

Taluppfattbarhet för utrymningslarm

Denise Pettersson & Emma Lindh

Brandteknik | LTH | LUNDS UNIVERSITET



Taluppfattbarhet för utrymningslarm

**Denise Pettersson
Emma Lindh**

Lund 2020

Taluppfattbarhet för utrymningslarm
Speech intelligibility for evacuation alarm

Denise Pettersson & Emma Lindh

Report 5603

ISRN: LUTVDG/TVBB--5603--SE

Antal sidor/Number of pages: 81 (exklusive bilagor), 113 (inklusive bilagor)

Illustrationer/Illustrations: 70

Sökord:

Taluppfattbarhet, Talöverföringsindex, Talat Utrymningslarm, Människors Beteende vid en Utrymningssituation, Utrymning, Perception av ljud, Maskeringseffekter, Lyssningstest

Keywords:

Speech Intelligibility, Speech Transmission Index, Voice Evacuation Alarm, Evacuation, Human Behaviour in Fire, Speech Perception, Masking effects, Listening test

Abstract:

This report constitutes a master thesis at Lund University. The aim of the study was to examine whether Speech Transmission Index is a good measure of speech intelligibility in evacuation alarms. Furthermore, the aim was to identify additional factors in the message of the evacuation alarm or in the surrounding environment, that may affect the speech intelligibility but that are not considered in the Speech Transmission Index measure. Two listening tests were constructed to survey if the chosen sex and language of the speaker, as well as the background noise, affects speech intelligibility at varying levels of Speech Transmission Index. The listening tests were constructed to measure the occupant's objective and subjective speech intelligibility. Based on the study it is indicated that Speech Transmission Index is a good measure for speech intelligibility in evacuation alarms. The study indicates that the examined factors have different impacts on speech intelligibility, and it is therefore recommended to take these factors in consideration in addition to the Speech Transmission Index in order to optimize the speech intelligibility in evacuation alarms.

All illustrations in the report are made by the authors.

© Copyright: Division of Fire Safety Engineering, Faculty of Engineering, Lund University, Lund 2020

Avdelningen för Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2020.

Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund

www.brand.lth.se
Telefon: 046 - 222 73 60

Division of Fire Safety Engineering
Faculty of Engineering
Lund University
P.O. Box 118
SE-221 00 Lund
Sweden

www.brand.lth.se
Telephone: +46 46 222 73 60

Förord

Denna studie utgör ett examensarbete för Civilingenjörsprogrammet i Riskhantering vid Lunds Tekniska Högskola. Examensarbetet utförs på avdelningen för Brandteknik.

Under arbetets gång har flera personer varit behjälpliga på olika vis. Några av dessa personer vill vi lyfta fram och tacka lite extra.

Tack till:

Håkan Frantzich, Handledare avdelningen för Brandteknik, för att du varit behjälplig med små som stora frågor, kommit med värdefulla kommentarer och genuint visat intresse för studien.

Dag Glebe, Extern handledare från RISE, för att du med glädje guidat oss genom studiens akustiska delar, hjälpt till med akustiska mätningar och varmt mottog oss vid besöket på RISE.

Anders Sjöström, applikationsexpert på LUNARC, för att du gjort allt du kunnat för att göra akustiken begriplig för två brandingenjörer och bidragit med akustiska kunskaper samt erfarenheter kring praktiska lyssningstester.

Magnus Gibhardt och Linda Göthed, centrumchef respektive marknadsansvarig för Centrum Syd Löddeköpinge, för tillåtelse att utföra fullskaleförsöket i gallerian.

Anton Nordvall, Emma Säfwenbergl, John Barton och Margaret McNamee, för att ni ställde upp som röstmodeller till lyssningstesterna.

Brandkonsulten AB, för stöttning med goodiebags och transportkostnader till fullskaleförsöket.

Fikagruppen, för att ni förgyllt terminen med fika, skratt och diskussioner.

Utan er hade examensarbetet inte varit möjligt.

Lund 2020



Denise Pettersson



Emma Lindh

Sammanfattning

Talade utrymningslarm installeras som en riskreducerande åtgärd i byggnader där det vistas personer som inte kan väntas ha god lokalkännedom. En grundförutsättning för att utrymningslarmet ska uppfylla sin riskreducerande effekt är att det är hörbart, därav är ett talöverföringsindex, STI, på 0,55 rekommenderat. STI är ett mått på taluppfattbarhet som inte tar hänsyn till den subjektiva upplevelsen av egenskaper kopplat till det talade utrymningslarmets meddelande. Det tar inte heller hänsyn till omgivande faktorer och är väldigt beroende av lokalens utformning. Med grund i dessa egenskaper kan det ifrågasättas huruvida STI är ett tillräckligt bra mått för taluppfattbarhet i talade utrymningslarm. Vidare finns det inte mycket forskning inom området, och speciellt saknas det studier på vilka andra faktorer som eventuellt påverkar taluppfattbarheten i en utrymningssituation, vilket medför att det finns anledning att vidare utreda området, för att se om effekten av de talade utrymningslarmen kan förbättras eller uppnås på mer kostnadseffektiva sätt.

Syftet med arbetet är att undersöka huruvida STI är ett bra mått för taluppfattbarheten i talade utrymningslarm. Vidare är syftet att identifiera faktorer som inte tas hänsyn till i måttet STI, men som har en betydande inverkan på taluppfattbarheten, och därmed kan medföra att den önskade effekten av talade utrymningslarm inte uppnås eller försämras.

Målen för studien arbetades fram utifrån syftet och landade i följande:

- Presentera kunskapsläget kring taluppfattbarhet idag.
- Undersöka STI-värdets betydelse för taluppfattbarheten.
- Fastställa huruvida ett STI-gränsvärde generellt är lämpligt att använda för talade utrymningslarm.
- Presentera vilka andra faktorer i meddelandet som påverkar taluppfattbarheten.
- Redovisa för hur faktorer i den omgivande miljön påverkar meddelandets taluppfattbarhet.

Metoden för att utreda hypoteserna bestod av praktiska försök i form av lysningstester, både i pilot och fullskala. Pilotförsöket genomfördes på Lunds Tekniska Högskola och fullskaleförsöket genomfördes i Centrum Syd Löddeköpinge. För försöken togs följande hypoteser fram:

Hypotes 1	En kvinnlig röst uppfattas som tydligare jämfört med en manlig röst.
Hypotes 2	Typ av bakgrundsljud påverkar hur meddelandet uppfattas.
Hypotes 3	Ett meddelande på engelska uppfattas som tydligare jämfört med ett meddelande på svenska.
Hypotes 4	Omgivande faktorer har betydelse för hur ett meddelande uppfattas.
Hypotes 5	Demografiska egenskaper har en påverkan på taluppfattbarheten.

Lysningstesterna utfördes först som ett pilotförsök för att undersöka Hypotes 1 till 3 och för att utgöra underlag för fullskaleförsöket. På så vis kunde försöket och dess parametrar

bearbetas vilket möjliggjorde ett fullskaleförsök i rimlig omfattning, där Hypotes 4 undersöktes.

Totalt deltog 50 personer i pilotförsöket och 44 personer i fullskaleförsöket. Lyssningstesterna utformades med ljudfiler som försökspersonerna lyssnade på. Ljudfilerna innehöll de faktorer som tänktes kunna påverka taluppfattbarheten och varierades för de olika försökspersonerna. Dessa faktorer ligger även till grund för de framtagna hypoteserna. De olika ljudfilerna spelades upp vid olika STI-värden, för att se om parametrarnas inverkan på taluppfattbarheten blev mer eller mindre påtaglig vid ändrade värden.

I de båda försöken samlades data om objektiv och subjektiv taluppfattbarhet in genom intervjufrågor som var ställda utifrån frågeformulär. Den subjektiva datainsamlingen bestod av frågor kring svårighetsgrad och tydlighet, där försökspersonerna fick placera meddelandena på en skala samt jämföra meddelandenas parametrar. Den objektiva datainsamlingen bestod i pilotförsöket av att försökspersonerna fick skriva ner specifika siffror och ord i meddelandena, som utgjorde mätpunkter för hur stor del som uppfattades. I fullskaleförsöket bestod den objektiva mätningen av att försökspersonerna skulle upprepa meddelandet, varpå olika informationsdelar utgjorde mätpunkter. Objektivt och subjektivt insamlade data för taluppfattbarhet kunde sedan jämföras. Demografiska data samlades även in, för att undersöka dess betydelse för taluppfattbarheten.

Osäkerheter i resultaten togs hänsyn till genom sammanställning av de variationer i resultatet för de olika parametrarna som skulle undersökas. Variationerna redovisas i form av boxplotdiagram.

Utifrån studiens resultat kunde följande slutsatser och rekommendationer om taluppfattbarhet i samband med utrymningslarm ges:

- En kvinnlig röst ger bättre taluppfattbarhet jämfört med en manlig röst.
- Språkets betydelse för taluppfattbarheten har inte kunnat påvisats.
- Ett bakgrundsljud inkluderande direkt uppfattbar information påverkar taluppfattbarheten mer negativt jämfört med ett monotont bakgrundsljud med avsaknad av direkt uppfattbar information.
- Omgivande faktorer kan ha en stor negativ inverkan på taluppfattbarheten.

Studien presenterar, utifrån dess slutsatser, förslag på framtida forskning inom området.

Summary

Voice evacuation alarms are installed as a risk mitigation measure in buildings where people reside who cannot be expected to have good local knowledge. Voice evacuation alarms have basic requirements that need to be met such as audibility, where a speech transmission index, STI, of 0,55 is recommended. STI is a measure of speech intelligibility that does not include the subjective experience of characteristics linked to the message of the voice evacuation alarm. The measure also does not account for factors in the surrounding environment and is very dependent on the layout of the premises. Given these characteristics, it can be questioned whether STI is a sufficiently reliable measure of speech intelligibility in voice evacuation alarms. Furthermore, there is a limited amount of scientific literature in the area, and in particular, there are no studies on what factors that may affect speech intelligibility in an evacuation situation, which means that there is reason to further examine the area, to survey if the effect of the voice evacuation alarms can be improved or achieved in a more cost-effective manner.

The aim of this study is to examine whether STI is a good measure of speech intelligibility in voice evacuation alarms. Furthermore, the aim is to identify factors that are not taken into account in the STI measure, but that do have a significant impact on speech intelligibility and may result in the desired effect of voice evacuation alarms not being achieved or being impaired.

The objectives of the study were constructed based on the aim of the study, which led to the following objectives:

- Present on the state of knowledge about speech intelligibility today.
- Investigate the importance of the STI value for speech intelligibility.
- Determine whether a general STI limit value is suitable for use in fire evacuation alarms.
- Present what factors in the message affect speech intelligibility.
- Examine how factors in the surrounding environment affect the speech intelligibility of the message.

To answer the objectives, the chosen method consisted of practical listening tests. A pilot test was made to provide a basis to a full-scale test. The pilot test was conducted at Lund University of Technology and the full-scale test was conducted at Center Syd Löddeköpinge. The following hypotheses were set for the listening tests:

Hypothesis 1	A female voice is perceived as clearer compared to a male voice.
Hypothesis 2	The type of background noise affects how the message is perceived.
Hypothesis 3	A message in English is perceived as clearer compared to a message in Swedish.
Hypothesis 4	Surrounding factors are important for how a message is perceived.
Hypothesis 5	Demographic characteristics have an influence on speech intelligibility.

The listening tests were first performed as a pilot test to examine Hypotheses 1 to 3 and to form the basis for the full-scale test. In this way, the experiment and its factors could be processed, which enabled a full-scale test to a reasonable extent, where Hypothesis 4 was investigated.

A total of 50 persons participated in the pilot test and 44 persons participated in the full-scale test. The listening tests were designed with audio files that the subjects listened to. The audio files contained the factors that were thought to influence speech intelligibility and varied for the different subjects. These factors also form the basis for the hypotheses developed. The different audio files were played at different STI values, to evaluate if the different factors' influence on speech intelligibility became more or less noticeable at varied values.

In both tests, data on objective and subjective speech intelligibility were collected through questionnaires which were answered by the subjects and based on the hypothesis. The collection of subjective data consisted of questions about the severity and clarity of the audio files. The subjects were allowed to evaluate the audio files by rating them on a scale and compare the different factors of the messages. The objective data collection in the pilot test consisted of the subjects being allowed to write down specific numbers and words in the messages, which constituted measuring points for how much of the message the test subject had perceived. In the full-scale test, the objective measurement consisted of the subjects orally repeating the message, whereupon different pieces of information constituted measuring points. Objectively and subjectively collected data for speech intelligibility could then be compared. Demographic data were also collected, to examine its importance for speech intelligibility.

Uncertainties in the results were taken into account by compiling the variations in the results for the various examined factors. The variations are presented in box plot charts.

Based on the results of the study, the following conclusions and recommendations regarding speech intelligibility in voice evacuation alarms could be given:

- A female voice provides better speech intelligibility compared to a male voice.
- The importance of language for speech intelligibility has not been demonstrated.
- The background noise of directly perceivable information affects speech perception more negatively compared to monotonous background noise with the absence of directly perceivable information.
- Surrounding factors can have a major negative impact on speech intelligibility.

The study presents, based on its conclusions, suggestions for future research in the field.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Mål.....	1
1.4	Hypoteser.....	1
1.5	Avgränsningar	1
1.6	Begränsningar	1
2	Metod.....	3
2.1	Litteraturstudie	3
2.2	Datainsamling	4
2.2.1	Pilotförsök	5
2.2.2	Fullskaleförsök.....	6
2.3	Analys av resultat	7
2.4	Diskussion och Slutsatser	7
3	Litteraturstudie	9
3.1	Taluppfattbarhetens påverkan på människors beteende i en utrymningsituation	9
3.2	Taluppfattbarhet	12
3.2.1	Buller.....	13
3.2.2	Efterklangstid	14
3.2.3	Maskeringseffekter.....	14
3.3	Hörsel	15
3.4	Tal.....	16
3.5	Perception av ljud.....	16
3.6	Rumsliga miljöer	18
3.7	Metoder för att mäta taluppfattbarhet.....	19
3.7.1	Tekniska objektiva- och prediktiva metoder.....	19
3.7.2	Subjektiva metoder.....	20
3.8	Speech Transmission Index	21
3.9	Mätning och beräkning av STI	23
3.10	Metoder för taluppfattningstest.....	25
3.11	Talat utrymningslarm som riskreducerande åtgärd.....	26
3.11.1	Riskperception	26
4	Etiska aspekter i samband med försöken	28
4.1	Försökspersonernas integritet.....	28
4.2	Försökspersonernas rätt att avbryta	28
4.3	Lindriga fysiska och psykiska biverkningar	29
4.4	Risk och nytta med försök.....	29
5	Pilotförsök.....	30
5.1	Val av utformning	30

5.2	<i>Utformning av ljudfiler</i>	31
5.3	<i>Undersökta parametrar</i>	32
5.3.1	Meddelandenas utformning.....	34
5.3.2	STI-värde.....	36
5.4	<i>Försöksgrupper</i>	38
5.4.1	Referensgrupp.....	39
5.5	<i>Framtagning av utvärderande frågor</i>	39
5.6	<i>Objektivt och subjektivt resultat</i>	41
6	Resultat Pilotförsök	42
6.1	<i>Tolkning av resultat</i>	42
6.2	<i>Resultat</i>	42
6.2.1	Demografiska samband i resultatet.....	51
6.2.2	Försöksledarnas observationer.....	51
6.2.3	Subjektiv och objektiv svårighetsgrad.....	52
6.2.4	Pilotförsökets referensgrupp.....	53
6.3	<i>Osäkerheter i pilotförsökets resultat</i>	55
7	Fullskaleförsök	60
7.1	<i>Val av utformning</i>	60
7.2	<i>Undersökta parametrar</i>	61
7.3	<i>Utformning av ljudfiler</i>	61
7.4	<i>Utformning av meddelanden</i>	62
7.5	<i>Försöksgrupper</i>	63
7.6	<i>Framtagning av utvärderande frågor</i>	63
8	Resultat Fullskaleförsök	65
8.1	<i>Tolkning av resultat</i>	65
8.2	<i>Resultat</i>	65
8.2.1	Demografiska samband i resultatet.....	67
8.2.2	Egna observationer.....	69
8.2.3	Jämförelse av fullskaleförsök med pilotförsök.....	70
8.3	<i>Osäkerheter i fullskaleförsökets resultat</i>	72
9	Diskussion	74
9.1	<i>Resultat</i>	74
9.2	<i>Metod och utförande</i>	78
10	Slutsats	80
11	Framtida forskning	81
	Litteraturförteckning	82
	Bilaga 1 – Tillvägagångssätt litteratursökning	88
	Bilaga 2 - Regelverk och standarder	90
	Bilaga 3 - Samtyckesblankett	92

Bilaga 4 - Frågeformulär pilotförsök	93
Bilaga 5 - Försöksformulär	100
Bilaga 6 - Frågeformulär fullskaleförsök.....	103
Bilaga 7 - Meningar till Pilotförsök	105
Bilaga 8 - Kombination av parametrar	107
Bilaga 9 - Justering av signalnivåer.....	109
Bilaga 10 - Beräkning av signal-till brusförhållanden.....	112
Bilaga 11 - Data över försökspersoner	113

1 Inledning

I följande avsnitt beskrivs studiens bakgrund och problemformulering. Avsnittet presenterar även studiens syfte, mål, avgränsningar och begränsningar.

1.1 Bakgrund

Talade utrymningslarm installeras som en riskreducerande åtgärd i byggnader med ökat skyddsbehov, så som publika samlingslokaler där vistande personer inte kan förväntas ha god lokalkännedom (Boverket, 2011). Den riskreducerande effekten uppnås då ett talat utrymningslarm medför tidig varning och vägledning till berörda personer, vilket minimerar konsekvenserna av brand (Brandskyddsföreningen, 2009; Frantzich, et al., 2016). Nyttan med ett talat utrymningslarm uppfylls främst genom den informationsförmedling som larmtypen medför. Informationsförmedlingen har visats vara en central del för hur utrymningsförloppet initieras och fortlöper, då den påverkar de beslut som människor fattar i en utrymningsituation samt tiden det tar att fatta dessa (Canter, et al., 1980; Proulx, 2001).

En grundförutsättning för att informationen ska kunna tolkas, och att utrymningslarmet ska kunna uppfylla sitt syfte, är att det talade utrymningslarmet har en god taluppfattbarhet. Enligt regelverket (Boverket, 2011) ska utrymningslarm, meddelande som signal, ha god hörbarhet i samtliga delar av berörd byggnad. Taluppfattbarhet beskriver hur väl talet har bevarats från utsändaren till mottagaren (Jacob, 2001). Taluppfattbarhet är ett komplext fenomen och mäts bland annat genom ett så kallat talöverföringsindex, STI, vilket är ett värde mellan noll och ett (IEC 602068-16, 2003). För att få personer att fatta rätt beslut, erfordras en god taluppfattbarhet för utrymningslarmet, vilket är grunden till att det finns rekommendationer gällande STI-värde för talade utrymningslarm (Frantzich, 2019). Det finns även rekommendationer kring ljudnivå på utrymningslarmet, vilket skulle kunna påverka taluppfattbarheten men som inte är säkerställt.

Det finns många tolkningar för vilket STI-värde som krävs för att uppfylla en god taluppfattbarhet. Ett tillräckligt bra STI-värde för talade utrymningslarm har enligt Boverket (2011) ansetts vara 0,55. Motiveringen för det specifika STI-värdet har grund i hur man designar Public Address systems med avseende på högtalarplaceringar i rummet, i kombination med begränsningar hos den typ av högtalare som vanligtvis förekommer. Med Public Address systems menas ljudanläggningar med syfte att påkalla omgivningens uppmärksamhet. Högtalarna som används i sammanhanget kan framkalla höga ljudtrycksnivåer, men en effekt av att välja högtalartyper för högre uteffekt är att ljudet samtidigt riskerar att bli förvrängt (Bard, 2019; Glebe, 2019). Huruvida fenomenet bidrar till en direkt sämre taluppfattbarhet råder det delade meningar om, men fenomenet har enligt akustiker medfört att höga STI-värden blir en kostnadsfråga eller i vissa fall orimliga att uppnå, vilket har bidragit till det valda STI-värdet 0,55 (Bard, 2019; Barbagallo, 2019).

Trots att värdet ligger inom rimlighetens gräns kan bakgrunden till det valda STI-värdet ifrågasättas av flera av flera anledningar. Taluppfattbarhet tar nämligen inte hänsyn till den

subjektiva upplevelsen av egenskaper kopplat till rösten samt omgivande faktorer i miljön, vilka har visat sig vara väsentliga ur utrymningsperspektiv (Proulx, 2001; Sime, 1985; Nilsson, 2006). Något som även kan ifrågasättas är att STI-värdet för talade utrymningslarm är lägre än det STI-värde som enligt regelverket bör uppfyllas i en vanlig ljudmiljö ur tillgänglighetsperspektiv (Boverket, 2011). Ur tillgänglighetsperspektiv rekommenderas ett STI-värde på 0,6 i hela lokalen, och över 0,7 i majoriteten av lokalen (Boverket, 2011). Detta, tillsammans med ifrågasättande från akustikkonsulter, medförde att Boverket höjde det rekommenderade STI-värdet från 0,5 till dagens 0,55 (Liddle, 2018). Trots höjningen av värdet, medför den bristfälliga bakgrunden att värdet fortfarande kan ifrågasättas.

Taluppfattbarhet är liksom utrymning ett komplext fenomen, som påverkas av en mängd faktorer, både i själva meddelandet samt lokalspecifika. Senare tids forskning har fokuserat mycket på subjektiva processer kopplat till utrymning, vilket har visat sig ha stor inverkan på utrymningsförloppet.

Utrymning och talade utrymningslarm är tätt sammankopplade, likaså även talade utrymningslarm och taluppfattbarhet. Talade utrymningslarm skulle därför kunna ses som en länk mellan utrymning och taluppfattbarhet, varför faktorer som påverkar någon av dessa blir intressanta för hela utrymningsförloppet. I praktiken har det även visat sig att den krävda nivån på taluppfattbarhet är svår att uppnå, på grund av de komplexa utformningar som byggnader som berörs av kravet för talat utrymningslarm ofta innehåller. I stora lokaler med lång efterklangstid anses dagens rekommenderade STI-värde att vara svårt eller nästintill omöjligt att uppnå, och dessutom mycket kostsamt (Liddle, 2018).

Huruvida STI är tillräckligt mått för taluppfattbarhet i ett talat utrymningslarm kan alltså ifrågasättas. Att undersöka utformningen av meddelandet i talade utrymningslarm i svåra akustiska miljöer, anses enligt forskningen vara ett outforskat område med stor potential för att förbättra taluppfattbarheten (Frantzich, et al., 2016; Start, 2012). Då taluppfattbarheten har visat sig vara betydande för utrymningslarmets funktion, och vidare att utrymningslarmet har en central roll för utrymningsförloppet, kan faktorer som påverkar dessa tänkas höras samman. Den knapphändiga forskningen på vilka andra faktorer som eventuellt påverkar taluppfattbarheten i en utrymningssituation, medför att det finns anledning att vidare utreda området, för att se om effekten av de talade utrymningslarmen kan förbättras eller uppnås på mer kostnadseffektiva sätt.

1.2 Syfte

Syftet med arbetet är att undersöka huruvida STI är ett bra mått för taluppfattbarheten i talade utrymningslarm. Vidare är syftet att identifiera faktorer som inte tas hänsyn till i måttet STI, men som har en betydande inverkan på taluppfattbarheten, och därmed kan medföra att den önskade effekten av talade utrymningslarm inte uppnås eller försämras.

1.3 Mål

Målen för studien var att:

- Presentera kunskapsläget kring taluppfattbarhet idag.
- Undersöka STI-värdets betydelse för taluppfattbarheten.
- Fastställa huruvida ett STI-gränsvärde generellt är lämpligt att använda för talade utrymningslarm.
- Presentera vilka andra faktorer i meddelandet som påverkar taluppfattbarheten.
- Redovisa för hur faktorer i den omgivande miljön påverkar meddelandets taluppfattbarhet.

1.4 Hypoteser

För att undersöka och på så sätt besvara studiens syfte och mål, har följande hypoteser arbetats fram:

- | | |
|-----------|---|
| Hypotes 1 | En kvinnlig röst uppfattas som tydligare jämfört med en manlig röst. |
| Hypotes 2 | Typ av bakgrundsljud påverkar hur meddelandet uppfattas. |
| Hypotes 3 | Ett meddelande på engelska uppfattas som tydligare jämfört med ett meddelande på svenska. |
| Hypotes 4 | Omgivande faktorer har betydelse för hur ett meddelande uppfattas. |
| Hypotes 5 | Demografiska egenskaper har en påverkan på taluppfattbarheten. |

1.5 Avgränsningar

Bakgrundsljuden som valdes att variera var kopplade till en viss miljö eftersom det med tidsramen för studien inte var möjligt att testa i flera miljöer. I studien är resultaten kopplade till ett köpcenter. Detta innebär att eventuell applicering på andra miljöer och verksamheter kan kräva att hänsyn till andra faktorer i bakgrundsljudet kan behöva tas i beaktning.

På grund av studiens omfattning utfördes de praktiska försöken med enskilda personer, därmed har ingen hänsyn tagits till sociala interaktioners inverkan på taluppfattbarheten. Då sociala interaktioner har visat sig ha en inverkan på vissa delar av utrymningsförloppet, skulle det potentiellt kunna påverka taluppfattbarheten.

1.6 Begränsningar

Stressnivån i en verklig utrymningsituation har en påverkan på utrymningsförloppet och även på hur något hörs, vilket i studien inte har kunnat iscensättas.

Ljudmiljön i de praktiska försöken kan inte antas vara helt kontrollerad, andra ljud kan ha tillfört mer ljud än den uppmätta, vilket kan ha begränsat jämförelsen mellan den subjektiva och objektiva taluppfattbarheten. Med hänsyn till studiens omfattning ansågs det dock att den kontrollerade miljön var fullgod.

Nedsatt hörsel har stor inverkan på taluppfattbarheten och försökspersonernas hörsel undersöktes inte inför de praktiska försöken. Resultaten har analyserats utifrån en normal hörselnivå i studien.

I pilotförsöket användes försökspersoner som kan ses som en homogen grupp sett till bland annat ålder, bakgrund och hörsel. Eftersom resultatet från pilotförsöket utgjorde grund för fullskaleförsöket, skulle detta ha påverkat fullskaleförsöket. Avseende omfattningen av studien ansågs det rimligt att använda sig av de berörda försökspersonerna.

Det har inte undersökts huruvida andra system som aktiveras vid en utrymningsituation påverkar taluppfattbarheten. Detta skulle kunna vara system som exempelvis lampor som tänds eller musikanläggningar som tystas, för att påverka uppmärksamheten hos de personer som vistas i lokalen.

2 Metod

I detta kapitel beskrivs övergripande den metod som används genom studien.

Metoden som har använts för studien bestod av fyra faser, i rapporten presenteras dessa som; litteraturstudie, datainsamling, analys av resultat samt diskussion och slutsatser. Rapportens arbetssätt delades upp i fyra faser enligt flödesschema i Figur 2.1 nedan. Information från tidigare fas i flödesschemat utgjorde underlag för nästkommande fas i schemat.



Figur 2.1 Flödesschema över studiens metod

2.1 Litteraturstudie



Studien initierades med en litteraturstudie, vars syfte var att kartlägga den befintliga teorin inom ämnet samt att skapa bra förutsättningar för studiens efterkommande faser.

Litteraturstudien låg till grund för hur datainsamlingen i detalj skulle genomföras. I de praktiska försöken motiverades metod för undersökningen, samt val av varierande parametrar i de praktiska försöken, utifrån litteraturstudien.

Tidigare studier och litteratur gällande taluppfattbarhet, utrymning, riskperception, akustik, människors beteende och intervju teknik har använts i rapportens litteraturstudie. Dessa områden utgör litteraturstudiens huvudområden. I litteraturstudien har dessa försökts kopplas samman.

För att genomföra studien har kunskaper i akustik varit nödvändiga. Kunskaperna har rört grundläggande akustik som experter i ämnet bedömt vara lämplig och nödvändig för att genomföra studien.

Vetenskapliga artiklar, examensarbeten och forskningsrapporter hämtades via flera sökmotorer som Science Direct, Google Scholar, LubSearch och LubCat. För att hitta artiklar inom ämnet i sökmotorerna användes både ämnesord och fritext. Litteratur från tidigare kurser inom brandingenjörsprogrammet och civilingenjörsprogrammet i riskhantering användes även. För att hitta fler relevanta publikationer inom ämnet studerades referenslistor från vetenskapliga rapporter. Sökstrategin var att använda huvudbegreppet inom studiens ämne vilka delades upp i förfinade sökord. Nyckelartiklar som berör utformning av utrymningslarm, människors beteende i en utrymnings situation och taluppfattbarhet identifierades tidigt och kunde användas som utgångspunkt för att hitta fler studier och områden. Sökord som användes i sökmotorerna

samt sökmotorer via Google Scholar presenteras i Bilaga 1 – Tillvägagångssätt litteratursökning.

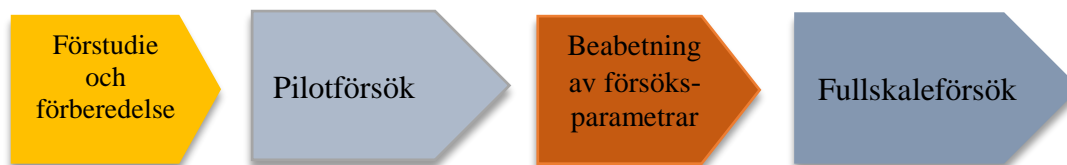
Utöver detta har personal på Lunarc samt avdelningarna för Teknisk Akustik och Brandteknik på Lunds Tekniska Högskola varit behjälpliga med litteratur och egen kunskap. Även V-husets bibliotek med personal nyttjades som hjälpmedel.

2.2 Datainsamling



Studien berör området taluppfattbarhet och utrymning, som inkluderar ljud, människor och tekniska aspekter. Datainsamling i form av ett praktiskt försök i verklig miljö identifierades tidigt som ett vedertaget sätt för att uppnå studiens mål och samtidigt ta hänsyn till dessa aspekter. Den valda metoden skulle möjliggöra att objektivet och subjektivt mäta taluppfattbarhet för talade utrymningslarm. Detta genom lyssningstest för att i dessa låta försökspersonerna kvantifiera deras subjektiva uppfattning (Bech & Zacharov, 2006), och objektivet mäta resultatet av en utförd uppgift kopplad till lyssningstestet. Ett lyssningstest lämpar sig bra när man vill ha möjlighet att undersöka icke-tekniska egenskaper i ett ljud, så som hur perception och mänskligt beteende påverkar uppfattningen av ljud (Bech & Zacharov, 2006).

För att göra det möjligt att genomföra ett lyssningsförsök i fullskala, utfördes först ett pilotförsök. Att genomföra pilotförsök lämpar sig särskilt för att bekräfta huruvida den experimentella hypotesen är möjlig att testa, samt för att ta reda på hur många försökspersoner och parametrar som behövs för den statistiska analysen (Bech & Zacharov, 2006). Figur 2.2 redovisar flödesschemat för de praktiska försöken.



Figur 2.2 Flödesschema för studiens praktiska försök

Pilotförsöket genomfördes först och dess resultat analyserades för att generera bearbetade försöksparametrar till fullskaleförsöket. Två försök ansågs generera högre kvalitet på försöksdesignen för fullskaleförsöket samt att försöken var för sig kunde genomföras i en mindre skala utan att påverka resultatet på ett negativt sätt. Frågor som: hur, var och med vilka personer försöken skulle genomföras, motiverades av litteratur och studier kring taluppfattbarhet (Andrén, et al., 2013; Edvall & Reimers, 2014; Etymotic Research, 2006; Hagerman, 1981), och låg till grund för utformning av försök och val av parametrar, vilket även litteratur gällande utrymning och människors beteende gjorde (Kinsey, et al., 2018;

Holmström & Sävmark, 2013; Bergman, et al., 2017; Frantzich, et al., 2016). Metoden diskuterades även tillsammans med handledare och akustiker. De faktorer som identifierades som viktiga att inkludera i försökens utförande, inkluderades i en litteraturstudie för vidare fördjupning.

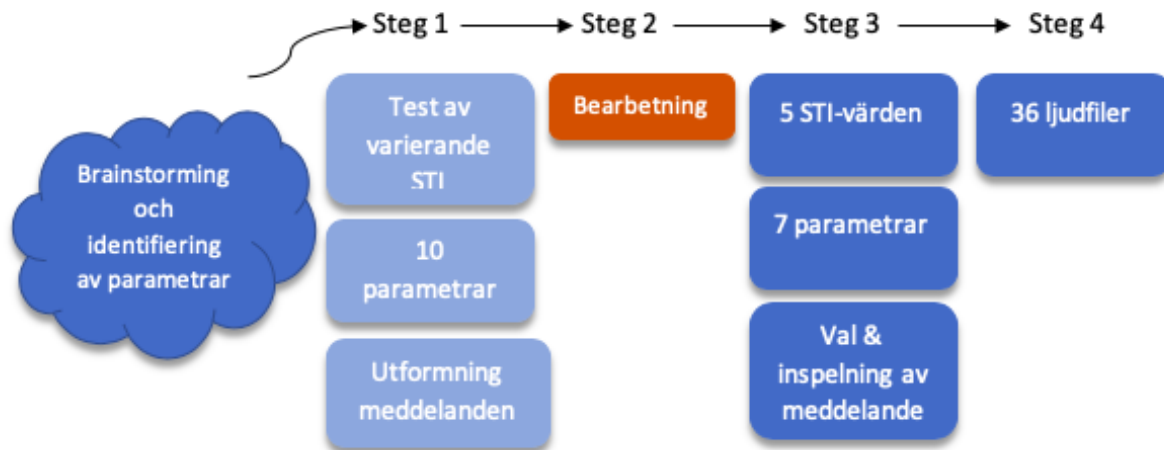
En central del av de två lyssningstesterna utgjordes av ljudfiler som försökspersonerna lyssnade på i hörlurar. Med ljudfiler kunde taluppfattbarheten mätas objektivt och subjektivt, samtidigt som parametrar som taluppfattbarhet inte tar hänsyn till, kunde läggas till på ett enkelt sätt. Utformningen av ljudfilerna bestod av att identifiera och ta fram meningar, STI-värden, meddelanden och andra parametrar som kunde tänkas påverka taluppfattbarheten. Litteraturstudien inkluderade även kartläggning och val av försöksmiljö, försöksgrupper och testvärden till de båda försöken.

Utvärderingen av taluppfattbarheten i lyssningstesterna skedde genom försöksformulär och frågor som utformades på ett sätt som passade testen. Genom att kontrollera det försökspersonerna angivit att de hört, kunde en kvantitativ bedömning göras. Antalet rätt angivna ord eller informationsbitar jämfördes mot vad som faktiskt sades i ljudfilen. En kvalitativ bedömning av resultaten gjordes via utfrågning av testpersonernas egen bedömning av taluppfattbarheten.

Eftersom lyssningstesten skulle inkludera människor granskades etiska aspekter vid planeringen av försöken.

2.2.1 Pilotförsök

Ett pilotförsök genomfördes i en kontrollerad miljö för att få en indikation om, och i så fall hur de valda parametrarna i ljudfilerna inverkar på taluppfattbarheten. Pilotförsöken utgjorde en grund för vilka STI-värden och andra varierande parametrar som skulle användas i ljudfilerna för fullskaleförsöket. På det sättet kunde de mest relevanta parametrarna testas i en för studien rimlig omfattning. Parametrarna som togs fram utifrån litteraturstudien var kön på talare, språk på meddelande, typ av bakgrundsljud och störningar i omgivningen. Dessa valdes till manlig och kvinnlig röst, svenskt och engelskt språk samt bakgrundsljud i form av trafik respektive pratigt sorl. Även yttre distraktion i form av en film lades till försöken. Figur 2.3 nedan visar proceduren som användes vid framställningen av ljudfilerna som användes vid pilotförsöket.



Figur 2.3 Procedur för framställning av ljudfiler till pilotförsök

Antalet ljudfiler som togs fram var ett antal som täckte samtliga kombinationer av de relevanta parametrarna. Ljudfilerna delades upp i fem grupper, där varje grupp hade en kombination av parametrar men med varierande STI-värde. En av dessa grupper utgjordes även av en referensgrupp för att stärka försökens validitet samt möjliggöra jämförelse försöksgrupperna emellan. Referensgruppens ljudfiler innehöll optimala ljudförhållanden, och därmed inga störande parametrar. Ljudfilerna spelades in och utvärderades sedan på RISE i Borås tillsammans med extern handledare, där även olika STI-värden verifierades för samtliga ljudfiler.

En stor del av ljudfilernas framtagning bestod av att ta fram material för meningar och meddelanden utifrån tidigare studier kring taluppfattbarhetstester. Vid framtagandet beaktades hela tiden uppföljningen, det vill säga hur meddelandena skulle utformas för att lättast kunna analysera taluppfattbarheten.

2.2.2 Fullskaleförsök

Fullskaleförsöket genomfördes för att undersöka om, och i så fall hur den omgivande miljön inverkar på taluppfattbarheten. Fullskaleförsöken genomfördes i Galleria Centrum Syd i Löddeköpinge där försökspersonerna utgjordes av gallerians kunder.

Ljudfilerna som användes i fullskaleförsöket togs fram utifrån pilotförsökets resultat. Detta inkluderade vilka, och hur många STI-värden som skulle testas. Vidare valdes röstens könstillhörighet, val av bakgrundsljud och språk utifrån pilotförsöket. Målet med de utvalda parametrarna från pilotförsöket var att optimera ljudfilerna för att mer säkert kunna påvisa att variationer i resultatet för taluppfattbarheten berodde på just omgivande faktorer.

Meddelandet i ljudfilerna bestod av ett verkligt utrymningsmeddelande och utformades med grund i tidigare rekommendationer gällande utformning av talade utrymningslarm (Nilsson, 2006; Holmström & Sävmark, 2013; Bayer & Rejnö, 1999). Rekommendationerna som användes var bland annat gällande meddelandets längd, informationsinnehåll och siren.

2.3 Analys av resultat



Analys av resultatet från de praktiska försöken, skedde genom att först manuellt sammanställa försöksformulär och svaren på frågor, samt egna observationer från de praktiska försöken. Ett tillvägagångssätt för hur resultaten skulle tolkas togs fram för att kunna översätta resultaten från försöken på ett bra sätt, för att därefter kunna presentera det. Informationen från de praktiska försöken översattes till ett mått på taluppfattbarhet, och därefter jämfördes de subjektiva och objektiva STI-värdena.

Resultaten analyserades internt samt med stöttning av extern och intern handledare, och andra inom ämnet kunniga personer. Metoden bedömdes inkludera osäkerheter i tillräcklig omfattning eftersom studien som helhet syftar till att undersöka variationer och möjliga osäkerheter kopplade till taluppfattbarhet, varför ingen ytterligare osäkerhetsanalys genomfördes. Hur mycket de olika parametrarna varierade och påverkade resultatet sammanställdes och redovisades i ett boxplotdiagram.

2.4 Diskussion och Slutsatser



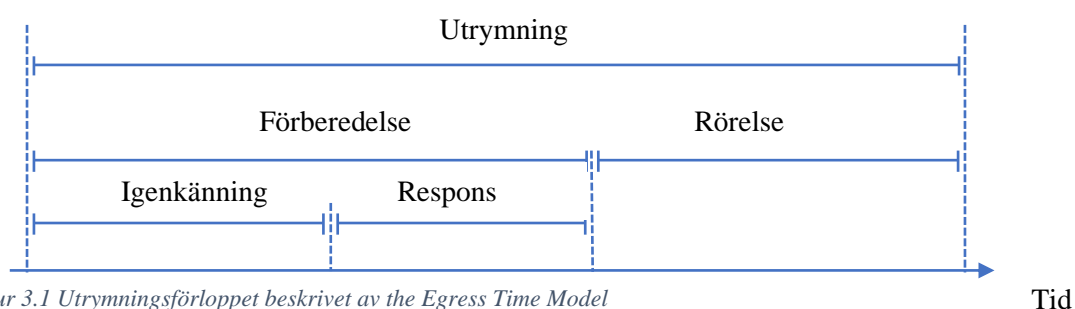
Efter analys av resultaten från pilotförsöken och fullskaleförsöken inleddes en diskussion. Diskussionen präglades av att lyfta fram potentiella felkällor som kunde ha påverkat resultaten. Utifrån diskussionen togs sedan rapportens slutsatser och förslag på framtida forskning fram. Diskussionen skedde utifrån undersökningens huvudsakliga fokus på taluppfattbarhet.

3 Litteraturstudie

Följande kapitel utgör rapportens litteraturstudie. Ämnena som berörs är utrymning, taluppfattbarhet, akustik, hörsel och tal.

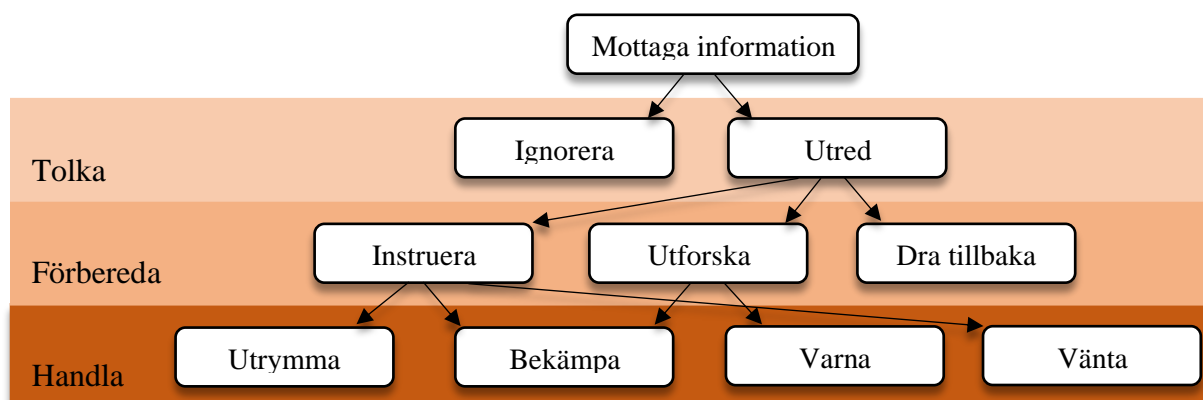
3.1 Taluppfattbarhetens påverkan på människors beteende i en utrymningsituation

Under litteraturstudien kunde betydelsen av informationen för människors beteende i en utrymningsituation samt dess koppling till taluppfattbarhet tidigt ses, trots att taluppfattbarhet och information sällan förekom i ett gemensamt sammanhang. Taluppfattbarhet och information kunde även kopplas samman med människors beteende i en utrymningsituation, då informationen påverkar människans beteende. Det finns flera modeller och studier som har undersökt människors beteende i en utrymningsituation, och där informationsförmedling påverkar. Exempel på modeller är bland annat *The Egress Time Model* (Nilsson, 2014) och *Behaviour Sequence Model* (Canter, et al., 1980), se Figur 3.1 och Figur 3.2. Modellerna förklarar i olika detaljerad grad den beslutsprocess som sker i en utrymningsituation, samt resultaten av denna. Utrymningsförloppet beskrivs genom olika kognitiva delmoment som sker i kronologisk ordning. I *the Egress Time Model* består delmomenten för utrymningen av *förberedelse* och *rörelse*, där *igenkänning* och *respons* inkluderas i *förberedelse* och *rörelse* och tolkas för att utföra en handling.



Figur 3.1 Utrymningsförloppet beskrivet av the Egress Time Model

I *Behaviour Sequence Model* behandlas delmomenten *förberedelse* och *handling* men inkluderar även *tolka*. Modellen inkluderar mänskliga beteenden i delmomenten och dessa styr hur utrymningsförloppet utvecklas - vad som sker i ett moment, eller det beslut som tas, är avgörande för nästkommande agerande.



Figur 3.2 Utrymningsförloppet beskrivet av the Behaviour Sequence Model

En förutsättning för de båda modellerna är att information mottas på något sätt (Nilsson, 2014; Canter, et al., 1980), vilket tydligt kan ses i the Behaviour Sequence Model. Ett talat meddelade med ett tydligt ljud kan minska tiden som behövs för personerna att fatta rätt beslut att utrymma (Frantzich, 2019). Genom att förmedla korrekt och tydlig information påverkas beslutsprocesserna i utrymningsförloppet i en positiv riktning.

Att delge information om situationen till personer har visat sig medföra ett snabbare utrymningsförlopp jämfört med om otillräcklig information ges. I en situation där hela eller delar av utrymningslarmet inte är hörbara, finns risk att informationen inte uppfattas och att utrymningsituationen därmed påverkas negativt. Det finns flera studier (Nilsson, 2006; Holmström & Sävmark, 2013; Bayer & Rejnö, 1999) som har undersökt människors beteende kopplat till det talade utrymningslarmets utformning. Det som har undersökts och utvärderats i studierna är bland annat hur mängd och typ av information, samt hur olika röstvariationer påverkat olika delar av utrymningsförloppet och därmed den totala tiden för utrymning. För att undersöka detta har det i studierna gjorts praktiska försök, både försök där försökspersonerna har varit medvetna om försöket, men även oannonserade där försökspersonerna inte har varit medvetna om studien för att bättre spegla verkligheten. Mängd och tillgänglig information beskrivs av Kinsey et.al (2018) som en av tre avgörande faktorer för beslutsprocessen i en utrymningsituation. Hur informationen vidare uppfattas och tolkas påverkas av *kognitiva biases*, som innebär att personer har en kognitiv partiskhet som färgar hur personen tolkar intryck i sin omgivning. Kognitiva biases är en grundorsak till olika beteenden i en utrymningsituation (Kinsey, et al., 2018).

I en utrymningsituation förekommer och fattas en mängd olika beslut som kan kopplas till människors beteende. Processen som sker vid beslutsfattande är avgörande för hur och vilka beslut som tas under en utrymningsituation, processen sker omedvetet men besluten fattas medvetet (Kinsey, et al., 2018). Det som påverkar hur de medvetna besluten fattas i en utrymningsituation är faktorer i omgivningen samt system kopplat till brandskyddet, exempelvis färg och utformning av blinkande lampor (Nilsson, 2009). Utformningen av dessa påverkar hur de uppfattas och därmed vilka beslut som tas, vilket skapar utrymningsförloppets förutsättningar. Därför är det viktigt att ta hänsyn till mänskliga kognitiva biases vid dimensionering av åtgärder kopplade till utrymning. Faktorer i omgivningen som påverkar hur besluten tas i en brandsituation kan bland annat bero på olika *roller* och *sociala interaktioner* (Nilsson, 2014). En förutsättning för att utrymningen ska kunna initieras är att information om att en brand har utbrutit mottas på något sätt, eftersom utrymning sker då en tillräcklig mängd information har insamlats (Tong & Canter, 1985). Informationsinsamlingen kan liknas med *igenkänningsdelen* i Figur 3.1 eftersom det är i detta delmoment som den förmedlade informationen påverkar hur personen känner igen situationen. Informationsinsamlingen kan även kopplas till initialskedet *mottaga information* i Figur 3.2 eftersom det är i det skede som informationen är central. Taluppfattbarheten blir på så sätt en viktig faktor för hela utrymningsförloppet eftersom den är central för informationsmottagningen, samt den fortsatta bearbetningen av informationen (Farhadian, 2011; Klatte, et al., 2010; Hygge, et al., 2013).

I resultaten från de försök som utfördes i studien av Bayer & Rejnö (1999) kunde författarna fastställa att det rådde olika stor tvekan kring agerandet beroende på larmets utformning. Minst tvekan uppstod med ett talat utrymningslarm med en mansröst (Bayer & Rejnö, 1999). Larmen som spelades upp vid dessa försök antas vara fullt hörbara och anmärkningsvärt vid ett sådant antagande kan vara att personerna trots detta ändå tvekade kring hur de skulle agera. Tveksamheten kring agerandet skulle även kunna förklaras av andra anledningar, så som *sociala interaktioner* vilka inverkar starkt på hur beslut fattas (Bayer & Rejnö, 1999). Sociala interaktioner kan förklara varför personer inte utrymmer trots att de uppfattat signalen (Reinicke, 2007). Sociala interaktioner innebär att individer adapterar sig till gruppens beteende för att inte sticka ut vilket är avgörande för hur beslut och agerande för utrymning fortgår (Proulx, 2001; Sime, 1985). Om individer i en grupp tvekar kan det medföra att ytterligare individer tvekar (Nilsson, 2009); (Moussaid, et al., 2016). Detta kan innebära att personer som egentligen vill utrymma kanske avvaktar eller inte utrymmer, på grund av att andra inte gör det, men även tvärt om.

I Holmström & Sävmarks studie (2013) observerades tveksamhet hos försökspersonerna då otillräcklig information om situationen gavs. Resultaten från studien (2013) visar att meddelandet, för bäst effekt, bör utformas på ett sätt som ökar associationen till en verklig brand. För att meddelandet ska skapa en association till en verklig brand ska meddelandet innehålla egenskaper som tydlighet och bestämdhet. Följande skriver Holmström & Sävmark (2013, p. 63):

”För att initiera en snabb och effektiv utrymning måste därmed ett utrymningsmeddelande framföras med en bestämd röst och formuleras så att det på ett tydligt sätt ger de utrymmande tillräckligt med information för att snabbt fatta beslut om utrymning.”

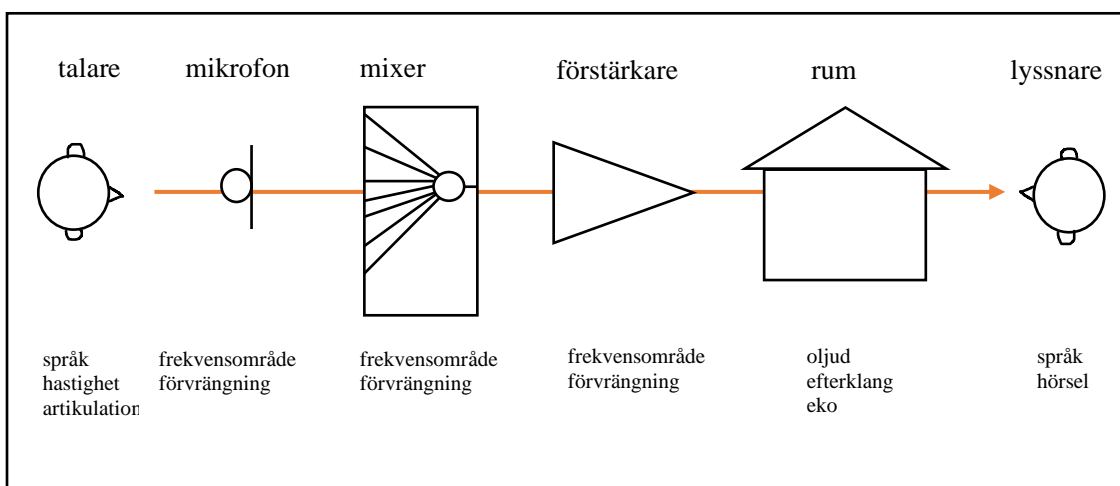
Detta går även i linje med de rekommendationer som Proulx (2001) ger, nämligen att ett utrymningsmeddelande ska vara enkelt, rättfram och sanningsenligt. Vidare belyser Proulx (2001) och även Nilsson (2014) vikten av andel förmedlad information. Bristfällig information, menar författarna, kan leda till att personer avvaktar med att utrymma till dess att tillräcklig information införskaffats på annat sätt. Rätt förmedlad information kan förkorta förberedelsetiden för utrymning och på så sätt minska utrymningens totala tid (Holmström & Sävmark, 2013). För att minimera risken för att människligt beteende påverkar utrymningen negativt menar Proulx (2001) att det är viktigt att få folk att bli varse om faran så tidigt som möjligt. Genom att förmedla information på rätt sätt kan personer bli varse om en fara i ett tidigt skede (Nilsson, 2006; Proulx & Sime, 1991). Detta medför att utrymningslarmet är av stor betydelse för utrymningens totala tid då det påverkar händelseförloppet samt initierar utrymningen.

Stressnivån har även visat sig ha en negativ inverkan på informationsintaget och beslutsprocessen i en utrymningssituation (Ozel, 2001; Proulx, 1993). Människor rör sig också till personer och platser som de kan knyta an till (Sime, 1985). Personers starka förhållningssätt till det som är bekant kan medföra att personer agerar på ett annat sätt än vad som är optimalt för utrymningssituationen. Denna förmåga tenderar också att bli starkare vid ökade stressnivåer

(Sime, 1985). Ett vedertaget sätt att minska stressnivån i dessa sammanhang är att förmedla information på ett bra sätt (Proulx, 1993). Flera studier tar även upp begreppet *panik* i samband med utrymning. Begreppet panik förekommer ofta i samband med utrymning och brand, men är omdiskuterat då det inte finns någon vedertagen definition av begreppet. Men enligt Quarantelli (1975) kan panik definieras som en akut reaktion ursprungligen i rädsla och som tar sig uttryck i irrationellt flyktbeteende. Fahy et.al (2011) är några av dem som har studerat panik i samband med brand, och tar bland annat upp hur panik har missuppfattats i utrymnings-sammanhang och menar på att informationen har en viktig roll för att motverka detta.

3.2 Taluppfattbarhet

Taluppfattbarhet beskriver hur väl talet har bevarats från utsändaren till mottagaren (Jacob, 2001). Kvaliteten av talets överföring, det vill säga hur väl talet har bevarats, kan ses som en överföringsbana av ljud från talare till lyssnare, Figur 3.3 illustrerar talaren och lyssnaren samt överföringsbanan av tal dem emellan (Jacob, 2001). För att lättare förklara vad som påverkar taluppfattbarheten kan man tänka sig att en talare spelar in ett meddelande som sedan ska nå en lyssnare. Först passerar ljudet från talaren en mikrofon, som sedan passerar en mixer, förstärkare och till sist spelas upp i ett rum där ljudet når lyssnaren. Ljudets kvalitet är därmed ett resultat av hur omgivande faktorer formar ljudet (Houtgast & Steeneken, 2002; Jacob, 2001). Hur ljudet påverkas beror på vilka egenskaper de olika stegen har, exempelvis hur stort ett rum är eller vilken typ av mikrofon som används. Det är först när talet når lyssnaren som bearbetning av vad som hörts kan ske, och beslutsprocessen för utrymning kan påbörjas.



Figur 3.3. Grafisk illustration över överföringsvägen mellan talare och lyssnare.

Som figuren visar påverkar många faktorer taluppfattbarheten, vilket gör det till ett komplext fenomen. Taluppfattbarheten blir inte nödvändigtvis bättre då volymen höjs (Jacob, 2001), men medför att signal- till brusförhållandet blir större, vilket innebär att taluppfattbarheten också ökar (Glebe, 2019). Med signal- till brusförhållande menas i studien förhållandet mellan det utsända talade meddelandet och bakgrundsljudet. Efterklangstid och förvrängning påverkas inte vid höjd volym (Jacob, 2001), vilka har en negativ inverkan på taluppfattbarheten.

Taluppfattbarheten beror på och begränsas främst av övriga omgivande faktorer som finns mellan talaren till lyssnaren, men är även beroende av egenskaper hos talaren och lyssnaren (Houtgast & Steeneken, 2002). Ett viktigt fenomen som har en negativ inverkan på taluppfattbarheten är så kallade maskeringseffekter, vilka framför allt beror på bakgrundsljud och efterklang (Assmann & Summerfield, 2004).

3.2.1 Buller

Ljud kan delas in i önskvärdt och icke-önskvärdt ljud, det icke-önskvärda ljudet utgörs av buller (Akselson, 2014). Buller, är i vissa sammanhang bakgrundsljud, och är det ljud som finns kvar om de primära ljudkällorna blir tysta. Hur påtagligt ett visst buller upplevs beror delvis på nivån av övriga bakgrundsljud: låga bakgrundsnivåer som uppträder under exempelvis kvällar och nätter gör att buller blir mer påtagligt jämfört med buller i högre bakgrundsnivåer (Folkhälsomyndigheten, 2019).

Buller har en negativ påverkan på människans psykiska förmåga och försämrar förmågan att lösa uppgifter, vilket förstärks med uppgifternas ökande svårighetsgrad. Buller kan även försämra prestationen i situationer där man förväntas agera på en signal, även måttliga nivåer av buller kan försämra prestationen (Akselson, 2014). Tidigare praktiska försök där man inte bara testat taluppfattningsförmågan i en viss situation, utan även hur mycket man minns en stund senare, visar på att förmågan att lagra information försämras då informationen presenterades under maskering (Hygge, et al., 2013). Hygge, Kjellberg och Landström (2013, p. 28) beskriver resultatet av detta som *”Det innebär att de negativa effekterna av dåliga akustiska förhållanden säkerligen blir ännu större om lyssnandet redan av andra orsaker är särskilt kognitivt krävande”*, vilket innebär att omgivande faktorer som avleder uppmärksamheten även försämrar taluppfattbarheten. På ett kontor skulle dessa faktorer kunna utgöras av en kopianer som piper, och i en publik lokal som en tågstation skulle detta ljud kunna utgöras av tåg som passerar (Hallin, et al., 2012).

Buller i form av mänskligt tal har visat sig interagera med perception av tal. Både på grund av att ljudets frekvenser överlappar varandra, samt att det stör lyssnarens språkliga bearbetning (Assmann & Summerfield, 2004). I en studie om taluppfattbarhet i klassrum visade det sig att buller i form av tal hade en negativ påverkan på talförståelsen, samtidigt som annat buller i form av exempelvis pappersprassel hade negativ inverkan på taluppfattningen (Klatte, et al., 2010). Detta förklaras i studien av att klassrumsljuden bidrar till en maskerande effekt som medför att det intressanta ljudet blir svårare att uppfatta, medan talbullret stjälar uppmärksamhet, vilket gör det svårare att tolka vad som sägs (Klatte, et al., 2010). Olika typer av buller har studerats under lång tid och har utvecklats från studier under 1950-talet då man undersökte vitt brus, till dagens mer komplexa brus i form av mänskligt tal i offentliga miljöer (Assmann & Summerfield, 2004). Ett problem som belyses i sammanhanget är cocktailpartyproblemet som uppstår då flera röster blandas och utgör ett bakgrundsljud (Assmann & Summerfield, 2004). Lyssnarens förmåga att urskilja den avsedda rösten blir i dessa sammanhang avgörande för taluppfattbarheten. Tester visar dessutom att prestationen försämras om det är en enda röst i

bakgrunden, jämfört med om det är flera röster i motsvarande frekvensspektrum (Assmann & Summerfield, 2004).

3.2.2 Efterklangstid

Efterklangstiden är den tid det tar för ett ljud att sjunka 60 dB från den ursprungliga nivån, efter att det upphört att genereras (Hajder & Loyola Cuadra, 2009). Efterklangstiden är ett komplext fenomen som är viktigt att ta hänsyn till på grund av att den påverkar ljudmiljön och taluppfattbarheten (Assmann & Summerfield, 2004). Efterklangstiden går att mäta och är ett viktigt mått på ett rums akustik, med hjälp av efterklangstiden kan man få en indikation på om en lokal är lämplig för ett visst syfte (Boverket, 2008). Det finns ett samband mellan efterklangstid och ljudabsorption, ju mer ljud ett rum kan absorbera desto kortare blir efterklangstiden. Sambandet gör det möjligt att reglera taluppfattbarheten i ett rum med hjälp av absorptionsåtgärder för ljud (Nilsson, et al., 2005).

Den subjektiva effekten av efterklang är starkt individberoende, vilket innebär att konsekvenserna av efterklangen blir därefter (Assmann & Summerfield, 2004). Det har visat sig att barn har svårare att uppfatta tal vid påverkan av efterklang, vilket tros förklaras av deras begränsade förmåga att kompensera för efterklangen. Även äldre personer är känsliga för effekten av efterklang, då förmågan att kompensera för denna försämras med åren (Assmann & Summerfield, 2004).

3.2.3 Maskeringseffekter

Maskeringseffekter uppkommer när de informationsgivande segmenten i tal elimineras, förvrids eller maskeras av annat ljud (Assmann & Summerfield, 2004). Effekten av maskeringseffekter medför att det blir svårare att uppfatta ljud, samt att ljudmiljön upplevs som mer störande, vilket försämrar taluppfattbarheten (Hygge, et al., 2013). Detta kan göra att viktig information missuppfattas, eller att varningssignaler blir ohörbara, vilket kan resultera i att andelen felhandlingar ökar (Akselson, 2014). Den kritiska effekten uppkommer enligt studien (2013) i miljöer där det finns krav på taluppfattbarhet.

De främsta faktorerna som medför maskering av ljud är bakgrundsbuller och efterklangstid (Assmann & Summerfield, 2004). Effekten av buller och efterklang som maskeringseffekt skiljer sig åt men har båda en försämrande effekt på taluppfattbarheten. En kombination av de båda har störst negativ effekt på taluppfattbarheten (Assmann & Summerfield, 2004).

Maskeringseffekten av efterklang uppstår då tidigare utsänt ljud ekar i rummet, och på så sätt maskerar efterföljande ljud (Nilsson, et al., 2005). Buller verkar maskera då det täcker över ljud som ligger inom likande frekvenser, och framförallt högre frekvenser (Hygge, et al., 2013). De oönskade effekter som buller har på taluppfattbarhet, medför att det är viktigt att ta hänsyn till dessa vid utformning av utrymningslarm (Akselson, 2014).

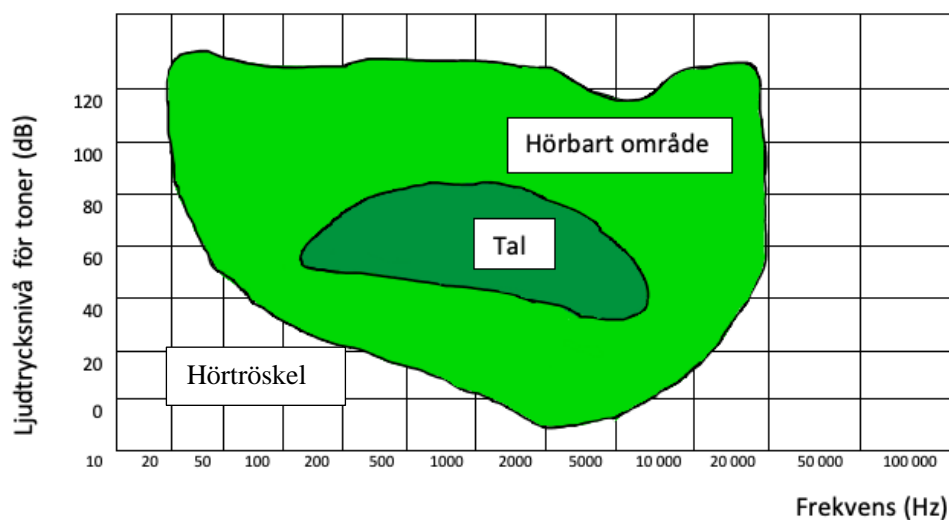
För att övervinna effekterna som maskeringen medför, använder sig lyssnaren av många språkliga och perceptuella strategier, förmågan är individberoende och är bäst hos personer med normal hörsel (Assmann & Summerfield, 2004). En annan individberoende egenskap som påverkar den upplevda graden av maskering är individernas förmåga att uppfatta tal

(Arbetsmiljöverket, 2005). Hur en individ uppfattar tal är beroende faktorer som språk och hörselstatus, vilka är egenskaper som påverkas av lyssnarens ålder och modersmål samt hur väl denne är bekant med språkets mönster och regler (Arbetsmiljöverket, 2005). Unga personer har ofta sämre förmåga att känna igen mönster och regler i språket, samtidigt som äldre personer har sämre förmåga att kognitivt processa information som presenterats för dem (Arbetsmiljöverket, 2005). Vidare försämras den kognitiva förmågan för minneslagring om man samtidigt utsätts för maskeringseffekter (Hygge, et al., 2013).

3.3 Hörsel

Att kunna uppfatta ljud har stor betydelse för människan, där en stor del av vardagen består i att tolka tal, ljud och varningssignaler (Akselson, 2014). Ett friskt ungt öra kan uppfatta frekvenser i omfånget 20 till 20 000 Hz (Nilsson, et al., 2005; Akselson, 2014), vilket illustreras som det hörbara området i Figur 3.4. Det viktigaste området för att uppfatta tal ligger i frekvensområdet 1500 till 3000 Hz (Akselson, 2014). Vid stigande ålder sänks hörtröskeln gradvis, med början i högre frekvenser och efterhand fortsätter sänkningen ner mot lägre frekvenser, vilket innebär att hörseln försämras (Nilsson, et al., 2005). En försämrad hörsel medför reducerad taluppfattbarhet, och hur mycket taluppfattbarheten påverkas beror på graden av hörselnedsättningen (Eriksson & Johansson, 2015). För att få samma hörbarhet som för unga, krävs enligt standarden ISO 24504 (2014) ett fem decibel högre förhållande mellan signalen och bruset för äldre individer, vilket motsvarar ett STI-värde på 0,65.

Buller påverkar människans förmåga att uppfatta tal genom att maskera talet (Eriksson & Johansson, 2015). Förmågan att uppfatta tal påverkas mest av buller i det givna frekvensområdet för tal (Akselson, 2014). I ung ålder har människan en förmåga att urskilja tal som maskerats av buller, denna förmåga minskar vid 30 års ålder och avtar sedan succesivt (Akselson, 2014). Personer med en nedsatt hörsel förmåga påverkas i ännu större utsträckning av bullrets maskeringseffekt (Eriksson & Johansson, 2015).



Figur 3.4 Hörbart område för det mänskliga örat, uttryckt i frekvens och ljudtrycksnivå

Omfånget i ljudnivå som kan uppfattas av människan varierar med frekvensen (Nilsson, et al., 2005). Ljudnivån kan hållas fix och ett varierande frekvensvärde medför att styrkan på det man hör ändras (Nilsson, et al., 2005), detta illustreras av de asymmetriska ytorna markerade i Figur 3.4. Förändringar i ljudstyrka i decibel är inte linjärt mot upplevelsen av förändringen, vilket medför att ljud uppfattas väldigt subjektivt (Nilsson, et al., 2005). Hur ett ljud upplevs kan därför skilja sig från hur det objektivt sänds ut.

3.4 Tal

Tal är ett verktyg som vi människor använder oss av dagligen och som gör det möjligt att kommunicera, och göra sig förstådd med (Houtgast & Steeneken, 2002). Röststyrkan, det vill säga volymen, ligger normalt mellan 60–65 dB i en dämpad miljö (Nilsson, et al., 2005). Grundfrekvensen ligger i medeltal på 120 Hz för manliga röster och 225 Hz för kvinnliga röster, grundfrekvensen utgör med det den mest grundläggande skillnaden mellan manligt och kvinnligt tal (Tielen, 1987). En låg grundfrekvens gör det svårare att uppfatta och identifiera vokalljud, oberoende av om det är en kvinnlig eller manlig röst (Kewley-Port, et al., 1996). Naturligt sker detta oftare vid manligt tal eftersom män talar i lägre frekvensområden. Detta skulle kunna tala för att en kvinnlig röst skulle vara fördelaktig för uppfattningen av tal. Flera studier (Bayer & Rejnö, 1999; Holmström & Sävmark, 2013) har undersökt huruvida skillnader i manligt och kvinnligt talljud påverkar utrymningsförloppet, men ingen av studierna resonerar kring huruvida manligt och kvinnligt talspektra eller taluppfattning skiljer sig åt, och om det skulle kunna ha haft en inverkan på utrymningsförloppet.

Talljud i form av vokaler och konsonanter har olika fördelning gällande relativ ljudnivå och frekvens, vilket medför att de uppfattas olika (Hygge, et al., 2013). Vokalerna ligger huvudsakligen mellan frekvenserna 80 – 3000 Hz och konsonanterna, som delas upp i tonade och tonlösa konsonanter ligger mellan 300 – 4000 Hz respektive 2500 – 5000 Hz (Nilsson, et al., 2005; Glebe, 2019). Konsonanterna är den del i talljudet som innehåller den största språkliga informationen, vilket gör att en hörselskada med minskad förmåga att uppfatta höga frekvenser således påverkar taluppfattbarheten mest (Nilsson, et al., 2005). Konsonanterna är också den del av talljudet som ofta maskeras mest av buller, detta på grund av att konsonanter i allmänhet är svagare än vokaler sett till ljudtrycksnivå, vilket gör dem svårare att uppfatta vid bakgrundsbuller (Hygge, et al., 2013).

3.5 Perception av ljud

Det är förhållandevis enkelt att kvantitativt ta fram ett mått på ett rums akustiska förutsättningar med hjälp av objektiva metoder, exempelvis med hjälp av STI och efterklangstid (Houtgast & Steeneken, 2002). Hur ljudet subjektivt uppfattas är desto svårare att kvantifiera på grund av att det påverkas av en mängd faktorer som dessutom är individberoende (Olsson & Asplind, 2014). Påverkan av dessa faktorer kan medföra stora skillnader mellan den objektiva och subjektiva ljudbilden, vilket gör det desto viktigare att ta hänsyn till de båda. I detta avsnitt berörs faktorer som språkkunskaper, hörselförmåga, känslor, erfarenheter och förväntningar.

Perception i sig handlar om hur vi tolkar ett sinnesintryck och påverkar hur något uppfattas vilket återspeglas i en individs handlingar, beskrivningar och bedömningar (Seitz, 2017). Gällande ljud så handlar perception både om att erfarenheter påverkar den subjektiva upplevelsen av ljud (Seitz, 2017), och även att örat är olika känsligt för olika frekvensområden (Bergman, et al., 2017). Hörseln hos människor är inte linjär, och den upplevda ljudstyrkan beror på ljudstyrkan i sig men även frekvenssammansättningen (Folkhälsomyndigheten, 2019). Detta på grund av att hörseln är olika känslig för olika frekvenser och allra känsligast är örat för höga frekvenser (Folkhälsomyndigheten, 2019). Dessutom påverkar ljudets tekniska egenskaper hur det upplevs: trots ökning av ljudtrycksnivå är det frekvensinnehållet i ljudet som uppfattas av lyssnaren, vilken skiljer sig från den tekniska ökningen av ljudnivån (Bergman, et al., 2017). Ökningen kan därmed upplevas som större än vad den faktiskt är.

Generellt kan STI ses som ett bra värde på taluppfattbarhet, men metoden tar inte hänsyn till sambandet mellan perception och taluppfattbarhet (Assmann & Summerfield, 2004). Författarna (2004) menar även på att det konstant sker perceptuella kompensationer som förstärker ljudbilden. Perception är en subjektiv process och påverkas av en mängd faktorer (Adolph & Kretch, 2015). Detta innebär att samma ljudvågor som når örat kan tolkas olika av olika individer, trots att ljudvågorna är desamma. För att förstå hur och varför ett ljud uppfattas på ett visst sätt är det därför viktigt att ha en förståelse för perception av ljud (Olsson & Asplind, 2014). Studerandet av den perceptuella påverkan bör ske indirekt eftersom den inte kan studeras objektivt i en försökspersons uttryck (Runeson, u.d.).

Erfarenheter används också för att identifiera olika typer av ljud. I en offentlig miljö förekommer vanligtvis flera olika ljudbilder samtidigt, både genom rörliga och stationära föremål, men även genom föremål som inte ger ifrån sig ljud men som påverkar ljudbilden (Houtgast & Steeneken, 2002). Människan har naturligt en bra förmåga att sortera ut flera olika ljudbilder i en miljö men det kan uppkomma svårigheter i att koppla varje ljud till en erfarenhet, vilket krävs för att kunna tolka ljudet (Heald, et al., 2017). Att kunna tolka ljud beror på hur van man är i kontexten, men även förmågan att kunna applicera tidigare erfarenheter på nya sammanhang (Heald, et al., 2017). Vid en jämförelse mellan vana och ovana arenabesökare påvisades ingen skillnad mellan hur det talade utrymningslarmet uppfattades (Farhadian, 2011). I studien stämde den objektiva taluppfattbarheten överens med den subjektiva taluppfattbarheten, vilken mättes genom att åhörarna fick svara på frågor om meddelandets innehåll (Farhadian, 2011).

Perceptionen av ljud är även beroende av de känslor som associeras till ljudet. Utöver förmågan att kunna associera ljud till tidigare erfarenheter, är känslan i hur man uppfattar ljud beroende av bland annat av ljudets egenskaper i form av pitch, klang och förändringar i ljudet (Graham, 1999). Vid bra ljudförhållanden blir det även enklare att minnas vad som sagts (Hygge, et al., 2013). För att i större utsträckning kunna kontrollera och styra hur människor uppfattar och agerar som planerat använder man sig idag av både ljudsignaler och talade meddelanden i kombination. Baserat på tidigare studier används signaler med syfte att indikera en hög grad av angelägenhet, vilket genererar en snabb reaktion hos lyssnaren, samtidigt som talade meddelanden används för att säkerställa att responsen hos lyssnaren är korrekt (Graham, 1999).

I en studie gjord av Besser et.al (2013) förklaras vilken inverkan en individs kognitiva och auditiva förmåga har på taluppfattbarheten. Författarna menar att individer med en god kognitiv förmåga har bättre förutsättningar för att uppfatta obekanta ljudbilder jämfört med personer med lägre kognitiv förmåga. Den kognitiva förmågan har visat sig vara av ännu större vikt vid svåra ljudförhållanden, då det är ännu viktigare att kunna sortera bort irrelevanta ljud och processa informationen (Besser, et al., 2013). Svåra ljudförhållanden förekommer allt oftare i det moderna samhället, samtidigt som det finns tydliga trender mot att ljudlandskapet blir allt mer privat, vilket gör det svårare att uppfatta riskfyllda situationer (Becker, 2015).

Ett viktigt område inom perception är anledningar till felhörningar. I en studie gjord av Linell (2015) har 220 felhörningar analyserats vilka har kopplats till perception av ljud. Studien visar på att tolkningen av det som sägs inte bara beror på språket och talet, utan på en mängd andra faktorer. Att vi hör saker på ett annat sätt jämfört med vad som faktiskt sägs beror på människans starka vilja att förstå (Linell, 2015). Det lyssnaren förutsätter att talaren säger är ofta kopplat till samtalskontext och tidigare innehåll, vilket genererar effekten att lyssnaren *hör det denne vill höra* (Linell, 2015). *Mondegren*, är ett fenomen där ord ändrar betydelse på grund av att ljudförhållanden medför dåliga lyssningsförhållanden. Att lyssnaren inte hör det exakta ordet medför att kontexten blir ännu mer avgörande för vad som hörs, lyssnaren väljer då det ord som är mest rimligt utifrån sammanhanget (Connor, 2009).

3.6 Rumsliga miljöer

En viktig aspekt för taluppfattbarheten är akustiken i det rum där det talade ljudet förekommer. Taluppfattbarheten påverkas av lokalspecifika faktorer som efterklangstid, volym och avstånd till ljudkälla (ISO, 2014). Rummets fysiska egenskaper påverkar taluppfattbarheten genom att främst påverka efterklangstiden (Jacob, 2001). Det är vanligt att talade utrymningslarm förekommer i svåra akustiska miljöer, vilket legat till grund för flera studier som undersökt hur det talade utrymningslarmet kan få bättre hörbarhet.

I litteraturstudien eftersträvades att hitta studier om taluppfattbarhet i offentliga miljöer men inom området hittades inte tillfredställande studier. Flera studier har däremot gjorts på taluppfattbarhet i tunnlar, där utrymningsmeddelanden har visat sig vara effektiva i den miljön så länge man kan uppfatta vad som sägs (Nilsson, et al., 2008; Ronchi, et al., 2018; Burns, et al., 2013). Eftersom tunnlar har en mycket svår akustisk utformning ansåg författarna att studierna var relevanta för studien. Studierna visar att det är svårt att uppfatta meddelandet på grund av den svåra akustiska miljön som tunnlar ofta medför. Start (2012) menar att det är svårt att uppnå bra taluppfattbarhet i svåra akustiska miljöer som tunnlar, och därmed det krävda STI-värdet. Start introducerar i sin studie en metod, OpSTImize®, och kommer fram till att man genom metoden kan förbättra STI-värdet. Även Frantzich, Nilsson & Rød (2016) har påvisat att den akustiska miljön i tunnlar kan vara utmanande för taluppfattbarheten. Problemen förklaras enligt författarna bero på det bakgrundsbuller och den efterklangstid som uppstår i vägtunnlar (Frantzich, et al., 2016). Men även tunnlar speciella form har betydelse (Bergman, et al., 2017). Författarna menar att det finns flera tekniska installationer som kostnadseffektivt

förbättrar utrymningen, som däribland innefattar system för talade utrymningslarm. Författarna presenterar ett alternativt angreppssätt som innebär att meddelandets innehåll manipuleras till att mildra de negativa effekterna av efterklang samt påverkas mindre av bakgrundsbuller. Detta genom att förstärka de höga frekvenserna i meddelandet, och undertrycka vokalljud då dessa inte bär lika mycket information som konsonantljud (Bergman, et al., 2017).

Bergman, Glebe och Nilsson (2017) har som en del i Trafikverkets projekt *Robust och tillförlitlig infrastruktur* gjort en studie för att utvärdera möjligheten att ta fram ett utrymningsmeddelande som är anpassat till de akustiska förutsättningarna i vägtunnlar. Studien har sammanställt det aktuella kunskapsläget för att klargöra möjligheterna för den nya typen av meddelande. Studien resulterar i slutsatser om att mer forskning behövs inom området kring utrymning och svåra akustiska miljöer, och hur man i framtiden kan optimera den teknik som används idag, för att utveckla området inom taluppfattbarhet (Bergman, et al., 2017).

Det finns även studier som har undersökt hur tekniska egenskaper i en omgivning och dess fysiska utformning påverkar taluppfattbarheten för talade utrymningslarm. I dessa påvisas det bland annat att ytskikt, möblering, riktning på högtalare och andra tekniska parametrar påverkar taluppfattbarheten och att det därför är viktigt att vara medveten om det vid dimensionering av system för talade utrymningslarm (Geoffroy, 2005). Geoffroy (2005) påvisade även att placering av lyssnare i förhållande till högtalare och ljudtrycksnivån påverkar taluppfattbarheten. Samspelet mellan taluppfattbarhet, talade utrymningslarm och perception är ett viktigt område eftersom meddelandets innehåll, längd och andra parametrar inte spelar någon roll om taluppfattbarheten inte är tillräckligt bra (Geoffroy, 2005).

3.7 Metoder för att mäta taluppfattbarhet

Taluppfattbarhet kan kvantifieras genom både objektiva och subjektiva metoder. Den främsta skillnaden mellan dessa är att de objektiva metoderna mäter taluppfattbarhet numeriskt, och de subjektiva metoderna mäter taluppfattbarheten kvalitativt och i vissa fall semikvalitativt (Jacob, 2001).

3.7.1 Tekniska objektiva- och prediktiva metoder

Objektiva metoder utgår från en ljudkälla och beroende på rådande villkor vid mätningen översätts resultaten i en indexsiffra (Steeneken & Houtgast, 2002). De objektiva metoderna kan ses som tekniska och prediktiva (Glebe, 2019). Den prediktiva egenskapen innebär att metoderna inte mäter taluppfattbarheten, utan förutspår en uppfattning för olika typer av överföringskanaler (Steeneken, u.d.). Grundtanken när objektiva metoder först utformades var att variera och mäta olika faktorer, för att sedan jämföra resultatet med subjektiva metoder i samma praktiska försök för att identifiera korrelationer (Jacob, 2001). Målet med detta var därmed att ta fram tillräckligt bra korrelationer mellan objektiv taluppfattning mätt med lyssningstester och med teknisk utrustning för att kunna beräkna och förutspå taluppfattbarheten i andra miljöer (Jacob, 2001). De vanligaste tekniska objektiva metoderna är Articulation Index (AI), Speech Intelligibility Index (SII), och Speech Transmission Index (STI).

AI utvecklades inom telekommunikationsbranschen för att kunna gradera signal- till brusförhållandet. Från AI utvecklades senare metoden SII genom att ta hänsyn till rumsliga parametrar så som efterklangstid (Jacob, 2001). Däremot tar SII inte hänsyn till tidsvarierande och ickelinjära störningar (Steeneken, u.d.). STI är en kvantitativ metod som grundades utifrån de tidigare nämnda metoderna och är den metod som tar hänsyn till flest parametrar som påverkar taluppfattbarheten (Jacob, 2001). STI-metoden, som utnyttjas i föreliggande arbete, beskrivs mer ingående i avsnitt 3.8 Speech Transmission Index.

Objektiva metoder är fördelaktiga eftersom de flesta är standardiserade (Jacob, 2001). Inom telefoni och telekommunikation används ofta SII, samtidigt som STI har utvecklats till en allt mer heltäckande metod som går att applicera på flera användningsområden (Jacob, 2001).

3.7.2 Subjektiva metoder

Subjektiva metoder används för att mäta taluppfattbarhet och utgår från relationen mellan utsänt tal (talare) och mottagare (lyssnare). I dessa exponeras en lyssningspanel bestående av ett antal testpersoner för någon form av ord eller meddelande som de ska skriva ner, återupprepa eller agera på (Steeneken, u.d.). Resultatet beräknas sedan med statistiska modeller för att kunna kvantifiera de subjektiva skattningarna som testpersonerna gjort. Dessa metoder kan kategoriseras som slutna eller öppna beroende på hur testpersonerna presenterar sina svar. Väljer de sina svar utifrån en förutbestämd lista kategoriseras testet som stängt, och om de fritt får beskriva sina svar är testet öppet (Steeneken, u.d.).

Det finns flera olika utformningar av meddelandets innehåll och ofta används icke-ord, alltså en sammansättning av vokaler och konsonanter som egentligen inte bildar något verkligt ord (Steeneken, u.d.), ett exempel på ett svenskt icke-ord är ”stume”. En annan subjektiv metod är att använda sig av ord som rimmar och låta lyssnaren markera den konsonant som uppfattades. Ett rent subjektivt test där lyssnaren får lyssna på hela meningar heter Mean Opinion Score (MOS) och grundas istället på ett poängsystem där lyssnaren själv skattar på en femgradigskala hur svårt det var att uppfatta vad som sades (Steeneken, u.d.). Skalan utgörs av den slutna skalan dålig, bristfällig, tillfredställande, bra och utmärkt. Ytterligare en vanlig metod med hela meningar är Speech Reception Threshold (SRT), vilket är ett meningstest där försökspersonen ska upprepa meningen på exakt korrekt sätt (Houtgast & Steeneken, 2001). Om försökspersonen upprepar meningen helt rätt, korrigeras förhållandet mellan signal och brus på resterande meningar till dess att 50% av meningarna har uppfattats rätt (Houtgast & Steeneken, 2001).

Val av metod för mätning av taluppfattbarhet styrs av syftet med undersökningen. Därmed används inte samma metod när man vill undersöka mänskligt tal, som när man vill undersöka akustiska förutsättningar (Steeneken, u.d.). Subjektiva metoder används oftast i forskningssyfte, och kan heller inte användas för att förutspå taluppfattbarheten i en viss lokal. För att kunna göra detta behöver det subjektiva testet utföras i den avsedda lokalen (Jacob, 2001). Detta på grund av att de subjektiva metoderna är extremt individberoende, eller mycket

kostsamma tidsmässigt och personantalsmässigt. I forskning är de subjektiva fördelaktiga då man vill undersöka hur olika parametrar påverkar taluppfattbarheten (Jacob, 2001).

3.8 Speech Transmission Index

Speech Transmission Index (STI), är ett objektiva sätt att mäta uppfattbarheten av både manligt och kvinnligt tal (Houtgast & Steeneken, 2002). Måttet STI beskriver hur väl det talade ljudet bevarats när det når mottagaren, och är ett tal mellan noll och ett (IEC 602068-16, 2003). Ett STI-värde på noll innebär att talet inte alls går att identifiera mot det som lämnade talarens mun och ett STI-värde på ett innebär att talet som når mottagaren är identiskt likt med talet från talaren (Glebe, 2019; Jacob, 2001). För att bestämma uppfattbarheten av ett ljud, tar STI modellen fram ett effektivt signal- till brusförhållande, även kallat signal- to noise ratio (SNR) (Steeneken, u.d.). Signalen representerar det ”intressanta ljudet”, det vill säga det ljud som uppfattbarheten ska mätas för. Alla typer av omgivande bakgrundsljud som påverkar uppfattbarheten tas med i signal- till brusförhållandet (Steeneken, u.d.). Som tidigare nämnt i avsnitt 3.5 tar STI inte hänsyn till perception av ljud, eftersom det syftar till att mäta taluppfattbarheten i ett rum. Metoden för STI mäter från punkt till punkt och tar inte hänsyn till binaurala effekter vilket kan vara den största bristen med STI som metod för taluppfattbarhet (Kleiner, 2006). I princip allt tal som normalhörande hör uppfattas binauralt (Glebe, 2019), vilket utgörs av ljud där båda öronen är inblandade, vilket medför att man kan lyssna i olika riktningar. Detta innebär att man kan bestämma riktningen av ljudet.

Grundmetoden för att mäta STI har med tiden utvecklats för att passa olika typer av sammanhang och verksamheter. RASTI, Room Acoustics STI, är en förenklad variant som togs fram år 1979 med målet att snabbare ta fram att mäta ett rums STI (Steeneken, u.d.). Metoden utvecklades främst för kommunikation från person till person och tar inte hänsyn till bland annat efterklang och eko (Steeneken, 2002). Senare utvecklades STIPA, STI for Public Address systems, som främst används för att mäta taluppfattningen när PA system är inblandade i signalkedjan och har en stabil täckning för störningar som bland annat efterklang och eko (Steeneken, 2002).

För att lättare få en bild över vad olika STI-värden motsvarar för nivå presenteras olika intervall över STI samt dess motsvarande uppfattning i Tabell 3.1. I tabellen översätts STI-intervall till subjektiva värderingar av taluppfattbarheten (Folkhälsomyndigheten, 2019). Den allmänna subjektiva uppfattningen och tillhörande STI-värdesintervall är hämtade från den internationella standarden för ljudsystemutrustning IEC 60268–16 (2003). I intervallet tillfredsställande inkluderas värdet 0,55 som idag används som rekommenderat riktvärde i BBR (Boverket, 2011). Ur ett tillgänglighetsperspektiv rekommenderar Boverket att lokalernas ljudmiljö bör uppfylla ännu högre taluppfattbarhet. STI-värdet bör vara 0,6 i hela lokalen, och över 0,7 i majoriteten av lokalen, vilka värden värderas högre i Tabell 3.1, jämfört med 0,55.

Tabell 3.1 Allmän subjektiv uppfattning av olika STI-värden

Allmän subjektiv uppfattning	STI- värde
<i>Dålig</i>	0–0,3
<i>Bristfällig</i>	0,3–0,45
<i>Tillfredsställande</i>	0,45–0,6
<i>Bra</i>	0,6–0,75
<i>Utmärkt</i>	0,75–1

För att kunna värdera olika appliceringsområden för STI-värden har Internationella Elektrotekniska Kommissionen (2003) tagit fram en tabell där användningsområden för olika STI-värden kategoriseras efter komplexiteten på meddelandet samt i vilket sammanhang som meddelandet förekommer, värdena redovisas i Tabell 3.2 nedan. Observera att STI-värden är positionsberoende, varför högre STI-värden kan uppnås med moderna distribuerade PA- och VA-system än med traditionella system och få högtalare (Glebe, 2019).

Tabell 3.2 Kategorisering och användningsområden för olika STI-värden enligt IEC (2011) *VA=Voice Alarm **PA=Public Adress

Nominellt STI-värde	Typ av information	Exempel på användningsområden	Kommentar
>0,76		Inspelningsstudios	Utmärkt taluppfattbarhet men sällan uppnåeligt i de flesta miljöer
0,74	Komplexa meddelanden, obekanta sammanhang	Teatrar, hörsalar, domstolssalar, hjälpmedel för hörsel	Hög taluppfattbarhet
0,70	Komplexa meddelanden, obekanta sammanhang		
0,66	Komplexa meddelanden, obekanta sammanhang	Teatrar, hörsalar, domstolar, videokonferenser	Hög taluppfattbarhet
0,62	Komplexa meddelanden, bekanta sammanhang	Undervisningslokaler, klassrum, konsertsalar	Bra taluppfattbarhet
0,58	Komplexa meddelanden, bekanta sammanhang	Konsertsalar, moderna kyrkor	Hög kvalitet på PA-system*
0,54	Komplexa meddelanden, bekanta sammanhang	PA-system i köpcenter, offentliga kontor, VA-system**	Bra kvalitet på PA-system
0,50	Komplexa meddelanden, bekanta sammanhang	Köpcenter, offentliga kontor, VA-system	Målnivå för VA-system
0,46	Enkla meddelanden, bekanta sammanhang	VA-system och PA-system i svåra akustiska lokaler	Normalt lägsta nivån för VA-system
0,42	Enkla meddelanden, bekanta sammanhang	VA-och PA system i mycket svåra akustiska miljöer	
0,38		Inte passande för PA-system	
<0,36		Inte passande för PA-system	

En mer utförlig beskrivning av regelverk gällande talade utrymningslarm och STI-värden finns i Bilaga 2 - Regelverk och standarder.

3.9 Mätning och beräkning av STI

STI mäter Modulation Transfer Index (MTI), som översätts som modulationsöverföringsindex (Steeneken & Houtgast, 2002). I den internationella standarden för ljudsystemutrustning IEC 60268–16 (2003) som berör objektiva mätningar av taluppfattbarhet, finns en standardiserad metod för hur STI ska mätas. Mätningen görs med hjälp av en sändare och en mottagare, där sändaren skickar ut en specifik testsignal, mottagaren registrerar det totala inkommande ljudet och jämför mot det utsända.

Beräkning av STI kan ske med *Ekvation 1*, ekvationen beskriver skillnaden mellan utsänt och mottaget ljud, det vill säga hur väl ljudet bevarats. För att beräkna denna skillnad används MTI genom att beskriva skillnaden i modulationsdjup mellan det utsända och mottagna ljudet (Glebe, 2019), vilket motsvarar skillnaden i amplitud, och kan beskrivas som modulationsdjupet (Houtgast & Steeneken, 2002). Modulationsdjupet påverkas av efterklang i lokalen, bakgrundsljud, kvaliteten på det högtalarsystem som används och andra icke-linjära ljud i omgivningen som maskerar det utsända ljudet (IEC 602068-16, 2003). MTI mäts över sju oktavband med centerfrekvenser i intervallet 125–8000 Hz som kombineras med 14 olika modulationsfrekvenser mellan 0,63–12,5 Hz (IEC 602068-16, 2003), framförallt i svaga partier.

$$STI = \sum_{K=1}^7 \alpha_k \cdot MTI_k - \sum_{K=1}^6 \beta_k \cdot \sqrt{MTI_k \cdot MTI_{k+1}} \quad \text{Ekvation 1}$$

α_k , viktad faktor vid oktavband k ,

β_k , redundansfaktor för oktavbanden k och $k+1$,

Både α_k och β_k kan hittas i standarden IEC 60268–16 (IEC 602068-16, 2003),

MTI_k står för Modulation Transfer Index och kan beräknas med *Ekvation 2*. MTI_k beskriver skillnaden mellan utsänt och mottagen modulationsdjup vid oktavband k (IEC 602068-16, 2003).

Summan täcker ett frekvensområde som motsvarar olika hastigheter med vilka man kan förväntas uttala ord och meningar. Summeringen täcker alla normala talhastigheter. Ekvationen för MTI_k används för att beräkna medelvärdet av modulationen för 14 olika talhastigheter per oktavband.

$$MTI_k = \frac{1}{14} \sum_{f=1}^{14} TI_{k,f} \quad \text{Ekvation 2}$$

$TI_{k,f}$ betyder överföringsindex och konverterar signal-brusförhållande till ett överföringsindex, detta görs specifikt för varje oktavband k och modulationsfrekvens f . För att ta fram $TI_{k,f}$ används *Ekvation 3*, som presenteras nedan.

$$TI_{k,f} = \frac{SNR_{k,f} + shift}{range}, \text{ där } 0 < TI_{k,f} < 1.0 \quad \text{Ekvation 3}$$

$T_{ik,f}$ ligger i intervallet $0 < T_{ik,f} < 1$, där 0 motsvarar att inget av det utsända ljudet som mottas kan identifieras mot det ursprungliga, och 1 motsvarar att det mottagna ljudet är detsamma som det utsända (Glebe, 2019). I studien spänner $-15 \text{ dB} < \text{SNR}_{k,f} < 15 \text{ dB}$ upp intervallet $0 < T_{ik,f} < 1$. Detta motsvarar shift 15 dB och range 30 dB. Tolkningen är att $\text{SNR} > 15 \text{ dB}$ inte förbättrar taluppfattbarheten ytterligare, då den redan är maximal vid 15 dB, och på samma sätt försämrar $\text{SNR} < -15 \text{ dB}$ inte taluppfattbarheten ytterligare, då den är obefintlig vid -15 dB.

$\text{SNR}_{k,f}$ motsvarar det effektiva signal-brusförhållandet för oktavband k och modulationsfrekvens f , och beräknas med *Ekvation 4*.

$$\text{SNR}_{k,f} = 10 \log \frac{m'_{k,f}}{1-m'_{k,f}} \text{ dB} \quad \text{Ekvation 4}$$

$m'_{k,f}$ är ett effektivt modulationsindex och beräknas för varje oktavband k och modulationsfrekvens f , och beräknas med hjälp av *Ekvation 5*.

$$m'_{k,f} = m_{k,f} \frac{I_k}{I_k + I_{am,k} + I_{rs,k}} \quad \text{Ekvation 5}$$

Där I_k innebär intensiteten i oktavband k och $I_{am,k}$ innebär intensiteten av ljudmaskeringen i oktavband k . Vidare definieras $I_{rs,k}$ som ett index för den lägre hörtröskeln för varje oktavband k . $I_{am,k}$ samt $I_{rs,k}$ sätts i relation till I_k för att relatera ljudnivån till en absolut nivå. Ljudmaskeringens intensitet, $I_{am,k}$, beräknas med *Ekvation 6*.

$$I_{am,k} = I_{k-1} \times amf \quad \text{Ekvation 6}$$

Där I_{k-1} är intensiteten för ljudmaskeringen i oktavband $k-1$ och hörselmaskeringsfaktorn, amf , beskriver intensitetsdämpningen av den maskerande signalen i det nästkommande, högre oktavbandet.

3.10 Metoder för taluppfattningstest

Under litteraturstudien kunde det konstateras att det gjorts många tester kring taluppfattbarhet i olika sammanhang och att flera olika metoder för lyssningstester tagits fram. Av metoderna som tagits fram är många en vidareutveckling av tidigare metoder, men det finns även metoder som skiljer sig och som har helt andra tillämpningsområden. Av metoderna som identifierades valdes några få att studeras djupare. De metoder som presenteras i detta avsnitt är de metoder som ansetts mest väsentliga för studien och framtagningen av dess lyssningstester.

Hagermans meningar är en benämning på ett typ av hörseltest som togs fram av Björn Hagerman (1981), Karolinska Institutet, för att mäta taluppfattningströskeln (Andrén, et al., 2013). Testet innebär att försökspersoner ska uppfatta ord i meningar vid olika signal- till brusförhållanden, varpå förhållandet succesivt ökas, tills endast 50 % av orden uppfattas av försökspersonen (Andrén, et al., 2013). Meningarna består av totalt 50 ord och är uppbyggda av fem ord i tio meningar. Uppbyggnaden är med ordning enligt: egennamn, verb, räkneord, adjektiv och subjektiv som slumpmässigt väljs ut sätts ihop till meningar. Ett exempel på detta är *Peter köpte två fina knappar* (Hagerman, 1981). För att få ett tillförlitligt resultat är Hagermans meningar uppbyggda på ett homogent sätt, med samma svårighetsgrad (Andrén, et al., 2013; Hagerman, 1981). Slumpmässigheten i meningarna skapar låg redundans så att försökspersonerna inte kan gissa sig till eller förutspå vad som ska sägas. På så sätt minskar risken för omedvetna inlärningseffekter, den så kallade *primingeffekten* (Nationalencyklopedin, u.d.; Andrén, et al., 2013).

HINT är en amerikansk studie som likt för Hagermans meningar, mäter taluppfattningströskeln (Andrén, et al., 2013). Bruset som används för att mäta taluppfattningströskeln ställs in på en fast nivå. Metoden mäts i ett signal- till brusförhållande och är det värde som noteras när försökspersonen uppfattar 50% av orden. Testet består av totalt 250 meningar som är framtagna för att vara naturliga samt med likställande svårighetsgrad. Metoden är adaptiv, vilket innebär att nivån på testet varierar efter försökspersonens svar (Edvall & Reimers, 2014). Dessutom är testet inte lika känsligt för golv- och takeffekter som andra tester, i vilka man endast kontrollerar andel rätt (Edvall & Reimers, 2014).

Eromotic Research har tagit fram Speech-in-Noise Test (SIN), som är originalet och togs fram för att se hur många ord som kan uppfattas vid olika bullernivåer, både med och utan hörselhjälp (Etymotic Research, 2006). *SIN* och vidare *Quick-SIN* är ett ”ord i meningar”- test och består av 18 unika listor med sex meningar (Etymotic Research, 2006). I varje mening är fem ord utvalda, dessa är de som ger poäng vid upprepning av försökspersonen (Etymotic Research, 2006). Liket *HINT* är metoden utformad för att uppnå ett naturligt tal (Edvall & Reimers, 2014). I *Quick-SIN* har meningsmaterialet från *SIN* bearbetats för att vara snabbare och få ord som är mer lika (Etymotic Research, 2006). Liket *Hagermans meningar* varierar brusnivån i testet, talnivån hålls på en fast nivå. Meningsmaterialet består av fem nyckelord som försökspersonen sedan ombes att upprepa (Edvall & Reimers, 2014).

3.11 Talat utrymningslarm som riskreducerande åtgärd

Vid brand eller annan fara ska personer i en byggnad kunna utrymma säkert. Ett talat utrymningslarm är en åtgärd vars uppgift är att sända ut ett meddelande för att initiera utrymning av en byggnad i händelse av fara, till dess att utrymningslarmet återställs (Brandskyddsföreningen, 2009). Genom att varsegeöra personer om brand i ett tidigt skede skapar det talade utrymningslarmet goda förutsättningar för personer att ta sig till en säker plats, innan dess att kritiska förhållanden uppstår (Boverket, 2011). Förmedling av information om situationen, som det talade utrymningslarmet medför, skapar även goda förutsättningar för en tidig släckinsats, vilket är avgörande för hur omfattande skadorna på egendom blir (Räddningsverket, 1997). Det talade utrymningslarmet som åtgärd uppfyller begreppet ”hindra och begränsa skador till följd av brand”, vilket innebär att människor och egendom förs i säkerhet vid brand (Räddningsverket, 1997). För att det talade utrymningslarmet ska kunna uppfylla sitt syfte är det av stor betydelse att meddelandet hörs väl och är hörbart i samtliga delar av byggnaden (Nilsson, 2014), vilket visar på taluppfattbarhetens betydelse för talade utrymningslarm som en riskreducerande åtgärd.

Med en riskreducerande åtgärd menas åtgärder som implementeras för att helt eliminera eller reducera risken (Frantzich, et al., 2003). Talade utrymningslarm kategoriseras som reducerande då det, som tidigare nämnt, reducerar konsekvenserna av brand. Det finns två typer av åtgärder som reducerar den samlade risknivån, dessa benämns som skadebegränsande och olycksbegränsande åtgärder (Uneram, 2009). En skadebegränsande åtgärd innebär att konsekvenserna minskas genom att mildra skador, samt att potentiellt avbryta ett pågående olycksförlopp, vilket ett talat utrymningslarm medför. Riskreducerande åtgärder brukar vidare kategoriseras i undergrupper där talade utrymningslarm kan kategoriseras som preventivt skadebegränsande genom det tekniskt aktiva brandskyddssystem det utgör (Frantzich, et al., 2003). Talade utrymningslarm kategoriseras dessutom som en akut skadebegränsande åtgärd, då det genererar en akut åtgärd i form av utrymning efter det att brand har uppkommit (Frantzich, et al., 2003).

Talade utrymningslarm kan även ses som riskreducerande eftersom dess informationsförmedling har en positiv påverkan på det mänskliga beteendet vid en utrymningssituation. Utifrån flera studier har det påvisats att rätt förmedlad information medför mer optimala beslutsprocesser för situationen (Proulx, 2001; Nilsson, 2014), samt en kortare tid för utrymning (Holmström & Sävmark, 2013).

Det finns många svårigheter kring hantering av risker och många av dem kopplas till människan. Människans kognitiva och perceptuella förmågor är mycket individberoende (Fischhoff, et al., 2009), vilket medför att dessa är svåra att ta hänsyn till samt att förutse hur ett system kommer fungera i praktiken.

3.11.1 Riskperception

I publika miljöer där talade utrymningslarm förekommer vistas en mängd människor som har olika syften med vistelsen och även olika bakgrunder. Detta medför att det finns skillnader i

riskperception som behöver tas hänsyn till och därmed är något som bör tas hänsyn till vid undersökningar av taluppfattbarhet.

Riskperception handlar om hur en risk uppfattas och är ett fenomen som skiljer sig mellan individer (Akselson, 2014). Skillnaden beror på faktorer som erfarenheter, värderingar samt om risken är påtvingad eller inte (Akselson, 2014). Kulturskillnader brukar också beskrivas som en central anledning till att det finns skillnader i perception av risk (Frantzich, et al., 2003). Även kön, ålder, expertis och ansvar har påvisats inverka på riskperceptionen (Enander, 2005). Samhället går mot att blir allt mer heterogent på grund av en ökad grad av globalisering, segregering och demografiska förändringar vilket gör att individuella skillnader ökar (Olofsson & Öhman, 2006). Därmed blir det allt viktigare att vara medveten om dessa skillnader vid utformning av säkerhetssystem som utrymningslarm (Olofsson & Öhman, 2006).

Även omständigheterna kring vistelsen på olika platser har visat sig ha en inverkan på hur man upplever risk (Dahlstrand & Lindau, 2017; Andersson & Jönsson, 2011). Ett exempel på detta är att risken upplevs som större vid utrymning via trappa på hög höjd jämfört med en lägre höjd, även fast risken är densamma (Andersson & Jönsson, 2011). Hur personer upplever risk beror på mycket mer än vad som visuellt kan ses och blir ännu svårare att ta på då många av våra beteenden sker omedvetet och att långt ifrån alla beslut är aktiva ställningstaganden (Enander, 2005).

4 Etiska aspekter i samband med försöken

I detta kapitel redovisas de etiska aspekter som tagits hänsyn till i samband med pilot- och fullskaleförsöket.

Forskning som avser praktiska försök på människor ska enligt lag (2003:460) godkännas vid en etikprövning. Lagen syftar till att skydda den enskilda människan, på så sätt att de inte får komma till psykisk eller fysisk skada i samband med praktiska försök. Lagen avser forskning med syfte att inhämta ny kunskap på ett vetenskapligt experimentellt eller teoretiskt arbetssätt (Regeringskansliet, 2003). Lagen om etikprövning av forskning som avser människor, avser inte arbete som utförs inom ramen för högskoleutbildning på grundnivå eller avancerad nivå, vilket detta examensarbete utgörs av. Trots att försöken som utförs i studien inte faller inom ramen för etikprövning utformades försöken på ett sätt som beaktar etiska aspekter för att undvika att utsätta försökspersonerna för fara.

För att säkerställa att försökspersonerna var medvetna om deras rättigheter fick försökspersonerna information om utförandet och risker innan försöket inleddes. När försökspersonerna delgivits informationen ombads de skriva under en samtyckesblankett, blanketten redovisas i Bilaga 3 - Samtyckesblankett.

I samband med försöken gjordes en del etiska överväganden för att säkerställa att försökspersonerna som deltog i försöken inte utsattes för onödiga och oacceptabla risker. De aspekter som beaktades i samband med försöken var följande:

- Försökspersonernas integritet
- Försökspersonernas rätt att avbryta
- Lindriga fysiska och psykiska biverkningar
- Risk och nytta med försök

4.1 Försökspersonernas integritet

Både pilotförsöket på Lunds Tekniska Högskola och fullskaleförsöket genomfördes anonymt bortsett från att försökspersonerna uppgav sitt namn samt mailadress vid anmälan till pilotförsöken. Dessa kopplades inte samman med resultaten senare. Inga personuppgifter dokumenterades i samband med försöken. Dokumentation under försöken skedde skriftligen utifrån de observationer som gjordes av försöksledarna samt deltagarnas egna tankar. För att värna om försökspersonernas integritet användes inte ljud- eller videoinspelning för dokumentation.

4.2 Försökspersonernas rätt att avbryta

Under hela försöket hade försökspersonen rätt att när som helst avbryta försöket. Om försökspersonen insisterade på att avbryta försöket tilldelades denne ändå en biobiljett, vilket det informerades om i samtyckesblanketten. Försöksledarna var på plats under hela tiden för

försöket, vilket gjorde det möjligt för försökspersonerna att när som helst meddela om försöket ville avbrytas.

4.3 Lindriga fysiska och psykiska biverkningar

I samband med de praktiska försöken identifierades huvudvärk, trötthet och påverkan på hörseln som biverkningar rimliga att ta hänsyn till. Riskerna för dessa biverkningar bedömdes som mycket små och försumbara då försöken varade under en mycket kort tid. Mellan varje ljudfil fick försökspersonen även en kortare paus vilket gjorde exponeringen mindre. Ljudvolymen i försöken var dessutom inte högre jämfört med normala ljudförhållanden, vilket bedömdes som positivt ur ett perspektiv kopplat till försöksrisker.

4.4 Risk och nytta med försök

Innan beslut om att nyttja praktiska försök i studien vägdes försökens risk mot nyttan av dessa för studien. Praktiska försök bedömdes vara det bästa sättet för studiens datainsamling och ansågs därför nödvändiga. Nyttan med försöken vägde tyngre än dess risker, som i förhållande var mycket små.

För att resultaten från försöken skulle bli så validerade och användbara som möjligt, tilldelades försökspersonen inte detaljerad information om försökets innehåll och tillvägagångssätt. Ingen information avseende risker eller andra viktig information kopplade till försöket undanhölls försökspersonen. Nyttan i att undanhålla information om försökens utförande bedömdes nödvändig, samt inte medföra någon extra risk för försökspersonerna. Nyttan som uppnåddes med att inte tilldela försökspersonen detaljerad information om försöket var att effekter kopplade till inläring eliminerades.

5 Pilotförsök

I följande avsnitt presenteras motivering, samt metoden för pilotförsöket. Även förberedande delar och försöksutförande beskrivs.

Motivering till val av försökets utförande samt ingående komponenter redovisas i de efterföljande avsnitten i detta kapitel. I kapitlet förekommer begreppen ljudfiler, meddelanden och meningar ofta, innebörden för dessa är enligt följande.

Meningar – ord och utfyllnadsord bildar tillsammans meningar.

Meddelanden – består av meningar som uppläses av en röst.

Ljudfiler – består av meddelanden och bakgrundsljud.

5.1 Val av utformning

Som beskrives i avsnitt 2.2 Datainsamling utfördes ett pilotförsök för att utgöra grund till det efterföljande fullskaleförsöket. För att skapa så bra förutsättningar som möjligt för fullskaleförsöket utformades därför metoden för pilotförsöket med detta i beaktning, exempelvis var många delar i de båda försöken lika i utformning för att lättare kunna applicera data från pilotförsöket på fullskaleförsöket.

Metoden för pilotförsöket bestod huvudsakligen av ett praktiskt lyssningstest, som innebar att varje försöksperson lyssnade på sex till sju ljudfiler med olika STI-värden och varierande parametrar. Ljudfiler spelades in för att testa om, och i så fall hur, de olika parametrarna inverkar både objektivt och subjektivt på taluppfattbarheten. Testparametrarna som tillfördes ljudfilerna och meddelandena bestod av en manlig eller kvinnlig röst, svenskt eller engelskt språk samt två olika typer av bakgrundsljud. Även en visuell distraktion utgjorde en testparameter för vissa försökspersoner.

För att säkerställa att ordningen av ljudfilernas uppspelning inte hade någon betydelse för resultatet spelades ljudfilerna upp i en viss ordning för hälften av försökspersonerna och en annan för den andra hälften. Ordningarna som användes vid uppspelningen av ljudfilerna var slumpvisa för att inte riskera att försökspersonerna vände sig vid en annars stigande svårighetsgrad.

I försökets initialskede informerades försökspersonen om studien samt testets tillvägagångssätt och syfte, som beskrivet i avsnitt 4.4 tilldelades försökspersonen ingen information som kunde underminera resultatet. Försökspersonen tilldelades även information om försöksrisker, integritet och rätten att avbryta. Efter tilldelandet av informationen fick försökspersonen underteckna en samtyckesblankett, som innebar att personen gav sitt samtycke till att delta i försöket. Innan försöket informerades försökspersonen om att frågor skulle ställas av försöksledarna efter varje ljudfil, frågorna som ställdes visas i Bilaga 4 - Frågeformulär pilotförsök. Om *visuell distraktion* var en testparameter informerades försökspersonen om att

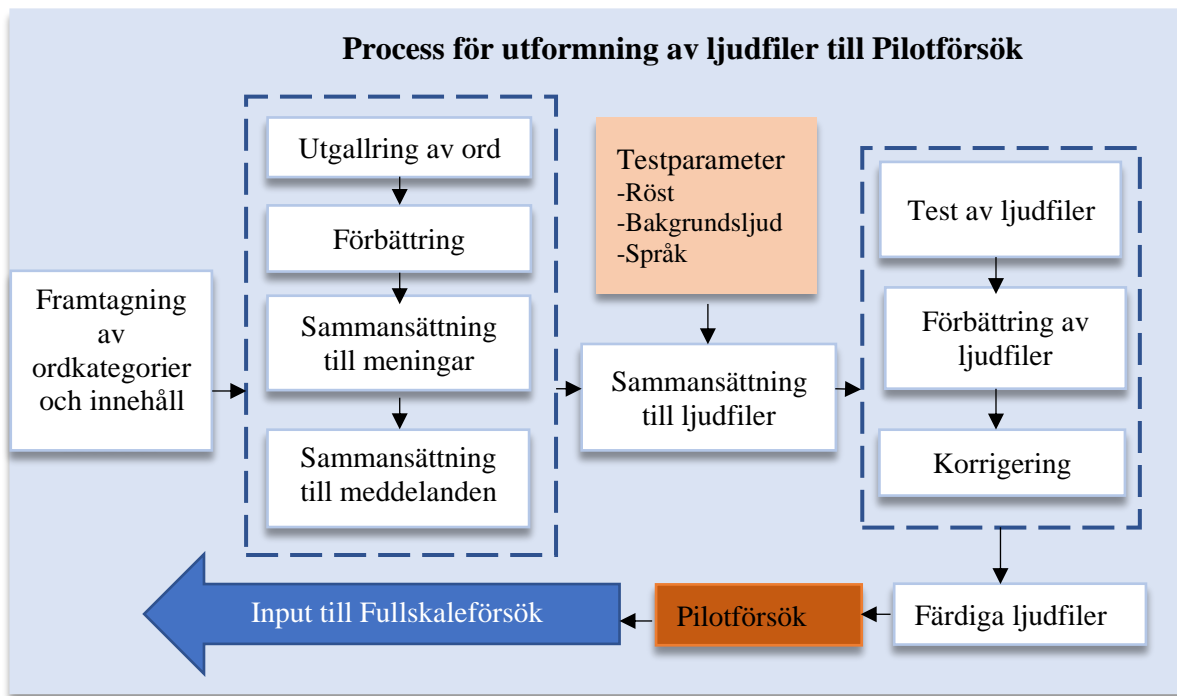
denne skulle kolla på en film. I sin helhet tog försöket ungefär 20 minuter för varje försöksperson, inkluderat informering och insamling av svar på de utvärderande frågorna. Vid informeringen visades svarsblanketten där försökspersonen skulle fylla i de ord som hördes i ljudfilerna samt testades hörlurarna som skulle användas, blanketten visas i Bilaga 5 - Försöksformulär. För att kunna undersöka hur fasta oförändliga faktorer och även andra erfarenheter kopplat till personen inverkar på taluppfattbarheten, samlades demografiska data om kön, ålder, hörselnedsättning, modersmål och engelskkunskaper in.

Försöket bestod av att försökspersonen skulle lyssna på totalt sex eller sju ljudfiler med varierande STI-värde och samtidigt fylla i de siffror och ord som saknades på försöksformuläret, på så sätt kunde antal rätt mätas och översättas till ett objektiva mått på taluppfattbarheten. Ett exempel som illustrerade typen av meddelande som ljudfilerna skulle innehålla visades både som text och ljud, för att säkerställa att försökspersonen förstått uppgiften. För att få ett subjektivt mått på taluppfattbarheten ställdes det efter varje ljudfil ett antal frågor på den ljudfil som hörts, dessa bestod av frågor om ljudfilens innehåll och parametrarna som varierade. Samma frågor ställdes på alla ljudfiler för att kunna jämföra svaren mellan ljudfilerna och därmed olika STI-värden. Innan försöket informerades försökspersonen om att frågor skulle ställas av försöksledarna efter varje ljudfil, frågorna som ställdes visas i Bilaga 4 - Frågeformulär pilotförsök. Frågorna bestod gällde meddelandets innehåll och utgjorde ett mått på den subjektiva taluppfattningen. Om *visuell distraktion* var en testparameter informerades försökspersonen om att denne skulle titta på en film.

Utförandet för försöket bestod av en procedur som upprepades för varje ljudfil som försökspersonen lyssnade på. Varje ljudfil som försökspersonerna inom varje försöksgrupp lyssnade på hade olika STI-värden, detta för att se hur de olika parametrarna inverkar på taluppfattbarheten vid olika ljudförhållanden. Försöksuppställningen bestod av ett datorprogram Audacity, TV-skärm och hörlurar, och var lika för samtliga försökspersoner oavsett försöksgrupp. Det som skiljde försöksgrupperna åt var ljudfilernas innehållande testparametrar samt att vissa försökspersoner ombads att samtidigt titta på en film på TV-skärmen.

5.2 Utformning av ljudfiler

Innehållet i ljudfilerna bestod av ett meddelande samt parametrar i form av röst, språk och bakgrundsljud och ett visst STI-värde. För att se vilken inverkan de olika parametrarna hade på taluppfattbarheten vid olika svåra ljudförhållanden innehöll ljudfilerna olika STI-värden, som spände upp ett intervall från ”bra” till ”dålig” taluppfattbarhet. Processen för framtagningen av ljudfilerna till pilotförsöket visas i Figur 5.1.



Figur 5.1 Process för framtagning av ljudfiler

Tidigare metoder och teori beträffande ljud och taluppfattbarhet användes som grund vid framtagning av ord och meningar till meddelandena. Utifrån kartläggningen identifierades flera metoder för taluppfattningstest, bland annat följande: Hagermans meningar, Hearing In Noise Test (HINT), och SIN/Quick-SIN. Vid framtagningen ljudfilerna användes dessa som inspiration.

Ljudfilerna spelades delades upp i fyra grupper baserat på de parametrar som ljudfilerna innehöll. Det togs även fram ljudfiler för att testa individuella skillnader.

Motivering till val av försökets utförande samt ingående komponenter redovisas i de efterföljande avsnitten i detta kapitel.

5.3 Undersökta parametrar

Parametrarna som undersöktes i pilotförsöken var typ av röst, språk, bakgrundsljud och visuell distraktion, Tabell 5.1 visar de olika parametrarnas variationer som förekom i de olika ljudfilerna. För att testa om och hur en variation av parametrarna påverkade taluppfattbarheten testades de olika variationerna i olika kombinationer för försöksgrupper, som inkluderade tio försökspersoner vardera.

Samtliga parametrar förekom i två olika variationer, *variation a* eller *variation b*. Ljudfilerna bestod av parameter 1, 2 och 3, med antingen *variation a* eller *variation b*. Vid testtillfället adderades en visuell distraktion, parameter 4, som en övrig omständighet. Parameter 4 innebar att en film lades till testtillfället. Ljudfilerna och testtillfällena konstruerades till ett antal som täckte samtliga kombinationer av parametrarna. Kombinationerna delades sedan upp på de olika försöksgrupperna bestående av: kvinna-prat, kvinna-trafik, man-prat och man-trafik. Försöksgrupperna hade både svenska och engelska som varierande parametrar men talaren och

bakgrundsljudet hölls konstant. Samtliga kombinationer av parametrar samt vilka kombinationer försöksgruppernas ljudfiler innehöll i detalj redovisas i Bilaga 8 - Kombination av parametrar.

Tabell 5.1 Förekomna variationer av testparametrar vid teststillfällena

Parametrar i ljudfiler		
<i>Parameter</i>	<i>Variation a</i>	<i>Variation b</i>
1 Röst	Manlig	Kvinnlig
2 Språk	Svenska	Engelska
3 Bakgrundsljud	Dominerande prat	Dominerande trafik
Övrig parameter		
<i>Parameter</i>	<i>Variation a</i>	<i>Variation b</i>
4 Visuell distraktion	Film	Ingen film

I de olika ljudfilerna varierade även *språket* mellan svenska och engelska. Som beskrivet i avsnitt 3.2.3 har språket visat sig ha en betydelse för förmågan att uppfatta tal. Lyssnarens språkkunskaper om det talade språket påverkar taluppfattbarheten (Arbetsmiljöverket, 2005). Språkliga strategier används också för att övervinna maskeringseffekter (Assmann & Summerfield, 2004). Meningarna som togs fram på svenska, översattes till engelska och spelades in med manligt och kvinnligt tal. Den kvinnliga rösten hade australiensk accent och den manliga rösten hade amerikansk accent. Huruvida accenten hade betydelse för taluppfattbarheten, undersöktes inte vidare i studien. Ljudfilen spelades upp med samma signal- till brusförhållande för samtliga försökspersoner för att sedan jämföras mot den svenska ljudfilen med motsvarande signal- till brusförhållande. Samtliga försökspersoner lyssnade på en ljudfil med engelskt tal.

Rösten som läste upp det talade meddelandet i ljudfilen varierades mellan en manlig och kvinnlig röst. Vilken typ av röst har tidigare visat sig påverka utrymningsförloppet (Holmström & Sävmark, 2013; Bayer & Rejnö, 1999). Som beskrivet i avsnitt 3.4, finns det skillnader i talljud mellan kvinnor och män vilket gör att rösterna hörs och kan uppfattas olika (Liddle, 2018; Nilsson, et al., 2005). Den manliga och kvinnliga talaren i ljudfilerna hade samma dialekt, motsvarande rikssvenska, eftersom dialekten har visat sig inverka på den upplevda auktoriteten och validiteten (Bayer & Rejnö, 1999).

Bakgrundsljudet i ljudfilerna bestod av trafik och prat, där den ena variationen var att pratets styrka dominerade gentemot trafiken och trafiken dominerade i den andra. I studien benämns dessa i vissa fall efter det dominerande bakgrundsljudet, det vill säga i form av prat eller trafik, trots att båda ljuden förekommer. Bakgrundsljudet inkluderar allt ljud som inte utgörs av meddelandet. Bakgrundsljud påverkar taluppfattbarheten genom att det maskerar talet, vilket beskrivs i avsnitt 3.2 och 3.2.3. Bakgrundsljudet medför att tal kan bli svårt att urskilja och därmed tolka (Akselson, 2014; Klätte, et al., 2010; Hygge, et al., 2013). För alla typer av taluppfattbarhetstest är bakgrundsljudet viktigt, och det är även särskilt viktigt att

bakgrundsljudet upplevs som verklighetstroget (Etymotic Research, 2006). Bakgrundsljudet bestående av prat spelades in på ett café vid Lunds Tekniska Högskola, där personerna som hörs i filen givit godkännande till användning i studien. Trafikljudet hämtades från Youtubes ljudbibliotek, för fri användning.

En *visuell parameter* lades till som en parameter och var tänkt att utgöra ett distraktionsmoment. Hälften av försökspersonerna fick titta på en enklare film samtidigt som de lyssnade på ljudfilerna. Två filmer av liknande svårighetsgrad valdes ut för att matcha med de två olika bakgrundsljuden, en med en pratig miljö och en med trafik. Filmerna medförde ett extra moment för försökspersonen, vilket innebar att den kognitiva förmågan utmanades ytterligare. Individens kognitiva förmåga påverkas av flera saker och har visat sig ha en påverka taluppfattbarheten (Besser, et al., 2013; Becker, 2015), detta beskrivs i avsnitt 3.5. En visuell bild förstärker även det som hörs, vilket påverkar taluppfattbarheten, förstärkningen medför att det blir lättare att urskilja vad som hörs (Linell, 2015). Matchningen av filmerna och bakgrundsljuden var även viktig ur bakgrundsljudets perspektiv, då det vid taluppfattbarhetstest som tidigare nämnt, är viktigt att det bakgrundsljudet upplevs som verklighetstroget. En film som inte stämde överens med bakgrundsljudets innehåll, skulle inte medföra en verklighetstrogen bild av bakgrundsljudet. Därför var det inte av intresse att jämföra de olika filmerna sinsemellan, utan dessa räknades endast som visuell distraktion som förstärkte bakgrundsljud och medförde ett extra moment. Jämförelserna som var intressanta var mellan de som sett en film, oavsett vilken, med de som inte hade någon.

5.3.1 Meddelandenas utformning

Meningarna utformades så att en objektiv mätning av försökspersonens taluppfattning var möjlig, på så sätt kunde ett mått på försökspersonens faktiska förståelse mätas (Sjöström, 2019). För att möjliggöra detta utformades meddelandet med mätpunkter så att antal rätt kunde kvantifieras. Mätpunkterna utgjordes av substantiv och siffror, vilket gjorde det tydligt om försökspersonen svarat rätt eller fel. Samtliga meningar utformades på samma sätt och med samma uppbyggnad, men med olika substantiv och siffror som mätpunkter. Meningen nedan är ett exempel på en mening som användes, de understrukna delarna utgjorde meningens mätpunkter i försöket.

*Först ska vi ha 2 stolar och sen ska vi ha 30 äpplen. Efter det vill vi ha 5 tröjor.
Till sist vill vi ha 4 gurkor, 1 bok och 2 hundar.*

Mätpunkterna i meningarna utgjordes av tolv ord och siffror. Med mätpunkterna kunde antalet rätt i varje mening summeras och sedan översattas till en andel rätt, likt *Hagermans meningar* och *HINT*. Siffran framför substantivet lades till för att öka antalet mätpunkter och därmed få en mer precis andel. I Bilaga 7 - Meningar till Pilotförsök, presenteras samtliga meningar som användes i ljudfilerna.

Under kartläggningen kunde det konstateras att *Hagermans meningar* (Hagerman, 1981) legat till grund för mycket forskning inom ämnet, metoden ansågs därför vara väl beprövad och fick dels ligga till grund för hur meddelandena utformades. Orden till meningarna valdes

omsorgsfullt ut för att uppnå en likvärdig svårighetsgrad på samma sätt som *HINT* (Andrén, et al., 2013) och *Hagermans meningar*. Totalt utformades sju stycken meningar bestående av sju substantiv, sju siffror samt utfyllnadsord. Antalet kombinationer av ord utformades till sju för att samma försöksperson skulle få lyssna på olika meningar för varje ny ljudfil och STI-nivå. Försökspersonen kunde på så vis ”återanvändas” samtidigt som risken för inlärningseffekter eliminerades. För att säkerställa en jämn svårighetsgrad och samtidig undvika inlärningseffekter tillhörde de sju olika substantiven i meningarna olika kategorier. Substantiven tillhörde följande kategorier och hade samma ordning i samtliga meningar: en frukt, en möbel, mejeri eller torrvara, en grönsak, ett ting och ett djur. När kategorierna bearbetats valdes sju ord till varje kategori ut.

Meningar formulerades genom att tillsätta omsorgsfullt utvalda utfyllnadsord till de utvalda orden. Målet med utfyllnadsorden var att välja ord som var naturliga och inte påverkade substantiven och siffrornas betydelse i sammanhanget. Tidigare metoder som *Hagermans meningar* och *HINT* har fått kritik för att meningarna är onaturliga på grund av att orden är slumpvisa och sällan förekommer i ett gemensamt verkligt sammanhang. Precis som i *Quick-SIN* (Edvall & Reimers, 2014) eftersträvades det att skapa så naturliga meningar som möjligt. Naturligheten i meddelandena vägdes mot slumpmässigheten som medförde att inlärningseffekter minskade, men som även medförde att meddelandena blev onaturliga. Det bedömdes att ordens slumpmässighet var viktigare för försökens validitet, varför denna prioriterades vid val av testord. För att meningarna och orden inte skulle bli allt för onaturliga bearbetades utfyllnadsorden på ett sätt så att de inte bidrog till att sätta orden och siffrorna i ett gemensamt sammanhang.

Nivån på försöket och meningarna eftersträvades att ligga på en kognitivt och intellektuellt enkel nivå, detta för att de individuellt skiljande kognitiva förmågorna inte skulle ha betydelse för resultatet. Tanken med den valda meningsuppbyggnaden var att försökspersonen inte skulle behöva lyssna klart på hela meddelandet för att de olika orden skulle ha en betydelse, utan så fort ett substantiv eller en siffra hördes skulle försökspersonen kunna uppfatta dessa utan hela kontexten. Det bedömdes på så vis minska risken för att försökspersonen skulle bli förvirrad om denne endast uppfattade enstaka ord i meningen. För att minska risken för att försöken krävde en god minnesförmåga, spelades meningarna upp i en relativt långsam takt som möjliggjorde att substantiven och siffrorna kunde antecknas samtidigt som meddelandet spelades. I studien om röstkvalitéer och bakgrundsbuller av Langvik & Wellerhaus (2014) ifrågasattes dock huruvida den kognitiva förmågan påverkas av att göra två saker samtidigt. Studien menar på att uppmärksamheten på vad som sägs minskar om anteckningar tas samtidigt. För att undvika detta utformades enkla meningar som testades på ett par personer, innan pilotförsöket. Meddelandets totala längd var ungefär 40 sekunder.

Meddelandena spelades även in med en kvinnlig och manlig engelsk röst. De engelska meningarna utformades på samma sätt som de svenska meningarna men orden till de engelska. De två meningarna spelades in på engelska redovisas i Bilaga 7 - Meningar till Pilotförsök. Precis som de svenska meningarna var de engelska meningarna på en enkel språklig nivå för att inte kräva några särskilda engelska kunskaper hos försökspersonerna. För att säkerställa att taluppfattbarheten testades och att inte engelskkunskaper spelade roll tillfrågades försökspersonerna om deras språkkunskaper.

5.3.2 STI-värde

Totalt användes fem olika STI-värden för de olika ljudfilerna, för varje ny ljudfil som försökspersonen fick lyssna på användes ett nytt STI-värde och meningsinnehåll. STI-värdena som användes till de olika ljudfilerna presenteras i Tabell 5.2. Eftersom STI-värden inte är något man kan ställa in till ett precist önskat värde, vilket är möjligt för exempelvis volym, togs ett signal- till brusförhållande först fram för samtliga ljudfiler för att sedan kunna beräkna motsvarande STI-värde. STI är ett mått där signal- till brusförhållande inkluderas, så därför förhåller sig STI-värde och signal-brusförhållande till varandra. Detta faktum möjliggjorde ett framtagande av önskade STI-värden genom att subjektivt uppskatta signal- till brusförhållandet. Framtagandet av signal- till brusförhållandena beskrivs mer utförligt i Bilaga 9 - Justering av signalnivåer. I Bilaga 10 - Beräkning av signal-till brusförhållanden beskrivs även mer utförligt hur STI-värdena togs fram. Målet var att ljudfil 1–5 skulle ha samma stigande svårighetsgrad för samtliga försökskombinationer. I tabellen kan detta läsas ut genom att samtliga försökskombinationer hade snarlika STI-värden för ljudfil 1, ljudfil 2 och så vidare. På så sätt möjliggjordes jämförelse mellan de olika försökskombinationerna.

Tabell 5.2 STI-värde för ljudfil och tillhörande mening. * Ljudfil på engelska. **Ljudfil för test av individuella skillnader.

STI-värde för respektive ljudfil och mening

Ljudfil	Meddelande	Försöksgrupp			
		Kvinna-Prat	Kvinna-Trafik	Man-Prat	Man-Trafik
1	Först ska vi ha 2 stolar och sen ska vi ha 30 äpplen. Efter det vill vi ha 5 tröjor. Till sist vill vi ha 4 gurkor, 1 bok och 2 hundar.	0,67	0,66	0,73	0,71
2	Först ska vi ha 4 soffor och sen ska vi ha 40 päron. Efter det vill vi ha 7 byxor. Till sist vill vi ha 6 tomater, 2 väskor och 1 katt.	0,57	0,56	0,63	0,62
3	Först ska vi ha 6 bord och sen ska vi ha 50 bananer. Efter det vill vi ha 9 kjolar. Till sist vill vi ha 8 svampar, 1 glas och 2 kaniner.	0,47	0,46	0,53	0,53
4	Först ska vi ha 2 mattor och sen ska vi ha 30 apelsiner. Efter det vill vi ha 5 hattar. Till sist vill vi ha 4 paprikor, 2 slevar och 1 häst.	0,37	0,36	0,45	0,43
5	Först ska vi ha 4 pallar och sen ska vi ha 40 hallon. Efter det vill vi ha 7 jackor. Till sist vill vi ha 6 morötter, 1 kniv och 2 grisar.	0,27	0,26	0,33	0,33
6*	First, we would like to have 7 bananas and 6 beds. And then we would like to have 7 jackets. We would also like to have 6 tomatoes, 2 bags and 1 cat.	0,47	0,49	0,43	0,44
7**	Först ska vi ha 6 sängar och sen ska vi ha 50 citroner. Efter det vill vi ha 9 mössor. Till sist vill vi ha 8 potatisar, 2 skedar och 1 höna.	0,40	0,36	0,45	0,40

5.4 Försöksgrupper

Försökspersonerna som deltog i pilotförsöket delades upp i fem försöksgrupper, där varje grupp fick olika kombinationer av parametrar. Varje försöksgrupp bestod av tio personer och valdes till ett antal då det ansågs rimligt och tillräckligt stort för studiens omfattning, samt för att resultaten av pilotförsöken inte skulle kunna bero på rena tillfälligheter (Statistiska Centralbyrån, u.d.). De olika försöksgruppernas resultat jämfördes sedan med varandra, för att kunna se vilka parametrar som inverkade på taluppfattbarheten.

De försökspersoner som deltog i pilotförsöket var studenter i åldrarna 22–28, med en genomsnittlig ålder på 24 år. Inget hörseltest genomfördes på försökspersonerna, men samtliga tillfrågades om de hade någon hörselnedsättning. Endast två försökspersoner uppgav att de har en hörselvariation i form av tinnitus. Gällande modersmål, uppgav endast en av försökspersonerna att denne inte hade svenska som modersmål. Fullständig information om försökspersonerna, som samlades in innan försöken, redovisas i Bilaga 11 - Data över försökspersoner.

Samtliga försökspersoner informerades via kontakt via mail och personlig kontakt. Samtliga försökspersoner som rekryterades var studenter vid Lunds Universitet, varav hälften identifierade sig som kvinnor och hälften män.

Försökspersonerna delades slumpmässigt in i försöksgrupper, där varje försöksgrupp fick en specifik kombination av testparametrar. Tabell 5.3 sammanfattar försöksschemat för varje försöksgrupp. För detaljerat försöksschema över varje försökspersons ljudfiler, se Bilaga 8 - Kombination av parametrar.

Varje kombination av testparametrar testades av totalt tio försökspersoner, vilket ansågs rimligt för försökets skala och samtidigt vara tillräckligt för att statistiskt kunna indikera skillnader. Till pilotförsöken skapades även en referensgrupp. Syftet med referensgruppen var att kunna säkerställa att samtliga meddelanden hade samma svårighetsgrad. På så sätt kunde variationer i resultatet med säkerhet förklaras av testparametrarna och inte meddelandets utformning.

Tabell 5.3 Försöksgrupper och tillhörande testparametrar *Utgjordes av referensgrupp

Försöksgrupp	Antal försökspersoner	Testparametrar ljudfiler (Röst/bakgrundsljud)
1	10	Kvinna/Prat
2	10	Kvinna/Trafik
3	10	Man/Prat
4	10	Man/Trafik
5*	10	Kvinna/Man

Individuella skillnader testades på fyra personer i varje försöksgrupp, dessa personer fick då lyssna på sju ljudfiler. I den extra individuella ljudfilen, byttes en försöksparameter ut, det vill

säga antingen könet på rösten eller bakgrundsljudet. Exempelvis fick dem försökspersoner som lyssnade på en individuell ljudfil i grupp ”Kvinna-Prat” därmed lyssna på en individuell ljudfil med kvinnlig röst och trafik som bakgrundsljud. Den individuella ljudfilen hade snarlikt STI-värde som ljudfil fyra, för att kunna jämföra resultatet mot denna. I

Tabell 5.4 presenteras STI-värdena för den individuella ljudfilen samt den ljudfil som den jämfördes med.

Tabell 5.4 STI-värde för individuell ljudfil samt ljudfilen den jämfördes med

Ljudfil	Grupp 1 Kvinna-Prat	Grupp 2 Kvinna-Trafik	Grupp 3 Man-Prat	Grupp 4 Man-Trafik
Ordinarie ljudfil 4	0,37	0,36	0,45	0,43
Individuell ljudfil 7	0,43 (Man-Prat)	0,40 (Kvinna-Prat)	0,40 (Man-Trafik)	0,36 (Kvinna-Trafik)

5.4.1 Referensgrupp

För att kontrollera att pilotförsöket endast testade försökspersonernas taluppfattbarhet och att det var de tillsatta parametrarna som påverkade denna, skapades en referensgrupp. Referensgruppen skulle säkerställa att meningarna hade en låg svårighetsnivå och att de valda rösterna var normala och inte i sig otydliga. Referensgruppen innehöll lika många försökspersoner som de övriga försöksgrupperna och försöket utfördes med samma tillvägagångssätt. Referensgruppen fick lyssna på samtliga meddelanden och röster utan något tillfört bakgrundsljud och med STI-värde 1, motsvarande ”perfekta” ljudförhållanden, för att kontrollera svårighetsgraden på dessa. Referensgruppens resultat utgjorde en referenspunkt, där skillnader i resultaten jämfört med övriga försöksgrupper, endast kunde bero på de kontrollerade och tillförda parametrarna. På så sätt kunde en del osäkerheter elimineras och resultatets validitet stärkas.

5.5 Framtagning av utvärderande frågor

Data från pilotförsöket sammanställdes genom att försökspersonerna fick besvara ett antal frågor. De frågor som användes redovisas i Bilaga 4 - Frågeformulär pilotförsök. Frågorna bearbetades med målet vara så neutrala som möjligt samtidigt passa försöken. Vid framtagandet av frågematerialet låg ett stort fokus på att utforma frågorna på ett sådant sätt att de gav normala och lågredundanta effekter, för att de inte skulle forma resultatet (Statistiska centralbyrån, 2016).

Försökspersonerna besvarade inte frågorna skriftligen utan frågorna ställdes av försöksledarna, som även antecknade svaren, för att eftersträva att tolkningen av frågorna var densamma för samtliga försökspersoner. Hur en fråga uppfattas av motparten ligger till grund för vad och hur denne besvarar en fråga (Statistiska centralbyrån, 2016). För att intervjuer och enkätundersökningar ska få så framgångsrika resultat som möjligt är det därför viktigt att ha frågetekniken i åtanke. Följden av felaktigt ställda och framtagna frågor kan annars bli ett resultat som är missvisande eller direkt felaktigt (Statistiska centralbyrån, 2016). För att minska risken för systematiska intervjuarfel togs frågorna till försöken fram på ett sätt som hela tiden

hade frågeteknik i fokus. Detta innebar att frågorna bland annat ställdes utifrån manus av samma försöksledare samt var så neutrala som möjligt.

För att dela upp respondenterna och undvika mätfel delades vissa frågor upp i filter- och följdfrågor (Statistiska centralbyrån, 2016), exempelfrågor illustreras i Figur 5.2. Detta gjordes för att endast de respondenter frågan rörde skulle besvara frågan. Om personer som inte ska besvara frågan ändå besvarar den, kan det leda till mätfel. Med filterfrågor undviks detta genom att dessa personer filtreras bort genom att hänvisas förbi frågan.

OLIKA TYPER AV FRÅGOR

FILTERFRÅGA, SLUTNA SVARSALTERNATIV

1. Upplevde du att bakgrundsljudet påverkade hur svårt det var att uppfatta meddelandet?

Ja Delvis Nej

FÖLJDFRÅGA, SLUTNA SVARSALTERNATIV

2. Om ja/ delvis på fråga 6. Om 1 är minimal inverkan och 5 är stor inverkan, hur stor inverkan uppskattar du att bakgrundsljudet hade på uppfattningen av meddelandet, på en skala 1–5?

1	2	3	4	5
Minimal				
inverkan <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Stor inverkan

ÖPPET SVARSALTERNATIV

3. Har du några synpunkter på utformningen av försökets upplägg?
-
-

Frågorna i pilotförsöket innehöll tre olika typer av frågor; likertskala, slutna svarsalternativ och öppna svarsalternativ. Likertskalorna utgjordes av en femgradigskala mellan 1–5. Översättningen av sifferindex till ord, så som ”enkelt” och ”mycket svårt”, gjordes utifrån att de lägsta siffrorna skulle utgöra det sämre alternativet. De slutna svarsalternativen möjliggjorde jämförelse mellan de olika testparametrarna. De öppna svarsalternativen utgjordes en fråga följt av ett svar i fritext. Dessa frågor tillförde en kvalitativ del till den kvantitativa studien, samt en möjlighet till att se eventuella svagheter i studiens valda metod (Statistiska centralbyrån, 2016). Med hjälp av de öppna svarsalternativen fanns utrymme för försökspersonen att svara på ett mer förklarande sätt. Enkäterna samlade även in personlig information om försökspersonen, så som kön och ålder.

5.6 Objektivt och subjektivt resultat

För att objektivt kunna utvärdera försökspersonernas resultat utformades meddelandena på ett sätt så att det var möjligt att utföra en uppgift. Uppgiften utgjordes av att försökspersonerna skulle skriva ner de uppfattade orden i pilotförsöket, respektive återupprepa det uppfattade meddelandet i fullskaleförsöket (Sjöström, 2019; Glebe, 2019). Försökspersonernas svar kunde sedan jämföras mot det som faktiskt sades i ljudfilen, vilket gav ett objektivt mått på hur stor del av meddelandet försökspersonen hade uppfattat. För att få ett subjektivt mått ombads försökspersonen att besvara frågor om meddelandets tydlighet och uppfattning för varje ljudfil. Det subjektiva måttet för försökspersonernas taluppfattbarhet samlades in genom utvärderande frågor. Frågorna som utgjorde ett mått på den subjektiva taluppfattbarheten var frågor där försökspersonerna tillfrågades hur enkelt eller svårt på en skala 1–5 det var att uppfatta meddelandet.

6 Resultat Pilotförsök

I detta kapitel presenteras pilotförsökets resultat. Resultatet för pilotförsöket sammanställdes först, vilket var en nödvändighet för att kunna utgöra underlag för utformningen av fullskaleförsöket.

I resultatet presenteras objektiva och subjektiva resultat. De objektiva resultaten samlades in genom mätpunkter i meddelandena och översattes till en andel eller antal rätt. Den subjektiva delen av resultatet baserades på svar gällande försökspersonens upplevda uppfattning på meddelandet och de olika ingående parametrarna. De intervjufrågor som användes i samband med de praktiska försöken har i en del fall tagits med i texten då subjektiva resultat för taluppfattbarheten redovisas, detta för att frågan låg till grund för den insamlade data i fråga. Några delar av resultatet presenterar den objektiva och subjektiva taluppfattbarheten, samt vilka parametrar som påverkar den. Det som i resultatet beskrivs som ett mått på taluppfattbarhet är det som i studiens metod och resultat tolkats som taluppfattbarhet och de delar som påverkar den, exempelvis antal rätt (objektivt), eller om och hur enkelt/svårt talet var att uppfatta enligt försökspersonerna (subjektivt).

Presentationsformen har anpassats efter resultatet som ska redovisas. Resultaten presenteras i olika diagramtyper, tabeller samt i löpande text. För att visa på skillnader mellan de subjektiva och objektiva resultaten har en del grafer lagts in i samma diagram. Samtliga subjektiva och objektiva resultat har inte kunnat jämföras i graf, eftersom enheterna och bedömningsgrunderna skilt sig åt, jämförelser av dessa har skett kvalitativt. I resultatet benämns mätpunkterna ofta som ljudfiler, vilka meddelanden och STI-värden dessa motsvarade redovisas i Tabell 5.2.

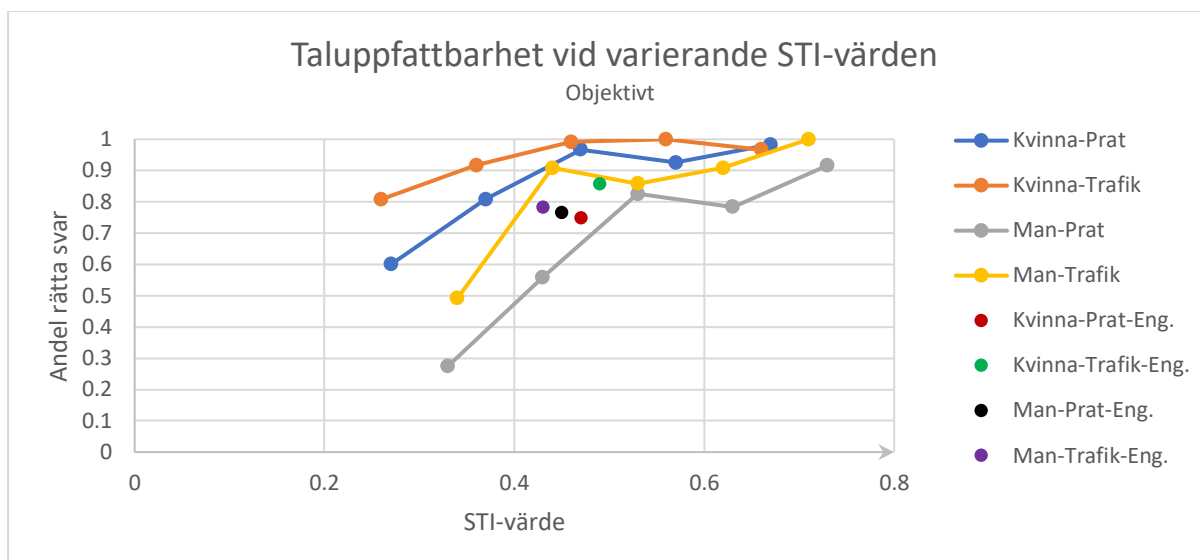
6.1 Tolkning av resultat

Resultatet från pilotförsöket tolkades först innan det kunde sammanställas. I försöket utgjorde *nyckelord* de rättande delarna för den objektiva taluppfattbarheten, vilket i meddelandena bestod av sex siffror och sex ord, det maximala antalet rätt utgjordes av 12/12.

Svaret ansågs endast vara rätt om det stämde överens med de siffror ord som användes vid inspelningstillfället. I tolkningen har ingen hänsyn tagits till eventuella *ordfenomen* som kan uppträda under sådana förhållanden, exempelvis om personerna faktiskt hör ett annat ord. Frågorna som utgjorde den subjektiva delen sammanställdes på samma sätt som de redovisas i enkäterna.

6.2 Resultat

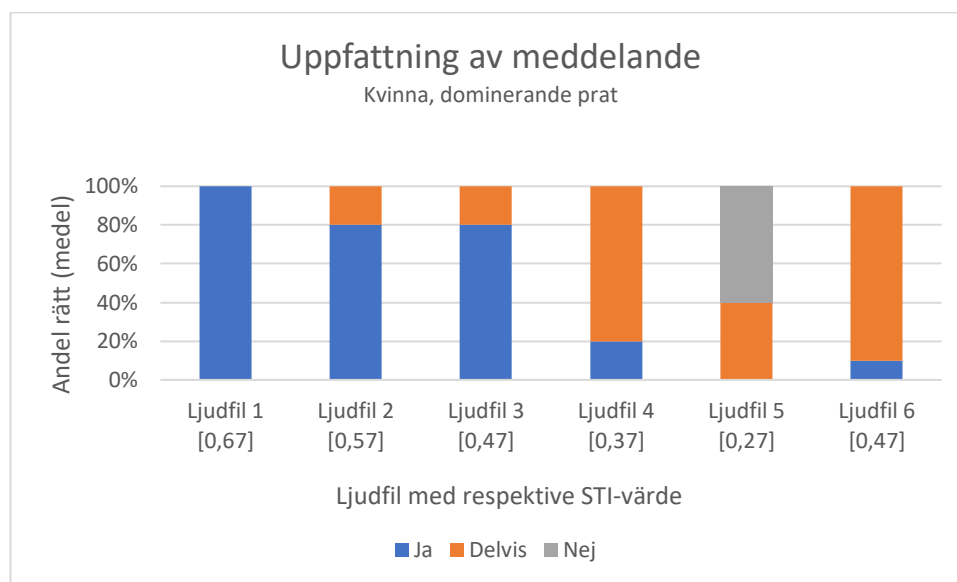
I Figur 6.1 visas hur den objektiva taluppfattbarheten påverkades vid varierande STI-värden. Resultatet som presenteras är ett objektivt mått och diagrammet visar andelen rätta svar vid varierande STI-nivåer. Varje linje motsvarar olika testparametrar med svenska som språk, punkterna på linjerna motsvarar medelvärdet av andel rätta svar för en ljudfil och ett STI-värde. De fristående punkterna har engelska som språk och testades endast för en ljudfil med en STI-nivå, därav endast en punkt.



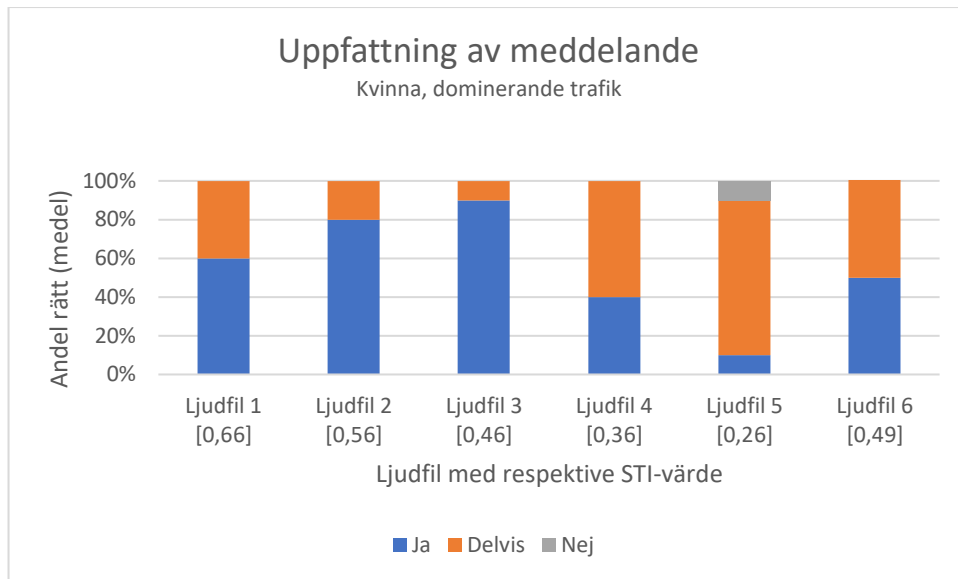
Figur 6.1 Objektiv taluppfattbarhet vid varierande STI-värden

”Tycker du att du uppfattade vad som sades i meddelandet?”

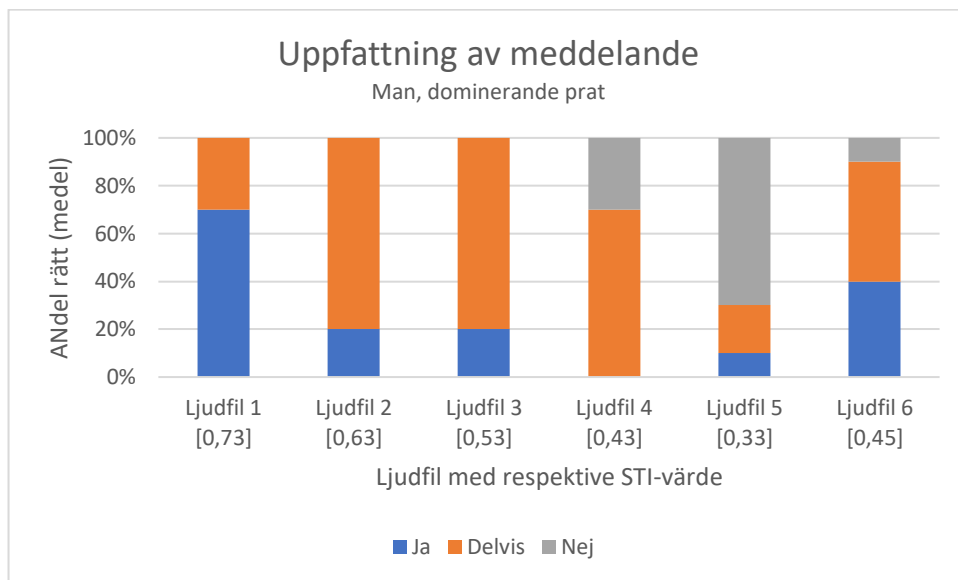
I Figur 6.2 till Figur 6.5 nedan presenteras försökspersonernas svar på huruvida de tyckte att de uppfattade meddelandet i ljudfilerna. Resultatet presenteras för samtliga försöksgrupper i pilotförsöket och utgör ett subjektivt mått. I ljudfil 6 utgörs språket av engelska. I samtliga figurer kan det ses att andel svar där uppfattbarheten bedömdes som ”delvis”, eller ”nej”, det vill säga ingen uppfattbarhet, generellt ökade vid minskade STI-värden.



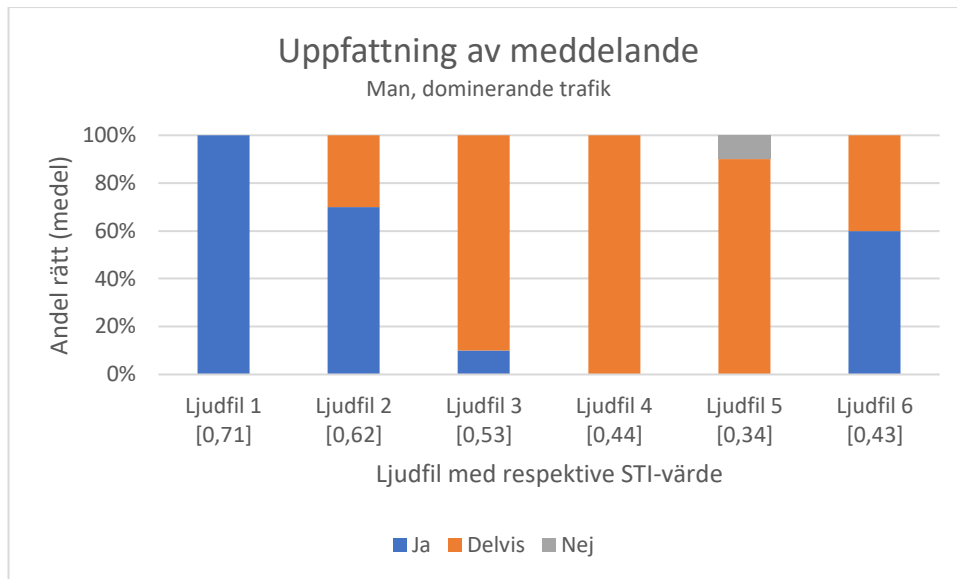
Figur 6.2 Subjektiv uppfattning av meddelandet för kvinna, dominerande prat



Figur 6.3 Subjektiv uppfattning av meddelandet för kvinna, dominerande trafik



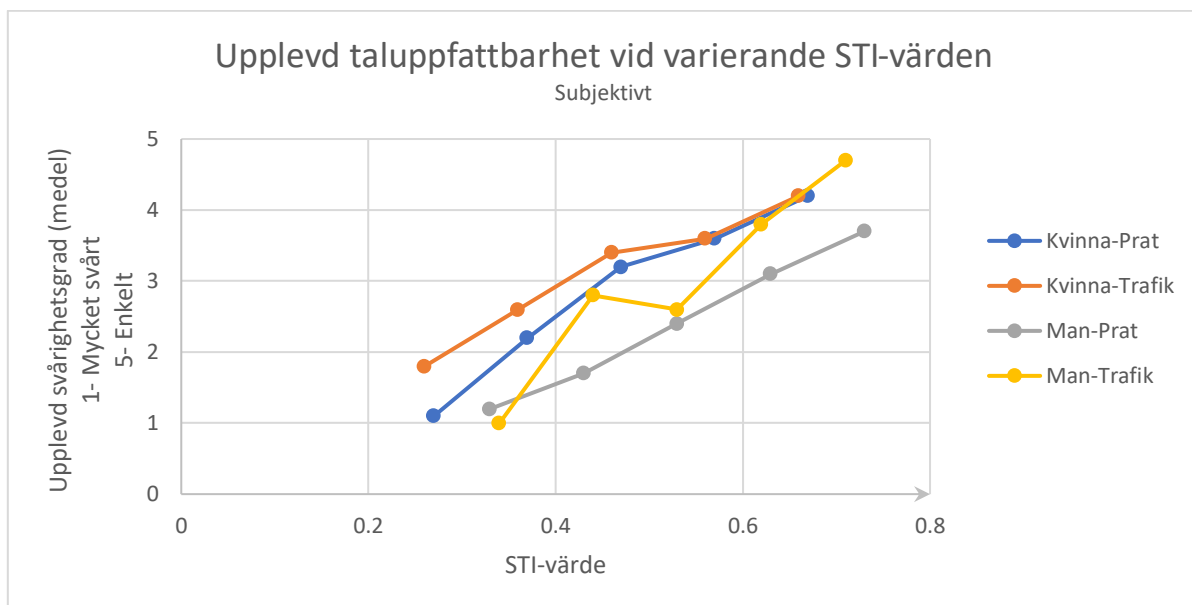
Figur 6.4 Subjektiv uppfattning av meddelandet för man, dominerande prat



Figur 6.5 Subjektiv uppfattning av meddelandet för man, dominerande trafik

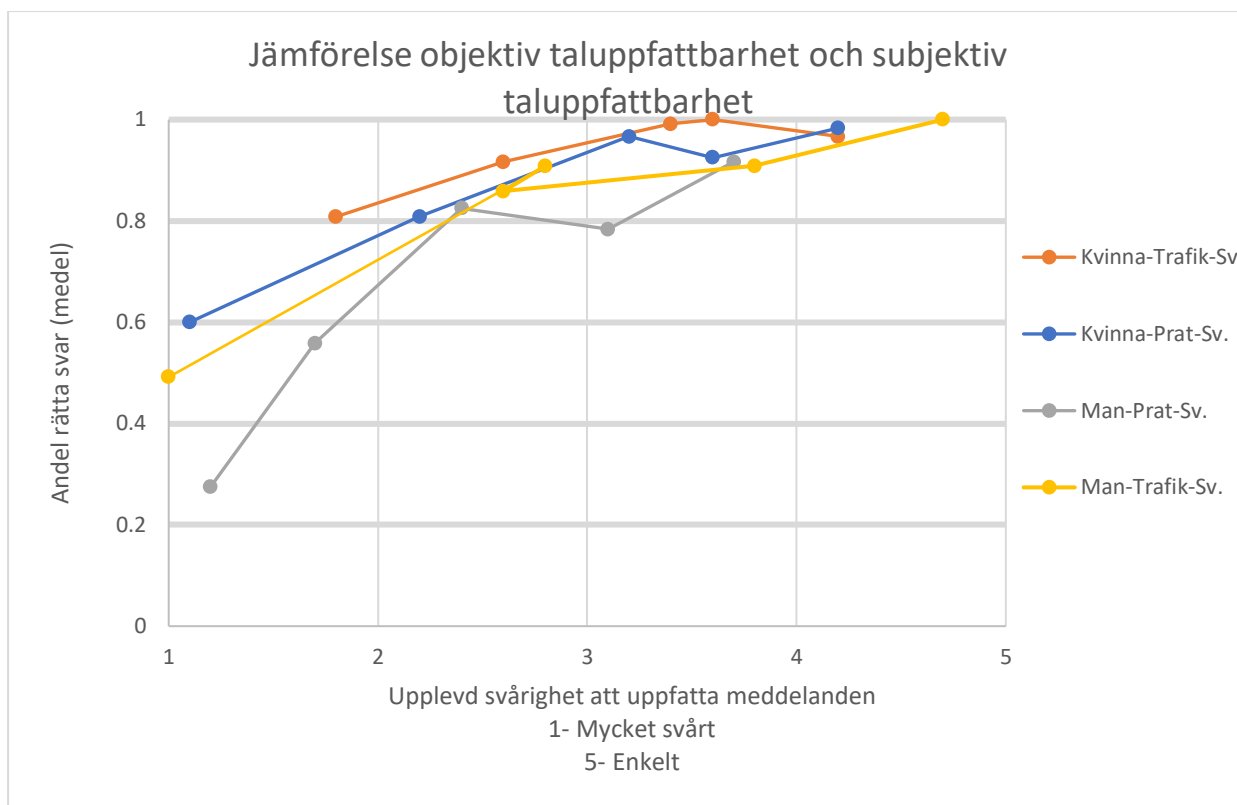
”Om 1 är mycket svårt och 5 är enkelt, hur var det att uppfatta meddelandet i ljudfilen på en skala 1–5?”

Den subjektiva taluppfattbarheten, det vill säga försökspersonernas subjektiva bedömning av hur svårt det var att uppfatta meddelandet, presenteras i Figur 6.6. Eftersom frågan besvarades utifrån skala 1–5, där 1 utgjordes av mycket svårt och 5 av enkelt, anges medelvärdet utifrån denna skala. Resultatet visar på att den subjektiva taluppfattbarheten är bäst för den kvinnliga talaren, samt att trafik som bakgrundsljud genererar i bäst taluppfattbarhet.



Figur 6.6 Upplevd taluppfattbarhet vid varierande STI-värden

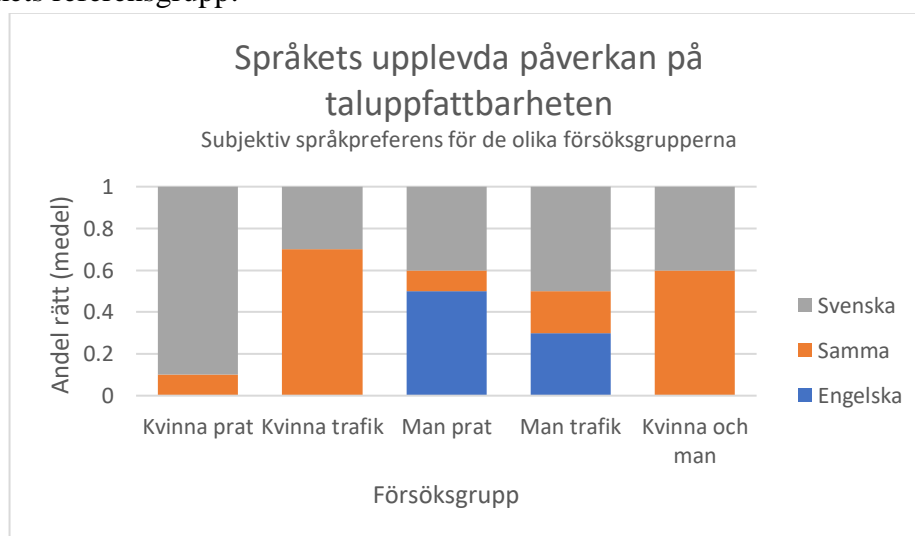
Figur 6.7 visar hur den subjektiva taluppfattbarheten förhåller sig till det objektiva resultatet, det vill säga den *faktiska* taluppfattbarheten. Resultatet visar att andel rätt hänger ihop med den subjektiva taluppfattbarheten, låga STI-värden medför en lägre andel rätt, och höga STI-värden medför en högre andel rätt.



Figur 6.7 Förhållande mellan upplevd svårighet och andel rätta svar

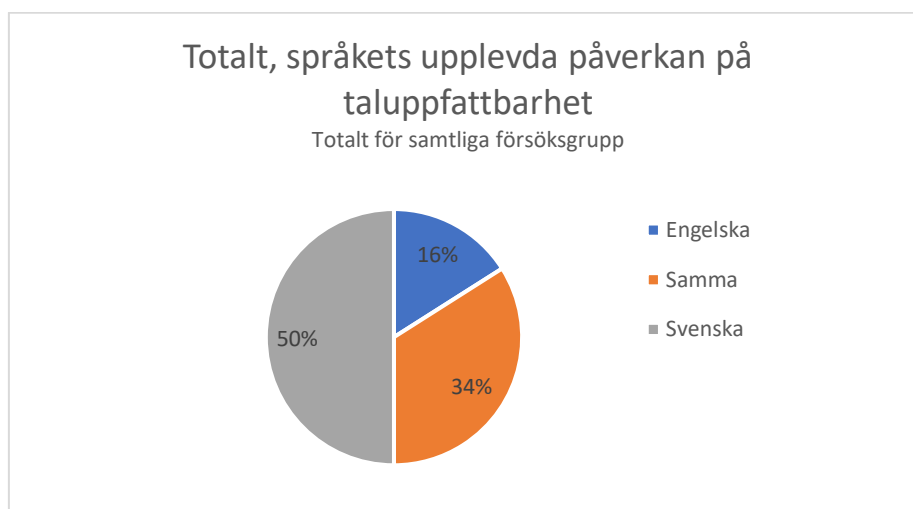
”Med vilket språk upplevde du meddelandet som tydligast och lättast att uppfatta?”

Försökspersonerna fick jämföra två ljudfiler med snarlik svårighetsgrad sett till STI-värde, men där språket skiljde dem åt. Resultatet som presenteras i stapeldiagrammet är subjektivt och baseras på med vilket språk som försökspersonerna ansåg att meddelandet upplevdes som tydligast. Andelen motsvarar hur många personer som prefererade ett språk eller ansåg att meddelandet var lika tydligt med båda språken. I Figur 6.8 presenteras med vilket språk, meddelandet upplevdes som tydligast. Figuren visar språkets betydelse för den upplevda taluppfattbarheten för samtliga försöksgrupper. Försöksgruppen *kvinna och man* utgörs av pilotförsökets referensgrupp.



Figur 6.8 Språkets inverkan på taluppfattbarheten uppdelat på de olika försöksgrupperna

I Figur 6.9 presenteras samtliga försöksgruppers språkpreferens, oberoende av försöksgrupp.



Figur 6.9 Språkets inverkan på taluppfattbarheten för samtliga försökspersoner

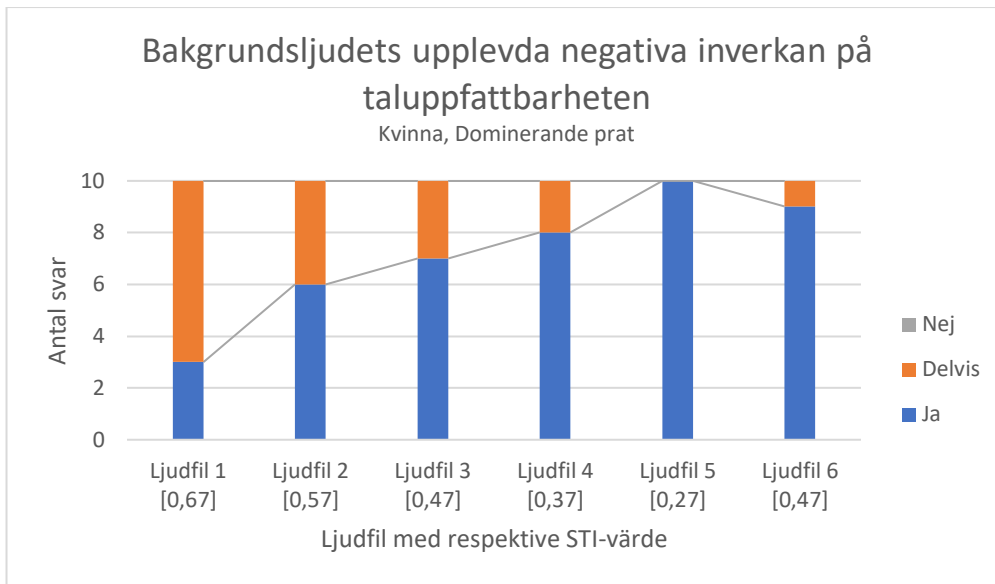
Av de försökspersoner där individuella skillnader testades och där personerna fick lyssna på både en manlig och en kvinnlig röst, uppgav samtliga att meddelandet var tydligare med den kvinnliga rösten. Detta trots att meddelandena hade snarlika STI-värden.

”Det var samma svensktalande röst genom de 5 första ljudfilerna. Om 1 är inte alls tydlig och 5 är mycket tydlig, hur tydlig på en skala 1–5 upplevde du den som helhet?”

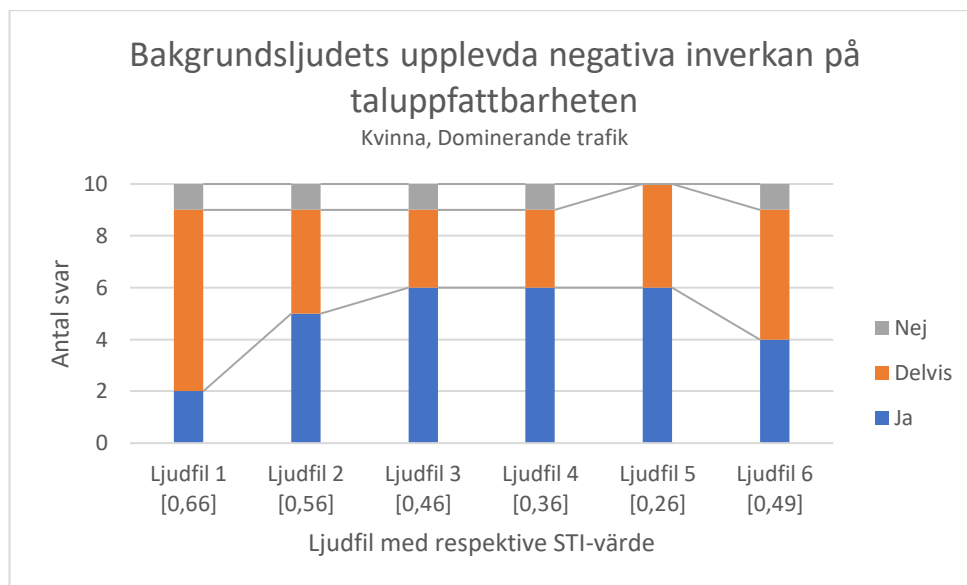
Resultatet från frågan ovan tas inte med i studiens resultatdel på grund av att den ställda frågan endast kan besvaras av referensgruppen, där rösten inte stördes av bakgrundsljud och därmed påverka svaret.

”Upplevde du att bakgrundsljudet hade en negativ inverkan på din förmåga att uppfatta meddelandet?”

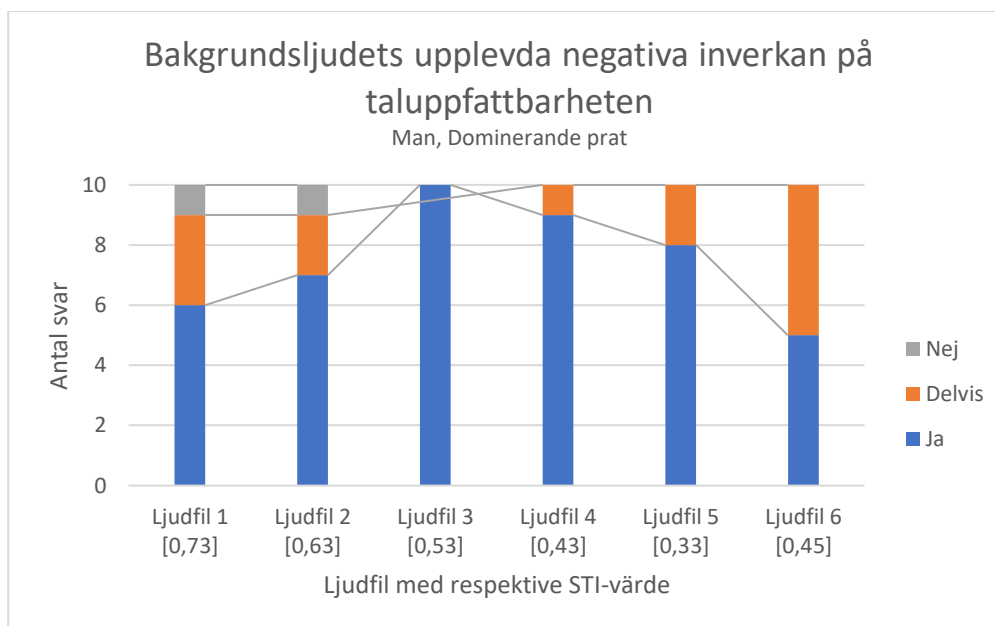
Huruvida försökspersonerna i de olika försöksgrupperna, upplevde att bakgrundsljudet påverkade taluppfattbarheten redovisas i figur Figur 6.10 till Figur 6.13. I ljudfil 6 utgörs språket av engelska. Resultatet visar på att bakgrundsljudet upplevdes som mest störande för taluppfattbarheten vid ett pratigt bakgrundsljud.



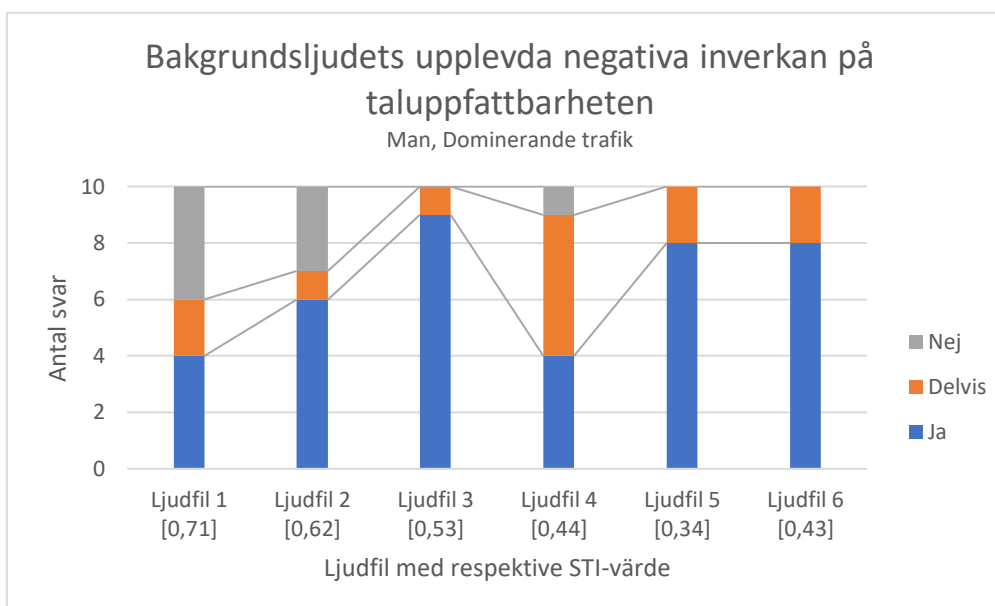
Figur 6.10 Bakgrundsljudets upplevda negativa inverkan för försöksgruppen kvinna, dominerade prat



Figur 6.11 Bakgrundsljudets upplevda negativa inverkan för försöksgruppen kvinna, dominerade trafik



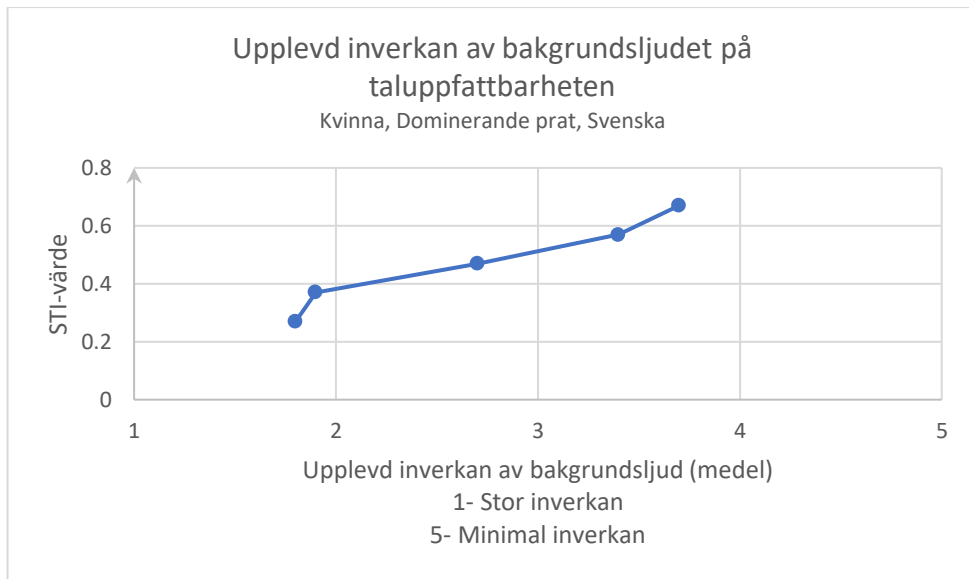
Figur 6.12 Bakgrundsljudets upplevda negativa inverkan för försöksgruppen man, dominerade prat



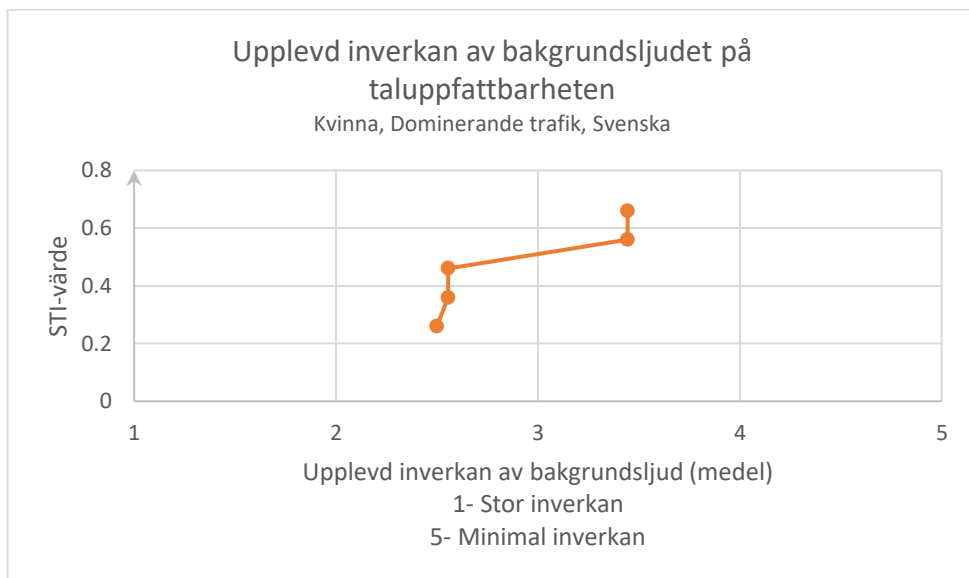
Figur 6.13 Bakgrundsljudets upplevda negativa inverkan för försöksgruppen man, dominerade trafik

Om ja/ till viss del på förgående fråga. ”Hur stor inverkan uppskattar du att bakgrundsljudet hade på uppfattningen av meddelandet, på en skala 1–5?”

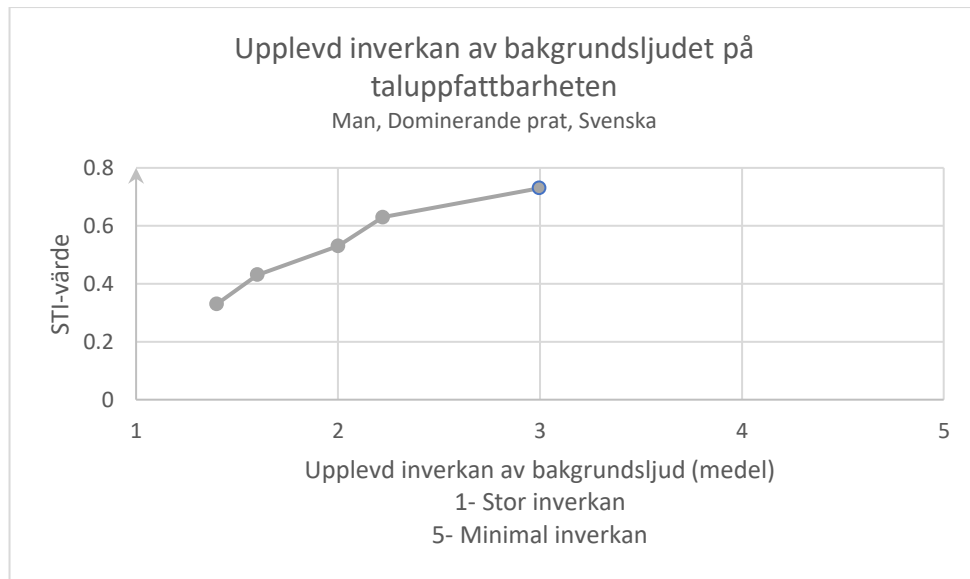
Personerna som på förgående fråga svarat att bakgrundsljudet hade, eller delvis hade en negativ inverkan på taluppfattbarheten, vilket visas ovan i Figur 6.10 till Figur 6.13, ombads vidare att utvärdera hur stor negativ inverkan de upplevde att bakgrundsljudet hade på taluppfattbarheten. Utvärderingen av bakgrundsljudets inverkan gjordes på en skala 1 till 5, där 1 motsvarade stor inverkan och 5 minimal inverkan. I Figur 6.14 till Figur 6.17 nedan presenteras resultatet av storleken på bakgrundsljudets inverkan i förhållande till STI-värdet. Vid ett bakgrundsljud bestående av dominerande prat följde resultatet en någorlunda linjär linje, medan trafik som dominerande bakgrundsljud var mer oregelbundna.



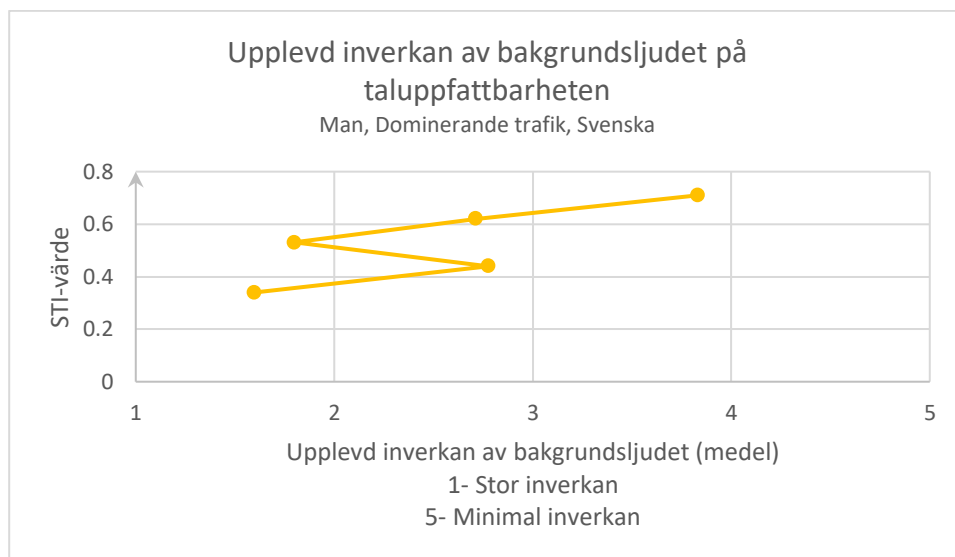
Figur 6.14 Storleken av bakgrundsljudets inverkan på taluppfattbarheten för försöksgruppen kvinna, dominerande prat, svenska



Figur 6.15 Storleken av bakgrundsljudets inverkan på taluppfattbarheten för försöksgruppen kvinna, dominerande trafik, svenska



Figur 6.16 Storleken av bakgrundsljudets inverkan på taluppfattbarheten för försöksgruppen man, dominerande prat, svenska



Figur 6.17 Storleken av bakgrundsljudets inverkan på taluppfattbarheten för försöksgruppen man, dominerande trafik, svenska

6.2.1 Demografiska samband i resultatet

Inga demografiska faktorer har tagits hänsyn till i pilotförsöket gällande ålder, modersmål, engelskkunskaper och variationer i hörseln. Detta på grund av homogeniteten i gruppen för försökspersonerna i pilotförsöket. Den totala könsfördelningen i pilotförsöket var jämn, detta var inte fallet i försöksgrupperna där fördelningen var ojämn mellan grupperna. Med grund i detta har inga samband mellan demografiska egenskaper och resultatet bedömts vara nödvändiga att identifiera.

6.2.2 Försöksledarnas observationer

Hälften av försökspersonerna ombads att observera en film som spelades i bakgrunden. Av de personer som uppmanades att titta på film uppgav en absolut majoritet att de faktiskt gjorde det, ingen person uppgav att det försvårade uppgiften. Observationerna som gjordes av försöksledarna var att endast ett fåtal tittade på filmen.

Det går därför inte att jämföra resultaten mellan de som ”tittade” på film och de som inte tittade på film, eftersom de inte tittade på filmen. Det observerades även att försökspersonerna ansträngde sig mer eller mindre för att höra vad som sades i ljudfilerna. Observationer kopplat till en ökad ansträngning var att försökspersonerna vred på sig, höll händerna över lurarna och blundade.

6.2.3 Subjektiv och objektiv svårighetsgrad

”Var det någon del som var svårare att uppfatta jämfört med övriga delar i meddelandet?” Om Ja ”Vilken?”

Nedanstående är en övergripande sammanfattning av försökspersonernas frisvar på frågor om meddelandets svårighetsgrad. Det som redovisas är både subjektiva och objektiva mått. Följande fråga utgjorde grund för det subjektiva måttet på meddelandets svårighetsgrad.

Försökspersonerna upplevde generellt, oavsett försöksgrupp, att slutet av meddelandet var svårare att uppfatta jämfört med övriga delar. Andelen som upplevde att slutet var svårare att uppfatta var störst i de två grupperna som lyssnade på en manlig röst. Andelen var även stor i grupperna som lyssnade på ett bakgrundsljud med dominerande prat. Allra svårast upplevdes slutet för kombinationen manlig röst samt bakgrundsljudet dominerade prat. Objektivt kunde det ses att försökspersonerna hade generellt fler fel i slutet av meddelandena. Vid lägre STI-värden blir detta tydligare, på ljudfilen med lägst STI-värde hade de flesta uppfattat den första siffran och ordet men hade i övrigt många fel.

Substantiven upplevdes även generellt som svårare att uppfatta jämfört med siffrorna i meddelandena. Ett fåtal försökspersoner specificerade vilka ord de upplevde som svårare, inget samband kunde ses mellan vilka ord de olika personerna angav som svårare. Inga deltagare specificerade siffror som en svår del. De objektiva resultaten visar även på att försökspersonerna hade svårare för substantiven jämfört med siffrorna. Var gäller siffrorna hade försökspersonerna svårt för tiotalen, där tiotalet missades, exempelvis 5 istället för 50. I några fall hade flera försökspersoner svarat samma felaktiga ord, Tabell 6.1 visar de rätta respektive, felaktiga orden som svarades. Specifikt för gruppen som lyssnade på manligt tal och dominerande prat uppgav 70% av försökspersonerna fel ord.

Tabell 6.1 Ord som ofta svarades fel på

<i>Rätt ord</i>	<i>Felaktigt svarat ord</i>
Mattor	Mackor
Cats	Hats
Hundar	Koppar
Carrots	Parrots
Paprikor	Kakor
Väskor	Vespor
Tables	Beagels
Hats	Das

I ljudfilerna med engelska som språk varierade vilken eller vilka delar i meddelandet som försökspersonerna upplevde som svårare. Fördelningen över vilka delar som upplevs som svåra är mer jämt fördelade över hela meddelandet, jämfört med meddelandena på svenska där slutet upplevdes som svårare.

Vid studerandet av den subjektiva svårighetsgraden kunde konflikter mellan de subjektiva och objektiva resultaten ses. Vissa försökspersoner uppgav att de upplevde att det var enkelt att uppfatta meddelandet men har svarat fel på siffror och substantiv. Detta gällde även tvärt om, vissa försökspersoner svarade att de hade svårigheter med att uppfatta delar av meddelandena men svarade samtidigt rätt objektivt.

6.2.4 Pilotförsökets referensgrupp

För att säkerställa resultatets validitet gjordes både objektiva och subjektiva kontroller. En referensgrupp skapades för objektivt kunna kontrollera att svårighetsgraden på meningarna i ljudfilerna höll samma svårighetsgrad, samt för att subjektivt genom frågor kring röstens tydlighet. Detta för att säkerställa att parametrarna var neutrala och inte påverkade resultatet i någon betydande utsträckning. Ljudfilerna som referensgruppen lyssnade på hade därför inget bakgrundsljud, vilket innebar att STI-värdet motsvarade ett, de enda parametrarna som varierade var språk och kön varierades. Tabell 5.2 presenterar meddelandena för de olika ljudfilerna.

Referensgruppens objektiva resultat, i procent rätt, presenteras i Tabell 6.2 nedan. Tabellen anger hur stor procent rätta svar försöksgruppen hade för varje ljudfil med den kvinnliga respektive manliga rösten. Resultatet visar på att svårighetsgraden var enkel för samtliga ljudfiler, detta då försökspersonerna hade nästan alla rätt. Resultatet visar även på en jämn svårighetsgrad ljudfilerna mellan.

Tabell 6.2 Antalet rätt vid kvinnlig respektive manlig röst. *engelska som språk

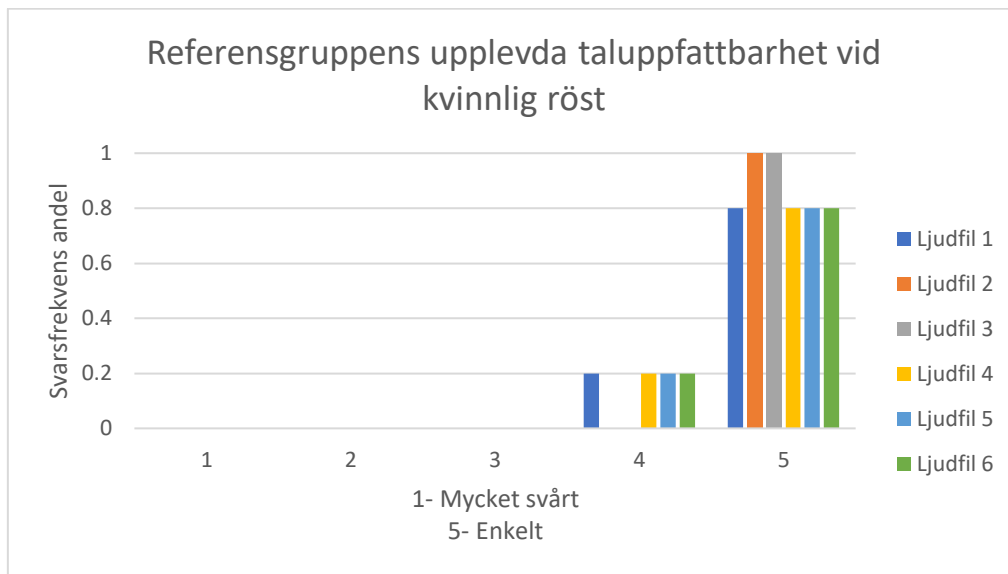
Ljudfil	Kvinnlig röst Andel rätt (medel)	Manlig röst (Andel rätt medel)
1	100 %	100 %
2	100 %	100 %
3	98 %	100 %
4	100 %	100 %
5	98 %	100 %
6*	100 %	100 %

”Tycker du att du uppfattade vad som sades i meddelandet?”

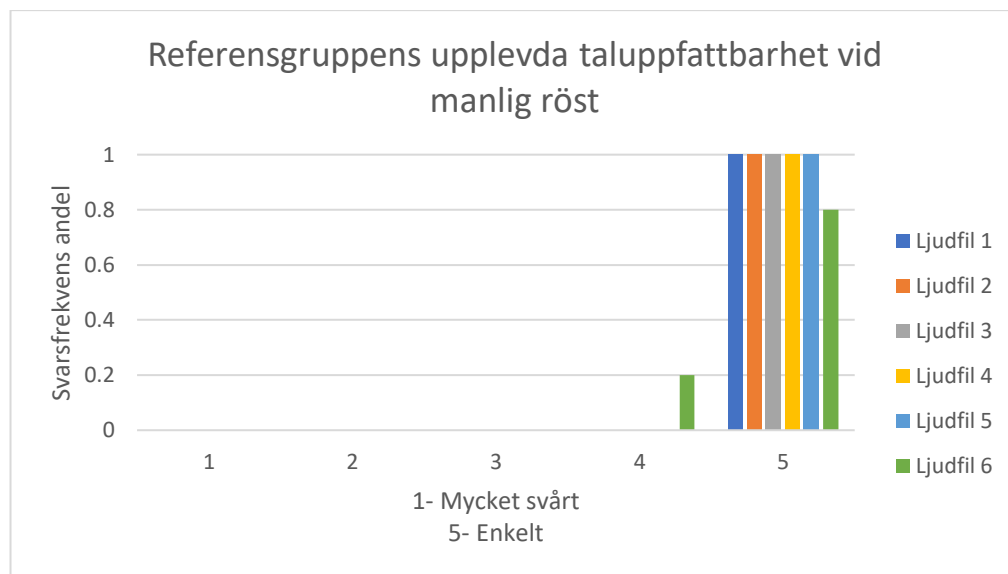
I referensgruppen svarade 100% av försökspersonerna ”ja” på huruvida de hade uppfattat det som sades i meddelandet för samtliga ljudfiler.

”Om 1 är mycket svårt och 5 är enkelt, hur var det att uppfatta meddelandet i ljudfilen på en skala 1–5?”

I referensgruppen svarade samtliga personer ”ja” på huruvida de hade uppfattat det som sades i meddelandet. I Figur 6.18 och Figur 6.19 anges det resultatet för försöksgruppens subjektivt upplevda prestation. Figurerna visar resultatet för den kvinnliga respektive den manliga rösten. I ljudfil 6 utgörs spåket av engelska.

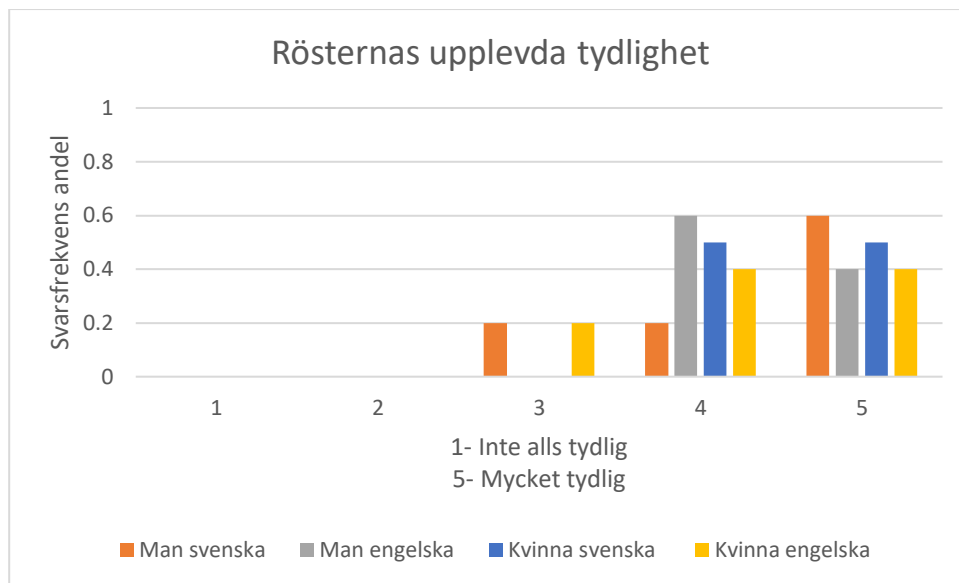


Figur 6.18 Upplevd taluppfattbarhet för samtliga meddelanden, vid kvinnlig röst



Figur 6.19 Upplevd taluppfattbarhet för samtliga meddelanden, vid manlig röst

Figur 6.20 beskriver hur tydliga de kvinnliga och manliga rösterna upplevdes som helhet, på en skala 1 till 5. Figurerna visar på att personerna upplevde det mycket enkelt att uppfatta meddelandena med båda rösterna, dock något mindre tydligt för de engelska rösterna.



Figur 6.20 Rösternas upplevda tydlighet

Försökspersonerna i referensgruppen blev även tillfrågade att jämföra vilken av den manliga och den kvinnliga rösten de ansåg vara tydligast. Av samtliga försökspersoner i referensgruppen uppgav 60 % att rösterna var likvärdiga, 20 % uppgav att den kvinnliga rösten var tydligast och resterande 20 % ansåg att den manliga rösten var tydligast.

Tidigare i Figur 6.8 visas referensgruppens subjektiva preferens av språk, där 60% av försökspersonerna ansåg att de svenska och engelska meddelandena var lika tydliga. Resterande 40% ansåg att de svenska meddelandena var tydligare än det engelska.

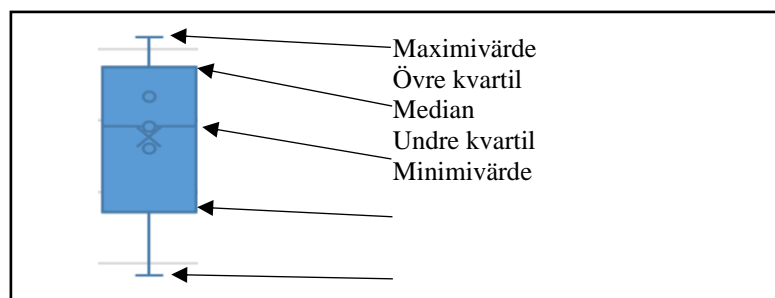
6.3 Osäkerheter i pilotförsökets resultat

I följande kapitel redovisas osäkerheter i resultatet för pilotförsöket.

Spridningen i resultatet redovisas i föreliggande rapport genom boxplotdiagram, där diagrammen redovisar osäkerheterna för de olika ingående parametrarna. Diagrammen redovisar osäkerhetsintervallen för samtliga försöksgrupper och meningar. Osäkerheterna för det objektiva resultatet presenteras i rapporten som boxplotdiagram.

Boxplotdiagrammen visar olika lägesmått utifrån försöksgruppernas prestationer i andel rätta svar, sorterat i storleksordning. I Figur 6.21 nedan presenteras de central- och spridningsmått som kan utläsas i boxploten; minimivärde, maximivärde, median samt undre- och övre kvartil för resultatet. Minimivärdet är det värde som den försökspersonen med lägst andel rätta svar genererade. På samma sätt är maximivärdet det värde som den försökspersonen med högst andel rätta svar genererade. Medianen anger det mittersta värdet i storleksordningen, det vill säga det värde som hälften av försökspersonerna har presterat sämre än, och resterande försökspersoner har presterat bättre än (Statistiska centralbyrån, u.d.). Den undre kvartilen representerar den andel rätta svar som 25% av försöksgruppen ligger under, och på motsvarande sätt representerar den övre kvartilen den andel rätta svar som 75% av försöksgruppen ligger under (Statistiska centralbyrån, u.d.).

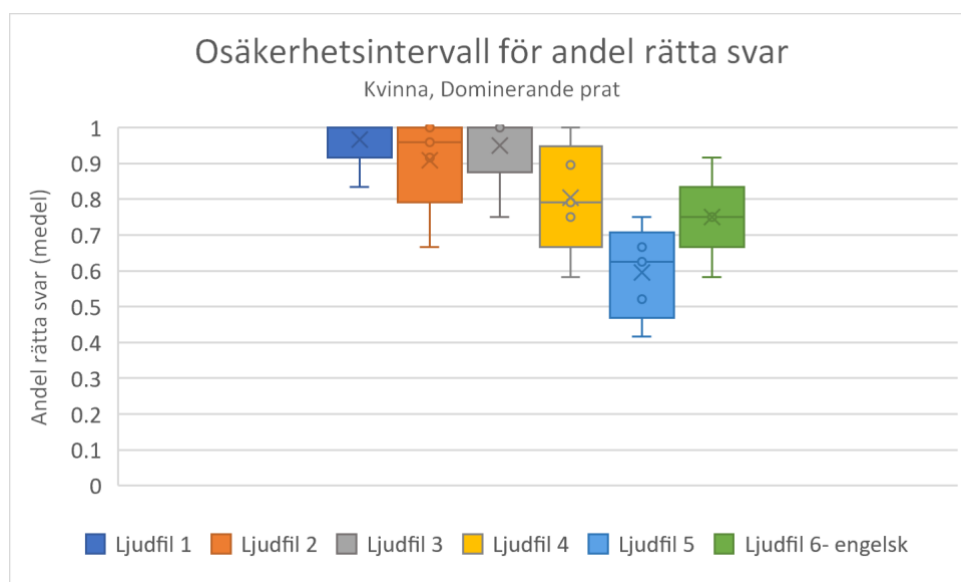
De boxdiagram som endast utgörs av ett kryss innebär att alla försökspersoner hade samma andel rätta svar, det vill säga att det inte fanns någon spridning i resultatet för dessa meningar.



Figur 6.21 Förklaring av boxplotdiagram

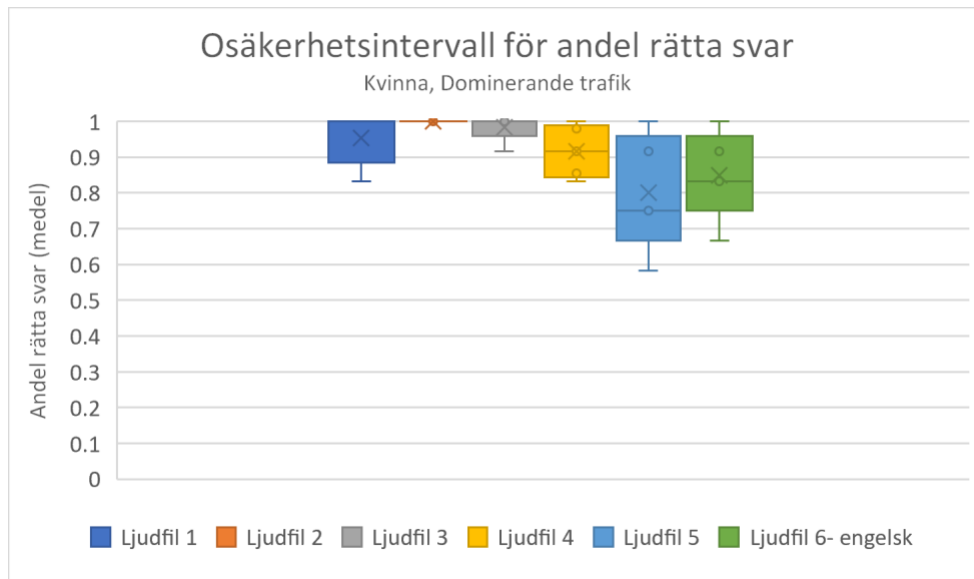
I figurerna nedan presenteras osäkerhetsintervallet för det objektiva resultatet för pilotförsöket. Osäkerheterna redovisas för ljudfilerna 1–5 samt den engelska ljudfilen, där ljudfil 1 motsvarar det högsta STI-värdet och ljudfil 5 det högsta STI-värdet.

I Figur 6.22 presenteras osäkerheterna för den försöksgrupp som lyssnade på en kvinna med dominerande prat som bakgrundsljud.



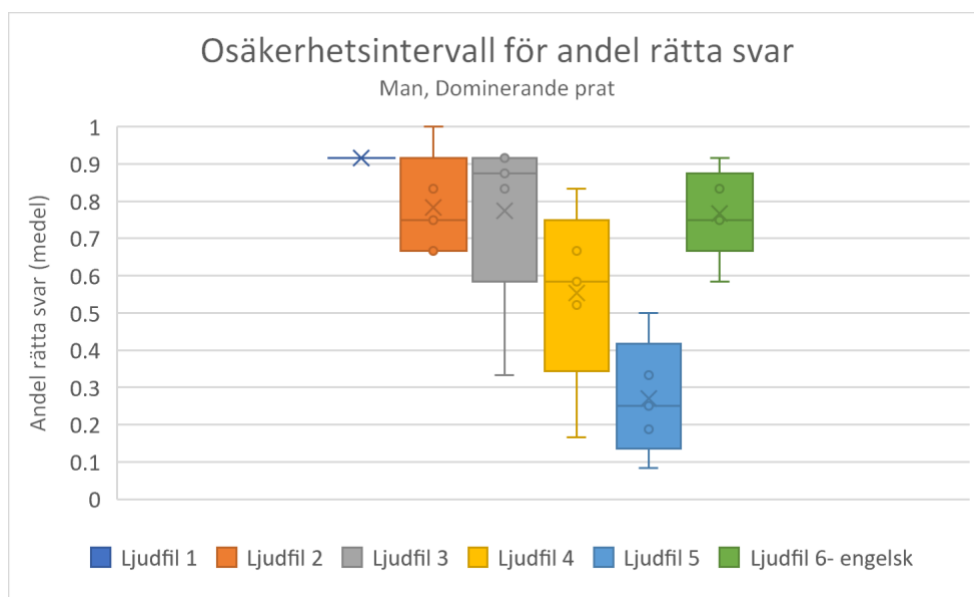
Figur 6.22 Variation i andel rätta svar för försöksgruppen kvinna, dominerande prat

I Figur 6.23 nedan presenteras osäkerhetsintervallet för det objektiva resultatet för den försöksgrupp som lyssnade på en kvinna med dominerande trafik som bakgrundsljud.



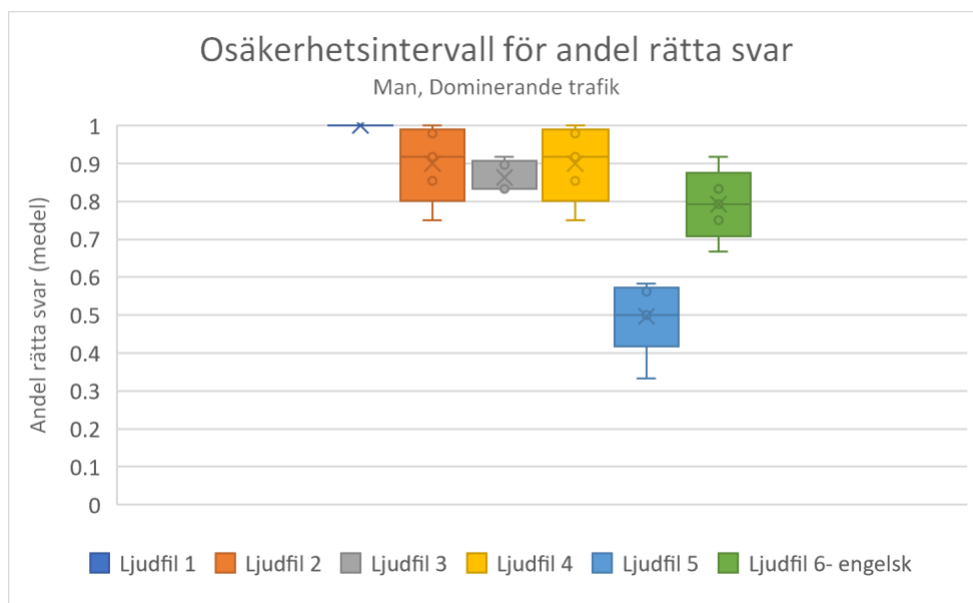
Figur 6.23 Variation i andel rätta svar för försöksgruppen kvinna, dominerande trafik

I Figur 6.24 nedan presenteras osäkerhetsintervallet för det objektiva resultatet för den försöksgrupp som lyssnade på en man med dominerande prat som bakgrundsljud.



Figur 6.24 Variation i andel rätta svar för försöksgruppen man, dominerande prat

I Figur 6.25 nedan presenteras osäkerhetsintervallet för det objektiva resultatet för den försöksgrupp som lyssnade på en man med dominerande trafik som bakgrundsljud.



Figur 6.25 Variation i andel rätta svar för försöksgruppen man, dominerande trafik

Osäkerheter i referensgruppens resultat presenteras i Tabell 6.3 nedan. På grund av det i princip inte fanns någon spridning i resultatet för referensgruppen, presenteras osäkerheterna för ljudfilerna inte som boxplotdiagram.

Tabell 6.3 Osäkerheter i referensgruppens resultat, angivet som ett medelvärde. *engelska som språk

	Ljudfil 1	Ljudfil 2	Ljudfil 3	Ljudfil 4	Ljudfil 5	Ljudfil 6*
Kvinnlig röst	1	1	1	1	1	1
Manlig röst	1	1	0,983333	1	0,983333	1

7 Fullskaleförsök

I följande kapitel presenteras de förberedande delarna till fullskaleförsöket samt utförandet.

7.1 Val av utformning

Fullskaleförsöket skulle ge svar på om och i så fall hur omgivande faktorer inverkar på taluppfattbarheten. Med omgivande faktorer menas bland annat i vilket syfte personen befinner sig på platsen och med vem. Även andra naturligt förekommande störningsmoment i publika miljöer som är kopplade till ljud och rörelse inkluderas i begreppet omgivande faktorer i studien.

Fullskaleförsökets utförande bestod i, likt pilotförsöket, att lyssna på ljudfiler i hörlurar. Det objektiva måttet gavs genom att försökspersonen muntligen repeterade dess innehåll och det subjektiva genom att svara på utvärderande frågor om ljudfilen.

Pilotförsökets resultat visade på att en kvinnlig röst med svenska som språk ger bäst taluppfattbarhet, vilket redovisas i avsnitt 6.2, och syns tydligt i Figur 6.1 och Figur 6.6. Dessa parametrar användes därför i fullskaleförsökets ljudfiler för att skapa bra förutsättningar för taluppfattbarheten.

Totalt togs två ljudfiler fram innehållande samma parametrar och meddelande, men med två olika STI-värden. STI-värdena som användes i ljudfilerna var 0,45 och 0,65, det var mellan dessa STI-värden som taluppfattbarheten varierade mest i pilotförsöket. I intervallet 0,45 till 0,65 ligger även det rekommenderade värdet 0,55. Parametrarna som användes var en kvinnlig röst med svenska som språk och dominerande prat som bakgrundsljud. Fullskaleförsöken genomfördes i en offentlig miljö där ett talat utrymningslarm förekommer. Hälften av försökspersonerna fick lyssna på ljudfilen med det lägre STI-värdet och resterande delen av försökspersonerna fick lyssna med det högre STI-värdet. Detta för att kunna jämföra gruppernas resultat och för att kunna använda samma meddelande i de båda ljudfilerna.

Försökstoppställningen bestod av datorprogrammet Audacity och hörlurar, och var lika för samtliga försökspersoner. Utförandet bestod i att försökspersonerna fick lyssna på en ljudfil i hörlurarna, och när försökspersonen lyssnat på en ljudfil ombads personen att direkt att upprepa meddelandet. Försökspersonens återgivande av ljudfilen matchades mot en rättningsmall där olika informationsdelar i meddelandet gav ett rätt svar, vilket möjliggjorde att ett objektiva mått på taluppfattbarheten kunde tas fram. Försökspersonerna besvarade utvärderande frågor efter att det lyssnat på ljudfilen, och därigenom erhöles det subjektiva måttet.

Efter att försökspersonen upprepat innehållet ställdes frågor på meddelandet och testparametrarna i ljudfilen, vilket gav det subjektiva måttet på taluppfattbarheten. I sin helhet tog försöket ungefär tre minuter för varje försöksperson, inkluderat informering och insamling av svar på de muntliga frågorna. Motivering till val av försökets utförande samt ingående komponenter redovisas i de efterföljande avsnitten i detta kapitel.

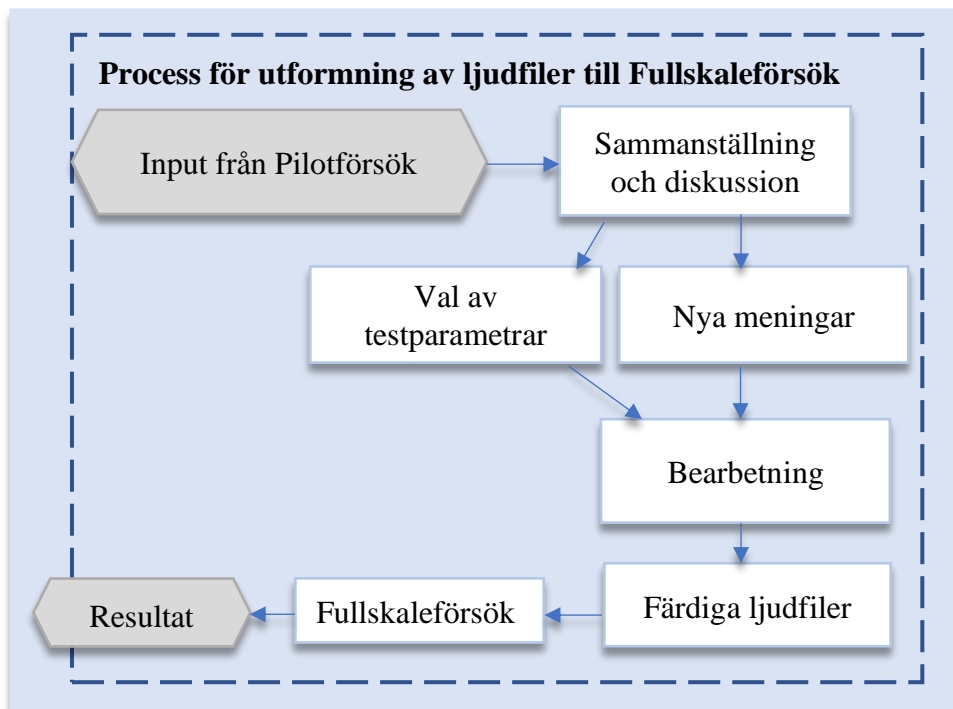
7.2 Undersökta parametrar

Parametern som skulle undersökas i fullskaleförsöket var om och huruvida *omgivande faktorer* påverkar taluppfattbarheten. Med omgivande faktorer menas hur den verkliga miljön och sammanhanget påverkar en individs beteende, vilket i sin tur kan ha en påverkan på taluppfattbarheten. Exempelvis att en miljö med mycket människor och rörelse kan leda till stress eller distraktion. Omgivande faktorer togs hänsyn till genom att försöket utfördes i en verklig miljö, där den verkliga miljön utgjordes av en galleria. I studien kan parametern omgivande faktorer ses som en kategori som består av flera olika typer av distraktionsmoment så som rörelser i omgivningen, känslor och ljus. Exakt vilka faktorer som inkluderas som de omgivande har inte fastställts, och därmed inte kontrollerats.

För att kunna testa detta, eftersträvades att parametrarna i fullskaleförsökets ljudfiler skulle matcha mot en försöksgrupps parametrar i pilotförsöket. De parametrar som fullskaleförsökets ljudfiler innehöll var en kvinnlig svensktalande röst, samt bakgrundsljud som skulle återspegla den omgivande miljön på platsen. Dessa parametrar utgjorde ingen grund för insamlande av data utan valdes endast utifrån pilotförsökets resultat. För att se om de omgivande faktorerna hade en inverkan på taluppfattbarheten jämfördes resultatet med de ljudfiler i pilotförsöket som hade motsvarande parametrar, men som genomfördes i en kontrollerad miljö.

7.3 Utformning av ljudfiler

Även i fullskaleförsöket togs ljudfiler likt för pilotförsöket fram för att testa studiens hypoteser. Detta gjordes genom att kombinera ett inspelat meddelande med bakgrundsljud. De ingående parametrarna i fullskaleförsökets ljudfiler valdes utifrån de parametrar som givit bäst resultat i pilotförsöket. De parametrar som valdes från pilotförsöket var en kvinnlig röst och med svenska som språk. Meddelandet bestod av ett talat utrymningsmeddelande, motivering för val av meningar till meddelandet presenteras i avsnitt 5.3.1. Figur 7.1 illustrerar processen för framtagandet av ljudfilerna till fullskaleförsöket.



Figur 7.1 Process för ljudfilernas utformning

Det bakgrundsljud som användes i fullskaleförsöket hämtades från Youtube, med medgivande från upphovsrättsmannen. Ljudet speglar den ljudmiljö som finns i ett köpcentrum eller på en liknande plats. De två ljudfilernas STI-värden kalibrerades med hjälp av extern handledare på RISE, på samma sätt som ljudfilerna i pilotförsöket, vilket beskrivs i Bilaga 9 - Justering av signalnivåer.

7.4 Utformning av meddelanden

Meddelandena till ljudfilerna utformades och baserades på regelverk och rekommendationer från tidigare studier. Boverkets rekommendationer för talade utrymningslarm redovisas i

Bilaga 2 - Regelverk och standarder. Rekommendationerna som användes kopplat till talade utrymningslarm gällde meddelandets längd, innehållande information och antal informationsbitar. Meddelandet till fullskaleförsöket togs fram med målsättning att i likna ett verkligt talat utrymningslarm, därför utformades meddelandet i enighet tidigare studier och rekommendationer. Bayer och Rejnö (1999) och även SPF (2017) rekommenderar att det talade utrymningsmeddelandet bör innehålla tre sekvenser. I studien gjord av Bayer och Rejnö (1999), där flera olika talade utrymningsmeddelanden jämfördes, gav följande utformning bäst resultat:

”Viktigt meddelande. Viktigt meddelande. Vi har ett brandtillbud i byggnaden. Vi får be samtliga gå mot närmaste utgång och samlas utanför byggnaden” (Bayer & Rejnö, 1999, p. 17).

Meddelandet som användes i fullskaleförsöket utformades till stor del som detta meddelande, samt innehållande tre sekvenser. Meddelandet som användes i ljudfilerna var enligt följande och spelades upp en gång:

** Siren **

VIKTIGT MEDDELANDE, VIKTIGT MEDDELANDE.

Vi har ett brandtillbud i byggnaden.

Vi får be er samtliga att gå ut genom närmaste utgång och samlas utanför byggnaden.

Fullskaleförsökets talade meddelande inleddes med en fyra sekunder lång siren som efterföljdes av ett meddelande. Meddelandets tre sekvenser bestod av att först påkalla uppmärksamhet, varpå information om inträffad händelse och instruktioner om vad som skulle göras följde. Ljudfilens totala längd var ungefär 20 sekunder.

Samma kvinnliga röst som användes i pilotförsöket, användes även för inspelning av utrymningsmeddelandena i fullskaleförsöket. Detta för att undvika så många skillnader som möjligt mellan ljudfilerna till pilotstudien och fullskaleförsöket, och därmed göra det enklare att dra slutsatser kopplat till hypoteserna i respektive försök.

7.5 Försöksgrupper

Försökspersonerna som deltog i fullskaleförsöket var slumpvisa besökare i Galleria Center Syd. Försökspersonerna tog själva initiativ till att delta. Personerna var tänkta att utgöra representativ bild av verkligheten som möjligt, därför strävades det efter att inte medvetet försöka rekrytera en viss typ av person eller grupp. Totalt deltog 44 personer i försöket, varav 24 var män och 20 kvinnor. Personer som deltog i försöket var mellan 18–83 år gamla. Information om försökspersonerna redovisas i Bilaga 11 - Data över försökspersoner.

Försökspersonerna delades upp i två grupper, där ena gruppen fick lyssna på ljudfilen med STI-värde 0,45 och den andra gruppen på ljudfilen med STI-värdet 0,65, se Tabell 7.1. Deltagarna lyssnade endast på en ljudfil.

Tabell 7.1 Försöksgrupper, testparametrar och tillhörande STI-värde

Försöksgrupp	Antal försökspersoner	Testparametrar (Röst/bakgrundsljud)	Ljudfiler	STI-värde
1	22	Kvinna-Prat		0,45
2	22	Kvinna-Prat		0,65

7.6 Framtagning av utvärderande frågor

Data från fullskaleförsöket sammanställdes likt pilotförsöket med utvärderande frågor. Frågeformuläret som användes presenteras i Bilaga 6 - Frågeformulär fullskaleförsök. Frågorna utformades på samma sätt som frågorna i pilotförsöket, vilket beskrivs i avsnitt 5.5, för att möjliggöra jämförelse.

Meddelandet i fullskaleförsökets ljudfiler delades in i fem olika, detta illustreras i Tabell 7.2. Uppdelningen gjordes för att kunna få ett objektiva mått på försökspersonerna taluppfattbarhet och för att kunna jämföra mot pilotförsöket, där den objektiva taluppfattbarheten också mättes genom mätpunkter i meddelandet. Försökspersonen ombads att efter ha lyssnat på ljudfilen att upprepa meddelandet. Detta var det första som frågades för att inte riskera att personens minne blev en avgörande faktor. Vid en god taluppfattbarhet ska det heller inte vara någon större ansträngning att komma ihåg det som sägs (SISAB, 2017). Svaren likställdes och matchades sedan med de olika informationsbitarna i meddelandet, vilket visas i tabellen. Maximalt antal rätt var fem eftersom det också var det totala antalet informationsbitar.

Tabell 7.2 Meddelandenas innehållande informationsbitar

Informationsbit	Beskrivning av betydelsen	Motsvarande text i ursprungsmeddelandet
1	Information om att uppmärksamheten påkallas	<i>Viktigt meddelande, viktigt meddelande.</i>
2	Information om orsaken till larmet, d v s att brand har utbrutit i byggnaden	<i>...brandtillbud i byggnaden...</i>
3 a	Information om att man skulle gå ut eller gå till någon utgång	<i>...gå ut genom...</i>
3 b	Information om att närmaste utgång skulle användas	<i>...närmaste utgång...</i>
4	Information om att man skulle samlas utanför byggnaden	<i>...samlas utanför byggnaden.</i>

8 Resultat Fullskaleförsök

I detta avsnitt presenteras fullskaleförsökets resultat

I resultatet presenteras objektiva och subjektiva resultat. De objektiva resultaten samlades in genom mätpunkter i meddelandena och översattes till en andel eller antal rätt. Den subjektiva delen av resultatet baserades på svar gällande försökspersonens upplevda uppfattning på meddelandet och de olika ingående parametrarna. De intervjufrågor som användes i samband med de praktiska försöken har i en del fall tagits med då subjektiva resultat för taluppfattbarheten redovisas, detta för att frågan låg till grund för den insamlade data i fråga.

Några delar av resultatet presenterar den objektiva och subjektiva taluppfattbarheten, samt vilka parametrar som påverkar den. Det som i resultatet beskrivs som ett mått på taluppfattbarhet är det som för studien tolkats som taluppfattbarhet och de delar som påverkar den, exempelvis antal rätt svar (objektivt), eller om och hur enkelt/svårt talet var att uppfatta enligt försökspersonerna (subjektivt).

Presentationsformen har anpassats efter resultatet som ska redovisas, resultaten presenteras i olika diagramtyper, tabeller samt i löpande text. För att påvisa skillnader mellan de subjektiva och objektiva resultaten har en del grafer lagts in i samma diagram. Samtliga subjektiva och objektiva resultat har inte kunnat jämföras i graf, eftersom enheterna och bedömningsgrunderna skilt sig åt, därför har jämförelser av dessa har skett kvalitativt.

8.1 Tolkning av resultat

Resultatet från fullskaleförsöket tolkades först, innan det kunde sammanställas. I försöket utgjorde *informationsbitar* de rättande delarna för den objektiva taluppfattbarheten, vilket i meddelandena bestod av totalt fem stycken, det maximala antalet rätt utgjordes av 5/5.

Svaret ansågs vara rätt om det stämde överens med den betydelse som informationsbiten hade, det vill säga att informationsbiten inte behövde upprepas ordagrant för att räknas som ett korrekt svar. I tolkningen har ingen hänsyn tagits till eventuella *ordfenomen* som kan uppträda under sådana förhållanden, exempelvis om personerna faktiskt hör ett annat ord.

Frågorna som utgjorde den subjektiva delen sammanställdes på samma sätt som de redovisas i enkäterna.

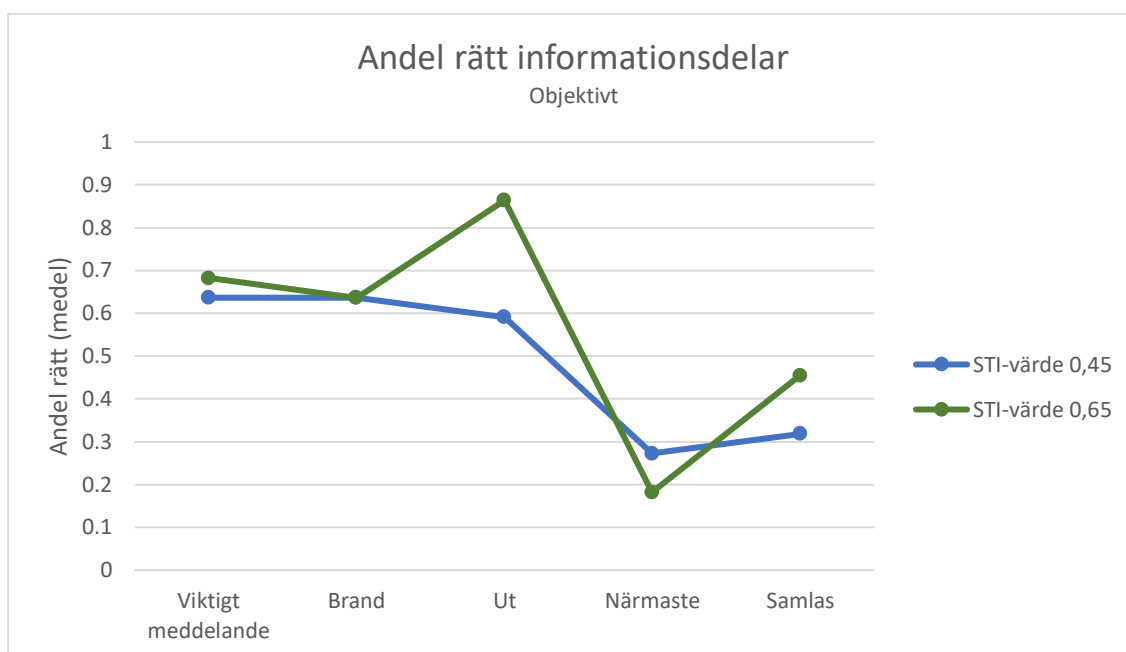
8.2 Resultat

Tabell 8.1 visar hur försökspersonernas prestation varierade med STI-värdet. Antalet rätt presenteras som medelvärdet av samtliga försökspersoners antal rätt. Enligt de två mätpunkterna ökar antalet rätt, vid ökande STI-värden.

Tabell 8.1 Objektiva taluppfattbarheten vid varierande STI-värde

Ljudfil	STI-värde	Antal rätt informationsdelar totalt (medel)	Andel rätt
1	0,45	2,5 av 5	0,5
2	0,65	2,8 av 5	0,56

I Figur 8.1 nedan presenteras andelen rätt för de olika informationsdelarna för STI-värde 0,45 och 0,65. Resultaten som presenteras är ett medelvärde och utgör ett objektiva mått på taluppfattbarheten.



Figur 8.1 Fördelning av rätt mellan de olika informationsdelarna

”Hur enkelt eller svårt på en skala 1–5 var det att uppfatta meddelandet?”

”Hur upplever du att omgivningen, dvs. miljön runt om kring dig, påverkade hur enkelt eller svårt det var att uppfatta meddelandet på en skala 1–5?”

I Tabell 8.2 nedan presenteras de subjektiva uppskattningarna som försökspersonerna gjorde kring hur svårt det var att uppfatta meddelandet, samt hur stor inverkan som omgivningen upplevdes ha på uppfattningen av meddelandet. Båda frågorna besvarades utifrån skalan 1 till 5 där; 1 motsvarande ”stor inverkan” i en av frågorna, och ”mycket svårt” i den andra frågan. I tabellen presenteras medelvärdet av försökspersonernas skattningar. Resultaten visar på att den subjektiva taluppfattbarheten är bättre för det högre STI-värdet. Bakgrundsljudet har enligt resultatet ungefär lika stor inverkan på taluppfattbarheten.

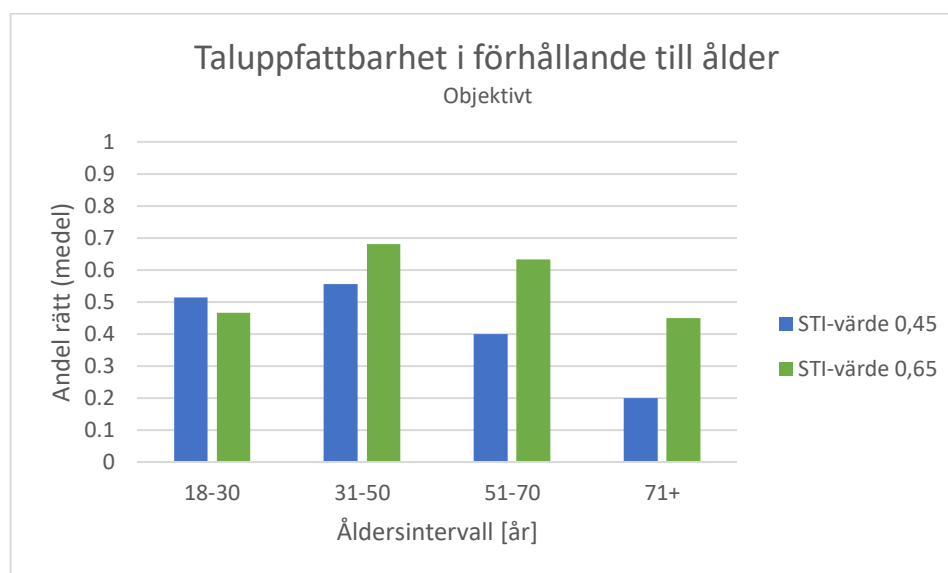
Tabell 8.2 Subjektiv uppskattning över svårighetsgraden på taluppfattningen

Fråga	STI-värde 0,45	STI-värde 0,65
Hur enkelt eller svårt på en skala 1–5 var det att uppfatta meddelandet? <i>1- Mycket svårt, 5-Enkelt</i>	2,6 av 5	3,1 av 5
Hur upplever du att omgivningen, dvs. miljön runt om kring dig, påverkade hur enkelt eller svårt det var att uppfatta meddelandet på en skala 1–5? <i>1- Stor inverkan, 5-Minimal inverkan</i>	3,8 av 5	3,9 av 5

8.2.1 Demografiska samband i resultatet

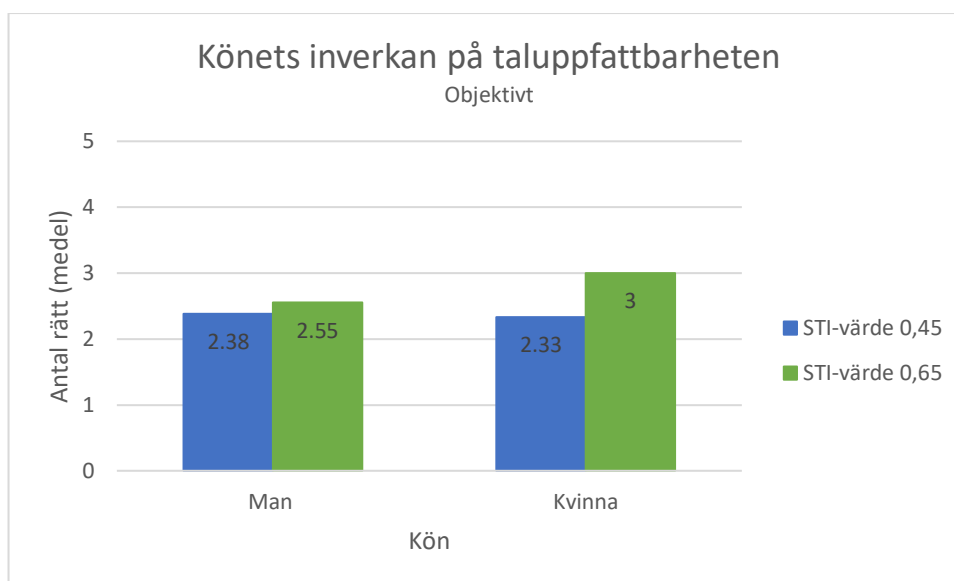
I Bilaga 11 - Data över försökspersoner, redovisas demografiska data för försökspersonerna som deltog i försöket. Modersmål har inte tagit med, då endast tre försökspersoner hade ett annat modersmål än svenska.

Åldern hos försökspersonerna varierade relativt mycket i fullskaleförsöket. I Figur 8.2 presenteras taluppfattbarhet i förhållande till åldersintervall för respektive STI-värde. I figuren kan det ses att andelen rätt är lägre för den äldsta åldersgruppen för de båda STI-värdena. För det lägre STI-värdet kan det tydligt ses hur andelen rätt minskar vid ökande ålder. Åldersintervallet 31–50 har högst andel för båda STI-värdena.



Figur 8.2 Andel rätt uppdelat på försökspersonernas ålder

I Figur 8.3 nedan presenteras hur den objektiva taluppfattbarheten skiljde sig beroende på försökspersonernas könstillhörighet. Diagrammet påvisar en liten skillnad mellan könen.



Figur 8.3 Antal rätt uppdelat på försökspersonernas könstillhörighet

”Har du någon form av hörselnedsättning eller variation i hörsel?”

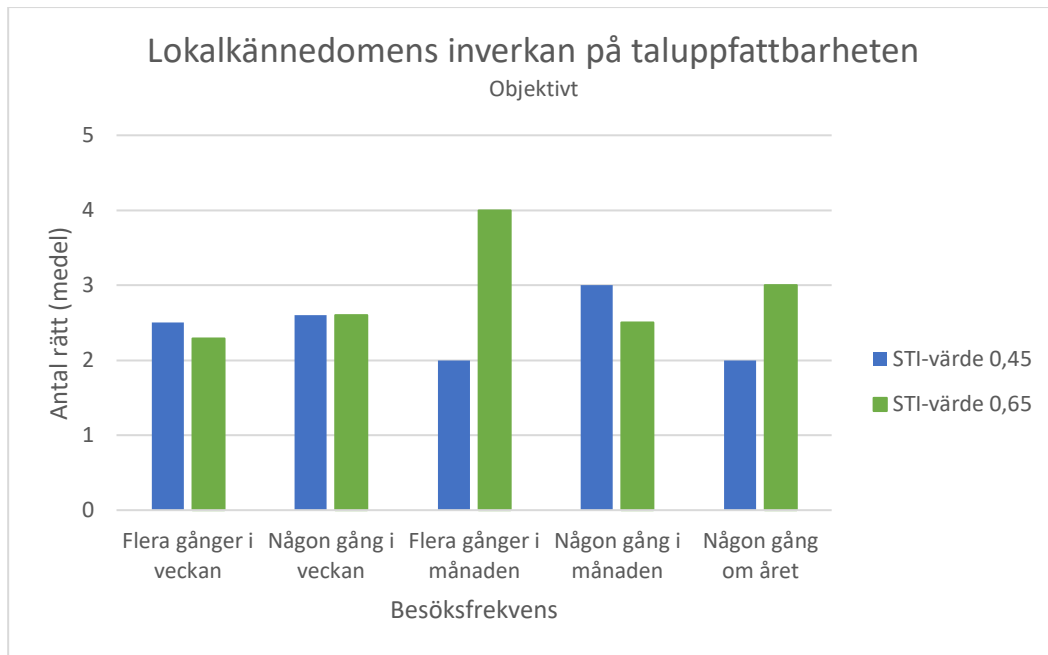
I Tabell 8.3 nedan redovisas försökspersonernas hörselförmåga kopplat till taluppfattbarheten. Det objektiva resultatet presenteras i tabellen som antal rätt för normal hörsel samt för personer med hörselnedsättning. Det objektiva värdet är angivet som försökspersonernas medelvärde, där det maximala antalet rätt var fem. Den subjektiva delen utgörs av medelvärdet på skalan 1–5, där 1 är *mycket svårt* och 5 är *enkelt*, och presenteras även den för normalhörande och personer med hörselnedsättning. I båda fallen har personerna med hörselnedsättning lägst värden, och för det subjektiva måttet är skillnaden något större, speciellt för det lägre STI-värdet. Inga hörselundersökningar har gjorts i samband med studien, istället baseras data för personernas hörsel är deras egen angivelse.

Tabell 8.3 Objektivt och subjektivt resultat uppdelat på försökspersonernas hörselförmåga

	Objektivt (antal rätt av 5)		Subjektivt (skattat på skala 1–5, 1-mycket svårt & 5 enkelt)	
	Normalhörande	Hörselnedsättning	Normalhörande	Hörselnedsättning
STI 0,45	2,5	2,4	3,1	1,2
STI 0,65	2,9	2,6	3,9	3,5

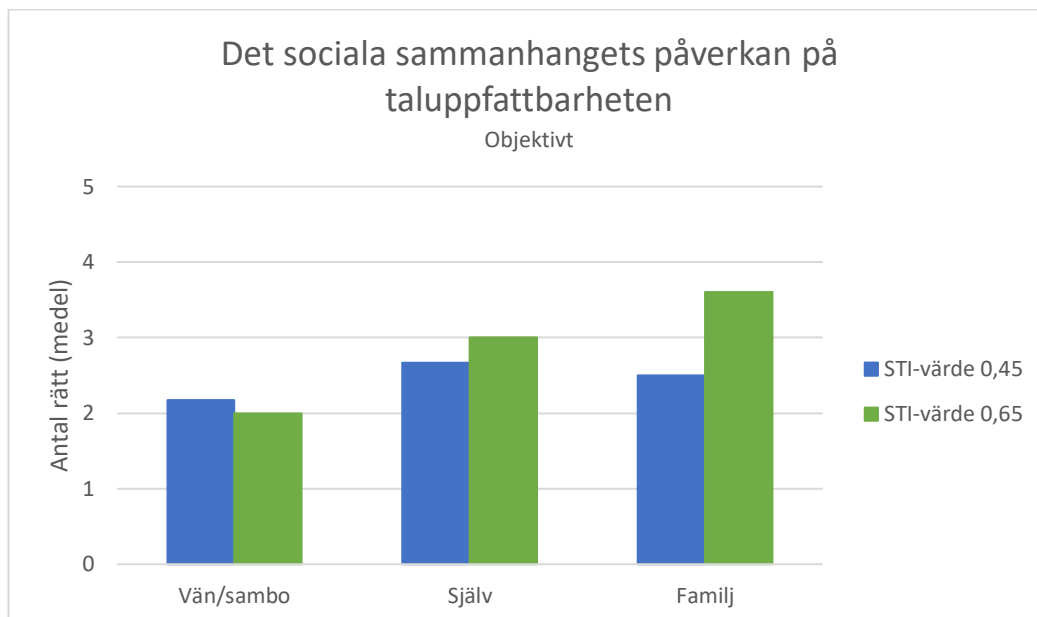
”Hur ofta besöker du Center Syd i Löddeköpinge?”

I Figur 8.4 nedan presenteras hur försökspersonernas lokalkännedom inverkade på det objektiva resultatet. Lokalkännedomen identifierades genom försökspersonernas vana att besöka Center Syd.



Figur 8.4 Antalet rätt uppdelat på försökspersonernas besöksfrekvens

I Figur 8.5 nedan presenteras om och hur den objektiva taluppfattbarheten påverkas av det sociala sammanhanget. Det vill säga vem man vistas med i den publika miljön.



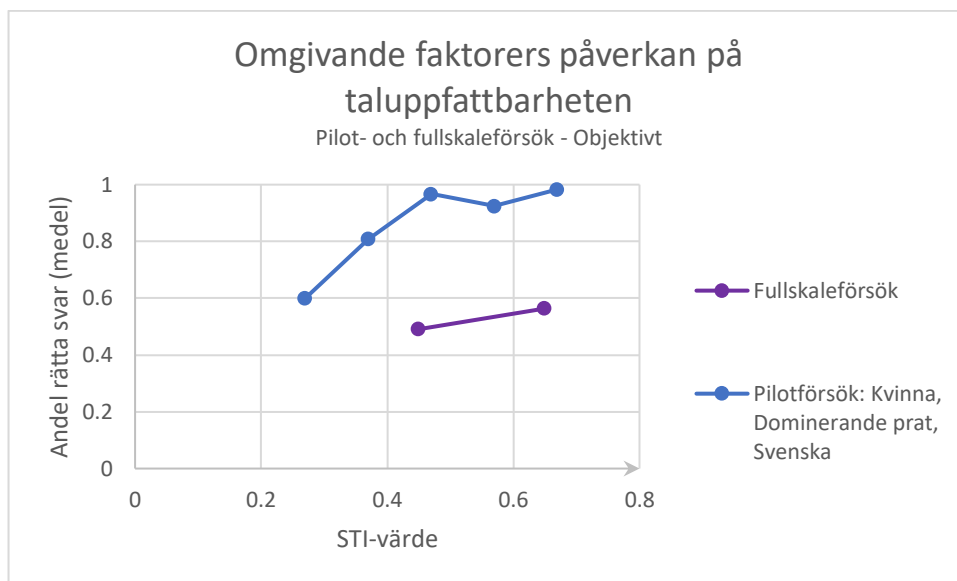
Figur 8.5 Antalet rätt uppdelat på med vem försökspersonen vistades med vid tillfället

8.2.2 Egna observationer

Under fullskaleförsöket noterade försöksledarna att flera av försökspersonerna hade svårt att fullt ut förstå frågan "Hur upplever du att omgivningen, dvs. miljön runt om kring dig, påverkade hur enkelt eller svårt det var att uppfatta meddelandet på en skala 1–5?". Frågan var tänkt att åsyfta omgivningen som den fysiska miljön som personen befinner sig på. Försökspersonerna tolkade frågan på flera olika sätt vilket märktes i deras svar.

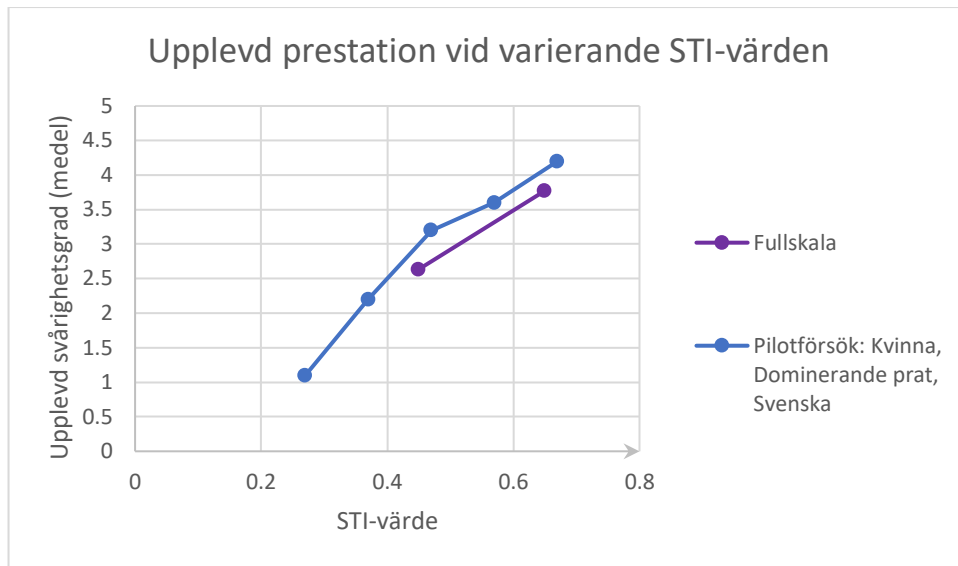
8.2.3 Jämförelse av fullskaleförsök med pilotförsök

I Figur 8.6 nedan jämförs resultatet från fullskaleförsöket med pilotförsöket. Punkterna för pilotförsökets resultat utgörs av ljudfilerna innehållande kvinnligt tal, svenska och dominerande prat som bakgrundsljud. Att parametrarna i ljudfilerna för pilot- och fullskaleförsöket är lika möjliggör en jämförelse mellan pilot- och fullskaleförsöket. STI-värdena för fullskaleförsöket är 0,45 respektive 0,65, vilka täcks upp i pilotförsökets motsvarande fil. De enda parametrarna som påtagligt skiljer försöken åt är meddelandets innehåll och omgivande miljö, därför har det antagits att dessa är anledningen till skillnader mellan resultaten de två försöken emellan.



Figur 8.6 Andel rätta svar för pilot- respektive fullskaleförsöket

I Figur 8.7 nedan presentas de subjektivt upplevda taluppfattbarheten för de två försöken i fullskaleförsöket, tillsammans med motsvarande resultat i pilotförsöket. Fullskaleförsöken jämförs med det försök i pilotförsöket med ljudfilerna innehållande kvinnligt, svenskt tal och dominerande prat som bakgrundsljud.



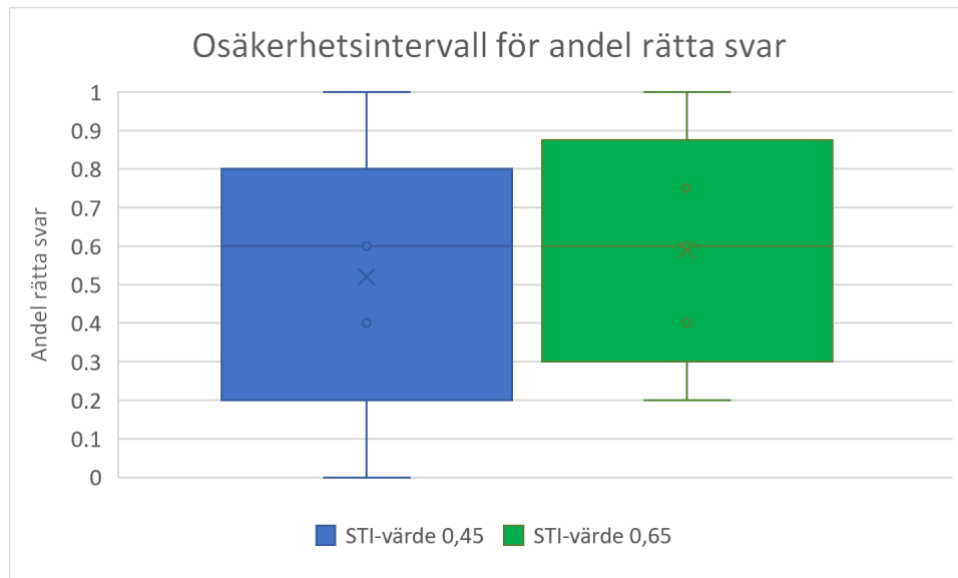
Figur 8.7 Upplevd svårighetsgrad vid varierande STI-värde för pilot- respektive fullskaleförsöket

8.3 Osäkerheter i fullskaleförsökets resultat

I följande kapitel redovisas osäkerheter i resultatet för fullskaleförsöket.

För att redovisa spridningen i fullskalans resultat har boxplotdiagram använts, diagrammen redovisar osäkerheterna för de olika ingående parametrarna. De lägesmått som går att utläsa i diagrammet förklaras tidigare i avsnitt 6.3.

De två boxdiagram som visas i Figur 8.8 nedan motsvarar spridningen i resultatet för de två ljudfiler som användes i fullskaleförsöket.



Figur 8.8 Variation i andel rätta svar för STI-värde 0,45 och STI-värde 0,65

9 Diskussion

I följande kapitel diskuteras huruvida STI och dagens rekommenderade värde är ett bra mått för taluppfattbarheten i talade utrymningslarm. Diskussionen sker utifrån studiens resultat, litteraturstudie och valda metod. Kapitlet är gemensamt för studien som helhet, det vill säga för både pilotförsöket och fullskaleförsöket.

9.1 Resultat

Resultatet visar på att hur stor del som uppfattas i meddelandena, det vill säga taluppfattbarheten, har ett samband med STI-värdet. Oavsett ingående testparametrar i ljudfilerna har ljudfilerna med låga STI-värden lägre taluppfattbarhet, och höga STI-värden högre taluppfattbarhet. Däremot skiljer sig resultatet för både den objektiva och subjektiva taluppfattbarheten mellan de olika försöksgrupperna, trots liknande STI-värden vid jämförelsen. Skillnaderna mellan de olika försöksgruppernas resultat är tydliga och indikerar på att andra parametrar kopplat till meddelandet och omgivningen påverkar taluppfattbarheten i talade utrymningslarm. Hur mycket parametrarna påverkar taluppfattbarheten varierar, men störst påvisad skillnad är mellan manligt och kvinnligt tal, där kvinnligt tal ger ett bättre resultat oavsett bakgrundsljud. Även omgivande faktorer påverkar uppfattningen av meddelandet negativt. Av bakgrundsljuden, gav bakgrundsljudet med trafikljud bättre resultat jämfört med pratande ljud. Att trafikljudet gav bäst resultat för taluppfattbarheten, skulle kunna bero på att trafikljudet låg i lägre frekvensområden och att ljudet är monotont, vilket gör det lättare att urskilja meddelandet jämfört med bakgrundsljud med dominerande prat. Den manliga rösten hade liknande egenskaper som trafikljudet, vilket skulle kunna vara anledningen till att kombinationen av dessa fick sämst utslag. Testparametrarnas inverkan på taluppfattbarheten ökade även vid sjunkande STI-nivåer, vilket stärker hypoteserna om dess inverkan. Detta kunde dock inte påvisas för omgivande faktorer som testades i fullskaleförsöket, eftersom det bara fanns två mätpunkter. Försökspersonerna presterade något bättre då meddelandet läses upp av en svensktalande röst, vilket skulle kunna bero på att de är mer bekanta med svenska som språk jämfört med engelska eftersom i princip hela försöksgruppen uppgav svenska som modersmål. I studien användes endast en mätpunkt för att undersöka huruvida engelska som språk kunde jämföras med svenska. För att mer säkert kunna påvisa huruvida språket påverkar taluppfattbarheten skulle fler mätpunkter behövas.

Vid jämförelse av resultaten från fullskaleförsöket och pilotförsöken, där likande STI-värden, bakgrundsljud och samma röst användes, var resultaten mer än 40% sämre i fullskaleförsöket. Detta talade för att omgivande faktorer har en negativ inverkan på taluppfattbarheten. Att resultatet är sämre för fullskaleförsöket kan också bero på att försökspersonerna i fullskaleförsöket hade en medelålder på 50 år jämfört med pilotförsökets 24 år. Den kognitiva förmågan för minne och förmågan att processa information försämras vid ökande ålder, även hörseln försämras, vilket 30% i fullskaleförsöket uppgav att de hade någon slags nedsättning av.

Det kunde också ses skillnader i taluppfattbarheten för de olika demografiska områdena. Vid ökande ålder minskade förmågan att uppfatta meddelandet. Vid det låga STI-värdet som

användes i fullskaleförsöket var resultatet sämre för det högsta åldersintervallet, jämfört med övriga åldersgrupper för samma STI-värde. Att taluppfattbarheten minskar vid stigande ålder kan som tidigare nämnt förklaras av att hörsselförmågan och den kognitiva förmågan blir sämre med åldern. Åldersintervallet 31–50 hade högst taluppfattbarhet för både det lägre och högre STI-värdet. Att denna åldersgrupp presterade bättre än 18–30, skulle kunna bero på att den berörda åldersgruppens erfarenhet av talade utrymningslarm är större, och därmed att de är mer bekanta med den typen av meddelandet.

Vid jämförelse av resultaten mellan män och kvinnor kunde det påvisas en liten skillnad. De kvinnliga försökspersonerna hade en högre andel uppfattade ord för det högre STI-värdet, medan männen hade bättre resultat för det lägre STI-värdet. Skillnaderna var mycket små, vilket gjorde det svårt att säkert säga att de beror på könstillhörigheten. Från resultatet var det svårt att påvisa lokalkännedomens påverkan på taluppfattbarheten, eftersom resultaten för försökspersonerna med en högre besöksfrekvens var bättre i vissa fall och i andra fall sämre. Kategorierna för lokalkännedomen var dessutom många, vilket medförde få försökspersoner i varje kategori. Konsekvensen av detta blev att resultaten skulle kunna bero på tillfälligheter. Det sociala sammanhangets inverkan var även svårt att säga om det hade betydelse för taluppfattbarheten. Resultatet kopplat till det sociala sammanhanget visar att personer som vistades i köpcentrumet tillsammans med familj presterade bäst vid det högre STI-värdet. Samtidigt genererade de personer som vistades själva bäst prestation vid det lägre STI-värdet.

Det objektiva resultatet och det subjektiva resultatet pekade åt samma håll för samtliga försöksgrupper, nämligen att bäst taluppfattbarhet för meddelandet gavs av kvinna/trafik, följt av kvinna/prat, man/trafik och sist man/prat. De objektiva resultaten samlades in först, vilket gör att en möjlig följd av detta kan ha blivit att försökspersonerna baserade sina svar om upplevd svårighetsgrad utifrån hur den objektiva delen gick. Det vill säga att de baserade sina subjektiva svar på hur många ord de lyckades skriva ner, trots att något kan upplevas som svårt att uppfatta även fast man lyckas höra ordet. Detta gäller även tvärt om genom att det kan upplevas som enkelt trots att fel ord eller inget ord hörs. Detta medför att resultaten för den objektiva och subjektiva delen blir liknande, vilket således medför att jämförelsen tappar styrka. Under observationerna i försöket kunde det dock ses att många av försökspersonerna fysiskt ansträngande sig i olika grad och även uttryckte ansträngningen i linje med den ansträngningen, trots att de uppfattade många ord.

Vid STI-värde på 0,55, det vill säga det värde som idag rekommenderas för taluppfattbarhet i talade utrymningslarm, var det objektiva och subjektiva resultaten olika för de olika försöksgrupperna. Nedan presenteras andelen rätta ord för de olika försöksparametrarna vid ett STI-värde nära 0,55. I tabellen kan det ses att samtliga försöksparametrar, förutom då omgivande faktorer adderats, resulterar i hög andel rätt. Kategorin omgivande faktorer är den enda av parametrarna i tabellen som utgör ett verklighetstroget scenario, vilket gör att resultatet för denna parameter är avgörande för bedömningen av vad som är ett acceptabelt STI-värde. Utifrån tabellen kan det ses att andelen rätt endast var 0,56 vid ett STI-värde på 0,65 vilket ändå utgör en god marginal från det rekommenderade STI-värdet 0,55. En andel på 0,56

innebär att nästan hälften av informationsdelarna i det talade utrymningsmeddelandet fallit bort.

<i>Parametrar</i>	<i>STI-värde</i>	<i>Andel rätt</i>
<i>Kvinna/prat</i>	0,57	0,93
<i>Kvinna/trafik</i>	0,56	1
<i>Man/prat</i>	0,53	0,83
<i>Man/trafik</i>	0,53	0,86
<i>Omgivande faktorer</i>	0,65	0,56

I metoden som användes för studien studerades hur stor del av meddelandets innehåll som försökspersonerna uppfattade genom att jämföra hur stor del personerna kunde upprepa eller skriva ner. Detta gav ett mått på den objektiva taluppfattbarheten. Hur stor del av meddelandet som behöver falla bort för att meddelandets budskap inte längre ska gå att tolka är svårare att fastställa. Därför är det nödvändigt att det i studien definieras hur stor andel bortfall av meddelande som är acceptabelt ur säkerhetssynpunkt. Detta behövs även för att kunna jämföra studiens resultat mot regelverkets rekommenderade STI-värde på 0,55.

Flera studier har tidigare undersökt vilka informationsdelar ett talat utrymningsmeddelande bör innehålla för att ge bäst resultat, och studierna har resulterat i vilka delar som är nödvändiga för ändamålet. För att bäst uppfylla sitt syfte ska det talade utrymningslarmet inte innehålla fler informationsdelar eller ord än vad som verkligen behövs. Anledningen till detta är människans beteende och kognitiva begränsningar, och därför utformas utrymningsmeddelanden idag med riktlinjer om att de ska vara korta, enkla och innehålla information om händelsen. Eftersom meddelandet som användes i fullskaleförsöket var framtaget i enlighet med dessa riktlinjer, innebär det att alla ord har en viktig betydelse för meddelandet. Detta indikerar på att ordbortfallet i ett talat utrymningsmeddelande bör vara lågt, vilket innebär att STI-värdet ska vara högt. Vissa informationsdelar eller ord skulle högre kunna värderas som mer värdefulla för meddelandet, exempelvis genom att ordet *brand* automatiskt associeras till utrymning och andra ord. Detta skulle kunna medföra att ett högre antal delar skulle kunna falla bort, utan att säkerheten äventyras, givet att de mer värdefulla orden är de som inte faller bort. Litteraturstudien har dock inte inkluderat detta resonemang.

Svåra ljudförhållanden i samband med ett talat utrymningsmeddelande ställer högre krav på individernas kognitiva förmåga att själva tolka meddelandet. Individens kognitiva förmåga är individberoende, vilket innebär att alla inte har samma grundförutsättningar att uppfatta meddelandet. Den kognitiva lasten belastar samtliga individers förmåga att uppfatta meddelandet men blir högre för äldre och personer med andra modersmål än svenska, vars kognitiva förmåga belastas mer i specifikt fall. Detta motiverar varför ett lågt ordbortfall borde väljas som en acceptabel nivå för talade utrymningslarm. Att talade utrymningslarm är en åtgärd ur säkerhetssynpunkt talar för att ta höjd för variationer och även ett lågt ordbortfall. Flera bortfallna ord ställer högre krav på individens kognitiva förmåga. För att ta höjd för den kognitiva lasten, bör därför ett högre STI-värde väljas.

Samtidigt upprepades meddelandet endast en gång i försöket och sociala interaktioner togs heller inte hänsyn till. I en verklig situation upprepas meddelandet till dess att utrymningslarmet återställs. Då meddelandet upprepas bidrar inlärningseffekter till att personerna känner igen meddelandet och därmed uppfattar det bättre. En återupprepning skapar även förutsättningar för att fylla i de ord som man tidigare inte hörde. Upprepningen hade troligtvis medfört att fler ord hördes men hade samtidigt gjort det svårt att mäta taluppfattbarheten, då flera fenomen bidrar till att meddelandet hörs. Sociala interaktioner har visat sig påverka utrymningsförloppet på ett positivt sätt, då individer bestämmer sig för att utrymma på grund av att andra gör det. Huruvida sociala interaktioner påverkar taluppfattbarheten positivt har studien inte kunnat påvisa, men det skulle kunna ha en inverkan på förståelsen och indirekt på hur man uppfattar och förstår meddelandet.

För att fastställa huruvida omgivande faktorer påverkade taluppfattbarheten jämfördes pilotförsöket och fullskaleförsökets resultat. Det som talar för att omgivande faktorer påverkar taluppfattbarheten är att andelen rätta svar skiljde sig mellan de olika försöken. Andelen rätta svar var lägre i fullskaleförsöket, trots att STI-värdena var likvärdiga, vilket indikerar på att omgivande faktorer har en negativ påverkan på taluppfattbarheten. Det kan ifrågasättas huruvida det är möjligt att jämföra resultaten från pilotförsöket och fullskaleförsöket, då det fanns skillnader mellan försökens parametrar. Exempelvis skiljer sig meddelandenas utformning, och även bakgrundsljudet. Samtidigt eftersträvades det att de två försöken skulle utformas på ett så likvärdigt sätt som möjligt, samt med samma låga svårighetsgrad. De båda försöken hade samma kvinnliga röst och språk, och även tillvägagångssättet för utförandet var likvärdigt.

Att meddelandet i fullskaleförsöket var kortare samt innehållet i meddelandet är allmänt känt, borde gynna taluppfattbarheten. Tidigare kännedom av ord, medför inlärningseffekter som underlättar uppfattningen och förståelsen vad det som sägs, vilket underlättar vid svåra ljudförhållanden. Trots dessa gynnsamma faktorer var resultatet för taluppfattbarheten sämre för fullskaleförsöket jämfört med pilotförsöket, vilket stärker hypotesen om att omgivningen har en påverkan på taluppfattbarheten.

Både pilotförsöket och fullskaleförsöket hade spridning i resultatet. I pilotförsöket kunde det ses en stor spridning i resultatet för ljudfilerna med dominerande prat som bakgrundsljud, och allra störst är den för kombinationen dominerande prat och manlig röst. Fullskaleförsöket hade något större spridning av resultatet, vilket gör att resultatet för fullskalan blir mer osäkert. Den stora spridningen i fullskaleförsöket skulle kunna förklaras av den stora spridningen av demografiska egenskaper hos försökspersonerna. Framför allt kan den högre medelåldern, med hänsyn till den sjunkande kognitiva förmågan med ökande ålder ha påverkat säkerheten i fullskalans resultat. Vidare fanns det en större andel personer som uppgav att de hade nedsatt hörsel i fullskaleförsöket, vilket även talar för större spridning i resultatet. Osäkerheterna medför att medelvärdet som använts som lägesmått inte blir lika representativt. Om medelvärdet används som ett representativt mått för samtliga individer, finns risk för att vissa eller utsatta grupper utelämnas. Eftersom talade utrymningslarm installeras med anledning av att det vistas olika människor på en plats, som inte kan väntas ha lokalkännedom, kan det tänkas

vara rimligt att samtliga människor ska omfattas av dess riskreducerande effekt. Variationerna i resultatet medför att en högre marginal för taluppfattbarhet borde introduceras, då talade utrymningslarm som tidigare nämnt är en säkerhetsåtgärd.

9.2 Metod och utförande

Det finns flera företeelser i studiens valda metod och utförande som kan ha påverkat resultatet.

Att försökspersonerna inte hade en referenspunkt att utgå från under de utvärderande frågorna medför att den föregående ljudfilen används som referenspunkt. Ordningsföljden blev således avgörande för resultatet då svårighetsgraden på den tidigare ljudfilen påverkar den subjektiva bedömningen av den aktuella ljudfilen. Ordningsföljden som användes innebar att ljudfilen tidigare kunde ha antingen ett lägre eller högre STI-värde jämfört med den aktuella ljudfilen. Om den tidigare ljudfilen innehöll ett lägre STI-värde, kunde den aktuella filen upplevas som lättare än vad den egentligen var. Detsamma gäller omvänt, om den tidigare ljudfilen innehöll ett högre STI-värde, kunde den aktuella filen upplevas som svårare än vad den egentligen var jämfört med den aktuella filen. Samtidigt bedömdes det att en ordningsföljd med varierande svårighetsgrad var nödvändig för att inte försökspersonen skulle vänja sig vid en succesivt stigande svårighetsgrad, och även för att en stigande svårighetsgrad ofta förväntas i ett sådant försök.

Ordningsföljden som meddelandena spelades upp i varierades på två olika sätt. Det fanns ingen indikation på att ordningen spelade någon roll för hur meddelandena uppfattades. Däremot kunde det tydas ett mönster i att försökspersonerna upplevde det första meddelandet som svårare, trots att svårighetsgraden på det första meddelandet hade en lättare svårighetsgrad. Detta skulle kunna bero på att försökspersonerna vänjer sig vid meddelandena och omständigheterna i dessa och av den anledningen inte upplever meddelandena som lika svåra. En annan indikation på detta fenomen kan vara att en del försökspersoner missade de första orden i de engelska meddelandena. Försökspersonerna informerades inte innan om att språket skulle förekomma på engelska i försöket, personerna var inte förberedda på ändringen, vilket kan varit anledningen till ett bortfall av de första orden och siffrorna.

Filmen var tänkt att utgöra ett distraktionsmoment, vilket inte uppfylldes på grund av att försökspersonerna inte tittade på filmen. Filmerna var monotona, innehöll ingen uppgift och var desamma för samtliga ljudfiler, vilket skulle kunna förklara varför försökspersonerna bortprioriterade att titta på filmen. Samtidigt eftersträvades filmerna inte utmana den kognitiva förmågan i en allt för stor utsträckning samt att de skulle matcha med bakgrundsljudet i ljudfilerna, vilket resulterade i enkla och monotona filmer.

En del försökspersoner uppgav att vissa specifika ord var svårare att höra eller anteckna på grund av hur ordet uttalades, eller på grund av längden på ordet. Referensgruppens resultat talade dock för att svårighetsgraden var enkel och jämn för samtliga meddelanden. Detta talar för att bakgrundsljudet påverkade svårighetsgraden. Exempelvis har bakgrundsljudet och meddelandets placeringsförhållande till varandra betydelse för hur påtaglig maskeringen blir

och därmed något uppfattas. Eftersom bakgrundsljudet inte var monotont, blev det avgörande hur den exakta klippningen av meddelande och bakgrundsljud gjordes. För vissa ljudfiler kan förhållandet mellan bakgrundsljudet och meddelandet blivit mer ”olyckligt”, vilket kan ha medfört att vissa ord och stavelser för en del ljudfiler maskerades extra mycket. Detta leder till en ytterligare belastning på försökspersonernas förmåga att tolka meddelandet, och således blir kontexten och tidigare erfarenheter hos försökspersonerna blir mer avgörande för utfallet. Detta skulle kunna förklara fenomenet att ordet ”väskor” upplevdes som ”vespor”, eller att ordet ”hundar” upplevdes som ”koppar”.

Bakgrundsljudet *dominerande prat* i pilotförsöket, hämtades från en kafeteria där många av försökspersonerna vistas dagligen. En följd av detta var att försökspersonerna kände igen ett flertal röster i bakgrundsljudet, vilket kan leda till att meddelandet blir svårare att uppfatta eftersom försökspersonerna kan bli mer måna att höra vad personerna i bakgrundsljudet säger. Ett bakgrundsljud som försökspersonerna inte hade någon relation till borde istället ha valts för att få ett säkrare resultat.

Många av försökspersonerna i fullskaleförsöket hade svårt att förstå frågan om huruvida bakgrundsljudet påverkade deras förmåga att uppfatta meddelandet i fullskaleförsöket. Frågan var svårformulerad vilket ledde till att försökspersonerna inte gav svar som stämde överens med svaren vid en korrekt tolkning. Detta innebär att resultaten från frågan kan vara missvisande och inte är användbara.

10 Slutsats

I följande kapitel presenteras studiens slutsats utifrån de framtagna hypoteserna, även övriga slutsatser som kunnat påvisas redovisas.

Hypotes 1 En kvinnlig röst uppfattas tydligare jämfört med en manlig röst

Utifrån studien har det påvisats att rösttypen har betydelse för taluppfattbarheten. En kvinnlig röst gav i studien ett bättre resultat för taluppfattbarheten jämfört med en manlig röst med samma övriga förutsättningar.

Hypotes 2 Typ av bakgrundsljud påverkar hur meddelandet upplevs

Bakgrundsljud har utifrån studien generellt en negativ inverkan på taluppfattbarheten. Studien har påvisat att ett bakgrundsljud inkluderande direkt uppfattbar information gör att meddelandet uppfattas sämre jämfört med ett monotont bakgrundsljud, med avsaknad av direkt uppfattbar information.

Hypotes 3 Ett meddelande på engelska uppfattas tydligare jämfört med ett meddelande på svenska

Det har inte kunnat säkerställas huruvida språket har betydelse för taluppfattbarheten på grund av statistiskt otillräckliga data.

Hypotes 4 Omgivande faktorer har betydelse för hur ett meddelande uppfattas

Omgivande faktorer, så som den verkliga miljön och sammanhanget som en person befinner sig i, påverkar enligt studien taluppfattbarheten negativt. Vilka omgivande faktorer och hur mycket dessa enskilt påverkar taluppfattbarheten har studien inte kunnat påvisa.

Hypotes 5 Demografiska egenskaper har en påverkan på taluppfattbarheten

Ålder som en demografisk egenskap hos den som hör meddelandet, har betydelse för taluppfattbarheten. Vid ökande ålder minskar taluppfattbarheten något.

Studien indikerar att STI som mått går i linje med taluppfattbarheten i talade utrymningslarm, det vill säga hur mycket som uppfattas har ett samband med STI-värdet. Utifrån studien kan det slås fast att rätt val av parametrar i meddelandet och omständigheter runt omkring, gynnar taluppfattbarheten. Funktionen av talade utrymningslarm skulle utifrån studiens resultat kunna optimeras om hänsyn togs till dessa parametrar, det vill säga att högre taluppfattbarhet skulle kunna uppnås i lokaler med svår akustisk utformning. Alternativt att det finns potential att sänka det rekommenderade värdet för STI i utrymningslarm om hänsyn tas till de parametrar som medför god taluppfattbarhet.

Utöver dessa slutsatser har det även konstaterats att det generellt är svårt att sätta värden på vad som är acceptabelt och inte när det gäller bortfall av ord, vilket talar för att det är ett område som behöver utforskas mer. Ytterligare en generell slutsats är att det är svårt att göra jämförelser mellan objektiva och subjektiva mått som helt speglar verkligheten, eftersom dessa inte kan kvantifieras med samma mått.

11 Framtida forskning

I följande kapitel presenteras kortfattat förslag på framtida forskning utifrån studiens resultat, diskussion och slutsatser, samt nyttan med utförandet.

Genomföra lyssningstester med efterklangstid som maskeringseffekt, för att kartlägga huruvida olika parametrar påverkar taluppfattbarheten vid efterklang som maskeringseffekt.

Undersöka hur många ord eller informationsdelar som är acceptabelt att falla bort i ett utrymningsmeddelande, för att utgöra bedömningsgrund i framtida lyssningstester.

Undersöka kostnader kring höjda STI-värden för talade utrymningslarm, en medvetenhet kring kostnader medför att kostnaden kan vägas mot nyttan med högre STI-värde för talade utrymningslarm, på så vis fås en större grund för vad ett rimligt STI-värden bör vara för talade utrymningslarm.

Utföra lyssningstester för taluppfattbarhet där hänsyn tas till personer med nedsatthörsel, eftersom hörseln har stor betydelse för taluppfattbarheten hade det varit intressant att se utfallet då taluppfattbarheten testas på personer med en hörselnedsättning eller att en undersökning på deltagarnas hörsel sker innan lyssningstesterna, för att se hur den inverkar.

Undersöka taluppfattbarheten för talade utrymningslarm i verkliga högtalarsystem, för att få en mer säker bild över hur omgivande parametrar påverkar taluppfattbarheten, samt för att ta reda på hur högtalarsystemet i sig påverkar taluppfattbarheten. Vidare skulle detta kunna inkludera sociala interaktioner.

Litteraturförteckning

- Acoustics Engineering, u.d. *Speech Intelligibility*. [Online] Available at: <https://www.acoustics-engineering.com/html/speechintelligibility.html> [Använd November 2019].
- Adolph, K. E. & Kretch, K. S., 2015. Gibson's Theory of Perceptual Learning. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Science*, Volym 2, pp. 127-134.
- Akselson, R., 2014. *Människa, teknik, organisation och riskhantering*, Lund: Lunds Teknisk Högskola.
- Andersson, J. & Jönsson, A., 2011. *Utrymning av höga byggnader – En analys av riskperception*, Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Andrén, M. o.a., 2013. *TaLiS- Taluppfattning och Listening Span-test*, u.o.: Linköpings universitet.
- Arbetsmiljöverket, 2005. *Arbetsmiljöverkets föreskrifter om buller AFS 2005:16*, Solna: Arbetsmiljöverket.
- Assmann, P. & Summerfield, Q., 2004. The Perception of Speech Under Adverse Conditions. i: *Speech Processing in the Auditory System*. New York: Springer, p. 231.
- Barbagallo, M., 2019. *Byggnadsmekanik, Teknisk Akustik* [Intervju] (17 September 2019).
- Bard, D., 2019. *STI-value in BBR* [Intervju] (18 September 2019).
- Bayer, K. & Rejnö, T., 1999. *Utrymningslarm Optimering genom fullskaleförsök*, Lund: Lunds tekniska högskola.
- Bech, S. & Zacharov, N., 2006. *Perceptual Audio Evaluation - Theory, method and Application*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Becker, P., 2015. Safety and sustainability in changing soundscapes. i: *Sound, Safety & Society*. Lund: Ljudmiljöcentrum.
- Bergman, P., Glebe, D. & Nilsson, D., 2017. *Akustiska utrymningslarm och ljudfyrrar för vägtunnlar*, Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Besser, J. o.a., 2013. How Linguistic Closure and Verbal Working Memory Relate to Speech Recognition in Noise—A Review. *Trends in Amplification*, pp. 75-93.
- Boverket, 2008. *Bullerskydd i bostäder och lokaler*, u.o.: Boverket.
- Boverket, 2011. Avsnitt 3 Tillgänglighet, bostadsutformning, rumshöjd och driftutrymmen. i: *Boverkets byggregler- föreskrifter och allmänna råd*. u.o.:Boverket.
- Boverket, 2011. Avsnitt 5 Brandskydd. i: *Boverkets Byggregler - föreskrifter och allmänna råd*. u.o.:Boverket.
- Boverket, 2018. *Om Boverketsbyggregler, BBR*. [Online] Available at: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/om-bbr/>
- Brandskyddsföreningen, 2009. *Brandskyddsföreningen*. [Online] Available at: https://www.brandskyddsforeningen.se/globalassets/blandade-pdfer/info_utrymningslarm.pdf
- Brandskyddsföreningen, 2017. *SBF 502:1 Regler för utrymningslarm med talat meddelande*. Stockholm: Brandskyddsföreningen.

- Brandskyddsföreningen, u.d. *Brandlarm och utrymningslarm*. [Online] Available at: <https://www.brandskyddsforeningen.se/normer--riktlinjer/brandlarm/> [Använd November 2019].
- Burns, P. L. o.a., 2013. Human behaviour during an evacuation scenario in the Sydney Harbour Tunnel. *Australian Journal of Emergency Management*, January, 28(1), pp. 20-27.
- Canter, D., Breaux, J. & Sime, J., 1980. Domestic, multiple occupancy, and hospital fires.. i: *Fires an human behaviour*. Chichester, UK: John Wiley & Sons.
- Connor, S., 2009. *Earlips: Of Mishearings and Mondegreens*. u.o., Columbia University.
- Dahlstrand , I. & Lindau, P., 2017. *Dynamiska utrymningsystem och riskperception – En studie av hur dynamiska utrymningssystem påverkar den uppfattade risken hos utrymmande personer*, Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Edvall, N. & Reimers, D., 2014. *Speech intelligibility impact Level (SiimpL) - Beskrivning och utvärdering*, Lund: Lunds Universitet.
- Enander, A., 2005. *Människors förhållningssätt till risker, olyckor och kriser*, Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap .
- Eriksson, J. & Johansson, A., 2015. *Kan olika kontralaterala maskeringsvärden påverka resultaten i taluppfattning vid Tal i brus för personer med sensorineural hörselnedsättning?*, Örebro: Örebro universitet.
- Etymotic Research, 2006. *Quick SIN Speech-in-Noise-Test*. 1.3 red. u.o.:ETYMOTIC RESEARCH, INC.
- Fahy, R. F., Proulx, G. & Aiman, L., 2011. Panic or not in fire: Clarifying the misconception. *FIRE AND MATERIALS Fire Mater*, 12 January, Volym 36, pp. 328-338.
- Farhadian, A., 2011. *Akustik och säkerhet i inomhusarenor*, Stockholm: KTH.
- Fire Protection Research Foundation, 2008. *Intelligibility of Fire Alarm and Emergency Communication Systems- Final Report*, Quincy, Massachusetts: The Fire Protection Research Foundation.
- Fischhoff, B., Brewer, N. T. & Downs, J. S., 2009. *Communicating risks and benefits: An evidence-based user's guide*. New Hampshire: US Department of Health and Human Services.
- Folkhälsomyndigheten, 2019. *Folkhälsomyndigheten*. [Online] Available at: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/livsvillkor-levnadsvanor/miljohalsa-och-halsoskydd/tillsynsvagledning-halsoskydd/buller/>
- Folkhälsomyndigheten, 2019. *Om ljud och buller*, u.o.: Folkhälsomyndigheten.
- Frantzich, H., 2001. *Tid för utrymning vid brand*, Karlstad: Räddningsverket.
- Frantzich, H., 2019. *Universiteslektor vid avdelningen för brandteknik* [Intervju] 2019.
- Frantzich, H., Haeffler, L. & Ljungman, B., 2003. *Handbok för riskanalys*, u.o.: Räddningsverket.
- Frantzich, H., Nilsson, D. & Rød, K., 2016. *Utrymning och tekniska installationer i vägtunnlar med dubbelriktad trafik*, Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Frizell, E., 2018. *Brandsäkert*. [Online] Available at: <https://www.brandsakert.se/2018/0301/ett-talat-meddelande-n%C3%A5r-utb%C3%A4ttre>
- [Använd 6 September 2019].
- Geoffroy, N. A., 2005. *Measuring Speech Intelligibility in Voice Alarm Communication Systems* , Worcester: Worcester Polytechnic Institute.

- Glebe, D., 2019. *Forskningsledare inom sektionen Ljud & Vibrationer* [Intervju] (19 September 2019).
- Glebe, D., 2019. *Forskningsledare inom sektionen Ljud & Vibrationer* [Intervju] (7 November 2019).
- Graham, R., 1999. Use of auditory icons as emergency warnings: evaluation within a vehicle collision avoidance application. *Ergonomics*, 42(9), pp. 1233-1248.
- Hagerman, B., 1981. *Sentences for testing speech intelligibility in noise*, Stockholm: Karolinska Institutet.
- Hajder, A. & Loyola Cuadra, A., 2009. *Mätning av akustiska parametrar i olika lokaler*, Örebro: Örebro universitet.
- Hallin, A., Halling, C., Lindqvist, M. & Åkerlöf, L., 2012. *Trafikbuller och planering 4*, Sundbyberg: Länsstyrelsen Stockholm.
- Hawley, M., Litovsky, R., Colburn & Steven, 1999. *Speech intelligibility and localization in a multi-source environment*, Boston: Boston University.
- Heald, S. L., Van Hedger, C. S. & Nusbaum, H. C., 2017. Chapter Three - Understanding Sound: Auditory Skill Acquisition. *Psychology of Learning and Motivation*, pp. 53-93.
- Holmström, J. & Sävmark, E., 2013. *Talat utrymningsmeddelande - optimerad utformning utifrån fullskaleförsök*, Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Houtgast, T. & Steeneken, H., 2001. Validation of the revised STI-method. i: *Speech communication*. Soesterberg: Elsevier, pp. 413-425.
- Houtgast, T. & Steeneken, H., 2002. *Past, present and future of the Speech Transmission Index*. Soesterberg: TNO Humans Factors.
- Houtgast, T. & Steeneken, H. J., 2002. Basics of the STI measuring method. i: *Past, present and future of the Speech Transmission Index*. Soesterberg, Nederländerna: TNO Human Factors, pp. 13-41.
- Hu, W., Swanson, B. A. & Heller, G. Z., 2015. *A Statistical Method for the Analysis of Speech Intelligibility Tests*, u.o.: Plos One.
- Hygge, S., Kjellberg, A. & Landström, U., 2013. *Störande buller i arbetslivet-kunskapssammanställning*, Gävle: Arbetsmiljöverket.
- IEC 602068-16, 2003. *Sound system equipment- Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index*, u.o.: International Electrotechnical Commission.
- ISO, 2014. *Ergonomics - Accessible design - Sound pressure levels of spoken announcement for products and public address systems*, Geneva : ISO.
- Jacob, K., 2001. *Understanding Speech Intelligibility and the Fire Alarm Code*. Anaheim, Bose Corporation, p. 25.
- Kewley-Port, D., Li, X., Zheng, Y. & Neel, T. A., 1996. Fundamental frequency effects on thresholds for vowel formant discrimination. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 1 Oktober, 100(4), pp. 2462-2470.
- Kinsey, M. J., Gwynne, S. M., Kuligowski, E. D. & Kinatader, M., 2018. Cognitive Biases Within Decision Making During Fire Evacuations. *Fire Technology*, 29 January.
- Klatte, M., Lachmann, T. & Meis, M., 2010. Effects of noise and reverberation on speech perception and listening comprehension of children and adults in a classroom-like setting. *Speech Perception and Understanding*, 12(49), pp. 270-282.

- Kleiner, D. M., 2006. *Audio Technology & Acoustics*. Göteborg: Division of Applied Acoustics, Chalmers University of Engineering.
- Langvik, M. & Wellershaus, J., 2014. *En studie om hur olika röstkvaliteter i kombination med bakgrundsbuller påverkar barns språkförståelse*, Lund: Lunds Universitet.
- Liddle, S., 2018. *Byggteknikförlaget*. [Online] Available at: <https://byggteknikforlaget.se/utrymningslarm-med-talat-meddelande-i-svara-akustiska-miljoer/>
- Linell, P., 2015. Mishearings are occasioned by contextual assumptions and situational affordances. *Language and Communication*, 2015 January, Volym 40, pp. 24-37.
- Ljung, R., Sörqvist, P. & Hygge, S., 2009. Effects of road traffic noise and irrelevant speech on children's reading and mathematical performance. *Noise Health*, 11(45), pp. 194-198.
- Markkinen, H. & Svensson, F., 2018. *Bakgrundsbullers påverkan på inlärningsmöjligheter i klassrumslika miljöer hos barn med och utan hörselnedsättning*, Göteborg: Göteborgs Universitet.
- Moussaid, M. o.a., 2016. *Crowd behaviour during high-stress evacuations in an immersive virtual environment*, u.o.: The Royal Society Publishing.
- Nationalecyklopedin, u.d. *Fonem*. [Online] Available at: <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/fonem> [Använd September 2019].
- Nationalencyklopedin, u.d. *Priming*. [Online] Available at: <https://www-ne-se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/priming> [Använd September 2019].
- Nilsson, D., 2006. *Utformning av talade utrymningsmeddelanden*, Lund: Lunds tekniska högskola.
- Nilsson, D., 2009. *Exit choice in fire emergencies*, Lund: Lund University.
- Nilsson, D., 2009. *Exit choice in fire emergencies - Influencing choice of exit with flashing lights*, Lund: Lunds Tekniska Högskola, avdelningen för Brandteknik och Riskhantering.
- Nilsson, D., 2014. Design of fire alarms: Selecting appropriate sounds and messages to promote fast evacuation. i: *Sound, Safety & Society Research on Sound & Sustainability*. Lund: Sound Environment Center.
- Nilsson, D., 2014. *Sound, Safety & Society - Research on Sound & Sustainability*, Lund: Sound Environment Center.
- Nilsson, D. & Fridolf, K., 2011. *People's Subjective Estimation of Fire Growth: An Experimental Study of Young Adults*, Lund: Lunds universitet.
- Nilsson, D., Johansson, M. & Frantzich, 2008. Evacuation experiment in a road tunnel: A study of human behaviour and technical installations. *Fire safety journal*, 17 November, 44(2009), p. 458–468.
- Nilsson, E. o.a., 2005. *Grundläggande akustik*. Lund: Lunds Tekniska Högskola, Teknisk akustik.
- Olofsson, A. & Öhman, S., 2006. *Att mäta och värdera risk och säkerhet i ett heterogent samhälle (ROHS)*, u.o.: Mittuniversitetet: Institutionen för samhällsvetenskap.
- Olsson, C. & Asplind, B., 2014. Akustik - Luften, örat och hjärnan. *Musikermagasinet*, Maj.

- Ozel, F., 2001. Time pressure and stress as a factor during emergency egress. *Safety Science*, Volym 38, pp. 95-107.
- Proulx, G., 1993. A stress model for people facing a fire. *Journal of Environmental Psychology*, June, 13(2), pp. 137-147.
- Proulx, G., 2001. *Occupant Behaviour and Evacuation*. Munich, National Research Council Canada.
- Proulx, G. & Sime, J. D., 1991. To Prevent 'Panic' in an Underground Emergency - Why Not Tell People the Truth. *Fire Safety Science*, pp. 843-852.
- Quarantelli, E., 1975. *Panic Behavior: Some Empirical Observations*, Columbus, Ohio: Ohio State University.
- Räddningstjänsten Syd, 2019. *Räddningstjänsten Syd*. [Online] Available at: <https://www.rsyd.se/foretag/brandsakerhet-for-foretag/utrymningslarm-i-samlingslokaler/>
- Räddningsverket, 1997. *Brandskydd i kulturbyggnader – handbok om brandsyn och brandskyddsåtgärder i kulturhistoriskt värdefulla byggnader*. Borås: Räddningsverket.
- Regeringskansliet, 2003. *Lag (2003:460) om etikprövning av forskning som avser människor*. [Online] Available at: <http://rkrattsbaser.gov.se/sfst?bet=2003:460> [Använd Oktober 2019].
- Reinicke, B., 2007. *Utrymning från biograf – resultat från fullskaleförsök*, Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Ronchi, E. o.a., 2018. A tunnel evacuation experiment on movement speed and exit choice in smoke. *Fire safety journal*, April, 97(2018), pp. 126-136.
- Rosero, F., 2017. *Assessment of People's Perception of Fire Growth: A Virtual Reality Study*, Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Runeson, S., u.d. *Nationalencyklopedin*. [Online] Available at: <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/perceptionspsykologi> [Använd September 2019].
- Seitz, A. R., 2017. Perceptual learning. *Current Biology*, 10 Juli, 27(13), pp. R631-R636.
- Sime, D. J., 1985. Movement Toward the Familiar Person and Place Affiliation in a Fire Entrapment Setting. *Environment and Behaviour*, November, 17(6), p. 697-724.
- SISAB, 2017. *Akustik Goda exempel*, u.o.: SISAB Skolfastigheter i Stockholm AB.
- Sjöström, A., 2019. *Systemadministratör vid Byggnadsmekanik. Applikationsexpert inom beräkningsområdet*. [Intervju] (28 Oktober 2019).
- Start, E., 2012. *Design of voice alarm systems for traffic tunnels: optimisation of speech intelligibility*, New York: u.n.
- Statistiska centralbyrån, 2016. *Statistiska centralbyrån*. [Online] Available at: https://www.scb.se/contentassets/c6dd18d66ab240e89d674ce728e4145f/ov9999_2016a01_br_x08br1601.pdf
- Statistiska centralbyrån, u.d. *Central- och spridningsmått*. [Online] Available at: <https://www.scb.se/dokumentation/statistikguiden/grundlaggande-rakneregler-i->

[statistiken/central--och-spridningsmatt/](#)

[Använd 3 Decemeber 2019].

Statistiska Centralbyrån, u.d. SCB. [Online]
Available at: <https://www.scb.se/dokumentation/statistikguiden/undersokning-och-urval/test-och-experiment/>

Statistiska centralbyrån, u.d. *Standardavvikelse och kvartiler*. [Online]
Available at: <https://www.scb.se/dokumentation/statistikguiden/grundlaggande-rakneregler-i-statistiken/standardavvikelse-och-kvartiler/>

[Använd 3 December 2019].

Steeneken, H. J., 2002. Standardisation of performance criteria and assessment methods for speech communication. i: *Past, present and future of the Speech Transmission Index*. Soesterberg, Nederländerna: TNO Human factors, pp. 117-123.

Steeneken, H. J. & Houtgast, T., 2002. Basics of the STI measuring method. i: *Past, present and future of the Speech Transmission Index..* Soesterberg: TNO Human Factors.

Steeneken, H. J., u.d.. *The measurement of speech intelligibility*, Soesterberg, Nederländerna: TNO Human Factors.

Tielen, M. T., 1987. u.o.: The Relative Intelligibility of Male and Female Speakers: In search of a method.

Tong, D. & Canter , D., 1985. The Decision to Evacuate: a Study of the Motivations which Contribute to Evacuation in the Event of Fire*. *Fire Safety Journal*, Volym 9, pp. 257-265.

Uneram, C., 2009. *Skydd mot brand Före, under och efter räddningsinsats*, u.o.: Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap.

Bilaga 1 – Tillvägagångssätt litteratursökning

I denna bilaga presenteras det tillvägagångssätt som används vid litteratursökningen genom att presentera de sökord och gallringsmetoder som användes.

Litteratursökningen bestod av litteratur på svenska och engelska. I litteratursökningen eftersträvades det att använda referenser som var så tidsrelevanta som möjligt, det vill säga inte för gamla. I vissa fall så som vid presentation av vissa metoder exempelvis Hagermans meningar som skapades 1980 ville ursprungskällan användas.

Examensarbeten användes i litteraturstudien. Tidigare examensarbeten inom bland annat: talade utrymningslarm, riskperception, speech intelligibility användes och hämtades från LUP Search, som är Lunds Universitet databas för examensarbeten.

Gällande taluppfattbarhet och speech intelligibility finns det många studier om olika hörselhjälpmedel. Dessa har inte tagits med i rapporten för att upprätthålla studiens riktning mot allmänheten, och inte specifika grupper.

Viss litteratur hämtades även från standarder och myndigheter.

Ett sökord användes först och kombinerades med ett eller i några fall med två sökord. I tabellen nedan beskrivs de ord som sökord 1 och kombinerades sökord 2 och sökord 3.

Sökord 1	Sökord 2	Sökord 3
Perceptual audio		
Talat utrymningslarm		
Working memory span	Speech recognition	
Human behaviour	Acoustics	Fire
Speech intelligibility	Voice alarm	
STI	Measure	
Tunnel evacuation		
Perceptual OR perception	Learning	
Decision to evacuate	Motivations	
Speech intelligibility		
Evacuation	Riskperception	
Voice alarm	Riskperception	
Bakgrundsbuller		
Utrymning	Talat meddelande	
Intelligibility	Fire alarm	
Auditory warnings		
Speech intelligibility	Test	
Speech transmission index method		
Speech perception	Effects of noise	
Mishearings		
Irrelevant speech	Performance	
Bakgrundsbuller	Inläring	
Crowd behavior	Evacuation	Stress
Värdera risker		

Stress	Emergency	Evacuation OR egress
Stress	Fire	Model
People's perception	Fire	
Akustik	Arenor	
Akutsiska parametrar		
Evacuation	Pre-recorded fire evacuation messages	
Exit choice	Evacuation	
Sound	Safety	
Subjective	Fire	

Följande undersökmotorer inkluderades i Google Scholar:

NYU Scholar
LUP Search (Lund University Publications)
SpringerLink
PMC US National Library of Medicine National Institutes of Health
Informit - Humanities & Social Sciences Collection
NIST - National Institute of Standards and Technology
DIVA - Digitala Vetenskapliga Arkivet
Wiley Online Library
Digital WPI (Worcester Polytechnic Institute)
Taylor and Francis Online
The Journal of the Acoustical Society of America
ScienceDirect
TNO Repository
Journals Plos One
Noise & Health
GUPEA - Göteborgs Universitetsbibliotek
The Royal Society Publishing
IAFSS Fire Safety Science Digital Archive
Semantics Scholar
UD Space
Plos - Computational Biology
SAGE Journals

Bilaga 2 - Regelverk och standarder

I denna bilaga presenteras de regelverk och standarder som omfattar talade utrymningslarm och taluppfattbarhet. Avsnittet *nuvarande regelverk* baseras till stor del på Boverkets Byggregler BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2019:2.

Nuvarande regelverk

Boverkets byggregler, BBR, består av föreskrifter och allmänna råd för tekniska egenskapskrav, tomtkrav samt utformningskrav från Plan- och bygglagen samt Plan- och byggförordningen (Boverket, 2018). Kapitel fem i BBR omfattar brandskydd kopplat till byggnader och specificeras utifrån olika verksamhetsklasser. Nu gällande upplaga är BBR 27 vilken trädde i kraft i januari 2019 (Boverket, 2018).

Gällande utrymningslarm ska lokaler i Vk2b och Vk2c ska enligt föreskrift vara försedda med anordning som i vissa fall möjliggör tidig upptäckt av brand, men samtliga ska ha system som medför tidig varning av brand. De allmänna råden rekommenderar talat utrymningslarm med initierande signal för att uppfylla dessa krav (Boverket, 2011). Verksamheter i verksamhetsklasserna Vk2B och Vk2C ska enligt föreskrift förses med varningssystem som vid händelse av brand, varnar om detta. Som utrymningslarm rekommenderas ett talat sådant på grund av att det snabbt kan initiera utrymningen. Vid akustiska larm, vilket talade utrymningslarm kategoriseras som, ska hörbarheten vara god i alla delar av byggnaden (Boverket, 2011).

Ljudnivån för det talade utrymningslarmet bör vara anpassat efter övrigt ljud i lokalen. Där personer vistas mer än tillfälligt bör ljudnivån inte understiga 65 dB, eller överstiga 115 dB på en meters avstånd från larmdonet. Ljudnivån ska samtidigt överstiga bakgrundsljudets normala ljudnivå med minst 10 dB (Boverket, 2011). Vidare verifieras utrymningslarm med ett talat meddelande i BBR enligt SS-EN 54-16 och SS-EN 54-24.

Taluppfattbarheten för talade utrymningslarm verifieras i BBR enligt SS-EN 60268-16 och STI-värdet för det talade utrymningslarmet bör ligga på minst 0,55 (Boverket, 2011). Gällande ljudtrycksnivån bör den enligt BBR (2011) den vara minst 70 dB och 15 dB över omgivningens ljud.

I kapitel tre i BBR (2011) som berör tillgänglighet är god hörbarhet, god taluppfattbarhet och god orienterbarhet kravställt för de lokaler där personer med nedsatt orienteringsförmåga, och därmed är beroende av ljudmiljön, kan förväntas vistas. Detta gäller publika lokaler som exempelvis lokaler för hälso- och sjukvård, resterminaler, receptioner och andra typer av samlingslokaler. Med grund i detta bör STI- värdet för högtalarsystem i dessa lokaler ha en taluppfattbarhet på över 0,6 i hela lokalen och över 0,7 i majoriteten av lokalen (Boverket, 2011).

Rekommenderad utformning av talat utrymningslarm

Det finns ingen entydig beskrivning som behandlar informationens utformning i talade utrymningsmeddelanden (Frantzich, 2001). Därmed är innehållet i utrymningsmeddelanden beroende av systemtillverkaren. Det finns däremot rekommendationer kring hur man kan utforma informationen i talade meddelanden. Enligt allmänna råden i BBR rekommenderas att talade utrymningsmeddelanden tydligt ska ge information om den inträffade situationen, samt

att meddelandet ska upprepas till att larmet är återställt (Boverket, 2011). Följande utformning föreslås av Boverket (2011, p. 5:2512):

1. *Signalkaraktär 1 (omedelbar fara) enligt SS 31711 ljuder i 5 sekunder.*
2. *"Viktigt meddelande. Vi har fått ett brandtillbud i byggnaden. Vi får be samtliga att omedelbart lämna lokalerna genom närmaste utgång. Följ personalens anvisningar. Fortsätt ut i det fria och var vänliga att inte blockera utgångarna."*
3. *Signalkaraktär 1 (omedelbar fara) enligt SS 31711 ljuder i 5 sekunder.*
4. *"Important message. There is a fire situation in the building. Please leave the building through the nearest exit. Follow the instructions given by the management and proceed to the outside. Don't block the exits."*
5. *Meddelandet upprepas från punkt 1. Akustiska eller optiska larmdon kan verifieras med SS-EN 54-3 eller 54-23.*

Bilaga 3 - Samtyckesblankett

I denna bilaga presenteras en samtyckesblankett som användes i samband med pilot- och fullskaleförsöket.

Samtyckesblankett – Försök i samband med examensarbete

Denise Pettersson och Emma Lindh, Bi15/Rh18

Försöksgenomförande: 16–18/10, 2019

Taluppfattbarhet för utrymningslarm

Härmed samtycker jag till att jag muntligen har blivit informerad om studien som undersöker taluppfattbarhet. Jag är medveten om de att jag har rätten att när som helst avbryta försöket. Jag deltar frivilligt i försöken och jag har blivit informerad om att inga personuppgifter kommer att dokumenteras i samband med försöket. Jag är medveten om att jag kommer att kompenseras med en biobiljett, även om jag väljer att avbryta försöket.

Jag har fått möjlighet att ställa frågor innan försöket, och jag har fått svar på samtliga frågor. Jag är härmed insatt i studien, vad det innebär att delta och jag samtycker till deltagande.

Signatur

Ort och datum

.....

.....

Namnförtydligande

.....

Bilaga 4 - Frågeformulär pilotförsök

I denna bilaga presenteras de intervjufrågor som användes vid pilotförsöken. I bilagan har en del förklarande text lagts till i frågeformuläret i efterhand för att den ska vara lättare att förstå. De gulmarkerade delarna är delar som vid vissa försök utelämnades och vi andra tillfällen togs med, eftersom det var en del av försökskombinationen.

Intervjufrågor Subjektivdel Pilotförsök LTH

Innan försöket

Försöksnummer:

Kön: Man Kvinna Annat

Ålder:

Har du någon form av hörselnedsättning eller variation i hörsel?

Ja

Nej

Om ja. Vilken typ och hur påverkar den dig?

Är svenska ditt modersmål?

Ja

Nej

Annat -> Vilket?

Till vilken nivå uppskattar du dina engelskkunskaper?

Grundläggande Goda

Mycket goda Avancerade

Du kommer att få lyssna på ett antal ljudfiler, samtidigt som du lyssnar på ljudfilerna kommer en film att spelas i bakgrunden, du ska observera den.

Huvuduppgiften är att svara på frågor om ljudfilerna som du kommer att höra genom dessa hörlurar.

I ljudfilerna som spelas upp kommer ett meddelande att sägas. Detta meddelandet består av 3 korta sekvenser (VISA EXEMPEL), mellan sekvenserna kommer det vara en liten paus, så att du ska hinna anteckna det du hör.

Din uppgift är att skriva i antalet (en siffra) och ett substantiv på de tomma raderna. Om du inte hör eller uppfattar vad som sägs är det bara att lämna raden tom.

Efter varje ljudfil, det vill säga när ljudfilen blir tyst, kommer det att ställas några frågor om ljudfilen, som du ska besvara.

TEST - Vi börjar med en testljudfil.

Det är okej att när som helst avbryta försöket. Frågeformuläret där dina svar antecknas på kommer att siffermarkeras och är därmed också anonym. Har du förstått upplägget? (FILM)

Frågeformulär – Under och efter försöket

Svenska meddelanden - Upprepa för Ljudfil 1–5

1.1 Tycker du att du uppfattade vad som sades i meddelandet?

Ja Delvis Nej

1.2 Oavsett svar på fråga 1.1. Om 1 är mycket svårt och 5 är enkelt, hur var det att uppfatta meddelandet i ljudfilen på en skala 1–5?

Mycket svårt Enkelt

1 2 3 4 5

1.3 Var det någon del som var svårare att uppfatta?

Ja Nej

1.4 Om ja på fråga 1.3. Vilken/vilka del/delar?

.....

1.5 Om ja på fråga 1.3. Om 1 är ungefär samma och 5 är mycket svårare, hur mycket svårare, på en skala 1–5, var det att uppfatta den delen jämfört med resten av meddelandet?

Ungefär samma Mycket svårare

1 2 3 4 5

Fråga 1.6 och 1.7 ställdes inte till försökspersonerna i referensgruppen eftersom de inte hade något bakgrundsljud i deras ljudfiler.

1.6 Upplevde du att bakgrundsljudet hade en negativ inverkan på din förmåga att uppfatta meddelandet?

Ja Delvis Nej

1.7 Om ja/ delvis på fråga 1.6. Om 1 är stor inverkan och 5 är minimal inverkan, hur uppskattar du att bakgrundsljudet inverkade på uppfattningen av meddelandet, på en skala 1–5?

Stor inverkan Minimal inverkan

1 2 3 4 5

Engelska meddelanden - mening 6

2.1 Tycker du att du uppfattade vad som sades i meddelandet?

Ja Delvis Nej

2.2 Oavsett svar på fråga 2.1. Om 1 är mycket svårt och 5 är enkelt, hur var det att uppfatta meddelandet i ljudfilen på en skala 1–5?

Mycket svårt Enkelt
1 2 3 4 5

2.3 Var det någon del som var svårare att uppfatta?

Ja Nej

2.4 Om ja på fråga 2.3. Vilken/vilka del/delar?

.....

2.5 Om ja på fråga 2.3. Om 1 är ungefär samma och 5 är mycket svårare, hur mycket svårare, på en skala 1–5, var det att uppfatta den delen jämfört med resten av meddelandet?

Ungefär samma Mycket svårare
1 2 3 4 5

2.6 Upplevde du att bakgrundsljudet hade en negativ inverkan på din förmåga att uppfatta meddelandet?"

Ja Delvis Nej

2.7 Om ja/ delvis på fråga 2.6. Om 1 är stor inverkan och 5 är minimal inverkan, hur upplever du att bakgrundsljudet inverkade på uppfattningen av meddelandet, på en skala 1–5?

Stor inverkan Minimal inverkan
1 2 3 4 5

Här fick försökspersonen lyssna på en ljudfil på engelska. Denna ljudfil hade samma signal-brusförhållande som den svenska ljudfilen de hörde precis innan, vilken skulle möjliggöra jämförelse dom emellan.

3.1 Nu fick du lyssna på ett meddelande på engelska. Om 1 är inte alls tydlig och 5 är mycket tydlig, hur upplevde du den engelsktalande rösten som helhet, på en skala 1–5?

Inte alls tydlig
1 2 3 4 5
□ □ □ □ □

3.2 Om du jämför detta meddelande med det svenska meddelandet som du hörde precis innan. Med vilket språk upplevde du meddelandet som tydligast och lättast att uppfatta?

Engelska Samma Svenska

3.3 Om svenska. Om 1 är ungefär samma och 5 är mycket tydligare, hur upplevde du det meddelandet jämfört med det svenskameddelandet, på en skala 1–5?

Ungefär samma
1 2 3 4 5
□ □ □ □ □

3.4 Om engelska. Om 1 är ungefär samma och 5 är mycket tydligare, hur upplevde du det meddelandet jämfört med det svenskameddelandet, på en skala 1–5?

Ungefär samma
1 2 3 4 5
□ □ □ □ □

Individuellt meddelande – Ljudfil 7

4.1 Tycker du att du uppfattade vad som sades i meddelandet?

Ja Delvis Nej

4.2 Oavsett svar på fråga 4.1. Om 1 är mycket svårt och 5 är enkelt, hur var det att uppfatta meddelandet på en skala 1–5?

Mycket svårt
1 2 3 4 5
□ □ □ □ □

4.3 Var det någon del som var svårare att uppfatta?

Ja Nej

4.4 Om ja på fråga 4.3. Vilken/vilka del/delar?

.....

4.5 Om ja på fråga 4.3. Om 1 är ungefär samma och 5 är mycket svårare, hur mycket svårare, på en skala 1–5, var det att uppfatta den delen jämfört med resten av meddelandet?

Ungefär samma					Mycket svårare
1	2	3	4	5	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.6 Upplevde du att bakgrundsljudet hade en negativ inverkan på din förmåga att uppfatta meddelandet?

Ja Delvis Nej

4.7 Om ja/ till viss del på fråga 6. Om 1 är stor inverkan och 5 är minimal inverkan, hur stor inverkan uppskattar du att bakgrundsljudet hade på din förmåga att uppfatta meddelandet, på en skala 1–5?

Stor inverkan					Minimal inverkan
1	2	3	4	5	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Här fick försökspersonen lyssna på en ljudfil med en annan röst/bakgrundsljud jämfört med övriga ljudfiler personen lyssnade på. Denna ljudfil hade samma signal-brusförhållande som ljudfilen de hörde precis innan, vilken skulle möjliggöra jämförelse dom emellan.

5.1 Nu fick du lyssna på ett meddelande med *annan röst/bakgrundsljud*. Med vilket röst/bakgrundsljud var meddelandena tydligast och lättast att uppfatta?

Kvinna/Trafik Samma Man/Prat

5.2 Om Kvinna/Trafik. Om 1 är ungefär samma och 5 är mycket tydligare, hur mycket tydligare upplevde du det meddelandet jämfört med det de meddelandet du hörde precis innan, på en skala 1–5?

Ungefär samma Mycket tydligare

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5.3 Om Man/Prat. Om 1 är ungefär samma och 5 är mycket tydligare, hur mycket tydligare upplevde du det meddelandet jämfört med det de meddelandet du hörde precis innan, på en skala 1–5?

Ungefär samma				Mycket tydligare
1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Film

6.1 Tittade du på filmen?

Ja Delvis Nej

6.2 Tycker du att den påverkade din förmåga att uppfatta meddelandet?

.....

Övrigt

7.1 Det var samma svensktalande röst genom de 5 första ljudfilerna. Om 1 är inte alls tydlig och 5 är mycket tydlig, hur tydlig upplevde du den som helhet, på en skala 1–5?

Inte alls tydlig				Mycket tydlig
1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7.2 Har du några synpunkter på utformningen av försökets upplägg?

.....

Referensgruppen

Till referensgruppen ställdes även följande frågor.

8.1 Du fick lyssna på två olika röster. Med vilken röst tycker du att meddelandena var tydligast?

Kvinna Samma Man

8.2 *Om Kvinna*. Om 1 är ungefär samma och 5 är mycket tydligare, hur mycket tydligare upplevde du det meddelandet jämfört med det de meddelandet du hörde precis innan, på en skala 1–5?

Ungefär samma					Mycket tydligare
1	2	3	4	5	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8.3 *Om Man*. Om 1 är ungefär samma och 5 är mycket tydligare, hur mycket tydligare upplevde du det meddelandet jämfört med det de meddelandet du hörde precis innan, på en skala 1–5?

Ungefär samma					Mycket tydligare
1	2	3	4	5	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8.4 Om 1 är inte alls tydlig och 5 är mycket tydlig, hur tydlig upplevde du den kvinnliga rösten som helhet, på skala 1-5

Inte alls					Mycket tydligare
1	2	3	4	5	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8.5 Om 1 är inte alls tydlig och 5 är mycket tydlig, hur tydlig upplevde du den manliga rösten som helhet, på skala 1-5?

Inte alls					Mycket tydligare
1	2	3	4	5	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bilaga 5 - Försöksformulär

I denna bilaga presenteras den svarsblankett som användes i samband med pilotförsöket och för att samla in de objektiva resultaten samt efterföljande intervjufrågor för den subjektiva uppfattbarheten.

Taluppfattbarhet för utrymningslarm
Svarsblankett – Pilotförsök LTH

Exempel:

Först ska vi ha _____ och sen ska vi ha _____.

Efter det vill vi ha _____.

Till sist vill vi ha _____, _____ och

_____.

Test:

Ljudfil 1

Handwriting practice lines for Ljudfil 1, consisting of six rows of solid top and bottom lines with a dashed midline.

Ljudfil 2

Handwriting practice lines for Ljudfil 2, consisting of six rows of solid top and bottom lines with a dashed midline.

Ljudfil 3

Handwriting practice lines for Ljudfil 3, consisting of six rows of solid top and bottom lines with a dashed midline.

Ljudfil 4

Handwriting practice lines for Ljudfil 4, consisting of six rows of solid top and bottom lines with a dashed midline.

Ljudfil 5

Ljudfil 6

Ljudfil 7

Bilaga 6 - Frågeformulär fullskaleförsök

I denna bilaga presenteras de intervjufrågor som användes för att samla in den objektiva och subjektiva data till fullskaleförsöket.

Fullskaleförsök i Center Syd Löddeköpinge, Examensarbete LTH *Taluppfattbarhet för utrymningslarm*

Information:

Du kommer att få lyssna en ljudfil, i ljudfilen som spelas upp kommer ett meddelande att sägas.

Uppgiften är att svara på frågor om ljudfilen efter att du lyssnat på den.

Frågorna om ljudfilen som du ska besvara, ställs av oss.

Deltagandet är anonymt, frågeformuläret där dina svar antecknas kommer att siffermarkeras.

Kön: Man Kvinna Annat

Ålder: _____

Har du någon form av hörselnedsättning eller variation i hörsel?

Ja

Nej

Om ja, vilken typ och hur påverkar den dig?

Är svenska ditt modersmål?

Ja

Annat -> Vilket? _____

Hur ofta besöker du Löddeköpinge Center Syd?

Flera gånger i veckan Någon gång i veckan Flera gånger i månaden

Någon gång i månaden Någon/några gånger om året

Med vem/vilka är du här idag?

Familj

Vän/sambo

Själv

Jobbrelaterat

Uppfattning

Denna del fylldes i av försöksledarna.

1. Be försökspersonen att upprepa meddelandet de precis hörde och kryssa i rutorna vid matchande svar:

<input type="checkbox"/>	Viktigt meddelande, viktigt meddelande
<input type="checkbox"/>	Brandtillbud i byggnaden
<input type="checkbox"/>	Gå ut
<input type="checkbox"/>	Närmaste utgång
<input type="checkbox"/>	Samlas utanför

Annat/kommentar:

2. Hur enkelt eller svårt på en skala 1–5 var det att uppfatta meddelandet?

1 2 3 4 5
Mycket
svårt — — — — — Enkelt

3. Hur upplever du att omgivningen, dvs. miljön runt om kring dig, påverkade hur enkelt eller svårt det var att uppfatta meddelandet på en skala 1–5?

1 2 3 4 5
Mycket
svårt — — — — — Enkelt

Bilaga 7 - Meningar till Pilotförsök

I följande bilaga redovisas samtliga meningar som användes till pilotförsöket.

Meningar på svenska

Följande substantiv och siffror valdes ut till de svenska meningarna.

Mening 1	2	stol	30	äpple	5	tröja	4	gurka	1	bok	2	hund
Mening 2	4	soffa	40	päron	7	byxa	6	tomat	2	väska	1	katt
Mening 3	6	bord	50	banan	9	kjol	8	svamp	1	glas	2	kanin
Mening 4	2	matta	30	apelsin	5	hatt	4	paprika	2	slev	1	häst
Mening 5	4	pall	40	hallon	7	jacka	6	morot	1	kniv	2	gris
Mening 6	6	säng	50	citron	9	mössa	8	potatis	2	sked	1	höna

1. Först ska vi ha 2 stolar och sen ska vi ha 30 äpplen.
2. Efter det vill vi ha 5 tröjor.
3. Till sist vill vi ha 4 gurkor, 1 bok och 2 hundar.

Generell meningsuppbyggnad:

Först ska vi ha _____ och sen ska vi ha _____. Efter det vill vi ha _____. Till sist vill vi ha _____, _____ och _____.

Mening 1:

Först ska vi ha 2 stolar och sen ska vi ha 30 äpplen. Efter det vill vi ha 5 tröjor. Till sist vill vi ha 4 gurkor, 1 bok och 2 hundar.

Mening 2:

Först ska vi ha 4 soffor och sen ska vi ha 40 päron. Efter det vill vi ha 7 byxor. Till sist vill vi ha 6 tomater, 2 väskor och 1 katt.

Mening 3:

Först ska vi ha 6 bord och sen ska vi ha 50 bananer. Efter det vill vi ha 9 kjolar. Till sist vill vi ha 8 svampar, 1 glas och 2 kaniner.

Mening 4:

Först ska vi ha 2 mattor och sen ska vi ha 30 apelsiner. Efter det vill vi ha 5 hattar. Till sist vill vi ha 4 paprikor, 2 slevar och 1 häst.

Mening 5:

Först ska vi ha 4 pallar och sen ska vi ha 40 hallon. Efter det vill vi ha 7 jackor. Till sist vill vi ha 6 morötter, 1 kniv och 2 grisar.

Mening 6:

Först ska vi ha 6 sängar och sen ska vi ha 50 citroner. Efter det vill vi ha 9 mössor. Till sist vill vi ha 8 potatisar, 2 skedar och 1 höna.

Meningar på engelska

Följande substantiv och siffror valdes ut till den engelska meningen.

Engelsk mening	3	apples	6	tables	5	hats	6	carrot	1	book	2	dogs
----------------	---	--------	---	--------	---	------	---	--------	---	------	---	------

Följande meningsuppbyggnad användes för den engelska meningen.

Sentence 1:

First, we would like to have 3 apples and 6 tables. And then we would like to have 5 hats. We would also like to have 6 carrots, 1 book and 2 dogs.

Bilaga 8 - Kombination av parametrar

Ljudfilerna och teststillfällena konstruerades till ett antal som täckte samtliga kombinationer av parametrarna, kombinationerna visas i tabellen nedan. Kombinationerna delades sedan upp på de olika försöksgrupperna. Vilka ljudfiler med innehållande kombinationer av parametrar de olika försöksgrupperna lyssnade på redovisas i tabellerna nedan.

Kombination	Variationer teststillfälle (ljudfil + övrigt)	Parameter 1	Parameter 2	Parameter 3	Parameter 4
1	1a-2a-3a +4a	Manlig	Svenska	Prat	Film
	1a-2a-3a +4b	Manlig	Svenska	Prat	Utan film
2	1a-2a-3b +4a	Manlig	Svenska	Trafik	Film
	1a-2a-3b +4b	Manlig	Svenska	Trafik	Utan film
3	1a-2b-3b +4a	Manlig	Engelska	Trafik	Film
	1a-2b-3b +4b	Manlig	Engelska	Trafik	Utan film
4	1a-2b-3a +4a	Manlig	Engelska	Prat	Film,
	1a-2b-3a +4b	Manlig	Engelska	Prat	Utan film
5	1b-2a-3a +4a	Kvinnlig	Svenska	Prat	Film
	1b-2a-3a +4b	Kvinnlig	Svenska	Prat	Utan film
6	1b-2a-3b +4a	Kvinnlig	Svenska	Trafik	Film
	1b-2a-3b +4b	Kvinnlig	Svenska	Trafik	Utan Film
7	1b-2b-3a +4a	Kvinnlig	Engelska	Prat	Film
	1b-2b-3a +4b	Kvinnlig	Engelska	Prat	Utan Film
8	1b-2b-3b +4a	Kvinnlig	Engelska	Trafik	Film
	1b-2b-3b +4b	Kvinnlig	Engelska	Trafik	Utan film

Tabellerna redovisar vilka ljudfiler de olika försöksgrupperna lyssnade på samt vilken kombination av parametrar och STI-värden dessa innehöll.

Kvinna-prat

Ljudfil	Kombination	STI-värde
1	5	0,67
2	5	0,57
3	5	0,47
4	7	0,47
5	5	0,37
6*	1	0,43

Kvinna-trafik

Ljudfil	Kombination	STI-värde
---------	-------------	-----------

<i>1</i>	6	0,66
<i>2</i>	6	0,56
<i>3</i>	6	0,46
<i>4</i>	8	0,49
<i>5</i>	6	0,36
<i>6*</i>	5	0,40

Man-prat

<i>Ljudfil</i>	<i>Kombination</i>	STI-värde
<i>1</i>	1	0,73
<i>2</i>	1	0,63
<i>3</i>	1	0,53
<i>4</i>	4	0,43
<i>5</i>	1	0,45
<i>6*</i>	2	0,40

Man-trafik

<i>Ljudfil</i>	<i>Kombination</i>	STI-värde
<i>1</i>	2	0,71
<i>2</i>	2	0,62
<i>3</i>	2	0,53
<i>4</i>	3	0,44
<i>5</i>	2	0,43
<i>6*</i>	6	0,36

Bilaga 9 - Justering av signalnivåer

Ljudfilerna nivåjusterades och togs fram tillsammans med extern handledare på avdelningen för Ljud och vibration på RISE.

För att få fram ett STI-värde brukar man använda sig av en högtalare som sänder ut en testsignal samt en mikrofon som tar upp ljud. I fallet med ljudfilerna var detta inte möjligt. Istället identifierades först de faktorer som påverkar STI-värdet. Sedan skapades olika förhållande mellan testsignalen, det vill säga meddelandet, och faktorer som påverkar STI-värdet.

1. Filerna med bakgrundsljud lades ihop och justerades så att trafiken var dominerande i en ljudfil, och så att pratet var dominerande i en annan ljudfil. Detta gjordes i programmet Audacity genom att höja de den ena typen av bakgrundsljud i respektive ljudfil med 15 dB.
2. Samtliga ljudfiler; de två ljudfilerna med bakgrundsbuller samt de tolv ljudfilerna med de inspelade meddelandena analyserades i programmet Artemis från Head Acoustics för att kunna jämföra de olika ljudfilernas medelvärde av ljudtryck eftersom ljudfilerna var korrelerade. Analysen direkt på ljudfilerna. Om ljudet i filerna uppmätts vid inspelningen hade en ljudnivåmätare direkt gett ljudnivån L_p baserat på ekvationen $L_p = 20 \cdot \log_{10}(p/p_{ref})$. I Artemisberäkningarna blir skillnaden att nivån istället är beräknad på filens digitala utstyrning (med en digital referens) vilket gör beräkningarna likvärdiga men med olika nollnivåer på dB-skalan. Resultatet från detta visas i tabellerna nedan. För denna analys användes ett audio-statistics-insticksprogram till programmet Reaper.

Artemis referensvärde var fullt utstyrd signal, och resultatet motsvarade marginalen till full utstyrning i dB, eller s.k. headroom. På så sätt beräknades signalnivåer i decibel för frekvensbanden 125–8000 Hz i alla ljudfiler, varpå medelvärdet av signalnivån för varje ljudfil beräknades enligt ekvationen nedan.

$$L_{\text{Signalnivå}} = 10 * \log_{10} (\text{medelvärde av } 10^{L_{frkv}/10}) \quad (\text{Ekvation 7})$$

Mätpunkt	Kvinna- Svenska Uppmätt ljudstyrka L_{frkv}	$10^{L_{frkv}/10}$		
1a	-29,1	0,00123027		
1b	-28,4	0,00144544		
1c	-27,3	0,00186209		
2a	-27,3	0,00186209		
2b	-29,6	0,00109648		
2c	-28,2	0,00151356		
3a	-27,8	0,00165959		
3b	-26,7	0,00213796		
3c	-27,7	0,00169824		
		Summa:	Medelvärde:	Signalnivå:
		0,01450571	0,00161175	-27,927034

*Man-Svenska**Mät punkt Uppmätt ljudstyrka*

<i>1a</i>	-30,9	0,00081283		
<i>1b</i>	-30,9	0,00081283		
<i>1c</i>	-32,7	0,00053703		
<i>2a</i>	-29,6	0,00109648		
<i>2b</i>	-30,8	0,00083176		
<i>2c</i>	-32,2	0,00060256		
<i>3a</i>	-30,9	0,00081283		
<i>3b</i>	-31	0,00079433		
<i>3c</i>	-31,9	0,00064565		
		Summa:	Medelvärde:	Signalnivå:
		0,00694631	0,00077181	-31,124885

*Kvinna-Engelska**Mät punkt Uppmätt ljudstyrka*

<i>1a</i>	-29	0,00125893		
<i>1b</i>	-27,4	0,0018197		
<i>1c</i>	-27,6	0,0017378		
		Summa:	Medelvärde:	Signalnivå:
		0,00481643	0,00160548	-27,943963

*Man-Engelska**Mät punkt Uppmätt ljudstyrka*

<i>1a</i>	-29,4	0,00114815		
<i>1b</i>	-27,3	0,00186209		
<i>1c</i>	-28,3	0,00147911		
		Summa:	Medelvärde:	Signalnivå:
		0,00448935	0,00149645	-28,249379

3. *Jämställande av röstnivåer:* Meddelandenas signalnivåer jämfördes och det kunde konstateras att meddelandena med en svensktalande man hade ungefär 3 dB lägre signalnivå. För att få likvärdiga signalnivåer mellan den manliga och kvinnliga talaren, justerades därför de meddelanden som var inspelade av en svensktalande man genom att höja dessa med 3 dB.
4. Meddelandena lades sedan ihop med bakgrundsljudet till kompletta testfiler. Meddelandenas start i ljudfilerna senarelades fem sekunder vid dominerande prat, och två sekunder vid dominerande trafik för att maximera nyttan med bakgrundsljudet.

5. För att säkerställa att testet genomfördes på en nivå där det är lagom svårt att uppfatta vad som sades, justerades förstärkningen av meddelandet till en nivå som ansågs vara lagom svår av försöksledarna och handledare. Därmed skiljer sig utgångsvärdet i decibel mellan de manliga och kvinnliga ljudfilerna. Utifrån denna nivå sänktes sedan decibelnivån med 3 dB för varje meddelande. De olika ljudfilernas meddelandeförstärkning för de olika försöksgrupperna redovisas i tabellerna nedan, för den kvinnliga respektive manliga talaren. De engelska meddelandenas förstärkning sattes utifrån de övriga meddelandenas medianvärde för att stämma överens med den ljudfil den skulle jämföras mot i de pilotförsöket.

Som nämnt i punkt 3, kompenserades meddelandena med en manlig svensktalande röst genom att signalnivån i dessa höjdes med 3 dB över den kvinnliga svensktalande rösten. Detta syns även tabellen nedan.

När det gäller ljudfilerna för de individuella skillnaderna anpassades signalnivåerna i dessa för att motsvara ljudfil 4 för den försöksgruppen i det aktuella testet. För de individuella skillnader där rösten för de olika könen skulle jämföras med varandra justerades signalnivån även efter röstens signalnivå.

Det togs även fram ljudfiler till referensgruppen. Eftersom dessa endast utgjordes av meddelanden utan bakgrundsljud justerades dem endast efter respektive medelvärde av signalnivå. Alltså ändrades inget i dessa förutom i de meddelanden som var inspelade på svenska av en man eftersom dessa i snitt hade ett lägre medelljudtryck än den kvinnliga rösten. För att kompensera för detta höjdes den manliga svenska rösten med 3 dB för referensgruppen.

Kvinn-Prat	Justering dB	Kvinn- Trafik	Justering dB	Referensgrupp	Justering dB
K-P-S-1	3	K-T-S-1	4	K-S-1	0
K-P-S-2	0	K-T-S-2	1	K-S-2	0
K-P-S-3	-3	K-T-S-3	-2	K-S-3	0
K-P-S-4	-6	K-T-S-4	-5	K-S-4	0
K-P-S-5	-9	K-T-S-5	-8	K-S-5	0
K-P-E-6	-3	K-T-E-6	-2	K-E-6	0
M-P-S-7	-3	K-P-S-7	-5	M-S-7	3

Man-Prat	Justering dB	Man-Trafik	Justering dB	Referensgrupp	Justering dB
M-P-S-1	6	M-T-S-1	7	M-S-1	3
M-P-S-2	3	M-T-S-2	4	M-S-2	3
M-P-S-3	0	M-T-S-3	1	M-S-3	3
M-P-S-4	-3	M-T-S-4	-2	M-S-4	3
M-P-S-5	-6	M-T-S-5	-5	M-S-5	3
M-P-E-6	-3	M-T-E-6	-2	M-E-6	0
M-T-S-7	-3	K-T-S-7	-5	K-S-7	0

Bilaga 10 - Beräkning av signal-till brusförhållanden

1. Grunden för att ta fram STI-värden är att ta fram virtuella signal-till brusförhållandet, SNR, som sedan översätts till ett STI-värde. Detta görs utifrån de sju oktavbanden mellan 125–8000 Hz som kombineras med 14 olika modulationsfrekvenser mellan 0,63–12,5 Hz, vilket är beskrivet mer ingående i avsnitt 3.9 Mätning och beräkning av STI.

Ljudfilernas STI-värden påverkades inte av efterklang utan endast av bakgrundsljudet, på grund av att meddelandena spelades in i en optimal miljö och nära mikrofonen.

Som beskrivet i avsnitt 3.9 Mätning och beräkning av STI, är $0 < TI_{k,f} < 1$, vilket innebär att $-15 < SNR_{k,f} < 15$. Detta innebär att STI-värdena för ljudfilerna endast påverkades av faktorer som låg inom +/- 15 dB i varje frekvensband.

2. I Head Acoustics analysprogram Artemis togs ljudfilernas relativa decibelnivåer fram. Dem relativa värdena av signalnivåerna för meddelandena jämfördes med de relativa värdena av signalnivåer för bakgrundsljudet. Detta genererade äkta SNR-värden för de olika ljudfilerna. Därefter beräknades ett totalt viktat SNR genom att beräkna medelvärde från de sju viktade oktavbanden.
3. De långa pauserna i de talade meddelandena komparerades på grund av att dem annars skulle generera för höga, felaktiga STI-värden. Kompensationen gjordes därför genom att mäta STI och då bortse helt från pauserna. Detta gjordes genom att ta bort mellanrummen mellan orden för att få själva ordens nivå.
4. Värdena för vilka påverkansfaktorer som låg inom +/- 15 dB i varje frekvensband, summerades för de olika frekvensbanden med de vägningskoefficienter som tagits fram för STI-beräkningar. Det enda som stör taluppfattbarheten är därmed endast bakgrundsbuller, vilket gör att taluppfattbarheten kan approximeras utifrån den äkta SNR, det vill säga talsignal dividerat med bakgrundsbuller.

Då SNR för samtliga ljudfiler tagits fram, kunde TI-värdet beräknas med följande ekvation, motsvarande ekvation 3 i avsnitt 3.9.

$$TI = \frac{SNR + shift}{range}, \text{ där } 0 < TI < 1.0$$

5. Genom att likställa TI med $TI_{k,f}$ i ekvationerna 1-2 i avsnitt 3.9 erhöles sedan STI-värdet.

Bilaga 11 - Data över försökspersoner

I följande bilaga presenteras persondata över de försökspersoner som deltog i pilotförsöket och fullskaleförsöket.

<i>Variabler</i>	<i>Pilotförsök</i>	<i>Fullskala</i>	
Medelålder	24 år	50 år	
Total andel kvinnor	50%	45%	
Total andel män	50%	55%	
Andel med hörselvariation som påverkar hörförmågan	6%	30%	
Andel med svenska som modersmål	98%	93%	
Andel engelskkunskaper			
<i>Grundläggande</i>	4%	-	
<i>Goda</i>	28%	-	
<i>Mycket goda</i>	40%	-	
<i>Avancerade</i>	28%	-	
Hur ofta besöker du center syd?		<i>STI 0,65</i>	<i>STI 0,45</i>
<i>Flera gånger i veckan</i>	-	32%	36%
<i>Någon gång i veckan</i>	-	23%	23%
<i>Någon gång i månaden</i>	-	9%	14%
<i>Någon/Några gånger i månaden</i>	-	14%	5%
<i>Någon gång om året</i>	-	23%	23%