



SAHLGRENSKA AKADEMIN
INSTITUTIONEN FÖR
NEUROVETENSKAP OCH FYSIOLOGI
ENHETEN FÖR AUDIOLOGI

HUR HÖRSELSKYDD PÅVERKAR TALUPPFATTNINGEN I BULLER:

En experimentell studie

Författare:

Naghmeh Najafizadeh

Patricia Limachi

Examensarbete:	Självständigt vetenskapligt arbete i Audiologi, 15 hp
Program och kurs:	Audionomprogrammet, AUD620
Nivå:	Grundnivå
Termin/år:	Vt 2017
Handledare:	André Sadeghi och Lennart Magnusson
Examinator:	Kim Kähäri
Rapport nr:	2017-004

Sammanfattning

Uppsats/Examensarbete: Självständigt vetenskapligt arbete i Audiologi, 15 hp
Program och/eller kurs: Audionomprogrammet, AUD620
Nivå: Grundnivå
Termin/år: Vt 2017
Handledare: André Sadeghi och Lennart Magnusson
Examinator: Kim Kähäri
Rapport nr: 2017-004
Nyckelord: Hörselskydd, buller, taluppfattning, Hearing In Noise Test, normalhörande

Bakgrund: Hörselskydd har som funktion att skydda hörseln mot starka och störande bakgrundsbuller. Användare av hörselskydd ska kunna uppfatta tal samtidigt som risken för hörselskador på grund av höga ljudnivåer elimineras eller minimeras. När brukarens behov av att kommunicera inte uppfylls kan det hända att användaren tar av sig hörselskyddet vilket kan öka risken för hörselskador eller andra negativa hälsoeffekter. Därför är det av stor vikt att kunna anpassa hörselskydd efter användarens behov och önskemål.

Syfte: Syftet med denna studie var att undersöka hur hörselskydd med olika dämpningsegenskaper påverkar taluppfattningen i bullriga miljöer.

Metod: I undersökningen användes två typer av öronproppar: skumproppen: 3M E-A-R samt två produkter ur Bellman & Symfons sortiment: Bellman ER och ClearSound RC. Totalt deltog 16 försökspersoner med normal hörsel vars ålder varierade mellan 19–35 år. Hearing In Noise Test (HINT) användes för undersökning av taluppfattningen där signal-brus-förhållandet (SNR) för varje hörselskydd räknades ut.

Resultat: Signifikanta skillnader vad gäller taluppfattningen hittades endast för Bellman ER15 och ER25. En stark signifikant försämring vad gäller taluppfattning visades för skumproppen 3M E-A-R. Resultat av denna studie visade att hörselskydd med rak dämpning kan främja taluppfattningen i bullriga miljöer.



SAHLGRENKA ACADEMY
INSTITUTE OF NEUROSCIENCE AND
PHYSIOLOGY DEPARTMENT OF AUDIOLOGY

HOW HEARING PROTECTORS AFFECT SPEECH RECOGNITION IN NOISE:

An experimental study

Authors:

Naghmeh Najafizadeh

Patricia Limachi

Thesis:	Scientific thesis, 15 hp
Program and course:	Programme in Audiology, AUD620
Level:	First Cycle
Semester/year:	St 2017
Supervisor:	André Sadeghi and Lennart Magnusson
Examiner:	Kim Kähäri
Report no:	2017-004

Abstract

Thesis: Scientific thesis, 15 hp
Program and/or course: Programme in Audiology, AUD620
Level: First Cycle
Semester/year: St 2017
Supervisor: André Sadeghi and Lennart Magnusson
Examiner: Kim Kähäri
Report No: 2017-004
Keyword: Hearing protector, noise, speech perception, Hearing In Noise Test, normal hearing

-
- Background:** Hearing protectors are meant to protect hearing against loud and disturbing noise. Users of hearing protectors should be able to understand speech, while the risk of hearing impairment due to the loud noise is eliminated or minimized. When the user's needs to communicate are not fulfilled it may happen that users remove their hearing protection which can increase the risk of hearing impairment or other adverse health effects. Therefore, it is very important to adapt hearing protections based on user's requirements and wishes.
- Objective:** The purpose of this study was to examine how the ear protectors affect speech recognition in noisy environments.
- Method:** In the survey two types of earplugs was used: Foam earplugs: 3M E-A-R as well as two products from Bellman & Symfon's product assortment: Bellman ER och ClearSound. In total 16 subjects (n=16) with normal hearing participated whose ages ranged between 19–35. Hearing In Noise Test (HINT) was used for investigating the speech perception where the signal-to-noise-ratio (SNR) was calculated for each hearing protection.
- Result:** Significant differences in speech perception were found only for Bellman ER15 and ER25. A strong significant deterioration in speech perception was shown for foam earplug 3M E-A-R. Results of this study showed that hearing protections with flat/uniform attenuation can promote the speech recognition in noisy environments.

Innehållsförteckning

Inledning	1
Bakgrund	1
Buller	1
Effekter av buller på människan	2
Strategier för att bekämpa buller	4
Hörselskydd.....	4
Rak dämpningskaraktär	5
Hinder att använda hörselskydd.....	5
Taluppfattning i buller med hörselskydd.....	6
Utvärdering av ett hörselskydds effekt på taluppfattbarhet.....	8
Hearing In Noise Test	8
SYFTE	9
FRÅGESTÄLLNINGAR	9
MATERIAL OCH METOD	9
Undersökningsmetod.....	9
Undersökningsgrupp	10
Hörselskydd.....	11
Dämpning	12
Indelning av hörselskydd.....	13
Utrustning.....	13
Kalibrering	14
Testprocedur	14
Testtillfälle 1	14
Testtillfälle 2.....	15
Etiska aspekter.....	15
Databearbetning och statistiska analyser	16
RESULTAT	17
Jämförelse mellan hörselskydd.....	17
Taluppfattningstest (HINT).....	18
Resultat utifrån frågeställningarna	19
Rak dämpningsegenskap och taluppfattning.....	19
Icke rak dämpningsegenskap och taluppfattning.....	20
Rak och icke rak dämpningsegenskap och taluppfattning	21
DISKUSSION.....	22
Metoddiskussion.....	22

Resultatdiskussion.....	23
Projektets betydelse för audionomer	25
Förslag till framtida forskning	25
KONKLUSION	25
REFERENSER	26
BILAGOR.....	31

Förord

Vi vill tacka våra handledare André Sadeghi och Lennart Magnusson för all hjälp och ny kunskap samt alla deltagare som har ställt upp i vår studie.

Vi vill även tacka Bellman & Symfon AB för ett bra samarbete.

Ett stort tack till Johannes Olsson för din snabba hjälp med utrustningen och Björn Johansson för all hjälp och stöd.

Författarna har fördelat arbetet jämnt i denna studie.

Inledning

En av fyra svenskar utsätts för buller under minst en fjärdedel av sin arbetstid. Statistiska centralbyrån (SCB) har vartannat år gjort undersökningar om arbetsförhållanden inom svenskt arbetsliv på uppdrag av arbetsmiljöverket. Fysiska faktorer står för 15 procent av de anmälda arbetssjukdomarna där buller är den största faktorn (Arbetsmiljöverket, 2014, 2015). Därför är det av stor vikt att kunna anpassa hörselskydd efter användarens behov och önskemål. Användare av hörselskydd ska kunna uppfatta tal samtidigt som risken för hörselskador på grund av höga ljudnivåer elimineras eller minimeras.

Bakgrund

Buller

Buller definieras som ett icke önskvärt ljud och omfattar både störande och skadliga ljud. Fysiskt sett finns det inga skillnader mellan ljud och buller. Ljud är vibrationer som skapas av tryckförändringar i luften. Viktiga fysiska egenskaper är ljudets nivå och frekvensinnehåll.

Ljudnivån brukar mätas som ljudtrycksnivå uttryckt i decibel Sound Pressure Level (dB SPL) (Gelfand, 2009). Ljudnivån under en normal konversation mellan två personer ligger på drygt 60 dB SPL vid en meters avstånd och kan höjas till cirka 68 dB SPL i bullriga miljöer (American National Standard Institute, 1997). En annan egenskap hos ljud är antalet tryckförändringar (svängningar) per sekund. Detta uttrycks som frekvens och mäts i Hertz (Hz). Mänskligt tal ligger i frekvensområdet 250 Hz - 8000 Hz men ett mänskligt öra kan normalt uppfatta ljud inom frekvensområdet 20 Hz – 20 000 Hz (Arlinger, 2007).

Idag finns det gränskriterier när det kommer till skadliga ljudnivåer. Dessa kriterier används för att minimera eller utesluta de skadliga effekterna av höga ljudnivåer på arbetsplatser.

I Arbetsmiljöverkets föreskrifter om buller (Arbetsmiljöverket, 2005) finns ett undre och ett övre gränsvärde gällande buller på arbetsplatser med respektive 80 och 85 dB A (LA_{eq}^{8h}) för en daglig bullerexponering på åtta timmar uppmätt med ett A-filter. Om ljudnivån på arbetsplatsen överskrider det undre eller övre gränsvärdet måste särskilda åtgärder utföras för att minimera eller utesluta risken för hörselskada. Arbetsgivaren är skyldig att identifiera källan till bullret, minimera eller utesluta det, erbjuda hörselskydd, informera arbetstagarna om risker och erbjuda regelbundna hälsoundersökningar (Arbetsmiljöverket, 2005). Förutom ett undre och övre gränsvärde finns det även en maximal nivå för kortvariga ljud som inte alls

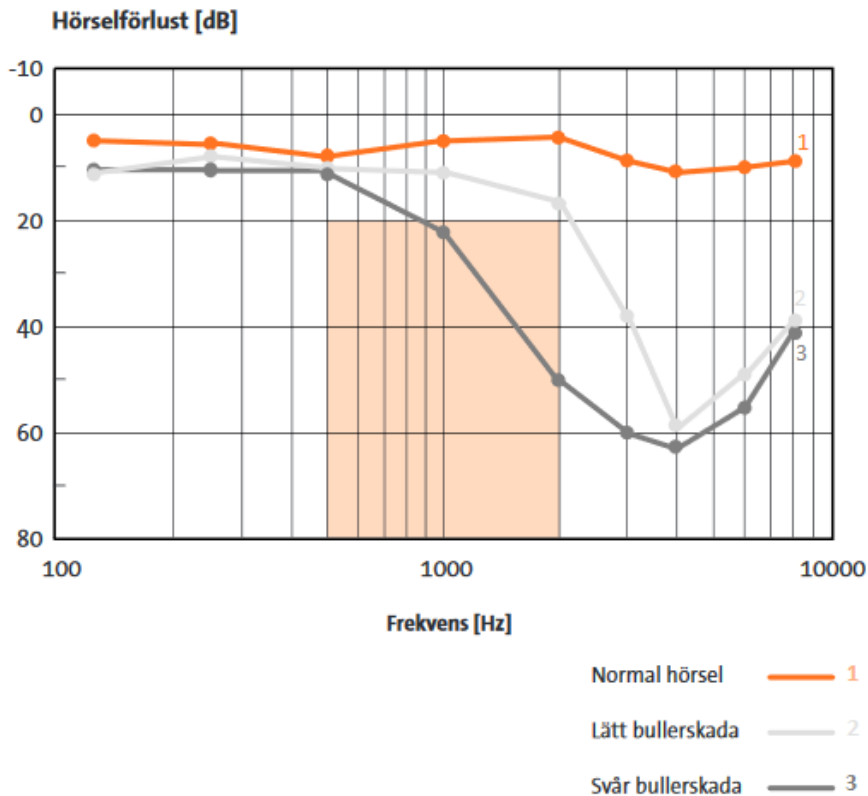
får överskridas och som ligger på 115 dB(A). Trots dessa gränsvärden för daglig bullerexponering kan det finnas en risk för hörselskada redan vid 75 dB(A) (Johnson et al., 2017).

När det gäller höga ljudnivåer i offentliga lokaler, exempelvis på konserter, festivaler, pubar och restauranger, finns det andra gränsvärden. Den högsta maximala impulslydnivån i offentliga lokaler för både vuxna och barn bör ligga på 110 dB(A) och ekvivalentlydnivån på max 97 dB(A) (FoHMFS 2014:15).

Effekter av buller på människan

Mänskliga örat består av tre delar: ytterörat, mellanörat och innerörat. Ljud i form av akustisk energi når hörselgången och sätter trumhinnan och mellanörat i rörelse. Den mekaniska energin överförs till innerörats koklea i form av vågrörelser som omvandlas till en elektrokemisk energi. Det finns sensoriska hårceller i koklean som reagerar på olika frekvenser. Hårceller som registrerar högfrekventa ljud ligger längst ner i koklean medan de lågfrekventa ljuden registreras av hårceller längre upp i koklean. Dessa hårceller skickar ljudet vidare till hjärnan via hörselnervens signaler (Gelfand, 2009).

Vid bullerexponering av höga ljudnivåer kan en mängd kemiska processer ske hos hårcellerna i koklean som kan skada deras struktur och funktion (Arbetsmiljöverket, 2013; Moussavi, Khavanin, Mirzae, Salehnia, Muhammadnejad & Akbari, 2012). Detta kan orsaka en bullerframkallad hörselnedsättning [eng Noise Induced Hearing Loss (NIHL)] (Johnson et al., 2017). Det första tecknet på NIHL kan ses i form av en nedsättning av hörtrösklar vid 4000 Hz. Med kontinuerlig bullerexponering kan denna dipp växa sig djupare och bredare vilket i sin tur kan försämra förmågan att uppfatta tal (Nelson, Nelson, Concha & Fingerhut, 2005).



Figur 1. Ett typiskt audiogram för normal hörsel och bullerskada. (Arbetsmiljöverket, 2002)

Bullerexponering med höga ljudnivåer under en viss tidsperiod kan påverka hörtrösklar och orsaka en tillfällig eller permanent hörselnedsättning (figur 1) (Gelfand, 2009).

Förutom en hörselnedsättning har buller en del konsekvenser i form av högre risk för tinnitus och ljudöverkänslighet (Nelson et al., 2005; Schmuziger, Patscheke & Probst, 2006).

Dessutom kan buller ge sömnsvårigheter, högt blodtryck, hjärt- och kärlsjukdom, inlärning- och koncentrationssvårigheter samt huvudvärk (Arbetsmiljöverket, 2013; Basner, Babisch, Davis, Brink, Clark, Janssen & Stansfeld, 2014). Det kan också vara ansträngande för rösten i bullriga miljöer eftersom röstnivån höjs för att återigen få tillbaka hörbarheten vid samtal (Pittman & Wiley, 2001).

Andra negativa konsekvenser vid bullerexponering är att tal och viktiga varningssignaler kan maskeras och bli ohörbara, vilket bestäms av bullrets energi och frekvensinnehåll. Sorl av människoröster (cocktailparty-effekten) innehåller samma frekvenser som det viktiga aktuella talet och kan därför maskera talet mer än annat buller. Ljud som har mycket energi i de låga frekvenserna har också en större maskeringseffekt eftersom det kan orsaka s.k. *uppåtmaskering* (eng: upward spread of masking).

Denna maskering beror på basilarmembranets mekanismer i koklean. Det betyder att ett högfrekvent ljud har en kortare väg in i koklean medan ett lågfrekvent ljud måste passera samma område och lägger sig som en skugga (Gelfand, 2009).

Det finns också stora individuella skillnader gällande örats känslighet för höga, skadliga och störande buller. Detta kan bero bl.a. på örats anatomi och ärftlighet (Arbetsmiljöverket, 2013). Den skadliga effekten beror förutom nivån och frekvensinnehåll på exponeringstiden. En ökning av ljudnivån med 3 dB motsvarar en fördubbling av energin över en given tid. Om denna ökning med 3 dB blir konstant krävs det att exponeringstiden halveras (Jerkert, 2009).

Strategier för att bekämpa buller

Generellt finns det tre olika sätt att bekämpa buller:

- dämpa eller utesluta bullret vid sin källa, till exempel genom ljuddämpning eller byta till en tystare maskin.
- innesluta bullerkällan i absorberande material till exempel ljudtätning med fiberduk hos dubbelväggar som ger en större dämpning jämfört med enkelväggar.
- använda hörselskydd under hela exponeringstiden. Arbetsgivaren skall erbjuda lämpliga hörselskydd för att eliminera risk för hörselskada (Arbetsmiljöverket, 2002, Jerkert, 2009).

Hörselskydd

Hörselskydd kan delas in i två huvudgrupper: hörselkåpor och öronproppar. Hörselkåpor täcker ytterörat och består av ett hårt material med mjuka tätningsringar som hålls samman av en bygel runt huvudet. Inne i tätningsringarna finns ljuddämpande material med skum eller vätska eller en kombination av båda för optimal dämpning. Det finns också hjälmmonterade kåpor som är det vanligaste inom byggindustrin. Hörselkåpor kan även kombineras med inbyggd FM-radio eller hörtelefoner som gör det lättare för användaren att kommunicera via FM eller mobiltelefon (Arlinger, 2007). En fördel med användning av hörselkåpor jämfört med öronproppar är att de enkelt kan sättas över huvudet. Dessvärre kan hörselkåpor i jämförelse med öronproppar ge en känsla av fukt och värme särskilt i varmare klimat (Arbetsmiljöverket, 2009). Förutom detta kan hörselkåporas skyddseffekt minska med cirka 5 dB i samband med användning av glasögon (Gelfand, 2009).

Öronproppar kan tillverkas för engångsbruk i olika storlekar, t.ex. skumproppar, men de kan även anpassas efter individens hörselgång. De individuella formgjutna propparna görs efter en avgjutning av hörselgången och har utbytbara filter med olika egenskaper. De kan tillverkas av silikon eller andra elastiska plaster (Gelfand, 2009). Nackdelen med dessa hörselskydd är att skyddseffekten kan minska om de inte sätts rätt i hörselgången. I en studie av Berger (2013) mätes ljudtrycksnivån i hörselgången med en skumpropp på plats. Resultatet av denna studie visade att skyddseffekten varierar mycket beroende på hur djupt skumproppen placeras i örat.

Hörselskydd har som funktion att dämpa ljud på olika sätt. De passiva hörselskydden med en fast dämpningsnivå över hela frekvensområdet dämpar ljud oberoende på nivån i omgivningen. De aktiva hörselskydden är nivåberoende vilket innebär att bullrets ljudnivå avgör när skyddet aktiveras. Dessa hörselskydd kan aktivt dämpa korta och starka ljud som kallas för impulsljud och förstärka svaga ljud när omgivningsnivån är låg. Det finns även hörselskydd som ger en jämn dämpning över hela frekvensområdet. Fördelen med dessa hörselskydd är att den spektrala balansen av ljud bevaras. Detta kan bidra till en förbättrad ljudkvalitet och minska kommunikationssvårigheten (Giguère & Berger 2016).

Rak dämpningskaraktär

För att ett hörselskydd ska kallas för rakt, krävs det enligt Liedtke (2002) att skillnaden i medeldämpning inte överstiger 3,6 dB per oktav där frekvenserna 250, 500, 1000, 2000 & 4000 Hz ingår (ISO 4869-1:1990; Liedtke, 2002, 2009). En oktav innebär ett frekvensförhållande på 2:1 det vill säga en fördubbling eller halvering av föregående frekvens t.ex. 250 Hz fördubblas och blir 500 Hz (Jerkert, 2009). Med denna definition för rak dämpning ska man kunna hitta de hörselskydd som gör det lättare att uppfatta tal och varningssignaler i en bullrig miljö. Denna typ av dämpning kan också ge en bättre musikupplevelse och balans mellan låg- och högfrekventa ljud samtidigt som det skyddar örat från skadliga ljud.

Hinder att använda hörselskydd

Ett hörselskydd har till uppgift att dämpa skadliga ljud för att minska risken för hörselskador. Hur effektivt ett hörselskydd minskar risken för hörselskador kallas för skyddseffekten. Det är mycket viktigt att användaren bär sitt hörselskydd under hela exponeringstiden eftersom effekten minskar om bäraren tar av sig skyddet om så bara under en kort tid.

Skyddseffekten hos ett hörselskydd med en dämpning på 30 dB minskas kraftigt till 3 dB om det används under halva dagen, fyra av åtta timmars arbetsdag (Arbetsmiljöverket, 2002).

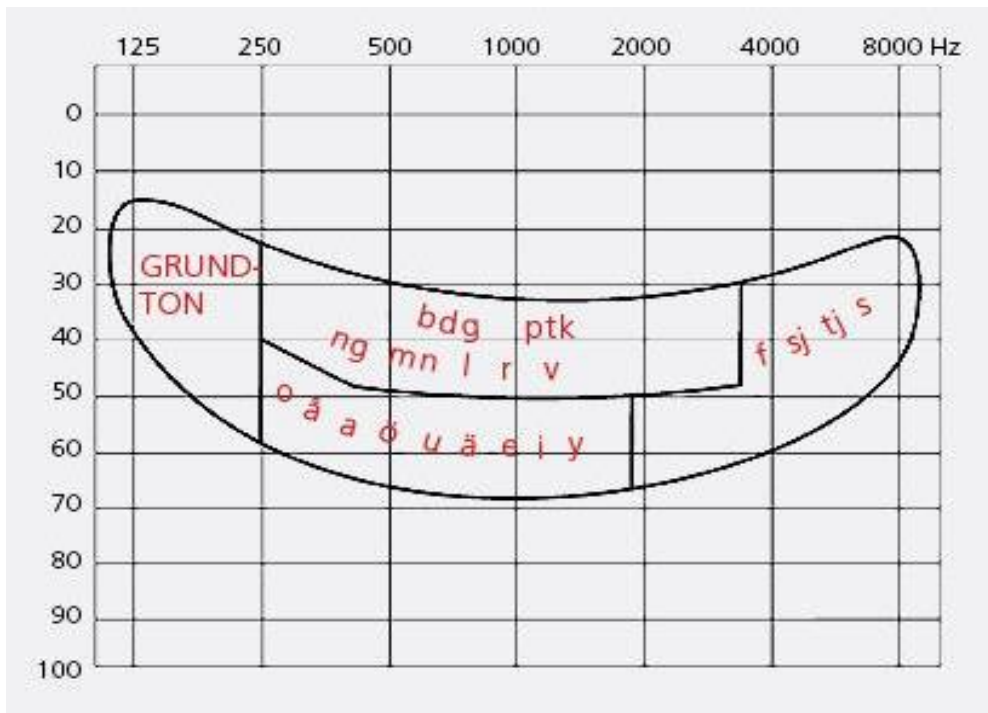
Det är av stor vikt att hörselskyddet sitter bekvämt i örat för att öka bårtiden under hela bullerexponeringen. Å andra sidan är det också viktigt att hörselskyddsanvändaren ska kunna kommunicera effektivt med andra individer, t.ex. med arbetskamrater samt höra varningssignaler. I en enkätundersökning av Svensson, Morata, Nylén, Krieg & Johnson (2004) undersöktes svenska arbetarnas attityder till hörselskyddsanvändning. Det rapporterades att en stor andel av arbetarna, drygt 85 %, inte använder sina hörselskydd trots att de var medvetna om vilka risker som kan uppkomma. Anledningen till detta var hos 55 % av undersökningsgruppen att de inte kunde höra varningssignaler och 45 % upplevde att hörselskyddet satt obekvämt i örat.

I en finsk studie undersöktes faktorer som kan hindra användning av hörselskydd hos 15 musiker i en symfoniorkest (Huttunen, Sivonen & Pöykkö, 2011). Undersökningsgruppen fyllde i ett frågeformulär med frågor kring deras erfarenhet och kunskap om hörselskydd samt användningstid av hörselskydd såväl på jobbet som på fritiden. Hos drygt 80 % av musikerna medförde användandet av hörselskydd vissa nackdelar, särskild hos de som spelar blåsinstrument. Musiker rapporterade att de upplevde en ocklusionseffekt som kan uppstå när örat blockeras med hörselskydd. Förutom detta hade de svårigheter att höra toner rätt.

Utmaningen som tillverkare av hörselskydd stöter på är att de ska kunna skydda hörseln i den mån det går vid höga ljudnivåer och samtidigt kunna bevara förmågan att kommunicera (Tufts & Frank, 2003).

Taluppfattning i buller med hörselskydd

Tonaudiometri som mäter hörtrösklar visar inom vilket frekvensområde man kan uppfatta rena toner. Dessvärre säger detta inget om förmågan att uppfatta tal i verkligheten. Talet i sig är uppbyggd av många betydelsebärande komponenter som man kan se i en så kallad talbanan (figur 2).



(Hörselboken, 2010)

Figur 2. Talbananen: det dynamiska området för alla talkomponenter. Hörtrösklar i dB HL (y-axel) och frekvenser i Hz (x-axel).

Talbananen visar var talets komponenter blir hörbara och var en “normal” samtalsnivå kan ligga på cirka en meters talavstånd i förhållande till personens hörtrösklar. Med normal samtalsnivå menar man en talsignal där totalnivån på en meters avstånd ligger mellan 60-65 dB SPL (Smeds & Leijon, 2000). För att kunna uppnå högsta möjliga taluppfattning krävs det att så många talljudskomponenter som möjligt av dem som kan ses i talbananen blir fullt hörbara för lyssnaren. Detta innebär att de svaga talljuden måste vara starkare än lyssnarens hörtröskel och att de inte får maskeras av starka lågfrekventa talljud eller buller. Ett hörselskydd med mycket dämpning i det högfrekventa området kan ge sämre taluppfattning främst för personer med svår hörselnedsättning. Trots detta så kan man se att dämpning hos ett hörselskydd inte påverkar taluppfattningen för den grupp som har en lätt och måttlig hörselnedsättning (Giguère, Laroche, Vaillancourt & Soli, 2010; Giguere & Berger, 2016). Ett sådant exempel kan vara passiva hörselskydd som är användbart då det inte tycks påverka taluppfattningen i de fall det har testats på normalhörande personer (Giguère, Laroche & Vaillancourt, 2015).

Att använda ett hörselskydd har främst varit för att ska skydda hörseln mot höga ljudnivåer. Med tiden har mer specifika komponenter byggts in i hörselskyddet där taluppfattning och skyddseffekten har varit det viktigaste. Detta har medfört att flera forskare på senare tid har försökt utvärdera hörselskydd och hur det påverkar kommunikationen för normalhörande och personer med lätt hörselnedsättning (Abel & Spencer, 1999; Fernandes, 2003; Giguère & Berger, 2016; Giguère et al., 2010).

Utvärdering av ett hörselskydds effekt på taluppfattbarhet

I nuläget finns det en rad olika mätmetoder och tester som använts tidigare i olika studier för att utvärdera effekten hos hörselskydd, bland annat Callsign Acquisition Test (CAT), Maximal taluppfattning i brus (FB S/N+4), Hearing in Noise Test (HINT), Modified Rhyme Test (MRT) samt Speech intelligibility impact Level (SiimpL) (Edvall & Reimers, 2015).

Hearing In Noise Test

Hearing in Noise Test (HINT) är ett standardiserat test som utvärderar taluppfattning i buller. Det ursprungliga testet utvecklades i USA av Nilsson, Soli & Sullivan (1994). Det svenska HINT utvecklades av Hällgren, Larsby & Arlinger (2006) och är det test som användes i studien som presenteras i denna uppsats.

Materialet består av vardagsmeningar och de vanligaste tallistorna innehåller sammanlagt 250 meningar innehållande mellan fem till nio stavelser. Av dessa 250 vardagsmeningar skapade man 25 fonemiskt balanserade listor. Metoden innebär att både tal och brus presenteras i ljudfält där testpersonen placeras en meter från högtalaren. Alla listor varierar med mindre än 1 dB över det övergripande medelvärdet. För normalhörande individer är den genomsnittliga taluppfattningströskeln i brus för de svenska meningarna -3,0 dB i signal-brus-förhållande, med en standardavvikelse på 1,1 dB (Hällgren et al., 2006). Resultatet av HINT är ett värde på det signal-brus-förhållande där man uppfattar 50 % av meningarna. Enligt Hällgren et al. (2006) ger 1 dB ökning/minskning i SNR en förbättring/försämring av taluppfattning med 17.9 % för normalhörande personer.

SYFTE

Syftet med studien är att undersöka hur hörselskydd med olika dämpningsegenskaper påverkar taluppfattningen i buller.

FRÅGESTÄLLNINGAR

- Hur stor påverkan har en rak dämpningsegenskap hos hörselskydd på taluppfattning i en bullrig miljö hos normalhörande?
- Hur stor påverkan har en icke rak dämpningsegenskap hos hörselskydd på taluppfattningen i en bullrig miljö hos normalhörande?
- Finns det några signifikanta skillnader vad gäller taluppfattning med respektive hörselskydd jämfört med utan hörselskydd?

MATERIAL OCH METOD

Undersökningsmetod

Deltagare söktes genom att det internt skickades ut ett informationsblad (bilaga 1) till studenter inom Göteborgs Universitet där följande utbildningsprogram ingick: audionomprogrammet termin 1, logopedprogrammet samt arbets-och fysioterapeutprogrammet. Alla intresseanmälningar togs emot i det gemensamma gmail-kontot som hade skapats i förväg för att hålla kontakt med deltagarna inför planerade mätningar. För att fånga intresse hos de möjliga deltagarna erbjöds ett gratis hörseltest samt två par formgjutna hörselskyddsinsatser som de kunde få behålla efter avslutad mätning. Hörselskyddsinsatserna finansierades av företaget Bellman & Symfon AB.

Urvalskriterier

För att hörsselförmåga och språkkunskaper inte skulle påverka resultatet så valdes följande inklusionskriterier:

Män och kvinnor

- Ålder: 18-35 år
- Svenska som modersmål eller tillräckliga kunskaper i svenska
- TMV4 \leq 20 dB HL

Undersökningsgrupp

Sexton personer inkluderades i studien. Antalet deltagare bestämdes i förväg av författarna i samråd med handledare och företaget Bellman & Symfon som finansierade hörselskydden.

De 16 personerna som inkluderas i studien var fördelade på nio kvinnor och sju män.

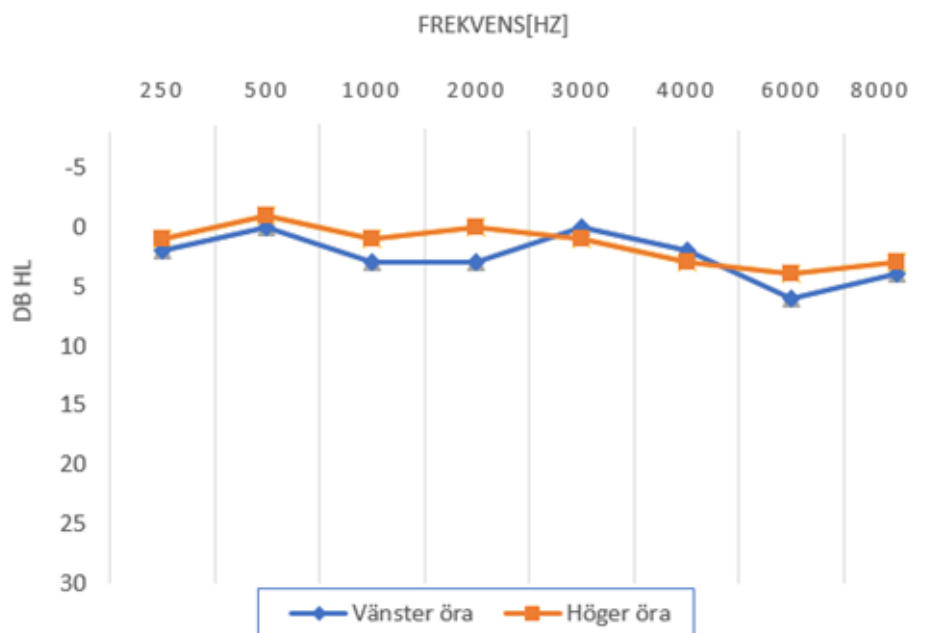
Deltagarnas ålder varierade mellan 19 och 35 år där medelåldern var 26 år och medianåldern var 25 år. Tabell 1 visar demografisk profil av gruppen.

Tabell 1. Demografiska data av testdeltagare på gruppnivå.

	Alla	Män	Kvinnor
Antal deltagare	16	7	9
Ålder (medelvärde)	26	29	24
Ålder (median)	25	30	25
TMV4* Höger (medelvärde)	1	-1	3
TMV4* Vänster (medelvärde)	2	1	3

*TMV4 i dB HL, medelvärde för frekvenserna 500, 1000, 2000 och 4000 Hz

Alla deltagares luftledningströsklar låg inom normalområdet med TMV4 < 20 dB HL för både höger och vänster öra (figur 3).



Figur 3. Medelvärde av luftledningströsklar för alla deltagare.

Genom lottdragning gjordes ett slumpmässigt urval av alla 22 intresseanmälningar för att kunna välja 16 deltagare. Lottdragningen gick till på så sätt att alla namn skrevs ner på papperslappar och av dessa drogs 16 papperslappar upp som bildade studiens undersökningsgrupp, resterande personer hamnade i en grupp för reserver. Två personer från reservgruppen togs in slumpmässigt efter att två deltagare avbröt sin medverkan.

Hörselskydd

I samråd med företaget Bellman & Symfon valdes följande hörselskydd med utbytbara filter:

- Bellman ER9, medeldämpning på 10 dB
- Bellman ER15, medeldämpning på 16 dB
- Bellman ER25, medeldämpning på 23 dB
- ClearSound RC13, medeldämpning på 15 dB.
- ClearSound RC17, medeldämpning på 18 dB.
- ClearSound RC19, medeldämpning på 20 dB

(Bellman & Symfon AB, u.å)

- 3M E-A-Rsoft Neon, medeldämpning på 36 dB (Skumpropp)

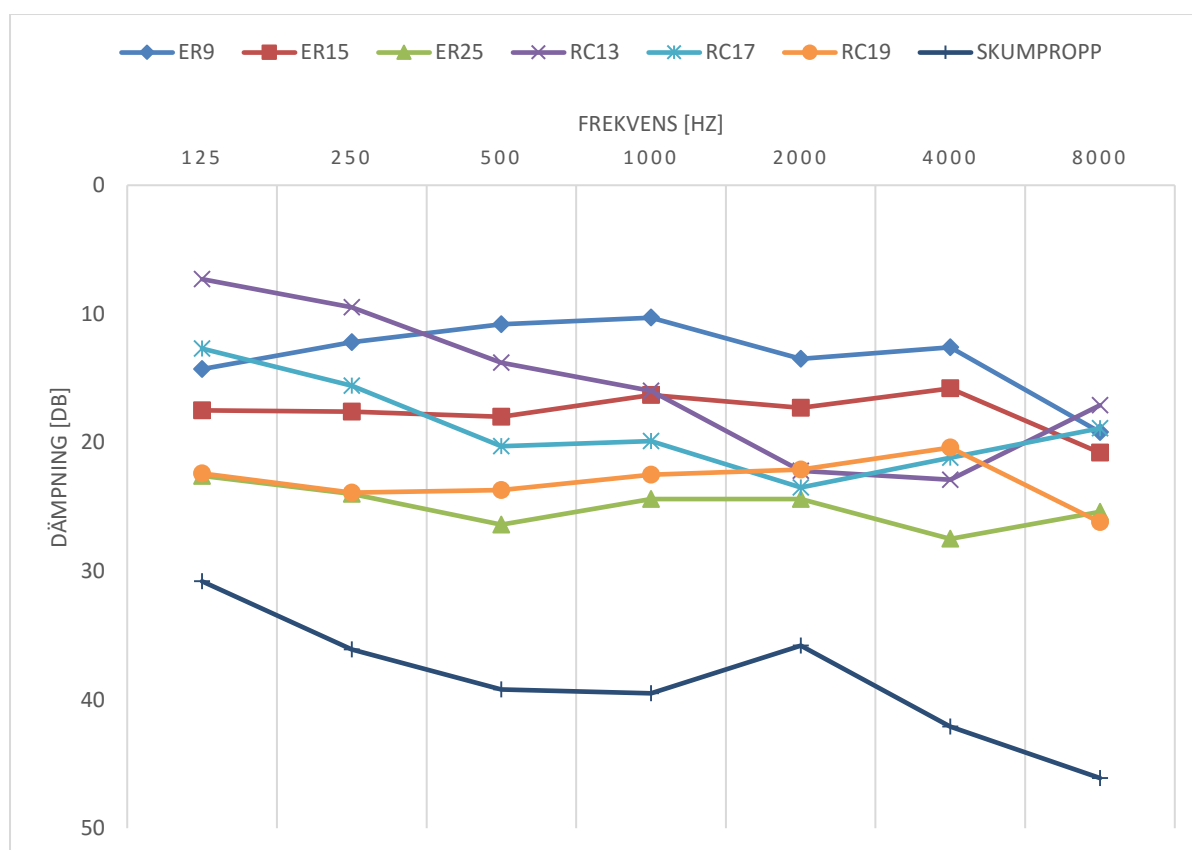
(3M Europe, 2017)

Bellman ER är en grupp av öronproppar som utvecklades av företaget Etymotic (Etymotic Research Inc, 2016). Enligt Bellman & Symfon (2017) ska dessa hörselskydd med sin raka dämpning kunna sänka ljudnivån utan att ljudbilden påverkas. Hörselskyddsinsatsen tillverkas av mjuk hypoallergenisk silikon.

ClearSound som även är en grupp av öronproppar är designad för att kunna uppnå en maximal taluppfattning och rekommenderas för situationer där tal behöver vara hörbar (Elacin International B.V, 2017). ClearSound är likt Bellman ER tillverkade av mjuk hypoallergenisk silikon med en hårdhet av 60 Shore (Elacin International B.V, 2017), där Shore är en skala på hårdhet för olika material.

Dämpning

I figur 4 visas hörselskyddens medeldämpning (Bellman & Symfon AB, u.å.).



Figur 4. Medeldämpning i dB för de olika hörselskydden.

Indelning av hörselskydd

Alla hörselskydd delades in i två grupper efter en beräkning baserad på definition för rak dämpning (tabell 2). För att ett hörselskydd ska kallas för rakt, krävs det enligt Liedtke (2002) att skillnaden i medeldämpning inte överstiger 3,6 dB per oktav. Resterande definieras här som icke rak dämpning.

Tabell 2. *Indelningen mellan de sju olika hörselskydden.*

Rak dämpning	Icke rak dämpning
Bellman ER9	ClearSound RC13
Bellman ER15	ClearSound RC17
Bellman ER25	Skumpropp
ClearSound RC19	

Utrustning

Nedan följer en lista för den utrustning som användes under hela processen:

- **Formgjutna hörselskydd:** Bellman ER9, Bellman ER15, Bellman ER25, ClearSound RC13, ClearSound RC17 och ClearSound RC19.
- **Skumpropp:** 3M E-A-R soft Neon
- **Audiometer:** Interacoustics AC 40.
- **Hörlurar TDH-39**
- **Leak test instrument:** Bachmaier Art. No. 2106P.
- **Högtalare:** CODA type SP1034
- **Audiometer (HINT):** Interacoustics AC 440
- **CD-skiva:** Hearing in Noise Test, art 10-240 från C A TEGNÉR AB

Kalibrering

Audiometern Interacoustics AC 40 verifierades och kalibrerades efter standard/krav IEC 60645-1:2017. Hörlurarna TDH-39 verifierades och kalibrerades efter standard IEC 60318-3:2014 och referensvärdet som användes vid kalibreringen kom från standard ISO 389-1:1998 som är för rena toner med hörlurar.

Audiometern Interacoustics AC 440 C uppfyllde kraven för IEC 60645-1:2017 och talaudiometrin för HINT genomfördes enligt ISO 8253-3:2012.

Testprocedur

Alla testdeltagare gavs möjlighet att genom ett formulär boka in en tid för alla tillfällen på nätet. En bekräftelse för bokade tider skickades ut tre till fyra dagar innan varje moment. Nedan beskrivs hur studien delades in i två moment: testtillfälle ett och testtillfälle två.

Testtillfälle 1

Följande delar ingick under första testtillfället. Dessa tester genomfördes vid enheten för audiologi, Göteborgs Universitet. Tidsåtgång för varje deltagare var ca 60 minuter inklusive paus.

- **Kort introduktion:** Information om undersökningen presenterades både muntligt och skriftligt. Frågor besvarades och testpersonen kunde vid samtycke till deltagande skriva under en medgivandeblankett.
- **Otoskopi:** Undersökning av ytteröra och hörselgång.
- **Tonaudiometri:** Mätningen innebär bestämning av luftledningströsklar för rena toner presenterade via hörtelefon enligt ISO 8253-1:2010.
- **Avtryckstagning:** Instruktioner om avtrycktryckstagning av hörselgången presenterades. Avtryckstagningen genomfördes två gånger på höger respektive vänster öra. Djupa avtryck var att föredra. Kontroll av placering med skyddsinnlägg/pads granskades av handledaren (A.S.).
- **Beställningsblankett:** Testpersonen fick fylla i sina personuppgifter i en beställningsblankett (se bilaga 3). Dessa uppgifter samlades in av tillverkarna för beställning av hörselskyddsinsatser.
- **Datainsamling:** Medgivandeblankett och audiogram sparades i en gemensam pärm. Resultat av tonaudiometri dokumenterades i ett exceldokument.

Testtillfälle 2

Följande delar ingick under sista testtillfället vid Sahlgrenska Universitetssjukhus. Tidsåtgång för varje deltagare var på ca 90 minuter inklusive pauser.

- **Kort introduktion:** Information om planering kring besöket, olika testmoment och övriga frågor berördes.
- **Hörselskydd:** Hörselskyddsinsats och filter visades upp.
- **Testprotokoll:** Varje deltagare hade ett eget testprotokoll (se bilaga 4).
- **Kontroll av täthet:** Kontroll av hörselskyddsinsatsens tätning i hörselgången med Leak test instrument.
- **HINT:** Mätningen innebär bestämning av den nivå då 50 % av presenterat ordmaterial, bestående av korta svenska meningar, uppfattas korrekt. För varje test och testperson bestäms ett medelvärde, baserat på de brusnivåer (signal/stör förhållandet) som ökas eller minskas beroende på lyssnarens svar. HINT testades med och utan hörselskydd med en konstant talnivå på 68 dB (ANSI S3.5, 1997) och en startnivå där bruset låg på 73 dB.
- **Datainsamling:** Alla resultat av HINT samlades i den gemensamma pärmen. Vid ett senare tillfälle räknades signal-brus-förhållandet ut för varje testad hörselskydd och sparades i ett exceldokument.

Etiska aspekter

Innan påbörjad mätning fick deltagarna möjlighet att ställa frågor till projektledarna (författarna). Samma information som tidigare skickades ut i informationsbrevet presenterades (se bilaga 1). Alla deltagare informerades att de när som helst kunde avsluta sin medverkan utan att behöva ge en anledning. Vid samtycke till medverkan skrev varje deltagare under en medgivandeblankett (se bilaga 2). All information bearbetades konfidentiellt.

Alla personuppgifter hanterades anonymt med undantag för ifylld beställningsblankett som skickades iväg till Bellman & Symfons leverantör. Varje deltagare kodades med ett nummer som endast ansvariga för studien hade tillgång till. All data var endast tillgänglig för berörda.

Databearbetning och statistiska analyser

För att kunna undersöka hur taluppfattningen påverkas av olika hörselskydd jämfördes resultat av HINT med och utan hörselskydd. Inmatning och insamling av resultat gjordes parallellt. Resultatet dokumenterades i Microsoft Excel och Google Kalkylark som kunde överföras och bearbetas i IBM SPSS statistics (version 24).

Resultatet presenterades i form av både deskriptiv och analytisk statistik. Deskriptiv statistik användes för att sammanställa insamlade data och sammanfatta mätresultaten för frågeställning ett och två. Undersökningsgruppen som är vårt stickprov bestod av 16 testpersoner (n=16). Undersökningsgruppens resultat visade sig inte vara normalfördelade. Resultaten redovisas därför med median, kvartiler, minimum- och maximumvärden.

Eftersom resultaten inte var normalfördelade så gjordes en jämförelse av medianer för att besvara frågeställning tre. För att testa om det fanns signifikanta skillnader mellan valt hörselskydd och utan hörselskydd användes Wilcoxon's teckenrang test (eng: Wilcoxon Signed Rank Test) som är ett test för parade mätningar för ett litet material som inte behöver vara normalfördelat. Signifikansnivån valdes till 5 % (p-värde < 0,05) och presenteras i en tabell. Nollhypotesen var att ingen skillnad ska förekomma mellan testgruppen (med hörselskydd) och referensvärdet (utan hörselskydd). Alternativhypotesen berättar om det finns en skillnad mellan testgruppen och referensvärdet.

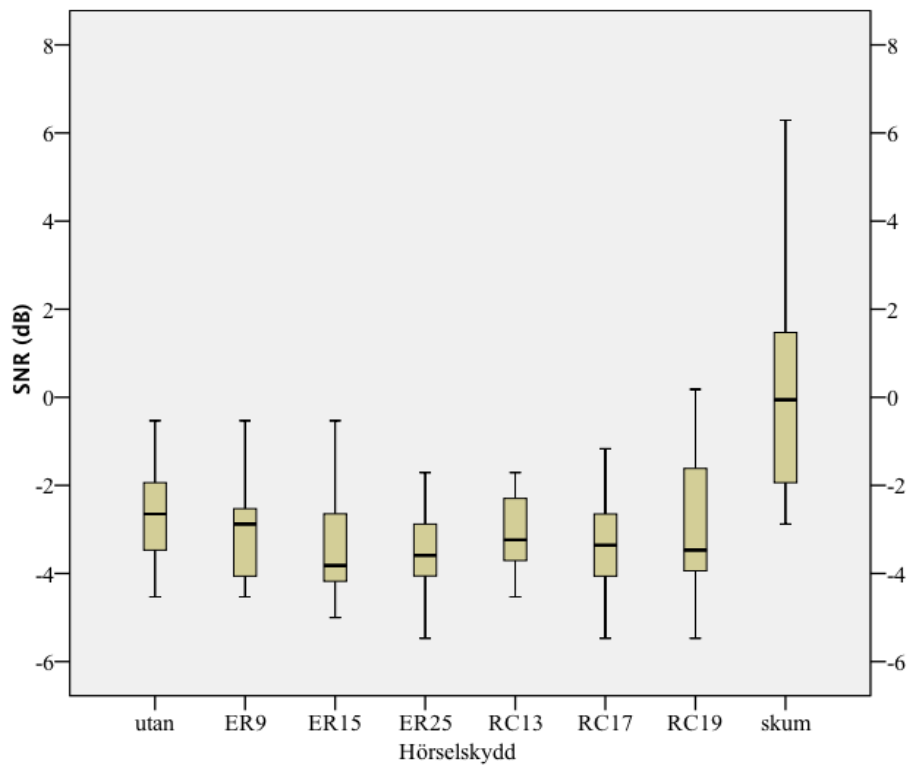
Data analyserades med hjälp av statistikprogrammet IBM SPSS Statistics 24.

RESULTAT

Nedan redovisas resultatet av testprocedurens samtliga delmoment.

Jämförelse mellan hörselskydd

En sammanställning av resultat från HINT-mätning visas i figur 5 där signal-brusförhållandet (SNR) står för en 50 procent taluppfattning i brus. Testgruppens resultat med och utan hörselskydd presenteras i form av lådagram. Det syns tydligt att skumproppen ger större spridning mellan individer vad gäller SNR jämfört med resterande hörselskydd.



Figur 5. Lådagram av resultat från HINT med och utan hörselskydd.

I tabell 3 visas median, kvartiler samt minsta och största värdet med och utan hörselskydd testat med HINT där endast skumpropp gav ett avvikande medianvärde på -0,06 dB i SNR.

Tabell 3. Deskriptiv tabell med SNR värde i dB för alla hörselskydd samt utan hörselskydd, efter test med HINT.

		utan	ER9	ER15	ER25	RC13	RC17	RC19	skum
N	Valid	16	16	16	16	16	16	16	16
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0
Median		-2,65	-2,88	-3,82	-3,59	-3,24	-3,36	-3,47	-,06
Minimum		-4,53	-4,53	-5,00	-5,47	-4,53	-5,47	-5,47	-2,88
Maximum		-,53	-,53	-,53	-1,71	-1,71	-1,17	,18	6,29
Percentiles	25	-3,53	-4,06	-4,23	-4,17	-3,76	-4,06	-4,00	-1,94
	50	-2,65	-2,88	-3,82	-3,59	-3,24	-3,36	-3,47	-,06
	75	-1,94	-2,47	-2,53	-2,88	-2,24	-2,65	-1,45	1,53

SNR= Signal-to-noise ratio.

Taluppfattningstest (HINT)

I tabell 4 redovisas skillnaden mellan respektive hörselskydd och utan. Skillnad i signal-brusförhållandet presenteras i dB där endast skumproppen visar på en försämring av taluppfattningen i brus med motsvarande 46 procentenheter. Övriga hörselskydd visar på en ökad taluppfattning med 4,1 - 20,9 procentenheter jämfört med utan hörselskydd.

Tabell 4. Skillnad med och utan hörselskydd i SNR samt beräknad inverkan på taluppfattning i procentenheter. I svenska HINT motsvarar 1 dB 17,9 procentenheter (Hällgren et al., 2006).

Jämförelse	Skillnad SNR (dB)	Beräknad skillnad i taluppfattning (procentenheter)
ER9 – utan	0,23	4,1
ER15 – utan	1,17	20,9
ER25 – utan	0,94	16,8
RC13 – utan	0,59	10,6
RC17 – utan	0,71	12,7
RC19 – utan	0,82	14,7
Skum – utan	- 2,59	- 46,4

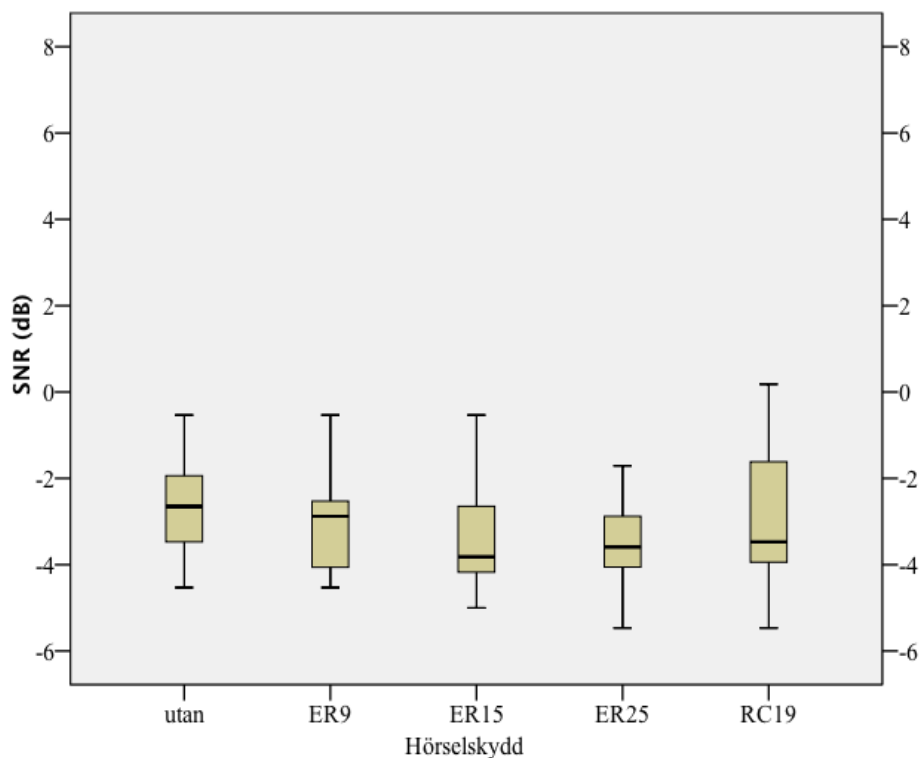
SNR= Signal-to-noise ratio.

Resultat utifrån frågeställningarna

Nedan presenteras mätresultat i form av deskriptiv analys. För att kunna besvara frågeställning ett och två delades alla hörselskydd in i två grupper.

Rak dämpningsegenskap och taluppfattning

Med frågeställning ett ville författarna i denna studie undersöka hur stor påverkan en rak dämpningsegenskap hade hos ett hörselskydd på taluppfattningen i en bullrig miljö. I lådagrammet som visas i figur 6 kan man se hur SNR:t har spridit sig för alla hörselskydd med en rak dämpningsegenskap. Störst spridning visade ClearSound RC19 med 5,29 dB skillnad från det minsta till största värdet.



SNR= Signal-to-noise ratio.

Figur 6. Lådagram av resultat från HINT i SNR (dB) med och utan de olika hörselskydden.

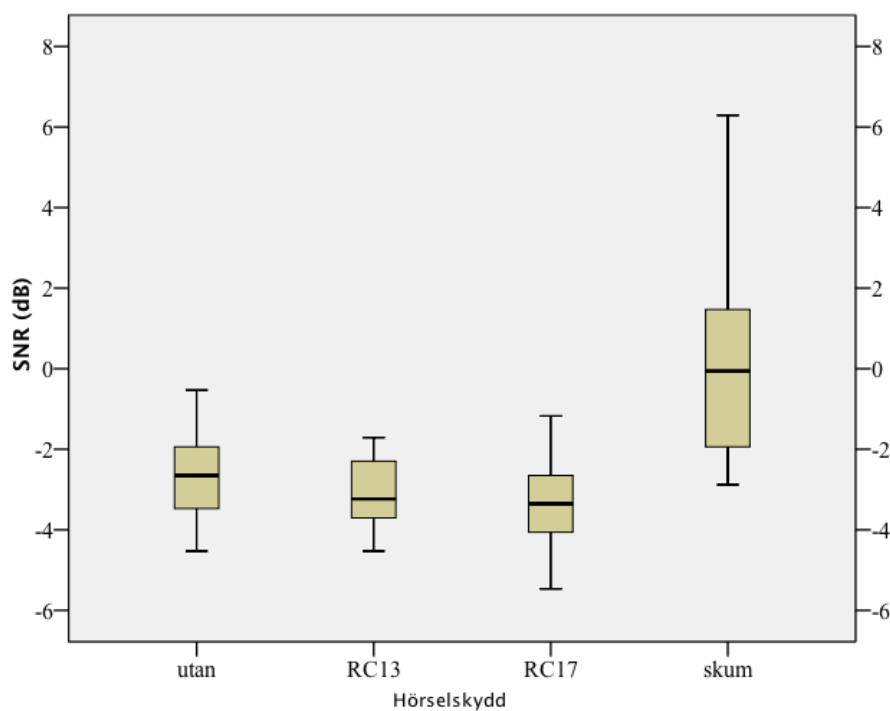
I tabell 5 visar deskriptiv statistik för HINT test för alla hörselskydd med rak dämpning. Alla hörselskydd visar ett bättre medianvärde jämfört med utan hörselskydd.

Tabell 5. Deskriptiv tabell med SNR värde i dB efter test med HINT för hörselskydd med rak dämpningsegenskap samt utan hörselskydd.

		utan	ER9	ER15	ER25	RC19
N	Valid	16	16	16	16	16
	Missing	0	0	0	0	0
Median		-2,65	-2,88	-3,82	-3,59	-3,47
Minimum		-4,53	-4,53	-5,00	-5,47	-5,47
Maximum		-,53	-,53	-,53	-1,71	,18
Percentiles	25	-3,53	-4,06	-4,23	-4,17	-4,00
	50	-2,65	-2,88	-3,82	-3,59	-3,47
	75	-1,94	-2,47	-2,53	-2,88	-1,45

Icke rak dämpningsegenskap och taluppfattning

Med frågeställning två ville författarna i denna studie undersöka hur stor påverkan en icke rak dämpningsegenskap hade hos ett hörselskydd på taluppfattningen i en bullrig miljö. Figur 7 visar resultat av HINT test för alla hörselskydd med en icke rak dämpningsegenskap samt resultat utan hörselskydd. Störst spridning visade skumproppen med 9,17 dB skillnad från det minsta till det största värdet. Minst spridning visade RC13 med 2,82 dB skillnad.



SNR= Signal-to-noise ratio.

Figur 7. Lådagram av resultat från HINT med och utan de olika hörselskydden i SNR.

I tabell 6 visas median, kvartiler samt minsta och största värdet för alla hörselskydd som har en icke rak dämpning. Där endast skumpropp gav ett avvikande medianvärde.

Tabell 6. Deskriptiv tabell med SNR värde i dB efter test med HINT för hörselskydd med icke rak dämpningsegenskap samt utan hörselskydd.

		utan	RC13	RC17	skum
N	Valid	16	16	16	16
	Missing	0	0	0	0
Median		-2,65	-3,24	-3,36	-,06
Minimum		-4,53	-4,53	-5,47	-2,88
Maximum		-,53	-1,71	-1,17	6,29
Percentiles	25	-3,53	-3,76	-4,06	-1,94
	50	-2,65	-3,24	-3,36	-,06
	75	-1,94	-2,24	-2,65	1,53

Rak och icke rak dämpningsegenskap och taluppfattning

Med frågeställning tre ville författarna i denna studie undersöka om det fanns signifikanta skillnader mellan med och utan hörselskydd vad gäller påverkan på taluppfattningen i en bullrig miljö. I tabell 7 visas resultat från Wilcoxons teckenrang test mellan testgruppen och utan hörselskydd. P-värdet visade att det finns en signifikant förbättring för Bellman ER15 ($p = 0,048$) och Bellman ER25 ($p = 0,031$). Skumpropp visade en stark signifikant försämring vid jämförelse med utan hörselskydd ($p = 0,001$).

Tabell 7. Sammanfattning av resultat från icke parametriskt test för parade mätningar. P-värdet redovisar om det var en signifikant skillnad i testgruppen.

Grupp	P-värde
ER9 - Utan	0,292
ER15 - Utan	0,048*
ER25 - Utan	0,031*
RC13 - Utan	0,320
RC17 - Utan	0,102
RC19 - Utan	0,730
Skum - Utan	0,001***

*Svag signifikant skillnad $0,01 \leq p < 0,05$.

DISKUSSION

Metoddiskussion

För att komma igång med studien så krävdes en mycket noggrann planering och struktur inför alla mätningar. Detta blev speciellt uttalat när leveranstiden för alla hörselskydd försenades med ungefär två veckor. Konsekvensen blev att en ny tidsbokning av deltagare och mätrum i Sahlgrenska fick planeras om. Möjligheten att kunna boka en ny tid via nätet i ett formulär med flera nya alternativ av tider var en snabb lösning på detta.

Användning av HINT som testmetod var till en fördel och kunde göra det möjligt för oss att jämföra resultat från svenska studier med internationella. Testet utförs genom att först välja vilken faktor som ska variera och vilket som ska hållas konstant. Med en konstant talnivå och ett varierande brusnivå vill vi testa hur taluppfattningen påverkas i olika bullerförhållanden där talaren höjer sin röst till en styrka av 68 dB SPL.

Val av hörselskydd med olika filter bestämdes i samråd med Bellman & Symfon AB och där kom även skumproppen in som en extra produkt som är lättillgänglig ute på marknaden. Under studiens gång upptäcktes det att dämpningsegenskaperna för valda filter inte varierade särskilt mycket. Det hade varit väldigt intressant att undersöka hur hörselskydd med ännu mer dämpning i basområdet eller i diskanten skulle kunna påverka taluppfattningen.

Under första tillfället vid mätning av luftledningströsklar användes warble ton istället för rena toner. Detta var på grund av att en del av deltagarna gav osäkra svar i diskantområdet till följd av mild tinnitus och en självupplevelse av presenterade toner.

Det gick i förväg inte att förutse vilka deltagare som skulle komma att påverka mätningen och avtryckstagning på grund av vax. De deltagare som hade vax fick en ny tid och hänvisades att använda revaxör och eventuellt spola rent öronen på vårdcentralen för att göra nya avtryck.

Ett antal avtryck bedömdes vara för korta för tillverkning av hörselskydd. Detta krävde att flera deltagare fick komma tillbaka. Längre avtryck var att föredra men små hörselgångar och tidsbristen att kunna göra om en del avtryck försvårade möjligheten att göra nya under samma tillfälle.

För att kunna bedöma tätheten av hörselskydden i hörselgången användes Leak test instrument. Det fanns en stor osäkerhet kring instrumentet. Nästan hälften av försökspersonerna blev inte fullt godkända på första försöket. En lösning till detta var att hålla upp apparatens plastslang mot örat.

Under mätningens gång för testprocedur två upplevde en av deltagarna generellt bättre taluppfattning med skumpropp. Detta sågs som en avvikelse eftersom ett tydligt mönster hos resterande deltagare fanns gällande den subjektiva upplevelsen. Efter denna iakttagelse testades samma deltagare med ett par nya skumproppar. Det uppdagades att storleken inte tycktes ge en full tätning av hörselgången. Efter denna upptäckt gick det inte att införskaffa andra skumproppar med varierande storlek på så kort varsel på grund av tidsbrist för att undersöka denna faktor hos resterande deltagare. Författarna i denna studie är medvetna om att individuella storlekar för maximal tätning borde ha använts och att studiens resultat kan ha påverkats vad gäller SNR värdet för de deltagare som inte fick en full tätning.

Resultatdiskussion

Syftet med studien var att undersöka hur hörselskydd med olika dämpningsegenskaper påverkade taluppfattningen i buller.

För normalhörande individer är den genomsnittliga SNR för de svenska HINT meningarna -3,0 dB i SNR, med en standardavvikelse på 1,1 dB (Hällgren et al., 2006). I denna studie var resultatet på HINT utan hörselskydd (referensvärdet) -2,65 dB och gav därför styrka för studiens validitet.

Alla hörselskydd med en rak dämpningskaraktär jämfördes i ett lådagram. Hörselskyddet som visade störst spridning var ClearSound RC19. Detta betyder att alla deltagare som testade detta hörselskydd fick ett varierande SNR som orsakade denna spridning. RC19 visade även 14,7 procentenheter förbättrad taluppfattning. Spridningen tyder på att det fanns ett antal deltagare som kan ha hamnat på ett större avstånd från medianvärdet och därför inte får en 14,7 procentenheter förbättring vad gäller taluppfattningen. Därför är det svårt att påvisa om den uppmätta förbättringen av taluppfattningen gäller för exakt alla deltagare med RC19.

En av flera möjliga orsaker som kan ha skapat denna spridning för RC19 är att resterande hörselskydd som det jämfördes med ingick i Bellman ER serien. Som det ser ut idag så finns det en skillnad på insatsen för både Bellman och ClearSound. Med stor sannolikhet kan ljudkanalens olika form och storlek påverka akustiken. ClearSounds ljudkanal skiljer sig

genom att kanalen utvidgar sig längst med mynningen av hörselskyddet in mot hörselgången. I samma grupp av hörselskydd med rak dämpning finns Bellman ER15 som har visat ge 20,9 procentenheter förbättrad taluppfattning. ClearSound RC19 och Bellman ER15 skiljer sig vad gäller spridning av SNR och taluppfattning, därför skulle ER15 vara att föredra om man vill kunna uppnå en bättre taluppfattning. Möjliga faktorer som kan ha påverkat denna skillnad är utformning av hörselskyddsinsatsen, filtrets medeldämpning och ljudkanalens storlek som varierar.

Störst spridning visade skumpropp med 9,17 dB skillnad i SNR i gruppen med icke raka dämpningsegenskaper. Denna spridning visade att det fanns stora variationer vad gäller enskilda svar för hela undersökningsgruppen med skumpropp. Resultat som pekar på detta är att medianvärdet skiljer sig med 2,59 dB mellan skumpropp och referensvärdet utan hörselskydd. Även en stor försämring på taluppfattning förekom, motsvarande ett värde av 46,4 procentenheter. Detta visar att användning av skumpropp kan kraftigt försämra förmågan att uppfatta tal i buller. Samtidigt visade skumproppens spridning i SNR att en del deltagare skulle kunde få en taluppfattning som är ännu sämre.

Av de följande hörselskydd som ingick i samma grupp för icke raka dämpningsegenskaper gav ClearSound RC13 och ClearSound RC17 en 10,6 procentenheter och 12,7 procentenheter förbättring i taluppfattning. RC13 gav inte lika mycket förbättring i taluppfattning eftersom skillnad i medianvärdet för RC13 och referensvärdet utan hörselskydd låg väldigt nära varandra och när skillnaden inte är lika stor så kan det enligt beräkning inte ge en bättre taluppfattning än RC17.

Genom test med Wilcoxons teckenrang test kunde en positiv signifikant skillnad påvisas för Bellman ER15 ($p = 0,048$) och Bellman ER25 ($p = 0,031$). Detta visar att dessa hörselskydd med filter kan ge en bättre taluppfattning i buller jämfört med utan hörselskydd för normalhörande individer. ER25 som har en medeldämpning på 23 dB har en mindre påverkan på taluppfattning samtidigt som det dämpar mer. Vid jämförelse mellan skumpropp och utan kunde en negativ signifikant skillnad ($p = 0,001$) påvisas vilket indikerar att detta hörselskydd inte är bra gällande taluppfattningen i bullriga miljöer. Med en uppskattad försämring av taluppfattningen med 46,6 procentenheter.

Inga signifikanta skillnader gällande taluppfattning i buller upptäcktes för RC13 och RC17 i gruppen med icke rak dämpning.

Vad gäller andra studier som har undersökt normalhörande individers taluppfattning med hörselskydd visades inga negativa effekter på taluppfattning jämfört med utan hörselskydd (Giguère, Laroche & Vaillancourt, 2010; Giguère & Berger, 2016).

Projektets betydelse för audionomer

Ämnet som denna studie berör är ytterst viktig för audionomens roll vid patientmöten där det behövs kunskap för att kunna informera, svara på frågor och bemöta patienters bekymmer om t.ex. buller på arbetsplatsen, val av lämpligt hörselskydd och aktuella regler kring buller på arbetsplatsen. Bullrets påverkan på hörseln och den individuella dämpningen hos ett hörselskydd är alla viktiga faktorer som kräver ytterligare kunskap från audionomens håll. Med denna studie vill vi trycka lite mer på audionomens roll för att arbeta preventivt baserat på evidens.

Förslag till framtida forskning

Några förslag som kom upp under arbetets gång visas nedan och presenteras i form av fria tankar:

- En kontroll av hörselgångsresonansen för test av hörselskydd och hur resonansen påverkas av öronpropp i örat.
- Undersöka raka och icke raka filter med varierande dämpningsegenskap för en grupp personer med hörselnedsättning.
- HINT mätning med varierande talnivå och konstant brusnivå.
- Undersöka filter som har mer dämpning för lågfrekvent buller.
- Undersöka filter som har mer dämpning för högfrekvent buller.

KONKLUSION

Användning av hörselskydd med rak dämpningsegenskap är att föredra för normalhörande personer för att uppnå en bättre taluppfattning i buller i jämförelse med en icke rak dämpningsegenskap.

En stark signifikant försämring vad gäller taluppfattning visades för skumproppen (3M E-A-R soft Neon). Övriga hörselskydd tyder på en ökad taluppfattning i buller. Signifikanta förbättringar i taluppfattbarheten hittades endast för ER15 och ER25.

REFERENSER

- 3M Europe. (2017). *Hearing Protection Products Catalogue*. Hämtad 2017-04-03, från http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_EU/PPE_SafetySolutions_EU/Safety/Product_Catalogue/~/3M-E-A-R-E-A-Rsoft-Yellow-Neons-Earplugs-36-dB-Uncorded-1000-Per-Pack-ES-01-001?N=7576574+3294471425+3294857473&rt=rud
- Abel, S. M., & Spencer, D. L. (1999). Speech understanding in noise with earplugs and muffs in combination. *Applied Acoustics*, 57(1).
- American National Standard Institute. (1997). *American National Standard Methods for Calculation of the Speech Intelligibility Index*. New York: Acoustical Society of America.
- Arbetsmiljöverket. (2002). *Buller och bullerbekämpning*. Stockholm: Arbetsmiljöverket
- Arbetsmiljöverket. (2005). *Buller: Arbetsmiljöverkets föreskrifter om buller samt allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna*. Stockholm: Arbetsmiljöverket.
- Arbetsmiljöverket. (2009). *Musik och höga ljudnivåer – praktiska riktlinjer för musik-och underhållningsbranschen*. Stockholm: Arbetsmiljöverket
- Arbetsmiljöverket. (2013). *Kunskapssammanfattning: Hörsel och hörselskador i arbetslivet*. Stockholm: Arbetsmiljöverket
- Arbetsmiljöverket. (2014). *Arbets-skador*. Stockholm: Arbetsmiljöverket.
- Arbetsmiljöverket. (2015). *Arbetsmiljön*. Stockholm: Arbetsmiljöverket.
- Arlinger, S. (red.) (2007). *Nordisk lärobok i audiologi*. (1. uppl.) Bromma: CA Tegnér.

- Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., & Stansfeld, S. (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet*, 383(9925).
- Bellman & Symfon AB. (2017). *Don efter situation*. Hämtad 2017-04-02, från <http://bellman.com/sv/horselskydd/bellman-er-musikerpropp/>
- Bellman & Symfon AB. (u.å). *Bruksanvisning*. Hämtad 2017-04-06, från <http://bellman.com/global/manuals/pdf-manuals-and-data-sheets/bruksanvisning-in-ear-72dpi.pdf>
- Berger, E. H. (2013). 'Calibrating' the insertion depth of roll-down foam earplugs. *Proceedings of Meetings on Acoustics*, 19(1).
- Edvall, N. & Reimers, D. (2014). *Speech intelligibility impact Level (SiimpL)- Beskrivning och utvärdering* (Magisteruppsats). Lund: Institutionen för kliniska vetenskaper, Lunds Universitet. Tillgänglig: <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOId=4462695&fileOId=4462697>
- Elacin International B.V. (2017). *Filters*. Hämtad 2017-04-02, från <http://elacin.com/hearing-protection/elacin-rc/>
- Etymotic Research, Inc. (2016). *High-Fidelity Hearing Protection*. Hämtad 2017-04-03, från <http://www.etymotic.com/consumer/hearing-protection/erme.html>
- Fernandes, J. C. (2003). Effects of hearing protector devices on speech intelligibility. *Applied Acoustics*, 64(6).
- Folkhälsomyndigheten. (2014). *Folkhälsomyndighetens allmänna råd om höga ljudnivåer*. Solna: Folkhälsomyndigheten. Hämtad 2017-05-01, från <https://www.folkhalsomyndigheten.se/documents/publicerat-material/foreskrifter1/fohmfs-2014-15.pdf>

Gelfand, S.A. (2009). *Essentials of audiology*. (3. ed.) New York: Thieme.

Giguère, C., Laroche, C., Vaillancourt, V., & Soli, S. D. (2010). Modelling Speech Intelligibility in the Noisy Work-place for Normal-hearing and Hearing-impaired Listeners using hearing protectors. *International Journal of Acoustics and Vibration*, 15(4).

Giguère, C., Laroche, C., & Vaillancourt, V. (2015). The interaction of hearing loss and level-dependent hearing protection on speech recognition in noise. *International Journal of Audiology*, 54(sup1).

Giguère, C., & Berger, E. H. (2016). Speech recognition in noise under hearing protection: A computational study of the combined effects of hearing loss and hearing protector attenuation. *International Journal of Audiology*, 55(sup1).

Huttunen, K. H., Sivonen, V. P., & Pöykkö, V. T. (2011). Symphony orchestra musicians' use of hearing protection and attenuation of custom-made hearing protectors as measured with two different real-ear attenuation at threshold methods. *Noise and Health*, 13(51).

Hällgren, M., Larsby, B., & Arlinger, S. (2006). A Swedish version of the Hearing In Noise Test (HINT) for measurement of speech recognition: Una versión sueca de la Prueba de Audición en Ruido (HINT) para evaluar el reconocimiento del lenguaje. *International Journal of Audiology*, 45(4).

Hörselboken. (2010). *Hörselmätning*. Hämtad 2017-04-10, från <http://www.horselboken.se/faktadel/horselmatning/talbananen/>

International Electrotechnical Commission. (2014). *IEC 60318-3: Acoustic coupler for the calibration of supra-aural earphones used in audiometry*. Genève, Switzerland: International Electrotechnical Commission.

- International Electrotechnical Commission. (2017). *IEC 60645-1: Equipment for pure-tone and speech audiometry*. Genève, Switzerland: International Electrotechnical Commission.
- International Organization for Standardization. (1990). *ISO 4869-1: Subjective method for the measurement of sound attenuation*. Genève, Switzerland: International Organization for Standardization.
- International Organization for Standardization. (1998). *ISO 389-1: Reference equivalent threshold sound pressure levels for pure tones and supra-aural earphones*. Genève, Switzerland: International Organization for Standardization.
- International Organization for Standardization. (2010). *ISO 8253-1: Basic pure tone air and bone conduction threshold audiometry*. Genève, Switzerland: International Organization for Standardization.
- International Organization for Standardization. (2012). *ISO 8253-3: Speech audiometry*. Genève, Switzerland: International Organization for Standardization.
- Jerkert, J. (2009). *Akustik från grunden*. (3., [rev.] uppl.) Stockholm: Karolinska Institutet.
- Johnson, A. C., Bogo, R., Farah, A., Karlsson, K. K., Muhr, P., Sjöström, M., ... Svartengren, M. (2017). Influence of well-known risk factors for hearing loss in a longitudinal twin study. *International Journal of Audiology*, 56(sup1).
- Liedtke, M. (2002). Specifying a general criterion for hearing protectors with the aim of ensuring good acoustic perception. *Noise & Vibration Worldwide*, 33(7).
- Liedtke, M. (2009). German Criteria for Selection of Hearing Protectors in the Interest of Good Signal Audibility. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 15(2).

- Moussavi-Najarkola, S. A., Khavanin, A., Mirzaei, R., Salehnia, M., Muhammadnejad, A., & Akbari, M. (2012). Noise-induced outer hair cells' dysfunction and cochlear damage in rabbits. *Iranian Red Crescent Medical Journal, 14*(10).
- Nelson, D. I., Nelson, R. Y., Concha-Barrientos, M., & Fingerhut, M. (2005). The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *American Journal of Industrial Medicine, 48*(6).
- 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)
- Pittman, A. L., & Wiley, T. L. (2001). Recognition of Speech Produced in Noise. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 44*(3).
- Schmuziger, N., Patscheke, J., & Probst, R. (2006). Hearing in nonprofessional pop/rock musicians. *Ear and Hearing, 27*(4).
- Smeds, Leijon (Red) CA Tegnér AB (2000). *Hörapparatutprovning*. (1. uppl.) Bromma: CA Tegnér AB.
- Svensson, E. B., Morata, T. C., Nylén, P., Krieg, E. F., & Johnson, A. C. (2004). Beliefs and attitudes among Swedish workers regarding the risk of hearing loss. *International Journal of Audiology, 43*(10)
- Tufts, J. B., & Frank, T. (2003). Speech production in noise with and without hearing protection. *The Journal of the Acoustical Society of America, 114*(2).

BILAGOR

Bilaga 1-informationsbrev



Sahlgrenska akademien
Institutionen för neurovetenskap och fysiologi
Enheten för Audiologi



Förfrågan om medverkan i en studie, med titeln; Hur hörselskydd påverkar taluppfattningen: En experimentell studie

Du tillfrågas härmed om du vill delta i studie angående en undersökning av hörselskydd.

Vi är två audionomstudenter på Göteborgs Universitet som till våren 2017 ska skriva kandidatuppsats.

Syftet med studien är att undersöka skillnad mellan olika hörselskydd med hänsyn till deras påverkan på taluppfattning.

Vi söker dig som är mellan 18-35 år, upplever sig ha en normal hörsel och har svenska som modersmål eller behärskar det svenska språket både i tal och skrift.

Som deltagare innebär det att kunna närvara vid två tillfällen som sker på Sahlgrenska akademien samt Sahlgrenska sjukhus:

Vecka 2, 2017: En hörselkontroll för att bekräfta att du är normalhörande som sedan kompletteras med avtryckstagning av örat. Dessa avtryck bekostas av företaget Bellman & Symfon (<http://bellman.com/sv/>) som tillverkar individuella hörselskydd. Beräknad tidsåtgång: ca. 60 minuter inklusive pauser.

Vecka 6-7, 2017: Mätning med hörselskydd där svenska vardagsmeningar presenteras med bakgrundsbrus. Beräknad tidsåtgång: ca. 90 minuter inklusive pauser.

Som tack för hjälpen får du behålla dessa formgjutna hörselskydd, ett värde på ca. 2500kr. **(Rekommenderat pris för ER silikonproppar utan filter 1300:- ink moms samt ClearSound silikonproppar utan filter 1200:- ink moms)**

Om du vill vara med eller har frågor så kontakta oss **senast 2 januari**
Telefonnummer: 0709964471 (Naghme), 0720288537 (Patricia)
E-post: horselskydd@gmail.com

För dig som ska delta: du får en länk **den 3:e januari** för att boka en tid.

Medgivandeblankett

Samtycke till deltagande i projektet:

“Hur hörselskydd påverkar taluppfattningen: En experimentell studie”

Jag har tagit del av information om vad deltagande i projektet innebär och vet att jag när som helst kan avbryta deltagandet. Deltagandet är helt frivilligt.

[] Jag samtycker till att delta i projektet och vet att jag när som helst kan avbryta deltagandet.

Dagens datum:

Namn-teckning:

Namn-förtydligande:

Bilaga 3- Beställningsblanket

Beställningsblankett In-ear produkter



AVTRYCKSTAGARE

Datum _____
 Namn _____
 Företag _____
 Gata _____ Postadress _____
 Tel _____
 E-post _____

ANVÄNDNINGSMÅNÄDE

Sångare Pilot
 Musiker/DJ/ljudtekniker Restaurantpersonal
 Blåsinstrumentalist Motorcykelåkare
 Lärare/fritidspedagog Verksam inom industri
 Idrotts-/slöjdlärare Allmänt ljudkänslig
 Polis/brandman Annat _____

ANVÄNDARE

Skickas direkt till användare

Född (ååååmmdd)
 Namn _____
 Gata _____
 Postadress _____
 Mobilnummer _____ E-post _____

FAKTURERINGSADRESS

Samma som användare

Kundnummer C 0
 Organisationsnummer _____
 Namn _____
 Referens _____
 Gata _____ Postadress _____

Bellman ER



FILTER

ER9
 ER15
 ER25
 Tät modul
 Inget filter

TILLVAL

Filterfärg (end. 15/25 dB)
 Röd Blå
 InER hörlurar

Clearsound



Bellman Drive (RC19)

RC13 RC15
 RC17 RC18
 RC19
 Inget filter

Utförande
 Utan handtag
 Metallkula

Unicom



CH25
 CH26
 CH28
 CH30
 Inget filter

Utförande
 Med hörlurar
 Mono

Compact



CH25
 CH26
 CH28
 CH30
 Inget filter

Utförande
 Utan handtag
 Metallkula

Bellman Chill



Bellman Chill

—

Bellman Swim



Bellman Swim

—

SILIKONFÄRG

Transparent är standard. Kostnad för färg tillkommer.

Turkostransparent Gröntransparent
 Beige Gul Svart Blå Röd

ÖVRIGT

Endast v h öra Ombyggnad av bifogat headset/handsfree Mono

Transp. är standard

Gul Grön

Fasta färger

V Blå
 H Röd

Bilaga 4- testprotokoll

Testprotokoll

Deltagare _____

Datum:

Tid:

HINT med hörselskydd:

Ordning för mätning	Filter	Tallista	SNR (HINT m. hörselskydd)
	F1		
	F2		
	F3		
	F4		
	F5		
	F6		
	F7		

HINT utan hörselskydd (F8):

ordning för mätning	Tallista	SNR (HINT u. hörselskydd)

m.= med

u.= utan

SNR= signal-brus-förhållande

F1: ER9

F2: ER15

F3: ER25

F4: RC13

F5: RC17

F6: RC19

F7: skumpropp

F8: inget filter