

Vilka ljud- och ljussignaler passar bäst som utrymningslarm?

En undersökning av egenskaper hos
signaler

Robin Palmgren
Joakim Åberg

Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety
Lund University, Sweden

Brandteknik och Riskhantering
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet

Report 5345, Lund 2010

**Vilka ljud- och ljussignaler passar bäst som utrymningslarm?
En undersökning av egenskaper hos signaler**

**Robin Palmgren
Joakim Åberg**

Lund 2010

Titel: Vilka ljud- och ljussignaler passar bäst som utrymningslarm? En undersökning av egenskaper hos signaler.

Title: Which acoustic and optical signals are best suited for evacuation alarms? A study on the characteristics of signals.

Författare: Robin Palmgren, Joakim Åberg

Report 5345

ISSN: 1402-3504

ISRN: LUTVDG/TVBB-5345-SE

Number of pages: 68

Keywords

Evacuation alarm, acoustic signals, optical signals, evacuation experiment,

Sökord

Utrymningslarm, ljudsignaler, ljussignaler, utrymningsförsök

Abstract

This report employ surveys and evacuation experiments to examine how various acoustic and optical signals attract peoples attention. The purpose of the study was to be the basis for a new Swedish standard regarding evacuation signals. Initially a literature study were performed. Acoustic and optical signals were selected from the study. These signals were tested in a survey where the participants assessed how well the signals could attract their attention. The three signals with the highest rating were used in evacuation experiments. These conclusions were made in the report: An acoustic signal should be continuous, vary between at least two frequencies, have a pulse rate of at least 1 Hz and be within the frequency range 800-1000 Hz. An optical signal should consist of a red light. It does not have to alternate between red and white light.

© Copyright: Brandteknik och Riskhantering, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2010.

Författarna ansvarar för innehållet i rapporten

Brandteknik och Riskhantering
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund

brand@brand.lth.se
<http://www.brand.lth.se>

Telefon: 046 - 222 73 60
Telefax: 046 - 222 46 12

Department of Fire Safety Engineering
and Systems Safety
Lund University
P.O. Box 118
SE-221 00 Lund
Sweden

brand@brand.lth.se
<http://www.brand.lth.se/english>

Telephone: +46 46 222 73 60
Fax: +46 46 222 46 12

Förord

Följande rapport är ett examensarbete inom brandingenjörsprogrammet. Målgruppen har varit brandingenjörer som går sista året på utbildningen.

Först och främst vill vi tacka Brandskyddsföreningen, SIS och Swelarm för att vi fick möjlighet att genomföra detta arbete. Det har varit en rolig och mycket givande resa.

Vi skulle också vilja tacka några personer som underlättat arbetet på olika sätt:

- Arnaud Trollé, Teknisk akustik LTH - för hjälp med inspelning av ljudsignaler och tillgång till lokaler och materiel
- Jan Blomqvist, Siemens – för hjälp med materiel till undersökningen och kontakter med andra personer
- Pontus Lyckman, SIS – för tillgång och hjälp med standarder
- Daniel Nilsson, Brandteknik LTH – för värdefulla kommentarer och hjälp vid svåra frågor
- Tor Löfström-Johnsson och Lovisa Hoff, Bi07 – för tillgång till materiel till utrymningsförsöken och för hjälp med utrymningsförsöken
- Sven-Ingvar Granemark, Forskningsingenjör LTH – för tillgång till materiel under hela arbetet

Lund den 22 november 2010

Robin Palmgren och Joakim Åberg

Sammanfattning

Denna rapport redovisar en studie angående hur väl olika ljud- och ljussignaler fångar människors uppmärksamhet. Studiens syfte var att vara underlag för en ny svensk standard gällande signaler i utrymningslarm. Målet med studien var att identifiera de egenskaper som gör ljud- och ljussignaler bra på att fånga människors uppmärksamhet. Målet var också att ta fram ett antal signaler som innehar dessa egenskaper.

Inledningsvis utfördes en litteraturstudie vilken innefattade både internationella och nationella standarder för utrymningslarm samt den forskning som gjorts inom området. Forskningen som är gjord inom området kan delas in i fysikaliska egenskaper hos signaler och människors beteende på olika signaler. Utifrån litteraturstudien gjordes ett urval av tio ljudsignaler och tre ljussignaler. Signalerna testades i två enkätundersökningar, en för ljudsignaler med totalt 140 deltagare och en för ljussignaler med totalt 36 deltagare. Deltagarna fick bedöma hur väl signalerna fångade deras uppmärksamhet. Enkätundersökningarna utfördes för att se om det fanns skillnader mellan signalerna och om så var fallet, vilka signaler som var bättre än andra på att fånga uppmärksamheten hos människor. De tre ljudsignaler som fångade människors uppmärksamhet bäst testades vidare i oannonserade utrymningsförsök. Totalt utfördes sju utrymningsförsök. Detta för att testa validiteten i enkätundersökningen och för att kontrollera om rangordningen av signalerna blev densamma som i enkätundersökningen. Till sist bearbetades resultaten från enkätundersökningarna och utrymningsförsöken statistiskt.

Resultatet från enkätundersökningen med ljudsignaler visar att tre ljudsignaler fick högre medelvärden än andra signaler. Signalerna är signifikant bättre på att fånga uppmärksamheten hos människor än övriga ljudsignaler. Två utav signalerna är från brittisk standard och en är från svensk standard. Gemensamt för alla tre signalerna är att de är kontinuerliga (utan paus mellan ljudpulser). Dessa signaler testades i utrymningsförsök där de fortsatt fick höga medelvärden, signalerna är bra på att fånga människors uppmärksamhet, däremot ändrades rangordningen jämfört med enkätundersökningen.

Resultatet från enkätundersökningen med ljussignaler visar att det inte finns någon signifikant skillnad mellan signalerna vitt ljus, rött ljus och alternerande mellan vitt och rött ljus. Däremot har rött ljus högre medelvärde än de två andra signalerna, det vill säga rött ljus fångade deltagarnas uppmärksamhet bäst.

Utifrån resultaten från litteraturstudien, enkätundersökningarna, utrymningsförsöken och diskussionen presenteras ett antal slutsatser.

För ljudsignaler som används i utrymningslarm gäller att de bör:

- Vara kontinuerliga
- Variera mellan minst två frekvenser
- Ha en pulshastighet som är minst 1 Hz
- Vara inom frekvensområdet 800-1000 Hz

För ljussignaler som används i utrymningslarm gäller att de:

- Inte behöver alternera mellan rött och vitt ljus
- Bör ha rött ljus

Summary

This report examines how various acoustic and optical signals attract people's attention. The purpose of the study was to be the basis for a new Swedish standard regarding evacuation signals. The aim of the study was to identify the characteristics that make acoustic and optical signals optimal for attracting people's attention. The aim was also to bring forth a number of signals which possess those qualities.

Initially a literature study was conducted. The literature study included both international and national standards for evacuation signals as well as the research in the area. Research done in the area can be divided into physical characteristics of signals and human behavior on various signals. Based on the literature study a sample of ten acoustic signals and three optical signals were selected. The signals were tested in two surveys, one for audio signals with a total of 140 participants and one for optical signals with a total of 36 participants. The participants assessed how well the signals could attract their attention. The surveys were carried out to see whether there were differences between the signals and if so, which signals that were better than others at attracting the attention of people. The three acoustic signals that attracted people's attention best were tested in further unannounced evacuation experiments. Seven evacuation experiments were conducted. This was done to test the validity of the survey and to check if the ranking between the signals were the same as in the survey. Finally, the results from surveys and evacuation experiments were statistically processed.

The results of the survey regarding acoustic signals show that three signals got higher mean value than other signals. The signals are better than the other signals at attracting people's attention. Two of the signals are from the British standard and one signal is from the Swedish standard. The signals have one characteristic in common and that is that they are all continuous (without pause between sound pulses). These signals were tested in evacuation experiments in which they continued to get high mean values, the signals are optimal for attracting people's attention, however the ranking compared to the survey differed.

The results from the survey regarding optical signals show that there is no significant difference between signals with white light, red light and alternating red and white light. However, the red signal has a higher mean value than the other two signals, red light were best at attracting the participants attention.

Based on the results from the literature study, the surveys, the evacuation experiments and the discussion the following conclusions are presented in the report.

Acoustic signals in evacuation alarms should:

- Be continuous
- Vary between at least two frequencies
- Have a pulse rate not less than 1 Hz
- Be within the frequency range 800-1000 Hz

Optical signals in evacuation alarms:

- Do not have to alternate between red and white light
- Should consist of a red light

Innehåll

1 INLEDNING	1
1.1 SYFTE	1
1.2 MÅL	1
1.3 METOD.....	1
1.4 AVGRÄNSNINGAR	2
1.5 BEGRÄNSNINGAR	2
2 LITTERATURSTUDIE	3
2.1 LJUDSIGNALER	3
2.1.1 <i>Frekvens</i>	3
2.1.2 <i>Frekvensmönster</i>	3
2.1.3 <i>Pulsbastighet</i>	4
2.1.4 <i>Ljudnivå</i>	4
2.1.6 <i>Befintlig standard</i>	5
2.1.5 <i>Övriga studier kring utrymnings signaler och människors beteende</i>	6
2.1.7 <i>Urval ljudsignaler</i>	6
2.2 LJUSSIGNALER	7
2.2.1 <i>Befintlig standard</i>	8
2.2.2 <i>Urval ljussignaler</i>	8
3 ENKÄTUNDERSÖKNING	9
3.1 TEORI KRING FRAMTAGANDET AV ENKÄTER.....	9
3.2 TEORI KRING STATISTIK.....	11
3.2.1 <i>Mann-Whitney U-test</i>	11
3.2.2 <i>Friedman-test</i>	11
3.2.3 <i>Bonferroni-korrigerig</i>	11
3.2.4 <i>Kruskal-Wallis-test</i>	12
3.3 LJUDSIGNALER	13
3.3.1 <i>Metod</i>	13
3.3.2 <i>Deltagare</i>	13
3.3.3 <i>Materiel</i>	13
3.3.4 <i>Utförande</i>	14
3.3.5 <i>Resultat</i>	15
3.4 LJUSSIGNALER	21
3.4.1 <i>Metod</i>	21
3.4.2 <i>Deltagare</i>	21
3.4.3 <i>Materiel</i>	21
3.4.4 <i>Utförande</i>	22
3.4.5 <i>Resultat</i>	23
4 UTRYMNINGSFÖRSÖK	26
4.1 METOD.....	26
4.2 DELTAGARE.....	26
4.3 MATERIEL.....	28
4.4 UTFÖRANDE	29
4.5 RESULTAT.....	30
4.5.1 <i>Öppna frågan</i>	32
6 DISKUSSION	34
7 SLUTSATS	38
8 FRAMTIDA FORSKNING	39
9 KÄLLFÖRTECKNING	40
BILAGA A	42

BILAGA B	44
LJUDDÖDA RUMMET	44
INSPELNING	45
REDIGERING	45
BILAGA C	48

1 Inledning

I dagsläget pågår ett arbete med att ta fram en ny svensk standard för larmsignaler, det vill säga ljud- och ljussignaler som används för att fånga personers uppmärksamhet i en utrymningssituation. Den nya standarden ska ersätta den nuvarande svenska standarden SS031711 som anger hur ljud- och ljussignaler ska utformas. I standardiseringsarbetet har det upptäckts att forskningen om olika typer av signaler är relativt begränsad.

Den forskning som gjorts inom området täcker hur brådskande (eng. perceived urgency) en signal upplevs beroende på identifikation och igenkännande av signalen (Laroche & Proulx, 2003). Forskning har även gjorts som visar hur akustiska egenskaper (frekvens, ljudstyrka och pulshastighet) påverkar hur brådskande en signal uppfattas (Edworthy & Haas, 1996). Forskningen är gjord internationellt, däremot har ingen forskning gjorts på svensk befolkning inom området.

1.1 Syfte

Syftet med denna studie är att vara ett underlag för en ny svensk standard gällande utrymningssignaler.

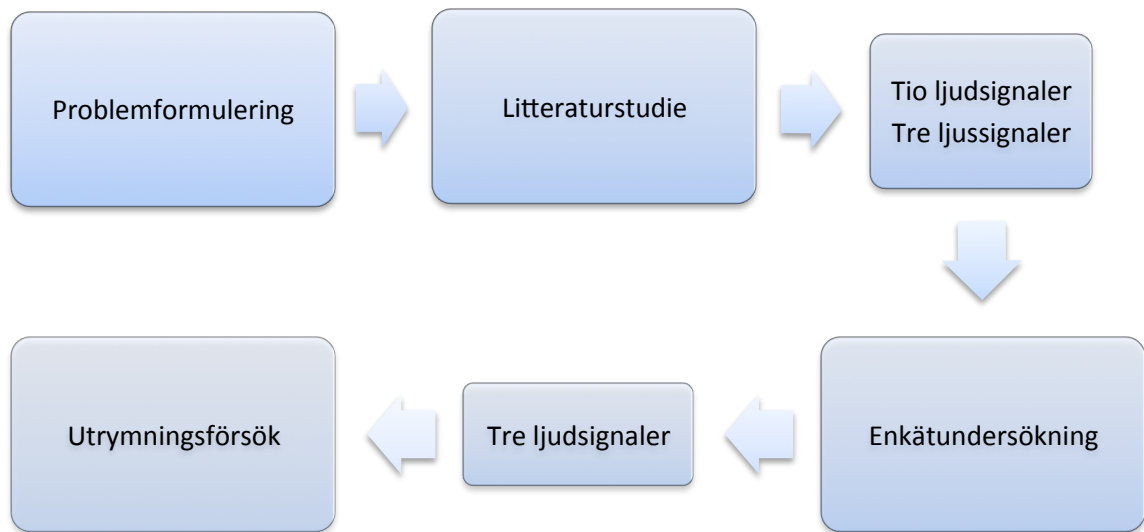
1.2 Mål

Målet med studien är att undersöka olika ljud- och ljussignalers förmåga att fånga människors uppmärksamhet. Målet är också att identifiera de egenskaper som gör ljud- och ljussignaler bra på att fånga människors uppmärksamhet och att ta fram ett antal signaler som innehar dessa egenskaper.

1.3 Metod

Inledningsvis genomfördes en litteraturstudie där egenskaper hos larmsignaler studerades utifrån den forskning som bedrivits inom området. Dessutom studerades internationella och nationella standarder gällande utrymningssignaler. Ur litteraturstudien valdes tio ljudsignaler och tre ljussignaler ut för vidare undersökning. Urvalsgrunden för dessa var att de antingen användes som utrymningssignal i en standard eller hade egenskaper som av forskning konstaterats vara bra på att fånga människors uppmärksamhet.

I undersökningen utsattes försökspersoner för de utvalda signalerna för att uppskatta hur bra respektive signal fångade deras uppmärksamhet. Undersökningen utfördes med enkäter. Med hjälp av resultatet från enkätundersökningen valdes de tre ljudsignaler som skattades högst av respondenterna ut för att användas i utrymningsförsök. Syftet med utrymningsförsöken var främst att kontrollera validiteten i enkätundersökningen men också för att kontrollera om rangordningen blev densamma som i enkätundersökningen. I utrymningsförsöken utsattes försökspersoner för tre ljudsignaler som spelades upp med larmdon i övningsalar. Därefter fick respondenterna besvara en enkät. Arbetsgången för studien presenteras i figur 1.



Figur 1. Bilden visar schematiskt arbetsgången genom arbetet.

1.4 Avgränsningar

Urvalet av ljudsignaler ur litteraturstudien avgränsades till tio signaler. Urvalet av ljudsignaler ur enkätundersökning avgränsades till tre signaler.

1.5 Begränsningar

Den nuvarande europeiska standarden gällande ljussignaler, EN 54-23:2010, begränsar möjligheterna för undersökningen. I standarden anges att endast rött och vitt ljus med blixthetigheten 0,5-2 Hz får användas. Det saknas även utförlig forskning om larmtillämpningar av visuella signaler, det är därför svårt att göra ett urval baserat på resultat från forskning. Tillgången till larmdon har begränsat urvalet av ljussignaler till tre signaler eftersom blixthetigheten på larmdonet inte kunde varieras.

2 Litteraturstudie

Arbetet inleddes med en litteraturstudie för att fastställa vilken forskning som är gjord inom området och för att få en uppfattning om vilka standarder som gäller i olika delar av världen. Syftet med litteraturstudien var främst att ge en grund för urvalet av tio ljudsignaler och tre ljussignaler. Den forskning som är gjord på larmsignaler behandlar främst de fysikaliska egenskaper som larmen ska ha för att fånga människors uppmärksamhet men viss forskning har också gjorts där syftet varit att undersöka människors beteende vid olika larmsignaler.

För att genomföra litteraturstudien utfördes en litteratursökning. Litteratursökningen gjordes genom att söka information om ämnet från bibliotek, databaser och myndigheter. Ur litteratursökningen valdes ett antal artiklar, böcker och rapporter ut vilka studerades. För att söka ytterligare information om ämnet användes sedan referenslistan från respektive artikel, bok eller rapport. Detta är en teknik för att identifiera och studera väsentlig litteratur inom ämnet (Ejvegård, 2003).

2.1 Ljudsignaler

Vad gäller de fysikaliska egenskaperna hos ljudsignaler har ett antal olika studier undersökt signalers förmågor och begränsningar. De fysikaliska egenskaperna hos akustiska signaler innefattar egenskaper såsom frekvens, ljudstyrka, pulshastighet och frekvensmönster. De fysikaliska egenskaperna behandlas nedan.

2.1.1 Frekvens

Med frekvens menas antal svängningar per tidsenhet som skickas ut från en ljudkälla. Frekvensen styr tonhöjden på ett ljud. En hög frekvens ger en ljus ton medan en låg frekvens ger en mörk ton. Örat kan uppfatta ljud mellan 20 – 20000 Hz (AV, 2002). När begreppet frekvens behandlas i rapporten menas grundfrekvensen, vilket är den lägsta deltonen i en frekvens. Frekvensen styr hur pass bra ljudet transporteras genom olika medium och generellt kan sägas att ju lägre frekvens en signal har desto bättre färdas ljudet genom barriärer såsom väggar, tak och golv. Ju högre frekvens ljudet har desto bättre och snabbare färdas det i luft och desto bättre hörs det i miljöer där det är högt bakgrundsbuller (Hardick & Oyer, 1963). Studier visar att signaler med högre frekvens upplevs som mer brådskande än signaler som har lägre frekvens (Edworthy & Haas, 1996). En annan egenskap hos högfrekvent ljud är att det sprids i en riktning från källan medan ett lågfrekvent ljud sprids i alla riktningar från källan (Robinson, 1988). En signal med brett frekvensområde uppfattas som lätt att lokalisera och döljs inte lika lätt av bakgrundsljud (Edworthy, 1998).

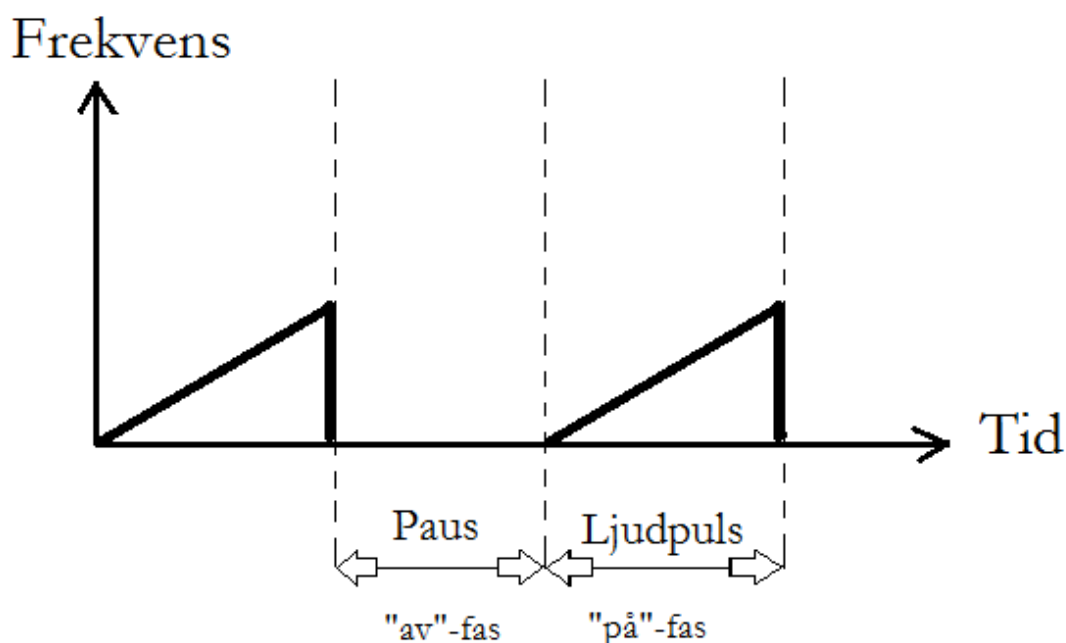
I en studie testades cirka 400 olika uppmärksamhetssignaler och hur väl de fångade människors uppmärksamhet. Studien visade att de signaler som fångade människors uppmärksamhet bäst hade en frekvens mellan 700-4000 Hz (Hardick & Oyer, 1963).

2.1.2 Frekvensmönster

Frekvensmönstret hos en signal visar hur frekvensen varierar i tid. Frekvensmönstret kan varieras i det oändliga och forskningen kring detta område har dragit ett antal slutsatser. En komplex signal, det vill säga flera frekvenser i samma signal, uppfattas som mer brådskande än enfrekventa signaler. En signal som pulserar, varken förbättrar eller försämrar signalens uppmärksamhetsförmåga hos lyssnaren. En frekvensökning hos signalen ökar signalens larmande egenskaper (Hardick & Oyer, 1963).

2.1.3 Pulshastighet

Med en ljudpuls menas en ”på”-fas hos en signal enligt figur 2. Med en paus menas den tiden då signalen inte ljuder, en så kallad ”av”-fas. En signal utan pauser är kontinuerlig. Pulshastigheten anger hur många ljudpulser som framställs under en viss tidsenhet. Pulshastigheten beror på ljudpulsens och pausens längd i tid. Till exempel får en signal som har kort ljudpuls och kort paus en hög pulshastighet medan en signal som har lång ljudpuls och lång paus en låg pulshastighet.



Figur 2. Diagrammet definierar en ljudpuls och en paus i en signal. En signal utan paus kallas kontinuerlig.

En studie som behandlar pulshastighet visar att kortare paus mellan ljudpulserna i en signal upplevs som mer brådslande än signaler med längre paus mellan ljudpulserna (Edworthy & Haas, 1996). I studien testades 27 signaler med olika pulshastigheter på 30 deltagare vilka bedömde signalerna en i taget.

2.1.4 Ljudnivå

Ett ljuds styrka uttrycks ofta som ljudnivån med enheten decibel [dB]. Decibel har en logaritmisk skala vilket innebär att en ökning med 10 dB upplevs av de flesta som en fördubbling av ljudstyrkan (AV, 2002). För att få en uppfattning om referensvärden för olika ljudnivåer presenteras tabell 1.

Ljudnivå [dB]	Ljudkälla
140	Startande jetplan
120	Smärtgräns för örat
100	Motorsåg
90	Elmotor
60	Normal konversation
15	Tyst sovrum
0	Svagast hörbara ljud

Tabell 1. Tabellen visar exempel på olika ljudkällors ljudnivåer på en meters avstånd (AV, 2002).

Gällande ljudstyrka hos signaler visar studier att en signal med hög ljudnivå på signalen upplevs som mer brådskande än andra (Edworthy & Haas, 1996). En ljudnivå hos en signal på mellan 80 till 100 dB vid lyssnarens öra är optimalt för att fånga uppmärksamheten hos lyssnare (Hardick & Oyer, 1963). Däremot får inte ljudnivån vara för hög och skrämman människor eftersom signalen då uppfattas som irriterande (Edworthy, 1998). Förtroendet för signalen kommer då minska när signalen ljuder olägligt, som till exempel vid falsklarm (Proulx, 2007).

2.1.6 Befintlig standard

USA och Kanada har antagit en utformning av ljudsignaler som utgår från internationell standard, ISO 8201 (NFPA, 2009). Där anges att signalen ska vara ett T-3 mönster. T-3 signalen består av en ”på”-fas följt av en ”av”-fas där varje fas ska vara i $0,5 \pm 0,05$ sekunder. Efter tre ”på”-faser följer en ”av”-fas som varar i $1,5 \pm 0,15$ sekunder. ISO 8201 ställer inga krav på vilken frekvens signalen ska ha (ISO, 1987).

Den europeiska standarden ställer främst krav på hur larmdonen ska vara utformade. Till exempel standardiseras vilken ljudnivå larmdonet ska avge och med vilka kablar som den ska anslutas. Europeisk standard ställer inga särskilda krav på speciella frekvensmönster hos ljudsignalen i ett utrymningslarm. Istället anger nationella standarder specifika regler gällande frekvensmönster (CEN, 2001).

Brittisk standard delar in ljudsignaler i utrymningslarm och varningslarm. Standarden rekommenderar att frekvensen för en utrymningssignal ska befinna sig mellan 500 Hz och 1000 Hz. Om bakgrundsljudet vid platsen där signalen ska användas är inom frekvensområden som gör att signalen blir svår att urskilja, tillåts andra frekvenser. Signalen ska vara kontinuerlig det vill säga signalen ska inte ha några pauser. Vad gäller signaler som används som varningslarm anger standarden att signalen ska ha pauser med en ”på”-fas på $1 \pm 0,5$ sekunder och en ”av”-fas på $1 \pm 0,5$ sekunder (BSI, 2002).

Holländsk standard anger att frekvensmönstret hos en utrymningssignal ska vara enligt ”slow whoop”, vilket betyder att signalen har en stegrande frekvens. Signalen startar inom frekvensområdet 500-700 Hz för att sedan stiga linjärt under 3,5 sekunder och avslutas inom frekvensområdet 1200-1400 Hz. Efter 0,5 sekunder ”av”-fas upprepas signalen (NEN, 2009).

Den tyska standarden anger att utrymningssignalens frekvens ska följa ett sågtandat mönster. Signalen startar på den högsta frekvensen för att falla linjärt till den lägsta frekvensen. Därefter startar signalen från början igen utan paus. Standarden anger att den högsta frekvensen ska vara inom området 1200 ± 120 Hz och att den lägsta frekvensen ska vara inom området 500 ± 50 Hz. Varje puls av sågtand ska falla linjärt i $1 \pm 0,1$ sekunder (DIN, 1982).

Svensk standard delar in signaler beroende på deras användningsområde. För utrymningslarm gäller att frekvensen för signalen ska vara konstant och inom området 200-800 Hz. Det rekommenderas dock att frekvensen ska vara mellan 300-700 Hz. Signalen ska vara snabbt pulserande utan krav på markerade pauser. Pulsförhållandet, det vill säga kvoten mellan varaktigheten av en ljudpuls och varaktigheten av en ljudpuls plus en paus, ska vara lägst 0,35 och högst 0,70. Ljudpulsens längd hos ett utrymningslarm får maximalt vara 0,2 sekunder. Vad gäller signaler som används som ”varning lokalt” anger standarden att frekvensen ska ligga inom samma område som utrymningslarm, 300-700 Hz, men däremot finns inga krav på pulsförhållandet eller ljudpulsens längd (SIS, 1980).

2.1.5 Övriga studier kring utrymnings signaler och människors beteende

Ett antal studier har gjorts som behandlar människors beteende och utrymnings signaler. Några utav dessa studier studerades i litteraturstudien och huvudinnehållet av dessa beskrivs nedan.

I Proulx (2007) studie studerades människors reaktion på brand- och utrymningslarm beroende på var de befann sig. Om personen befann sig hemma i sitt eget hushåll och brandlarmet ljud, intog personen rollen som ansvarig vilket gjorde att utrymningen gick relativt fort. Om personen däremot befann sig i en offentlig byggnad när ett brandlarm ljud var reaktionen inte alls lika snabb. Proulx visade att människans roll där hon befann sig spelade stor roll för utrymningen.

Proulx fastställde att ett utrymningslarm ska uppfylla fyra kriterier:

1. Varna de människor som uppehåller sig i byggnaden.
2. Förmå människor att agera omedelbart.
3. Initiera förflyttning.
4. Tillgodose tillräcklig tid till utrymning.

Vad gäller offentliga byggnader och utrymning visar Proulx studie att människor sällan gör kopplingen mellan ett brandlarm som ljuder och att det faktiskt brinner i byggnaden om det inte finns ytterligare tecken på brand (rök, flammor, personal). Människor reagerar oftast istället med frågeställningarna: Vad är det som händer? Vad är fel? Hon konstaterade också att ett brandlarm som aktiverar ensamt sällan är tillräckligt för att få människor att utrymma. Människor behöver påverkas på flera sätt för att påbörja en utrymning.

Proulx fann i sin studie att människor inte hade kännedom om att de larm som användes som utrymningslarm var ett utrymningslarm, här misstog folk ofta utrymningslarmet från att vara ett inbrottslarm, hisslarm eller säkerhetslarm. Om de istället var medvetna om att det var ett utrymningslarm var de omedvetna om hur de skulle agera, de visste inte vad de förväntades göra då larmet ljud.










En signal som Larouche och Proulx (2003) har undersökt är T-3 (Temporal-three). Studiens syfte var att undersöka om människor kan identifiera T-3-signalen, att utvärdera om människor förstår signalens innebörd samt att mäta hur brådskande de anser att signalen är. Studien grundade sig på en enkätundersökning som genomfördes på respondenter i offentliga byggnader. I enkätundersökningen spelades sex olika ljudsignaler upp. Därefter fick respondenten svara på tre frågor: Har du hört detta ljud innan? Vad tror du det betyder? Hur brådskande tycker du signalen är på en skala 1 till 10? Där 1 är inte alls brådskande och 10 är mycket brådskande. Studien visade att människor inte identifierade T-3 som ett utrymningslarm. Vanligtvis misstog respondenterna signalen för att vara en upptagetsignal i telefonen. Endast sex procent av deltagarna identifierade T-3 som ett utrymningslarm. Larouche och Proulx rekommenderar därför att en formell utbildning ges till allmänheten för att förbättra signalens larmande förmåga. Som exempel rekommenderar de att signalen installeras i skolor där utbildningen också kan genomföras. De föreslår också att T-3 bör kombineras med ett talat meddelande i en övergångsfas.

2.1.7 Urval ljudsignaler

Utifrån litteraturstudien valdes tio signaler ut för vidare enkätundersökning. Huvudkriterier för urvalet var att signalen var antagen i en internationell eller nationell standard samt att dess ljudegenskaper (frekvens, pulshastighet och frekvensmönster) stämde överens med rekommendationer från tidigare forskning. De utvalda signalernas akustiska egenskaper

redovisas i tabell 2. Signalerna samt motivering till varför författarna valt dem presenteras nedan, numret anger det nummer de tilldelats i tabell 2.

Två signaler valdes ut från brittisk standard, signal 1 (BS) och signal 6 (F_SAW). Signalerna valdes ut eftersom de hade en hög pulshastighet och för att undersöka om denna påverkade resultatet. Tre signaler valdes ut eftersom de verkar inom ett större frekvensområde. En från holländsk standard signal 2 (NEN), en från tysk standard signal 3 (DIN) och en sista signal 9 (SAW). Tre signaler valdes ut från internationell standard, en enfrekvent signal 4 (ISO_1), en med två frekvenser signal 10 (ISO_3) och en med stegrande frekvens signal 8 (ISO_2). Signalerna valdes för att de är internationell standard och därför intressanta att jämföra mot andra signaler. Signalerna valdes även ut för att undersöka om skillnaderna i frekvensmönstret påverkar resultatet. Två signaler valdes ut från svensk standard, signalen från en mekanisk ringklocka signal 7 (SIS_2) och signalen som beskrivs som ”varning lokalt” signal 5 (SIS_1). Signalen ”varning lokalt” användes på grund av att den liknar signalen för internationell standard men skiljer sig i frekvens. Signalen från en ringklocka användes för att det är en vanligt förekommande utrymningssignal på allmänna platser i Sverige. De utvalda signalerna kan delas in i två grupper, de som har paus (signal 2,4,5,8,10) och de som inte har paus (signal 1,3,6,7,9).

Signal	Beskrivning	Frekvensmönster	Frekvensområde [Hz]	Bild av frekvensmönstret
1	Brittisk standard [BS]	Alternerande: 0,25 s hög, 0,25 s låg (BSI, 2002)	800/970	
2	Holländsk standard [NEN]	Stegrande: 3,5 s på, 0,5 s av (NEN, 2009)	500-1200	
3	Tysk standard [DIN]	Fallande: 1 s (DIN, 1982)	1200-500	
4	Internationell standard [ISO_1]	T-3: 3x0,5 s på, 1,5 s av (ISO, 1987)	970	
5	Svensk standard [SIS_1]	0,5 s på, 0,5 s av (SIS, 1980)	660	
6	Brittisk standard [F_SAW]	Stegrande: 0,14 s (7 Hz) (BSI, 2002)	800-970	
7	Svensk standard [SIS_2]	Mekanisk Ringklocka (SIS, 1980)	-	-
8	Internationell standard [ISO_2]	T-3 stegrande: 3x0,5 s på, 1,5 s av (ISO, 1987)	800-970	
9	[SAW]	Stegrande: 1 s (1 Hz)	300-1200	
10	Internationell standard [ISO_3]	T-3 två frekvenser: 3x0,5 s på, 1,5 s av (ISO, 1987)	970/800	

Tabell 2. Tabellen visar urval 1, 10 ljudsignaler utvalda ur litteraturstudien. Namnet inom hakparentesen anger signalens specifika beteckning i denna studie.

2.2 Ljussignaler

Forskningen kring optiska larm är begränsad. En studie som behandlar optiska larm och dess larmande egenskaper är Chan och Ng:s studie (2008). Studien genomfördes på 23

respondenter som utsattes för olika färg och frekvens på blixtar (ljussken med högst 0,5 sekunders varaktighet) men också i kombination med ljudsignaler. Respondenten fick därefter skatta hur brådskande de ansåg ljussignalerna var.

Studien visar att rött ljus uppfattas som mer brådskande än blått och gult ljus och att ju högre blixtfrekvens ljussignalen har desto mer brådskande blir signalen. Har ljuset dessutom ett mönster i form av dubletter eller tripletter blir det ännu mer brådskande. Studien visar också att kombinationen optiskt larm med akustiskt larm uppfattades mer brådskande än då enbart optiskt larm testades. Bukowski och Moore (2003) skriver att ljussignaler i form av blixtar är mest effektiva, vilket också bekräftar av Chan och Ng (2008) i deras studie.

I Frantzich (2004) studie undersöktes hur valet av utrymningsvägar påverkades av olika ljussignaler. Han genomförde en enkätundersökning där respondenter fick associera färger med betydelser. Studien visade att rött ljus associerades med fara och att vitt ljus inte hade någon speciell betydelse.

2.2.1 Befintlig standard

Den amerikanska standarden anger att ljussignaler ska vara av vitt ljus med maximal ljusstyrka på 1000 cd. Med ljusstyrka menas hur mycket ljus som strålar ut i en viss riktning från en ljuskälla. Ljuset ska ha en blixtfrekvens inom 1-2 Hz och varaktigheten hos varje blixtpuls får maximalt vara 0,2 sekunder (NFPA, 2009).

Den europeiska standarden anger att blixtljuset ska vara rött eller vitt och växla med frekvensen 0,5-2 Hz. Standarden anger även att ljusstyrkan maximalt får uppgå till 500 cd (CEN, 2010).

I den svenska standarden anges att ljussignalen ska bestå av jämnt växlande vita och röda blixtpulsar där den vita blixtpulsen högst får vara tio gånger starkare än den röda. Ljuset ska växla med frekvensen 1-2 Hz och varaktigheten för varje blixtpuls får högst vara 0,5 sekunder. Ljuset ska utsändas längs en vertikal linje med den röda blixtpulsen överst (SIS, 1980).

2.2.2 Urval ljussignaler

Tillgängligheten av ljussignaler är begränsad och därför valdes endast tre signaler ut för vidare enkätundersökning. Ljussignalerna valdes enligt den europeiska standarden med färgerna röd, vit och alternerande röd och vit. Signalerna presenteras i tabell 3.

Signal	Beskrivning	Blixtfrekvens [Hz]
1	Röd	1
2	Vit	1
3	Röd och vit alternerande	1

Tabell 3. Tabellen visar urvalet av ljussignalerna och en beskrivning av dem.

3 Enkätundersökning

De utvalda signalerna från urvalet användes i en enkätundersökning. I detta kapitel beskrivs först allmän teori kring enkätutformning och därefter enkätundersökningarna för ljud- och ljussignaler.

3.1 Teori kring framtagandet av enkäter

För att kunna mäta reaktionen hos människor användes metoden fallstudie vilket innebär att ett stickprov av populationen, Sveriges befolkning, undersöks och resultatet från stickprovet får motsvara hela populationen. Undersökningen gjordes med hjälp av en enkät. För att konstruera en enkät som är reliabel och valid måste ett antal faktorer beaktas. Grundläggande teori kring framtagande av enkäter samt faktorer som beaktats vid framtagandet presenteras nedan.

3.1.1 Population och urval

En population är samtliga personer som undersökarna är intresserade av att studera. Till exempel om undersökarna vill studera brandmän i Sverige består populationen av samtliga Sveriges brandmän. För att praktiskt kunna genomföra en undersökning på en population som är stor som Sveriges befolkning avgränsas populationen i ett urval. Urvalets storlek är beroende av populationen eftersom urvalet bör vara tillräckligt stort för att resultatet ska kunna fastställas statistiskt. Generellt kan sägas att ju större antal respondenter i urvalet desto bättre representerar urvalet populationen (Trost, 2007). Trots att antalet i urvalet ska var så många som möjligt begränsas antalet av olika faktorer. Det kan vara t.ex. ekonomiska faktorer eller den faktorn att arbetsbördan blir för stor vid för stort urval (Trost, 2007).

3.1.5 Externt och Internt bortfall

Det finns två slags bortfall i enkätundersökning, dels externt bortfall och dels internt bortfall. Med ett externt bortfall menas ett fall där respondenten överhuvudtaget inte svarat på enkäten. Med ett internt bortfall menas en fråga där respondenten inte gett något svar. För att undersökningen ska få en hög reliabilitet och validitet bör inte det externa bortfallet vara så stort att svarsfrekvensen understiger 70 % (Ejvegård, 2003).

3.1.2 Öppna frågor

En öppen fråga i en enkätundersökning innebär att frågan inte har något svarsalternativ utan ger respondenten tillfälle att svara fritt. En nackdel med öppna frågor är att svaren ofta blir tidsödande att analysera eftersom skriften ofta är svår att tyda eller svår att förstå innebörden i. Ett annat problem med öppna frågor är att det interna bortfallet ofta blir stort eftersom respondenterna drar sig från att skriva någonting om de är dåliga på att stava, inte är intresserad av frågan eller tycker det är besvärligt att formulera sig skriftligt (Trost, 2007).

Fördelar med öppna frågor är att respondenterna kan svara med egna ord och ger dem tillfälle att med egna ord beskriva svaret. Även om det interna bortfallet normalt sett är stort i de öppna frågorna ger ofta de få svaren som fås många idéer och nya synpunkter.

3.1.3 Slutna frågor

Slutna frågor är motsatsen till öppna frågor och kan beskrivas som frågor med svarsalternativ. Frågor som är slutna ska vara uteslutande det vill säga de får inte överlappa varandra sinsemellan. Respondenterna kan ibland tycka att slutna frågor är svåra att svara på eftersom frågorna inte alltid har glasklara svar, såsom svarsalternativen antyder (Trost,

2007). Dessutom är respondenten tvingad att svara enligt svarsalternativen vilket inte alltid är bra. Om till exempel respondenten anser att ett svar inte passar in på något svarsalternativ, måste personen ange ett annat svar. Det positiva med slutna frågor är att de kan bearbetas statistiskt.

3.1.4 Reliabilitet och validitet

Med reliabilitet menas undersökningens tillförlitlighet vilket i sig innebär hur pass stabil mätningen är. Att mätningen är stabil beror bland annat på om resultatet från en mätning är densamma oavsett om mätningen görs om vid en ny tidpunkt eller om mätningen utförs på exakt samma sätt av intervjuaren eller om respondenterna svarar på exakt samma sätt (Trost, 2007). Ejvegård (2004) presenterar fyra olika tester som fastställer reliabiliteten hos en undersökning:

1. Återtestningsmetoden innebär att samma individer testas två gånger. Om resultatet är likadant för båda testen är reliabiliteten god.
2. Halveringsmetoden, betyder att svaren, från en eller flera frågor, delas slumpmässigt upp i två lika stora halvor. Resultaten jämförs sedan mot varandra och är svaren likadana är reliabiliteten hög.
3. Parallellmetoden, innebär att två oberoende undersökningar, som mäter samma sak, jämförs mot varandra. Är resultatet likadant är reliabiliteten hög.
4. Kontrollfrågemetoden, testet innebär att en eller flera frågor ställs två gånger med olika formuleringar. Om svaren är likadana är reliabiliteten hög.

Med validitet menas att undersökningen mäter det som är avsett att mätas. Validitet är synonymt med giltighet och det kan sägas att om inte reliabiliteten är hög, kan aldrig validiteten bli det heller (Ejvegård, 2003). Ett sätt att kontrollera validiteten hos en undersökning är att genomföra verkliga försök och jämföra resultaten mellan enkäten och försöken. Om de stämmer överens är validiteten god hos undersökningen.

3.1.6 Felkällor

Det kan finnas ett antal olika felkällor i en undersökning. Täckningsfel innebär att en annan population studeras än den som avsetts. Ett annat fel är bortfall vilket beskrivits ovan. Bearbetningsfel kallas de fel som kan uppkomma vid handhavandet av data under kodning, insamling av data eller granskning av data. Ett fjärde fel kan vara mätfel vilket innebär att respondenten missuppfattar frågeställningen eller att intervjuaren missuppfattar respondenten. En annan felkälla i en undersökning är ett urvalsfel. Urvalsfel innebär att urvalet inte blir det avsedda som intervjuaren tänkt sig (Körner & Wahlgren, 2002).

3.2 Teori kring statistik

I detta kapitel beskrivs teorin kring statistiken som används i rapporten. Ett datorprogram (SPSS version 18) användes som hjälpmedel med den statistiska bearbetningen. En statistisk hypotesprövning innebär att svaren från enkäterna testas på olika sätt för att bedöma trovärdigheten. För att pröva hypoteser statistiskt används olika analysmetoder. Dessa metoder kan vara parametriska eller icke-parametriska. Parametriska metoder förutsätter att stickprovsvaren följer normalfördelningen eller att stickproven är tillräckligt stora. En icke-parametrisk metod förutsätter inte att stickprovsvaren har någon särskild fördelning och används till exempel när ett stickprov med ordinalskala ska analyseras (Körner & Wahlgren, 2006). Efter att hypotesprövningen gjorts kan nollhypotesen antingen förkastas eller behållas. Om nollhypotesen förkastas kan detta fastställas med olika signifikansnivåer. Normalt brukar signifikansnivån för när nollhypotesen förkastas vara fem procent. Ju lägre signifikansnivån är desto lägre risk är det att förkasta nollhypotesen när den är sann och desto mer styrka får mothypotesen i studien. Signifikansnivån anges med ett p-värde som beroende på hur lågt det är får olika stjärnindelning. Indelningen är följande:

- $p < 5\%$ - enstjärning signifikans beskrivs med *
- $p < 1\%$ - tvåstjärning signifikans beskrivs med **
- $p < 0,1\%$ - trestjärning signifikans beskrivs med ***
- $p < 0,01\%$ - fyrstjärning signifikans beskrivs med ****

3.2.1 Mann-Whitney U-test

Mann-Whitney U är ett icke-parametriskt test som används vid analys av två oberoende stickprov. Nollhypotesen sätts till att det inte finns skillnader mellan fördelningarna i de båda populationer stickproven är dragna från. Mothypotesen sätts till att fördelningarna är förskjutna i förhållande till varandra. Testet rangordnar svaren från respondenterna genom ett så kallat rangsummatest. Med ett rangsummatest menas att svaren rangordnas efter storlek (ordinalskala) till skillnad mot klassiska t-test där det krävs att svaren är normalfördelade (Körner & Wahlgren, 2006).

3.2.2 Friedman-test

Friedman-test är ett icke-parametriskt test som används vid analys av två eller flera oberoende stickprov med hjälp av χ^2 -metoden (Kanji, 1993). χ^2 -metoden är en metod som används för att testa om en variabels frekvensfördelning avviker ifrån en förväntad fördelning. Skillnaden med ett Friedman-test mot Mann-Whitney U-test är att flera stickprov testas för att se om det finns skillnader mellan stickprovets fördelningar, i övrigt är testet likadant.

3.2.3 Bonferroni-korrigerig

Bonferroni-korrigerig används för att minimera typ I-fel, det vill säga de gånger nollhypotesen förkastas trots att den är sann. Om flera signifikansanalyser görs i samma test, multipla jämförelser, ökar risken för ett typ I-fel. Signifikansanalysen korrigeras med en Bonferroni-korrigerig och risken för typ I-fel minskas. Konkret innebär korrigeringen att p-värdet multipliceras med antalet signifikansanalyser enligt ekvationen nedan (SPSS, 2010).

$$P' = P * n \text{ där}$$

P' är det korrigerade p-värdet

P är det ursprungliga p-värdet

n är antalet jämförelser

3.2.4 Kruskal-Wallis-test

Kruskal-Wallis-test är ett icke-parametriskt test som används vid analys av flera oberoende stickprov. Testet är likadant som Mann-Whitney U-testet men skillnaden ligger i att Kruskal-Wallis jämför flera oberoende stickprov (Körner & Wahlgren, 2006).

3.3 Ljudsignaler

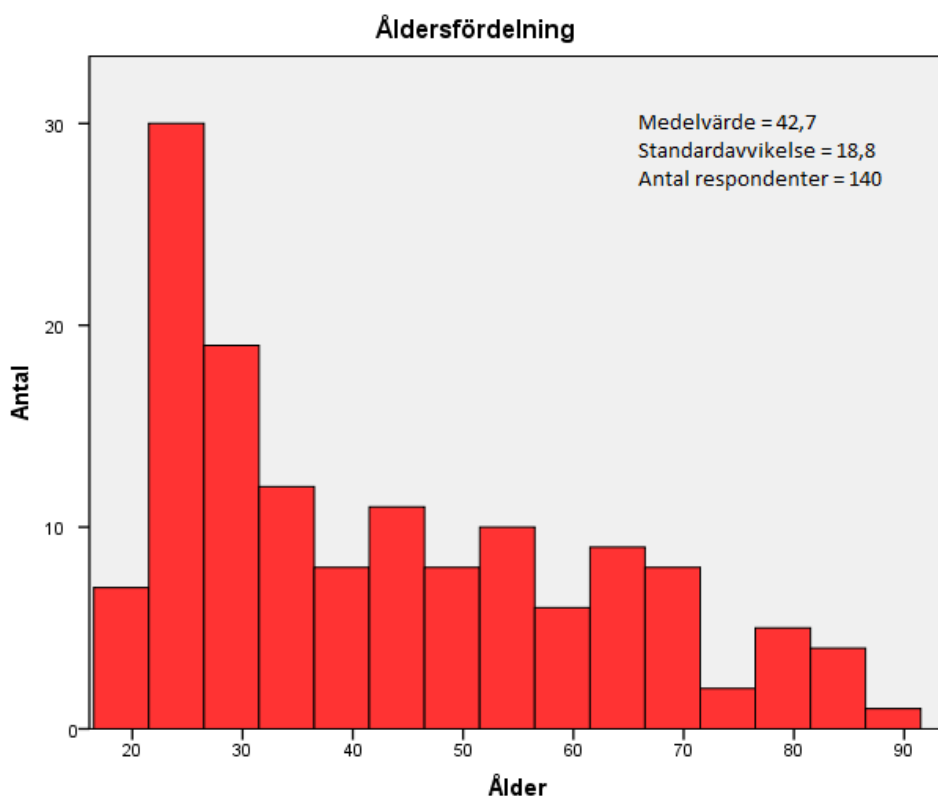
För att utvärdera de tio ljudsignalernas förmåga att fånga människors uppmärksamhet genomfördes en enkätundersökning. Syftet var att få fram tre ljudsignaler som fångar människors uppmärksamhet bäst. De tre bästa ljudsignalerna skulle därefter användas i utrymningsförsök.

3.3.1 Metod

Först spelades ljudsignalerna in och sparades digitalt på en dator. Efter detta utformades enkäten, den kan ses i sin helhet i bilaga C. För att undersöka reliabiliteten i enkäten gjordes ett reliabilitetstest med kontrollfrågemetoden. Därefter genomfördes enkätundersökningen på olika platser i Lund. Undersökningen utfördes genom att respondenten fick lyssna på en signal och därefter bedöma hur väl signalen fångade dennes uppmärksamhet. När respondenten lyssnat och bedömt de tio ljudsignalerna var undersökningen klar. Till sist bearbetades svaren i enkäterna statistiskt.

3.3.2 Deltagare

Enkätundersökningen utfördes på respondenter från Ekonomihögskolan vid Lunds universitet och Pensionärernas riksorganisation i Lund. Undersökningen gjordes även på respondenter från institutionerna för Bygg- och miljöteknik, Bygghälsa, Teknik och samhälle, Miljö- och energisystem alla vid Lunds tekniska högskola. Totalt deltog 140 respondenter i undersökningen varav 71 var män och 69 var kvinnor. Svartsbortfallet i enkäten blev noll procent. Figur 3 visar åldersfördelningen för respondenterna som deltog i enkätundersökningen.



Figur 3. Histogram över respondenternas åldersfördelning i enkätundersökningen.

3.3.3 Materiel

För att kunna spela upp signaler från en dator måste de vara digitalt lagrade i ett ljudformat. Därför utfördes en ljudinspelning med signaler från larmdon. Samtliga signaler från urvalet spelades in. Hela utförandet kring inspelningen av ljudsignalerna finns beskrivet i bilaga B.

Efter att ha spelat in ljudsignalerna utformades en enkät till undersökningen. Hela Sveriges befolkning som kan läsa, skriva och som inte är döva räknades som den population som författarna önskade undersöka. Människor som inte kan läsa, skriva eller höra kan inte genomföra undersökningen och är därför inte medtagna i populationen. För att urvalet skulle representera populationen gjordes ett så kallat kvoturval. Kvoturval är ett icke-slumpmässigt urval där undersökaren gör ett urval med hjälp av förutbestämda variabler (Trost, 2007). Kvoturvalet till enkäten gjordes med variablerna ålder och kön där åldern delades i tre grupper. Åldersgrupperna var 18-40 år, 41-60 år samt 61 och äldre. Totalt blev det sex undergrupper som undersöktes.

Enkäten utformades uteslutande med slutna frågor. För att kontrollera enkätens reliabilitet testades enkäten med hjälp av en kontrollfråga. Respondenten fick då göra en enkät där intervjuaren hade lagt till samma ljudsignal två gånger. Om respondenten svarade lika på samma ljudsignal hade enkäten hög reliabilitet. Reliabilitetstestet genomfördes på fem respondenter vilka svarade likadant på kontrollfrågan. Resultatet från reliabilitetstestet visade att reliabiliteten hos enkäten var hög.

För att resultatet från enkäterna inte skulle påverkas av ordningen på ljudsignalerna konstruerades tio ljudlingor. För varje ljudslinga ändrades ordningen av ljudsignalerna enligt bilaga A.

Ett antal bakgrundsfrågor såsom ålder, kön och om respondenten hade dokumenterat nedsatt hörsel inledde enkäten. Med dokumenterat nedsatt hörsel menades om respondenten sökt medicinskt vård och fått yttrande från läkare om att personen hade nedsatt hörsel.

Enkäten byggde på frågeställningen: ”Hur väl fångar signalen din uppmärksamhet?” Med betydelsen att fånga ens uppmärksamhet menas hur väl respondenten reagerar på signalen, inte huruvida respondenten hör signalen. Om en signal fångar respondentens uppmärksamhet mycket bra kan det jämföras med att respondenten reagerar starkt på signalen. Om signalen däremot är mycket dålig kan det jämföras med att respondenten inte alls reagerar på signalen. För att behandla svaren statistiskt kvantifierades resultatet. Detta gjordes med en poängsättning av svaren enligt en Likertskala (Foddy, 1993): Mycket dåligt (-2), Dåligt (-1), Neutralt (0), Bra (+1) och Mycket bra (+2). Enkäten återfinns i bilaga C.

3.3.4 Utförande

Undersökarna begav sig till deltagarna och frågade om de ville medverka i undersökningen. Undersökningen genomfördes med hjälp av en bärbar dator med hörlurarna Sennheiser HD 4500, se figur 3. Signalerna spelades upp med datorprogrammet Windows Media Player. Ljudnivån i operativsystemet (Windows 7) sattes till 100 % och nivån i Windows Media Player sattes till 80 %. Undersökningen utfördes genom att en respondent tog på sig hörlurarna och läste igenom enkäten. En exempelsignal spelades först upp för att respondenten skulle få en uppfattning om hur undersökningen gick till. Alla eventuella frågor en respondent hade, besvarades på så sätt före den riktiga undersökningen påbörjades. Exempelljudet gav även en gemensam utgångspunkt för samtliga respondenter. Efter exempelljudet fick respondenten svara på några bakgrundsfrågor och därefter spelades signalerna upp. Varje respondent lyssnade på en av de framtagna ljudslingorna. En ljudslinga bestod av tio signaler som respondenten bedömde var för sig. Signalerna spelades endast en gång.



Figur 3. Bild på en respondent som genomför enkätundersökningen. Undersökningen genomfördes med en dator som spelade upp ljudsignalerna i ett par hörlurar.

3.3.5 Resultat

När enkätundersökningen slutförts kunde svaren från respondenterna statistiskt analyseras. Tabell 4 visar att samtliga signaler har ett positivt medelvärde. Tre signaler utmärker sig med särskilt höga medelvärden: BS, F_SAW och SIS_2.

Signal	Antal	Medelvärde	Standardavvikelse
BS	140	1,11	0,765
NEN	140	0,37	1,075
DIN	140	0,42	1,011
ISO_1	140	0,30	1,142
SIS_1	140	0,09	1,103
F_SAW	140	1,21	0,838
SIS_2	140	0,99	0,978
ISO_2	140	0,48	1,042
SAW	140	0,54	1,076
ISO_3	140	0,56	1,088

Tabell 4. Tabellen visar respektive signals medelvärde och standardavvikelse.

För att undersöka om det fanns några statistiskt säkerställda skillnader mellan signalernas fördelningar utfördes ett Friedman-test. Tabell 5 visar signalernas uträknade medelrang. Även här är signalerna BS, F_SAW och SIS_2 högst rankade. I tabell 6 visas resultatet från Friedman-testet. Testet visar att det finns en statistiskt signifikant skillnad mellan

signalerna, $\chi^2(9) = 201$ $p < 0,001$. Friedman-testet visar att det finns en signifikant skillnad mellan signalerna men testet kan inte visa mellan vilka signaler skillnaden är signifikant. För att få en visuell överblick av signalernas fördelningar konstruerades en error bar.

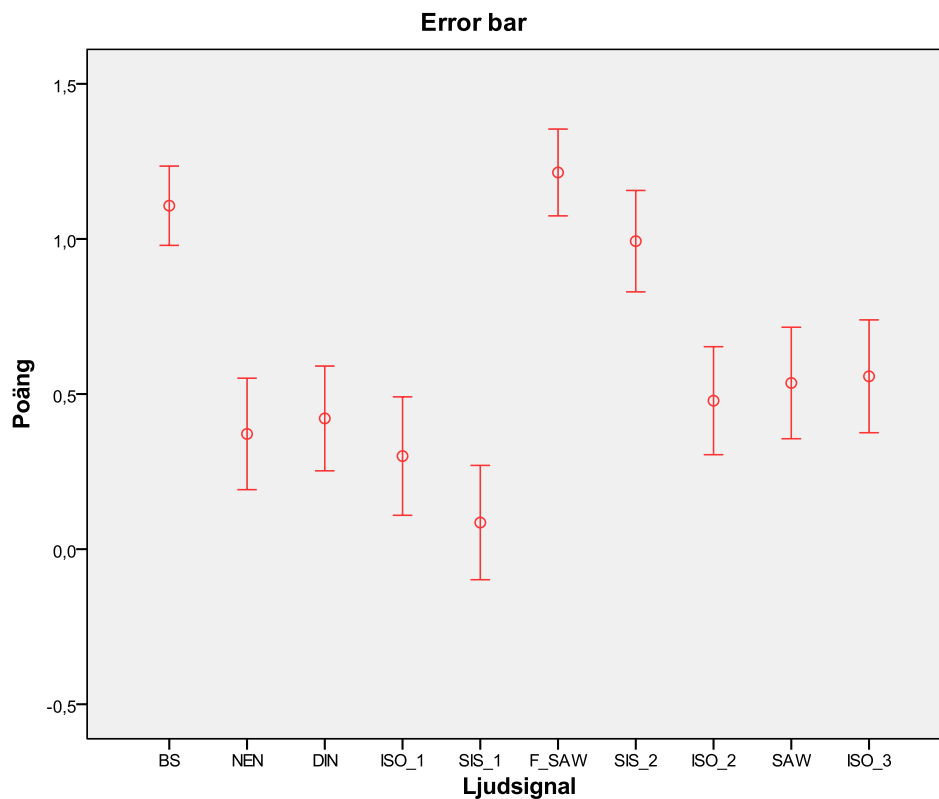
Signal	Medelrang
BS	6,89
NEN	4,81
DIN	4,94
ISO_1	4,65
SIS_1	3,95
F_SAW	7,33
SIS_2	6,63
ISO_2	5,07
SAW	5,32
ISO_3	5,41

Tabell 5. Tabellen visar signalernas beräknade medelrang. Medelrangen har beräknats som en del av ett Friedman-test.

Friedman-test ljudsignaler	
Antal	140
χ^2	200,986
Frähetsgrader	9
p-värde	<0,001

Tabell 6. Tabellen visar resultatet av Friedman-testet. Testet visar att det finns en statistiskt säkerställd skillnad mellan signalerna.

I figur 4 visas en error bar över samtliga signaler. Figuren visar signalernas medelvärde samt 95 %-iga konfidensintervall. Figuren visar tydligt hur de tre signalerna BS, F_SAW och SIS_2 har högre medelvärden och konfidensintervall än de övriga signalerna.



Figur 4. Figuren visar signalernas 95%-iga konfidensintervall. Cirklar anger signalernas medelvärden.

Ett Mann Whitney U-test användes för att undersöka om skillnaden mellan fördelningarna för signalerna BS, F_SAW och SIS_2 och fördelningarna för de övriga signalerna var signifikant. BS, F_SAW och SIS_2 testades enskilt mot de övriga sju signalerna. Tabell 7 visar att skillnaden mellan BS, F_SAW och SIS_2 och de övriga signalerna är signifikant i samtliga fall.

För att ta hänsyn till den ökande risken för ett typ I-fel vid multipla jämförelser har p-värdet justerats med en Bonferroni-korrigerig enligt. Sammanlagt utfördes 21 jämförelser (n=21). Tabell 7 visar att skillnaden mellan signalerna var signifikant även efter Bonferroni-korrigeringen.

	(I) Signal	(J) Signal	Skillnad i medelvärde (I-J)	z-värde	p-värde, P	Bonferroni-korrigerat p-värde, P' (n=21)
Mann Whitney U	BS	NEN	0,736	-5,887	1,9e-9****	4,0e-8****
		DIN	0,686	-5,731	5,0e-9****	1,1e-7****
		ISO_1	0,807	-6,058	<1,0e-9****	2,1e-8****
		SIS_1	1,021	-7,818	<1,0e-9****	<1,0e-9****
		ISO_2	0,629	-5,180	1,1e-7****	2,3e-6****
		SAW	0,571	-4,446	4,0e-6****	8,4e-5****
		ISO_3	0,550	-4,237	1,1e-5****	2,3e-4***
	F_SAW	NEN	0,843	-6,852	<1,0e-9****	<1,0e-9****
		DIN	0,793	-6,664	<1,0e-9****	<1,0e-9****
		ISO_1	0,914	-6,892	<1,0e-9****	<1,0e-9****
		SIS_1	1,129	-8,503	<1,0e-9****	<1,0e-9****
		ISO_2	0,736	-6,126	<1,0e-9****	<1,0e-9****
		SAW	0,679	-5,562	1,3e-8****	2,7e-7****
		ISO_3	0,657	-5,284	6,3e-8****	1,3e-6****
	SIS_2	NEN	0,621	-5,038	2,4e-7****	5,0e-6****
		DIN	0,571	-4,853	6,1e-7****	1,3e-5****
		ISO_1	0,693	-5,216	9,1e-8****	1,9e-6****
		SIS_1	0,907	-6,856	<1,0e-9****	<1,0e-9****
		ISO_2	0,514	-4,335	7,0e-6****	1,5e-4***
		SAW	0,457	-3,716	1,01e-4***	2,1e-3**
		ISO_3	0,436	-3,498	2,3e-4***	4,8e-3**

Tabell 7. Tabellen visar Mann Whitney U-test mellan signalerna BS, F_SAW och SIS_2 samt de övriga sju signalerna. P-värdet anger att skillnaden mellan signalerna är signifikant i samtliga fallen. Antalet stjärnor anger signifikansen i testen. Tabellen visar också det av hänsyn till multipla jämförelser korrigerade p-värdet (Bonferroni-korrigerig med n= 21). Även efter korrigeringen är skillnaden signifikant i samtliga fallen.

I urvalet valdes några signaler ut för att jämföras mot varandra för att kunna dra slutsatser om egenskaper hos signaler. SIS_1 valdes för att jämföras mot ISO_1 angående frekvens. ISO_2 och ISO_3 valdes för att jämföras mot ISO_1 angående frekvensmönster. Ett Mann Whitney U-test användes för att undersöka om det fanns några skillnader mellan

fördelningen för signalen ISO_1 samt fördelningen för signalerna SIS_1, ISO_2 och ISO_3. Tabell 8 visar att skillnaden endast är signifikant mellan ISO_1 och ISO_3. Signalen ISO_3 har högre värden än signalen ISO_1.

	(I) Signal	(J) Signal	Skillnad i medelvärde (I-J)	z-värde	p-värde
Mann	ISO_1	SIS_1	0,214	-1,557	0,06
Whitney U		ISO_2	-0,179	-1,229	0,11
		ISO_3	-0,257	-1,891	0,03*

Tabell 8. Tabellen visar Mann Whitney U-test mellan signalen ISO_1 och signalerna SIS_1, ISO_2 och ISO_3. P-värdet anger att skillnaden endast är signifikant mellan fördelningen för ISO_1 och fördelningen för ISO_3. ISO_3 har högre värden än ISO_1. Antalet stjärnor anger signifikansen i testen.

Signalerna kan delas in i två grupper beroende på deras egenskaper: signaler med paus (NEN, ISO_1, SIS_1, ISO_2, ISO_3) och signaler utan paus (BS, DIN, F_SAW, SIS_2, SAW). Tabell 9 visar gruppernas medelvärde och standardavvikelse.

Grupp	Medelvärde	Antal	Standardavvikelse
Med paus	0,36	700	1,099
Utan paus	0,85	700	0,990

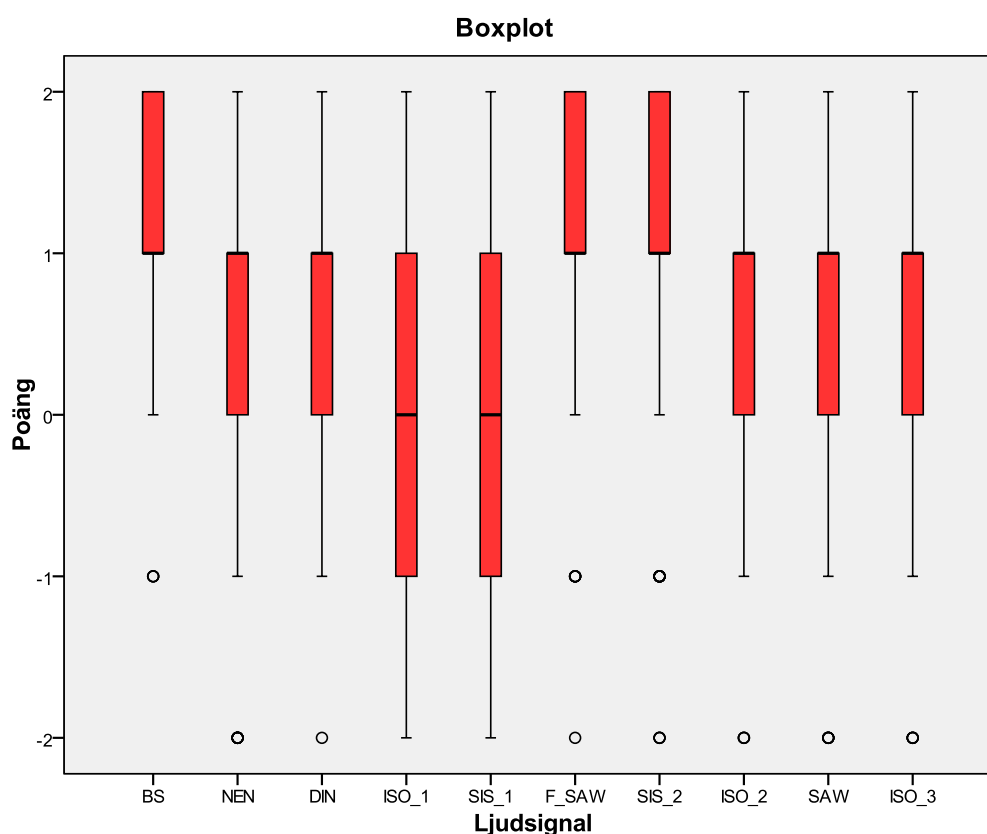
Tabell 9. Tabellen visar respektive grupps medelvärde och standardavvikelse.

Ett Mann Whitney U-test användes för att undersöka om det fanns några skillnader mellan fördelningen för signaler med paus och fördelningen för signaler utan paus. Tabell 10 visar att skillnaden är signifikant mellan grupperna. Signaler utan paus (kontinuerliga) har högre värden än signaler med paus.

	(I) Signal	(J) Signal	Skillnad i medelvärde (I-J)	z-värde	p-värde
Mann	Med	Utan	-0,469	-8,636	<1,0e-9****
Whitney U	paus	paus			

Tabell 10. Tabellen visar Mann Whitney U-test mellan signaler med paus (NEN, ISO_1, SIS_1, ISO_2, ISO_3) och signaler utan paus (BS, DIN, F_SAW, SIS_2, SAW). P-värdet anger att skillnaden mellan signalerna är signifikant, signaler utan paus är högre rankade än signaler med paus. Antalet stjärnor anger signifikansen i testen.

Figur 5 visar signalernas median, kvartiler och outlier i en boxplot.



Figur 5. Figuren visar signalernas median, kvartiler och uteliggare i en boxplot.

Tabell 11 visar signalernas medelvärde och standardavvikelse uppdelat på variabeln kön. Medelvärdet är högre för signaler bedömda av kvinnor, förutom i två fall. ISO_1 och ISO_2 fick lägre medelvärde jämfört med män.

Kön		BS	NEN	DIN	ISO_1	SIS_1	F_SAW	SIS_2	ISO_2	SAW	ISO_3
Man	Medel	1,06	0,37	0,35	0,31	0,00	1,08	0,92	0,52	0,54	0,52
	Antal	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
	Std.avv.	0,773	1,059	1,016	1,154	1,121	0,906	0,952	1,054	1,040	1,080
Kvinna	Medel	1,16	0,38	0,49	0,29	0,17	1,35	1,07	0,43	0,54	0,59
	Antal	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
	Std.avv.	0,760	1,099	1,009	1,139	1,084	0,744	1,005	1,036	1,119	1,102
Total	Medel	1,11	0,37	0,42	0,30	0,09	1,21	0,99	0,48	0,54	0,56
	Antal	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
	Std.avv.	0,765	1,075	1,011	1,142	1,103	0,838	0,978	1,042	1,076	1,088

Tabell 11. Tabellen visar signalernas medelvärde och standardavvikelse uppdelat på variabeln kön.

Tabell 12 visar signalernas medelvärde och standardavvikelse uppdelat på variabeln åldersgrupp. Resultatet visar att åldersgrupperna '51-65' och '66-' generellt sett har högre medelvärden än de övriga åldersgrupperna.

Åldersgrupp		BS	NEN	DIN	ISO_1	SIS_1	F_SAW	SIS_2	ISO_2	SAW	ISO_3
18-25	Medel	1,36	0,33	0,36	-0,24	-0,36	1,42	0,88	0,45	0,58	0,45
	Antal	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
	Std.avv.	0,699	1,080	1,084	1,146	0,994	0,792	0,992	1,175	1,032	1,063
26-35	Medel	1,26	0,29	0,32	0,16	-0,06	1,39	0,74	0,42	0,58	-0,03
	Antal	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
	Std.avv.	0,631	1,346	1,137	1,214	1,237	0,715	1,094	1,089	1,025	1,169
36-50	Medel	0,96	0,21	0,46	0,21	-0,11	1,18	1,18	0,32	0,57	0,43
	Antal	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
	Std.avv.	0,838	0,917	0,922	0,917	0,875	0,819	0,863	0,863	1,069	0,920
51-65	Medel	1,04	0,59	0,48	0,63	0,37	0,85	0,96	0,44	0,41	0,89
	Antal	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
	Std.avv.	0,759	0,797	0,893	1,006	1,006	1,064	0,898	1,050	1,118	1,013
66-	Medel	0,76	0,48	0,52	1,05	0,90	1,14	1,33	0,86	0,52	1,33
	Antal	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	Std.avv.	0,831	1,167	1,030	1,024	0,995	0,655	0,966	0,964	1,250	0,730
Total	Medel	1,11	0,37	0,42	0,30	0,09	1,21	0,99	0,48	0,54	0,56
	Antal	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
	Std.avv.	0,765	1,075	1,011	1,142	1,103	0,838	0,978	1,042	1,076	1,088

Tabell 12. Tabellen visar signalernas medelvärde och standardavvikelse uppdelat på variabeln åldersgrupp.

Tabell 13 visar signalernas medelvärde och standardavvikelse uppdelat på grupperna 'Ej nedsatt hörsel' och 'Nedsatt hörsel'. Resultatet visar till exempel att DIN och SAW får lägre medelvärde av dem med nedsatt hörsel än av dem utan nedsatt hörsel.

Nedsatt hörsel		BS	NEN	DIN	ISO_1	SIS_1	F_SAW	SIS_2	ISO_2	SAW	ISO_3
Ej nedsatt hörsel	Medel	1,11	0,39	0,47	0,31	0,09	1,24	0,97	0,46	0,57	0,53
	Antal	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127
	Std.avv.	0,758	1,084	1,014	1,153	1,134	0,868	0,975	1,045	1,073	1,068
Nedsatt hörsel	Medel	1,08	0,23	-0,08	0,15	0,08	1,00	1,23	0,62	0,15	0,85
	Antal	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	Std.avv.	0,862	1,013	0,862	1,068	0,760	0,408	1,013	1,044	1,068	1,281
Total	Medel	1,11	0,37	0,42	0,30	0,09	1,21	0,99	0,48	0,54	0,56
	Antal	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
	Std.avv.	0,765	1,075	1,011	1,142	1,103	0,838	0,978	1,042	1,076	1,088

Tabell 13. Tabellen visar signalernas medelvärde och standardavvikelse uppdelat på grupperna 'Ej nedsatt hörsel' och 'Nedsatt hörsel'.

3.4 Ljussignaler

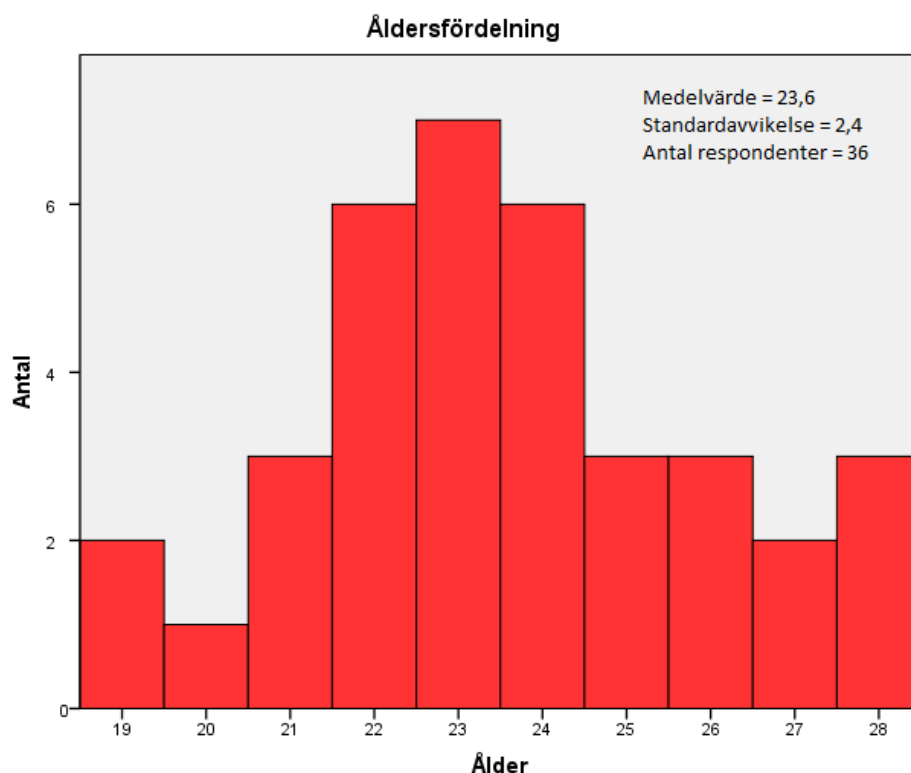
För att utvärdera de tre ljussignalernas förmåga att fånga människors uppmärksamhet genomfördes en enkätundersökning. Syftet var att kontrollera vilken ljussignal som fångade uppmärksamheten bäst hos människor.

3.4.1 Metod

Inledningsvis utformades enkäten, den kan ses i sin helhet i bilaga C. Därefter genomfördes undersökningen på studenter vid Lunds tekniska högskola. Undersökningen utfördes genom att en respondent fick titta på och bedöma en signal i taget. Ett optiskt larmdon användes för att framställa signalerna. Undersökningen tog plats i det ljudlösa rummet i V-huset på Lunds tekniska högskola. För att garantera en hög reliabilitet användes reliabilitetstestet halveringsmetoden. Till sist bearbetades resultaten i enkäten statistiskt.

3.4.2 Deltagare

Enkätundersökningen utfördes på respondenter från V-huset, Lunds tekniska högskola. Totalt deltog 36 respondenter i undersökningen varav 19 var män och 17 var kvinnor. Svartsbortfallet i enkäten blev noll procent. Som ersättning för att respondenterna deltagit i undersökningen fick de en biobiljett. Figur 6 visar åldersfördelningen för respondenterna som deltog i enkätundersökningen.



Figur 6. Histogram över respondenternas åldersfördelning vilka deltog i ljussignalenkäten.

3.4.3 Materiel

Först utformades en enkät till undersökningen. Hela Sveriges befolkning som kan läsa, skriva och som inte är blinda räknas som den population som författarna önskar undersöka. Människor som inte kan läsa, skriva eller se kan inte genomföra undersökningen och är därför inte medtagna i populationen. Urvalet till enkäten gjordes med ett så kallat bekvämlighetsurval. Detta för att undersökningen krävde att enkäten genomfördes på en specifik plats. Bekvämlighetsurval är ett icke slumpmässigt urval vilket innebär att undersökarna inte tar hänsyn till några urvalskriterier (Trost, 2007). Det var tre

ljussignaler som testades i varje enkät. För att resultatet inte skulle påverkas av vilken ljussignal som spelades upp först användes tre ljusslingor. För varje ljusslinga ändrades ordningen av signalerna enligt bilaga A.

Enkäten utformades med slutna frågor. För att kontrollera reliabiliteten hos enkäten testades enkäten med hjälp av en halveringsmetod. Svaren från enkäten delades slumpmässigt upp i två lika delar. Medelvärden för respektive signal och del beräknades och jämfördes mot varandra. Resultatet visade att det fanns vissa skillnader i svaren men författarna anser att tillförlitligheten är god. Resultatet från reliabilitetstestet visas i tabell 14.

	Röd	Vit	Alternerande
Medel första halvan	0,83	0,50	0,44
Medel andra halvan	0,50	0,33	0,33

Tabell 14. Tabellen visar reliabilitetstest (halveringsmetod) för ljussignalerna.

Ett antal bakgrundsfrågor såsom ålder och kön inledde enkäten. Enkäten byggde på frågeställningen: ”Hur väl fångar signalen din uppmärksamhet?” Med betydelsen att fånga ens uppmärksamhet menas hur väl respondenten reagerar på signalen, inte hurvida respondenten ser signalen. Om en signal fångar respondentens uppmärksamhet mycket bra kan det jämföras med att respondenten reagerar starkt på signalen. Om signalen däremot är mycket dålig kan det jämföras med att respondenten inte alls reagerar på signalen. För att behandla svaren statistiskt kvantifierades resultatet. Detta gjordes med en poängsättning av svaren enligt en Likert skala (Foddy, 1993):

Mycket dåligt (-2), Dåligt (-1), Neutralt (0), Bra (+1) och Mycket bra (+2). Enkäten återfinns i bilaga C.

3.4.4 Utförande

Enkätundersökningen utfördes på Lunds tekniska högskola (V-huset) i det ljudlösa rummet. Undersökarna frågade personer som befann sig i V-huset, nära det ljudlösa rummet, om de ville delta i undersökningen. Det ljudlösa rummet beskrivs närmare i bilaga B. Ljussignalerna som användes i undersökningen framställdes med ett larmdon av märket Clifford & Snell DBB YL4. Larmdonet monterades enligt svensk standard med det röda ljuset över det vita (SIS, 1980). Höjden från golvet till det röda ljuset var 1,8 meter och höjden till det vita ljuset var 1,6 meter. Uppställningen kan ses i figur 7. Styrkan på bakgrundsljuset, uppmätt från respondentens plats i rummet på en höjd av 1,50 meter, mättes till 27 lux.

Respondenten placerades på en stol 2 meter från larmdonet och utsattes för en av de tre framtagna ljusslingorna. En ljusslinga bestod av tre ljussignaler som respondenten bedömde var för sig. Signalerna visades endast en gång.



Figur 7. Bilden visar undersökningsuppställning i det ljuddöda rummet i V-huset. Det optiska larmdonet är fastsatt på väggen uppe till höger i bilden och nere till vänster sitter respondenten på en stol för att bedöma signalerna.

3.4.5 Resultat

När enkätundersökningen slutförts kunde svaren från respondenterna statistiskt analyseras. Tabell 15 visar att samtliga signaler har ett positivt medelvärde.

Signal	Antal	Medelvärde	Standardavvikelse
Röd	36	0,67	0,956
Vit	36	0,42	1,079
Alternande	36	0,39	0,903

Tabell 15. Tabellen visar respektive signals medelvärde och standardavvikelse.

För att undersöka om det fanns några statistiskt säkerställda skillnader mellan signalernas fördelningar utfördes ett Friedman-test. Tabell 16 visar signalernas uträknade medelrang. I tabell 17 visas resultatet från Friedman-testet. Testet visar att det inte finns en statistiskt signifikant skillnad mellan signalerna, $\chi^2(2) = 1,304$ $p = 0,519$.

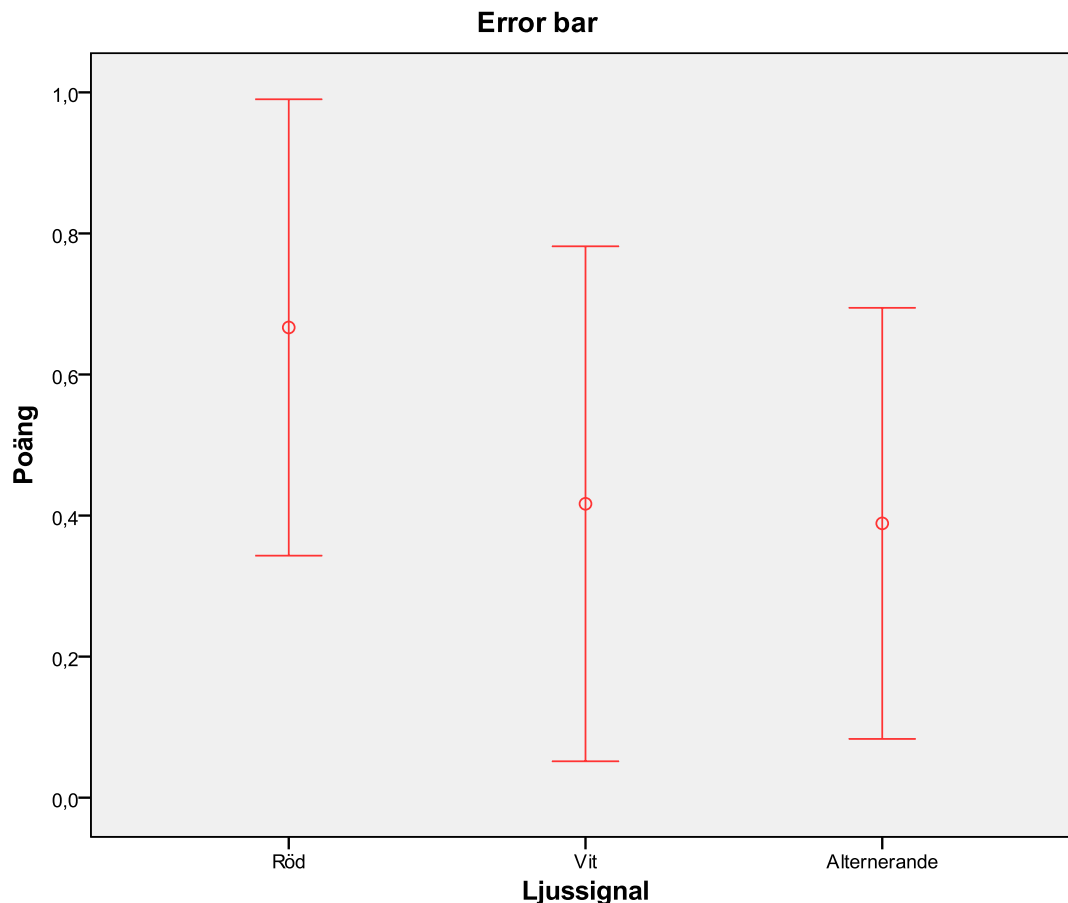
Signal	Medelrang
Röd	2,14
Vit	1,93
Alternerande	1,93

Tabell 16. Tabellen visar signalernas beräknade medelrang. Medelrangen har beräknats som en del av ett Friedman-test.

Friedman-test ljussignaler	
Antal	36
χ^2	1,304
Frihetsgrader	2
p-värde	0,519

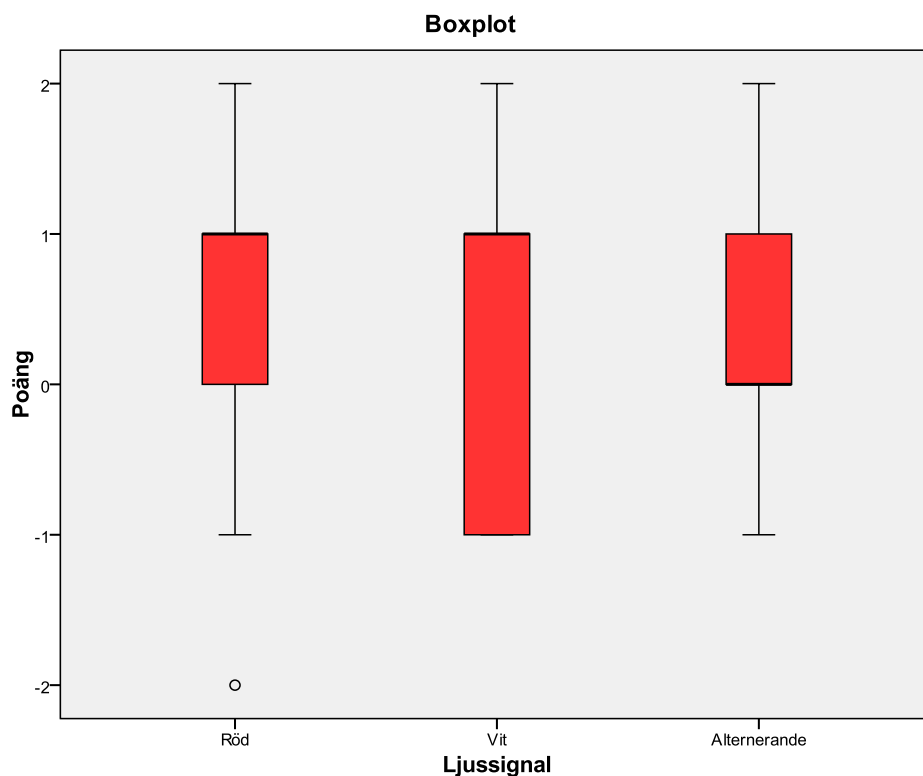
Tabell 17. Tabellen visar resultatet av Friedman-testet. Testet visar att det inte finns en statistiskt säkerställd skillnad mellan signalerna.

För att få en visuell överblick av signalernas fördelningar konstruerades en error bar. I figur 8 visas en error bar över samtliga signaler. Figuren visar signalernas medelvärde samt 95 %-iga konfidensintervall.



Figur 8. Figuren visar signalernas 95%-iga konfidensintervall. Cirkclar anger signalernas medelvärden.

Figur 9 visar signalernas median, kvartiler och outlier med en boxplot.



Figur 9. Figuren visar signalernas median, kvartiler och uteliggare med en boxplot.

Tabell 18 visar signalernas medelvärde och standardavvikelse uppdelat på variabeln kön. Medelvärdet är högre för signaler bedömda av kvinnor jämfört med män.

Kön		Alternierende	Vit	Röd
Man	Medel	0,26	0,16	0,63
	Antal	19	19	19
	Std. avv.	0,872	0,958	1,116
Kvinna	Medel	0,53	0,71	0,71
	Antal	17	17	17
	Std. avv.	0,943	1,160	0,772
Total	Medel	0,39	0,42	0,67
	Antal	36	36	36
	Std. avv.	0,903	1,079	0,956

Tabell 18. Tabellen visar signalernas medelvärde och standardavvikelse uppdelat på variabeln kön.

4 Utrymningsförsök

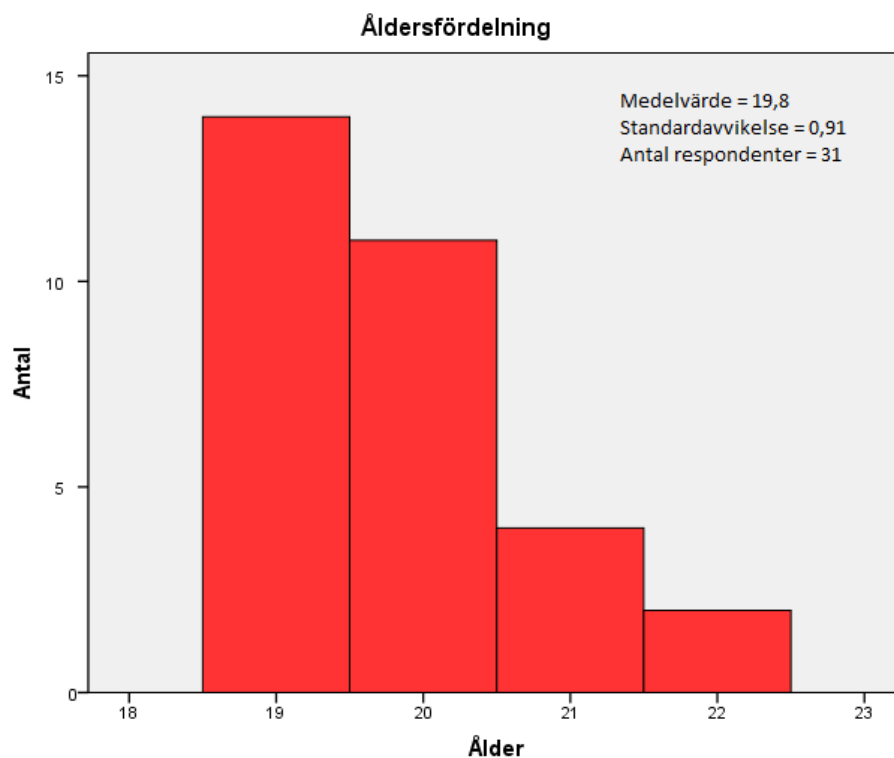
Resultatet från enkätundersökningen med ljudsignaler visade att tre signaler (F_SAW, BS, SIS_2) utmärkte sig. Vid jämförelse med de övriga ljudsignalerna visade de sig vara signifikant bättre på att fånga uppmärksamheten hos respondenterna än övriga. Dessa tre signaler valdes ut för användning i utrymningsförsök. Utrymningsförsöken gjordes för att validera enkätundersökningen, det vill säga kontrollera att resultatet från enkätundersökningen stämde överens med utrymningsförsöken. Om så var fallet hade undersökningen en hög validitet.

4.1 Metod

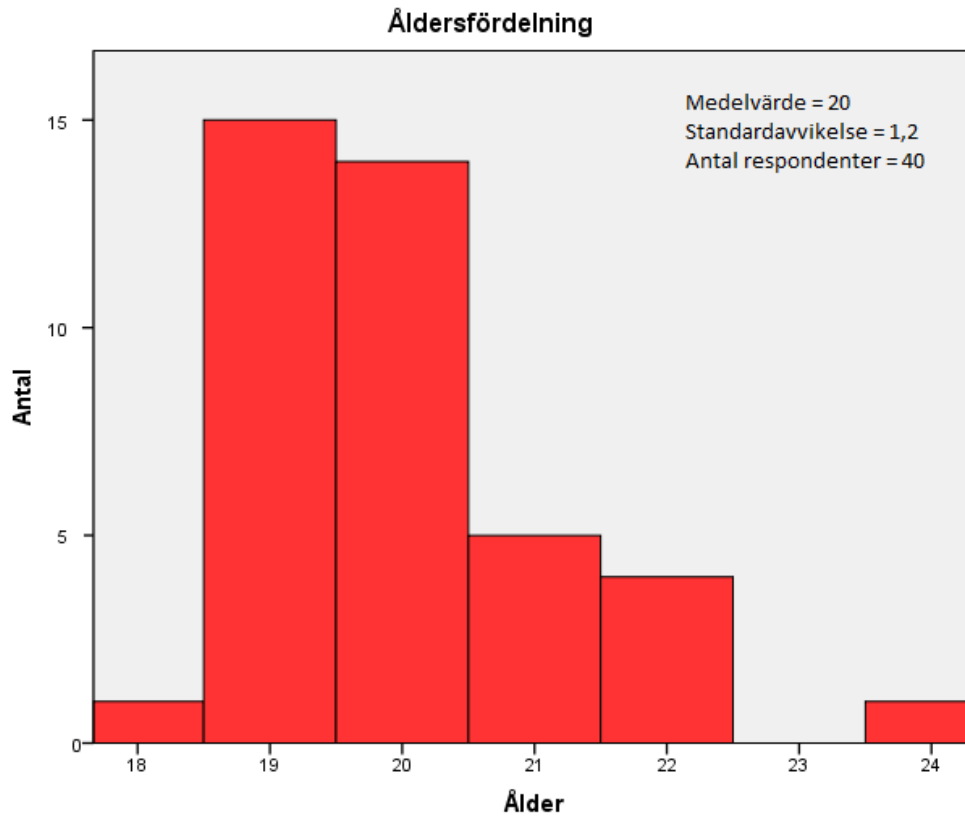
Först utformades enkäten. Därefter genomfördes utrymningsförsöken i övningssalar på Lunds tekniska högskola. Efter utrymningsförsöket fick deltagande respondenter fylla i en enkät där de dels fick bedöma hur väl signalen fångade deras uppmärksamhet, dels svara på vilka egenskaper de ansåg en bra utrymningssignal skulle ha. Till sist bearbetades resultaten från enkäten statistiskt.

4.2 Deltagare

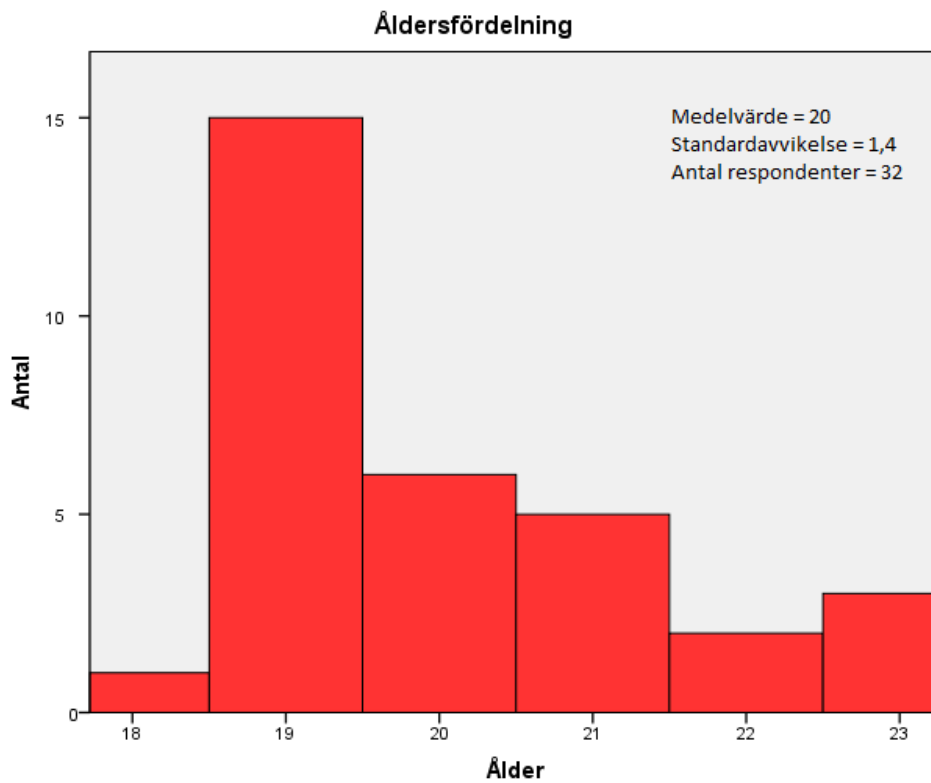
Utrymningsförsöken utfördes med studenter från Lunds tekniska högskola vid övningstillfällen för kursen ”Endimensionell analys”, kurskod FMAA05. Studenterna som deltog var från programmen Elektroteknik, Lantmäteri, Teknisk matematik och Industriell ekonomi. Utrymningsförsöken genomfördes under två dagar, under en så kort tid som möjligt för att studenterna inte skulle få kännedom om försöken. Totalt deltog 103 studenter i utrymningsförsöken varav 28 var kvinnor och 75 var män. Figur 10-12 visar åldersfördelningen över deltagarna i utrymningsförsöken.



Figur 10. Histogram över åldersfördelningen hos deltagarna i utrymningsförsöken med ljudsignal BS.



Figur 11. Histogram över åldersfördelningen hos deltagarna i utrymningsförsöken med ljudsignal SIS-2.



Figur 12. Histogram över åldersfördelningen hos deltagarna i utrymningsförsöken med ljudsignal F_SAW.

4.3 Materiel

Larmdonen som användes i utrymningsförsöken var en mekanisk ringklocka från Siemens och en sirén från Fullcon. Larmdonen sattes fast på en vägg med dubbelhäftande tejp, cirka 2 meter från golvet. Ett aggregat strömförsörjde larmdonet och gömdes under en stol eller i en papperskorg. En kabellist användes för att dölja kabeln mellan larmdon och aggregat. Mellan aggregatets stickkontakt för strömförsörjning och uttaget i väggen sattes ett kontaktdon till en fjärrströmbrytare. På detta sätt kunde strömaggregatet fjärrstyras utanför övnings salen. En utrymningsskylt med texten "UTRYMNINGSLARM - Lämna omedelbart byggnaden när larmsignal ljuder / lyser" placerades intill larmdonet. Figur 13 visar hur larmdonet placerades i MH:331.



Figur 13. Bilden visar siréner i övnings sal MH:331 med en kabellist och utrymningsskylt fastsatt intill. Siréner användes i utrymningsförsök nummer 1 och 3.

För att genomföra undersökningen utformades en enkät. Hela Sveriges befolkning som kan läsa, skriva och som inte är döva räknas som den population som författarna önskar undersöka. Människor som inte kan läsa, skriva eller höra kan inte genomföra undersökningen och är därför inte medtagna i populationen. Urvalet till enkäten gjordes med ett så kallat bekvämlighetsurval (Trost, 2007). Detta för att undersökningen krävde att enkäten genomfördes på en specifik plats (övnings salarna).

Enkäten utformades med en sluten fråga, en öppen fråga samt två bakgrundsfrågor om ålder och kön. Den slutna frågan byggde på frågeställningen: "Hur väl fångade utrymningssignalen din uppmärksamhet?". Med betydelsen att fånga ens uppmärksamhet menas hur väl respondenten reagerar på signalen, inte huruvida respondenten hör signalen. Om en signal fångar respondentens uppmärksamhet mycket bra kan det jämföras med att respondenten reagerar starkt på signalen. Om signalen däremot är mycket dålig kan det jämföras med att respondenten inte alls reagerar på signalen. För att behandla svaren statistiskt kvantifierades resultatet. Detta gjordes med en poängsättning av svaren enligt en Likertskala (Foddy, 1993):

Mycket dåligt (-2), Dåligt (-1), Neutralt (0), Bra (+1) och Mycket bra (+2).

Den öppna frågan i enkäten byggde på frågeställningen: ”Vilka egenskaper tycker du att en bra utrymningsignal ska ha?”. I den öppna frågan gavs ett antal ledord till respondenten (frekvensmönster, ljudstyrka, frekvens, puls). Ledorden gavs för att underlätta respondentens svarande på frågan.

För att kontrollera reliabiliteten hos enkäten testades enkäten med hjälp av halveringsmetoden. Svaren från enkäten delades slumpmässigt upp i två lika delar. Medelvärdet för respektive signal och del beräknades och jämfördes mot varandra. Resultatet visade att det fanns vissa skillnader i svaren men författarna anser att tillförlitligheten är god. Resultatet från reliabilitetstestet visas i tabell 19.

	BS	F_SAW	SIS_2
Medel första halvan	1,63	1,81	1,90
Medel andra halvan	1,93	1,94	1,75

Tabell 19. Tabellen visar resultatet av reliabilitetstestet. Skillnaderna mellan medelvärdena är små och därför anser författarna att reliabiliteten är hög i enkäten.

Enkäten i sin helhet återfinns i bilaga C.

4.4 Utförande

Utrymningsförsöken genomfördes i övningsalarna MH:331, MH:333, E:3308, E:1144 och E:1145. Övningsalarna var alla av liknande geometri och ett exempel på en sal, E:1144, kan ses i figur 14.



Figur 14. Bilden visar stolar och bord samt ingången i övningsal E:1144 i vilken utrymningsförsök 6 genomfördes.

När det var fem minuter kvar av en övning knackade undersökaren på dörren till salen och frågade om övningsledaren kunde följa med ut i korridoren. Då övningsledaren var ute i korridoren startades larmdonet med hjälp av den fjärrstyrda kontakten. Studenterna var ovetandes om utrymningsförsöken eftersom de skulle likna ett verkligt utrymningsscenario. Efter att signalen ljudit i cirka 15 sekunder stoppades signalen och studenterna från att utrymma. Samtidigt underrättade undersökaren studenterna om att de varit med i ett utrymningsförsök som ingår i ett examensarbete. Studenterna fick därefter sätta sig i övningsalen igen och fylla i en enkät som delades ut till dem.

Totalt genomfördes sju utrymningsförsök på Lunds tekniska högskola den 26/10 och 28/10 2010. Tabell 20 visar var utrymningsförsöken genomfördes och med vilken ljudsignal.

Försök	Utrymme	Tidpunkt	Program	Ljudsignal	Antal respondenter
1	MH:331	10:50, 26/10	Teknisk matematik, F1	BS	19
2	MH:333	10:50, 26/10	Teknisk matematik, F1	SIS_2	12
3	MH:331	13:55, 26/10	Industriell ekonomi, I1	BS	12
4	MH:333	13:55, 26/10	Industriell ekonomi, I1	SIS_2	12
5	E:3308	15:50, 26/10	Elektroteknik, E1	F_SAW	12
6	E:1144	10:55, 28/10	Lantmäteri, L1	SIS_2	16
7	E:1145	10:55, 28/10	Lantmäteri, L2	F_SAW	20

Tabell 20. Tabellen visar var och när utrymningsförsöken genomfördes. Tabellen visar också vilken signal som användes i försöken samt vilka och hur många som deltog i de olika försöken.

4.5 Resultat

När enkätundersökningen slutförts kunde svaren från respondenterna statistiskt analyseras. Tabell 21 visar att samtliga signaler har ett positivt medelvärde. Signalernas medelvärde i utrymningsförsöken är högre än medelvärdet de fick i enkätundersökningen.

Signal	Antal	Medelvärde	Standardavvikelse
BS	31	1,77	0,805
SIS_2	40	1,82	0,385
F_SAW	32	1,88	0,336

Tabell 21. Tabellen visar respektive signals medelvärde och standardavvikelse.

För att undersöka om det fanns några statistiskt säkerställda skillnader mellan signalernas fördelningar utfördes ett Kruskal Wallis-test. Tabell 22 visar signalernas uträknade medelrang. I tabell 23 visas resultatet från Kruskal Wallis-testet. Testet visar att det inte finns en statistiskt signifikant skillnad mellan signalerna, $H(2) = 0,747$ $p = 0,726$.

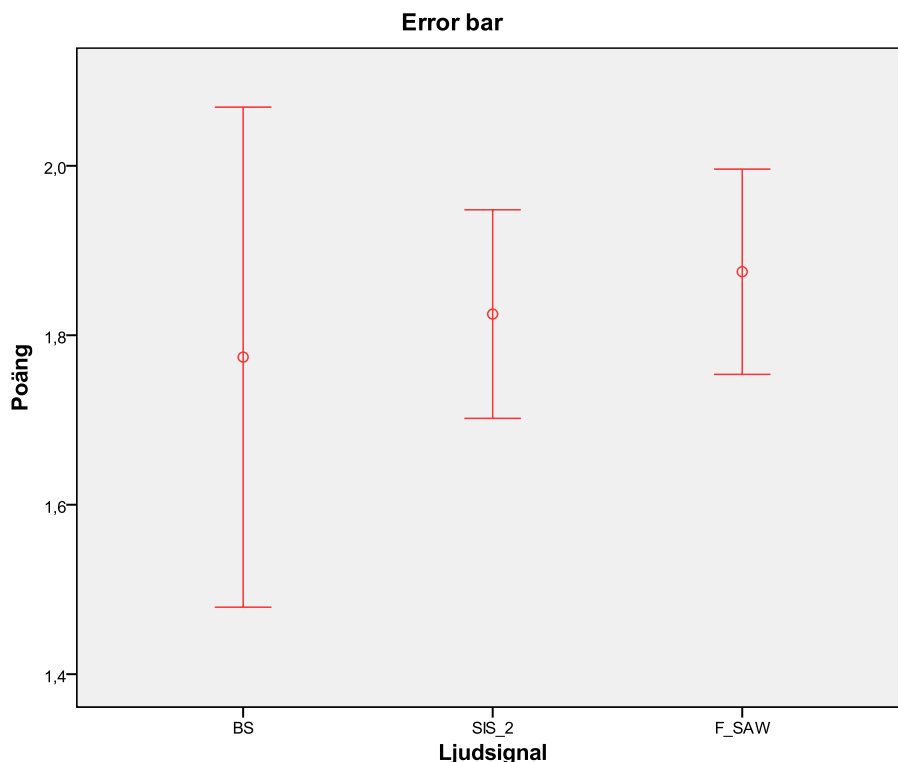
Signal	Antal	Medelrank
BS	31	53,66
F_SAW	32	52,69
SIS_2	40	50,16

Tabell 22. Tabellen visar signalernas beräknade medelrang. Medelrangen har beräknats som en del av ett Kruskal Wallis-test.

Kruskal Wallis-test ljudsignaler	
χ^2	0,747
Frihetsgrader	2
p-värde	0,726

Tabell 23. Tabellen visar resultatet av Kruskal Wallis-testet. Testet visar att det inte finns en statistiskt säkerställd skillnad mellan signalerna.

För att få en visuell överblick av signalernas fördelningar konstruerades en error bar. I figur 15 visas en error bar över samtliga signaler. Figuren visar signalernas medelvärde samt 95 %-iga konfidensintervall.



Figur 15. Figuren visar signalernas 95%-iga konfidensintervall. Cirklar anger signalernas medelvärden.

Tabell 24 visar signalernas medelvärde och standardavvikelse uppdelat på variabeln kön. Medelvärdet är högre för signaler bedömda av män jämfört med kvinnor.

Kön		BS	SIS_2	F_SAW
Man	Medel	1,87	1,83	1,91
	Antal	24	29	22
	Std. avv.	0,448	0,384	0,294
Kvinna	Medel	1,43	1,82	1,80
	Antal	7	11	10
	Std. avv.	1,512	0,405	0,422
Total	Medel	1,77	1,82	1,88
	Antal	31	40	32
	Std. avv.	0,805	0,385	0,336

Tabell 24. Tabellen visar signalernas medelvärde och standardavvikelse uppdelat på variabeln kön.

4.5.1 Öppna frågan

I enkätundersökningen från utrymningsförsöken konstruerades en öppen fråga vars syfte var att undersöka vilka egenskaper respondenten ansåg att ett bra utrymningslarm ska ha. I den öppna frågan gavs ett antal ledord som beskriver olika egenskaper för ljudsignaler. Detta för att underlätta respondentens svarande. Resultatet från den öppna frågan redovisas i bilaga D. Resultatet visar att respondenterna tycker att ett bra utrymningslarm ska ha en hög ljudstyrka med en hög frekvens. Övriga egenskaper såsom frekvensmönster och pulshastighet är av mindre betydelse enligt respondenterna.

6 Diskussion

Under denna rubrik diskuteras resultatet från studien och möjliga felkällor som kan ha påverkat resultatet.

Samtliga ljudsignaler som undersöktes fick positiva medelvärden. De tio ljudsignalerna valdes ut för att de bedömdes vara bra på att fånga uppmärksamhet. Resultatet från undersökningen styrker därmed urvalskriterierna. Av dessa signaler var det tre som utmärkte sig, de hade klart högre medelvärde än de andra. Att de utmärker sig mot signaler som redan har höga medelvärden tyder på att de verkligen är bra på att fånga människors uppmärksamhet. Detta visas också i resultaten från utrymningsförsöken där de till och med får högre medelvärden än i enkätundersökningen.

Resultatet från hypotesprövningen av ljudsignaler visade att BS, SIS_2 och F_SAW hade signifikant högre värden än de övriga signalerna. F_SAW fick högst medelvärde i enkätundersökningen. Detta kan bero på att signalen varierar inom ett frekvensområde med hög pulshastighet (7 Hz) jämfört med de andra signalerna. Att pulshastigheten är hög beror på att ljudpulserna i F_SAW är korta. En ljudpuls i F_SAW är 0,14 sekunder medan den är 0,5 sekunder för de flesta andra signaler. Näst högst medelvärde fick BS, vilket troligen beror på att den alternerar mellan två frekvenser med en hög pulshastighet. Tredje högst medelvärde fick SIS_2 (mekanisk ringklocka) vilket troligen beror på att den är en vanligt förekommande utrymningssignal i offentliga utrymmen. Det innebär att människor har erfarenhet av signalen och associerar därför den med ett utrymningslarm vilket antagligen gör signalen bättre på att fånga människors uppmärksamhet. Detta stämmer väl överens med forskning som visar att det är viktigt att associera en signal med utrymning (Proulx, 2007).

En Bonferroni-korrigerings användes som en del av hypotesprövningen. Om det görs för många jämförelser kan resultatet av en Bonferroni-korrigerings bli konservativt. Det innebär att p-värdet blir orimligt högt och det går inte att visa någon signifikans. Dock påverkar detta inte slutresultatet i denna studie, ljudsignalernas värden är fortfarande signifikant skilda efter Bonferroni-korrigerings.

Gemensamt för de tre signalerna är att de är kontinuerliga vilket kan vara en bidragande orsak till att de fick högst medelvärde. Forskning visar att signaler med kortare pauser som mer brådskande än signaler med längre pauser (Edworthy & Haas, 1996). För att kontrollera om det fanns en signifikant skillnad mellan signaler med pauser och kontinuerliga signaler, gjordes en hypotesprövning. Resultatet från hypotesprövningen visade att kontinuerliga signaler hade signifikant högre värden än signaler med pauser.

Resultatet från enkätundersökningen med ljussignaler visade att röd ljussignal fick högst medelvärde. Skillnaden mellan signalerna var däremot inte signifikant. Rött ljus har i tidigare forskning visat sig vara det ljus som uppfattas som mest brådskande (Chang & Ng, 2008).

En viktig egenskap för att en ljussignal ska fånga en människas uppmärksamhet är blixtfrekvensen hos signalen (Chang & Ng, 2008). I denna undersökning har inte blixtfrekvensen varierats, vilket hade varit önskvärt för en vidare analys av resultatet. Forskningen rörande ljussignaler är annars begränsad vilket gör att kunskap saknas om andra viktiga egenskaper hos ljussignaler för att fånga människors uppmärksamhet.

En felkälla som kan ha påverkat resultatet från enkätundersökningarna är hur frågeställningen tolkades i enkäten. Svaret på frågan är subjektivt och kan därmed variera. Vissa människor hade svårare än andra att förstå vad det innebär att en signal fångade deras uppmärksamhet. Till exempel misstolkade en del i åldersgruppen '66-' frågan för att vara hur väl de hörde signalen. Eftersom signalerna var tydliga och hade en hög ljudnivå, hördes de bra i hörlurarna. Respondenterna skattade då alla signaler högt. Dessutom upplevde många respondenter att det var svårt att bedöma hur väl signalerna fångade deras uppmärksamhet. En del i problemet kan vara skalan på svarsalternativen eftersom det kan vara svårt att göra skillnad mellan dem. Vad är, till exempel, skillnaden mellan bra och mycket bra? Problemet med att respondenterna hade svårt att bedöma hur väl signalerna fångade deras uppmärksamhet borde dock inte ha påverkat resultatet. En person som har svårt att bedöma hur väl signalerna fångar deras uppmärksamhet kan ändå jämföra signalerna mot varandra.

En del av materialet som undersökts i litteraturstudien är föråldrad. Detta påverkar tillförlitligheten hos källan eftersom den helst ska vara färsk. Samhället är under ständig förändring och därmed människorna i det. Förr i tiden fanns till exempel inga billarm, butikslarm, inbrottslarm eller mobiltelefoner som kan likna ett utrymningslarm och därför försvåra utrymning (Proulx, 2007). Signaler som tidigare var lämpliga som utrymningslarm kanske inte är det idag. Resultatet påverkas troligen inte av detta eftersom litteraturstudien baseras på gemensamma slutsatser från både gamla och nya studier.

I litteraturstudien har ett antal standarder studerats. De standarder som valts är från västerländska länder vars signaler liknar varandra. Urvalet kunde innefattat fler länders standarder för att undersöka så många signaler som möjligt men även andra signaler som skiljer sig från de västerländska. Detta kan ha påverkat resultatet eftersom författarna kan ha förbisett enskilda signaler som är bra på att fånga människors uppmärksamhet. Slutsatserna kring de egenskaper som gör en signal bra borde dock inte förändras av detta. Tillgången till fler standarder har dock varit en begränsande faktor. Författarna tycker att det hade varit intressant att studera standarder från länder som kulturellt avviker från Sverige.

En fråga som uppkommer när resultatet analyseras är om resultatet gäller för andra förhållanden än de som varit i undersökningarna. Ljudsignalerna spelades upp i ett par hörlurar i enkätundersökningen och i ett mindre utrymme under utrymningsförsöken. Detta skiljer sig mot verkligheten eftersom distraktioner kan störa förmågan att uppfatta signalen. Exempel på distraktioner kan vara väggar, tak eller golv, bakgrundsljud, bakgrundsljus eller interaktion med andra människor. En signal kan också tolkas olika beroende på i vilken lokal den uppfattas i. Till exempel kan ett utrymningslarm i en galleria misstolkas för att vara ett stöldlarm i en butik.

Undersökningen har inte gjorts med kombinationen ljus- och ljudsignaler. Om ljus- och ljudsignalerna kombinerats i undersökningen hade resultatet från undersökningarna kanske varit annorlunda. Chang och Ng (2008) undersökte detta och konstaterar att ljud-tillsammans med ljussignaler upplevs som mer brådskande.

Bayer och Rejnö (1999) visade att ett utrymningslarm enbart med ljudsignal inte kan säkerställa en tillfredsställande utrymning. Ljudsignalen förmedlar inte tillräckligt med information. De visade också att kombinationen talat meddelande med ljudsignal gav en effektiv utrymning. Det hade därför varit intressant om ljud- och ljussignalerna kombinerats med ett talat meddelande. Resultatet från en sådan studie hade visat på vilka

signaler som är bättre än andra i kombination med talat meddelande. Författarna tror dock inte att resultatet från denna studie hade förändrats om signalerna undersökts i kombination med talat meddelande.

Urvalet till en enkätundersökning ska spegla populationen. En felkälla i enkätundersökningarna kan vara åldersfördelningen i urvalet. I denna rapport är åldersfördelningen något förskjuten åt de yngre åldersgrupperna eftersom flertalet studenter deltagit i undersökningen. Urvalet avviker också från populationen gällande utbildningsgrad eftersom merparten av respondenterna i undersökningarna har akademisk utbildning. Författarna tror dock inte att en mer varierad utbildningsgrad hos respondenterna hade påverkat resultatet.

För att undersöka frekvensen betydelse hos signaler jämfördes resultatet mellan ISO_1 och SIS_1. De har nästan identiska frekvensmönster men ISO_1 har högre frekvens. Resultatet av hypotesprövningen visade att det inte fanns någon signifikant skillnad mellan signalernas värden. Dock visade resultatet en tendens om att en signal med högre frekvens fördelar sig över högre värden.

För att undersöka om hur olika frekvensmönster i en signal påverkar resultatet jämfördes de tre internationella signalerna (ISO_1, ISO_2, ISO_3) mot varandra. Vid jämförelse mellan de tre ljudsignalerna visade hypotesprövningen att skillnaden i värden var signifikant mellan ISO_1 och ISO_3. ISO_3 hade signifikant högre värde än ISO_1. Detta resultat stöds av forskning som visar att fler frekvenser i en signal upplevs som mer brådskande än signaler med en frekvens (Hardick & Oyer, 1963).

Det undersöktes även om det fanns skillnader i resultatet mellan människor med och utan nedsatt hörsel. Vid jämförelse av ljudsignalernas medelvärde visade sig DIN och SAW ha avsevärt lägre medelvärde hos människor med nedsatt hörsel. Båda signalerna har sågtandade frekvensmönster med en pulshastighet på 1 Hz. Dessutom verkar signalerna inom ett brett frekvensområde. Författarna tror att människor med nedsatt hörsel inte kan höra alla frekvenser och eftersom DIN och SAW verkar i ett brett frekvensområde kan det finnas frekvenser som deltagare med nedsatt hörsel inte kan uppfatta. Detta gör att människor med nedsatt hörsel skattar DIN och SAW lägre än andra signaler.

Vid jämförelse av åldersgrupperna avviker medelvärdet i åldersgruppen '66-' som är högre än medelvärdet för alla grupper. Det kan bero på att de hade svårare för att tolka frågan som nämnts tidigare i diskussionen. Dessutom är ordningen av ljudsignalerna annorlunda jämfört med de andra åldersgrupperna. I åldersgrupperna '51-65' och '66-' har ISO_3 högre medelvärde än i de andra åldersgrupperna.

Resultatet kan ha påverkats av i vilken ordning ljudsignalerna spelades upp. Författarna tror att respondentens bedömning av den inledande signalen i enkäten påverkar bedömningen av resterande signaler. Det vill säga att svaren har den första signalen som referensvärde. Detta behöver inte bli ett problem eftersom det är den inbördes rankingen mellan signalerna som är det viktiga. Det är om respondenten bedömer den första signalen som mycket bra eller mycket dålig som ett problem kan uppstå. En signal som därefter bedöms kan inte rankas bättre eller sämre än den första. Ett sätt att försöka komma från problemet var att författarna konstruerade olika ljudslingor där ordningen på signalerna varierades. En möjlig felkälla kan vara att ljudsignalernas inbördes ordning är densamma i alla ljudslingor. Till exempel efterföljs ISO_1 av SIS_1 i ljudslingorna samtidigt som de liknar varandra i frekvensmönster. Det resultat som tidigare nämndes i diskussionen, där ISO_1 fick högre

medelvärde än SIS_1, kan bero på detta. I undersökningen borde den inbördes ordningen ändrats mellan ljudslingorna.

Vid redigering av inspelade ljudsignaler användes den ekvivalenta kontinuerliga ljudnivån, L_{Aeq} , för att justera signalerna till samma nivå. Den ekvivalenta kontinuerliga ljudnivån är ett medelvärde över tiden. Eftersom vissa av signalerna har pauser i frekvensmönstret kommer L_{Aeq} bli lägre jämfört med kontinuerliga signaler. När signalerna justerades till att vara inom en viss ekvivalent kontinuerlig ljudnivå blir den momentana ljudnivån därför högre för signaler med pauser. Författarna tror inte att detta har påverkat resultatet eftersom skillnaderna mellan signalernas ljudnivå knappt är hörbara. En felkälla i samband med detta är mätningen av L_{Aeq} eftersom det inte går att garantera att mätningen utfördes exakt likadant på alla signaler. Mätfelet är troligen inom intervallet för L_{Aeq} och har därför inte påverkat resultatet.

Signalen som fick högst medelvärde i utrymningsförsöken var F_SAW följt av SIS_2 och därefter BS. Ordningen var inte densamma som i enkätundersökningen dessutom fick alla tre signaler högre medelvärde i utrymningsförsöken. Detta kan bero att deltagarna i utrymningsförsöken var, till skillnad från enkätundersökningen, oförberedda. Författarna tror att signalerna kommer fånga deras uppmärksamhet bättre på grund av att deltagarna blir skrämde eller överraskade. Det kan även bero på att signalernas ljudnivå var mycket högre i utrymningsförsöken än i enkäten. En signal som har hög ljudnivå kommer att fånga människors uppmärksamhet bättre än en signal med lägre ljudnivå (Edworthy & Haas, 1996). Effekten av en hög ljudnivå kan då överskugga effekten av signalens frekvensmönster.

Utrymningsförsöken genomfördes på en skola som använder mekanisk ringklocka som utrymningslarm. Detta kan ha påverkat resultatet i den meningen att signalen borde få högre medelvärde eftersom respondenterna har en viss vana av signalen (Larouche & Proulx, 2003). Människor som har erfarenhet av en utrymningssignal associerar den med utrymning vilket antagligen gör signalen bättre på att fånga människors uppmärksamhet.

Efter genomgång av svaren på den öppna frågan kan en tydlig tendens utläsas. Respondenterna ansåg generellt att en bra utrymningssignal ska ha en hög ljudstyrka med en hög frekvens. Däremot går det inte att utläsa någon tendens angående åsikterna om ljudsignalens frekvensmönster. Några respondenter ansåg att ljudsignalen ska vara irriterande. En respondent skrev att: ”Ju mer irriterande signal desto mindre benägen är man att strunta i signalen och det blir tydligare att det handlar om en utrymningssignal”. En annan svarande poängterade problematiken med fellarm och utrymningsövningar: ”Man har gjort så många övningar så när det ringer så reagerar man inte fort nog för en nödsituation”. Detta bekräftas i forskning gjord av Proulx (2007). Ytterligare några svarande angav att signalen ska vara av typen talat meddelande där meddelandet ger information om vad som händer och om vad personerna ska göra. Detta stöds av forskning av Beyer och Rejnö (1999) som nämnts tidigare.

En felkälla i den öppna frågan i enkäten till utrymningsförsöken kan vara att respondenterna inte förstod innebörden av ledorden. Till exempel kanske inte alla deltagarna visste vad som menades med ett frekvensmönster. Det kan vara på grund av detta som det inte gick att utläsa någon tendens i resultatet från den öppna frågan angående frekvensmönster.

7 Slutsats

Utifrån resultaten från litteraturstudien, enkätundersökningarna, utrymningsförsöken och diskussionen presenteras ett antal slutsatser.

Ljudsignaler som används i utrymningslarm bör vara kontinuerliga det vill säga utan pauser. Signaler i utrymningslarm bör variera mellan minst två frekvenser och ha en pulshastighet på minst 1 Hz. Signaler bör dessutom verka inom frekvensområdet 800-1000 Hz. Tre ljudsignaler som är bra på att fånga människors uppmärksamhet och som innehar dessa egenskaper är F_SAW, BS och SIS_2 enligt tabell 2.

Ljussignaler som används i utrymningslarm behöver inte alternera mellan rött och vitt ljus. I jämförelse mellan rött ljus, vitt ljus och alternerande mellan rött och vitt ljus bör signaler i utrymningslarm ha rött ljus med egenskaper enligt tabell 3.

8 Framtida forskning

Under denna rubrik presenteras förslag på vidare forskning inom området utrymnings signaler.

I denna rapport undersöks ljud- och ljussignaler var för sig. Eftersom ljussignaler för utrymning alltid kommer kombineras med ljudsignaler hade detta varit intressant att studera vilken kombination av signaler som fångar människors uppmärksamhet bäst. Utrymnings signaler som används på offentliga platser kommer antagligen att kombineras med ett talat meddelande därför hade det även varit intressant att undersöka vilken ljudsignal i kombination med talat meddelande som hade fångat människors uppmärksamhet bäst.

Det hade även varit intressant att studera hur ljud- och ljussignalers förmåga att fånga människors uppmärksamhet påverkas av faktorer såsom väggar, bakgrundsljud, bakgrundsljus samt avstånd till larmdon.

De signaler som valdes ut till utrymningsförsöken var de som fångade människors uppmärksamhet bäst. I utrymningsförsöken fångade de fortfarande människors uppmärksamhet mycket bra eller till och med bättre än i enkätundersökningen. För att se om resultatet från utrymningsförsöken är giltigt hade det därför varit intressant att även undersöka en signal som fångar människors uppmärksamhet dåligt. Om resultatet från utrymningsförsöken överensstämde med enkätundersökningen hade det styrkt studien.

I denna studie undersöks hur väl en signal fångar människors uppmärksamhet. Efter att en person har uppmärksamats av en signal måste personen även associera signalen med utrymning. Därför hade en studie om signalers förmåga att få människor att utrymma varit intressant att genomföra.

9 Källförteckning

- Arbetsmiljöverket, AV. (2002) *Buller och bullerbekämpning*. Stockholm: Danagårds grafiska AB.
- Bayer, K. & Rejnö, T. (1999). *Utrymningslarm – optimering av fullskaleförsök*. Lund: Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, Lunds universitet.
- Bukowski, R. & Moore, W. (2003). *Fire alarm signaling system*. Quincy: National Fire Protection Association.
- Chan, A. & Ng, A. (2008). Perceptions of implied hazard for visual and auditory alerting signals. *Safety Science* 47, (3), 346-352.
- Deutsches Institut für Normung, DIN*. (1982). DIN 33404: Danger signals for workplaces; auditory danger signals; unified emergency signal; technical requirements of safety, testing. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- Edworthy, J. (1998). What makes a good alarm? *Medical Equipment Alarms The need, The Standards, The Evidence* (Ref. No. 1998/432), IEE Colloquium On, 2/1-2/4.
- Edworthy, J., & Haas, E.C. (1996). Designing urgency into auditory warnings using pitch, speed and loudness. *Computing & Control Engineering Journal*, 7, (4), 193-198.
- Ejvegård, R. (2003). *Vetenskaplig metod*. Lund: Studentlitteratur.
- European committee for standardization, CEN*. (2001). EN 54-3: Fire detection and fire alarm systems - Part 3: Fire alarm devices – Sounders. Bryssel: European committee for standardization.
- European committee for standardization, CEN*. (2010). EN 54-3: Fire detection and fire alarm systems - Part 23: Fire alarm devices – Visual alarm devices. Bryssel: European committee for standardization.
- Frantzich, H. (2004). *Val av utrymningsväg i tunnel*. Lund: Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, Lunds universitet.
- Foddy, W. (1993). *Constructing questions for interviews and questionnaires*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hardick, E., & Oyer, H. (1963). *Response of population to optimum warning signal*. Michigan: Department of speech.
- International Organization for Standardization, ISO*. (1987). ISO 8201:1987 Acoustics – audible emergency evacuation signal. Genève: International Organization for Standardization.
- Kanji, G. (1993). *100 statistical tests*. London: SAGE Publications Ltd.
- Körner, S. (2007). *Tabeller och formler för statistiska beräkningar*. Lund: Studentlitteratur.
- Körner, S., & Wahlgren, L. (2002). *Praktisk statistik*. Lund: Studentlitteratur.

- Körner, S., & Wahlgren, L. (2006). *Statistisk dataanalys*. Lund: Studentlitteratur.
- Laroche, C., & Proulx, G. (2003). Recollection, identification and perceived urgency of the temporal-three evacuation signal. *Journal of Fire Protection Engineering*, 13, (1), 67-82.
- National Fire Protection Association, NFPA. (2009). NFPA 72: National fire alarm and signaling code (2010 edition). Quincy: National Fire Protection Association.
- Nederlands Normalisatie-instituut, NEN. (2009). NEN 2575: Fire safety of buildings - Evacuation alarm installations - System and quality requirements and guidelines for locating of alarm devices. Delft: Nederlands Normalisatie-instituut.
- Nilsson, D. (2006). *Utformning av talade utrymningsmeddelanden – erfarenheter från en enkätundersökning och oannonserade utrymningsförsök*. Lund: Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, Lunds universitet.
- Norsonic (2010). Nor 140 technical specification sheet. Tillgänglig på Internet: <http://kunde.123onweb.no/norsonicnett/uploads/kundefiler/Downloads/nor140-technicalspecifications.pdf> [hämtad 071010]
- Proulx, G. (2007). Response to fire alarms. *Fire Protection Engineering*, 33, 8-14.
- Robinson, D. (1988). Sound attenuation in buildings: implication for fire alarm system design. *Fire Safety Journal*, 14, (1-2), s.5-12.
- SPSS Statistics, version 18. (2010). Hjälpsnitt i datorprogram.
- Standardiseringskommissionen i Sverige, SIS. (1980). SS 031711 Varningssignaler med ljud och ljus. Stockholm: SIS förlag AB.
- Trost, J. (2007). *Enkätboken*. Lund: Studentlitteratur.

Bilaga A

I denna bilaga presenteras de olika ljud- och ljusslingorna.

Tabell 1 visar de tre olika ljusslingorna.

Ljusslinga\Ljussignal	1	2	3
1	Alternerande vit/röd	Röd	Vit
2	Vit	Alternerande vit/röd	Röd
3	Röd	Vit	Alternerande vit/röd

Tabell 1. Tabellen visar ljusslingorna som användes i enkätundersökningen.

Tabell 2 visar de tio olika ljudslingorna.

Ljudslinga\ Ljudsignal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	BS	NEN	DIN	ISO_1	SIS_1	F_SAW	SIS_2	ISO_2	SAW	ISO_3
2	NEN	DIN	ISO_1	SIS_1	F_SAW	SIS_2	ISO_2	SAW	ISO_3	BS
3	DIN	ISO_1	SIS_1	F_SAW	SIS_2	ISO_2	SAW	ISO_3	BS	NEN
4	ISO_1	SIS_1	F_SAW	SIS_2	ISO_2	SAW	ISO_3	BS	NEN	DIN
5	SIS_1	F_SAW	SIS_2	ISO_2	SAW	ISO_3	BS	NEN	DIN	ISO_1
6	F_SAW	SIS_2	ISO_2	SAW	ISO_3	BS	NEN	DIN	ISO_1	SIS_1
7	SIS_2	ISO_2	SAW	ISO_3	BS	NEN	DIN	ISO_1	SIS_1	F_SAW
8	ISO_2	SAW	ISO_3	BS	NEN	DIN	ISO_1	SIS_1	F_SAW	SIS_2
9	SAW	ISO_3	BS	NEN	DIN	ISO_1	SIS_1	F_SAW	SIS_2	ISO_2
10	ISO_3	BS	NEN	DIN	ISO_1	SIS_1	F_SAW	SIS_2	ISO_2	SAW

Tabell 2. Tabellen visar ljudslingorna som användes i enkätundersökningen.

Bilaga B

I denna bilaga presenteras hur ljudsignalerna spelades in.

Ljuddöda rummet

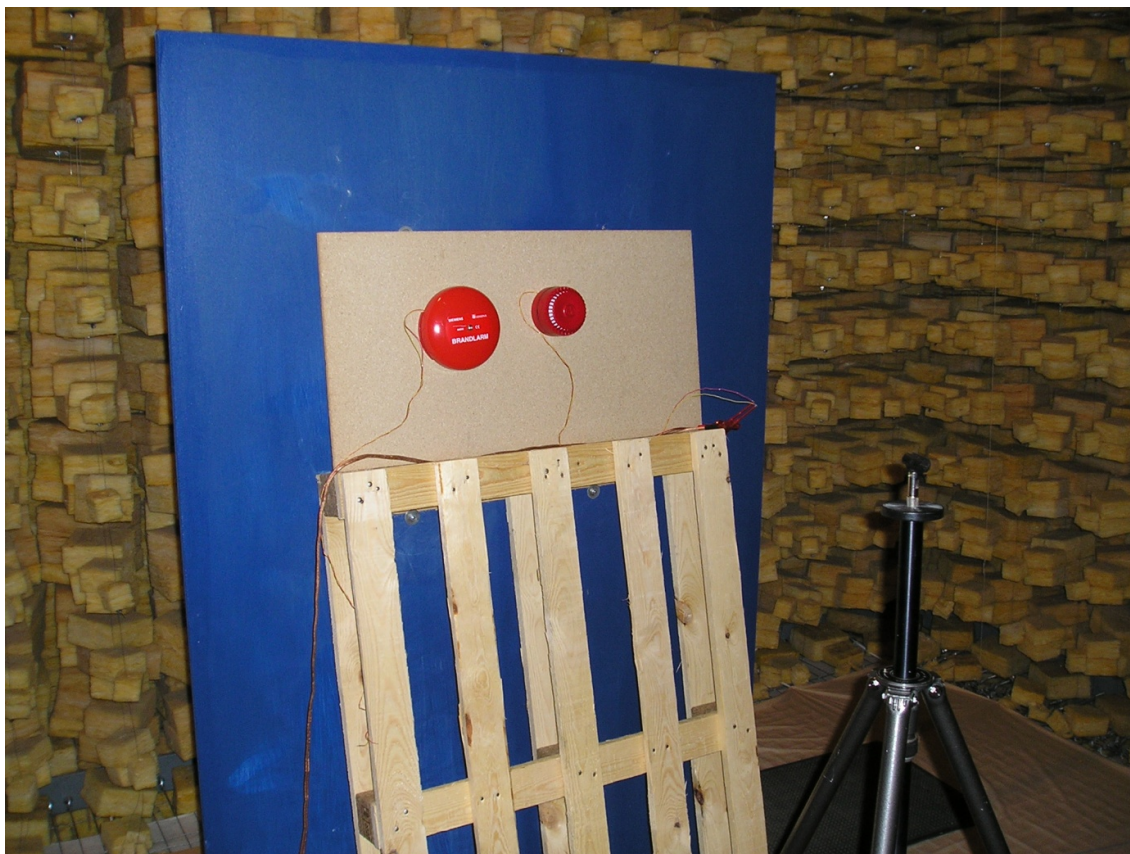
Inspelningen utfördes i det ljuddöda rummet i V-huset, Lunds tekniska högskola. Att det är ljuddött betyder att ljud inte reflekteras mot tak, väggar och golv (rummet är en så kallad anechoic chamber). Rummet har en fri golvyta med måtten 4 x 3,8 meter och höjden i rummet är 4,5 meter. Invändigt är rummet klätt i glasull vilket ger rummet dess ljudabsorberande egenskaper, se figur 1.



Figur 1. Bilden visar ingången till det ljuddöda rummet i V-huset Lunds tekniska högskola. Bilden visar även det ljudabsorberande materialet som är upphängt i rummet.

Inspelning

Mikrofonen Norsonic 140 användes vid inspelningen. Inställningar gjordes så att varje ljud spelades in i 20 sekunder med samplingsfrekvensen 48 kHz. Övriga akustiska egenskaper för inspelning återges i Norsonics tekniska specifikation (Norsonic, 2010). Mikrofonen monterades i mitten av rummet på en höjd av 1,50 meter, se figur 2. Två larmdon användes för att framställa samtliga signaler, sirénen ROLP Maxi och mekanisk ringklocka från Siemens, se figur 2. Nio signaler spelades in från ROLP Maxi, dessa betecknas med ID 1,2,7,8,21,25,26,27 och 31 i installationsmanualen, se figur 4. Larmdonen placerades på samma höjd som mikrofonen på ett avstånd av 1 meter. Larmdonen matades med en spänning på 24 volt.



Figur 2. Bilden visar uppställningen av larmdonen i det ljudöda rummet under inspelningen av ljudsignalerna.

Redigering

Signalerna överfördes till en dator och sparades i wav-format med programmet Nor-Xfer version 4.5.0 som medföljer mikrofonen. Signalerna kortades ned till runt 10 sekunder och anpassades i ljudnivå med datorprogrammet WavePad Sound Editor version 4.46. Signalernas längd anpassades efter frekvensmönstret för den aktuella signalen så att den inte avbröts mitt i en ljudpuls. För att mäta vilken ljudnivå signalerna hade spelades de upp från en dator med hjälp av ett par hörlurar. Hörlurarna var av märket Sennheiser HD 4500. Signalerna spelades upp med datorprogrammet Windows Media Player. Ljudnivån i operativsystemet (Windows 7) sattes till 100 % och nivån i Windows Media Player sattes till 80 %. Mikrofonen placerades centralt i ena hörluren, se figur 3.



Figur 3. Bilden visar en mätning av ljudnivån i hörlurarna.

Den ekvivalenta kontinuerliga ljudnivån, L_{Aeq} , användes för att jämföra ljudnivån mellan signalerna. L_{Aeq} är medelvärdet på ljudnivån över tiden och mäts i decibel, formeln återges nedan. L_{Aeq} mättes och signalerna anpassades till att ligga inom intervallet 77 ± 1 dB. De anpassade värdena presenteras i tabell 1.

$$L_{Aeq} = 10 \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2}{p_0^2} dt \right] \text{ där}$$

L_{Aeq} är ekvivalenta kontinuerliga A-vägda ljudnivån [dB]

p_0 är referenstrycknivån = 20 μ Pa





p_A är A-vägda trycket [Pa]

t_1 är starttiden för mätningen [s]

t_2 är sluttiden för mätningen [s]

Ljudsignal	L_{Aeq} [dB]
BS	77,0
NEN	76,3
DIN	76,8
ISO_1	77,8
SIS_1	76,6
F_SAW	77,7
SIS_2	76,0
ISO_2	76,5
SAW	76,5
ISO_3	76,9

Tabell 1. Tabellen visar den ekvivalenta ljudnivån för respektive ljudsignal efter redigering.

						M/A	dB(A)	EN54-3 Min SPL @ 240cm Max Volume Load inside @ 80%	
1	14	11111		800 & 970Hz	2Hz (250ms~250ms)	B8 Fire Tone	14	101	*
2	14	11110		800 ~ 970Hz	7Hz (7/5)	B8 Fire Tone	13	102	*
3	14	11101		800 ~ 970Hz	1Hz (1/5)	B8 Fire Tone	40	107	96
4	14	11100		2850Hz	Steady		37	107	*
5	4	11011		2400 ~ 2850Hz	7Hz		38	111	*
6	4	11010		2400 ~ 2850Hz	1Hz		42	112	*
7	14	11001		500 ~ 1200Hz	3.5s Sweep, 0.5s Silence, then repeat	Dutch Fire Tone	35	107	97
8	14	11000		1200 ~ 500Hz	1Hz	Din Tone	20	102	94
9	4	10111		2400 & 2850Hz	2Hz (250ms~250ms)		38	107	*
10	14	10110		970Hz	0.5Hz (1s On / 1s Off)		14	101	*
11	14	10101		800 & 970Hz	1Hz (500ms~500ms)	B8 Fire Tone	14	101	*
12	4	10100		2850Hz	0.5Hz (1s On / 1s Off)		37	107	*
13	14	10011		970Hz	0.8Hz (250ms On / 1s Off)		14	100	*
14	14	10010		970Hz	Steady	B8 Fire Tone	36	104	96
15	14	10001		554 & 440Hz	100ms ~ 400ms	French Fire Tone	17	102	*
16	15	10000		660Hz	3.3Hz (150ms On / 150ms Off)	Swedish Fire Tone	9	100	*
17	17	01111		660Hz	0.28Hz (1.8s On / 1.8s Off)	Swedish Fire Tone	11	101	*
18	18	01110		660Hz	0.05Hz (13s On / 6.5Hz On)	Swedish Fire Tone	11	101	*
19	19	01101		660Hz	Steady	Swedish Fire Tone	11	101	*
20	20	01100		554 & 440Hz	0.5Hz (1s On / 1s Off)	Swedish Fire Tone	17	102	*
21	21	01011		660Hz	1Hz (500ms ~ 500ms)	Swedish Fire Tone	11	101	*
22	14	01010		2850Hz	4Hz (150ms On / 100ms Off)	Pelican Crossing	29	105	*
23	14	01001		800 ~ 970Hz	50Hz	B8 Fire Tone	13	101	*
24	4	01000		2400 ~ 2850Hz	50Hz		37	110	*
25	25	00111		970Hz	3 X 500ms pulses followed by 1.5s silence then repeat	180 8201	20	104	*
26	26	00110		800 ~ 970Hz	3 X 500ms pulses followed by 1.5s silence then repeat	180 8201	20	106	*
27	27	00101		970 & 800Hz	3 X 500ms pulsed w/ octave followed by 1.5s silence then repeat	180 8201	15	104	*
28	10	00100		800 & 970Hz	2Hz (250ms ~ 250ms)	B8 Fire Tone	13	101	*
29	988Hz	00011		950 & 650Hz	2Hz (250ms ~ 250ms) (Symphoni Tones)	B8 Fire Tone	20	104	96
30	510Hz	00010		510 & 610Hz	2Hz (250ms ~ 250ms) (Quasi Macro Tones)	B8 Fire Tone	20	101	92
31	14	00001		300 ~ 1200Hz	1Hz		32	103	*
32	510Hz	00000		510 & 610Hz	1Hz (500ms ~ 500ms)		17	101	*

Figur 4. Bilden visar vilka ljudsignaler larmdonet ROLP Maxi kan spela upp och vilket id nummer och vilken ljudnivå respektive signal har.

Bilaga C

I denna bilaga presenteras enkäterna, figur 1-4, som använts i undersökningarna.


Enkät larmdon – ljudsignaler

Hej! Vi är två brandingenjörsstudenter från Lunds tekniska högskola. Vi håller just nu på med ett examensarbete där vi undersöker hur bra olika ljudsignaler är på att fånga människors uppmärksamhet. Undersökningen ligger till grund för en ny svensk standard gällande ljudsignaler. Är du villig att vara med på denna undersökning? Du kommer att få lyssna på 10 ljudsignaler och bedöma dessa. Undersökningen tar cirka 5 minuter.

Först inleder vi med en testfråga så att du vet hur undersökningen kommer att gå till. Tänk att signalen du hör ljuder på platsen du befinner dig.

Hur väl fångar signalen din uppmärksamhet? Kryssa i den ruta du tycker passar bäst.

	Mycket dåligt	Dåligt	Neutralt	Bra	Mycket bra
Exempelsignal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

På nästa sida börjar undersökningen 

Figur 1. Figuren visar framsidan på enkäten som användes till ljudsignalerna.

Enkät larmdon - ljudsignaler

Ljudslinga nr:

Inledningsvis ombeds du svara på några bakgrundsfrågor. Alla svar behandlas anonymt.

Kön? Man Kvinna

Vilket år är du född? 19.....

Har du dokumenterat nedsatt hörsel? Ja Nej

Vi kommer att spela upp sammanlagt 10 stycken olika signaler. Efter att du lyssnat på en signal ska du bedöma hur pass bra eller dåligt ljudet fångar din uppmärksamhet. Tänk att signalen du hör är ett utrymningslarm som ljuder på platsen där du befinner dig.

Hur väl fångar signalen din uppmärksamhet? Kryssa i den ruta du tycker passar bäst.

	Mycket dåligt	Dåligt	Neutralt	Bra	Mycket bra
Signal 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Signal 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Signal 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Signal 4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Signal 5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Signal 6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Signal 7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Signal 8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Signal 9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Signal 10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figur 2. Figuren visar sida två i enkäten till ljudsignalerna.

Enkät larmdon - ljussignaler

Ljusslinga 1

Hej! Vi är två brandingenjörsstudenter som kommer från Lunds tekniska högskola. Vi håller just nu på med ett examensarbete där vi undersöker hur bra olika signaler är på att fånga människors uppmärksamhet. Är du villig att vara med på denna undersökning? Du kommer att få se 3 ljussignaler och bedöma dessa. Undersökningen tar cirka 5 minuter. Tänk att signalen du ser är ett utrymningslarm.

Inledningsvis ombeds du svara på några bakgrundsfrågor. Alla svar behandlas anonymt.

Kön? Man Kvinna

Vilket år är du född? 19.....

Hur väl fångar signalen din uppmärksamhet?

	Mycket dåligt	Dåligt	Neutralt	Bra	Mycket bra
Ljus 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ljus 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ljus 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figur 3. Figuren visar enkäten till ljussignalerna.

Enkät larmdon – ljudsignaler

Hej!

Du har just deltagit i ett utrymningsförsök som anordnades av Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola. Utrymningsförsöket är en del i ett examensarbete där man undersöker hur bra olika signaler är på att fånga människors uppmärksamhet. I följande enkät vill vi undersöka hur bra signalen var på att fånga din uppmärksamhet. Alla svar behandlas anonymt.

Ett stort tack för din hjälp!
Joakim Åberg, bi07ja3@student.lth.se
Robin Palmgren, bi07rp5@student.lth.se

Kön? Man Kvinna

Vilket år är du född? 19.....

Hur väl fångade utrymningssignalen din uppmärksamhet?

Kryssa i rutan som passar bäst.

Mycket dåligt	Dåligt	Neutralt	Bra	Mycket bra
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Vilka egenskaper tycker du att en bra utrymningssignal ska ha?

Ledord: ljudstyrka (hög eller låg), frekvens (hög eller låg), puls (snabb eller långsam), ljudmönster (varierande eller monoton),

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Figur 4. Figuren visar enkäten som användes i utrymningsförsöken.

Bilaga D

I denna bilaga presenteras svaren på den öppna frågan från utrymningsförsöken i tabell 1.

Respondent	Svar
1	Ljudstyrkan bör vara låg, frekvens bör vara lagom, snabb puls, ljudmönster: dansband.
2	Ljudstyrka hög, frekvens hög, puls snabb, ljudmönster varierande.
3	Hög ljudstyrka, medel frekvens, snabb puls, varierande ljudmönster.
4	Hög ljudstyrka, lagom frekvens, monoton ljudmönster.
5	Hög ljudstyrka, hög frekvens, snabb puls, varierande ljudmönster.
6	-
7	Ljudmönster: monoton, Puls: långsam, Frekvens: hög, Ljudstyrka: låg
8	Snabb puls och hög frekvens, relativt hög ljudstyrka, spelar ingen roll angående varierande/monoton.
9	Hög ljudstyrka, hög frekvens, snabb puls, varierande ljudmönster.
10	Hög ljudstyrka, hög frekvens, snabb puls, varierande ljudmönster.
11	Hög ljudstyrka, ett ringande ljud hellre än "tutande" som den signalen vi fick höra.
12	Ska inte likna något annat - utan man ska klart och tydligt förstå att det är ett brandlarm och inte undra vad det är. Högt och tydligt- snabb puls och frekvens så man förstår att man ska reagera
13	Hög ljudstyrka, hög frekvens, snabb puls, varierande ljudmönster.
14	Bra ljudstyrka dock lät det som ett inbrottslarm. Antar att det skulle vara ett brandlarm?
15	Styrka: hög, frekvens: hög, puls: snabb, ljudmönster: varierande.
16	ljudstyrka: över medel, frekvens: hög, ljudmönster: monoton.
17	Hög ljudstyrka, hög frekvens, snabb puls, varierande ljudmönster.
18	Hög ljudstyrka, hög frekvens, varierande ljudmönster.
19	Hög ljudstyrka, hög frekvens, snabb puls, monoton ljudmönster.
20	Det ska vara en hög ljudstyrka, men inte ha för hög frekvens eller puls då man bara blir stressad. Det ska vara mer som ett "bomblarm". Monoton i mönstret.
21	Hög ljudstyrka, hög frekvens, snabb puls, monoton ljudmönster.
22	ljudstyrka = hög, frekvens = rätt hög, puls = snabb, ljudmönster = monoton.
23	Hög ljudstyrka, hög frekvens, långsam puls, monotont ljudmönster.
24	Hög ljudstyrka och hög frekvens. Snabb puls
25	Mycket ljud, "pipigt", snabb puls, varierande.
26	Hög ljudstyrka, snabb puls.
27	Den ska ha en hög ljudstyrka.
28	Hög ljudsignal, snabb puls. Ju mer irriterande ljud, desto mindre benägen är man att strunta i signalen och det blir tydligare att det handlar om en utrymningssignal.
29	Hög ljudstyrka, hög frekvens, snabb puls, monotont ljud.
30	Hög styrka så att man får ont i huvudet och är tvungen till att utrymma snabbt, detta är mycket effektivt. Man brukar ju ta det lugnt alltid, man ska ut snabbt!!!!
31	Hög ljudstyrka, hög frekvens, snabb puls, monotont.
32	Hög ljudstyrka, ganska hög frekvens, snabb puls, varierande ljudmönster.
33	Hög ljudstyrka, monotont ljudmönster, snabb puls.
34	Hög ljudstyrka med ett varierande ljudmönster. Frekvensen spelar mindre roll för mig och likaså pulsen.
35	Högt ljud, hög frekvens, snabb puls, monoton.

36	Hög ljudstyrka, frekvens som det är nu, medel puls, varierande men i ett mönster.
37	Hög ljudstyrka, monotont ljudmönster, samma frekvens som det är, den ska vara lagom snabb. Mycket bra överlag.
38	Hög ljudstyrka, hög frekvens, snabb puls, monotont ljudmönster.
39	Hög ljudstyrka, hög frekvens, snabb puls och väldigt monotont.
40	Hög ljudstyrka, medel frekvens, snabb puls, varierande ljudmönster. Det ska framgå av signalen om det verkligen brinner på riktigt, dvs när det inte är övning.
41	Hög ljudstyrka, fast det måste fortfarande gå att kommunicera. Snabb som ringklockan vi hörde. Monotont ljudmönster
42	Hög ljudstyrka, hög frekvens, snabb puls, monotont ljudmönster.
43	Hög ljudstyrka, medelhög frekvens, långsammare puls så att man blir mindre stressad. Monotont ljudmönster så att det inte misstas för t.ex. en ringsignal.
44	Hög ljudstyrka, hög frekvens, snabb puls, varierande ljudmönster. Ett brandlarm skall trigga och generera adrenalin i människor utan att skrämna livet ur dem. Man måste "gå igång" för att kunna aktivera självbevaringsdrift och räddningsförmåga.
45	Hög ljudstyrka, varierande frekvens, snabb puls, definitivt varierande ljudmönster.
46	-
47	Hög ljudstyrka med låg frekvens, långsam puls med ett varierande ljudmönster.
48	Inte för hög ljudstyrka, hög frekvens.
49	Ljudstyrka: lagom, frekvens: ganska hög, puls: långsam, ljudmönster: varierande.
50	Hög ljudstyrka, medelhög frekvens, puls (spelar ingen roll), monotont ljudmönster. VIKTIGT ÄR ATT DEN ÄR IRRITERANDE.
51	Monotont ljudmönster, hög frekvens, hög ljudstyrka.
52	Lät bra, hög ljudstyrka, hördes igenom mp3n.
53	Hög, monotont, störig, hög frekvens.
54	Stark ljudstyrka, hög frekvens, snabb puls, varierande ljudmönster.
55	Hög ljudstyrka, relativt hög frekvens, snabb frekvens och varierande ljudmönster. Ska vara irriterande, i princip outhärdig.
56	Man blir allert på situationen men inte så fokuserad som man borde. Man har gjort så många övningar så när det ringer så reagerar man inte fort nog för en nödsituation.
57	Variert ljud med en hög frekvens och ljudstyrka så man reagerar fort.
58	Hög. Lagom hög styrka, hög frekvens, snabb puls, monotont ljudmönster.
59	Ljudstyrka - hög, frekvens - hög, puls - snabb, ljudmönster - monotont.
60	Hög ljudstyrka, ganska hög frekvens, monotont ljudmönster.
61	Hög ljudstyrka, monotont.
62	Ganska högt ljud. Snabb puls och inte helt monotont.
63	Variert ljudmönster.
64	Hög ljudstyrka, hög frekvens, snabb puls, varierande ljudmönster
65	Hög ljudstyrka, snabb puls, monotont ljudmönster, låg frekvens.
66	Hög ljudstyrka, snabb puls, monotont ljudmönster, låg frekvens.
67	Det hjälper inte att signalen spränger trumhinnorna, men den måste fortfarande vara "störigt hög". Monotont och hög frekvens.
68	Ljudstyrkan ska vara hög. Ljudmönstret ska vara varierande. Låg frekvens.
69	Hög ljudstyrka, hög frekvens, snabb puls, monotont ljudmönster.
70	Hög ljudstyrka, men inte så hög att man inte kan prata. Hög frekvens, men inte extremt hög.
71	Hög ljudstyrka, men inte för hög puls.
72	Ljudstyrka: hög, frekvens: lagom, puls: snabb, ljudmönster: varierande.
73	Ljudstyrka: hög, frekvens: mellan, puls: mellan, ljudmönster varierande.

74	Vara så irriterande som möjligt, ständigt pip vid 3 kHz.
75	Ganska hög, men framförallt ganska högfrekvent, ganska snabbt varierande ljudmönster.
76	Mellan ljudstyrka, mellan frekvens, långsam puls, varierande ljudmönster.
77	Låg ljudstyrka.
78	Hög ljudstyrka, medelfrekvens, monotont mönster -upprepade ljud.
79	Hög ljudstyrka, hög frekvens, snabb, ganska monoton, eller ja, det ska ju inte vara en konstig melodi men lite variation är ju inte fel.
80	Varierande, men högfrekvent. Relativt långsam, stark men inte obehagligt stark.
81	Hög ljudstyrka, hög frekvens, långsam puls, monotont ljudmönster.
82	Ljudet skall vara högt men inte öronbedövande. Frekvensen på signalen var bra och puls snabb. Ljudmönster va rätt så man genast insåg att det var ett brandlarm och inget annat.
83	Ganska hög ljudstyrka, ganska hög frekvens (men inte för hög), medelsnabb puls, monoton ljudsignal.
84	Hög ljudstyrka, monotont ljudmönster.
85	Hög ljudstyrka, mellanhög frekvens, lagom puls, inget cp-mönster.
86	-
87	Hög ljudstyrka, hög frekvens, monotont ljudmönster, snabb puls.
88	Ljudstyrkan ska vara rätt hög och frekvensen skall vara som den var, men inte för hög puls.
89	Den signal jag just fick uppleva kändes mycket ändamålsenlig och alarmerande. Starkt är bra.
90	Hög volym, växlande tonhöjd, gärna dissonanta intervall.
91	Hög volym, hög frekvens, inte FÖR snabb och helst monoton.
92	Hög volym, snabb puls, uppmaning - typ "ta en till..."
93	Lagom högt (så att alla hör men ändå inte för högt), låg frekvens, långsam, monoton.
94	(inte för) hög ljudstyrka, medelhög frekvens, snabb puls, monoton.
95	Hög ljudstyrka, frekvensen har inte lika stor betydelse, snabb puls, monotont ljudmönster.
96	Den ska låta högt och irriterande.
97	Den ska höras och man ska vilja gå ifrån den.
98	Monoton, hög.
99	Hög ljudstyrka, monoton, snabb.
100	Räcker med en ljudstyrka stark nog att fånga folks uppmärksamhet. Detta var alldeles för högt.
101	Varierande förhållandevis låg frekvens, långsam puls, högre gör att man blir mer uppvarvad - inte nödvändigtvis alltid bra eftersom folk inte får drabbas av panik. Den måste dock vara hög nog för att folk skall alarmeras.
102	Jag tycker det är bra när det är en monoton hög signal med avbrott där de säger "Brandlarm ,brandlarm.." tex samling vid.. Eller utrym lokalen. Då slipper man fråga sig "vad händer vad ska jag göra".
103	-

Tabell 1. Tabellen visar samtliga svar från den öppna frågan i utrymningsförsöken. I de fall då respondenten inte svarat har det markerats med "-" i tabellen.