ear Advantage. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 54(1), 292-297. doi:10.1044/1092-4388(2010/09-0230)

SAME. (2004a). *Handbok i hörselmätning*. Bromma: CA Tegnér.

SAME. (2004b). *Metodbok i praktisk hörselmätning*. Bromma: CA Tegnér.

Socialstyrelsen. (2008). *Buller, höga ljudnivåer och buller inomhus*. Västra Aros: Socialstyrelsen.

Vetenskapsrådet. (2002). *Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning*. Stockholm: Vetenskapsrådet.

Bilagor

Bilaga 1. Tal-i-bruslistor (FB-listor)

Lista 1	Lista 3	Lista 4	Lista 5	Lista 11	Lista 12
vårt	het	doft	fat	som	tam
park	lätt	känns	vinst	hörn	blick
mur	slant	skärp	frakt	trött	lönn
frukt	skämt	lik	broms	form	flik
ditt	blixt	grabb	vid	fack	höjd
två	tolv	stund	rån	tofs	smäll
skuld	helst	nord	struts	lim	tjat
näbb	plugg	sjuk	tur	vem	ben
hiss	häl	slips	strå	stel	far
sill	tung	här	skal	bränn	sex
rad	förr	tjog	brant	skutt	hår
spalt	dån	bly	kall	hård	klubb
skratt	gift	mjölk	gräl	rygg	vers
just	trots	frö	stopp	sträv	napp
glatt	knyck	puss	halm	lat	roll
narr	ring	skydd	not	nick	rast
salt	spis	grav	stum	ras	stöld
vass	norsk	sin	barn	tratt	ljus
nos	fru	damm	bör	prov	svag
vin	kam	synd	sträck	fly	mjuk
bra	kniv	dräng	stark	fest	dal
sol	haj	dvärg	hur	torr	kors
träff	mål	glass	vek	hast	hett
trång	brev	vink	fem	brun	våg
kök	skur	kust	lott	pigg	knöl
lång	stänk	tjänst	syn	dag	säng
fort	med	sits	rik	båt	krok
pang	den	plats	block	flit	tagg
eld	håv	liv	glöd	ned	torg
köp	kött	bred	orm	pärm	gro
sen	fjäll	fjol	rum	punkt	där
vilt	små	hål	fläkt	svår	fält
spalt	glans	nerv	sitt	svar	stå
är	kring	blek	knapp	varm	stryk
tjur	tand	snår	själv	dam	valp
bär	vitt	blad	mört	gnäll	till
chef	knä	kort	pingst	berg	natt
pil	ord	frid	bänk	träd	blank
stygg	god	fet	ton	boll	hav
sko	kryp	smek	tysk	jord	band
spår	bland	spansk	fransk	vård	blus
jämt	kök	smörj	kär	jul	slott
släkt	folk	vas	svett	lök	fet
blink	glas	tack	spö	lin	häst
var	hatt	torsk	låt	färd	trygg
slakt	barr	dans	bild	sak	viss
död	döv	kalv	bank	pank	pump
strunt	samt	stork	vad	mjöl	lugn
föll	vind	fart	flykt	tal	löv
lån	smal	slut	hel	knuff	mark

Bilaga 2. Samtyckesformulär

Samtycke- och informationsformulär

Detta är ett samtycke om deltagande i den experimentell studien ”En kvinnas röst – har den betydelse”, om signal-brus förhållande för tal i brus-mätning med kvinnoröst.

Tal i brus-mätningar används som en diagnostisk metod inom hörselvården för att avgöra en persons taluppfattning i brus. Under mätningen spelar audionomen upp meningar för patienten och dennes uppgift är att upprepa det korta enstaviga ordet som avslutar meningen. Tallistorna är fonetiskt balanserade och kallas kort för FB-listor. För närvarande finns endast validerade tallistorna till svenska tal i brus-mätningar med en mansröst.

Studenterna anser att bristen på testmaterial för tal i brus-mätningar med kvinnliga röster är en klar nackdel med tanke på att vi i vår vardag ständigt samtalar med både män och kvinnor.

Denna studie går ut på att hitta ett lämpligt signal-brus förhållande för en uppsättning av nya testordsinspelningar.

Genomförandet kommer att gå till på följande sätt. Först kommer du att få lyssna till toner (hörselscreening), detta för att kontrollera att du har en hörsel inom normalområdet. Efter detta kommer du att få lyssna på korta meningar där din uppgift är att upprepa det sista ordet i varje mening. Du kommer att få lyssna på sex olika listor, vi kommer att ta kortare pauser efter andra och fjärde listan.

Undersökning kommer att ske vid Örebro universitet och kommer ta ca 60 minuter.

Du har möjlighet att när som helst avbryta ditt deltagande, anledningen behöver ej förklaras.

Vi som genomför denna undersökning heter Karin & Josefin och vi läser sista terminen på audionomprogrammet vid Örebro Universitet.

Karin Colliander

E-post: xxx@gmail.com

Tel: xxx-xx xx xxx

Josefin Lind

E-post: xxx@gmail.com

Tel: xxx-xxx xx xx

Handledare:

Erik Witte, leg. Audionom/Doktorand hälsovetenskaper, Örebro Universitet

E-post: xxx@oru.se

Jag har tagit del av muntlig och skriftlig information om studien och samtycker till deltagande i studien.

Namnteckning

Datum