



LUND UNIVERSITY

Evacuation of a Smoke Filled Tunnel: Human Behaviour, Movement Speed and Exit Choice

Fridolf, Karl

2013

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Fridolf, K. (2013). *Evacuation of a Smoke Filled Tunnel: Human Behaviour, Movement Speed and Exit Choice*. [Publisher information missing].

Total number of authors:

1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Evacuation of a Smoke Filled Tunnel: Human Behaviour, Movement Speed and Exit Choice

Karl Fridolf

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

Brandteknik och riskhantering
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet

Lund 2013

Evacuation of a Smoke Filled Tunnel: Human Behaviour,
Movement Speed and Exit Choice

Karl Fridolf

Lund 2013

Evacuation of a Smoke Filled Tunnel: Human Behaviour, Movement Speed and Exit Choice
Utrymning av en rökfylld tunnel: Människors beteende, gånghastighet och utgångsval

Karl Fridolf

Report 3172

ISSN: 1402-3405

ISRN: LUTVDG/TVBB--3172--SE

Number of pages: 194 (including appendices)

Illustrations: Karl Fridolf, if nothing else declared.

Keywords

Evacuation experiment, smoke-filled tunnel, movement speed, exit choice, human behaviour, walking path.

Sökord

Utrymningsförsök, rökfylld tunnel, gånghastighet, vägval, människors beteende, gångväg.

Abstract

The report focuses on an evacuation experiment, which was performed within the second work package of the Swedish METRO project. The experiment involved 100 participants, both men and women in the ages 18-66 years, who individually evacuated a smoke-filled rail tunnel of approximately 200 metres length. The main purpose of the experiment was to collect and derive data on human behaviour and movement speeds, and to study the effectiveness of different technical emergency exit installations, systems and designs. In the report, an extensive description of the set-up, design and execution of the experiment is given. In addition, a thorough account of the analysis and outcome of the analysis is presented. Finally, a discussion is made and general recommendations and conclusions are presented.

© Copyright: Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety, Lund University
Lund 2013

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>

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

Summary

The following report gives an extensive description of the medium scale evacuation experiment that was performed within the second work package of the Swedish METRO research project. The purpose of the report is to reveal the results and the conclusions of the evacuation experiment. In addition, the purpose of the report is to give an extensive description of the set-up and execution of the evacuation experiment, and to make all of the raw data available to the general public to use in, for example, fire safety engineering analyses and related applications.

The medium scale evacuation experiment of METRO was performed on three days in 2011, and the main purposes of the experiment were:

1. To collect and derive data on human behaviour and movement speeds in a smoke filled rail tunnel, and
2. To study the effectiveness of different technical emergency exit installations, systems and designs.

In total, the evacuation experiment involved 100 participants, both men and women in the ages of 18-66 years, who had been recruited from the general public in Stockholm, Sweden. They took part in the experiment individually, and consequently, no group interactions were studied. An old construction tunnel of approximately 200 metres length, previously used during the construction of the Southern Link road tunnel in Stockholm (Södra länken), was used as the experiment tunnel. In order for it to resemble a real rail tunnel, it was before the experiment modified and equipped with a number of technical installations, as well as an emergency exit located approximately 160 metres into the tunnel.

During the experiment, the tunnel was filled with artificial smoke and acetic acid, which produced a mean light extinction coefficient of 2.22 m^{-1} , with a standard deviation of 0.55 m^{-1} (corresponding to a mean visibility of approximately 0.9 metres for reflecting signs, and 3.4 metres for light-emitting signs). The participants took part in different experimental scenarios in order to study especially the effectiveness of different emergency exit designs in relation to which side of the tunnel that a participant walked at. Each evacuation was filmed with a thermal imaging camera to allow analysis of human behaviour activities and movement, and was furthermore complemented with a questionnaire study immediately after the experiment (including all participants), and an interview study (including the majority of the participants). Finally, the data was processed, analysed and combined in order to generate the primary findings of the experiment, which are summarized below:

- The movement speed varied between 0.42-1.82 m/s, with a mean value of approximately 0.9 m/s for the range of light extinction coefficient in the experiment (approximately $1\text{-}3 \text{ m}^{-1}$). The relationship between movement speed and light extinction coefficient was, however, small, and the variation may as well be described by natural variation within the population.
- A loudspeaker installed at the emergency exit, broadcasting a combined alarm signal and a pre-recorded voice message, was found to perform particularly well in terms of attracting the participants to the exit. The design is therefore recommended. Different types of lights (green flashing and continuous) also increased the perceptibility of the exit, but were in some cases mistaken for traffic signs, rail switches, or even a train.
- Light sources are extremely important during an evacuation of an underground rail transportation system. Lights at emergency signs are required to illuminate the information. In addition, path lighting installed into the walkway similar to what is installed on airplanes, and a light strip built into the handrail, would increase the perceptibility of where evacuees should walk in a real fire. This is likely to increase movement speeds in these environments.

- Evacuees in a real fire in an underground rail transportation system can be expected to follow the tunnel walls, and it is therefore recommended that handrails are installed to provide people with guidance on where to walk and what to follow.
- Emergency signage, preferably with distance markings and light sources, such as the emergency signs used in the experiment, can be expected to be of great aid to evacuees in a real fire in an underground rail transportation system. It reduces uncertainties, and may even increase movement speeds if designed properly, as less time is spent performing orientation activities.
- A raised walkway, similar to what can be found at platforms in underground stations, would be of great help during an evacuation of a train in a tunnel, especially for vulnerable groups such as senior citizens, people with disabilities and children. Furthermore, a designated walkway would signal to evacuees in a real tunnel fire where to walk, reducing the uncertainty and fear about coming too close to electrical cords, rails and the tracks. Also, a designated walkway that is smooth would offer easier transportation of evacuees. Altogether, the factors listed may increase movement speeds and reduce the overall evacuation time, but it is suggested that future research study the effects in greater detail.
- Technical installations in the area close to the emergency exits in underground rail transportation systems should be designed in a way that deviates from the standard concept of the underground rail transportation system in order to, among other things, disrupt the possible learning effects, and to make evacuees aware of the exit.

Sammanfattning

Följande rapport innehåller en utförlig beskrivning av det så kallade mellanskaleförsök som genomfördes inom ramen för det andra arbetspaketet i det svenska METRO-projektet. Syftet med rapporten är dels att offentliggöra de resultat och slutsatser som försöket genererade, och dels att ge en utförlig beskrivning av försökets design och genomförande. Syftet med rapporten är också att offentliggöra all rådata, med motivet att denna ska kunna användas och tolkas av vem som helst i till exempel brandskyddstekniska beräkningar och andra liknande applikationer.

Mellanskaleförsöket genomfördes under tre dagar år 2011, och de primära syftena med försöket var:

1. Att samla in och analysera data på människors beteende och gånghastigheter i en rökfylld tåg tunnel, och
2. Att studera effektiviteten av olika utrymningsvägstekniska installationer, -system och -designer.

Totalt deltog 100 försökspersoner i försöket; både män och kvinnor i åldrarna 18-66 år. Försökspersonerna, som hade rekryterats allmänheten i Stockholm, deltog individuellt i försöket och således studerades inga gruppbetenden eller -interaktioner. Försöket genomfördes i en cirka 200 meter lång, gammal arbetstunnel som använts vid byggnationen av vägtunneln Södra länken i Stockholm. För att den skulle likna en riktig järnvägstunnel modifierades den innan försöket, och försågs bland annat med en rad olika tekniska installationer samt en utrymningsväg cirka 160 meter in i tunneln.

Under själva försöken fylldes tunneln med konstgjord rök och ättiksyra, motsvarande en *extinction coefficient* på i genomsnitt $2,22 \text{ m}^{-1}$ med standardavvikelsen $0,55 \text{ m}^{-1}$. Detta motsvarar ett siktförhållande på i genomsnitt 0,9 meter för reflekterande skyltar, och 3,4 meter för ljusemitterande skyltar. Försökspersonerna deltog i olika försökscenarier för att möjliggöra en analys av effektiviteten av olika utrymningsvägstekniska installationer och designer, och hur dessa påverkade försökspersonernas benägenhet att hitta och välja utrymningsvägen beroende på vilken sida av tunneln de gick på. Varje utrymningsförsök filmades med en IR-kamera, vilket möjliggjorde en analys av försökspersonernas beteende, gångväg och gånghastighet. Filmmaterialet kompletterades också med en enkätstudie (som inkluderade samtliga försökspersoner), och en intervjustudie (som inkluderade majoriteten av försökspersonerna). All data behandlades, analyserades och kombinerades enligt den metod som finns beskriven i denna rapport och ledde fram till en rad slutsatser, varav de viktigaste sammanfattas nedan:

- Försökspersonernas gånghastighet varierade mellan 0,42-1,82 m/s, med ett medelvärde på 0,9 m/s. Sambandet mellan gånghastighet och rökthet/sikt var dock svagt, och variationen kring medelvärdet kan möjligtvis bero på en naturlig variation i gånghastighet inom populationen.
- Andelen försökspersoner som upptäckte och använde utrymningsvägen maximerades genom att en högtalare installerades ovanför utrymningsvägen. Denna högtalare möjliggjorde sändandet av en kombinerad larmsignal och ett talat meddelande i tunneln, och lösningen rekommenderas av flera skäl i framtida tunnelprojekt. Olika typer av belysning på eller i närheten av utrymningsvägen (både gröna blinkande ljus, och fasta ljusinstallationer) bidrog också till att försökspersonerna upptäckte och använde utrymningsvägen i hög grad, men dessa misstogs i vissa fall för trafiksignaler, tågväxlar och ibland även ett tåg.
- Ljusinstallationer spelar en oerhört viktig roll vid utrymning av undermarksanläggningar för spår bunden trafik. Belysning av nöds skyltar är till exempel nödvändig för att belysa den information som finns skriven på dem. Vidare skulle ljusslingor kunna inkluderas/installeras i gångbanor (liknande vad som finns på flygplan) och i handledare för att öka utrymnandes varseblivning och förståelse för var de ska gå i en utrymningssituation. Det är sannolikt att denna typ av installationer skulle kunna bidra till en ökad gånghastighet i denna typ av anläggningar.

- Människor som utrymmer tunnlar kan förväntas följa tunnelväggarna under stora delar av utrymningsförloppet, och därför rekommenderas installationen av handledare på dessa ytor. Utöver det fysiska stöd en handledare erbjuder kommer handledaren även att kunna bidra med en tydlig signal om var människor ska hålla sig vid en utrymning.
- Nödskyltar liknande de som användes i försöket, förslagsvis med både avståndsmarkeringar och en ljuskälla, kan förväntas vara av stor nytta för utrymmande människor i en tågtunnel. De minskar människors osäkerhetskänslor kopplat till var de ska gå, och har därmed potentialen att minska den totala utrymningstiden då människor tvingas lägga mindre tid på orienterande aktiviteter.
- En upphöjd gångbana, liknande vad som finns på plattformar på tunnelbanestationer, skulle vara av stor nytta vid en utrymning av ett tåg i en tunnel, särskilt för barn, äldre och funktionsnedsatta. Vidare skulle en tydligt upphöjd gångbana bestående av ett jämnt underlag erbjuda bättre gångmöjligheter för utrymmande personer. Sammanfattningsvis kan säga att faktorerna ovan skulle kunna bidra till ökad gånghastighet och en minskning av den totala utrymningstiden, men det rekommenderas att framtida forskning undersöker effekterna närmare.
- Tekniska installationer i närheten av utrymningsvägar i undermarksanläggningar för spårbunden trafik bör designas och utformas på ett sätt som avviker från standardkonceptet i undermarksanläggningen. Skälet är att väcka utrymmande människors intresse, och att bryta eventuella inlärningseffekter om hur systemet i övrigt ser ut, och att medvetengöra om utrymningsvägens existens.

Preface

This work is a part of METRO, a Swedish research project about infrastructure protection. The focus of the project was on the protection of underground rail mass transport systems, e.g., tunnels and subway stations, and both fire and explosion hazards are studied.

METRO was a multidisciplinary project where researchers from different disciplines cooperate with practitioners with the common goal to make underground rail mass transport systems safer in the future. The following nine partners participated in METRO: *Mälardalen University, SP Technical Research Institute of Sweden, Lund University, Swedish Defence Research Agency (FOI), Gävle University, Swedish National Defence College, Swedish Fortifications Agency, Greater Stockholm Fire Brigade and Stockholm Public Transport (SL).*

The total budget of METRO was 14.2 million SEK (about € 1.5 million), and the project ran over a period of three years (December 2009 to December 2012). METRO was funded by the following five organisations: *Stockholm Public Transport (SL), Swedish Civil Contingencies Agency (MSB), the Swedish Transport Administration (Trafikverket), the Swedish Fortifications Agency (Fortifikationsverket), and the Swedish Fire Research Board (Brandforsk).*

The work in METRO was divided into seven work packages (WPs) which address different aspects of the studied topic:

- WP1 – Design Fires
- WP2 – Evacuation
- WP3 – Integrated Fire Control
- WP4 – Smoke Control
- WP5 – Extraordinary Strain on Constructions
- WP6 – Fire and Rescue Operations
- WP7 – Project Management

More information about METRO can be found at the following web page:

<http://www.metroproject.se>

This report is a part of the second work package (WP2 - Evacuation). WP2 – Evacuation was also a part of KESØ (Kompetenscentrum för evakuerings säkerhet i Öresund), which was funded by Interreg IV A (Öresund – Kattegatt – Skagerrak).



EUROPEISKA UNIONEN
Europeiska regionala
utvecklingsfonden



Interreg IV A
ÖRESUND – KATTEGAT – SKAGERRAK

Acknowledgements

I would like to extend my greatest thanks and appreciation to the people who helped me in the execution of the evacuation experiment, which this technical report is based on. The experiment would not have been able to perform without you. I would especially like to thank Dr. Enrico Ronchi, not only for your endless help both before and during the actual experiment, but also after the experiment in the processing of the huge amount of data on movement. The presentation of the movement speeds, modelling speeds and walking paths in the following report is a reproduction of your findings. Furthermore, I would like to thank Dr. Daniel Nilsson and Dr. Håkan Frantzich for supervision both before and during the actual experiment. Thank you also to Dr. Stefan Svensson, Dr. Rita Fahy, Mr. Axel Jönsson and Mr. Sam Grindrod for your endless help during the experiment. Finally, I would like to thank MSA Nordic AB, and especially Stefan Berglund, who made the documentation of the experiment possible by lending me their thermal imaging cameras.

Table of Contents

1. Introduction	1
1.1. Background.....	1
1.2. Purpose	2
1.3. Goal	2
1.4. Method	2
2. The tunnel.....	5
2.1. Technical installations to resemble an underground rail tunnel.....	7
2.1.1. Emergency signs	7
2.1.2. Emergency exit	8
2.2. Smoke	11
2.3. Acetic acid.....	11
2.4. Fan.....	12
3. The recruitment of participants	13
3.1. Step 1	13
3.2. Step 2.....	14
3.3. Step 3.....	14
4. Data collection and documentation	15
4.1. Smoke density	15
4.2. Acetic acid.....	16
4.3. Video recording.....	17
4.4. Questionnaire	20
4.5. Interview.....	21
5. Procedure.....	23
6. Scenarios.....	29
7. Ethics.....	31
7.1. HAD	31
7.2. Informed consent	31
7.3. Oral information.....	31
7.4. Minimization of physical injuries	31
7.5. Insurance.....	31
7.6. Follow-up.....	31
8. Analysis.....	33
8.1. Smoke density	33
8.2. Video recordings	34
8.3. Questionnaires	34
8.4. Interviews.....	34
8.5. Statistics.....	35
8.5.1. SPSS	35
8.5.2. Parametric methods	35
8.5.3. Non-parametric methods.....	36
9. Results	37
9.1. Participants	37
9.1.1. Characteristics.....	37
9.1.2. Travelling experience	37

9.1.3. Experience of walking on rail tracks in tunnels.....	37
9.1.4. Information and knowledge about what to do in a fire	38
9.1.5. Previous experience of evacuation in tunnels.....	38
9.2. Visibility and concentration of acetic acid	39
9.2.1. Perceived visibility	40
9.3. Behaviour, movement and orientation	42
9.3.1. Walking paths.....	42
9.3.2. Distance walked.....	42
9.3.3. Initial events	43
9.3.4. Orientation strategies.....	44
9.3.5. Movement strategies	46
9.4. Exit choice.....	49
9.4.1. Scenario 1	50
9.4.2. Scenario 2	52
9.4.3. Scenario 3	54
9.4.4. Scenario 4	56
9.4.5. Scenario 5	58
9.4.6. Emergency sign opposite to the emergency exit.....	58
9.5. Movement speed	59
9.5.1. Floor material	60
9.5.2. Smoke density and individual characteristics.....	61
9.5.3. Additional data	63
9.6. Design recommendations	64
9.6.1. Handrail	65
9.6.2. Floor material and path lighting.....	65
9.6.3. Emergency exit	65
9.6.4. Emergency signs	65
9.7. Psychological and physical experiences	66
9.7.1. Degree of realism	66
9.7.2. Ability to evacuate in a real fire	66
9.7.3. Insecurity.....	67
9.7.4. Stress	68
9.7.5. Fear	69
9.7.6. Orientation problems	69
9.7.7. Physical discomfort: Sickness	70
9.7.8. Physical discomfort: Eye irritation	71
9.7.9. Fear of getting hurt.....	71
9.7.10. Opinions on the experiment	72
10. Discussion	73
11. Conclusions	77
12. References.....	79
Appendix 1: Drawing of the tunnel.....	I
Appendix 2: Pictures of the emergency exit.....	III
Appendix 3: Recruitment advertisement	VII
Appendix 4: Participant information	IX
Appendix 5: Questionnaire	XIII
Appendix 6: Questionnaire answers, part 1	XXI

Appendix 7: Questionnaire answers, part 2	XXXIX
Appendix 8: Questionnaire answers, part 3	LV
Appendix 9: Questionnaire answers, part 4	LXIX
Appendix 10: Interview template	LXXXI
Appendix 11: Light extinction coefficient calibration.....	LXXXIII
Appendix 12: Light extinction coefficient per participant	LXXXV
Appendix 13: Walking paths.....	LXXXIX
Appendix 14: Individual movement speeds	XCV
Appendix 15: Individual modelling speeds.....	XCVII

1. Introduction

The Swedish METRO project was a multidisciplinary research project about infrastructure protection, more specifically the protection of underground rail transportation systems, such as tunnels and subway stations (Fridolf & Nilsson, 2012). Both fire and explosion hazards were studied in the three-year project, which was initiated in December 2009. The total budget of the project was 14.2 million SEK (about € 1.5 million), and the work was divided into seven work packages (WPs), which all addressed different aspects of the studied topic:

- WP1 – Design Fires
- WP2 – Evacuation
- WP3 – Integrated Fire Control
- WP4 – Smoke Control
- WP5 – Extraordinary Strain on Constructions
- WP6 – Fire and Rescue Operations
- WP7 – Project Management

The second work package of METRO focused on evacuation of underground rail transportation systems, and a number of evacuation experiments were carried out in order to (among other things) improve the understanding of human behaviour in underground fires, and to reduce the uncertainties related to egress assessments for these type of facilities. The adopted research strategy followed the proposal by Nilsson (2009), in which the scale of the experiments was increased with the time of the project. Laboratory experiments were initially carried out to identify the problems related to the topic (Fridolf, Nilsson, & Frantzich, 2012; Fridolf, Nilsson, & Frantzich 2013), and later in the project, field experiments were performed in order to test proposed systems and to verify the findings in the smaller laboratory experiments (Fridolf, Andrée, Nilsson, & Frantzich, 2013; Fridolf, Ronchi, Nilsson, & Frantzich, 2013).

In this report, detailed information about (as well as results from) the medium scale evacuation experiment in work package two of METRO is presented. An effort has been put into trying to describe not only *what* was performed, but also *how* it was performed, i.e., *how* the data was collected. The reader should note that results from the medium scale experiment have been presented in a number of scientific publications at the time of this publication, see for example Fridolf, Andrée, Nilsson, & Frantzich (2013), and Fridolf, Ronchi, Nilsson, & Frantzich (2013). Some of this is reproduced in the following report, together with new and extended analysis of especially the included questionnaire and interview study with the participants in the experiment.

1.1. Background

Past fires in underground rail transportation systems have clearly illustrated the disastrous consequences of such events, sometimes with many hundred people killed and/or injured (Bergqvist, 2001; Carvel & Marlair, 2011; Fennell, 1988; Fermaud, Jenne, & Müller, 1995; Fridolf, Nilsson, & Frantzich, 2013; Larsson, 2004; Rohlén & Wahlström, 1996). Furthermore, the number of underground rail transportation systems has during the latest years continued to increase, and in addition, the length of these newer systems is today often longer than the older. Despite this, there is a lack of data on human behaviour in fires in underground rail transportation systems, which, for example, means that egress assessments in the fire safety design of these facilities often are performed with great uncertainties.

The medium scale evacuation experiment of the METRO project focused on a scenario where people are forced to evacuate a train on fire in a tunnel. Although the general principle is to move a passenger train on fire in an underground rail transportation system to a safe location (Burnett, 1984; European Commission, 2008), often the closest underground station, and there evacuate the passengers, past fires have shown that this is not possible (Carvel & Marlair, 2011; Fermaud et al., 1995; Larsson, 2004;

Rohlén & Wahlström, 1996; Schupfer, 2001). Thus, it is important to cover such a scenario in the fire safety design process, which in turn demands knowledge and data of how people behave in such an event.

1.2. Purpose

A distinction can be made between the purpose of the experiment, and the purpose of the following report. Firstly, the main purposes of the medium scale evacuation experiment in the METRO project were:

3. To collect and derive data on human behaviour and movement speeds in a smoke filled rail tunnel, and
4. To study the effectiveness of different technical emergency exit installations, systems and designs.

Naturally, the purpose of the following report is to reveal the results of the evacuation experiment, which are the outcome of a combined extensive analysis of video recordings, questionnaire answers, and interview answers. The reader should, however, also be aware that another purpose of the report is to give an extensive description of the execution of the evacuation experiment, and to make all of the raw data available to the general public, and for other people to use in, for example, their own analyses and applications. Therefore, not only the author's own analysis and reflections of the results are included in this report, but also extensive appendices including all collected data on movement speeds, questionnaire and interview answers, etc. Others are encouraged to use this data, with appropriate referencing to the source.

1.3. Goal

The goal of the experiment can be categorized into a descriptive part and a normative part. In terms of descriptive research results, the goal was to produce and add data to the field in order to reduce the uncertainties in future egress assessments of life safety in case of fire in underground rail transportation systems. In terms of normative research results, the goal was to give design recommendations on, for example, how to design an emergency exit so that it attracts evacuees in a fire situation. Consequently, data was collected in a number of ways to allow an extensive analysis of not only *what* and *how* the participants behaved in the experiment, but also *why*.

1.4. Method

The medium scale evacuation experiment of METRO was performed on three days in 2011. It involved 100 participants, who individually evacuated a smoke-filled rail tunnel of approximately 200 metres length. The participants were both men and women in the ages of 18-66 years, who had been recruited from the general public in Stockholm, Sweden. An old construction tunnel was used in the experiment, which had been used during the construction of the Southern Link road tunnel in Stockholm (Södra länken). For the experiment, the tunnel was equipped with a number of technical installations (not necessarily used simultaneously, as described below) and an emergency exit in order to resemble the underground metro system in Stockholm. The participants took part in different experimental scenarios in order to study especially the effectiveness of different emergency exit designs in relation to which side of the tunnel that a participant walked at. The way-finding installations on the door were combined to give five experiment scenarios (the mode of all other technical installations in the tunnel were the same for all participants), more specifically:

1. A baseline scenario with only a backlit emergency exit sign activated above the door. The scenario was chosen due to its similarity with the usual design of emergency exits in regular buildings.
2. A scenario with green flashing lights added to the backlit emergency exit sign. The scenario was chosen in order to replicate and validate the research done by Nilsson (2009).
3. A scenario corresponding to the Swedish Transport Administration's recommendations (Trafikverket, 2011a). The scenario was chosen to test its performance in a smoke-filled environment.

4. A scenario with a backlit emergency exit sign and a loudspeaker installed above the door with a combined alarm signal and pre-recorded voice message. The scenario was chosen as it was hypothesized that especially people walking on the opposite side of the tunnel to the exit would need more than light to aid way-finding to the exit.
5. A scenario with all the above-mentioned technical installations turned on, a so-called “Christmas tree” design. The scenario was chosen in order to test whether or not the concept of as much light as possible would increase (or discourage) the usage of the emergency exit.

Each evacuation was filmed with a thermal imaging camera to allow analysis of human behaviour activities and movement, and was furthermore complemented with a questionnaire study immediately after the experiment (including all participants), and an interview study (including the majority of the participants).

The above paragraph only gives a brief description of the evacuation experiment. In the following sections, an extensive presentation of the experimental methodology, including details on the physical environment, technical installations, participants, and how the data was collected is given. The reader is therefore referred to the following sections for the specific details regarding the experiment.

2. The tunnel

The experiment was carried out in a single-bore tunnel in the southern parts of Stockholm, more specifically at Arenavägen in Johanneshov. The tunnel had previously been used as a working tunnel during the construction of the Southern Link (Södra länken), a highway road tunnel connecting the southern parts of Stockholm, which opened in 2004. At the time of the experiment, the tunnel was not used for traffic. However, occasionally the Greater Stockholm Fire Brigade used the tunnel for fire-fighting exercises. Since the opening of the Southern Link, the tunnel had been stripped of all technical installations, such as lights and ventilation, and there were no openings for natural lighting to reach the surfaces of the tunnel. During the experiment, the only source of lighting was emitted from the emergency signs (see 2.1.1 Emergency signs).

The original layout of the tunnel is shown in Appendix 1: Drawing of the tunnel. As can be seen, the total length of the tunnel was approximately 300 metres. Furthermore, the width was approximately 8 metres through the whole tunnel, and the tunnel height, measured in the middle of the cross section, was approximately 6.5 metres. Generally, the upper parts of the tunnel walls were covered with concrete that had been sprayed onto the wall, see Figure 1. In contrast, the lower parts of the tunnel walls were bare mountain wall. Due to the fact that the end of the tunnel had been sealed off when the Southern link was taken into operation, the tunnel only had one exit, which also functioned as the tunnel entrance, see Figure 2.



Figure 1. The geometry of the tunnel and the tunnel wall covering. The smoke discernible in the picture had been added artificially. Photo: Stefan Svensson.

During the experiment, only the first 200 metres of the tunnel were used. This section of the tunnel can roughly be divided into three parts: (1) one part of 122 metres with an inclination of 10%, (2) one part with no inclination and a flat surface material, and (3) one part with no inclination and a coarse floor material, see Figure 3. The floor surface in the tunnel was generally smooth and consisted of an asphalt base, i.e., compact gravel. However, the floor material approximately 0.5 metres from the tunnel walls were not covered with an asphalt base, but a more coarse aggregate material, i.e., ballast. The third part (3) of the tunnel, measured approximately 32 metres long and 1.5 metres wide, consisted of macadam of size 32-64 millimetres. This part was located on the right side of the tunnel, after approximately 150 metres, see Figure 3.



Figure 2. The tunnel entrance (and exit), and the area outside. Photo: Stefan Svensson.

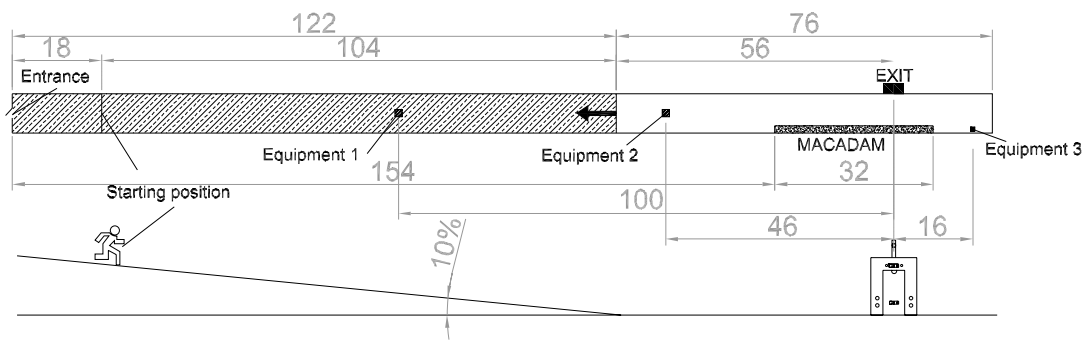


Figure 3. A schematic sketch of the tunnel. The upper part illustrates the above view, and the lower part illustrates the side view of the tunnel geometry. Note that the text EXIT marks a fake emergency exit used in the experiment, and could not be used to exit the tunnel. Measurements in metres. Illustration: Enrico Ronchi.

Approximately 100 metres into the tunnel, the width of the tunnel increased with a couple of metres due to a storage area on the left side (not illustrated in Figure 3). In order to keep the dimensions of the tunnel constant for the whole tunnel length used in the experiment, sheets of particleboard were installed onto a fence for a distance of approximately 10 metres, see Figure 4.



Figure 4. Sheets of particleboard were used to simulate the tunnel wall at one location in the tunnel.

2.1. Technical installations to resemble an underground rail tunnel

The tunnel was equipped with a number of technical installations in order to create an environment similar to an underground rail tunnel: emergency signs; an emergency exit; smoke generators; pots to evaporate acetic acid; a fan to distribute the smoke and the acetic acid. These installations are described in the following sections.

2.1.1. Emergency signs

In the Stockholm Metro, emergency signs providing information on distances to the nearest exits are installed every eight metres on both sides of the tunnel. These signs are also equipped with a source of light in order to illuminate the information on the sign, as well as the surroundings. To replicate this environment, similar signs were installed every eight metres on both sides of the experiment tunnel, see Figure 5.

The emergency signs were constructed of approximately 2 millimetres thick metal sheets measuring 297 times 420 millimetres, i.e., the same dimensions as the paper size standard A3. Laminated papers of the same format, designed according to Figure 5, were attached to the metal frames with adhesive tape. Finally, a lamp was installed on the upper part of the metal sheet with two metal screws. The light bulb installed in the lamp socket was a non-dimmable, low-energy bulb E27 of 7 W power.

During normal conditions, i.e., without the presence of smoke and other light sources and natural lighting, the light intensity from the emergency signs corresponded to 1 lux, measured at ground level at equal distance between two signs. The light emitted from the emergency signs was the only light source in the tunnel during the experiments.



Figure 5. One of the emergency signs used in the experiment, more specifically the first sign on the right side of the wall.

The first pair of emergency signs was installed 18 metres into the tunnel, measured from the tunnel entrance, termed starting position in Figure 3. This corresponded to a distance of 160 metres from the emergency exit. A fictive distance of 268 metres pointing towards the tunnel entrance was used as a cue to the participant to move deeper into the tunnel, towards the nearest exit according to the signage. For every next pair of signs, the distance to the closest exit was reduced by 8 metres, and the distance to the farthest exit was increased by 8 metres, i.e., the distances 152/276 was printed on the second pair of signs counted from the tunnel entrance.

One sign differed from the others in terms of design, more specifically the sign on the right side of the tunnel, opposite to the emergency exit. Instead of arrows pointing in each direction, the sign included one arrow pointing down with the reference zero metres, see Figure 6. The purpose was to inform the participants that there was an exit on the opposite side of the tunnel.

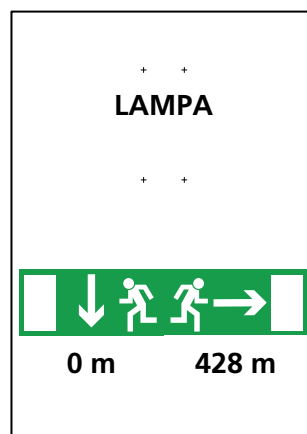


Figure 6. The design of the emergency sign located on the opposite side of the emergency exit differed from all the others in terms of design.

2.1.2. Emergency exit

A fake emergency exit, equipped with a number of technical installations, was installed on the left side of the tunnel, approximately 180 metres into the tunnel, marked EXIT in Figure 3. The purpose of the installation was to study the effectiveness of different way finding systems at an emergency exit in a smoke filled tunnel. A sketch of the exit is shown in Figure 7, and a picture of the exit, taken during smoke free

conditions is shown in Figure 8. Additional pictures of the emergency exit are shown in Appendix 2: Pictures of the emergency exit. Note that the exit could not be opened during the experiments, and that there was no other side to the door.

The design of the emergency exit was based on the experimental scenarios that were included in the experiment, see 6. Scenarios. It was constructed of aluminium profiles, which enabled the door, the surrounding frame, and the attached installations to be combined into one rig. Modified sheets of particleboard were attached to the frame of aluminium profiles using metal screws, and then painted in green and grey according to Figure 7. Finally, the whole construction, including aluminium profiles, sheets of particleboard and electrical installations, were attached to the tunnel wall using both screws and straps. The numbers in Figure 7 corresponds to the technical installations: (1) a halogen lamp; (2) a backlit emergency exit sign; (3) a green flashing light on either side of the backlit emergency exit sign; (4) a loudspeaker; (5) a white continuous light on each side of the door, and; (6) a green continuous light on each side of the door.

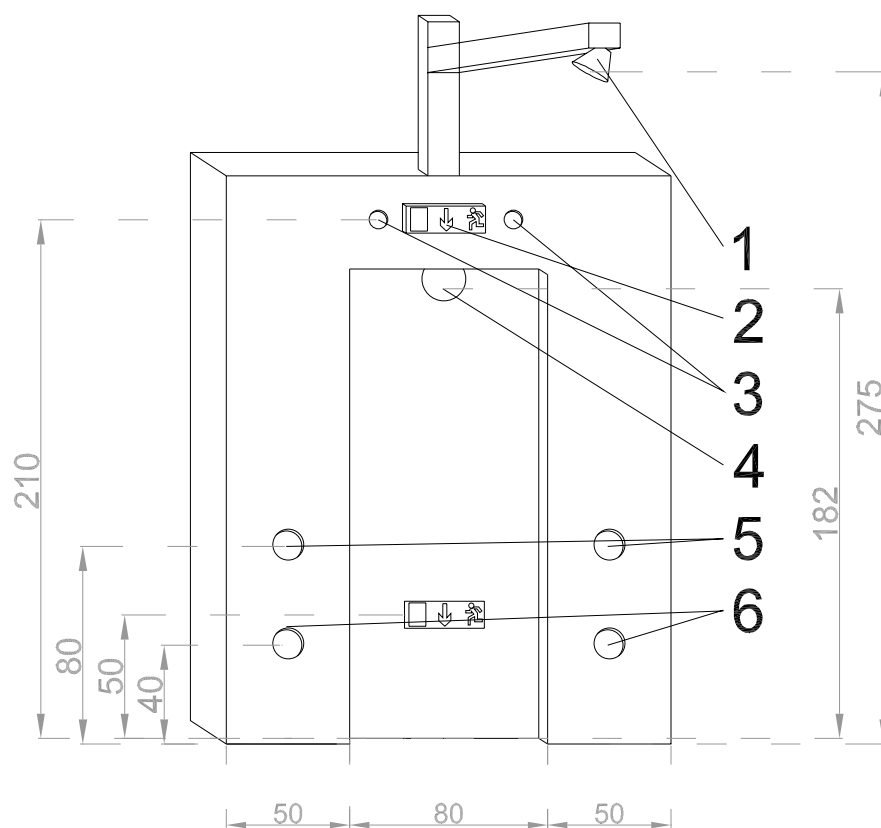


Figure 7. An illustration of the emergency exit that was installed in the tunnel. Measurements in centimetres.
Illustration: Enrico Ronchi.



Figure 8. The emergency exit installed on the left side, approximately 180 metres into the tunnel.

As can be seen in Figure 8, the emergency exit was equipped with a number of way-finding installations. These were combined in order to study their effectiveness in terms of attracting people to the exit, see 6 Scenarios for more information. The six different installations are numbered in Figure 7, and described in Table 1.

Table 1. A description of the six different installations on the emergency exit. Numbers refer to Figure 7.

Number	Installation	Description
1	Halogen lamp	A white halogen lamp of 500 W power installed above the exit, and directed towards the grey door. Light intensity during normal conditions, without the presence of smoke and other light sources, corresponded to 556 lux, measured on the emergency exit, 22 centimetres below the lamp.
2	Emergency exit sign	Standard backlit European emergency exit sign.
3	Green flashing lights	Green flashing lights at either side of the emergency exit sign. The lights consisted of two green light bulbs, installed above the door. The lights flashed with a frequency of approximately 1 Hz, i.e., one flash per second.
4	Loudspeaker	Loudspeaker installed on the upper centre part of the door, enabling an alarm signal and a pre-recorded voice message to be broadcasted. The alarm signal consisted of an increasing signal, which was repeated three times within 1.5 seconds (ISO, 1987). The frequency range was 800-970 Hz. The alarm signal was repeated twice before the pre-recorded voice message; a computer generated female voice that said (translated from Swedish): <i>The sound is coming from an exit. Follow the</i>

Number	Installation	Description
		<i>sound in order to get out.</i>
		The alarm signal and voice message could be heard more than 80 metres from the door, but the message could not be interpreted from more than 25 metres from the door.
5	White lights	White lights installed on each side of the door on the lower part of the frame. Light intensity during normal conditions, without the presence of smoke and other light sources, corresponded to 63 lux, measured 20 centimetres in front of the bulb.
6	Green lights	Green lights installed on each side of the door on the lower part of the frame. Light intensity during normal conditions, without the presence of smoke and other light sources, corresponded to 11 lux, measured 20 centimetres in front of the bulb.

2.2. Smoke

Two smoke generators were used to manually fill the tunnel with artificial cold smoke, see Figure 9. Both generators were installed at the end of the tunnel, marked Equipment 3 in Figure 3. The smoke was produced using a mixture of polyglycole and distilled water. The aim was that the visibility level should cover the gap between previous experiments (Frantzich & Nilsson, 2003; Jin, 1978), and to correspond to levels in the range that is prescribed by Swedish tunnel safety regulations (Trafikverket, 2011a; 2011b), i.e., approximately 1-3 metres of visibility.



Figure 9. One of the smoke generators that were used to smoke-fill the tunnel in the experiment.

2.3. Acetic acid

Acetic acid was used to create an irritant, but not unhealthy, environment in the tunnel. The acid was distributed into the air by evaporation of liquid 24% acetic acid in pots on mobile stove plates at locations in the beginning and the end of the tunnel (Equipment 1 and Equipment 3 in Figure 3), see Figure 10.



Figure 10. One of the mobile stoves, including pots, which were used to evaporate acetic acid in the experiment.

The evaporation of the acid was continuous and proceeded during the experiments with participants in the tunnel. Regular measurements of the concentration of acetic acid in the air was made manually with an accuro Gas Detection Pump, manufactured by Dräger, in order to ensure that the concentration was kept below the Swedish Work Environment Authority's recommended level of short time exposure, i.e., 10 ppm for 15 minutes (Swedish Work Environment Authority, 2005).

2.4. Fan

A mobile fan, see Figure 11, was installed in the beginning of the tunnel (Equipment 1 in Figure 3) to evenly distribute the smoke and the acetic acid in the experiment. The fan was manually turned off when participants were in the tunnel.



Figure 11. The mobile fan that was used to distribute smoke and acetic acid in the tunnel.

3. The recruitment of participants

In total, 100 participants took part in the experiment. The participants were recruited among the general public in Stockholm, and among employees at the Traffic Administration Office in Stockholm. In this section, the means of recruitment are described. The demographic characteristics of the participants, as well as their previous experience of underground rail transportation systems, are presented in 9.1 Participants.

3.1. Step 1

The process of recruiting participants was divided into three steps. Step one was initiated approximately two months before the actual experiment with the release and spread of a one-page informational advertisement. In summary, this ad included the following information (a full version of the information advertisement is available in Appendix 3: Recruitment advertise):

- That the selected participants would be taking part in an evacuation experiment in a tunnel.
- That the tunnel would be artificially smoke-filled during the experiment.
- That the smoke would include an irritant, namely acetic acid.
- That the environment by some people could be perceived as uncomfortable.
- That the selected participants at any time would be able to abort the experiment.
- That participation was voluntary.
- That the selected participants after the experiment would answer a questionnaire about the experiment, maybe be selected for an interview about the experiment, and be given a shorter education related to fire safety in tunnels.
- That the selected participants were required to be over 18 years of age, know the Swedish language in both speech and writing, not have any asthmatic health problems, or work as a fire-fighter or a fire protection engineer.
- How the selected participants would be insured during the experiment.
- How the selected participants would be compensated for taking part in the experiment.
- The dates and location of the experiment.
- The researchers in charge of the experiment, and how to get in contact with them.

Thus, the participants were informed about general details of the experiment, but no information was given on explicit tunnel features, e.g., the tunnel layout, emergency exits or other technical installations.

Considering the general public, the informational advertisement was published on the Internet; more specifically on Studentkaninen.se, an online portal for researchers and potential test participants interested in taking part in research studies involving human participants. Potential participants registered their interest by applying online. A more or less identical informational advertisement was spread by e-mail among employees the Traffic Administration Office in Stockholm (TAO). However, employees at TAO registered by sending an e-mail to the researcher in charge of the registration. Members of both groups were informed that the registration of interest not automatically guaranteed participation in the experiment.

The main difference between the participants recruited among the general public and the participants recruited among employees at TAO where the terms of insurance during, and compensation after, the experiment. Members of the general public, i.e., those participants recruited from Studentkaninen.se, were offered a compensation of 300 Swedish kronor (approximately €30) for taking part in the experiment, and coverage of a special casualty insurance, administered by Lund University. This insurance was also valid during travel to and from the experiment. In contrast, the participants recruited among employees at TAO were offered to take part in the experiment as a part of their fire safety training during working hours.

They were therefore insured by their employer during the experiment, and compensated in terms of leave from work and with two cinema tickets (thus, they were not offered any monetary compensation).

3.2. Step 2

Step two of the recruiting process was initiated approximately three weeks after Step 1. In this step, everyone that had registered an interest of participating in the experiment was contacted and offered a place in the experiment. The offer was communicated in individual e-mails, in which the selected participants were instructed to read through a document including more detailed information on the background and purpose of the experiment, a formal inquiry about participation, the procedure during the experiment, the risks and benefits of participating, treatment of the data collected during the experiment, publication of the results, insurance and compensation, voluntariness, and researchers in charge of the experiment. A full version of this document, termed Participant information (Försökspersoninformation translated from Swedish), is available in Appendix 4: Participant information. The document also included an informed consent form that the participants were told to print, sign and bring to the experiment.

In addition, the participants were instructed to take part in a so-called Hospital Anxiety and Depression (HAD) test online (Zigmond & Snaith, 1983). The HAD-test is a simple, self-assessment, standardized test, which offers a quick diagnostic of a person's mental health in terms of anxiety and depression. It was used in the study to exclude individuals showing signs of anxiety or depression. The test requires the respondent to answer a total of 14 closed ended questions, i.e., scaled questions, on an ordinal scale from zero to three. Seven of the questions are related to anxiety, and seven to depression, which means that the respondent can score between zero and 21 for either anxiety or depression. The interpretation of the score is described in Table 2.

Table 2. Interpretation of the respondent score in the HAD-test.

Score	Anxiety	Depression
0-7	No signs (normal)	No signs (normal)
8-10	Signs of mild to moderate anxiety	Signs of mild to moderate depression
≥11	Definite case of anxiety	Definite case of depression

Only those that received a score of less than eight for both anxiety and depression were included in the experiment. In total, two people had to be denied a place in the experiment due to their result in the HAD-test. These two persons were contacted and informed individually by telephone. They were not only informed that they could not participate in the experiment, but also about the limitations of the HAD-test and suitable healthcare facilities if they wished to pursue potential problems related to anxiety and/or depression.

3.3. Step 3

In the third and final step of the recruiting process, each individual that successfully had completed the HAD-test received a confirmation on his/her participation in the experiment. This confirmation was sent in an e-mail, which also included details on the exact date and location of the experiment.

4. Data collection and documentation

In order to enable a diverse analysis of the evacuation experiment, data was collected in a number of ways throughout the whole experiment. In general, the collection can be divided into two categories: (1) data collection associated with the physical environment during the experiment, e.g., concentration of smoke and acetic acid, and (2) data collection associated with the behaviour of the participants, e.g., walking speeds, walking techniques, orientation strategies, walking routes, and subjective experiences. In the following sections, the data collection techniques used in the experiment is described.

4.1. Smoke density

Measurements of the light-extinguishing coefficient were made continuously throughout the whole experiment in order to enable an analysis of the smoke density and visibility. The measurements were made with a device, which consisted of a light source and a receiver that were fixed 95 centimetres apart in a metal frame. In turn, the metal frame was screwed onto a camera tripod in order for the measurements to be made at a height that was believed to approximately correspond to the position of the participants' heads, more specifically their eyes. A photo of the whole device, including the camera tripod, is shown in Figure 12. The measurements were made at two locations in the tunnel, more specifically at the locations termed Equipment 1 and 2 in Figure 3.

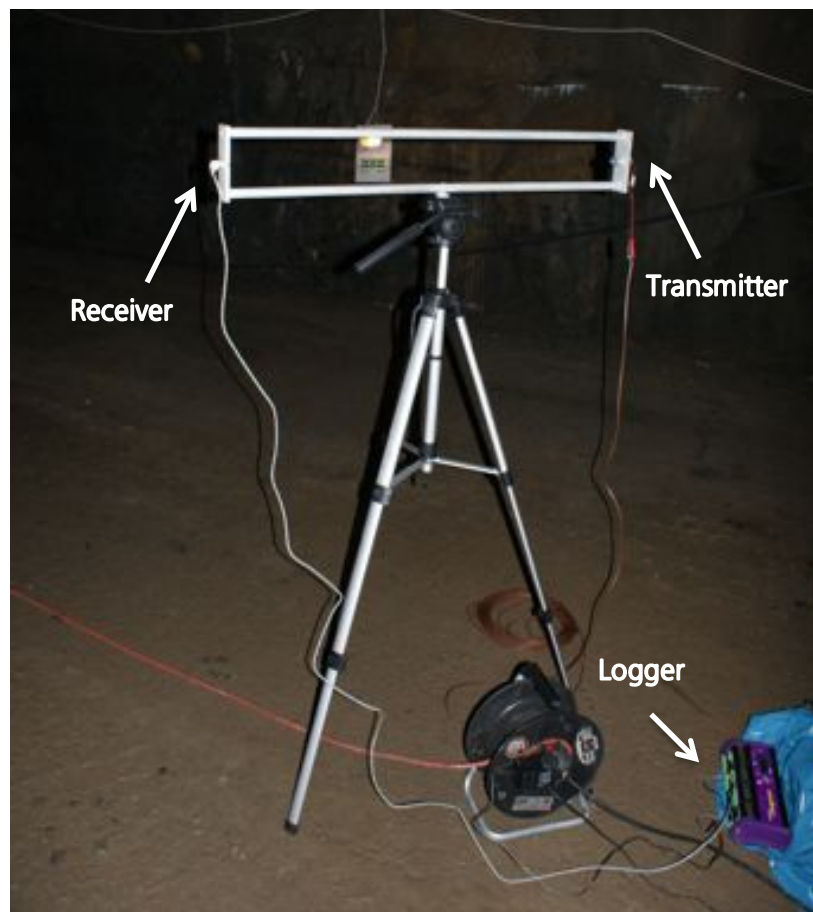


Figure 12. The device used to measure the light extinction coefficient in the experiment. The data logger can be seen in the lower right corner of the picture.

The light source consisted of a laser diode with a maximum output of $< 5 \text{ mW}$, which emitted light with a wavelength that ranged from 620 to 690 nm. The laser diode was in turn connected to a power supply unit, more specifically a Velleman model PS-613 (see Figure 13), which powered the laser diode with a

constant voltage of 5 V. The receiver at the other end of the metal frame was a photoreceiver with a peak wavelength of 710 nm, which was connected to a data logger, more specifically a dataTaker DT85 Series 2 data logger, see Figure 14. The logger registered the voltage for the receiver over a resistance of 10 000 Ω every twentieth second of the experiment.



Figure 13. The power supply unit used in the experiment: a Velleman model PS-613.

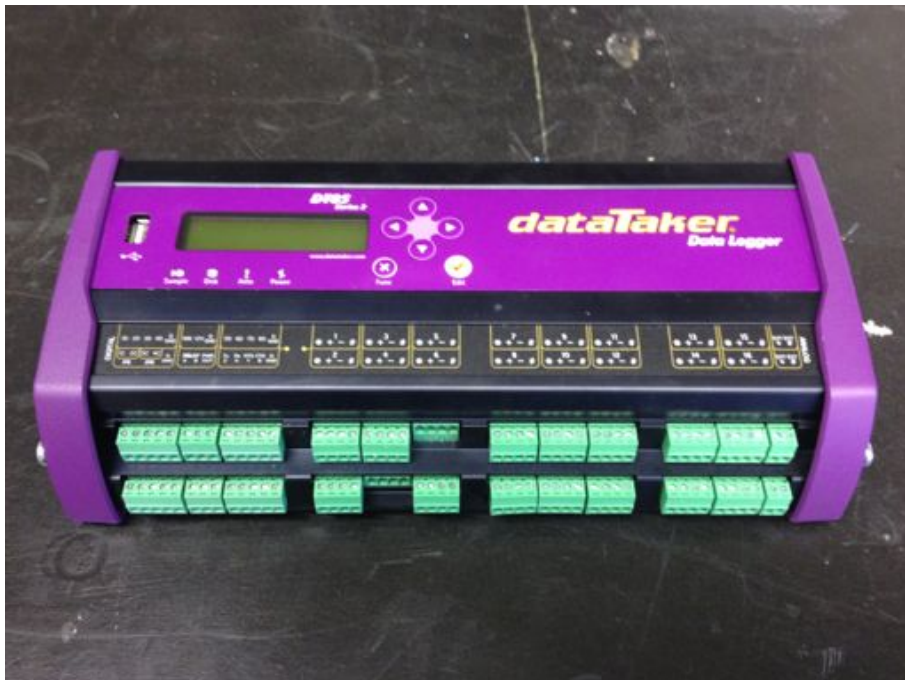


Figure 14. The data logger used in the experiment: a dataTaker model DT85, Series 2.

4.2. Acetic acid

Measurements of the acetic acid gas concentration in the air in the tunnel, caused by the evaporation of liquid acetic acid as described in 2.3 Introduction, was made throughout the whole experiment in order to ensure that the Swedish Work Environment Authority's (2005) level of short time exposure was not

exceeded. The measurements were made manually with an accuro Gas Detection Pump, manufactured by Dräger (see Figure 15), at several locations in the tunnel every three-hour period of the experiment.

In summary, the process of measuring the gas concentration of acetic acid begun with the breakage of both tips of a test tube, see Figure 16. The tube was then inserted tightly into the pump, which was compressed three times. After approximately 30 seconds a yellow discoloration of the tube content was distinguishable, and the length of the discoloration was noted. The principle of reaction in the test tube is described below:

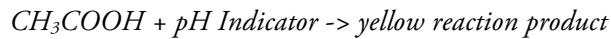


Figure 15. The gas pump used in the experiment to measure the gas concentration of acetic acid: an accuro Gas Detection Pump, manufactured by Dräger.



Figure 16. A test tube identical with the ones that was used to measure the gas concentration of acetic acid in the experiment.

4.3. Video recording

Each evacuation of the tunnel was documented with a video camera, and digitally recorded onto a memory card. Due to the confined visibility inside the tunnel, caused by both the smoke and the low level of lighting, a thermal imaging camera was used in the experiment, more specifically an Evolution 5600 produced by Mine Safety Appliances. A picture of the camera is shown in Figure 17, and the technical specifications are presented in Table 3.



Figure 17. The thermal imaging camera used in the experiment: a MSA model Evolution 5600. Photo: MSA Nordic.

Table 3. Technical specifications of the thermal imaging camera used in the experiment.

Detail	Specification
Detector	Uncooled Microbolometer Vanadium Oxide (VOx)
Array format	120 x 120
Pixel size	38 μm
Spectral response	7.5 to 13.5 μm
Video output	NTSC
Frame rate	30 Hz
NE Δ T	≤ 85 mK (in high sensitivity)
≤ 350 mK (in low sensitivity)	
Scene temp range	560 $^{\circ}\text{C}$

Due to safety reasons, a fire fighter was always present in the tunnel during the experiment. In addition, the fire fighter was responsible for the operation of the thermal imaging camera, and recorded the movement of each participant in the tunnel. Most often, as illustrated in Figure 18, the participants followed one of the tunnel walls during the evacuation. The fire fighter then walked sideways on the opposite side of the tunnel, and filmed the profile of the participant from a 90-degree angle. This was done in order to enable an analysis of the participants' movement speeds, without interfering with the evacuation. The same method was used if a participant instead of following one of the tunnel walls choose to walk in the middle of the tunnel, but the distance between the fire fighter and the participant was then consequently reduced. If a participant decided to switch from one of the tunnel walls to the other, the fire fighter circled the participant, and tried to keep the same radial distance to the participant, see Figure 19. Due to the low visibility and the distance kept between the fire fighter and the participant, the participant could never see the fire fighter in the tunnel during the evacuation.

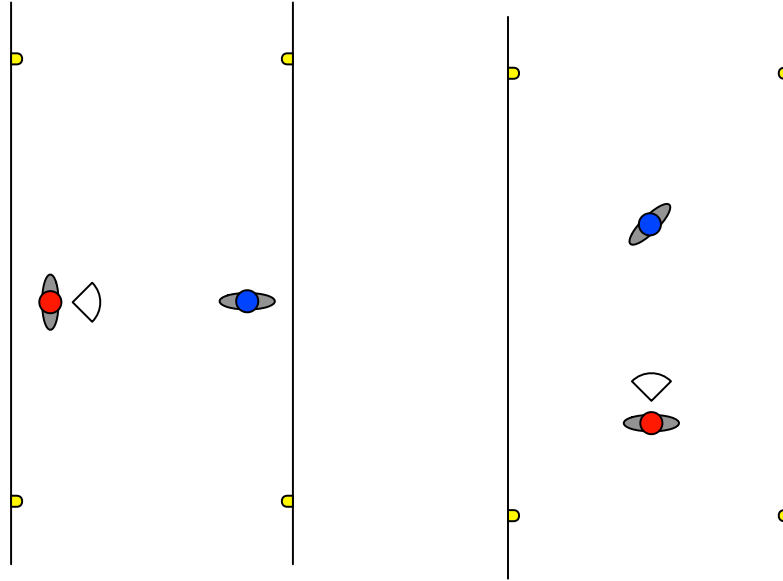


Figure 18. In most cases, the fire fighter (red head) filmed the participants (blue head) from the other side of the tunnel. The yellow dots indicate the lights on the emergency signs.

Figure 19. If a participant decided to switch from one side of the tunnel to the other, the fire fighter (red head) circled the participant, keeping a fixed radial distance to him/her.

The analysis of the participants' movement speeds inside the tunnel was made possible due to the fact that heat generated by both the participants and the lights on the emergency signs were distinguishable on the thermal imaging camera recordings. In addition, the distance between two emergency signs were known to be eight metres. A picture from one of the video recordings, in which both participant and light is discernible, is shown in Figure 20.



Figure 20. A snapshot from one of the video recordings of a participant walking in the tunnel. Just to the right of the participant, a light (installed on an emergency sign) is distinguishable as a small grey dot.

4.4. Questionnaire

After each participant had evacuated the tunnel, he/she had to fill out a questionnaire consisting of a total of 26 questions, divided into four parts. The questionnaire included both close-ended questions, i.e., yes/no, multiple choice or scaled questions, and open-ended questions, i.e., questions in which the participants were asked to write freely. A full version of the questionnaire is presented in Appendix 5: Questionnaire.

The first part of the questionnaire included questions related to general information about the participant, e.g., gender, age, height and previous experience of both travelling and emergencies in underground transportation systems. In summary, the main purpose of the first part was to extract information about the participants to be used in the analysis of the data.

The second part of the questionnaire included questions explicitly related to the evacuation of the tunnel, such as the perceived degree of realism of the experiment, the perceived ability to evacuate had it been a real fire, and evacuation techniques or strategies. Among the reasons for including these questions were:

- To validate the data obtained in the experiment.
- To identify the most common evacuation behaviours, strategies and techniques.
- To identify which senses the participants relied on the most during the evacuation.
- To identify what type of information the participants' would require (and appreciate) in a real evacuation.

The third part of the questionnaire included questions linked to the technical installations, and the perceived benefit of these, as well as other installations during an evacuation of a tunnel. First, the participants were asked if they at all had noticed any of the following installations: (1) the emergency exit, (2) the emergency signs, and (3) any other installations, such as flashing lights, sound or hand rails. Then, the participants were asked about the perceived benefit of these installations, and asked to rate them on a ten-graded scale. As a final question, the participants were asked to freely describe how they would have liked technical installations to be designed in order to facilitate evacuation of a tunnel. It was emphasized that they included information of which properties that would be most important. The main purpose of the questions in the third part were to find out:

- If the participants at all had noticed any of the technical installations in the tunnel.
- The benefit of these (and other) technical installations.
- The most important aspects in terms of design of new technical installations.

In the fourth and final part of the questionnaire, the participants were asked questions related to the participants' feelings and experiences during the evacuation of the tunnel, e.g., physical and psychological feelings. Among other things, the participants were asked to rate on a ten-graded scale how stressed, afraid, disorientated, etc., they had been during the evacuation. Furthermore, they were asked about their feelings of participating in this type of evacuation experiment, and if they were afraid to get hurt during the experiment. The fourth part was included mainly due to an ethical point of view, as a recommendation of what and what not to include in future evacuation experiments.

In order to ensure the reliability and validity of the questionnaire, a framework suggested by (Foddy, 1993) was adopted during the development of the questions that were included in the questionnaire. In addition, care was taken during the formulation of the questions to make sure that the topic of each question had been clearly defined, that the questions were relevant for the purpose of the study, that the questions were not biased, and that the risk of misinterpretation was minimal.

4.5. Interview

In addition to the documentation of each participant's evacuation of the tunnel on video, and the documentation of each participant's experiences of their evacuation in a questionnaire form, individual interviews were also performed with 65 of the participants. During these interviews, the participants were shown the video recording of their evacuation of the tunnel on a computer screen. The purpose was to collect additional data to explain the observed behaviours during the evacuations of the tunnel. Thus, data on the actual evacuation was collected in a triangulating fashion, furthermore strengthening the reliability of the results.

The interviews were always performed after a participant had finished filling out the questionnaire in order to avoid biasing their answers in the questionnaire, i.e., all participants had the same prior knowledge before answering the questionnaire, independent of whether they took part in the interview or not. During the interviews, a researcher (always the same) began by explaining that he would show the video recording of the participant's evacuation of the tunnel. Furthermore, the researcher informed the participant that he, during the video demonstration, would ask the participant a number of questions related to the evacuation, e.g., why the participant had moved in a certain way, or why the participant had behaved as he/she did at a certain point in the tunnel. The participant was also informed that the interview was recorded on tape.

The interviews were semi-structured, which meant that the prepared questions could be changed or modified during the interview in order to adapt to the participant's answers. In addition, the order of the questions were not fixed, but changed between the interviews depending on the behaviour that was observed on the video recording. A full version of the interview template is presented in Appendix 10: Interview template.

5. Procedure

The evacuation experiment was carried out on three days in 2011, more specifically on 30-31 May and 1 June. During these days, the weather was sunny, with little wind and clouds, and no rain. The day temperatures are illustrated in Table 4 (SMHI, 2013). The procedure that each participant went through during his/her participation is, in summary, illustrated in Figure 21.

Table 4. The day temperature on the days of the experiment (all values in °C). TT1, TT2 and TT3 describe the temperature at 06.00, 12.00 and 18.00 respectively. TTN is the lowest measured temperature, TTX the highest measured temperature, and TTTM the mean temperature of each day.

Date	TT1	TT2	TT3	TTN	TTM	TTX
2011-05-30	13.2	20.0	18.5	11.2	16.0	20.7
2011-05-31	14.7	23.4	19.7	11.1	17.6	24.2
2011-06-01	15.7	19.2	17.4	13.7	16.7	20.3

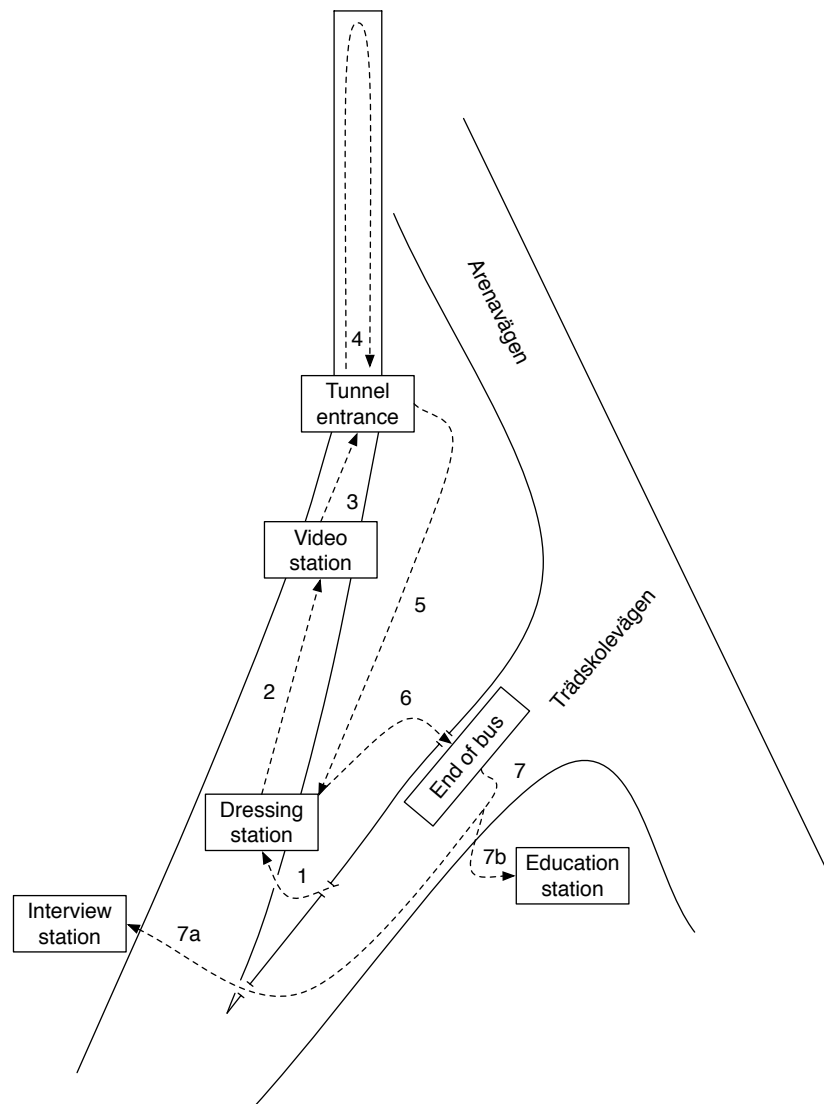


Figure 21. A sketch of the experimental site. Dotted arrows illustrate the process that each participant went through.

The days were divided into three-hour periods, and the participants arrived in groups of about ten people at the beginning of each period according to the instructions they had received in the recruitment process, see Table 5. On their arrival, the participants were assembled in the front of a parked bus in close vicinity

to the tunnel entrance, see Figure 22. The bus served as a gathering point during the whole experiment, and was divided into two sections in order to separate the participants that had performed the evacuation from the participants that had not.

Table 5. In order to test the procedure the number of participants were few in the first couple of three-hour periods.

	Time period	Number of participants [-]
Day 1	9-12	4
	12-15	9
	15-18	7
	18-21	11
Day 2	9-12	11
	12-15	12
	15-18	10
	18-21	14
Day 3	9-12	12
	12-15	10

Inside the bus, a researcher began by welcoming the participants to the experiment. At this point, the participants received instructions on procedures and safety during their stay, e.g., the different steps of the experiment, and how to act in case of an emergency or if a participant wanted to abort the experiment. The same information had been mailed to the participants a couple of weeks before the experiment, and was thus merely a repetition.



Figure 22. A bus was used as a gathering point for the participants in the experiment. Because of the good weather, the dressing station was located just outside.

When the participants had received the necessary instructions, they were selected one by one to prepare for, and participate in, the actual evacuation of the tunnel. This process began with a researcher leading a participant out of the bus to the dressing station (step 1), which was located just outside the bus, see Figure 22. At the dressing station, the participant received protective clothing, more specifically, an overall, boots, gloves and a helmet.

Having received the protective clothing, the participant were led to the video station (step 2). The video station was located just outside the tunnel entrance, namely in the back of a smaller pickup truck, see Figure 23. In the back of the truck, a researcher was seated at a table with a laptop computer. The participant took place beside the researcher, and was then shown a video film of 2 minutes and 20 seconds on the laptop screen. In the beginning of the movie, the following text was shown (translated from

Swedish): “You will now watch a shorter film sequence. This film sequence was recorded in the Stockholm metro. You do not have to try to remember any specific details.”. The video film, which had been recorded in a first person perspective, illustrated a person entering and travelling with a train that eventually came to a stop inside the tunnel. In the end, the doors of the train opened, and the film demonstrated a person leaning out of the train, looking in both directions. The screen then went dark, and the following text was shown: “The experiment begins now”. In addition, the researcher in the truck told the participant that he/she should imagine that it was him/her in the video film, and that he/she should try to find a way to safety when in the tunnel.



Figure 23. The video station was located in the back of a smaller pickup truck, just outside the tunnel entrance.
Photo: Rita Fahy.

After the participant had watched the film sequence he/she entered the tunnel through the tunnel entrance together with the fire fighter (step 3), see Figure 24. As described above, the fire fighter recorded the evacuation with a thermal imaging camera, and was also present due to safety reasons, e.g., if the participant wanted to abort the experiment. The participant was led to the first emergency sign of the tunnel, counted from the tunnel entrance, and then left approximately 2-3 metres in front of the sign before being told to initiate evacuation. Whether the participant started on the left or the right side of the tunnel was dependent on the experimental scenario, see 6 Scenarios. A hypothetical distance of 268 metres pointing towards the tunnel entrance was printed on the first emergency sign in order to encourage the participant to move deeper into the tunnel, i.e., towards the nearest exit according to the signage (160 metres).



Figure 24. The fire fighter leading one of the participants into the tunnel.

The actual evacuation of the tunnel ended either when the participant found and tried to exit through the emergency exit, or when the participant reached the end of the tunnel (and consequently missed the emergency exit). Due to the fact that the tunnel only had one entrance, the participants had to return to the tunnel entrance for fresh air after having performed the evacuation (step 4). The participant was led back to the tunnel entrance by the fire fighter. At the tunnel entrance, a researcher awaited the participant and then led him/her back to the dressing station (step 5).

When the participant had removed the protective clothing, he/she was led to the end of the bus (step 6). In the end of the bus, the participant was handed a questionnaire (described in 4.4 Questionnaire), and instructed to take the time needed to give as detailed answers as possible. At the same time, a researcher in the bus served the participant with coffee or tea and biscuits.

Some participants were asked to take part in an interview about their experiences during the evacuation (step 7a). The form of the interviews has been described above, and they were performed in a barrack, which is shown in Figure 25. Independent of whether the participant took part in the interview or not, he/she received a lecture (step 7b) of what to do in a fire in the underground rail transportation system together with the other participants in that three-hour period, and was also given the opportunity to test a fire extinguisher, see Figure 26.



Figure 25. The interviews were performed in the topmost barrack.



Figure 26. A group of participants taking part in the educational moment of the experiment.

6. Scenarios

The way-finding installations on the emergency exit were combined to give five experiment scenarios (the mode of all other technical installations in the tunnel were the same for all participants). In addition, the participants either started on the same side of the tunnel as the emergency exit (A), i.e., the left side, or on the opposite side (B), i.e., the right side, see Figure 27. In Table 5, a summary of the active way-finding installations for each scenario is presented, together with the number of participants in each scenario.

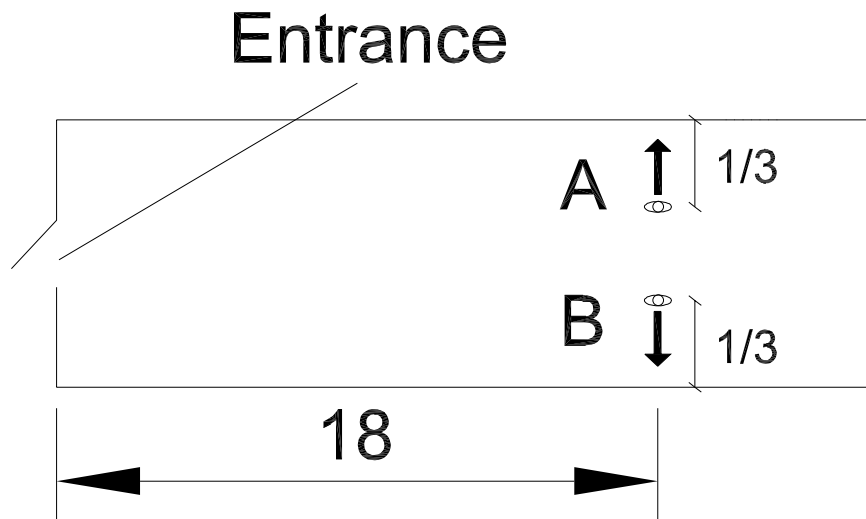


Figure 27. A sketch of the initial location of the participants inside the tunnel. The participants were led to the first emergency sign of the tunnel, and left approximately 2-3 metres in front of the sign, facing the tunnel wall.
Illustration: Enrico Ronchi.

Table 6. A summary of the experimental scenarios, corresponding active way-finding installations and initial location of the participants inside the tunnel, and number of participants in each scenario.

Scenario	Way-finding installations	Initial location	Number of participants
1	2	A	12
		B	12
2	2, 3	A	10
		B	10
3	1, 2, 5, 6	A	10
		B	16
4	2, 4	A	10
		B	14
5	1, 2, 3, 5, 6	A	0
		B	6
			100

Due to limited amount of both resources and participants, not all combinations of the way-finding installations on the emergency exit were able to test in the experiment. Panel discussion with researchers from the Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety at Lund University, and the Department of Civil Engineering at the Technical University of Denmark, were therefore carried out before the experiment to find five emergency exit designs believed to attract the most participants. The purpose was to create a set of scenarios that could be compared to each other and form a basis for design recommendations of emergency exits in rail tunnels.

The active way-finding installation in scenario 1, i.e., the backlit emergency exit sign, was selected to represent a baseline scenario. It was chosen due to its similarity with the usual design of emergency exits in regular buildings. In scenario 2, green flashing lights were added to the emergency sign in order to replicate and validate the research done by (Nilsson, 2009). Scenario 3 corresponded to a design recommendation by Trafikverket (2011a), and the purpose was to test its performance in a smoke-filled environment. In scenario 4, a loudspeaker with a combined alarm signal and pre-recorded voice message was added to the backlit emergency exit sign. It was hypothesized that especially participants walking on the right side of the tunnel, i.e., on the opposite side to the emergency exit, would have difficulties finding it in the smoke-filled environment, and that a combined alarm signal and pre-recorded voice message would facilitate their way-finding. Finally, scenario 5 corresponded to a so-called “Christmas tree” design, in which all way-finding installations except the loudspeaker were active. The reason was to test whether or not the concept of as much light as possible would increase (or decrease) the usage of the emergency exit.

7. Ethics

All research that aims to study the physical and/or psychological effects of human participants must undergo a review by a regional ethics board in Sweden (Utbildningsdepartementet, 2003). Due to the layout of the present experiment, the present study was reviewed and approved by the regional ethics board in Lund. Among the ethical issues that were discussed (and met) in the application, the following are deemed to be of most interest. Discussions were, however, also made about the benefits vs. risks on both an individual and a societal level.

7.1. HAD

In order to exclude individuals suffering from anxiety and/or depression in the experiment, all participants had to undergo a so-called Hospital Anxiety and Depression (HAD) test (Zigmond & Snaith, 1983), see section 2.6. Only those participants that received an enough low score on both anxiety and depression were allowed to take part in the experiment.

7.2. Informed consent

All participants that passed the HAD-test received written information that explained the background and aims, and also a description, of the experiment, see Appendix 4: Participant information. It was made very clear that participation in the experiment was voluntary, and that it could be terminated at any time without withdrawal of the compensation for participation. Together with this information, an informed consent form was included, which the participants had to sign before taking part in the experiment.

7.3. Oral information

The written information was repeated upon arrival to the experimental site. It was communicated to the participants in groups of about ten people at a time. In addition, the safety instructions were repeated to the participants just before they entered the tunnel to begin their evacuation. Again it was emphasized that their participation was voluntary, and that they could abort the experiment at any time by signalling to the fire fighter in the tunnel.

7.4. Minimization of physical injuries

The tunnel was swept several times during the preparation and installation of technical installations in order to ensure that no spikes or other obstacles in the walls could hurt the participants during their evacuations. The concentration of acetic acid was also checked during a test run in order to make sure that it was kept below the threshold for short-term exposure specified in the Swedish legislation (Swedish Work Environment Authority, 2005). Furthermore, measurements of the concentration of acetic acid in the air were done continuously throughout the whole experiment.

The participants were also given protective clothes as a measure to reduce physical injuries. More specifically, they were given an overall, boots, gloves, and a helmet in order to reduce the consequences of a fall or a collision. Furthermore, a fire fighter was always present during their evacuations of the tunnel. The fire fighter observed the participants through the thermal imaging camera and could at any time intervene if the participants showed any signs of anxiety, signalled that they wanted to abort the experiment, or if they behaved in a potentially dangerous way.

7.5. Insurance

All participants were insured during the experiment, and also to and from the experimental site. They were informed that they would receive financial compensation and reimbursement of medical costs in case they got injured in the experiment.

7.6. Follow-up

Two months after the experiments, all participants were contacted by telephone in order to check if they had suffered any injuries or discomforts as a result of their participation in the study. It was possible to get

hold of 90% of the participants (after three attempts). None of the contacted participants reported any injuries or discomforts in the follow-up interviews. On the contrary, many expressed their gratitude for having been allowed to participate in the experiment.

8. Analysis

All the data that was collected in the experiment was analysed with the purpose to present detailed results on walking speeds, behaviours and exit choice, as a function of the physical environment in the tunnel. In the following sections, the data analysis techniques are described.

8.1. Smoke density

Two data loggers (described in 4.1 Smoke) registered the voltage for the receiver over a resistance of 10 k Ω every twentieth second of the experiment. In addition, a reference value of the voltage for the receiver was measured for tunnel environment without any smoke. Together, these values were used to calculate the smoke density, and in turn the visibility, in the tunnel every twentieth second of the experiment. In turn, the result was used to derive mean estimations of the visibility during each participant's evacuation.

In the initial phase of the analysis, it was discovered that the extinction of the laser beam in the experiment did not linearly correlate to the reduction of voltage measured over the receiver. As an example, a 50% extinction of the laser beam (due to the smoke) did not reduce the registered voltage over the receiver with 50% compared to the reference value without any smoke. Therefore, a calibration and interpretation of the actual extinction as a function of the measured voltage over the receiver was derived with help from a number of glass filters with known transmission coefficients¹. The methodology of this process is described in Appendix 11: Light extinction coefficient calibration, and the derived equation for calculation of the light extinction coefficient in the experiment is presented below.

$$C_s = -\frac{1}{L} \cdot \ln \left(1 - \left(3.233 \cdot 10^{-3} \cdot e^{33.4 \cdot \left(\frac{I}{I_0} \right)} + 97.48 \cdot e^{-0.08204 \cdot \left(\frac{I}{I_0} \right)} \right) \right)$$

The light extinction coefficient was used to estimate the visibility in metres during the experiment with the following equations (Jin, 2008):

$$\begin{aligned} V &= \frac{7.5}{C_s} && \text{for light-emitting signs} \\ V &= \frac{2}{C_s} && \text{for reflecting signs} \end{aligned}$$

By taking both measuring devices into consideration (Equipment 1 and 2 in Figure 3), the mean value of the light extinction coefficient was derived for a given time interval (the time when a participant were inside the tunnel). In other words, an average light extinction coefficient was first calculated for each measuring device for a given time interval. The mean value for the whole tunnel was then estimated by considering both averages. The following equation describes this calculation procedure:

$$C_{s,ave} = 0.5 \cdot \left(\frac{C_{s1,t1} + C_{s1,t2} + \dots + C_{s1,tn}}{n} \right) + 0.5 \cdot \left(\frac{C_{s2,t1} + C_{s2,t2} + \dots + C_{s2,tn}}{n} \right)$$

where

$C_{s,ave}$	is the average light extinction coefficient for the whole tunnel for a defined time interval
$s1$	refers to the measuring device termed Equipment 1 in Figure 3
$s2$	refers to the measuring device termed Equipment 2 in Figure 3
$t1, t2, tn$	refers to the time step being evaluated
n	refers to the number of logged measurements for the defined time interval

¹ The transmission coefficient can be explained as a measure of how much light that passes through an optical element (in this case glass filters or smoke).

² The transmission coefficient can be explained as a measure of how much light that passes through an

8.2. Video recordings

All recordings of the participants' evacuations of the tunnel in the experiment were analysed with the purpose to reconstruct the evacuation path, calculate the movement speed, document the exit choice, and to register typical behaviours of each participant. The data was registered into a large spreadsheet, which enabled the final analysis of, among other things, movement speeds and occurrence of evacuation behaviours.

Different factors contributing to the estimation of each participant's position during the passage of time was taken into consideration in the analysis, especially (1) the position of the fire fighter who was filming each evacuation (see Figure 18), and (2) the position of the participant in relation to the emergency signs, which could be seen on the thermal imaging camera due to the heat that was generated by the lamps. Furthermore, if a participant changed his/her direction of travel, the position inside the tunnel was estimated by calculating the number of steps that the participant took. The distance between the participant and the tunnel wall was furthermore used as additional information to estimate the participant's position inside the tunnel.

As a starting point in the factors listed above, CAD-drawings were produced to register the walking path of each participant, see Appendix 13: Walking paths. The drawings were then used to reconstruct the movement pattern of each participant, i.e., the position of the participant inside the tunnel during the evacuation. The drawings also included information of every change of walking direction, behaviour, type of floor material, and tunnel inclination. This information was coupled with the participant's behaviour, i.e., the CAD drawings also included information on when and where inside the tunnel the participant performed a certain action. Hence, the final drawing enabled a derivation of information about each participant's movement speed and position inside the tunnel as a function of time.

The video recordings were also used to document the behaviour of each participant, e.g., walking and way-finding behaviour, use of visual and tactile information, and positioning of the hands. Furthermore, the type of walking posture that a participant adopted was derived by analysis of the position of the body in comparison with the emergency signs. As the height of the emergency signs was known to be approximately one meter, it was possible to estimate the position of the different parts of each participant's body in comparison with the reference of one meter from the ground.

8.3. Questionnaires

Collected questionnaire answers were manually entered into a large spreadsheet, in which the columns represented the questions of the questionnaire, and the rows the participants' answers to each question. The raw, unprocessed, data is presented in Appendices 6-9. In the analysis of the material, each question was treated individually and a colour-coding scheme was used to sort the answers that were of the same type or category. The purpose of the analysis was to find and add data to support the findings of the video recordings and the interviews.

8.4. Interviews

All interviews were manually transcribed with automatic transcription of the audio recordings, using Transcriba Version 2.016 (2.016) for Mac OS X. Each interview was transcribed into a separate text document, and then imported to TAMS Analyzer version 4.41b3ah (4.41b3ahs) for Mac OS X. TAMS stands for Text Analysis Markup System, and is a computer software for identifying themes in texts. It was used to code and process the contents of the interviews. The main purpose was to find and add data to support the findings of the video recordings and the questionnaire, and the interviews were coded based on the codes and sub categories in Table 7. Note that the codes and sub categories could be combined in any way in searches for a specific content. As an example, a defined search could be: Behaviour > Exit & Scenario 1B, e.g., interview statements related to behaviour at the exit in scenario 1B.

Table 7. The transcribed interviews were coded in TAMS Analyzer with the following codes and sub categories.

Code	Sub categories	Description
Behaviour	Exit, hands, tactic movement, tactic orientation, walking	Interview statements related to behavioural aspects.
Distance	Wall	Interview statements related to the distance to one or both tunnel walls.
Feelings		Interview statements related to physical or psychological feelings.
Floor material		Interview statements related to the floor material.
Initial events		Interview statements related to the initial events of the evacuation.
Installation	Exit bad, exit design recommendations, exit good, exit observed immediately, exit observed later, tunnel bad, tunnel design recommendations, tunnel good, tunnel observed immediately, tunnel observed later	Interview statements related to the technical installations in the tunnel or on the emergency exit.
Reality		Interview statements related to reality.
Scenario	1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B, 4A, 4B, 5A, 5B	Interview statements related to a specific scenario.
Smoke		Interview statements related to the smoke.
Visibility	Exit, feet, hand	Interview statements related to the perceived visibility.

8.5. Statistics

In general, a large number of statistical methods are available for treatment of experimental data. Often, they are used to demonstrate observed differences, and to illustrate findings, in a test sample. Typically, a distinction is made between parametric and non-parametric methods. In the report, both have been used and are in general described below. Only brief descriptions are given, and the interested reader is referred to other publications for more information, see for example (Körner & Wahlgren, 2002).

8.5.1. SPSS

IBM SPSS Statistics Version 20 for Mac OS X was used for the statistical analysis of the data collected in the evacuation experiment. The software was used for both graphical illustrations and hypothesis testing for differences in the data sample. Independent of the statistic method used (parametric or non-parametric), the null and alternative hypothesis was always defined in the same way. In the report, the null hypothesis is always that no difference exists between the populations being tested. Furthermore, the hypothesis tests were always performed at the 5th percent level of significance ($p = .05$).

8.5.2. Parametric methods

Parametric statistic methods require that the data is normally distributed, or that it can be assumed to be approximately normally distributed, according to the central limit theorem (Körner & Wahlgren, 2002). Furthermore, parametric statistic methods require that the data (at least) follows an interval scale, i.e., that the data points can be ranked, and that distances between adjacent points on the scale are equal. An example of an interval scale in general is temperature scale in degrees Celsius, where 25°C is 10°C warmer than 15°C, and 35°C is another 10°C warmer than 25°C. The requirements of parametric methods enable the data sample to be expressed as mean values with standard deviations. Furthermore, the parametric methods allow the data to be presented as confidence intervals.

In the present experiment, the number of participants, i.e., the number of observations, was 100. Thus, the data can be assumed to be normally distributed according to the central limit theorem. Furthermore, many observations were done on an interval scale. Examples are demographic data, such as age and height, which were collected in the questionnaire. Furthermore, data on, for example, smoke density, and

movement speeds fulfil the requirement. In these cases, the data is presented as mean values with standard deviations, and often also confidence intervals. When comparisons are made, parametric statistic methods are used to quantify whether or not a difference is statistical significant. One of the most frequently used methods in the report is the Student's t-test.

8.5.3. Non-parametric methods

As for observations on an interval scale, data on an ordinal scale can be ranked. However, the relative size, i.e., the difference between the data points, cannot be measured. In other words, the distances between adjacent points on the scale are not equal. Much of the data that was collected in the questionnaire follows an ordinal scale. A typical example is when the participants' were asked about their opinion, and to provide their answer on a scale from 1-10. In those cases, it is not believed that the participants have answered the questions believing that "2" is twice as big/much as "1".

For data on an ordinal scale (or lower) it is not deemed valid to present the data with mean values and/or standard deviations. Instead, the data is typically expressed as modes, i.e., most frequently appearing values, medians and percentiles. Graphic illustrations are most often made in bar plots or in box plots. Interpreting bar plots are relatively straightforward, however, box plots are not. Furthermore, different computer programs draw box plots differently. Therefore, the box plots in the report should be interpreted in the following way:

- The line inside each box is the sample median, i.e., the 50th percentile of each sample.
 - Half of the data points in the sample have a value greater than the median, and half have a lower value.
- The tops and bottoms of each box are the 25th and the 75th percentiles of the samples.
 - Twenty-five percent of the data points in the sample have a value below the 25th percentile.
 - Twenty-five percent of the data points in the sample have a value above the 75th percentile.
- The lines extending above and below each box are the T-bars, i.e., the whiskers, and represent the sample minimum and maximum, excluding the extreme values, i.e., the outliers.
 - The whiskers extend 1.5 times the height of the box, or to the minimum/maximum value if there is no data point in the sample that are in that range.
- The distances between the tops and the bottoms of each box are the interquartile ranges.
- The "o" are the outliers, i.e., sample values more than 1.5 times the interquartile range away from the top or bottom of each box, so called extreme values. Extreme outliers, i.e., data points in the sample that are more than three time the height of the boxes, are illustrated with "*".

A number of non-parametric statistic methods exist for testing of differences. In the report, Mann-Whitney U Test is used for comparing data between two populations, e.g., for comparing if there is a difference in opinion between men and women.

9. Results

In the following sub-sections, the results of the evacuation experiment are presented. The section includes both qualitative and quantitative observations, often in combination. All quotes and other reproductions of questionnaire and interview answers have been translated to Swedish. Due to an error, which occurred during one of the evacuations, only 99 participants were included in the analysis of the video recordings. Furthermore, a technical problem that occurred in another of the evacuations permitted only half of the video recording to be analysed. Consequently, the results for these two participants have not been included in all sections below.

9.1. Participants

All one hundred participants that took part in the experiment were required to answer a questionnaire about their experiences inside the tunnel once they had evacuated it. The questionnaire also included an introductory section (part 1) with general questions related to the participant's age, gender, height, if the participant was left- or right-handed, and participant characteristics related to the subway, such as travelling experience. This information is presented in the following sections; whereas information related to the actual evacuation experience is presented in other sections below, see 9.7 Psychological and physical experiences. The full version of the questionnaire (in Swedish) is presented in Appendix 5: Questionnaire, and the participants' answers in the first section of the questionnaire are reproduced (in Swedish) in Appendix 6: Questionnaire answers, part 1.

9.1.1. Characteristics

Of the 100 participants that took part in the experiment, 56 were men and 44 were women. Their ages ranged from 18 to 66 years, with an average of 29.4 years (std. = 10.2 years). The height of the participants varied from 153 to 198 centimetres, with an average of 175 centimetres (std. = 9.3 centimetres), and 83 of the participants reported that they were right-handed. Consequently, 17 participants stated that they were left-handed. In Table 6, a detailed summary of the participants' age, height and preferred hand are presented per gender and for all.

Table 8. A detailed summary of the participants' age, height and preferred choice of hand.

	Age [years]				Height [cm]				Preferred hand	
	Mean	Min	Max	Std.	Mean	Min	Max	Std.	Right	Left
Men	30.1	18	66	10.5	181	167	198	6.2	45	11
Women	28.6	18	64	9.9	168	153	186	6.9	38	6
All	29.4	18	66	10.2	175	153	198	9.3	83	17

9.1.2. Travelling experience

It was concluded that the majority of the participants at the time of the experiment were familiar with travelling with the underground railway (question 5). In total, 89 of the participants stated that they used the metro once, or more than once, every week, see Table 9. Only one participant stated that he travelled with the metro less than once every month.

Table 9. The participants' underground railway travel frequency.

Frequency	Participants [no.]
Several times a week	78
About one time per week	11
About one time per month	10
Less than one time per month	1
	100

9.1.3. Experience of walking on rail tracks in tunnels

Almost a fourth of the participants, namely 22 people, stated that they on at least on occasion before the experiment had walked on the tracks in an underground rail transportation system or a tunnel (question

9). The majority stated that the reason they had done so was related to stupidity (e.g., that one had been young and walked on the tracks because it was considered as cool), no real apparent reason, and curiosity. Six participants explained that their experience of walking on the tracks was work related, and a few that it was related to an educational course they had attended. Three participants mentioned that they had visited the tracks in order to collect others or their own belongings, e.g., a dropped telephone. Although a rather large proportion of the participants reported having previous experience of walking on the tracks, the participants' answers suggest that only a few had been walking longer distances on the tracks. Furthermore, the time elapsed since they had done so was long at the time of the experiment.

9.1.4. Information and knowledge about what to do in a fire

Only thirteen participants stated that they on at least one occasion had received information on what to do in case of a fire in the underground rail transportation system (question 6). Seven of these explained that they had retrieved the information from information signs installed either onboard the trains or at the stations. Two of the participants mentioned that their knowledge of what to do in case of fire were work related; more specifically, one participant had worked as a ticket collector for Stockholm Public Transport in the underground rail transportation system, and one participant was at the time of the experiment currently working as an engineer involved in societal planning, infrastructure and tunnels.

More than half of the participants, namely 59 people, stated that they on at least one occasion had thought about the fire safety in the underground rail transportation system (question 7). It is, however, quite clear that many of the participants were uncertain of what to do in a fire situation. The majority mentioned having thought about the fire safety in terms of evacuation, e.g., the possibility to evacuate, how to evacuate, where to evacuate, evacuation in certain situations, and organizational concerns related to an evacuation. Nine participants explicitly mentioned that they had thought about the electrical rail in relation to fire safety, i.e., whether or not the electric rail would be a problem during an evacuation, how to behave in order to avoid the electric rail, and what cables one could touch without the risk of getting electrocuted. Behavioural aspects related to the fire safety was also mentioned by some participants, e.g., if and how panic would affect an evacuation, how a whole train full of people would react in a fire situation, and how other people suffering from reactions due to shock should be treated. Other topics that were mentioned by the participants were related to the effects of a fire (e.g., irritational effects of a fire, temperatures during a fire, and if and how the fire venting would work during a fire), orientation (e.g., that a participant stated having looked for exits, emergency phones, etc. in the tunnels during travel as a preparation), and safety organization (e.g., the owner and/or operators competence to handle and prevent a fire situation).

9.1.5. Previous experience of evacuation in tunnels

Two participants mentioned that they, before the experiment, had been part of a real evacuation of the underground rail transportation system (question 8). The details, as stated by both participants in the questionnaire, are quoted below:

It was during a fire at the station Västra stationen [in Stockholm Metro, author's comment], and all passengers that were located at the northbound platform of the station Stadshagen were forced to evacuate. The passengers had to move to the supplementary busses. I was there, and I was a relatively inexperienced traveller, and I think that the support from staff was deficient.

Participant 55

I was about to take the green line, number 2, from the central station to Frescah (the University) [in Stockholm Metro, author's comment]. We [the passengers, author's comment] were at the platform when a fire fighter came running and murmured, rather than yelled: "Get everybody away from the platform". Apparently, there was smoke developing that we never observed, and neither can I remember that it was in the newspaper.

Participant 97

9.2. Visibility and concentration of acetic acid

The derivations of the light extinction coefficient (LEC) are graphically illustrated in Figure 28, Figure 29 and Figure 30. Detailed information on minimum, maximum and mean values of the light extinction coefficient are in addition presented in Table 8. The bumps that can be distinguished in the figures are recordings of when the tunnel was refilled with smoke. As can be seen, data on the light extinction coefficient are missing from the device located at Equipment 1 (Figure 3) on the first day of the experiment, and from the device located at Equipment 2 during the last three hours on the third day of the experiment. The reason was that two participants walked into the measuring devices during their evacuations of the tunnel, which caused the laser beam to miss the receiver. This was unfortunately not discovered until after the experiment was ended.

Considering all available measurements of the light extinction coefficient, at both locations in the tunnel, the mean light extinction coefficient for the whole experiment was 2.22 m^{-1} , with a standard deviation of $.55 \text{ m}^{-1}$. This corresponds to a mean visibility of approximately 0.9 metres for reflecting signs, and 3.4 metres for light-emitting signs. The mean gas concentration of acetic acid was 4 ppm during the experiment, thus well below the Swedish Work Environment Authority's recommended level of short time exposure.

Derivations of the mean light extinction coefficient were also carried out for the time interval each participant was inside the tunnel. This data is available in Appendix 12: Light extinction coefficient per participant, and is used in future analyses, see 9.5.2 Smoke density and individual characteristics.

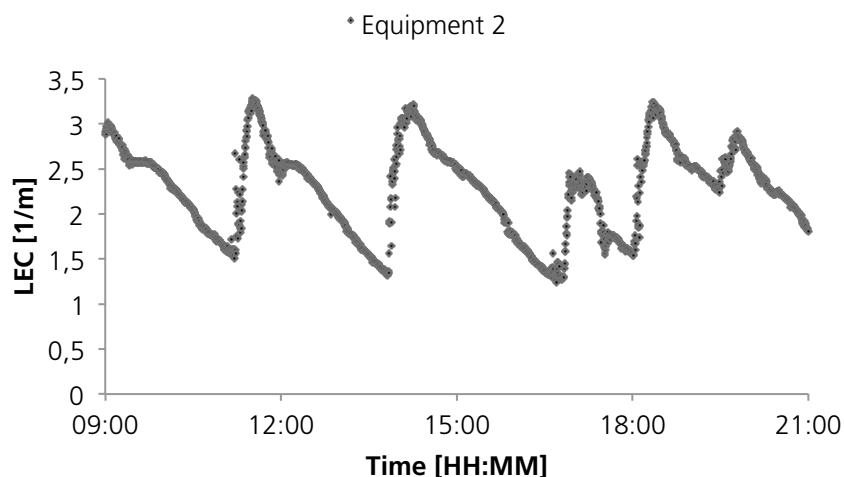


Figure 28. The derived light extinction coefficient (LEC) during day 1 of the experiment.

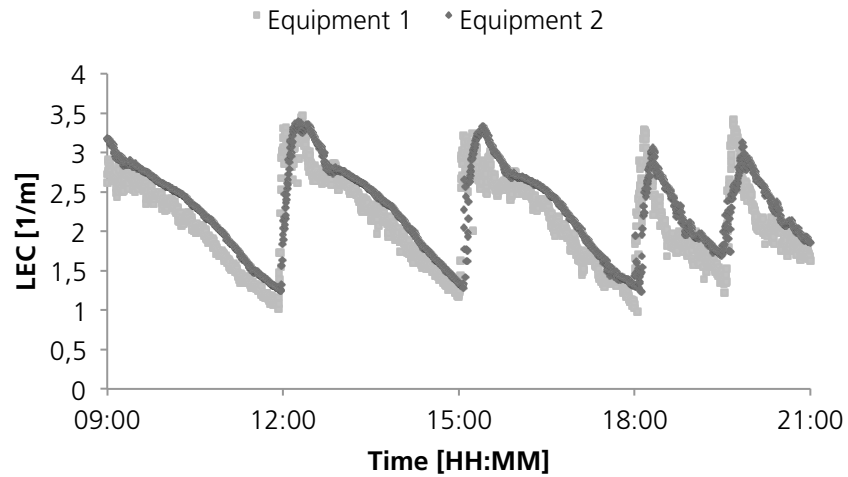


Figure 29. The derived light extinction coefficient (LEC) during day 2 of the experiment.

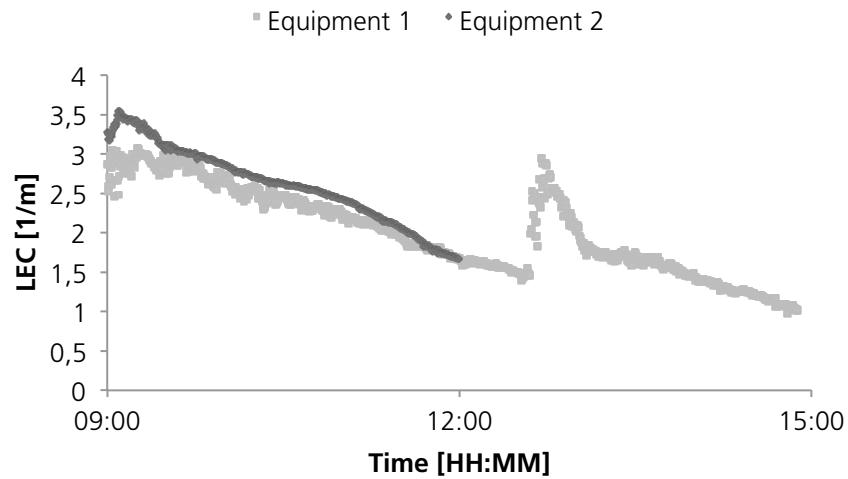


Figure 30. The derived light extinction coefficient (LEC) during day 3 of the experiment.

Table 10. Detailed information of the light extinction coefficient derivations for all days.

Day	Time	LEC, Equipment 1 [m^{-1}]				LEC, Equipment 2 [m^{-1}]			
		Min	Max	Mean	Std.	Min	Max	Mean	Std.
Day 1	09-12	-	-	-	-	1.51	3.28	2.39	.46
	12-15	-	-	-	-	1.32	3.22	2.30	.52
	15-18	-	-	-	-	1.24	2.52	1.91	.38
	18-21	-	-	-	-	1.54	3.25	2.49	.34
Day 2	09-12	1.02	3.07	2.02	.55	1.24	3.18	2.23	.55
	12-15	1.18	3.46	2.25	.59	1.35	3.39	2.42	.57
	15-18	1.06	3.25	2.12	.57	1.28	3.33	2.28	.60
	18-21	.98	3.42	2.08	.46	1.23	3.13	2.26	.40
Day 3	09-12	1.66	3.11	2.40	.39	1.67	3.54	2.61	.49
	12-15	.97	2.95	1.61	.38	-	-	-	-

9.2.1. Perceived visibility

In the questionnaire (question 15-16), the participants were asked about the visibility during their evacuations. Among other things, they were asked whether or not they had seen their own hands and/or feet while they were in the tunnel, and to estimate the visibility in metres. The latter is presented in

Appendix 12: Light extinction coefficient per participant, and was compared to the measured visibility for reflecting signs.

In total, 72 participants stated that they had been able to see their own hands in front of their body during the evacuation. Only 23 participants said that their feet had been visible. The visibility in metres, as reported by the participants in the questionnaire, did almost exclusively exceed the measured visibility for reflecting signs, see Table 11. This is illustrated as a histogram in Figure 31. A paired sample T-test showed that the difference was statistical significant ($p < .05$), see Table 12. In other words, in the majority of cases, the participants overestimated the visibility during their evacuations of the tunnel. A possible explanation is that the participants made their estimations of the visibility a time after the actual evacuation, and their answers may therefore have been biased.

Table 11. Descriptive statistics on the estimated and measured visibility. Output from SPSS.

	Mean [m]	N [-]	Std. Deviation [m]	Std. Error Mean [m]
Estimated visibility	3.0650	100	3.10377	.31038
Measured visibility for reflecting signs	.9663	100	.23537	.02354

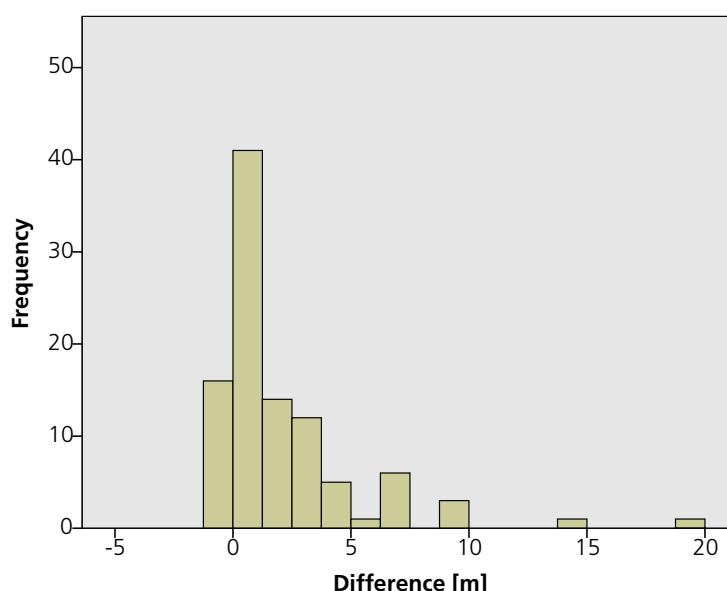


Figure 31. The difference between the estimated visibility and the measured visibility for reflecting signs. The majority of participants overestimated the visibility. Output from SPSS.

Table 12. The results of a paired sample T-test showed that the difference between the estimated and the measured visibility for reflecting signs was significant ($p < .05$). Output from SPSS.

Paired differences					t	df	Sig. (2-tailed)
Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% CI of the Difference				
			Lower	Upper			
2.09874	3.11232	.31123	1.48119	2.71629	6.743	99	.000

9.3. Behaviour, movement and orientation

I drew a parallel to how I live in Åre [a city in the northern part of Sweden, author's comment] during the winter... During the winter I ski a lot. Every now and then the weather is horribly bad, and you almost have the same poor visibility [as in the evacuation experiment, author's comment]. So actually, I thought it felt as skiing in foggy weather. Because it is a bit the same... You travel very slow and try to orient yourself. So it was... I thought it felt as it usually does when you ski in foggy weather.

Participant 68 (06:24:90)

The quotation above is reproduced from the interview with Participant 68, who compares his experiences during the evacuation to skiing in bad weather conditions. As him, many other participants were greatly affected by the dense smoke and the low level of lighting, and consequently they did not move unhindered during their evacuation of the tunnel. The video recordings enabled an analysis of the movement patterns in the tunnel, as well as the distance moved. In addition, the questionnaire and interview answers provided explanations to the behaviours and movement patterns. In this section, the three sources of data are combined in a triangulating fashion in order to present as clear and rich full results as possible.

9.3.1. Walking paths

The walking path of each participant was reproduced in a CAD file by analysis of the video recordings. The result is visually illustrated for all participants in Figure 32, in which the numbers correspond to the distance to the emergency exit as printed on the emergency signs (see Figure 5). A presentation of the walking paths for each individual scenario is given in Appendix 13: Walking paths. As can be seen, the majority of the participants walked relatively straight, most often following one of the tunnel walls during their evacuation. The reasons for this are explained in the following sections.

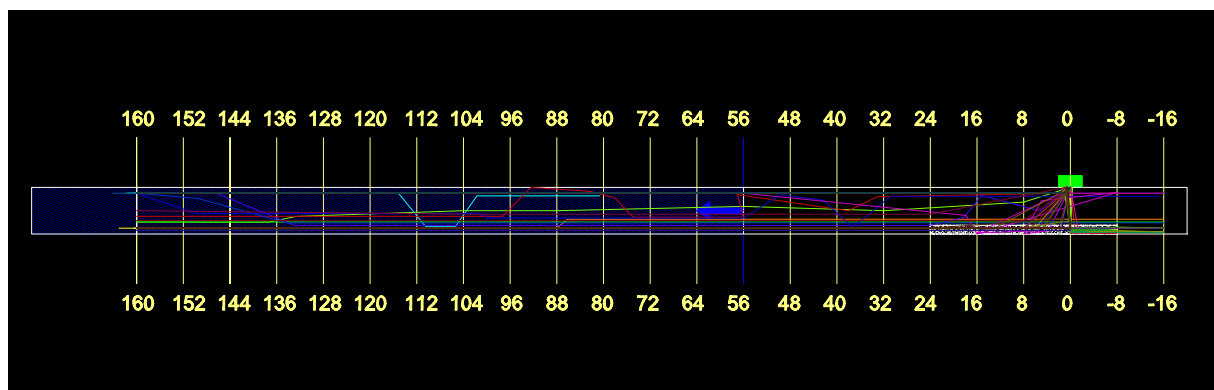


Figure 32. The walking paths of all participants in the smoke filled tunnel. Due to a recording error during two of the evacuations, these have been excluded.

9.3.2. Distance walked

In most cases, the participants walked approximately 160-180 metres during their evacuation. The distance walked depended partly on the number of turns the participant took in the tunnel, and partly on whether or not the participant evacuated through the exit or not (participants that missed the exit continued to walk for another 16 metres before the experiment was aborted). The actual distance walked was derived during the analysis of the video recordings, and compared to the perceived distance walked (question 17), see Table 13. As can be seen in Figure 33, the participants were, in general, fairly good at estimating the distance they walked during the evacuation. No statistical difference between the estimated and the derived distance walked was found, see Table 14.

Table 13. Descriptive statistics on the estimated and derived distance walked. Due to a recording error during two of the evacuations, these have been excluded. Output from SPSS.

	Mean [m]	N [-]	Std. Deviation [m]	Std. Error Mean [m]
Estimated distance walked	179.5561	98	101.81421	10.28479
Derived distance walked	163.0071	98	8.26070	.83446

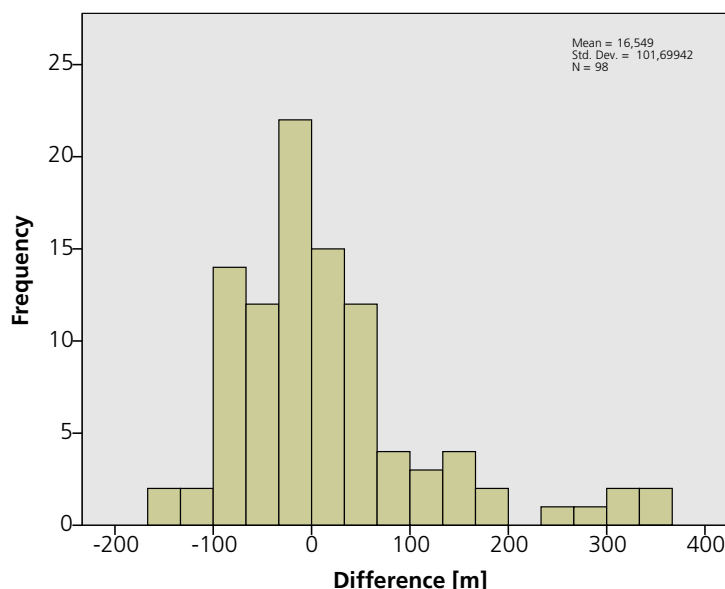


Figure 33. The difference between the estimated distance walked and the derived distance walked. The average participant overestimated the distance walked with approximately 17 metres. Due to a recording error during two of the evacuations, these have been excluded. Output from SPSS.

Table 14. The results of a paired sample T-test showed that the difference between the estimated and the derived distance walked was not significant ($p > .05$). Due to a recording error during two of the evacuations, these have been excluded. Output from SPSS.

Paired differences					t	df	Sig. (2-tailed)
Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% CI of the Difference				
			Lower	Upper			
16.54898	101.69942	10.27319	-3.84046	36.93842	1.611	97	.110

9.3.3. Initial events

The evacuation of the tunnel was initiated at the same time the fire fighter let go of the participant, as described above. Depending on the scenario, the participant initiated the evacuation on either the left (A) or the right (B) side of the tunnel, approximately 2-3 metres from the wall, turned towards it. In most cases, the complete dark and smoke filled tunnel made the participants either move forward to the closest wall, and/or start to look for a point of orientation. Most often, the light from the first emergency sign caught the interest of the participants, which made them move toward it. In some cases, however, the participants did not see the emergency sign at first, and instead started to follow the wall for orientation. In those cases, the emergency sign was most often identified soon after, when passing the second or the third sign. The following statement by Participant 82, expressed during the interview, fairly well represents the reasoning and behaviour by most participants:

It was so dark in the beginning... So I just thought: "Well, I have to move toward a wall. To find something." And then, I saw the signs... Or I believe that I missed the first one, I think. Because I did not stop there... But I saw the second sign, and investigated what was printed on it.

Participant 82 (00:50:09)

In total, 96 of the participants stated that they had seen the emergency signs (question 19). Almost all participants answered that they had seen the emergency signs on the wall, or by the lights. Eighty-two participants stated that they had seen the signs already in the initial events of the evacuation. Thus, only four people answered that they had never seen an emergency sign during their whole evacuation. Whether or not this was true, or if the four participants may have misunderstood the question, was not determined. A possible explanation could be that they saw the lights installed on the emergency signs, but that they never identified the actual sign itself.

Some participants immediately saw that the emergency signs, or rather the light installed on the emergency signs, were installed on the left and the right side of the tunnel, i.e., on both tunnel walls. These participants tended to move to the closest wall, according to the procedure described in the previous paragraph. However, a minor proportion of this group instead started to move forward in the middle of the tunnel, orientating themselves not just against one wall, but both walls, and the discernible light sources.

Misinterpretations of the information printed on the emergency signs were very uncommon. In general, it is concluded that the participants more or less instantaneously understood that there was an exit installed deeper into the tunnel, that it was the closest one, and that they had to walk for a certain distance in order to reach it. Thus, they started to follow either the signs or the wall deeper into the tunnel. This is illustrated by the following quotation from the interview with Participant 12:

Immediately, I could see lights installed on both sides of the tunnel. But the left [emergency sign, authors comment] was the closest, and therefore I moved toward it, and saw that it said 160 metres in one direction, and a much longer distance in the direction that I had come from. So really, there was not much to think about, and I started to follow that wall, and then I followed the wall, and the lamps.

Participant 12 (00:56:23)

9.3.4. Orientation strategies

The participants adopted different strategies in order to find and maintain their orientation during the evacuation of the tunnel. In terms of signs, symbols and other indications, the majority of the participants stated that they searched for light during the evacuation. The second and third most important factors were symbols and solid surfaces. In Table 13, the participants' answers to question 12 in the questionnaire are summarized. Some participants also added (as an open answer to the question) that they had searched for the tunnel wall, which in one way is a special case of a solid surface. In addition, one participant also mentioned having searched for a handle mounted in the wall, similar to what is used in stairs.

Table 15. In general, the participants mainly searched for light, signs and solid surfaces during their evacuations.

Signs/Symbols	Participants [no.]
Sound	15
Signs	72
Light	95
Heat	4
Smell	4
Solid surfaces	50

Ninety-six participants stated that they had adopted a special strategy in order to orient themselves in the tunnel (question 13). Their descriptions correlate much to what they described doing in the initial events of the evacuation, and also what signs, symbols and other indications they reported having looked for. Most frequently, the participants followed the emergency signs to keep track in the tunnel. Many stopped between each sign to read the measurements to the closest exit in order to encourage themselves and to double check that they still were walking in the right direction. Others did not check the signs as continuously, but relied more to the light sources. More specifically, they started to look for the next light

source (approximately 8 metres in front of them) when they arrived to a sign. Having identified the next sign, they continued by walking to it and repeated the process.

Many of the participants expressed a very positive attitude towards the emergency signs; see for example the quotation reproduced from the interview with Participant 45:

[...] These lights... The illuminated distance signs, or what to call them, they were very good.

Participant 45 (08:39:03)

The participants pointed out mainly two aspects about the signs. First of all, the lights installed on the emergency signs provided the participants with a light source in the dark and smoke-filled tunnel, i.e., something to orient around. Secondly, the information on the emergency signs provided the participants with additional cues to base their way-finding decisions on. However, apart from these aspects, a great proportion also expressed that they felt a bit safer while seeing one or more lights. Participant 5, among others, mentioned this during the interview:

[...] Okay, yes. So it was reassuring to see the lights?

Interviewer (07:39:38)

Yes, indeed. I think that lights are very important.

Participant 5 (07:43:14)

The printed information on the signs, including distance markers, also seem to have achieved an encouraging effect on the participants, as they got information on how much further they had to walk. Some participants mentioned that it was good to have a constant distance between the signs, as they then approximately knew where they were, and when the next sign would appear, even if they could not see it. The importance of the signs was very clearly expressed by, for example, Participant 34:

*The emergency sign was very important. Lighting is one thing, but without the sign it is...
Actually no meaning, because then you do not even know if you are walking in the right direction.*

Participant 34 (10:08:13)

A learning effect was mentioned by a number of the participants during the interviews. Whereas many participants stopped to read each emergency sign in the beginning of their evacuation, some learned the procedure and stopped looking at each sign after a while. This was done to keep up the pace, i.e., to move as fast as possible. However, it caused some of the participants walking on the opposite side of the emergency exit (B) to actually miss the sign telling them that they were zero metres from the exit. This is described in greater detail below.

In addition to the emergency signs, another orientation strategy was to focus more on the actual tunnel wall. A great proportion explained that they followed one of the tunnel walls during their evacuation to maintain their orientation. Some choose to walk as close as possible to the wall, with their hands fixed on the wall not to lose it. Others explicitly stated that they followed the wall, but that they tried to keep a distance of some metres in order to minimize the risk of bumping into something sticking out of the wall. A few participants stated that they focused much on the floor for orientation purposes.

The participants' hands, or rather the positioning of them during their evacuation, seem to have contributed much to how they oriented. As stated above, many kept one or both hands on the wall not to

get lost in the tunnel, which is furthermore illustrated by the following quotation from the interview with Participant 56:

I keep one hand against the wall to know that I am walking in the right direction and where I am located in the tunnel.

Participant 56 (01:12:46)

Also the participants that were mainly focused on the emergency signs and/or the light sources used the wall itself for orientation purposes. It was explained as a sort of risk reducing measure. If, for example, a participant could not discern the next light, or if a light was out of function, the participant knew that by continuing forward along the wall, he or she would soon enough reach the next light. This is illustrated by the following quotations from the interviews with Participant 3 and Participant 44:

[...] So if a light would be out of function, or if it would not show, I would still have the wall to orient myself around all the time, meaning that I would always be in control. [...]

Participant 3 (01:47:64)

So I tried to stick to the wall, because... Between those passages where I could not see any lights, at least I knew that I was continuing straight forward.

Participant 44 (01:37:48)

9.3.5. Movement strategies

In general, the participants started walking deeper into the tunnel after the initial events (9.3.3 Initial events), occasionally reducing their movement speed, stopping and crouching to look at the emergency signs, before continuing again. Naturally, each participant behaved and moved individually in the tunnel. However, some general trends in terms of movement strategies were identified during the analysis of the video recordings, questionnaires and interviews.

It is obvious that the majority of the participants adopted a certain movement strategy during the evacuation. Seventy-six participants explicitly stated this in the questionnaire (question 14). The strategy was in some cases kept during the whole evacuation, or modified over time as the participant became acquainted with the tunnel environment. In addition to the analysis of the participants' walking paths, a classification was therefore made of the most frequent walking behaviours inside the tunnel. This analysis included two categories, namely walking posture and positioning of the hands. The results are presented in Table 14, in which the numbers represent percentages of the total distance walked by all participants.

Table 16. The type of walking posture and hand positioning presented in percentages of the total distance walked by all participants in the experiment.

		Hand position			Sum
		Normal	In front of body	On wall	
Walking posture	Normal	38.0%	25.7%	18.2%	81.9%
	Curved	2.7%	2.9%	12.5%	18.1%
	Sum	40.7%	28.6%	30.7%	100%

In terms of walking posture, the majority of the participants walked with an upright posture; of the total distance walked by all participants, 82% was walked with an upright posture. The category upright posture covers a number of sub-categories, initially used in the analysis of the walking posture, namely: (1)

walking straight; (2) walking sideways; (3) walking zig-zag, and; (4) walking carefully. It should, however, be noted that the sub-category “walking straight” by far was the most popular walking posture among the four sub-categories. An example of a participant walking upright is illustrated in Figure 34.

The second most preferred walking posture was a curved posture, covering the sub-categories: (1) walking curved, and; (2) crawling. Note, however, that only one participant adopted a crawling technique, and only did so for approximately 3 metres of her total evacuation path. Of the total distance walked by all participants, 18% was walked with a curved posture. See Figure 35 for an example of the curved walking posture.



Figure 34. A participant walking with an upright posture.



Figure 35. A participant walking with a curved posture.



Figure 36. A participant walking with the hands in front of the body.



Figure 37. A participant walking with both hands on the tunnel wall.

Some explanations to why almost a fifth of the total distance was walked with a curved posture are given in the questionnaire and interview answers. A number of participants mentioned that the strategy was adopted in order to avoid the smoke, and consequently the negative effects of it. This is demonstrated by the following interview quotation, reproduced from the interview with Participant 59:

[...] Due to the fact that the smoke is so dense, I want to curl up, but at the same time, as the smoke is not warm, I tend to gradually straighten up more and more.

Participant 59 (01:12:31)

Thus, Participant 59 also mentions a learning effect, in which his posture was gradually straightened as he noticed that the smoke did not have a very irritant effect. Other participants acknowledged this as well, and additional participants stated that they would have walked with a curved posture, had the smoke been more irritating. Other explanations offered to why the participants walked with a curved posture was that

they wanted to keep their eyes at the same level as the emergency signs, that they were uncertain about the tunnel height and therefore crouched in order not to hurt their head, and furthermore that the position was adopted in order to improve the walking balance.

In terms of hand positioning, the video recordings revealed that 52% of the participants at some time during their evacuation walked with their hands in front of their body, and that 43% at some point put one or two hands on the wall. Of the total distance walked by participants, 41% were walked with a normal hand positioning, i.e., with the hands normally positioned alongside the body. Approximately 28% of the total distance walked was walked with one or both hands in front of the body, and 31% with one or both hands on the wall. Examples of the different hand positioning postures are given in Figure 36 and Figure 37.

In the previous section (9.3.4 Orientation strategies), one explanation was given as to why some participants choose to locate one or both hands on the tunnel wall, i.e., to maintain orientation. Although this was by far the most frequently given explanation, the questionnaire and interview answers furthermore add explanations to the hand positioning. Many participants explained that they kept one or both hands in front of themselves in order to avoid colliding with obstacles in the tunnel. Thus, the hand positioning was also a risk reducing strategy to minimize the risk of injury. This is fairly well illustrated by the following quotation from the interview with Participant 16:

I walked with one hand held up a little bit, like this, in case... Just so that I would feel if I hit something.

Participant 16 (01:16:74)

Other explanations as to why the participants choose to walk with one or both hands in front of themselves or located on the wall were related to balance and safety. Some mentioned that locating the hands on the wall supported their walking balance in the dark and smoke-filled environment, and others that it simply increased the perceived level of safety during the evacuation.

A number of participants mentioned that they had adopted other movement strategies during their evacuations as well. These strategies were not included in the analysis of the video recordings due to the relatively low number of observations, but are still mentioned here. A group of participants said that they used their feet to examine the tunnel floor, and the environment in front of them, during the evacuation. To avoid stumbling, a number of participants stated that they had taken long steps. However, another group of participants argued that they had instead taken small steps to avoid stumbling. Hence, there was no consensus in terms of feet movement strategy to avoid stumbling.

As mentioned above, one strategy to avoid collisions in the dark and smoke-filled tunnel was to put one or both hands up for protection. Another frequent strategy, brought up by many participants during the interviews, was to simply reduce the movement speed. The reason for doing so is fairly well illustrated by the following quotations from the interview with Participant 68:

[...] You slow down much more, so slow that it is just... So that you will know. So that you have the time to react if there would be something in front of you [that cannot be seen, author's comment]. Or if I would encounter a bracket there, then I would... I would have felt it and stopped in the step, rather than stumbling over it.

Participant 68 (06:56:10)

Yes, okay. So mainly, you reduce your walking speed?

Interviewer (07:22:36)

Yes, I try to adjust my speed in order to... To be able hit something, or proceed in there, without becoming being completely surprised.

Participant 68 (07:23:55)

9.4. Exit choice

The exit choice of each participant, i.e., whether a participant chose to exit the tunnel through the emergency exit or not, was derived by analysis of the video recordings. As it, in general, can be hypothesized that people walking on the same side of the tunnel as an emergency exit will find and use it to a higher extent than people walking on the opposite side of the tunnel, the position A_{end} and B_{end} below refers to the participants' position in the tunnel shortly before reaching the exit, see Figure 38. Thus, note that there is a distinction between the initial (as described above) and end location in the tunnel.

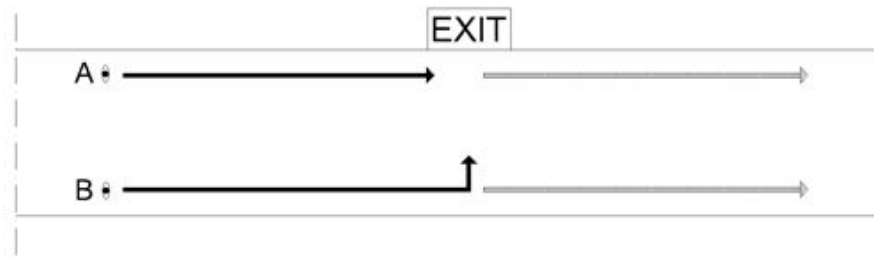


Figure 38. The position of a participant in the tunnel shortly before arriving to the exit, i.e., the end location.
Illustration: Enrico Ronchi.

A summary of the participant's exit choice is presented in Table 17. In total, only six people had moved across the tunnel section so that their ending tunnel position differed from their initial. Due to a recording error during one of the evacuations, one participant has been excluded in the presentation below.

Table 17. The participants' exit choice in the different scenarios.

Scenario	End location	Number of participants	Number of participants that chose emergency exit
1	A_{end}	12	12 (100%)
	B_{end}	12	8 (67%)
2	A_{end}	11	11 (100%)
	B_{end}	9	7 (78%)
3	A_{end}	8	5 (63%)
	B_{end}	18	12 (67%)
4	A_{end}	10	10 (100%)
	B_{end}	14	14 (100%)
5	A_{end}	1	1 (100%)
	B_{end}	4	4 (100%)

A first view of Table 17 shows that the participants that were approaching the exit on the left side of the tunnel (A_{end}), in general also chose to use it to a greater extent than those walking on the right side (B_{end}). In fact, in all scenarios except scenario 3, all participants that walked on the same side as the exit used it. This observation suggest that the type of way-finding installation is less important for people walking on the same side of the tunnel as the emergency exit, or rather that it is most beneficial for people walking on the opposite side of the tunnel, in terms of exit usage.

In order to investigate the significance of the differences in Table 17, Fisher's exact test for consistency was used, based on the observed frequencies in each scenario. Note that only those sub-scenarios in which the participants had been walking on the right side in the tunnel were included. One test was carried out for each combination of scenarios, and the exact p-values (one-sided) are presented in Table 21.

Table 18. Exact p-values of Fisher's exact test for consistency when comparing the scenarios pairwise.

		Scenario				
		1	2	3	4	5
Scenario	1	-	.477	.656	.033	.272
	2	.477	-	.450	.142	.462
	3	.656	.450	-	.020	.249
	4	.033	.142	.020	-	1
	5	.272	.462	.249	1	-

Table 21 demonstrates that the emergency exit design used in scenario 4 was significantly more frequently used by the participants walking on the right side of the tunnel, than the designs used in scenario 1 or 3 ($p < .05$). If compared to a combination of the scenario 1, 2, 3 and 5, the conclusion is the same. No other significant differences could be identified in terms of exit usage. In other words, the differences, or rather trends, identified in Table 17, may have been caused by a natural variation in the test sample, i.e., among the group of participants.

As the emergency exit design, i.e., the type of active way-finding installations, varied between the different scenarios, the participants' opinions about the designs are below reproduced divided into scenario sub-sections. The focus of each section is the factors that made the participants aware of the emergency exit, and how the participants perceived the different designs. Included are also any comments with regard to emergency exit design recommendations that were raised by the participants.

From the video recordings, it is clear which participants chose to exit through the emergency exit, and which participants did not. This finding could somewhat be expected to match the answers to question 18 in the questionnaire, in which the participants were asked to state whether or not they had seen an emergency exit sometime during their evacuation of the tunnel. Naturally, a participant may have seen the emergency exit, but chosen not to use it (this was actually observed in for example scenario 3, see below). However, when comparing the two data sources, it is also clear that a relatively large number of participants who chose to exit through the emergency exit, at the same time stated in the questionnaire that they had not seen the emergency exit. In addition, a relatively large proportion of participants who neither chose to exit through the emergency exit, nor stated having seen the exit, graded the technical installations on the exit when answering the questionnaire. The finding raises questions about validity. In other words, did all participants understand the question they were answering? Probably not, and the observation should therefore be remembered in the interpretation of the results below. Therefore note that all participants that did not chose to exit through the emergency exit, and stated not having seen the exit, were excluded in the quantitative analyses below.

9.4.1. Scenario 1

The active technical installation on the emergency exit in scenario 1 consisted of nothing more than a standard backlit European emergency exit sign. The design performed fairly well; all twelve participants that walked on the left side of the tunnel (A_{end}), and eight out of twelve participants that walked on the right side of the tunnel (B_{end}), chose to exit through it.

The participants that walked on the left side of the tunnel in general said that they became aware of the exit because of the "green sign", i.e., the backlit emergency exit sign above the door, or the green light caused by the sign. The participants that walked on the opposite side of the exit stated having seen lights, the exit sign and the white door (which in fact was grey). The fact that the design of the standard backlit European emergency exit sign is well known to many people has its benefits, which is demonstrated by the following quotation (among many) from the interview with Participant 8:

[...] But... You have this in the back of your head, this emergency exit sign. I noticed it directly, and then I just moved towards it. And tried to open the door.

Participant 8 (05:55:77)

In Figure 39, the perceived benefit of the backlit emergency exit sign (as stated by the participants in the questionnaire) is illustrated in box plots. Due to the fact that the sign was active in all scenarios, scenarios 2-5 are also included in Figure 39. The blue box plots (the ones to the left for each scenario) represent the answers given by the participants that arrived to the exit on the left side (A_{end}). For scenario 1, the participants that walked on the right side of the tunnel seem to have rated the backlit emergency exit sign a little higher compared to the other group. In terms of way finding, this observation makes sense, as the participants that walked on the same side as the exit were subject to other cues, which helped them find the door; the door itself, for example.

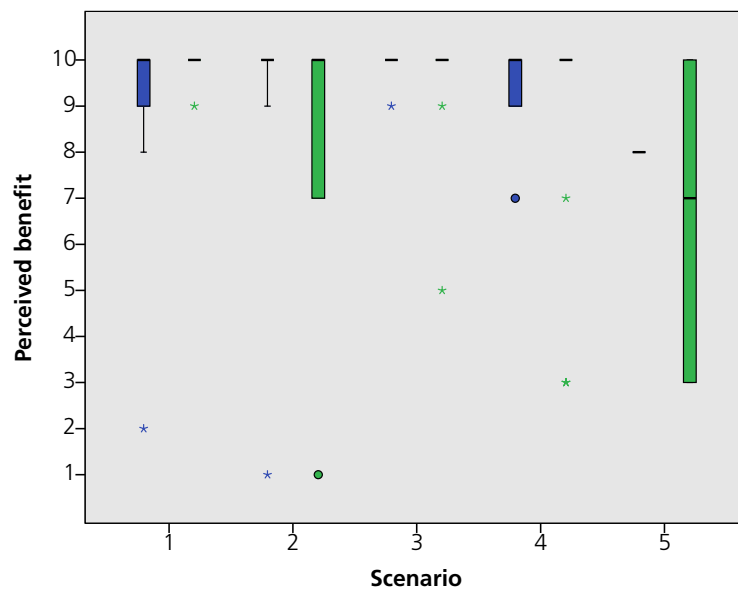


Figure 39. Boxplots describing the perceived benefit of the emergency exit sign installed above the door, as stated by the participants in the questionnaire (question 21). Answers are divided per scenario, and the location of the participants as they arrived to the exit (A_{end} = blue, B_{end} = green).

Among the participants that walked on the opposite side of the emergency exit, many mentioned that they did not see the emergency exit immediately. Instead, they stopped by the last emergency sign and tried to interpret the arrow and the zero (Figure 6), before concluding that the exit may be on the other side. The fact that they did not see the exit can be explained by the combination of darkness and dense smoke, which together may have obscured the emergency exit. The technical installation in scenario 1 was, for most participants, simply not enough to make the door discernible from the other tunnel side. It was in many cases not until the participants had decided to let go of the right tunnel wall and begun to approach the emergency exit that they could distinguish the door. This was mentioned in many of the interviews, and can for example be illustrated by the following quotation from the interview with Participant 6:

Yes, what... What was the first thing that you saw when you walked towards the... [exit, author's comment]?

Interviewer (05:35:33)

Well, nothing, really. Because it was very dark, and smoky. But, when I got closer I could see that it was... It was illuminated. And then I saw a sign, and a door. [...]

Participant 6 (05:38:48)

One participant (5) mentioned that she appreciated the light door colour, because it made the door visible to her from the other side of the tunnel. She also mentioned that it was good that the backlit emergency exit sign was installed high above the door, because it made her understand that there was a door under it. Had it been placed at a lower height, she may not have understood that it was a door.

9.4.2. Scenario 2

In scenario 2, both the standard backlit European emergency sign and green flashing lights were active. Although the difference in terms of exit usage was not statistically significant when compared to scenario 1, the design seems to have been slightly improved. Eleven out of eleven participants that walked on the left side of the tunnel (A_{end}), and seven out of nine that walked on the right side of the tunnel (B_{end}), chose to exit through the emergency exit. The improvement, in terms of emergency exit usage, conform to previous studies (McClintock, Shields, Reinhardt-Rutland, & Leslie, 2001; Nilsson, Frantzich, & Saunderson, 2005), in which it has been explained that flashing lights direct peoples' attention to an object, in this case an emergency exit, and make them notice it. It has furthermore been argued that the green colour by many people is associated with something safe, such as an emergency exit (Nilsson, 2009). Participant 26 would probably agree to that association:

Yes, because it was... You know, green flashing lights. And that is... Well, green is emergency exit.

Participant 26 (03:51:56)

In total, nine participants explicitly stated in the questionnaire that it was the green flashing lights that caught their attention and made them aware of the exit; five of which had been walking on the right side. The "well-known" (as expressed by one participant) emergency exit sign also contributed to the identification of the door, and some mentioned the combination of the emergency signs and the door installations.

As can be seen in Figure 39, the participants that walked on the left side of the tunnel seem to have appreciated the standard European exit sign slightly more than those walking on the right side (B_{end}). Thus, a result that is quite opposite to scenario 1. However, in scenario 2, the green flashing lights may have been perceived as more beneficial, especially for those participants walking on the opposite side, and consequently they may have rated the emergency exit sign lower. The participants' rating of the green flashing lights is presented in Figure 40. As can be seen, both the participants that walked on the same side of the exit and the participants that walked on the opposite side of the exit seem to have appreciated the installation. Furthermore, no obvious differences can be seen between the groups.

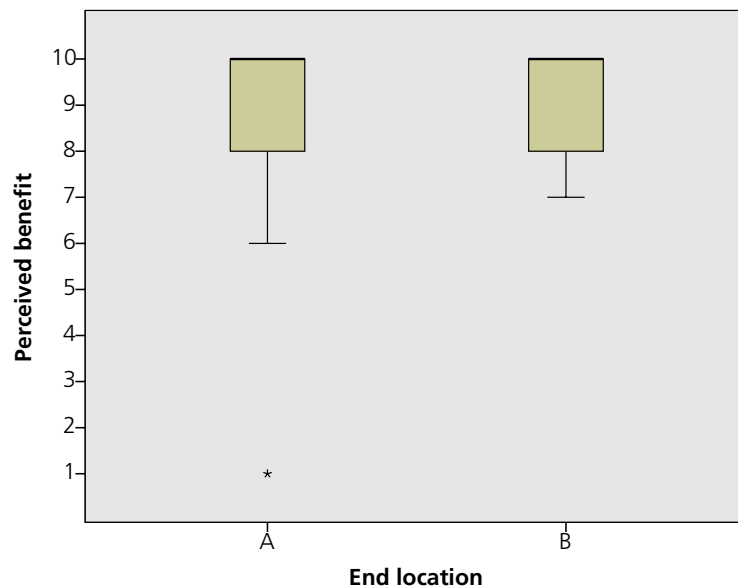


Figure 40. Boxplots describing the perceived benefit of the green flashing lights, as stated by the participants in the questionnaire (question 21). Answers are divided per the location of the participants as they arrived to the exit.

As for the participants that walked on the opposite side of the emergency exit in scenario 1, the participants on the opposite side of the exit in scenario 2 did seldom see the emergency exit through the smoke. Instead, the first sign of the exit was the green flashing lights, which were discerned through the smoke. Although the emergency exit itself could not be seen, the green lights were in general, if noted, enough to persuade the participants to leave the tunnel wall, and start to cross the tunnel section. Participant 21 described this during the interview:

Yes, I could sort of see green, at my side. When I was at the final light [emergency sign, author's comment]. And then when I looked to my left, I could see these weak, flashing lights. Hence, I started to cross the tunnel, and then it was hard to, sort of, evaluate the distance. So I walked forward, slowly. [...]

Participant 21 (03:25:48)

Another positive aspect about the green flashing lights, as described by Participant 23, was that the installation deviated from the other installations and caught the attention. He continued by explaining that in a long tunnel, the environment can get very static. Therefore, he appreciated the change. The green flashing lights were also beneficial in terms of way-guidance, as explained by Participant 61:

[...] Yes, after one particular sign I got the feeling that the next sign was no ordinary sign, but something else. The illumination was stronger... It also conformed to the information on the emergency signs, that it was sixteen metres, eight metres, and so on. And also, above the door, these pulsating lights, they gave good way-guidance to the emergency exit.

Participant 61 (05:34:41)

Despite the rather high ratings that the green flashing lights received, a number of participants also commented negatively on the installation during the interviews. Although many participants initially noticed the flashing lights, one concern seems to have been the fact that some participants misinterpreted the meaning of them, i.e., to attract participants to the door. In one occasion, a participant (20) saw the last emergency sign with the zero metres and the arrow down printed on it. He then noticed the flashing lights, but as he was in a tunnel, he believed it was a rail switch, and therefore continued forward. It was

not until he had walked past the next couple of emergency signs, realising that the distance to the nearest exit was again increasing, that he turned back to eventually find the emergency exit. Another participant (25) related the flashing lights to a rail traffic signal, which she thought was very uncomfortable in that situation. Consequently, she hurried away by continuing forward in the tunnel.

9.4.3. Scenario 3

The emergency exit design in scenario 3 was based on the, at the time of the experiment, current tunnel safety regulations in Sweden (Trafikverket, 2011a2011b). It included a strong halogen light directed towards the door, the standard backlit European emergency sign, and green and white continuous lights installed at either side of the emergency exit on the lower part of the frame. In terms of exit usage, the design of the emergency exit in scenario 3 did not perform very well. Out of eight people that approached the emergency exit on the left side of the tunnel (A_{end}), five used the exit, and out of eighteen people approaching the exit on the right side of the tunnel (B_{end}), twelve used it. Thus, scenario 3 was the only scenario in which participants that walked on the same side as the emergency exit did not chose it.

In summary, the participants that walked on the left side of the tunnel argued that it was the strong light, and the green colour, that made them aware of the emergency exit. The participants that were walking on the right side of the tunnel mentioned the green and white lights, and the strong continuous light. Some said that they first had noticed a green scattered light through the smoke, and as they had approached the door, the white strong light had appeared. See for example the quotation from the interview with Participant 45 below. No one explicitly mentioned the standard European emergency exit sign, which was also active.

Yes, exactly. Because here the smoke became very white, you know. It... I could barely see anything. But then suddenly, I could see these circles, and I saw that it was the exit. So I assumed that it was the exit I was supposed to use. [...]

Participant 45 (03:05:22)

Independent of the end location of the participants while approaching the emergency exit, the benefit of the standard European emergency exit sign was rated high, see Figure 39. This was also the case for the continuous lights, see Figure 41. The participants that had been walking on the opposite side of the emergency exit in general rated the benefit of the strong halogen light, which illuminated the door, higher, see Figure 42. Analogously to what has been mentioned previously, this observation makes sense, as the participants on the opposite side of the emergency exit were probably more dependent on technical installations to make them aware of the door on the other side of the tunnel.

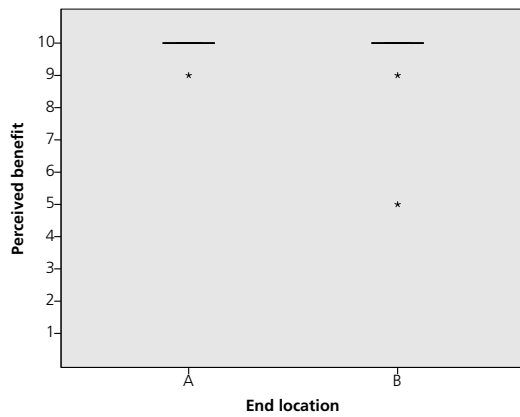


Figure 41. Boxplots describing the perceived benefit of the continuous green and white lights, as stated by the participants in the questionnaire (question 21). Answers are divided per the location of the participants as they arrived to the exit.

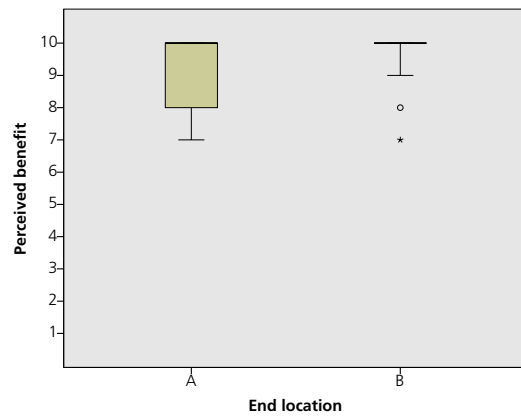


Figure 42. Boxplots describing the perceived benefit of the strong halogen light, as stated by the participants in the questionnaire (question 21). Answers are divided per the location of the participants as they arrived to the exit.

An explanation to the poor performance of the emergency exit design, in terms of exit choice, is in particular found when studying the interviews. Although most participants noticed the exit, a large proportion interpreted the exit as the front of a train, in particular when they looked at it through the smoke from the other side of the tunnel. Other interpretations were a subway train door, and a rail stoplight. The confusion caused by the design is mentioned in a number of interviews, for example in the interviews with Participant 43:

[...] Yes, maybe it is possible to design it in another way. It... It does look a little like a train, but... [...]

Participant 43 (05:21:27)

Participant 44:

I did not understand that there was a door.

Participant 44 (03:47:80)

No... What did you associate it with when you first saw it? Did you interpret it in a certain way, or..?

Interviewer (03:50:65)

Well, I thought it was some kind of stoplight, or something like that.

Participant 44 (03:54:42)

Participant 46:

Then I saw these green and white lights. [...] First I thought was a subway... It looked like the train... A... A subway train, by the look of the lights.

Participant 46 (08:02:10)

And Participant 47:

First I thought it was a... Locomotive, I thought. It did look like a locomotive, you know... From the front of it.

Participant 47 (06:18:16)

9.4.4. Scenario 4

The emergency exit design in scenario 4 was the best design tested in the experiment. Apart from the standard European emergency exit sign, the emergency exit was also equipped with a loudspeaker. The loudspeaker broadcasted a combined alarm signal and a pre-recorded voice message. Out of 24 people, ten of which approached the door on the same side of the exit (A_{end}), and fourteen on the opposite side of the exit (B_{end}), everyone identified and used the emergency exit.

It is clear that the combined alarm signal and pre-recorded voice message made the participants aware of the exit. Many explicitly mentioned this in the questionnaire (question 18). Some also added the emergency exit sign, and the green colour of the frame of the emergency exit. However, analysing the interviews, it is quiet clear that, apart from the emergency signs, the sound directed the participants to the door, and when they got close enough they saw the emergency exit sign and the actual emergency exit.

The perceived benefit of the standard European emergency exit sign was rated high among all participants, see Figure 39. However, the perceived benefit of the loudspeaker was, in general, rated lower than other types technical installations that were active in other scenarios, see Figure 43. This is a bit surprising as all participants in scenario 4 found and used the door, and no explicit explanation was found in neither in the questionnaire answers or in the interviews. In fact, rather the opposite was expressed, as can be illustrated by the following quotation from the interview with Participant 67, who speculated that she might not had found the exit, had it not been for the sound:

The sound directed me to it [the emergency exit, author's comment], otherwise I would probably just have continued to walk on the other side of the tunnel, by the lighting and signs.

Participant 67 (question 18)

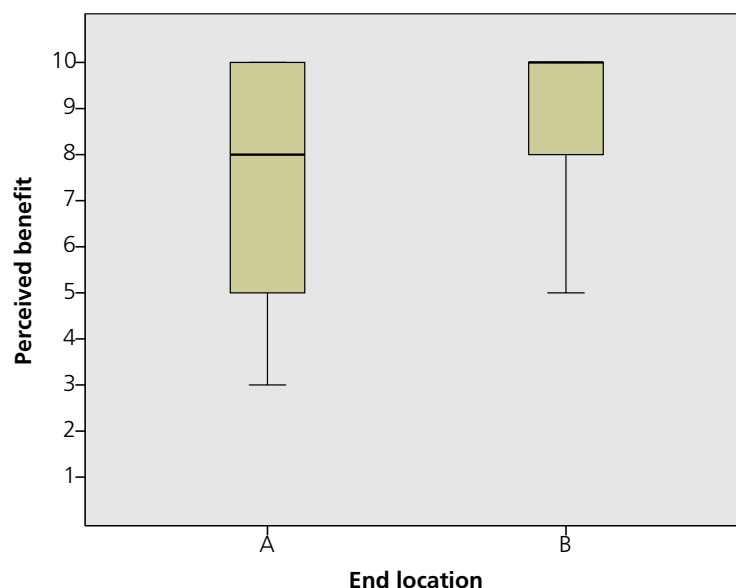


Figure 43. Boxplots describing the perceived benefit of the loudspeaker, as stated by the participants in the questionnaire (question 21). Answers are divided per the location of the participants as they arrived to the exit.

Apart from the fact that the participants all found and used the emergency exit, the video recordings revealed another very interesting behaviour among the participants that walked on the opposite side of the tunnel. Relatively far from the exit (8-24 metres), the participants in general began to adjust their walking direction, and started to cross the tunnel section. This is illustrated in Figure 44, and is furthermore demonstrated by the illustrations in Appendix 13: Walking paths. In the other scenarios, a fear, uncertainty and unwillingness to let go of the wall was mentioned by the participants, who often reluctantly let go of the tunnel wall although they had seen some sign of the emergency exit (pulsating lights for example). Thus, it seems as if the sound made many participants overcome the fear to let go of the wall, and in addition, it did so early before the participants had reached the exit.

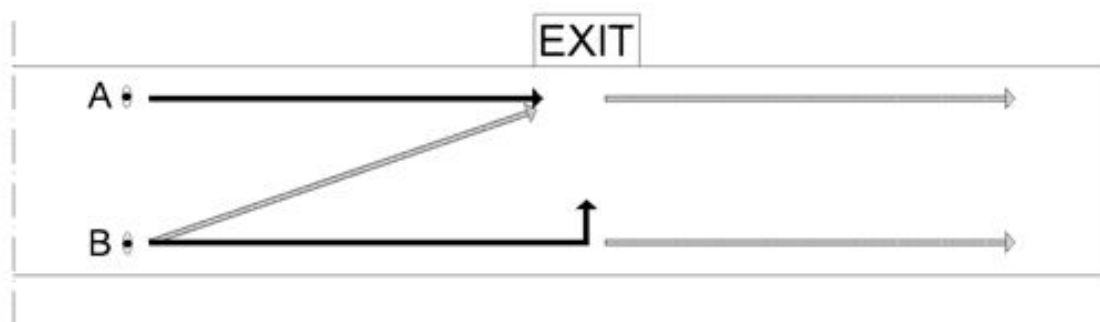


Figure 44. An illustration of the walking path that was typical for the participants in scenario 4 (grey line), who redirected their walking route earlier than the participants in the other scenarios.

The sound from the emergency exit could be heard far from the loudspeaker (> 80 metres from the emergency exit). However, when the participants were walking in the tunnel and they first become aware of the sound, few could actually make out the message. Even so, it was a cue which in many cases was interpreted as a message to continue, and occasionally stop to listen on the message. Again, Participant 67 fairly well describes this behaviour:

Then I started to hear a sound. But I could not, you know, entirely make out the message. But when I got closer, I could hear that there was an emergency exit. I was supposed to follow the voice.

Participant 67 (02:27:42)

Some participants also pointed out the beneficial orienting aspects of the sound. As a complement to the lighting, they could now also use another sense to guide their movement; more specifically their hearing. Although a couple of participants stated that it was hard to orient around the sound when they were far from the exit, they said that it became easier as they approached the door.

Many participants did not find the design of the final emergency sign very useful, see below. However, in scenario 4, it seems as if the design was easier to understand, when at the same time hearing the voice message. This is obvious when reading the following quotation from the interview with Participant 70:

Yes, at zero I thought: "Okay, here is a stop. I should not go any further.". And then when I moved my head, I could hear that the signal became stronger as I turned. In this way I could orient myself. And then I heard... I understood that I was straight across from it [the sound, author's comment]. And then with the sign saying zero, and the arrow pointing down, I understood: "Okay, the other side.".

Participant 70 (06:40:98)

9.4.5. Scenario 5

In scenario 5, all emergency exit installations except the loudspeaker were active. In raw percentages, the design performed as good as the design in scenario 4. It should, however, be noted that scenario 5 included very few observations, which makes it difficult to compare or draw conclusions about the design.

The participants that took part in the scenario mentioned that they first had seen the lights, and in combination with the emergency signs understood that the source probably was an emergency exit. The fact that the door emitted very much light, more than could be expected in the other parts of the tunnel, made some participants register it, see for example this quotation by Participant 93:

I saw that, wow; over there are more lights than it usually is. And they were in different colours. And then I saw... Or, well, relatively soon I saw this classic sign of an emergency exit. So then I thought: "Yes, it must be over there".

Participant 93 (05:10:64)

9.4.6. Emergency sign opposite to the emergency exit

In general, few negative comments were raised about the design of the emergency signs. Some beneficial aspects of the signs have, for example, been presented above. Among other things, the signs improved the participants' ability to orient in the tunnel, encouraged them to continue forward, and included valuable information in terms of way-guidance toward the emergency exit. However, the final emergency sign installed on the direct opposite side of the emergency exit seem to have bothered many participants.

The emergency sign installed on the opposite side of the emergency exit differed from all the others in one aspect, namely that it included an arrow pointing down together with a distance marking of zero, see Figure 6. The main idea was that the sign should inform the participants that they had reached the emergency exit, but that the exit was installed on the other side of the tunnel; thus, the arrow pointing down. However, it is clear that the design was not appropriate, as many of the participants misinterpreted it. A large group of participants did not understand the meaning of the arrow pointing down, and could not combine the two pieces of information together (arrow down and zero metres). Some participants started examining the area just below the sign, hoping to find a stair or an exit there. Others walked back and forth a couple of times, investigating the wall, before eventually realising that the sign was pointing to the opposite tunnel wall. This is well captured by a quotation from the interview with Participant 46:

And then I became a bit surprised when it was printed zero and an arrow pointing straight down. I was like, oh well? Is there a whole in the ground, or is there something above? And that was very weird.

Participant 46 (06:00:77)

Participant 8 developed his thoughts a bit more, and tried to generalise the situation to a real evacuation:

I can imagine that in a more stressful situation... You may have moved on and without reflecting about the other side.

Participant 8 (06:42:28)

It is concluded that the design should be improved if to be used in a real environment, and furthermore, that it may have affected the proportion of participants that found and chose to evacuate through the emergency exit in the evacuation experiment.

9.5. Movement speed

The speed with which each participant travelled in the tunnel was derived by analysis of the video recordings, as described above. In the presentation below, a distinction is made between two types of travelling speeds, namely: (1) movement speed, and (2) modelling speed. The movement speed is, in this report, defined as the total distance walked by each participant, divided by the time employed while moving. In other words, if a participant for some reason stopped inside the tunnel, e.g., to examine an emergency sign, the time spent doing this activity was excluded in the calculation of the movement speed. A description of the total distance walked is given in Figure 45. In contrast, the modelling speed is, in this report, defined as the distance between two points in the tunnel, i.e., A-B in Figure 45, divided by the total time spent in the tunnel, including any stops made during the evacuation. The distinction was made to provide egress models that do not model human behaviour, e.g., stops made by the participants, with data to be used in egress analyses.

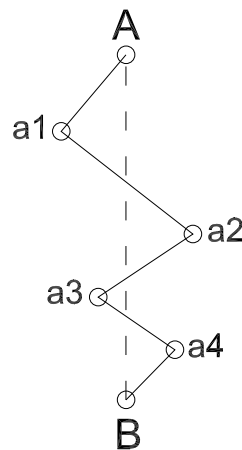


Figure 45. Illustration of the difference between total distance walked by a hypothetical participant (A-a1-a2-a3-a4-B), and the distance between two points in the tunnel (A-B). Illustration: Enrico Ronchi.

As described in section 2. The tunnel, and furthermore illustrated in Figure 3, the tunnel can be divided into three parts. Consequently, the movement and modelling speeds were calculated in each part of the tunnel for each participant. All participants walked in the first part (1) of the tunnel, which consisted of a rather smooth floor material and an inclination of 10%. Furthermore, all participants walked in the second part (2) of the tunnel, which consisted of the same material as (1), but without any inclination. However, depending on which side of the tunnel the participant was walking on when approaching the end of the tunnel, only some participants walked on the third part (3) of the tunnel, which consisted of a macadam floor material without any inclination. Mean values of the movement and modelling speeds respectively are presented in Table 19 and Table 20 together with the number of participants included in the analysis in each part of the tunnel. A complete presentation of the movement and modelling speeds in the different parts of the tunnel for each individual participant are presented in Appendix 14: Individual movement speeds and Appendix 15: Individual modelling speeds.

Table 19. Movement speeds in the different parts of the tunnel.

	Number of participants [no.]	Movement speed [m/s]			
		Min	Max	Mean	Std.
Part 1	99	.42	1.42	.91	.23
Part 2	98	.51	1.45	.91	.22
Part 3	52	.50	1.82	.94	.29

Table 20. Modelling speeds in the different parts of the tunnel.

	Number of participants [no.]	Modelling speed [m/s]			
		Min	Max	Mean	Std.
Part 1	99	.41	1.42	.90	.24
Part 2	98	.50	1.45	.91	.22
Part 3	52	.45	1.82	.92	.29

The tables above show very small differences between the movement and modelling speeds. To some extent, this can be explained with the fact that only 25% of the participants stopped sometime during their evacuation, and that the average time stopped by those participants was 14 seconds (std. 14 seconds). The tables above also illustrate that the difference in terms of movement speed in the different parts of the tunnel is more or less negligible. In fact, the movement speed was actually a bit higher on the macadam, while the opposite was expected. It is hard to draw a clear conclusion from this; however, two possible explanations have been identified.

One explanation could be that learning effects may have been present during the evacuation. This type of observation has for example been made in other sections; see for example sections 9.3.4 and 9.3.5 above, on the topic of examining emergency signs and gradually adjusting the walking posture. If so, it can be hypothesized that the participants adapted to the dark and smoke-filled tunnel, and gradually increased their travelling speed with the time spent in the tunnel. Thus, when reaching the final part of the tunnel consisting of macadam, the speed may still have been reduced, but from a higher speed than in the beginning of the evacuation. Another explanation could be that a rough, uneven, and rather uninviting floor material, consisting of macadam, will not be the limiting variable affecting the walking speed in a dark and smoke-filled tunnel, but rather the lack of lighting and the smoke itself. Nonetheless, it is clear that any effects of fatigue in terms of reduced walking speed could not be identified in the experiment.

9.5.1. Floor material

The data presented in Table 19 suggest that the difference in terms of movement speed in the different parts of the tunnel was more or less negligible. However, the data are averaged values for all participants. In order to check whether or not the floor material actually had an effect the movement speed, a deeper analysis was carried out, in which the individual movement speed of each participant on each floor material was examined. The data used in the analysis is presented in Appendix 14: Individual movement speeds, and illustrated as box plots in Figure 46.

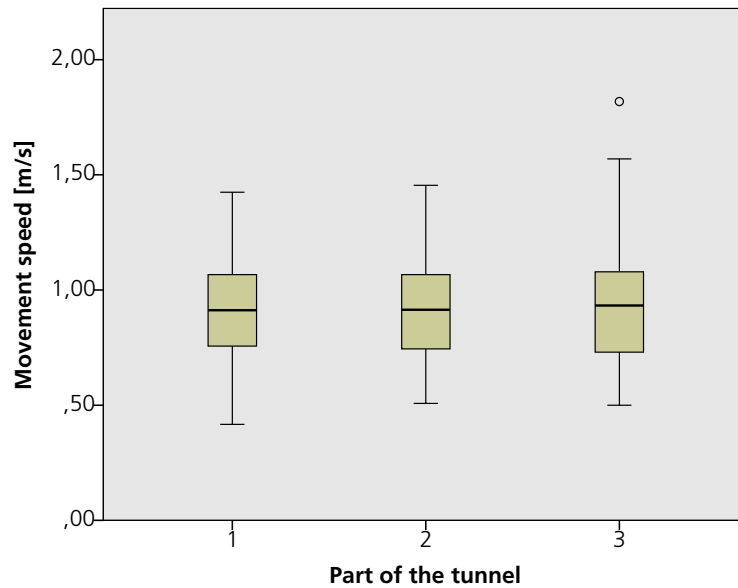


Figure 46. The individual movement speeds of the participants in the different parts of the tunnels, did not vary much in the different parts of the tunnel.

Figure 46 further strengthens the theory about the movement speed being unaffected by the type of floor material. It is again demonstrated that the difference in terms of movement speed in the different parts of the tunnel was very small. A test of significance, more specifically an independent-samples T-test, was finally carried out to determine whether the difference in movement speed was significant or not. The test of significance was made between all parts separately, i.e., Part 1 – 2, Part 1 – 3, and Part 2 – 3.

As the independent-samples T-test require that the variance of data within each group is the same, Levene's test for equality of variances was first tested for each combination. The test was not significant in any case ($p > .05$), see Table 21. Consequently the independent-samples T-test were deemed valid for the purpose. The independent-samples T-test showed that the difference in terms of movement speed was not significant in any of the combinations ($p > .05$), see Table 22.

Table 21. Levene's test for equality of variances was not significant in any case.

	F	Sig.
1 vs. 2	.165	.685
1 vs. 3	1.359	.246
2 vs. 3	2.233	.137

Table 22. The independent-samples T-test were not significant in any case. Thus, no statistical significant differences in terms of movement speeds in the different parts of the tunnel could be shown.

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% CI of the Difference	
						Lower	Upper
1 vs. 2	-.148	195	.882	-.00481	.03242	-.06874	.05913
1 vs. 3	-.730	149	.467	-.03157	.04326	-.11705	.05391
2 vs. 3	-.633	148	.528	-.02676	.04227	-.11030	.05677

9.5.2. Smoke density and individual characteristics

above, it has been demonstrated that the movement speed did not vary much in the different parts of the tunnel. Therefore, it is argued that the movement speed for each participant properly can be described as an average speed for the whole evacuation. It is then possible to do an in depth analysis, for example, a multiple regression analysis, of other variables believed to have an effect on the movement speed. In total, five variables were selected for this analysis: (1) smoke density; (2) age; (3) height; (4) gender, and; (5)

previous experience of walking on the tracks. The first three variables are continuous variables, i.e., variables that can hold any value. The last two variables are binary discrete variables, i.e., categorical variables that can only hold one of two values.

As a first step, the movement speed was individually plotted against the independent variables selected for the analysis. The result is demonstrated in Figure 47-Figure 51 below, and it is clearly shown that no trend is distinguishable in any of the figures. In other words, the dependent variable is very weakly correlated to any of the independent variables defined above. Therefore, it is not necessary to try to model the correlation in a regression analysis, as it obviously clear from the figures below that there is no correlation.

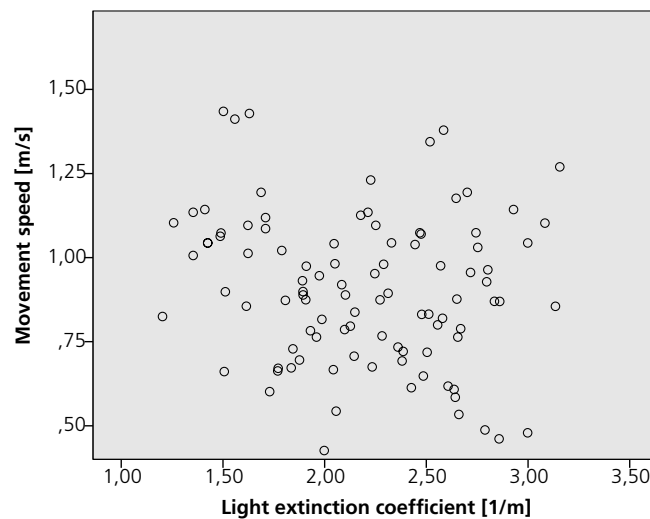


Figure 47. The calculated mean movement speed of each participant plotted as a function of the light extinction coefficient. The dots reveal no apparent correlation between the variables.

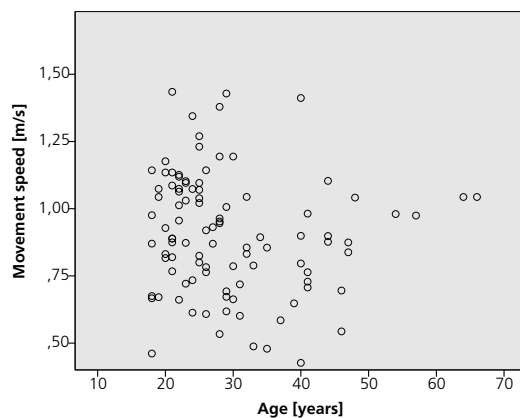


Figure 48. The calculated mean movement speed of each participant plotted as a function of the participant's age. The dots reveal no apparent correlation between the variables.

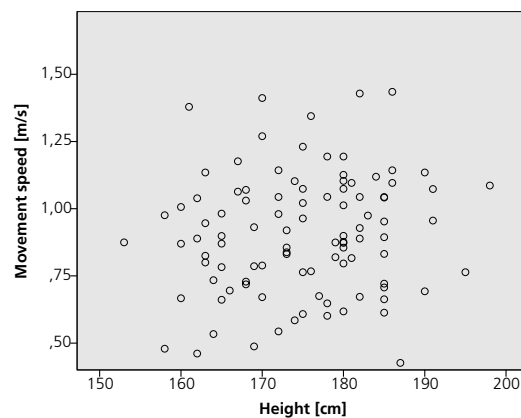


Figure 49. The calculated mean movement speed of each participant plotted as a function of the participant's height. The dots reveal no apparent correlation between the variables.

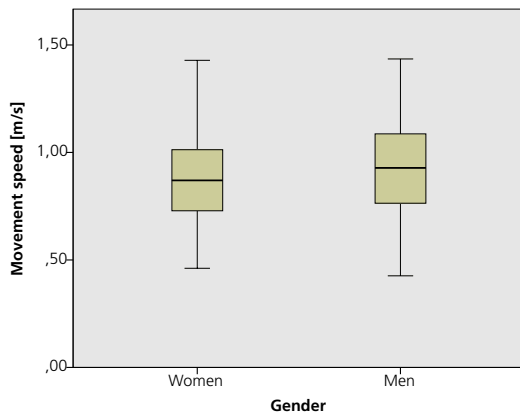


Figure 50. The calculated movement speed presented in box plots categorized per gender (Female/Male). The figure reveals no apparent correlation between the groups.

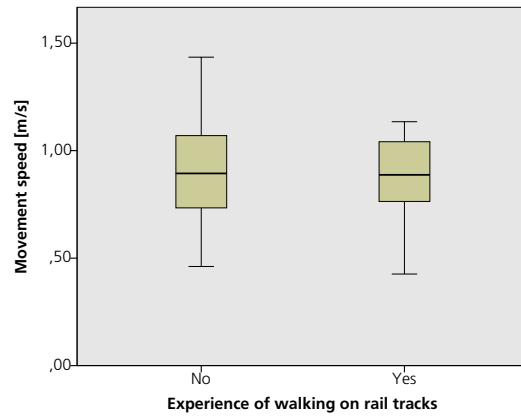


Figure 51. The calculated movement speed presented in box plots categorized per previous experience of walking on rail tracks (No/Yes). The figure reveals no apparent correlation between the groups.

9.5.3. Additional data

Due to the fact that movement speed often is described as a function of visibility, e.g., in egress models, a final attempt was made to find a correlation between the two variables by adding previous experimental data to the analysis. In the present evacuation experiment, movement speeds were measured in the light extinction interval between approximately $1\text{--}3.5\text{ m}^{-1}$. This is a rather narrow interval, and approximately represents a visibility between 1-3 metres for reflecting signs, and 2-7 metres for light-emitting signs.

Basically, only two main data sets exist, which can be used to widen the light extinction coefficient interval. First, there is the data derived by Jin (Jin, 1978), which offers data on movement speed in the interval between approximately $.3\text{--}1.1\text{ m}^{-1}$. Second, there is the data derived by Nilsson and Frantzich (Frantzich & Nilsson, 2004; Nilsson et al., 2005), which today are being used in FDS+Evac (Korhonen & Hostikka, 2010) and offers data in the interval between approximately $2.6\text{--}7.4\text{ m}^{-1}$.

It was decided to exclude the data by Jin due to: (1) that the data was collected almost 40 years ago, which raises a question of whether they are valid today; (2) that the description of the experimental method used is vague, which raises a question of whether the data at all is comparable to the present study. In contrast, the methodology used by Frantzich and Nilsson is similar to the methodology used in the present experiment, and the experiment was also performed in a tunnel, which makes the data set comparable to the movement speeds collected in the present study.

In contrast to the present study, Frantzich and Nilsson used two different illumination levels during their experiments. Most participants (34/46) took part with tunnel lights turned on, and it can therefore be questioned whether or not these data points should be excluded in the comparison of the experiments. They were, however, included due to the fact that the reported lux levels of 0-8 lux still represents a scenario with very little lighting, thus comparable to the present study with approximately 1 lux at lowest. Frantzich and Nilsson (2004) also included the stops made by the participants in the tunnel, and in the analysis below, the stops made by the participants in the present experiment was also included in the calculation to allow for a comparison of the movement speeds (in contrast to above). The two data sets are illustrated in Figure 52.

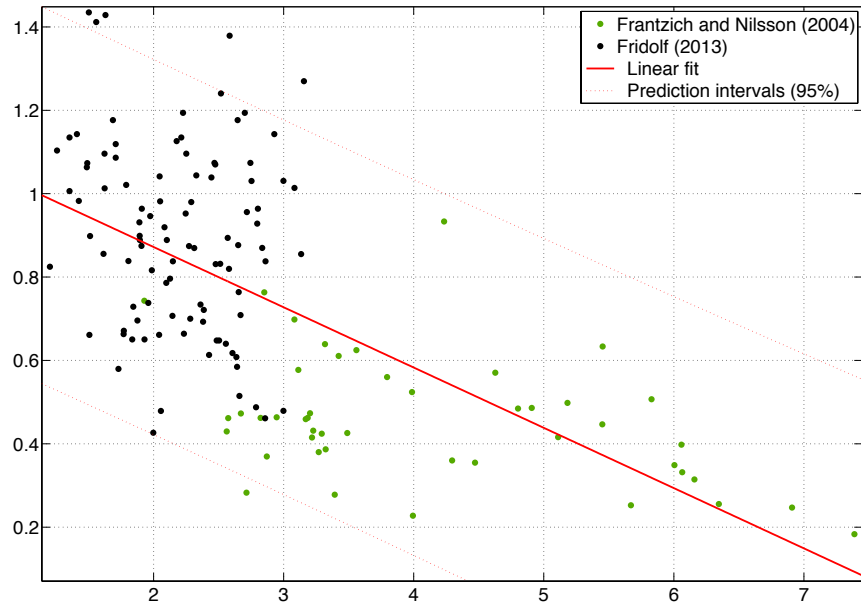


Figure 52. Data from the present evacuation experiment, and data from Frantzich and Nilsson's (2004) experiment, plotted in the same figure together with a linear regression line and the prediction interval (95%).

Presented together with the data from Frantzich and Nilsson (2004), it seems meaningful to perform a statistical analysis, as a correlation can be distinguished between the individual movement speed and the light extinction coefficient. For this purpose, a linear regression analysis was performed. The model is described by the following equation ($R^2 = 0.3888$):

$$f(x) = p1 * x + p2$$

The coefficients (with 95% confidence bounds) are:

$$p1 = -0.1446 (-0.1746, -0.1146)$$

$$p2 = 1.161 (1.069, 1.253)$$

Note that there are some important differences between the two experiments, which need to be addressed when using the data. A more detailed analysis and discussion of modelling the movement speed as a function of smoke density, based on the data set above, is given in (Fridolf et al., 2013).

9.6. Design recommendations

Based on their experiences gained from the evacuation experiment, the participants were asked about the most important design aspects of a solution, or any other technical aid, that would help them in an evacuation. In general, lighting and emergency signs, similar to what was used in the experiment, dominated the answers. Among other things, the participants wanted more lights, stronger lights, and shorter distances between each emergency sign. Interestingly, different sound solutions were mentioned by a number of participants who had not been a part of the fourth scenario, which were the only scenario that had used a sound system. These types of design recommendations has, however, been discussed in previous sections, and is therefore not commented on further in this section. Instead, the focus is design aspects that have not been mentioned previously. The content below has been generalized, and only design recommendations mentioned by more than one participant are included. For detailed information of what each individual participant suggested, see Appendix 8: Questionnaire answers, part 3.

9.6.1. Handrail

Excluding lights and signs, a handrail installed in the tunnel wall to assist movement dominated the participants' suggestions. According to their answers, the participants would have appreciated something to hold onto, ensuring them that they were walking in the right direction, and keeping them away from the rail tracks. A number of participants also mentioned that a handrail would remove the risk of gripping or touching something inappropriate, for example an electrical cord. Furthermore, it was argued that the handrail would improve balance and walking speed in case of an uneven floor material, and that it was a security in case someone would fall. Some detailed design recommendations were given by a number of participants, for example glowing handrails and coloured handrails.

9.6.2. Floor material and path lighting

The participants suggested a flat and even surface material to walk on. Many also suggested that the walkway be better illuminated than it was in the experiment. They mentioned that they would have wanted light strips, similar to what is used in airplanes, to light up the path they were walking on, but also so that they would not need to worry about getting walking on the tracks where other trains trafficking the tunnel might hit them. A number of suggestions were given on the design, but most frequently mentioned was light strips installed in or on the floor, and in or on the wall. An alternative to light strips, which was mentioned by a number of participants, were yellow, luminous markings on the floor.

9.6.3. Emergency exit

General design recommendations for the emergency exit were also given. A combination of sound and lights were suggested, because (as one participant stated) it is not certain that you can make out the sound. The combination of sound and lights would then maximize the probability of an evacuee finding the door. It was also suggested that lights on the door should not be too strong, as it may cause evacuees to get disoriented when they approach it. One participant wanted the emergency exit to be equipped with a bigger handle than in the experiment, see the quotation below, reproduced from the interview with Participant 14:

[...] And then... The door handle was too small. I would like to have a large door handle, so that I can just push it open [the door, author's comment].

Participant 14 (03:34:65)

9.6.4. Emergency signs

In general, few negative comments were raised about the design of the emergency signs. One of the few comments was on the topic of the printed text; Participant 14 would have wanted a larger font to improve readability, and also shorter distances between the signs in order to always have the road ahead illuminated. Another comment regarded the size of the actual sign. As an example, Participant 4 raised this issue during the interview, and stated that the sign was so small that he really had to stop and read the information printed on it. He then reflected about what would have happened in a real situation:

Also, the signs were very small. So small that you really had to stop and read them. Have I read right? And then you can relate that to the fact that you in an even worse scenario will sift out some information. In that case, more lighting, more signing, and clearer signing is required, and more welcoming. Because this was not very... A white light is not very welcoming, it really says nothing.

Participant 4 (06:06:64)

As Participant 4, Participant 34 raised the matter about the colour of the lights on the emergency signs during the interviews. He gave no certain recommendation, but rather discussed the option of switching from white to another colour. One participant argued that stronger lights would have been better in terms of improving the chances of finding a way out, however, another participant mentioned being blinded by the lights on the emergency signs.

As mentioned above, the final emergency sign on the opposite side of the emergency exit caused some confusion due to an inappropriate design. Many participants commented on this, and mentioned that a clarification of the last emergency sign would have been of benefit in terms of way finding. A number of participants even suggested recommendations on how to improve the design. In summary, these recommendations involved: (1) an illuminated arrow in 3D, projecting out of the wall, pointing to the other side of the tunnel; (2) including a marker in the floor between the emergency sign and the emergency exit; (3) printing an explanatory text on the sign; (4) making the last emergency sign bigger than the others; (5) a combination of an acoustic signal, including a voice message, and lights at the emergency exit, possibly green. Interestingly, the last design recommendation was similar to what was tested in some scenarios, which also performed very well in terms of exit usage.

9.7. Psychological and physical experiences

In the final part of the questionnaire, the participants were asked about both their psychological and physical experiences of the evacuation. The majority of the questions were scaled, and, as an example, the participants were asked to estimate the degree of realism of the experiment on a scale from 1-10. Due to the fact that the scale is ordinal, i.e., that “2” cannot be interpreted as twice as much as “1”, the results in this section is presented in bar charts as counts, and in box plots as medians, percentiles, and maximum/minimum values. Below, 1 is always representing the lower value and 10 the bigger.

9.7.1. Degree of realism

As can be seen in Figure 53, the majority of the participants rated the degree of realism above 5. The median value for the men was a bit lower than for the women, suggesting that women thought the experiment was more realistic than men, see Figure 54. However, the difference was not statistically significant, see Table 23.

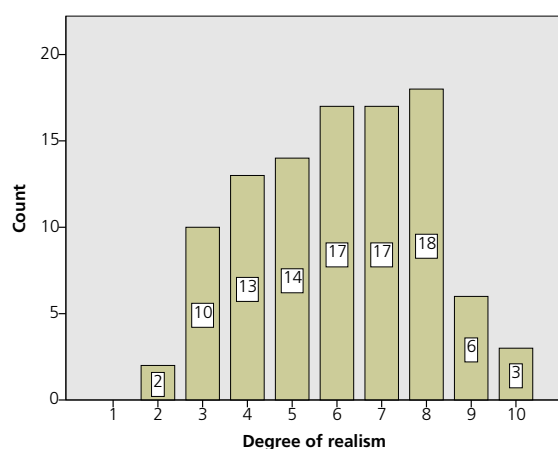


Figure 53. The majority of the participants rated the degree of realism higher than 5.

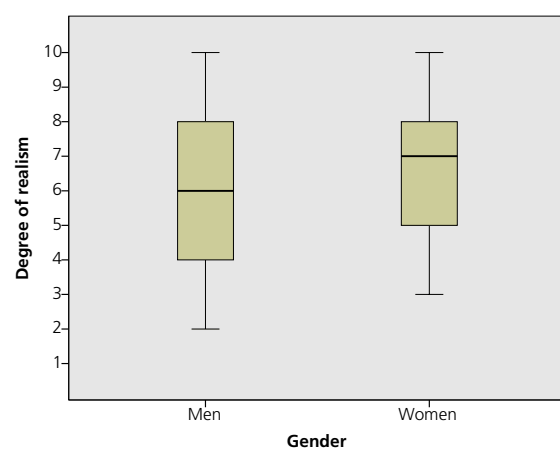


Figure 54. The differences between men and women were small.

Table 23. The non-parametric (two independents samples) test revealed no statistical significant differences between male and female participants ($p > .05$).

Degree of realism	
Mann-Whitney U	1031.000
Z	-1.411
Asymp. Sig. (2-tailed)	.159
Exact Sig. (2-tailed)	.159

9.7.2. Ability to evacuate in a real fire

The majority of the participants believed that they had been able to evacuate the tunnel if it had been a real fire, see Figure 55. Whether or not this had been the case is hard to speculate about, however,

previous research have shown that the perceived risk in seldom conform to the real risk in a fire (Fridolf & Nilsson, 2011). No obvious differences were found between male and female participants, see Table 24, which was furthermore confirmed by the statistical analysis, reproduced in Table 24.

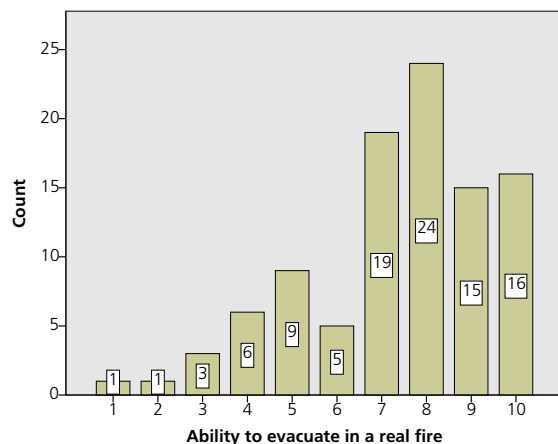


Figure 55. Most participants estimated their ability to successfully evacuate a similar fire in reality high.

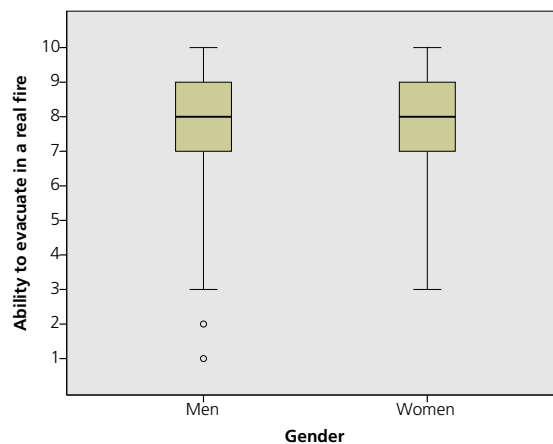


Figure 56. No obvious differences between male and female participants.

Table 24. The non-parametric (two independents samples) test revealed no statistical significant differences between male and female participants ($p > .05$).

Ability to evacuate in a real fire	
Mann-Whitney U	1088.500
Z	-1.011
Asymp. Sig. (2-tailed)	.312
Exact Sig. (2-tailed)	.314

9.7.3. Insecurity

According to the participants' answers, the majority did not feel very insecure during the evacuation, see Figure 57. Figure 58 suggests that the female participants felt more insecure than male. However, this was not statistically confirmed, see Table 25.

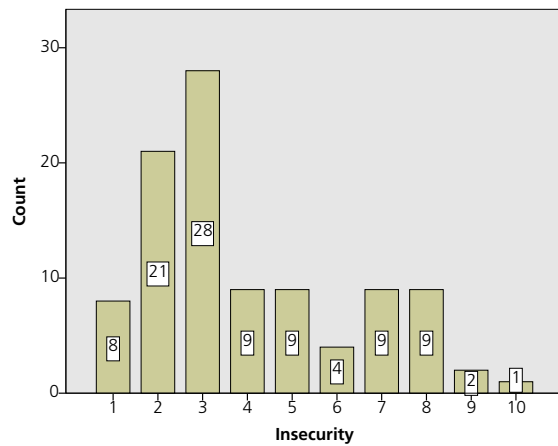


Figure 57. Few participants felt insecure during the evacuation.

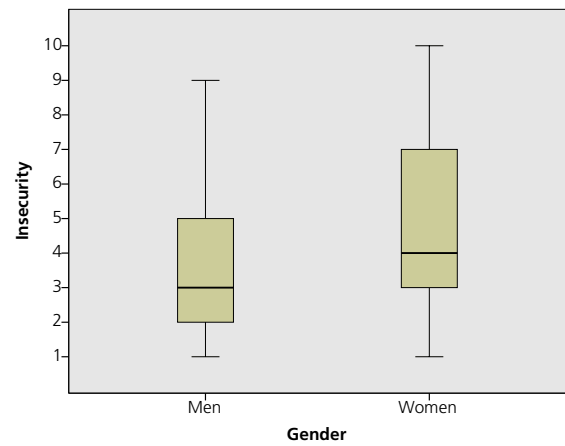


Figure 58. Women seem to have felt more insecure than men.

Table 25. The non-parametric (two independents samples) test revealed no statistical significant differences between male and female participants ($p > .05$).

	Insecurity
Mann-Whitney U	958.000
Z	-1.936
Asymp. Sig. (2-tailed)	.053
Exact Sig. (2-tailed)	.053

9.7.4. Stress

The stress levels, as reported by the participants, seem to have been low during the experiment, see Figure 59. However, women seem to have felt more stressed than men, which was confirmed by the non-parametric test, see Figure 60 and Table 26.

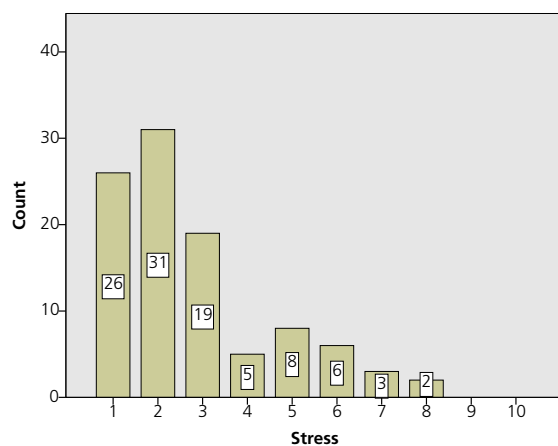


Figure 59. Most participants seem to have been quite relaxed during the experiment.

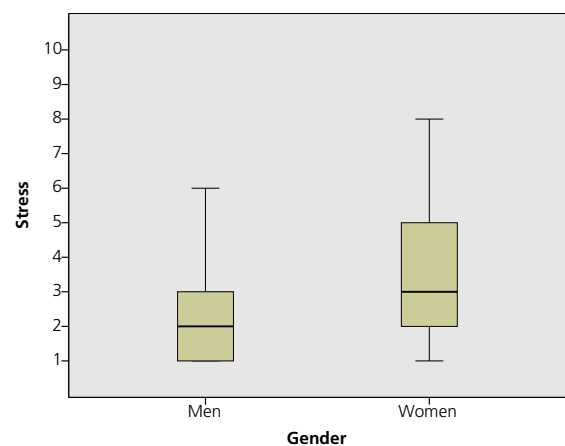


Figure 60. Women reported higher stress levels than men.

Table 26. The non-parametric (two independents samples) test revealed a statistical significant difference between male and female participants ($p < .05$).

	Stress
Mann-Whitney U	895.500
Z	-2.404
Asymp. Sig. (2-tailed)	.016
Exact Sig. (2-tailed)	.016

9.7.5. Fear

Excluding the outliers, most participants were not afraid during the experiment, see Figure 61. Women did, however, rate their level of fear higher than men, see Figure 62 and Table 27. The difference was statistical significant ($p < .05$).

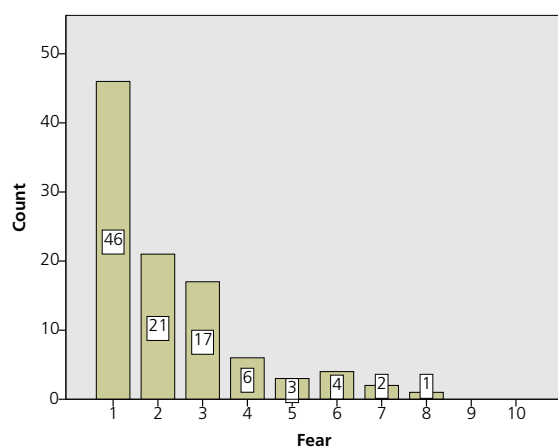


Figure 61. Few participants were afraid during the experiment.

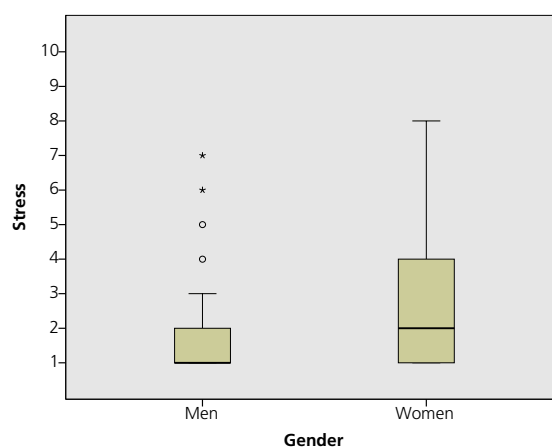


Figure 62. Although low ratings in general, women graded their level of fear higher than men.

Table 27 The non-parametric (two independents samples) test revealed a statistical significant difference between male and female participants ($p < .05$).

	Fear
Mann-Whitney U	907.500
Z	-2.391
Asymp. Sig. (2-tailed)	.017
Exact Sig. (2-tailed)	.016

9.7.6. Orientation problems

Despite what has been said above, in terms of orientation strategies and exit choice, the majority of the rated their orientation problems low, see Figure 63. No statistical difference was identified between men and women, see Figure 64 and Table 28.

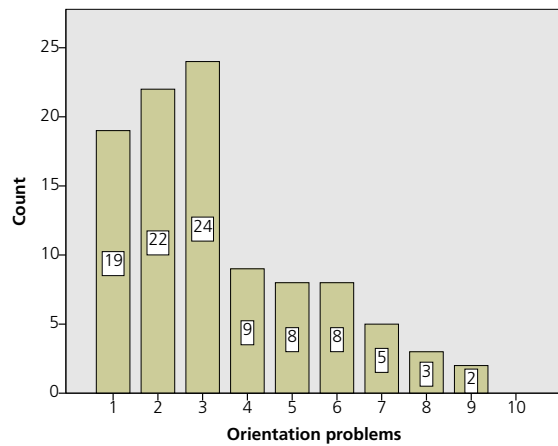


Figure 63. Few participants seem to have experienced big orientation problems.

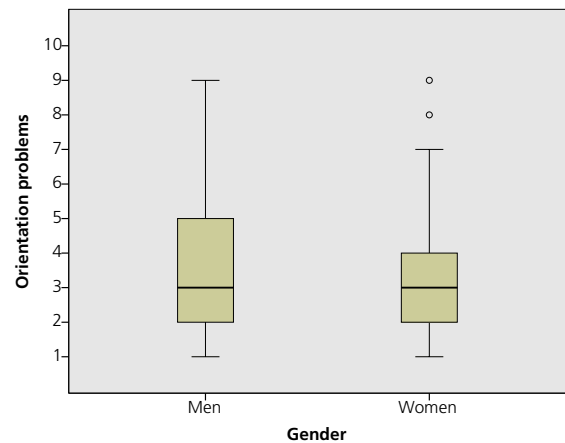


Figure 64. No obvious differences were identified between male and female participants.

Table 28. The non-parametric (two independents samples) test revealed no statistical significant differences between male and female participants ($p > .05$).

Orientation problems	
Mann-Whitney U	1130.500
Z	-0.717
Asymp. Sig. (2-tailed)	.474
Exact Sig. (2-tailed)	.477

9.7.7. Physical discomfort: Sickness

Very few participants felt sick during the experiment, see Figure 65, which suggests that the environment was not so bad, despite the smoke and lack of lighting. No obvious differences between male and female participants can be distinguished in Figure 66, which was furthermore confirmed in the statistical test, see

Table 29.

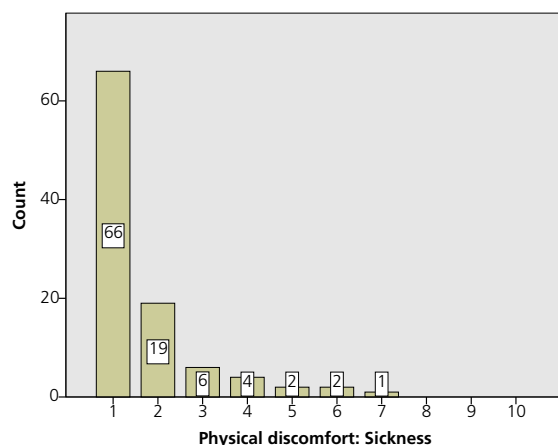


Figure 65. Few participants reported having felt sick during the evacuation.

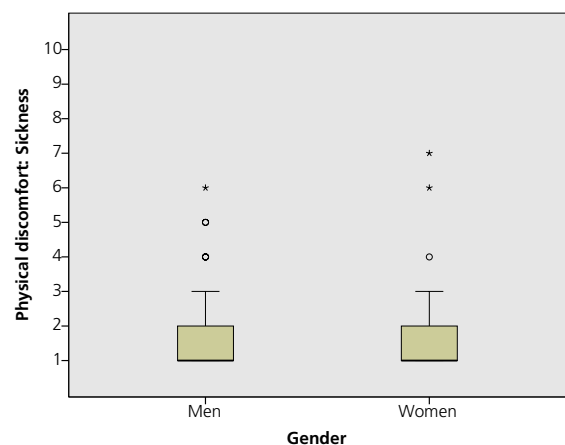


Figure 66. Men and women seem to have felt the same during the evacuation.

Table 29. The non-parametric (two independents samples) test revealed no statistical significant differences between male and female participants ($p > .05$).

	Sickness
Mann-Whitney U	1211.00
Z	-0.174
Asymp. Sig. (2-tailed)	.862
Exact Sig. (2-tailed)	.864

9.7.8. Physical discomfort: Eye irritation

The purpose of the acetic acid that was introduced into the smoke was to create an irritating environment. However, due to ethical reasons, the exposure levels were kept below the Swedish Work Environment Authority's recommended level of short time exposure, i.e., 10 ppm for 15 minutes. According to the participants' answers, this was not enough to create an irritant environment, see Figure 67. A small difference between men and women is possible to identify in Figure 68, however, it was not statistically confirmed, see Table 30.

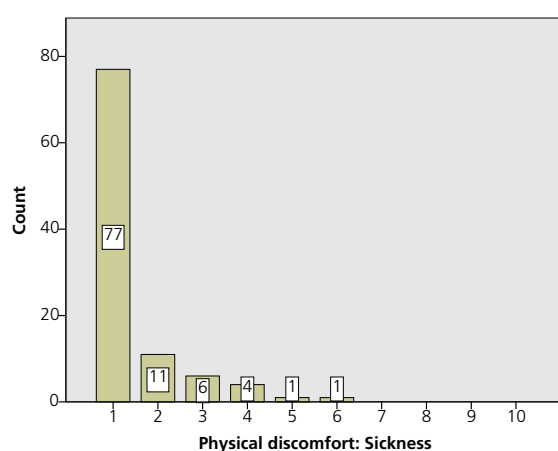


Figure 67. Most participants were not affected much by the smoke and/or acetic acid.

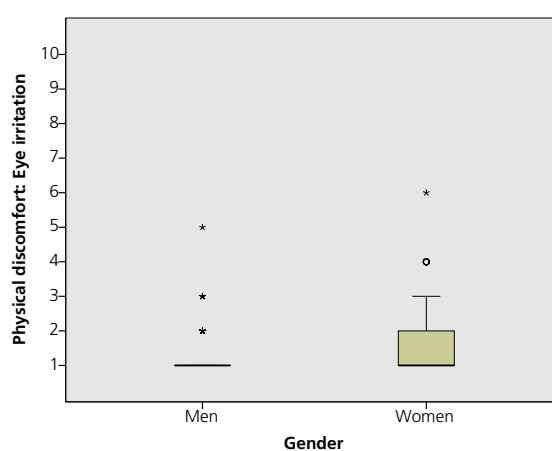


Figure 68. A small difference between men and women is discernible, however, not statistical significant.

Table 30. The non-parametric (two independents samples) test revealed no statistical significant differences between male and female participants ($p > .05$).

	Eye irritation
Mann-Whitney U	1122.000
Z	-1.038
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.299
Exact Sig. (2-tailed)	0.299

9.7.9. Fear of getting hurt

Although some participants during the interview reported that they at some times were afraid that they would stumble in the tunnel, the overall fear of getting hurt was rated low by the participants, see Figure 69. Men and women seem to have felt the same (Figure 70), and no statistical difference was identified, see Table 31.

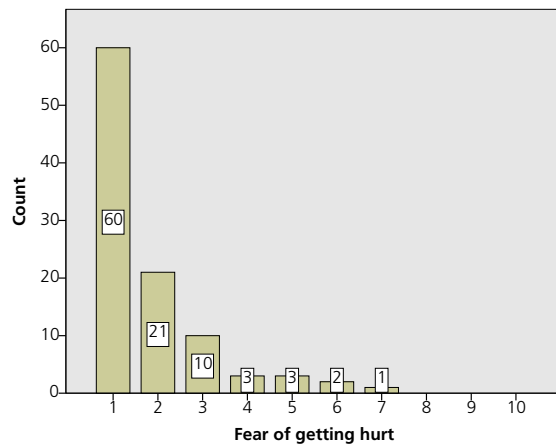


Figure 69. Few participants were afraid to get hurt during the experiment.

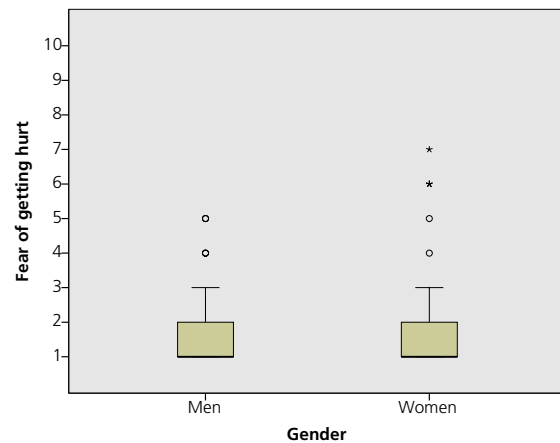


Figure 70. No differences were identified between men and women.

Table 31. The non-parametric (two independents samples) test revealed no statistical significant differences between male and female participants.

	Eye irritation
Mann-Whitney U	1193.000
Z	-0.308
Asymp. Sig. (2-tailed)	.758
Exact Sig. (2-tailed)	.762

9.7.10. Opinions on the experiment

All 100 participants agreed that it is important to perform this type of evacuation experiment (question 24), even though it means that the people taking part in the experiment will be exposed to a relatively realistic environment. Most frequently mentioned was the individual benefit, i.e., that the participants felt that they got to know a little of what to expect in a real fire, that they understood more about their own behaviour in such an environment, and that they got information of what may happen in a real fire. Some also mentioned that they appreciated that they could comment on technical design solutions, and also suggest their own. A number of participants mentioned that they thought it was good to have participated, as they felt that they had contributed to others on societal level. A relatively high proportion suggested that the environment should be even more irritating in future studies, in order to improve the validity. Among the suggestions were to increase the level of acetic acid, to place dummies (dolls) on the floor, and to add sound of screaming people. It should be noted that these comments and suggestions were given before the fire safety education, i.e., they were not affected by what they were told in the educational part of the experiment.

10. Discussion

In this report, an extensive description of the medium scale evacuation experiment of the METRO project has been presented together with the outcome of the experiment. It is argued that this information can be used to reproduce similar experiments in the future, to reduce the current uncertainties about human behaviour in underground rail transportation systems, and not least to allow for future analyses of the data as more or less all the raw data have been included in the report or in the appendices. Some of the information and data that has been presented in the report have been reproduced from other scientific publications; see for example (Fridolf et al., 2013). An extended analysis of movement speed in smoke, based on the data from the experiment presented in this report combined with previous data in the field, has in addition, been presented in (Fridolf et al., 2013). In these previous publications, topics such as limitations, delimitations, reliability and validity of the experiment have been discussed in rather great detail. Therefore, the following discussion will just briefly touch upon these aspects, and the reader is instead referred to the previous publications for more information. The discussion in this report will focus on the implications of the findings of the evacuation experiment, and how the data can and should be used in the fire safety design process of future underground rail transportation systems.

When studying the data presented in this report, the reader must be aware that the data have been collected in an experiment. The experiment is not reality, and can never be replaced with observations from a real life fire in an underground rail transportation system, similar to some of the past incidents mentioned in the background to this report. The experiment is, however, a model of reality, in which an attempt has been made to say something of what can be expected in a real fire. In a real fire, for example, people will be subject to real fire smoke, which can be more or less irritating to people, consequently affecting their behaviour in a way that was not covered by this experiment. Still, as other sources of information are scarce, the data presented in this report can be used to reduce uncertainties in some cases (e.g., on the topic of movement speed), and to point out the direction in other cases (e.g., on the topic of emergency exit designs). It is, however, essentially important that the reader is aware of the distinction between reality and model of reality (experiment), when studying, analysing, applying and using the data, independent of application.

A clear strength of the evacuation experiment is the diversity of participants. Seldom are participants recruited from the general public, and seldom are the mix between young and old, and men and women as clear as in this experiment. The consequence is that the data and the results presented in the report can be generalized for a rather wide population. Most participants in the experiment were frequent travellers of the Stockholm underground metro system, and it is therefore quite interesting to note that only 13 people stated having received information on what to do in case of a fire in the underground rail transportation system. This information is clearly printed on information sheets on both stations and in trains in the Stockholm Metro. Over 50% of the participants still stated that they, at one time or another, had thought about the fire safety in the Stockholm Metro, but based on the answers it is quite clear that they are very uncertain on how to behave if they were to experience a real fire. Evidently, this highlights the fact that owners, operators and staff need to be well trained for these types of events, as the probability is high that the occupants will look at them for information on what to do.

In the evacuation experiment, most participants walked between 160-180 metres in smoke, with a visibility ranging from approximately 1-2.5 metres for reflecting signs, before reaching either the emergency exit or the end of the tunnel. The visibility level was selected to cover the gap between previous experiments (Frantzich & Nilsson, 2003; Jin, 1978), and to correspond to levels in the range that is prescribed by Swedish tunnel safety regulations (Trafikverket, 2011a; 2011b). It should be noted that the acceptance criterion of these regulations state that evacuees can be exposed to a visibility of less than 3 m for approximately 15 minutes, with the principle of self evacuation still being met. It is quite interesting to note that almost all participants reported higher visibility levels than what was measured (see Figure 31).

Maybe this can be used to highlight the uncertainties regarding estimation of visibility levels as was done in the experiment, but it may also to some extent be explained by the fact that the participants did their estimations some time after they had performed the evacuation. In terms of estimating the distance walked in the tunnel, which also was done some time after the evacuation, the participants were, however, more accurate (see Figure 33).

It is absolutely clear from the experiment that lighting and signage, preferably combined, is of uttermost importance in terms of orientation during an evacuation of a dark and smoke filled rail tunnel. It is argued that the emergency signs (see 2.1.1 Emergency signs) can have a significant influence in the beginning of an evacuation, as they provide evacuees with clear information on where to move. Furthermore, the signs are also helpful as they light up the track for potential evacuees in a fire situation, where visibility due to a number of reasons may be low. An important observation is, however, that a learning effect was identified among many participants. This learning effect meant that the participants often stopped in the beginning to look at each sign, but after a while got acquainted with the information printed on it, and just followed the lights. This phenomenon is also likely to occur in a real fire situation, and it is therefore of great importance that the sign opposite to an emergency exit is designed in a deviating manner, again capturing the evacuee's attention so that he/she acknowledges the exit on the opposite side. Preferably, also the emergency exit design is designed so that it captures the evacuee's attention. Future research should strive to find a solution to this.

As the emergency signs were located on the tunnel walls, the majority of the participants also chose to follow one of the walls. Many participants even put one or both hands on the wall, either to maintain orientation or as a risk reducing strategy to avoid colliding with obstacles in the tunnel. It is clear, both from observing the video recordings and from reading and listening to the participants' questionnaire and interview answers, that a handrail along the wall would have helped them during their evacuation. A handrail was not installed in the tunnel, but requested afterwards by many participants. It is argued that such an installation would be efficient in ensuring evacuees that they are walking in the right direction, and also ensuring them that they are walking on the right track, i.e., that they are not getting close to any dangerous obstacles such as electrical cords, electrical rails, or even the rail track. Future studies should examine the possibility to install a light strip in the handrail to provide evacuees with additional indications of where to go. A possible design could include a LED strip attached in the middle of the handrail; see the example given in Figure 71. If designed properly, the handrail could also help notify evacuees that are walking on the opposite side of an emergency exit to cross side when they have reached the exit. A possible solution could simply be to have a pause or break in between two handrails when opposite such an exit.

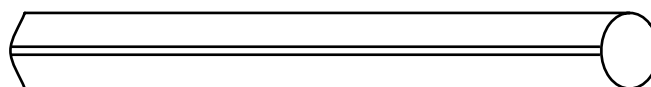


Figure 71. A handrail with a built in LED strip would be of great help to evacuees in an underground rail transportation system.

It is evident that many participants felt insecure while walking in the dark and smoke-filled tunnel. Due to a fear of colliding with obstacles, touching electrical cords or the electrical rail used to motorize the trains in the Stockholm Metro (which, in fact was not present in the experiment), many participants walked slowly, close to the walls, curved, and with their hands up for protection. One possible solution to this problem could be to design tunnels with designated walkways. This would not only signal to evacuees where they should walk (which would be essentially clear in combination with emergency signage and the handrail design as suggested above). It would also allow for people to walk on a solid ground, making it easier especially for people with movement disabilities, senior citizens and children. In addition, if such a walkway were to be raised above track level, instead in level with the train floor, such a walkway would

very much facilitate evacuation of the train, especially for the vulnerable groups mentioned above. Many participants suggested installing path lighting, similar to what is used on airplanes, and this could be added to the outer parts of the walkway, closest to the tracks. The combination of a path lighting on the walkway, and a light strip in the handrail, would together frame the walkway for the participants in a way that would be very clear, and can be recognised from other environments as well (airplanes, for example). It may be argued that this type of installation would obstruct operation and maintenance of other technical installations present in tunnels, however, a solution could be the design suggested in Figure 72. This would allow for technical installations under the walkway, similar to the design of platforms at underground stations where people can head for safety if they have fallen down onto the tracks. It may also be argued that a raised walkway would decrease the available safe escape time (ASET) due to the fact that evacuees will be located closer to the smoke layer. However, it should be noted that fires in tunnels only tend to form a distinct two-zone layer closest to the fire, and thereafter mixes with the air due to the cooling of the smoke against the large contact areas with the tunnel. The problem must therefore carefully be examined in each design case. It should be noted that some studies have been carried out on the topic, see for example Ahlfont & Vermina Lundström (2012) and Dahlstrand (2013)

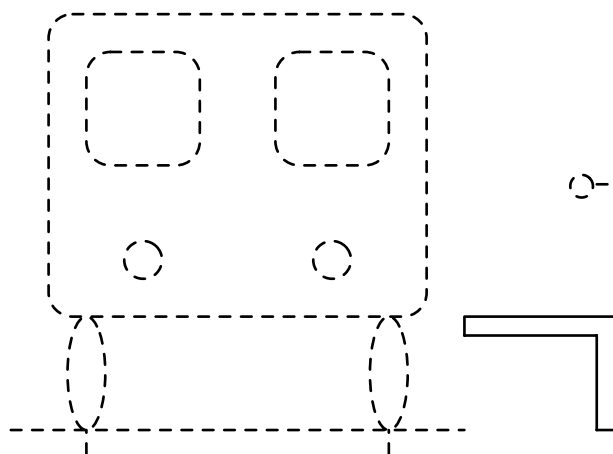


Figure 72. It is likely that a raised walkway in the tunnel would be of help to evacuees in an underground rail transportation system. If design as in the figure, it would not interfere with the ordinary operation and maintenance of technical installations, which could be located under the walkway.

A number of different emergency exit designs were tested in the experiment, and it is clearly demonstrated that some designs performed better than others in terms of attracting people to the exit. Especially, the experiment illustrates the importance of the design to people that are walking on the “wrong” side of the tunnel, i.e., on the side of the tunnel opposite to the exit (most people that approached the exit on the same side found and used it in almost every case, independent of design). Certainly, there are a number of factors that influence the probability of detecting an emergency exit during an evacuation in a smoke filled rail tunnel. Firstly, there is the darkness and the smoke that obscure the exit, making it hard to discern. Secondly, as mentioned above, there is the design of the emergency signs, and the learning effect related to information on them, causing people to neglect the information when needed the most (opposite to the exit). Thirdly, there is the emergency exit design itself, contributing to detection and usage of the exit. Some areas of improvement have been discussed above (designing a handrail with a break, and the emergency sign opposite to the exit with a deviating design). These should be combined with an emergency exit design that makes it distinguishable, but at the same time signals that it is an exit.

Although perceived as beneficial, the results, in terms of exit choice, demonstrates that the traditional standard backlit European emergency exit sign was not always enough to capture the participants’ attention in a smoke-filled and dark rail tunnel. Adding either green flashing lights or continuous stronger lights to the design seem to have improved the design, and a larger proportion of the participants seem to

have identified the exit in the tunnel. Interview statements clearly indicate that the “state of learned irrelevance” in some cases was disrupted, because the deviating lights caught the participant’s attention. However, relatively many people expressed problematic aspects with the lights at the emergency exit. Although their attention was caught, they interpreted the lights as traffic signals (green flashing lights), rail switches (green flashing lights), or even the front of a train (continuous lights). In all cases, the participants choose to continue into the tunnel, instead of using the exit. The only exit design that resulted in a 100% exit usage was a combination of the standard backlit European emergency exit sign and a loudspeaker with a combined alarm and pre-recorded voice message. Not only did the design attract all participants to use the door, but it also encouraged people to leave the opposite tunnel wall earlier, consequently reducing the probability of missing the exit. Another positive effect of the loudspeaker installation was that it seems to have compensated for the poor design of the emergency sign opposite to the exit. This sign deviated from the others; an arrow was pointing down together with a distance marking of zero meters, which clearly made it hard for people to understand that the exit was located on the opposite side of the tunnel (and not below, above, or beside). Independent of emergency exit design, the emergency sign design opposite to the exit should not include an arrow pointing up or down.

Due to the long distances that people can be expected to evacuate in underground rail transportation systems, the movement speed of people is an interesting topic in egress assessments. The experiment indicates that the type of floor material and inclination has a limited influence on the movement speed, and furthermore, effects of fatigue (or learning effects) could not be identified, i.e., the movement speed was more or less constant during the whole evacuation. The participants moved with a speed of approximately 0.9 m/s in this environment, and interesting is that the light extinction coefficient does not seem to have affected the speed very much (see Figure 47) in the range covered by the experiment. It could be argued that at these visibilities, the visibility will not be the limiting factor, and that the movement speed still is described by natural variation within the population. Also interesting is that no correlation could be identified between movement speed and age, height, gender or previous experience of walking on the tracks be identified. For a more detailed discussion about movement speed in smoke, and comparison with previous studies, the reader is referred to Fridolf et al. (2013).

11. Conclusions

The medium scale evacuation experiment of METRO, which included 100 participants in the ages of 18-66 years recruited from the general public in Stockholm, were carried out with the purpose to study human behaviour and evacuation of underground rail transportation systems. In the experiment, each participant individually evacuated a smoke filled rail tunnel of approximately 160-180 metres, and primarily movement speeds, exit choice and human response to different designs were studied. The primary findings are summarized below:

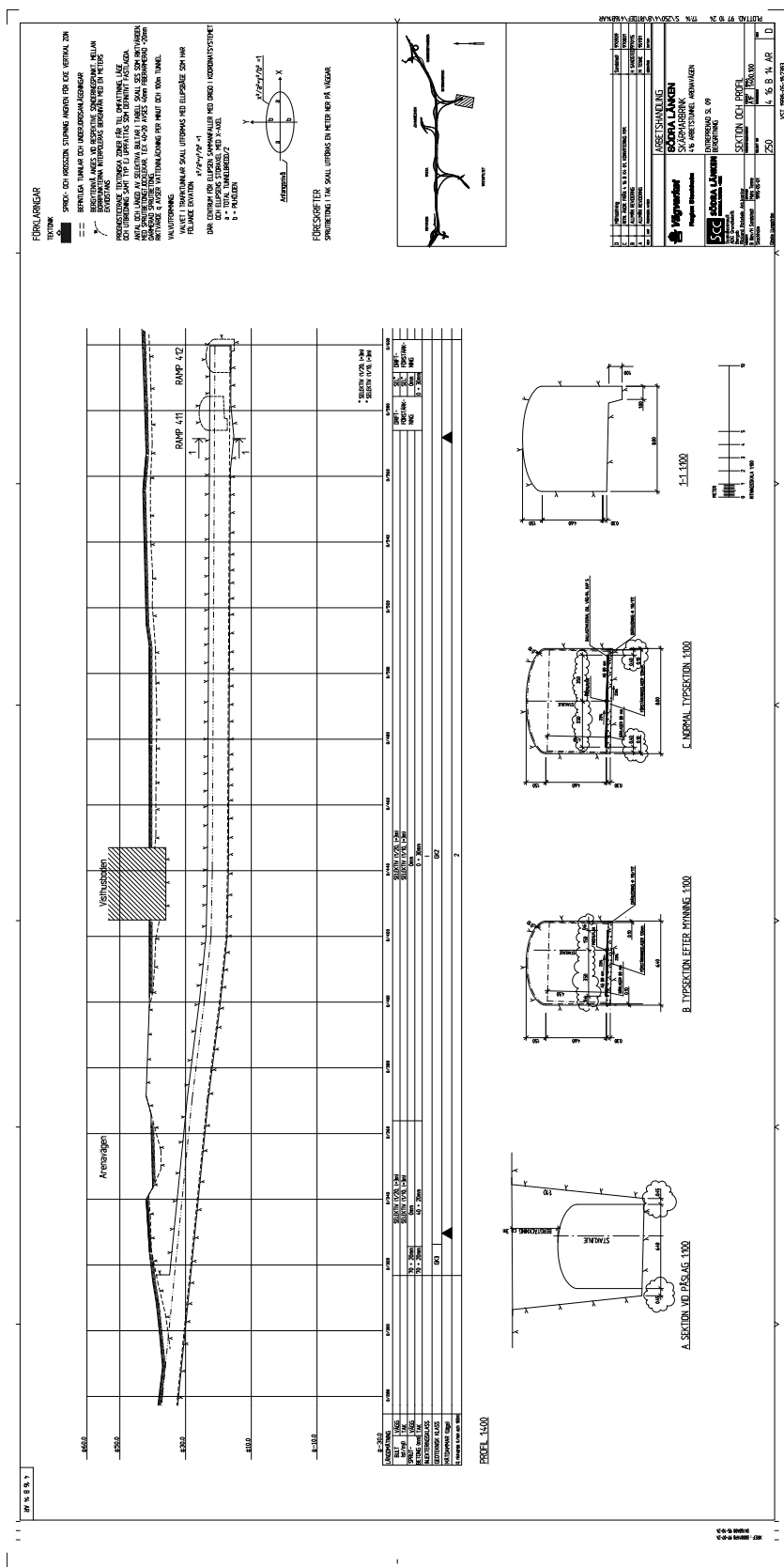
- The movement speed varied between 0.42-1.82 m/s, with a mean value of approximately 0.9 m/s for the range of light extinction coefficient in the experiment (approximately 1-3 m^{-1}). The relationship between movement speed and light extinction coefficient was, however, small, and the variation may as well be described by natural variation within the population.
- A loudspeaker installed at the emergency exit, broadcasting a combined alarm signal and a pre-recorded voice message, was found to perform particularly well in terms of attracting the participants to the exit. The design is therefore recommended. Different types of lights (green flashing and continuous) also increased the perceptibility of the exit, but were in some cases mistaken for traffic signs, rail switches, or even a train.
- Light sources are extremely important during an evacuation of an underground rail transportation system. Lights at emergency signs are required to illuminate the information. In addition, path lighting installed into the walkway similar to what is installed on airplanes, and a light strip built into the handrail, would increase the perceptibility of where evacuees should walk in a real fire. This is likely to increase movement speeds in these environments.
- Evacuees in a real fire in an underground rail transportation system can be expected to follow the tunnel walls, and it is therefore recommended that handrails are installed to provide people with guidance on where to walk and what to follow.
- Emergency signage, preferably with distance markings and light sources, such as the emergency signs used in the experiment, can be expected to be of great aid to evacuees in a real fire in an underground rail transportation system. It reduces uncertainties, and may even increase movement speeds if designed properly, as less time is spent performing orientation activities.
- A raised walkway, similar to what can be found at platforms in underground stations, would be of great help during an evacuation of a train in a tunnel, especially for vulnerable groups such as senior citizens, people with disabilities and children. Furthermore, a designated walkway would signal to evacuees in a real tunnel fire where to walk, reducing the uncertainty and fear about coming too close to electrical cords, rails and the tracks. Also, a designated walkway that is smooth would offer easier transportation of evacuees. Altogether, the factors listed may increase movement speeds and reduce the overall evacuation time, but it is suggested that future research study the effects in greater detail.
- Technical installations in the area close to the emergency exits in underground rail transportation systems should be designed in a way that deviates from the standard concept of the underground rail transportation system in order to, among other things, disrupt the possible learning effects, and to make evacuees aware of the exit.

12. References

- Ahlfton, J., & Vermina Lundström, F. (2012). *Tunnelutrymning: Effekten av gångbanans bredd på förflyttningshastighet vid utrymning i en spårtunnel*. (BSc), Lund University, Lund. (5398)
- Bergqvist, A. (2001). *Rapport ifrån besöket vid brandplatsen i kaprun, österrike* [Report from the visit at the fire scene in Kaprun, Austria]. Stockholm: Stockholms Brandförsvär.
- Burnett, J. (1984). Fire safety concerns for rail rapid transit systems. *Fire Safety Journal*, 8(1), 3-7. doi:10.1016/0379-7112(84)90048-1.
- Carvel, R., & Marlair, G. (2011). A history of fire incidents in tunnels. In A. Beard & R. Carvel (Eds.), *The handbook of tunnel fire safety* (Second ed., pp. 3-23). London: ICE Publishing.
- Dahlstrand, E. (2013). *Utrymningsvägar i tåg tunnlar*. Manuscript (MSc Thesis). Lund University, Lund.
- European Commission. (2008). 2008/163/EC: Commission decision of 20 december 2007 concerning the technical specification of interoperability relating to safety in railway tunnels in the trans-european conventional and high-speed rail system (notified under document number C(2007) 6450) (text with EEA relevance). *Official Journal of the European Union*, L 64(7.3.2008), 1-71.
- Fennell, D. (1988). *Investigation into the king's cross underground fire*. London: The Department of Transport.
- Fermaud, C., Jenne, P., & Müller, W. (1995). Fire in a commuter train - rescue procedures as perceived by passengers. In A. Vardy (Ed.), *Second international conference on safety in road and rail tunnels* (pp. 181-188). Granada, Spain: Independent Technical Conferences.
- Foddy, W. (1993). *Constructing questions for interviews and questionnaires: Theory and practice in social research*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Frantzich, H., & Nilsson, D. (2003). *Utrymning genom tät rök: Beteende och förflyttning [evacuation in dense smoke: Behaviour and movement]*. Lund: Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety, Lund University.
- Frantzich, H., & Nilsson, D. (2004). Evacuation experiments in a smoke filled tunnel. In *3rd international symposium on human behaviour in fire* (pp. 229-238). London: Interscience Communications Ltd.
- Fridolf, K., & Nilsson, D. (2011). People's subjective estimation of fire growth: An experimental study of young adults. In *Fire safety science 10* (pp. 161-172). University of Maryland, USA. doi:10.3801/IAFSS.FSS.10-161.
- Fridolf, K., Nilsson, D., & Frantzich, H. (2012). *Train evacuation inside a tunnel: An interview study with senior citizens and people with disabilities*. Paper presented at the fifth international symposium on Human Behaviour in Fire, Cambridge, UK.
- Fridolf, K., & Nilsson, D. (2012). WP2 - evacuation. In *The METRO project: Final report* (pp. 37-44). Mälardalen: Mälardalen University Press.
- Fridolf, K., Nilsson, D., & Frantzich, H. (2013). The Flow Rate of People during Train Evacuation in Rail Tunnels: Effects of Different Train Exit Configurations. *Manuscript submitted for publication*.
- Fridolf, K., Andrée, K., Nilsson, D., & Frantzich, H. (2013). *The Impact of Smoke on Walking Speed*. Paper presented at the thirteenth international Interflam Conference, Interflam 2013, Royal Holloway College, Nr Windsor, UK.
- Fridolf, K., Nilsson, D., & Frantzich, H. (2013). Fire evacuation in underground transportation systems: A review of accidents and empirical research. *Fire Technology*, 49(2), 451-475. doi:10.1007/s10694-011-0217-x.
- Fridolf, K., Ronchi, E., Nilsson, D., & Frantzich, H. (2013). Movement speed and exit choice in smoke-filled rail tunnels. *Fire Safety Journal*, 59, 8-21. doi:10.1016/j.firesaf.2013.03.007.
- ISO. (1987). *ISO 8201:1987 - acoustics - audible emergency evacuation signal*. Genève: International Organization for Standardization.
- Jin, T. (1978). Visibility through fire smoke. *Journal of Fire & Flammability*, 9, 135-157.

- Jin, T. (2008). Visibility and human behavior in fire smoke. In P. J. DiNenno (Ed.), *The SFPE handbook of fire protection engineering* (Fourth ed.). Quincy, Massachusetts: National Fire Protection Association.
- Korhonen, T., & Hostikka, S. (2010). *Fire dynamics simulator with evacuation: FDS+evac - technical reference and user's guide (FDS 5.5.0, evac 2.2.1)*. VTT Technical Research Centre of Finland.
- Körner, S., & Wahlgren, L. (2002). *Praktisk statistik*. Lund: Studentlitteratur.
- Larsson, S. (2004). *Tunnelolyckan i kaprun 2000 [tunnel accident in kaprun 2000]* (p. 58). Stockholm: Försvarshögskolan [Swedish National Defence College].
- Nilsson, D. (2009). *Exit choice in fire emergencies – Influencing choice of exit with flashing lights*. Thesis.
- Nilsson, D., Frantzich, H., & Saunderson, W. (2005). Coloured flashing lights to mark emergency exits - experiences from evacuation experiments. In D. Gottuk & B. Lattimer (Eds.), *Eighth international symposium of fire safety science, IAFSS 2005* (pp. 569-579). Tsinghua University, Beijing, China: International Association of Fire Safety Science. doi:doi:10.3801/IAFSS.FSS.8-569
- Rohlén, P., & Wahlström, B. (1996). *Tunnelbaneolyckan i baku, azerbajjan 28 oktober 1995 [the subway accident in baku, azerbaijan, 28 october 1995]*. Karlstad: Statens räddningsverk [Swedish Rescue Services Agency].
- Schupfer, H. (2001). Fire disaster in the tunnel of the kitzsteinhorn funicular in kaprun on 11 nov. 2000. In *Fourth international conference on safety in road and rail tunnels*. Madrid, Spain.
- SMHI. (2013). SMHI day temperature clim 9821. [Web page] Retrieved from http://data.smhi.se/met/climate/time_series/day/temperature/SMHI_day_temperature_clim_9821.txt.
- Swedish Work Environment Authority. (2005). *Occupational exposure limit values and measures against air contaminants*.
- Trafikverket. (2011a). *TRVK tunnel 11*.
- Trafikverket. (2011b). *TRVR tunnel 2011*.
- Utbildningsdepartementet [The Ministry of Education and Cultural Affairs]. (2003). Lag (2003:460) om etikprövning av forskning som avser människor [the act concerning the ethical review of research involving humans (2003:460)]. *Svensk Författningssamling, SFS 2003:460*.
- Zigmond, A. S., & Snaith, R. P. (1983). The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 67(6), 361-70.

Appendix 1: Drawing of the tunnel



Appendix 2: Pictures of the emergency exit









Appendix 3: Recruitment advertisement



Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Avdelningen för brandteknik och riskhantering

FÖRSÖKSPERSONER SÖKES

Avdelningen för Brandteknik och riskhantering vid Lunds tekniska högskola bedriver bland annat forskning om människors beteende vid brand. Nu söker vi försökspersoner till ett utrymningsförsök i en rökfylld tunnel som kommer att genomföras under dag- och kvällstid i Stockholm den 30/5-1/6. För dig som deltar i försöket utgår en ersättning på 300 kronor, dessutom kommer det att finnas mindre tilltugg/fika på plats.

I försöket, som genomförs i en gammal arbetstunnel i närheten av Globen (Träderskolevägen 3), kommer du att gå genom tät rök i en realistisk tunnelmiljö; en miljö som liknar den i Stockholms tunnelbana. Du kommer att befinna dig i den rökfyllda miljön i cirka 15 minuter. Röken är ofarlig, men kommer att innehålla ett ämne (ättikspirit) som är irriterande för ögon, näsa och hals. Detta ämne tillsätts för att efterlikna riktig brandrök. Tunnelmiljön kan upplevas som skrämmande eller obehaglig, och du kommer därför när som helst att kunna avbryta försöket. Efter genomfört försök kommer du att få fylla i en enkät om dina upplevelser, dessutom väljs vissa personer ut för en intervju. Innan du lämnar platsen kommer du även att få mer information om försöket och en kortare brandskyddsutbildning, bl. a. information om hur du bör agera vid en eventuell brand i Stockholms tunnelbana.

Själva försöket beräknas ta cirka 15 minuter, men deltagande innebär att du måste stanna på platsen i upp till 3 timmar. Under hela denna tid kommer du att täckas av en olycksfallsförsäkring som tecknats till dig av Lunds tekniska högskola genom Kammarkollegiet. Deltagande förutsätter att du är 18 år eller äldre och att du behärskar det svenska språket i tal och skrift. Du får inte ha några astmatiska besvär eller till vardags arbeta som brandman eller brandingenjör.

Om du är intresserad av att delta i försöket kan du kontakta Karl Fridolf på Lunds tekniska högskola via mejl karl.fridolf@brand.lth.se eller telefon 046-288 48 34. Vänligen ange vilken/vilka dagar du kan tänka dig att delta, d.v.s., antingen 30 maj, 31 maj eller 1 juni. Ange också när på dagen du har möjlighet att delta. Observera att du endast kan delta vid ett tillfälle (en av dagarna) och att din anmälan behandlas som en intresseanmälan. Väljs du ut som deltagare kommer du att få mer information om försöket, bl. a. om hur försöket kommer att gå till, vilka risker du kommer att utsättas för, hur försökets resultat kommer att hanteras och var det kommer att publiceras, och vad som ingår i olycksfallsförsäkringen.

Huvudansvarig för försöken är Daniel Nilsson. Vid frågor om försöket, vänligen kontakta Daniel via mejl daniel.nilsson@brand.lth.se eller telefon 046-222 95 93.

Daniel Nilsson

Postadress Box 118, 221 00 Lund Besöksadress John Ericssons väg 1, 221 00 Lund Telefon dir 046-288 48 34 Telefon växel 046-222 73 60 Telefax 046-222 46 12 E-post karl.fridolf@brand.lth.se Web www.brand.lth.se

Appendix 4: Participant information



Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Adelningen för brandteknik och riskhantering
Karl Fridolf, Doktorand

Försökspersoninformation

Utrymningsförsök i en rökfylld tunnel

Utrymningsförsök i en rökfylld tunnel

I början av juni 2011 genomförs ett utrymningsförsök i en rökfylld övningstunnel i Stockholm. I försöket kommer personer att gå genom tät rök i en realistisk tunnelmiljö, nämligen en miljö som liknar Stockholms tunnelbana. Studien genomförs av Avdelningen för brandteknik och riskhantering på Lunds tekniska högskola (LTH).

Du får denna information eftersom du anmält intresse av att delta. I avsnitten nedan hittar du information om försöket.

1. Bakgrund och syfte

Tidigare olyckor i tunnlar har visat att bränder kan leda till stor skada. Några exempel på detta är branden i vägtunneln Mont Blanc (39 personer dog) och branden på stationen King's Cross på tunnelbanan i London (31 personer dog). För att undvika denna typ av olyckor i framtiden behövs mer kunskap om hur människor agerar i tunnelmiljöer, t.ex. hur snabbt de går och vilka utgångar de väljer.

Syftet med denna studie är att undersöka hur snabbt personer går i en rökfylld järnvägstunnel. Dessutom ska det undersökas hur personer väljer utgångar i en tunnelmiljö. Målet är att utveckla nya rekommendationer som kan leda till säkrare tunnlar i framtiden.

2. Förfrågan om deltagande

Du har blivit kontaktad eftersom du vid ett tidigare tillfälle anmält intresse av att delta. I detta dokument hittar du mer information om utrymningsförsöket. Efter att ha läst informationen kan du fatta ett beslut om att delta. Försöket är helt frivilligt, d.v.s. du deltar bara om du själv vill.

3. Hur går studien till?

I försöket kommer du att gå en längre sträcka (maximalt ca 400 meter) i en rökfylld tågtunnel. Tunneln är en övningstunnel där det inte finns någon tågtrafik. Vid försöket kommer tunneln att fyllas med konstgjord rök och ättiksyra. Ättiksyran används för att få irriterande rök, d.v.s. rök som liknar brandrök.

Du kommer att gå själv i tunneln, men det kommer hela tiden att finnas en brandman nära dig. Brandmannen kommer att filma dig med en värmekamera som kan filma genom röken. Om du vill avbryta försöken kan du ge en signal till brandmannen som kommer och hjälper dig.

Postadress Box 118, 221 00 Lund Besöksadress John Ericssons väg 1, 221 00 Lund Telefon dir 046-288 48 34 Telefon växel 046-222 73 60 Telefax 046-222 46 12 E-post karl.fridolf@brand.lth.se Web www.brand.lth.se



Försökspersoninformation

Utrymningsförsök i en rökfylld tunnel

Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Adelningen för brandteknik och riskhantering

Karl Fridolf, Doktorand

När du gått genom tunneln kommer brandmannen att hjälpa dig ut till det fria där du får fylla i en enkät om dina upplevelser. Vissa personer kommer även att intervjuas.

Innan du får lämna försöket kommer du att vara med på en genomgång. I samband med denna genomgång får du mer information om hur du ska agera i händelse av brand i både tunnlar och byggnader.

4. Vilka är riskerna?

I tunneln kommer sikten att vara dålig på grund av den täta röken och det finns en viss risk att snubbla. Du kommer därför att använda skyddsutrustning, nämligen en skyddande overall och en hjälm. Om du har astma bör du undvika att delta i försöket. Orsaken till detta är att ättiksyra kommer att användas. Koncentrationen ättiksyra kommer att hållas under Arbetsmiljöverkets regler för exponering under kort tid, men om du har astma kan du vara extra känslig.

Den tunnelmiljö som används kan upplevas som skrämmande och du kan känna obehag. Om du vill avbryta försöket kan du därför när som helst ge en signal till brandmannen som kommer att hjälpa dig ut. Du signalerar till brandmannen genom att vifta häftigt med armarna.

5. Finns det några fördelar?

Den viktigaste fördelen är att du får möjlighet att öva utrymning i en rökfylld miljö, d.v.s. i tunneln. Genom att du övar kommer du att vara bättre förberedd om du någon gång råkar ut för en verklig brand.

6. Hantering av data

I tunneln kommer du att filmas med värmekamera. Det kommer inte att vara möjligt att identifiera dig i filmerna eftersom de kameror som används bara registrerar värme. Filmerna kommer att användas i analysen av försöket. När de inte används förvaras de inlåsta på Avdelningen för brandteknik och riskhantering, LTH. Filmerna kommer bara att analyseras av forskare på avdelningen, men ett urval av filmerna kan komma att visas i undervisningssyfte. De filmer som väljs ut för visning i undervisningssyfte granskas extra noga för att garantera att det inte går att identifiera dig.

Den data som presenteras i rapporter och artiklar kommer att vara kodad och det kommer inte att vara möjligt att identifiera dig. Dina kontaktuppgifter sparas i maximalt 6 månader, men de kommer aldrig att kopplas till insamlad data. Kontaktuppgifterna sparas för att vi ska kunna kontakta dig efter försöket för att undersöka om du påverkats psykologiskt, t.ex. om du känner rädsla eller oro.

Postadress Box 118, 221 00 Lund Besöksadress John Ericssons väg 1, 221 00 Lund Telefon dir 046-288 48 34 Telefon växel 046-222 73 60 Telefax 046-222 46 12 E-post karl.fridolf@brand.lth.se Web www.brand.lth.se



Försökspersoninformation

Utrymningsförsök i en rökfylld tunnel

Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Adelningen för brandteknik och riskhantering

Karl Fridolf, Doktorand

7. Hur får jag information om studiens resultat?

Studiens resultat kommer att publiceras på hemsidan www.metroproject.se.
Planen är att resultaten ska vara publicerade senast i december 2012.

8. Försäkring och ersättning

I samband med försöken är du försäkrad av Kammarkollegiet. Försäkringen är en olycksfallsförsäkring som täcker alla delar av försöket, inklusive resa till och från försöksplatsen.

Du kommer du att erhålla 300 kr i ersättning för att du deltar. Dessutom får du ersättning för resekostnader till och från försöket om du reser inom Stockholms stad.

9. Frivillighet

Deltagande i försöket är frivilligt. Du kan när som helst avbryta din medverkan i försöket. Om du väljer att avbryta inne i tunneln ska du ge en signal till brandmannen som hjälper dig att hitta ut ur tunneln. Du kommer att få ersättningen (300 kr) även om du väljer att avbryta din medverkan när du befinner dig inne i tunneln.

10. Ansvariga

Försöken genomförs av forskare på Avdelningen för brandteknik och riskhantering på LTH. Huvudansvarig forskare är Daniel Nilsson. Du kan nå Daniel via mejl (daniel.nilsson@brand.lth.se) eller telefon (046-222 95 93).

Du är välkommen att kontakta honom om du har frågor om studien.

Postadress Box 118, 221 00 Lund Besöksadress John Ericssons väg 1, 221 00 Lund Telefon dir 046-288 48 34 Telefon växel 046-222 73 60 Telefax 046-222 46 12 E-post karl.fridolf@brand.lth.se Web www.brand.lth.se



Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Adelningen för brandteknik och riskhantering

Karl Fridolf, Doktorand

Försökspersoninformation

Utrymningsförsök i en rökfylld tunnel

Samtycke - Utrymningsförsök i rökfylld tunnel

Jag har tagit del av ovanstående information om försöket i den rökfyllda tunneln.
Dessutom har jag fått möjlighet att ställa frågor och fått svar på de frågor jag har.
Jag är därför insatt i vad försöken innebär och samtycker härmed till att delta i studien.

Signatur

Ort och datum

Namnförtydligande

Postadress Box 118, 221 00 Lund Besöksadress John Ericssons väg 1, 221 00 Lund Telefon dir 046-288
48 34 Telefon växel 046-222 73 60 Telefax 046-222 46 12 E-post karl.fridolf@brand.lth.se Web
www.brand.lth.se

Appendix 5: Questionnaire

Enkät: Utrymningsförsök i en rökfylld tunnel

Denna enkät är indelad i 4 delar och innehåller dels s.k. öppna frågor och dels s.k. kryssfrågor. De öppna frågorna besvaras av dig i löpande text eller med stödord, kryssfrågorna genom att du markerar det eller de alternativ som stämmer bäst in. Vänligen ta god tid på dig för att besvara frågorna. Räcker inte utrymmet under frågan kan du skriva på baksidan av pappret.

Kom ihåg att dina svar kommer att behandlas så att de inte kan spåras till dig i all redovisning av försöken.

På denna sida ber vi endast om ditt namn. När försöken är avslutade kommer förstasidan att separeras från resten av enkäten så att dina svar inte kan spåras tillbaka till dig i efterhand.

Namn (för- och efternamn)

Del I - Allmän information

1. Hur gammal är du?

Ålder: _____ år

2. Är du man eller kvinna?

☐ Man
☐ Kvinna

3. Hur lång är du (ungefär)?

Längd: _____ cm

4. Är du höger- eller vänsterhänt?

☐ Högerhänt
☐ Vänsterhänt

5. Hur ofta åker du tunnelbana? Markera det alternativ som stämmer bäst.

☐ Flera gånger i veckan
☐ Ungefär 1 gång i veckan
☐ Ungefär 1 gång i månaden
☐ Mindre än 1 gång i månaden

6. Har du någon gång tagit del av information om vad du skall göra vid en eventuell brand i tunnelbanan?

☐ Ja
☐ Nej

Om ja, beskriv på vilket sätt:

7. Har du någon gång fått själv funderat på brandsäkerhet i tunnelbanan?

- ☐ Ja
☐ Nej

Om ja, beskriv vad du funderat på:

8. Har du vid ett tidigare tillfälle varit med om en utrymning i tunnelbanan?

- ☐ Ja
☐ Nej

Om ja, beskriv händelseförloppet:

9. Har du vid något tillfälle gått på spåret i en tunnelbana eller annan järnvägstunnel?

- ☐ Ja
☐ Nej

Om ja, beskriv i vilket sammanhang:

Del II - Försöket

10. Hur skulle du beskriva graden av realism i försöket i jämförelse med hur du tror (eller vet) att miljön är vid en riktig brand?

Har inget med riktig brandmiljö att göra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Mycket verklighetsnära
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

11. Om detta hade varit på riktigt, vad tror du om dina möjligheter att ta dig ut?

Mycket små	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Mycket stora
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

12. Vad var det för tecken eller signaler du letade efter när du gick i tunneln?

☐	Ljud	
☐	Symboler	
☐	Ljus	
☐	Värme	
☐	Lukt	
☐	Fasta ytor	
☐	Annat, nämligen:	_____

13. Använde du någon särskild taktik för att orientera dig i tunneln?

☐	Ja
☐	Nej

Om ja, beskriv taktiken:

14. Använde du någon särskild taktik för att förflytta dig i tunneln?

- ☐ Ja
☐ Nej

Om ja, beskriv taktiken:

15. När du gick i tunneln, kunde du (under större delen av försöket)

a. se dina händer framför dig?

- ☐ Ja
☐ Nej

b. se dina fötter?

- ☐ Ja
☐ Nej

c. se längre än så?

- ☐ Ja
☐ Nej

16. Kan du försöka att uppskatta hur många meter du i genomsnitt såg i röken?

Jag kunde se cirka _____ meter i röken

17. Hur långt tror du att du gick innan du kom till en dörr/försöket avbröts?

Sträcka: _____ meter

Del III - Installationer

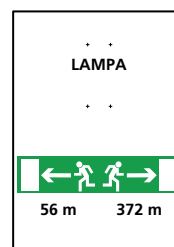
18. Såg du en nödutgång när du gick i tunneln?

- ☐ Ja
☐ Nej

Om ja, vad var det som fick dig att uppmärksamma nödutgången?

19. Såg du några skyltar (som på bilden) som visade vart du skulle gå?

- ☐ Ja, redan från början
☐ Ja, efter ett tag
☐ Nej



Om ja, var såg du dem?

20. Noterade du några andra installationer som kunde hjälpa dig att hitta ut?

Ja, nämligen:

- ☐ Nödutgångsskylt (se bild)
☐ Blinkande belysning
☐ Fast lysande belysning
☐ Starkt upplyst dörr
☐ Ljudsignal och/eller talat meddelande
☐ Färgad belysning
☐ Rinnande belysning
☐ Räcken (handledare liknande de i trappor)
☐ Annat: _____



- ☐ Nej

21. Hur skulle du vilja beskriva nyttan du hade av de olika installationerna?

Typ av installation		Nytta med installationen												
Nödutgångsskylt 	Ingen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Stor	Vet inte ☐	Såg inga ☐
Blinkande belysning	Ingen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Stor	Vet inte ☐	Såg inga ☐
Fast lysande belysning	Ingen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Stor	Vet inte ☐	Såg inga ☐
Starkt upplyst dörr	Ingen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Stor	Vet inte ☐	Såg inga ☐
Ljudsignal och/eller talat meddelande	Ingen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Stor	Vet inte ☐	Hörde inget ☐
Färgad belysning	Ingen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Stor	Vet inte ☐	Såg inga ☐
Rinnande belysning	Ingen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Stor	Vet inte ☐	Såg inga ☐
Räcken (handledare likande de i trappor)	Ingen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Stor	Vet inte ☐	Kände inga ☐
Annat (1), ange: _____	Ingen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Stor	Vet inte ☐	Kände inga ☐
Annat (2), ange: _____	Ingen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Stor	Vet inte ☐	Kände inga ☐

22. Baserat på dina upplevelser idag, hur tycker du att en installation/hjälpmedel ska vara utformat för att det ska underlätta för dig vid en utrymning i tunnelbanan? Försök att beskriva vilka egenskaper som är viktiga för dig.

Del IV - Övriga känslor och upplevelser

23. Vilka känslor kände du under utrymningen?

Typ av känsla		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Osäkerhet	Ingen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Stor
Stress	Ingen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Stor
Rädsla	Ingen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Stor
Orienteringsproblem	Ingen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Stor
Fysiskt obehag - illamående	Ingen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Stor
Fysiskt obehag - svid i ögonen	Ingen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Stor

24. Vad anser du om att genomföra denna typ av försök där du som försöksperson exponeras för en förhållandevis realistisk brandmiljö?

- ☐ Bra
☐ Inte bra

Motivera gärna:

25. Kände du dig orolig för att du själv skulle komma till skada under försöket?

- | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Nej, inte
alls | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Ja, väldigt
mycket |
| | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | |

26. Är det något annat du vill kommentera eller ge dina synpunkter på?

☐ Ja, ange:

☐ Nej

Appendix 6: Questionnaire answers, part 1

Participant	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6a	Q6b	Q7a	Q7b	Q8a	Q8b	Q9a	Q9b
1	21	Kvinna	162	Vänsterhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
2	40	Man	180	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Hur man tar sig ut. Hur ventilationen fungerar. Hur man ska akta sig för strömskenan.	Nej	-	Ja	Praktikjobb på Stockholm konsult, mät- och inspektionsjobb.
3	18	Kvinna	160	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Att få veta hur man ska göra/bete sig vid brand. Om de öppnar dörrarna eller inte, vad ska man göra. Dra i nödbroms etc.	Nej	-	Nej	-
4	18	Kvinna	158	Vänsterhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Att i tunneln brukar man se många skyltar och trappor som jag brukar reagera på även i själva tunnelbanan finns det nödbromsar och nödsignaler osv.	Nej	-	Nej	-
5	19	Kvinna	170	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Jag har tänkt att det skulle vara väldigt panikartat om det blev en	Nej	-	Nej	-

Participant	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6a	Q6b	Q7a	Q7b	Q8a	Q8b	Q9a	Q9b
6	23	Kvinna	186	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
7	30	Kvinna	178	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
8	32	Man	173	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
9	44	Kvinna	165	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Har läst att perrongerna har två ingångar av brandskäl. De som bara har en har extra skydd.	Ja	Skulle ta grönlinje två t-centralen till Frescah (universitetet). Vi var på perrongen när en brandman kommer rusande och muttrar mer än skriker. "Få bort alla människor från perrongen", det var någon rökutveckling som vi aldrig såg, minns inte vad det stod i tidningen heller.	Nej	-
10	26	Man	186	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Möjligheten att ta sig upp ifrån en station som endast har en utgång.	Nej	-	Nej	-
11	44	Man	180	Högerhänt	Ungefär 1 gång i veckan	Nej	-	Ja	Undrar vad som skulle hända om det börja brinna här eller mellan stationerna.	Nej	-	Nej	-
12	25	Kvinna	163	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Har funderat hur terrorattacker hänt i världen. Funderat över hur säker tunnelbanan här i Stockholm är.	Nej	-	Nej	-

Participant	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6a	Q6b	Q7a	Q7b	Q8a	Q8b	Q9a	Q9b
13	21	Kvinna	162	Vänsterhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
14	40	Man	180	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Hur man tar sig ut. Hur ventilationen fungerar. Hur man ska akta sig för strömskenan.	Nej	-	Ja	Praktikjobb på Stockholm konsult, mät- och inspektionsjobb.
15	18	Kvinna	160	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Att få veta hur man ska göra/bete sig vid brand. Om de öppnar dörrarna eller inte, vad ska man göra. Dra i nödbroms etc.	Nej	-	Nej	-
16	18	Kvinna	158	Vänsterhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Att i tunneln brukar man se många skyltar och trappor som jag brukar reagera på även i själva tunnelbanan finns det nödbromsar och nödsignaler osv.	Nej	-	Nej	-
17	19	Kvinna	170	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Jag har tänkt att det skulle vara väldigt panikartat om det blev en brand. Mycket människor, mörkt. Vart ska alla ta vägen?	Nej	-	Nej	-
18	23	Kvinna	186	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
19	30	Kvinna	178	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-

Participant	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6a	Q6b	Q7a	Q7b	Q8a	Q8b	Q9a	Q9b
20	32	Man	173	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
21	44	Kvinna	165	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Har läst att perrongerna har två ingångar av brandskäl. De som bara har en har extra skydd.	Ja	Skulle ta grönlinje två t-centralen till Frescah (universitetet). Vi var på perrongen när en brandman kommer rusande och muttrar mer än skriker. "Få bort alla människor från perrongen", det var någon rökutveckling som vi aldrig såg, minns inte vad det stod i tidningen heller.	Nej	-
22	26	Man	186	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Möjligheten att ta sig upp ifrån en station som endast har en utgång.	Nej	-	Nej	-
23	44	Man	180	Högerhänt	Ungefär 1 gång i veckan	Nej	-	Ja	Undrar vad som skulle hända om det börja brinna här eller mellan stationerna.	Nej	-	Nej	-
24	25	Kvinna	163	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Har funderat hur terrorattacker hänt i världen. Funderat över hur säker tunnelbanan här i Stockholm är.	Nej	-	Nej	-
25	21	Kvinna	162	Vänsterhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-

Participant	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6a	Q6b	Q7a	Q7b	Q8a	Q8b	Q9a	Q9b
26	40	Man	180	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Hur man tar sig ut. Hur ventilationen fungerar. Hur man ska akta sig för strömskenan.	Nej	-	Ja	Praktikjobb på Stockholm konsult, mät- och inspektionsjobb.
27	18	Kvinna	160	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Att få veta hur man ska göra/bete sig vid brand. Om de öppnar dörrarna eller inte, vad ska man göra. Dra i nödbroms etc.	Nej	-	Nej	-
28	18	Kvinna	158	Vänsterhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Att i tunneln brukar man se många skyltar och trappor som jag brukar reagera på även i själva tunnelbanan finns det nödbromsar och nödsignaler osv.	Nej	-	Nej	-
29	19	Kvinna	170	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Jag har tänkt att det skulle vara väldigt panikartat om det blev en brand. Mycket människor, mörkt. Vart ska alla ta vägen?	Nej	-	Nej	-
30	23	Kvinna	186	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
31	30	Kvinna	178	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
32	32	Man	173	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-

Participant	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6a	Q6b	Q7a	Q7b	Q8a	Q8b	Q9a	Q9b
33	44	Kvinna	165	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Har läst att perrongerna har två ingångar av brandskäl. De som bara har en har extra skydd.	Ja	Skulle ta grönlinje två t-centralen till Frescah (universitetet). Vi var på perrongen när en brandman kommer rusande och muttrar mer än skriker. "Få bort alla människor från perrongen", det var någon rökutveckling som vi aldrig såg, minns inte vad det stod i tidningen heller.	Nej	-
34	26	Man	186	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Möjligheten att ta sig upp ifrån en station som endast har en utgång.	Nej	-	Nej	-
35	44	Man	180	Högerhänt	Ungefär 1 gång i veckan	Nej	-	Ja	Undrar vad som skulle hända om det börja brinna här eller mellan stationerna.	Nej	-	Nej	-
36	25	Kvinna	163	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Har funderat hur terrorattacker hänt i världen. Funderat över hur säker tunnelbanan här i Stockholm är.	Nej	-	Nej	-
37	21	Kvinna	162	Vänsterhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
38	40	Man	180	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Hur man tar sig ut. Hur ventilationen fungerar. Hur man ska akta sig för strömskenan.	Nej	-	Ja	Praktikjobb på Stockholm konsult, mät- och inspektionsjobb.

Participant	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6a	Q6b	Q7a	Q7b	Q8a	Q8b	Q9a	Q9b
39	18	Kvinna	160	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Att få veta hur man ska göra/bete sig vid brand. Om de öppnar dörrarna eller inte, vad ska man göra. Dra i nödbroms etc.	Nej	-	Nej	-
40	18	Kvinna	158	Vänsterhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Att i tunneln brukar man se många skyltar och trappor som jag brukar reagera på även i själva tunnelbanan finns det nödbromsar och nödsignaler osv.	Nej	-	Nej	-
41	19	Kvinna	170	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Jag har tänkt att det skulle vara väldigt panikartat om det blev en brand. Mycket människor, mörkt. Vart ska alla ta vägen?	Nej	-	Nej	-
42	23	Kvinna	186	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
43	30	Kvinna	178	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
44	32	Man	173	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-

Participant	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6a	Q6b	Q7a	Q7b	Q8a	Q8b	Q9a	Q9b
45	44	Kvinna	165	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Har läst att perrongerna har två ingångar av brandskäl. De som bara har en har extra skydd.	Ja	Skulle ta grönlinje två t-centralen till Frescah (universitetet). Vi var på perrongen när en brandman kommer rusande och muttrar mer än skriker. "Få bort alla människor från perrongen", det var någon rökutveckling som vi aldrig såg, minns inte vad det stod i tidningen heller.	Nej	-
46	26	Man	186	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Möjligheten att ta sig upp ifrån en station som endast har en utgång.	Nej	-	Nej	-
47	44	Man	180	Högerhänt	Ungefär 1 gång i veckan	Nej	-	Ja	Undrar vad som skulle hända om det börja brinna här eller mellan stationerna.	Nej	-	Nej	-
48	25	Kvinna	163	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Har funderat hur terrorattacker hänt i världen. Funderat över hur säker tunnelbanan här i Stockholm är.	Nej	-	Nej	-
49	21	Kvinna	162	Vänsterhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
50	40	Man	180	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Hur man tar sig ut. Hur ventilationen fungerar. Hur man ska akta sig för strömskenan.	Nej	-	Ja	Praktikjobb på Stockholm konsult, mät- och inspektionsjobb.

Participant	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6a	Q6b	Q7a	Q7b	Q8a	Q8b	Q9a	Q9b
51	18	Kvinna	160	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Att få veta hur man ska göra/bete sig vid brand. Om de öppnar dörrarna eller inte, vad ska man göra. Dra i nödbroms etc.	Nej	-	Nej	-
52	18	Kvinna	158	Vänsterhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Att i tunneln brukar man se många skyltar och trappor som jag brukar reagera på även i själva tunnelbanan finns det nödbromsar och nödsignaler osv.	Nej	-	Nej	-
53	19	Kvinna	170	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Jag har tänkt att det skulle vara väldigt panikartat om det blev en brand. Mycket människor, mörkt. Vart ska alla ta vägen?	Nej	-	Nej	-
54	23	Kvinna	186	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
55	30	Kvinna	178	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
56	32	Man	173	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-

Participant	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6a	Q6b	Q7a	Q7b	Q8a	Q8b	Q9a	Q9b
57	44	Kvinna	165	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Har läst att perrongerna har två ingångar av brandskäl. De som bara har en har extra skydd.	Ja	Skulle ta grönlinje två t-centralen till Frescah (universitetet). Vi var på perrongen när en brandman kommer rusande och muttrar mer än skriker. "Få bort alla människor från perrongen", det var någon rökutveckling som vi aldrig såg, minns inte vad det stod i tidningen heller.	Nej	-
58	26	Man	186	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Möjligheten att ta sig upp ifrån en station som endast har en utgång.	Nej	-	Nej	-
59	44	Man	180	Högerhänt	Ungefär 1 gång i veckan	Nej	-	Ja	Undrar vad som skulle hända om det börja brinna här eller mellan stationerna.	Nej	-	Nej	-
60	25	Kvinna	163	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Har funderat hur terrorattacker hänt i världen. Funderat över hur säker tunnelbanan här i Stockholm är.	Nej	-	Nej	-
61	21	Kvinna	162	Vänsterhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
62	40	Man	180	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Hur man tar sig ut. Hur ventilationen fungerar. Hur man ska akta sig för strömskenan.	Nej	-	Ja	Praktikjobb på Stockholm konsult, mät- och inspektionsjobb.

Participant	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6a	Q6b	Q7a	Q7b	Q8a	Q8b	Q9a	Q9b
63	18	Kvinna	160	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Att få veta hur man ska göra/bete sig vid brand. Om de öppnar dörrarna eller inte, vad ska man göra. Dra i nödbroms etc.	Nej	-	Nej	-
64	18	Kvinna	158	Vänsterhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Att i tunneln brukar man se många skyltar och trappor som jag brukar reagera på även i själva tunnelbanan finns det nödbromsar och nödsignaler osv.	Nej	-	Nej	-
65	19	Kvinna	170	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Jag har tänkt att det skulle vara väldigt panikartat om det blev en brand. Mycket människor, mörkt. Vart ska alla ta vägen?	Nej	-	Nej	-
66	23	Kvinna	186	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
67	30	Kvinna	178	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
68	32	Man	173	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-

Participant	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6a	Q6b	Q7a	Q7b	Q8a	Q8b	Q9a	Q9b
69	44	Kvinna	165	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Har läst att perrongerna har två ingångar av brandskäl. De som bara har en har extra skydd.	Ja	Skulle ta grönlinje två t-centralen till Frescah (universitetet). Vi var på perrongen när en brandman kommer rusande och muttrar mer än skriker. "Få bort alla människor från perrongen", det var någon rökutveckling som vi aldrig såg, minns inte vad det stod i tidningen heller.	Nej	-
70	26	Man	186	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Möjligheten att ta sig upp ifrån en station som endast har en utgång.	Nej	-	Nej	-
71	44	Man	180	Högerhänt	Ungefär 1 gång i veckan	Nej	-	Ja	Undrar vad som skulle hända om det börja brinna här eller mellan stationerna.	Nej	-	Nej	-
72	25	Kvinna	163	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Har funderat hur terrorattacker hänt i världen. Funderat över hur säker tunnelbanan här i Stockholm är.	Nej	-	Nej	-
73	21	Kvinna	162	Vänsterhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
74	40	Man	180	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Hur man tar sig ut. Hur ventilationen fungerar. Hur man ska akta sig för strömskenan.	Nej	-	Ja	Praktikjobb på Stockholm konsult, mät- och inspektionsjobb.

Participant	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6a	Q6b	Q7a	Q7b	Q8a	Q8b	Q9a	Q9b
75	18	Kvinna	160	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Att få veta hur man ska göra/bete sig vid brand. Om de öppnar dörrarna eller inte, vad ska man göra. Dra i nödbroms etc.	Nej	-	Nej	-
76	18	Kvinna	158	Vänsterhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Att i tunneln brukar man se många skyltar och trappor som jag brukar reagera på även i själva tunnelbanan finns det nödbromsar och nödsignaler osv.	Nej	-	Nej	-
77	19	Kvinna	170	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Jag har tänkt att det skulle vara väldigt panikartat om det blev en brand. Mycket människor, mörkt. Vart ska alla ta vägen?	Nej	-	Nej	-
78	23	Kvinna	186	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
79	30	Kvinna	178	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
80	32	Man	173	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-

Participant	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6a	Q6b	Q7a	Q7b	Q8a	Q8b	Q9a	Q9b
81	44	Kvinna	165	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Har läst att perrongerna har två ingångar av brandskäl. De som bara har en har extra skydd.	Ja	Skulle ta grönlinje två t-centralen till Frescah (universitetet). Vi var på perrongen när en brandman kommer rusande och muttrar mer än skriker. "Få bort alla människor från perrongen", det var någon rökutveckling som vi aldrig såg, minns inte vad det stod i tidningen heller.	Nej	-
82	26	Man	186	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Möjligheten att ta sig upp ifrån en station som endast har en utgång.	Nej	-	Nej	-
83	44	Man	180	Högerhänt	Ungefär 1 gång i veckan	Nej	-	Ja	Undrar vad som skulle hända om det börja brinna här eller mellan stationerna.	Nej	-	Nej	-
84	25	Kvinna	163	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Har funderat hur terrorattacker hänt i världen. Funderat över hur säker tunnelbanan här i Stockholm är.	Nej	-	Nej	-
85	21	Kvinna	162	Vänsterhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
86	40	Man	180	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Hur man tar sig ut. Hur ventilationen fungerar. Hur man ska akta sig för strömskenan.	Nej	-	Ja	Praktikjobb på Stockholm konsult, mät- och inspektionsjobb.

Participant	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6a	Q6b	Q7a	Q7b	Q8a	Q8b	Q9a	Q9b
87	18	Kvinna	160	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Att få veta hur man ska göra/bete sig vid brand. Om de öppnar dörrarna eller inte, vad ska man göra. Dra i nödbroms etc.	Nej	-	Nej	-
88	18	Kvinna	158	Vänsterhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Att i tunneln brukar man se många skyltar och trappor som jag brukar reagera på även i själva tunnelbanan finns det nödbromsar och nödsignaler osv.	Nej	-	Nej	-
89	19	Kvinna	170	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Jag har tänkt att det skulle vara väldigt panikartat om det blev en brand. Mycket människor, mörkt. Vart ska alla ta vägen?	Nej	-	Nej	-
90	23	Kvinna	186	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
91	30	Kvinna	178	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
92	32	Man	173	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-

Participant	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6a	Q6b	Q7a	Q7b	Q8a	Q8b	Q9a	Q9b
93	44	Kvinna	165	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Har läst att perrongerna har två ingångar av brandskäl. De som bara har en har extra skydd.	Ja	Skulle ta grönlinje två t-centralen till Frescah (universitetet). Vi var på perrongen när en brandman kommer rusande och muttrar mer än skriker. "Få bort alla människor från perrongen", det var någon rökutveckling som vi aldrig såg, minns inte vad det stod i tidningen heller.	Nej	-
94	26	Man	186	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Möjligheten att ta sig upp ifrån en station som endast har en utgång.	Nej	-	Nej	-
95	44	Man	180	Högerhänt	Ungefär 1 gång i veckan	Nej	-	Ja	Undrar vad som skulle hända om det börja brinna här eller mellan stationerna.	Nej	-	Nej	-
96	25	Kvinna	163	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Har funderat hur terrorattacker hänt i världen. Funderat över hur säker tunnelbanan här i Stockholm är.	Nej	-	Nej	-
97	21	Kvinna	162	Vänsterhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Nej	-	Nej	-	Nej	-
98	40	Man	180	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Hur man tar sig ut. Hur ventilationen fungerar. Hur man ska akta sig för strömskenan.	Nej	-	Ja	Praktikjobb på Stockholm konsult, mät- och inspektionsjobb.

Participant	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6a	Q6b	Q7a	Q7b	Q8a	Q8b	Q9a	Q9b
99	18	Kvinna	160	Högerhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Att få veta hur man ska göra/bete sig vid brand. Om de öppnar dörrarna eller inte, vad ska man göra. Dra i nödbroms etc.	Nej	-	Nej	-
100	18	Kvinna	158	Vänsterhänt	Flera gånger i veckan	Nej	-	Ja	Att i tunneln brukar man se många skyltar och trappor som jag brukar reagera på även i själva tunnelbanan finns det nödbromsar och nödsignaler osv.	Nej	-	Nej	-

Appendix 7: Questionnaire answers, part 2

Participant	Q10	Q11	Q12	Q13a	Q13b	Q14a	Q14b	Q15a	Q15b	Q15c	Q16	Q17
1	9	6	Symboler, ljus	Ja	Följde nödutgångsskyltarna, när jag kom till slutet förstod jag dock inte om jag kommit/följt rätt eftersom jag bara gick in i en vägg av något slag.	Ja	Försökte hålla mig så nära ljuset som möjligt, inte springa för då hade jag snubblat	Ja	Nej	Nej	2	100
2	3	4	Ljus, fasta ytor	Ja	Försökte att inte gå för nära ljusen eftersom jag var rädd att krocka med väggen.	Ja	Försökte gå så rakt som möjligt.	Nej	Nej	Nej	4	150
3	5	5	Ljud, symboler, ljus, fasta ytor	Ja	Hand mot väggen samt gå på en sida åt ett håll. Samt följa lamporna med skylt mot nödutgång. Vid nöddörren ville jag i första hand vara kvar vid min "trygghet" väggen, varav jag uteslöt alla alternativ på denna sida innan jag gick över.	Ja	Jag gick med handen på väggen och hukade mig lite för att hålla handen på samma nivå som belysningen.	Nej	Nej	Ja	2	160
4	7	7	Symboler, ljus, fasta ytor	Ja	Letade efter ljus och symboler. Gå från lampa till lampa fast det blev svårt ibland då de försvann i röken.	Ja	Gå från lampa till lampa åt det hållet som pilen som visade lägst meterantal. Följa väggen.	Nej	Nej	Nej	0,5	200
5	8	7	Symboler, ljus	Ja	Jag navigerade mig genom tunneln mha de två parallella lyktorna så att jag befann mig emellan för att inte krocka in i något, och letade efter en exitskylt.	Ja	Större steg så att jag inte skulle snubbla.	Ja	Nej	Nej	3	450-500

Participant	Q10	Q11	Q12	Q13a	Q13b	Q14a	Q14b	Q15a	Q15b	Q15c	Q16	Q17
6	9	5	Symboler, ljus	Ja	Tittade mot väggen och gick så nära som möjligt. Försökte hålla koll på nödutgångssymbolerna där det även stod antal meter kvar till närmaste nödutgång.	Ja	Gick längst med väggen och tog små kliv så jag inte skulle snubbla.	Ja	Nej	Nej	1	300
7	8	2	Symboler, ljus	Ja	Tittade efter hur långt det var till nödut.	Nej	Men vid skarpt läge skulle jag försöka ha handen mot väggen och följa väggen.	Ja	Nej	Nej	0,5	178
8	8	10	Ljus, text	Ja	Kände mig fram med händerna så jag inte skulle slå i något. Vara lugn och fokusera på informationen som stod i tunneln.	Ja	Lugn och kände mig fram och inte sätta ned främre foten för hårt ifall jag skulle snubbla.	Nej	Nej	Ja	1,5-2	350
9	6	10	Symboler, ljus, fasta ytor	Ja	Jag höll en hand i väggen och en framför mig ifall det skulle komma något framför mig. Sedan letade jag efter ljuslyktorna och symbolerna.	Ja	Kanske svarade på detta tidigare. Men en hand i väggen och en framför mig.	Ja	Nej	Nej	4	150-200
10	6	7	Ljud, symboler, ljus, fasta ytor	Ja	Jag hade armarna framför mig ifall jag skulle komma i kontakt med en vägg kände jag med foten för eventuella lutningar, samt att jag tittade på ljusen och såg hur långt det var kvar och försökte "estimate" sträckan med mina steg, men efter en stund struntade jag i det.	Nej	-	Ja	Nej	Nej	1	150

Participant	Q10	Q11	Q12	Q13a	Q13b	Q14a	Q14b	Q15a	Q15b	Q15c	Q16	Q17
11	4	8	Ljud, symboler, ljus, värme, lukt, fasta ytor	Ja	Följa de skyltar jag såg som pekade mot en utgång. I viss mån hålla mig inom räckhåll av en vägg.	Nej	-	Ja	Nej	Nej	2	85
12	8	7	Symboler, ljus, fasta ytor, annat: Jag undersökte även att "gå ner under röken" men märkte ingen skillnad på dess densitet/siktdjup.	Ja	Kände längs väggen sporadiskt när jag inte kunde se ljuset.	Ja	Jag gick, ibland hukande, istället för att springa för att inte dra i mig mängden med rök.	Ja	Nej	Nej	1	80
13	9	10	Ljud, symboler, ljus	Ja	Leta efter ljus och kolla efter skyltar.	Ja	Kolla på skyltar och kolla ner så att jag inte ramlar på vägen.	Ja	Nej	-	1	500
14	3	4	Ljus, symboler, fasta ytor, annat: Ett räcke vid väggen. Tog tag i en elledning i tron att det var ett handtag.	Ja	Kolla var närmaste utgång är. Hålla så nära ljuskällan som möjligt. Känna efter med fötterna att underlaget var fast samt att det inte fanns något man kunde snubbla på.	Ja	Ena handen framför kroppen ifall jag skulle stöta på ett hinder. Först gick jag med högra foten framför det andra mest för att känna efter om det fanns hinder.	Nej	Nej	Ja	2	200-300
15	6	8	Symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Höll ena handen i väggen hela tiden.	Ja	Låg ställning.	Ja	Nej	Nej	15	200
16	7	10	Symboler, ljus.	Ja	Leta efter ljus.	Ja	Följa ljus och försöka lokalisera väggarna ljusen satt på. Med handen framför mig.	Ja	Nej	Nej	1	150
17	6	10	Symboler, ljus.	Ja	Följa ljuset och pilarna, utrymningsväg.	Nej	-	Ja	Nej	Nej	5	150
18	10	10	Symboler, ljus.	Ja	Nära väggen, följ närmaste nödutgång.	Ja	Fast mark så nära väggen som möjligt.	Ja	Ja	Nej	2	162
19	8	8	Symboler, ljus.	Ja	Hålla mig till väggen och nära ljus och symboler.	Nej	-	Ja	Nej	Nej	2-3	200

Participant	Q10	Q11	Q12	Q13a	Q13b	Q14a	Q14b	Q15a	Q15b	Q15c	Q16	Q17
20	6	8	Fasta ytor.	Ja	Följde väggen med höger hand hela tiden och höll koll på avståndet på skyltarna.	Nej	-	Nej	Nej	Ja	4	100
21	6	8	Ljus, fasta ytor.	Ja	Gå nära väggen med ena handen utsträckt för att inte krocka, spana efter nästa ljus. Vid starten se efter närmaste utgång.	Ja	Hukad, med ena handen ut för att inte krocka med väggen.	Ja	Nej	Nej	1-2	124
22	5	8	Symboler, ljus.	Ja	Hela tiden se en ljuskälla.	Nej	-	Vet ej	Vet ej	Ja	10	200
23	2	8	Ljud, ljus, annat: Ljudlösheten gör att man förnimmar när man närmar sig en vägg.	Ja	(...) mellan positionshjulen och antog att tunneln inte svänger av för tvärt, då tunga fordon ska kunna passera.	Nej	-	Ja	Nej	Ja	4	150
24	7	9	Symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Hålla mig till en vägg. Följa ledljuset samt följa ena väggen. Tittade på varje nödschild för att uppdatera mig om sträckan. Täckte lampljuset med ena handen för att inte förstöra mörkersynen mer än den redan var.	Ja	Hela tiden en hand mot väggen för att hålla rätt riktning. Försiktiga kliv ifall det är någon höjning eller sänkning i marken.	Ja	Nej	Nej	4	160
25	3	3	Symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Tavlorna och ljuset, tror dock att jag missade nödutgången för jag blev rädd för det blinkande ljuset.	Ja	Längst väggen, mot ljuset.	Ja	Vet ej	Ja	2,5	100
26	7	9	Symboler, ljus.	Ja	Hitta nästa ljuskälla och följ den.	Ja	Gå långsamt och följ skyltningen.	Ja	Nej	Nej	0,5	75

Participant	Q10	Q11	Q12	Q13a	Q13b	Q14a	Q14b	Q15a	Q15b	Q15c	Q16	Q17
27	8	8	Symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Jag höll mig ut med väggen och kollade efter nödutgångsskyltarna. Blev lite förvirrad när jag först inte hittade någon utgång där det stod utgång. Hade hållit blicken lågt så jag såg inte den upplysta skylten ovanför dörren förrän jag gått för långt och fick vända tillbaka till skylten det stod 0 meter på.	Ja	Försökte hålla en låg tyngdpunkt och höll händerna mot väggen så jag hade koll på att jag rörde mig framåt. Var en trygghet att ha något att hålla emot.	Ja	Ja	Nej	1-2	250-300
28	4	7	Symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Följde väggen, fokuserade på underlaget.	Ja	Samma taktik, följ ena väggen.	Ja	Ja	Ja	1-3	250-300
29	5	3	Ljus.	Ja	Rörde handen i luften längs väggarna mellan nödsymbolerna. Höll utkik efter ljus.	Ja	Se 13.	Ja	Ja	Nej	1,5	400
30	5	7	Ljus.	Ja	Leta efter ljus, gå snabbt mot ljuset, gå sakta tills nästa ljus upptäcks.	Ja	Korta bestämda kliv som nästan släpar i marken. Uppsikt/uppmärksamhet på allt inom synfältet.	Ja	Nej	Ja	2	160
31	7	7	Symboler, ljus, lukt.	Ja	Försökte söka mig till nästa ljuspunkt, för att kunna ta reda på hur långt till nästa utgång det var. Händerna framför mig så jag kunde känna om det var något i vägen.	Nej	-	Nej	Nej	Nej	0,5	75

Participant	Q10	Q11	Q12	Q13a	Q13b	Q14a	Q14b	Q15a	Q15b	Q15c	Q16	Q17
32	3	10	Symboler, ljus fasta ytor, annat: Väggen, jag följde väggen och slangen som gick längs väggen.	Ja	Jag pratade för mig själv, detta delvis för att hålla mig lugn.	Ja	Jag gick på huk/hukande för jag hade en idé om att man på så sätt minimerar närheten till röken. Har hört att röken ofta stiger uppåt och att det eventuellt finns mer syre och frisk luft på lägre höjd.	Nej	Nej	Nej	2	300
33	6	4	Symboler, ljus, lukt, fasta ytor.	Ja	Utrymningstavlorna (noterade att det var närmare till utrymningsvägen längre in i tunneln). Hålla hand mot vägg.	Ja	-	Ja	Nej	Nej	1	200
34	10	5	Ljus, fasta ytor.	Ja	Jag orienterade mig efter nödbelysningen och skyltarna vid nödbelysningen som hade meterangivelser till närmaste nödutgång.	Ja	Jag höll mig så nära ena väggen som möjligt och försökte hålla mig lågt. Ena armen en bit framför ansiktet utifall det skulle finnas något hinder framför. Försökte att lokalisera nästa nödbelysningsarmatur.	Nej	Nej	Nej	0,5	100
35	7	10	Symboler, ljus.	Ja	Följa symbolerna.	Nej	-	Ja	Ja	Ja	7	300
36	5	8	Symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Gick alltid rakt emot ljuset. Efter ett tag lade jag även en hand emot väggen och följde denna. Höll även en annan framför mig om jag skulle gå in i något.	Ja	Höll en hand i väggen och gick längs den.	Ja	Nej	Nej	1	200

Participant	Q10	Q11	Q12	Q13a	Q13b	Q14a	Q14b	Q15a	Q15b	Q15c	Q16	Q17
37	7	7	Symboler, ljus.	Ja	Kolla efter nödutrymningsskylt, åt vilket håll som var närmast. Hålla mig ut efter väggen. Leta upp nästa "nödskylts-lampa". Hålla mig i rörelse hela tiden.	Ja	Hålla ena handen mot tunnelväggen och ena handen framför mig. Hela tiden vara i rörelse.	Nej	Nej	Nej	0,5	25
38	3	4	Ljus, symboler, annat: Det var så tydligt ledljus att det räckte. Annars hade jag lyssnat och känt mig runt för att förstå var väggarna var (för att hålla riktning).	Ja	Jag gick rakt fram, korrigerade riktning vid behov. Försökte gå där det var lättgången.	Ja	Ville hålla balansen, gick "stadigt". Gick rakt fram, borde kanske ha provat att följa väggen för att testa det. Konstaterade att det nog var lite tunnare rök vid golvet (kanske) men röken var inte tillräckligt besvärande för att motivera att krypa.	Ja	Nej	Ja	8	180
39	6	8	Ljus.	Ja	Att följa lamporna på sidan, känna av underlaget. Känna av framför mig med händerna.	Ja	Små steg, försiktigt.	Ja	Nej	Ja	2-3	100
40	5	9	Symboler, ljus.	Nej	-	Ja	Att känna på marken och gå så fort jag vågade.	Ja	Nej	Nej	2	120
41	9	10	Ljus, fasta ytor.	Ja	Bra att vara relativt nära vänsterväggen men inte för nära. Hålla koll på antal meter till nödutgången.	Ja	Se fråga 13.	Ja	Ja	Nej	1	150
42	8	7	Ljus, symboler.	Ja	Följde väggen och ljuset.	Nej	-	Ja	Ja	Ja	1,5	160
43	4	8	Symboler, ljus.	Ja	Händer utsträckta, böjda ben och läsa skyltarna. Att gå ganska fort.	Ja	Böjda ben, händerna framför kroppen.	Ja	Nej	Nej	1	50

Participant	Q10	Q11	Q12	Q13a	Q13b	Q14a	Q14b	Q15a	Q15b	Q15c	Q16	Q17
44	8	6	Symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Var är väggen...	Nej	-	Ja	Nej	Nej	2-3	100
45	3	8	Ljus.	Ja	Att hålla mig till en sida, nära en vägg. När de första lamporna sedan dök upp med skylt för nödutgång var det bara att följa. Det korta ögonblicket mellan de två lamporna, när man inte kunde se någonting, litade jag på skylten och fortsatte, då dröjde det inte länge innan nästa skylt kom. Blev mera trygg i att jag var på rätt "spår" och kunde således gå vidare.	Ja	Hade händerna framför kroppen för att kunna ta emot eventuella föremål, även kortare steg i början. Minskade dock detta när jag kände att jag var på rätt spår och risken för blockerande föremål var liten (eftersom jag inte mötte några, utan hade fri väg hela tiden).	Ja	Nej	Ja	5	100
46	10	10	Symboler, fasta ytor.	Ja	Hade höger hand hela tiden i kontakt med berget/väggen. Att aldrig släppa taget var livsviktigt för mig! Samt att jag hade koll på skyltarna så att jag gick åt rätt håll. Memorerade siffrorna. Peppade mig själv då jag hela tiden gick åt rätt håll. Att metrarna krympte mot nödutgången, att det bara blev närmare!	Ja	Handen i väggen och jag gick lägre ju lägre skyltarna satt på väggen. Varför jag gjorde det vet jag ej. För tunnelbanan få ju plats kom jag på nu!	Ja	Ja	Ja	2	350
47	4	7	Symboler, ljus.	Ja	Läste hur långt det återstod till utrymningsvägen vid varje skylt.	Ja	Gick nära väggen.	Nej	Nej	Ja	5	150

Participant	Q10	Q11	Q12	Q13a	Q13b	Q14a	Q14b	Q15a	Q15b	Q15c	Q16	Q17
48	3	1	Symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Tänkte först gå lågt då brandrök stiger men det var även tjockt på golvet så då sökte jag upp en vägg för att minimera risken att snubbla och gå i cirkel. Kollade sedan efter distansen till utgången. Försökte även andas så lugnt som möjligt för att bli så lite röksjuk som möjligt. Dock så tror jag att jag skulle svimmat om det var riktig brandrök.	Ja	Krama väggen. Kolla efter lampor och sikta på dem om jag inte känner väggen. Små snabba steg så jag inte faller och kommer bort från röken.	Nej	Nej	Nej	1	450
49	6	7	Symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Orienterar främst genom att känna på väggen, nästa ljuspunkt visade hur långt kvar jag hade.	Nej	-	Ja	Nej	Nej	1	120
50	4	8	Ljus.	Ja	Jag sökte hela tiden efter nästa lampa och kollade antalet meter till nödutgången, räknades de hela tiden ner så kändes det bra.	Ja	Jag tänkte på att ha händerna beredda ifall jag skulle snubbla, jag gick nog också med lite mer beredskap på att beredskap på att ev trilla än normalt (i hela kroppen alltså).	-	-	-	1	100
51	8	8	Symboler, ljus.	Nej	-	Nej	-	Ja	Ja	Nej	1	200
52	8	7	Symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Följa mestadels ljuset, kände på väggen ibland, men behövdes typ inte då tunneln var rak och ljusen alltid var synliga.	Ja	Halvt utsträckta armar, gick lite hukad.	Ja	Nej	Nej	3-5	50-75
53	7	7	Symboler, ljus.	Ja	Sök/följa upplyst markering. Närmaste väg enligt skyltar.	Ja	Se fråga 13.	Ja	Ja	Ja	4-6	180
54	8	9	Symboler, ljus.	Ja	Sökte ljuset.	Nej	-	Nej	Nej	Ja	8	350

Participant	Q10	Q11	Q12	Q13a	Q13b	Q14a	Q14b	Q15a	Q15b	Q15c	Q16	Q17
55	5	8	Ljus.	Ja	Utsträckt arm för att hålla ett avstånd till väggen. Hade jag haft ett tillhygge skulle jag använt det som förlängd arm att orientera mig längs med marken.	Ja	Rakt fram, inte tveka, inte ramla!	Ja	Nej	Nej	1	185
56	4	8	Symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	En hand mot väggen. Skyltarna.	Nej	Hade röken irriterat ögon/hals så hade jag hukat.	Ja	Nej	Nej	1	100
57	3	5	Ljus.	Ja	Jag tittade efter nästa lampa.	Ja	Jag höll mig längs väggen där skyltarna och lamporna satt.	Nej	Nej	Ja	4	150
58	6	8	Ljus, fasta ytor.	Ja	Ljuset från exit-lamporna samt den vita sladden.	Ja	Nära väggen.	Ja	Nej	Ja	2	100
59	5	4	Ljus, värme, fasta ytor.	Ja	Jag försökte hålla mig längs väggen och varje gång jag passerade en lampa så saktade jag ner för att för att lättare kunna se nästa lampa.	Ja	Jag var svagt hukad och tog korta snabba steg.	Nej	Nej	Nej	1	250
60	5	8	Symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Följa lamporna vid skyltarna.	Ja	Känna med fötterna att underlaget var plant (vilket det var, asfalt).	Ja	Ja	Ja	2	180
61	8	8	Symboler, ljus, värme, fasta ytor.	Ja	Vägg, senare ljus. Enklaste vägen ut.	Ja	Hand mot vägg. Hand ut för att upptäcka hinder. Hade det varit varmare/känt påverkan av brand hade jag krupit.	Ja	Nej	Ja	5-10	200
62	7	8	Ljus, fasta ytor.	Ja	Höll mig nära kanten, borta från "spåren".	Ja	Trevade med handen längs med väggen för att inte tappa bort mig.	Ja	Ja	Nej	2	150
63	8	6	Symboler, ljus, fast ytor.	Ja	Jag gick mot ljuset.	Ja	Små snabba steg.	Ja	Ja	Ja	3-4	150
64	4	5	Ljus, fasta ytor.	Ja	Känna efter vart jag hade väggen.	Nej	-	Ja	Ja	Nej	1	150

Participant	Q10	Q11	Q12	Q13a	Q13b	Q14a	Q14b	Q15a	Q15b	Q15c	Q16	Q17
65	8	9	Symboler, ljus.	Ja	Följ ljuset.	Ja	Gick försiktigt tills jag såg ljus och skylt, då gick jag vidare.	Ja	Nej	Nej	1	180
66	9	9	Symboler, ljus.	Ja	Följa skyltar och symboler ut. Samt följa ljud.	Ja	Gå nära väggen, för att se skyltar och symboler.	Ja	Nej	Ja	3	130
67	5	10	Ljud symboler, ljus.	Ja	Jag följde lamporna, under dem stod hur många meter det var kvar till närmsta utgång. Försökte hålla mig mot väggen ifall någon tunnelbana skulle dyka upp.	Nej	-	Nej	Nej	Nej	1,5-2	100
68	3	7	Ljud, symboler, ljus.	Ja	Höll handen efter väggen för att följa ena sidan, när jag hörde ljudsignalen om utgången tydligt så stannade jag för att höra hela meddelandet. Sedan fortsatte jag tills jag var jämte källan tätt ljudet och över till dörren.	Ja	Gick sakta för att inte snubbla då det var svårt att se var man satte fötterna.	Ja	Nej	Nej	1-1,5	60
69	5	6	Symboler, ljus.	Ja	Följa nödutgångarnas skyltning samt att se vinkeln från ena nödutgångsskylten till den andra.	Nej	-	Nej	Nej	Nej	2-3	296

Participant	Q10	Q11	Q12	Q13a	Q13b	Q14a	Q14b	Q15a	Q15b	Q15c	Q16	Q17
70	4	6	Ljud, symboler, ljus, värme, lukt, fasta ytor	Ja	Jag gick längs väggen och följde skyltar och ljus. Samtidigt höll jag uppsikt på marken framför mig efter hinder. Såg till att alltid ha en hand i kontakt med väggen så jag inte skulle komma för långt ut och tappa orienteringen.	Ja	Samma som föregående fråga.	Ja	Ja	Ja	3	150
71	7	9	Symboler, ljud.	Ja	Hålla koll på var väggarna var och räkna lampor jag passerade.	Nej	-	Ja	Nej	Ja	7	150
72	8	5	Ljud, symboler, ljus, fasta ytor	Ja	Hålla mig till högerkanten, känna mig längs väggen och följa lyktor och skyltar.	Ja	Gå långsamt och ta stöd av väggen för att inte ramla.	Ja	Nej	Nej	0,5-1	150-200
73	2	5	Ljud, ljus.	Ja	Jag följde efter lapparna på väggen där det stod vart man ska gå och hur långt är det kvar dit.	Nej	-	Ja	Nej	Ja	10	170
74	6	10	Ljud, ljus.	Ja	Ser efter skyltarna om var närmaste utgång finns. Ser efter ljus, måste se nästa ljus för att våga att gå vidare i ljuset utan att göra sig illa.	Ja	Hålla mig nära väggen utan att slå sig mot vägg/tak.	Nej	Nej	Nej	4	50
75	5	10	Ljus.	Ja	Kolla på skyltar om de pekade olika.	Ja	Fast underlag och så nära ljusen som möjligt.	Ja	-	Ja	5	160
76	6	7	Ljud, symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Kände på väggen så jag hade något att guida efter.	Ja	Samma som förut.	Ja	-	Nej	8	100
77	7	4	Ljus.	Nej	-	Nej	-	Nej	Nej	Ja	4	200

Participant	Q10	Q11	Q12	Q13a	Q13b	Q14a	Q14b	Q15a	Q15b	Q15c	Q16	Q17
78	6	9	Ljud, symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Jag följde skyltarna till närmaste nödutgång. Hade en hand mot bergsväggen och följde tunneln. När jag var framme vid en lampa så jag nästa. Mot slutet hörde jag någon sorts signal som närmade mig. När jag kom närmare hörde jag att det var en nödutgång och när jag såg det gröna ljuset och hörde att ljudet kom därifrån gick jag till dörren.	Ja	Se 13.	Ja	Ja	Nej	10	150
79	5	7	Symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Jag försökte känna väggen och följa den mellan ljusen.	Ja	Lite smygande och kännande längs väggen. Ville inte snubbla på något.	Ja	Nej	Nej	0,5	200
80	6	9	Ljud, ljus, fasta ytor,	Ja	Jag följde lamporna och försökte hålla till väggen när jag inte såg något ljus. Efter en bit in i tunneln kom jag på att det kunde vara säkrare att gå så nära väggen som möjligt ifall det skulle komma ett tåg.	Ja	Jag höll en arm åt väggen för att hålla mig på ett rakt spår och en framåt ifall jag skulle stöta på ett hinder.	Ja	-	Nej	2-6	150
81	6	7	Symboler, ljus.	Ja	Hela tiden följa de upplysta symbolerna, leta efter nästa och försöka se vilka meterangivelser det stod på dem. Känns även lugnande att ha en taktik, så att man inte tänker på att det är otäckt!	Ja	Försökte bara gå med lugna steg, hålla någon slags rät linje.	Nej	Nej	Nej	2	200

Participant	Q10	Q11	Q12	Q13a	Q13b	Q14a	Q14b	Q15a	Q15b	Q15c	Q16	Q17
82	7	10	Symboler.	Ja	Hålla mig längs väggen och så nära ljus som möjligt.	Ja	Hålla jämn takt, inte sakta ner eller skynda mig.	Ja	Nej	Nej	2-4	150
83	7	5	Symboler.	Ja	Ropa på hjälp om det finns någon där att hjälpa mig.	Ja	Gå rakt bara.	Nej	Nej	Ja	20	140
84	6	7	Ljus.	Ja	Följde efter ljuset och ljudet.	Nej	-	Ja	Ja	Nej	1	2
85	7	7	Symboler, fasta ytor, annat: Stege.	Ja	Läste på skyltarna och följde ljuset. Sträckte ut handen (vänster) för att veta att jag höll mig nära väggen.	Ja	Gick istället för att springa. Vill inte riskera att snubbla och slå i huvudet och tuppa av.	Nej	Nej	Ja	1,5-2	200
86	8	9	Symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Höll mig nära tunnelväggen.	Ja	Hukade mig när jag gick.	Ja	Ja	Nej	1	150
87	3	3	Ljud, symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Följde lampor med skyltar mot nödutgång.	Ja	Gå raskt men försiktigt, låg tyngdpunkt och händer ut om jag skulle falla eller stöta på hinder. Försökte först följa väggen med händer men marken var ojämn där och det gick att följa lamporna istället.	Ja	Nej	Nej	1	250
88	7	8	Symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Jag hade kontakt med tunnelväggen hela tiden och spanade efter nästa lampa.	Ja	Se föregående svar samt att jag läste på den första skylten åt vilket håll den närmaste nödutgången fanns.	Ja	-	-	2	100
89	7	8	Ljus, fasta ytor.	Ja	Följa ljusen på väggen, ha kontakt med väggen med en hand. GÅ hukad för bättre balans (och eftersom det vid riktig brand finns mest syre nära marken).	Ja	Hukad för balans, en hand på väggen.	Ja	Ja	Ja	3	250

Participant	Q10	Q11	Q12	Q13a	Q13b	Q14a	Q14b	Q15a	Q15b	Q15c	Q16	Q17
90	4	-	Ljus, fasta ytor.	Ja	Ljuset/skuggan av bergväggen syntes bra i röken, jag gick efter det och kände samtidigt efter bergväggen.	Ja	Gick instinktivt och "snubbelberedd", kände efter väggen emellanåt, mer instinktivt än "taktik" känns det som.	Nej	Nej	Ja	4	162
91	8	9	Symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Följde alla skyltar om nödutgångar. Följde lamporna och höll mig till väggen.	Ja	Gå, rätt sakta, hålla mig intill väggen och titta efter lampor.	Ja	Nej	Nej	1,5-2	500
92	9	8	Symboler, ljus.	Ja	Att hålla mig så nära väggen som möjligt för att lättare kunna hitta ljuset. I mitten var det för mörkt för att kunna se.	Ja	Samma som fråga 13.	Nej	Nej	Nej	2-3	150-300
93	4	5	Ljus, fasta ytor.	Ja	Försökte gå i mitten. Alltså ha de båda lamporna lika långt ifrån mig.	Ja	Försökte hålla mig i mitten.	Ja	Nej	Ja	2	500
94	4	9	Symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Följa skyltarna.	Ja	I början kände jag med handen längs väggen.	Nej	Ja	Nej	1	400
95	4	9	Symboler, ljus.	Ja	Följa de upplysta nödutgångsskyltarna, gå hyfsat nära väggen.	Ja	Hukade, då rök stiger uppåt. Hyfsat nära väggen så att jag passerade, och för att undvika att snubbla p (de förmodade) spårskenor och syllarna.	Ja	Ja	Nej	8	150
96	6	8	Symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Hitta en vägg, följ väggen, följ skyltar mot närmaste utgång.	Ja	Håll en hand på väggen för att hålla balansen.	Ja	Ja	Ja	6	60
97	4	10	Symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Följa lamporna och nödutgångspilarna. Hålla mig ganska nära väggen.	Ja	Gå vanligt men långsammare och känna efter med fötterna. Armen mest t sidan men lite framåt för att inte gå på någonting.	Ja	Ja	Ja	3	150

Participant	Q10	Q11	Q12	Q13a	Q13b	Q14a	Q14b	Q15a	Q15b	Q15c	Q16	Q17
98	7	9	Symboler, ljus, fasta ytor.	Ja	Hitta en fast referenspunkt, i det här fallet väggen. Gå mot närmaste lampa. Hitta symboler eller skyltar nära lampan. Avgör var nästa utgång finns. Följ väggen till närmaste lampa i samma riktning.	Ja	Försiktigt, något hukad med en armlängds avstånd till väggen.	Ja	Nej	Ja	1	75
99	8	10	Symboler, ljus.	Ja	Tittade efter nästa/närmaste ljuspunkt.	Nej	-	Ja	Nej	Nej	2	120-130
100	5	9	Ljus.	Nej	-	Ja	Jag gick ganska långsamt för att inte snubbla och höll mig nära väggen och ljuset.	Nej	Nej	Nej	1	100

Appendix 8: Questionnaire answers, part 3

Participant	Q18a	Q18b	Q19a	Q19b	Q20a	Q20b	Q21a	Q21b	Q21c	Q21d	Q21e	Q21f	Q21g	Q21h	Q21i	Q21j	Q22
1	Nej	-	Ja, redan från början	På väggen till höger.	Nej	-	10	Såg inga	10	Såg inga	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Stark belysning så man vet vart man ska gå i mörkret. Större skyltar och andra hjälpmedel, helst upplysta
2	Nej	-	Ja, efter ett tag	Så dem på väg ut efter att försöket var över.	Ja	Fast lysande belysning	2	2	10	2	2	4	2	2	-	-	För att lättast klara sig är det viktigt med ljus. Sen är det bra om det är en plan yta man trampar på. Annars är lätt att man blir lite orolig om vad man trampar på.
3	Ja	Belysning, skylt och sedan även den vita dörren	Ja, redan från början	Jag följde väggen och läste av hur lång väg jag hade kvar hela tiden.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr	10	Såg inga	10	10	Hörde inget	Såg inga	Vet inte	Kände inga	10, Bergvägg	Jämmt underlag, 10	Räcken hade varit mycket bra! Dels för att hitta och dels för att inte behöva vara oroad för att få tag i en elledning eller liknande. Läskigt med alla sladdar som hängde ner. Jag hade gärna velat veta om jag kunde gå säkert längs väggen utan att kunna bli påkörd av tåget. Det var jag oroad av.
4	Ja	Det tog tid att se den efter att meterantalet var 0 meter och jag borde vara framme. Efter ett tag såg jag nödutgångsskylten.	Ja, efter ett tag	På väggen.	Ja	Nödutgångsskylt	10	Såg inga	10	Såg inga	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Väl synlig i rökfylld miljö. Inbjudande. "Kom hit" "Det är säkert på andra sidan"
5	Ja	Exitskylten som var långt upp.	Ja, efter ett tag	De var vid lyktorna, jag såg det ganska sent eftersom jag försökte befinna mig emellan lyktorna men sedan så jag de under lyktorna.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, färgad belysning	10	Såg inga	10	10	Hörde inget	7	Såg inga	Kände inga	-	-	Ljus är väldigt viktigt! De fasta belysningarna gjorde att jag kunde ta mig fram annars hade jag inte vetat vilken väg jag skulle ta och kanske t.o.m. fått panik. Sedan är ju exitskyltarna, vid lyktorna och vid dörren enormt viktiga så att man vet hur långt det är kvar och sedan inte missar exit.

Participant	Q18a	Q18b	Q19a	Q19b	Q20a	Q20b	Q21a	Q21b	Q21c	Q21d	Q21e	Q21f	Q21g	Q21h	Q21i	Q21j	Q22
6	Ja	Det stod 0 meter på en skylt och en pil riktad nedåt. Funderade en stund och insåg sedan att nödutgången var på andra sidan.	Ja, redan från början	Längst med väggen på höger sida. Sen såg jag att de fanns på vänster sida också.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning	10	Såg inga	10	Såg inga	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Nödutgångsskyltar och fast belysning. Möjligtvis några blinkande belysningar längst med marken vid väggen.
7	Nej	-	Ja, redan från början	Satt utmed väggen på flertal ställen.	Ja	Såg något som var röda streck mitt i tunneln.	10	Såg inga	Såg inga	Såg inga	-	10	Såg inga	Kände inga	10, Skyltar som visade ritat till nödut	-	Vilket håll närmsta utgång ligger och hur långt det är dit. Skulle vara bra att även ha ljusslinga i backen.
8	Ja	Grön utrymningsskylt, lyset.	Ja, efter ett tag	Kanske efter första/andra lampan.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, text (0-8 m).	10	1	10	1	1	1	1	1	-	-	Allt var bra. Skulle dock markeras med tydligare tecken att utrymningsdörren var placerad på motsatt sida t ex genom riktpil vid 0 meter.
9	Ja	Ljuset, den gröna skylten och sen att jag förväntade mig nödutgången pga skyltarna.	Ja, redan från början	På väggen vid varje lampan.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr.	8	Såg inga	10	10	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	10, skyltar med avstånd till utgång	-	Det viktigaste tycker jag är lamporna och skyltarna med avstånd. Detta eftersom man vet hur långt det är ut åt varje håll. Belysningen eftersom det är vad jag ser och följer efter.
10	Ja	Det gröna ljuset som satt lite längre upp.	Ja, redan från början	På vänster sida i början.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning.	10	1	10	6	1	10	1	1	-	-	Belysning som idag fast mer mot marken. Lite starkare belysning vid dörren. Lite tydligare skyltar. Nu tittade jag verkligen på sträckan vid skyltarna, på riktigt tror jag inte att jag skulle göra det.
11	Ja	Det var där jag gick in.	Ja, redan från början	Vid väggen.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning.	10	Såg inga	10	Vet inte	Hörde inget	-	Såg inga	Kände inga	-	-	Fast sken, grönaktigt. Pilmarkering. Annan markering. Fast vägg att följa då man vet att den leder till någonting säkert.
12	Ja	Skyltar vid ljus.	Ja, redan från början	Längst med båda väggarna, jag valde att följa den vänstra då den var närmast. Snart kunde jag inte se dem på motsatta sidan, antagligen pga röken.	Nej	-	2	Såg inga	10	Vet inte	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Avståndsmarkeringen var hjälpsam, men pilen med riktning var avgörande. Ljuset var antagligen mycket användbara för att jag skulle bli varse vart jag skulle, samt skyltarnas placering.
13	Ja	Ljuset.	Ja, redan från början	Vid väggen.	Ja	Fast lysande belysning, starkt upplyst dörr.	10	Såg inga	10	10	Hörde inget	1	Såg inga	Kände inga	-	-	Ljus och skyltar är viktigast. Man borde installera en ljusslinga som man kan följa hela vägen.

Participant	Q18a	Q18b	Q19a	Q19b	Q20a	Q20b	Q21a	Q21b	Q21c	Q21d	Q21e	Q21f	Q21g	Q21h	Q21i	Q21j	Q22
14	Ja	En skylt.	Ja, redan från början	På väggen. Men dessa var lite för små samt lite för brett isär. Jag ville gärna alltid se ljus framför mig, ibland blev det mörkt. Scary.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, annat: Såg en ledning sin jag trodde var handtag, men ville inte hålla fast vid en elledning, verkar dumt.	10	Såg inga	Såg inga	7	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	(A) Tydliga skyltar (B) Skyltarna ska förekomma oftare än de jag såg idag (C) Gula färgade ränder på marken självlysande (D) Självlysande räcken.
15	Nej	-	Ja, redan från början	-	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning.	10	Såg inga	10	8	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Viktigt med skyltar och belysning. Gärna skyltar som talar om avstånd till närmaste nödutgång.
16	Ja	Ljuset.	Ja, redan från början	På väggen vid lamporna.	Ja	Fast lysande belysning.	10	Såg inga	10	Såg inga	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Precis som det var möjligtvis om möjligt ljus på marken så man har ett hum om hur det ser ut och vilka hinder som finns.
17	Ja	Inte från början men sen såg jag skyltarna och pilarna och hamnade till slut vid en utrymningsdörr, nödutgång.	Ja, efter ett tag	På väggen.	Ja	Fast lysande belysning.	9	Vet inte	9	10	10	Vet inte	Vet inte	5	-	-	Att någon information ljuder som informerar om vart man ska ta vägen. Nödutgångsskyltar och lysande sådana.
18	Ja	Den upplysta nödutgångssymbolen.	Ja, redan från början	Höger sida, under lampan, första eller andra skylten.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, färgad belysning	10	1	10	10	1	10	1	1	-	-	Viktigt att ha stabil belysning som inte stressar eller blinkar. Simpla tydliga symboler som är ljusbelagda.
19	Ja	Skyltningen.	Ja, redan från början	Längs väggen vid lamporna.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr.	10	Såg inga	10	10	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Det viktigaste är någorlunda sikt och info om hur långt det är till nödutgång åt respektive håll. Det är bra att veta vilken sida dörren är på, lite oro över elektrisk ledning.
20	Ja	Det blinkande skenet.	Ja, redan från början	På väggen.	Ja	Blinkande belysning.	1	10	8	Såg inga	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	En fast väjer i väggen att följa samt ljud vid nödutgången som komplement till blinkljus.
21	Ja	Blinkande grönt ljus.	Ja, redan från början	Första lampan såg jag när jag började.	Ja	Blinkande belysning, fast lysande belysning, färgad belysning.	7	10	10	6	Hörde inget	10	Såg inga	Kände inga	-	-	De fast lysande vita lamporna var bra men var utplacerade för glest. Gröna blinkande lamporna var bra indikatorer på att en dörr fanns där. Också avståndsindikatorn på tavlorna var bra.

Participant	Q18a	Q18b	Q19a	Q19b	Q20a	Q20b	Q21a	Q21b	Q21c	Q21d	Q21e	Q21f	Q21g	Q21h	Q21i	Q21j	Q22
22	Nej	-	Ja, redan från början	-	Ja	Fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, annat: 2 gånger (2) ett sträck av ljus på väggen, lite högre upp.	Såg inga	Såg inga	10	10	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Att samma hjälpmedel ska finnas synligt hela tiden. Jag kände mig trygg av att hela tiden ha koll på åtminstone en lampa. Jag kände mig OK med det och letade därför inte efter något annat som kunde hjälpa mig.
23	Ja	Mer upplyst om grönt ljus. Även en svagare blinkning tror jag.	Ja, redan från början	Kanske tre skyltar på båda sidor (växlande)	Ja	Nödutgångsskylt, blinkande belysning, fast lysande belysning, färgad belysning.	10	6	5	7	Hörde inget	4	Såg inga	Kände inga	-	-	Koncentrerade ljuslyktor underlättar orientering. Blinkning är bra orientering för "du ska dit". Det jämna golvet, men det är ju bonus.
24	Ja	Blinkande lampan. Gick på höger sida av tunneln, så jag uppmärksammade bara ljuset.	Ja, redan från början	Jag följde väggen och läste av hur lång väg jag hade kvar hela tiden.	Ja	Blinkande belysning.	10	8	10	Såg inga	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Lampor som syns genom dimma/rök, flera med jämnt mellanrum. Skyltar som visar riktning och avstånd till utgång. Ljud vore bra om man ex. har skadat ögonen vid eventuell olycka.
25	Nej	På vägen ut såg jag den.	Ja, redan från början	Längst högersidan.	Ja	Blinkande belysning, fast lysande belysning, färgad belysning.	9	1	10	Såg inga	Hörde inget	1	Såg inga	Kände inga	-	-	Kanske att det ska stå att nödutgången är på andra sidan.
26	Ja	Gröna blinkande lampor.	Ja, redan från början	Vid lamporna.	Ja	Nödutgångsskylt, blinkande belysning.	10	10	9	5	Hörde inget	10	Såg inga	Kände inga	-	-	Lätta ljuskällor i gröna färger som går genom röken.
27	Nej	-	Ja, redan från början	De satt utmed väggarna under en lampa med täta intervaller, ger en viss uppfattning om hur långt det var.	Ja	Nödutgångsskylt.	10	7	9	Såg inga	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	10, nödutgångsskylt med meteranvisning.	-	Hade varit bra med en ledstång, inte så högt att man står raklång utan lägre ner så man har en hukande kroppsställning, den skulle vara lättare att följa än väggen då väggen är ojämn och går inåt ibland vilket ökar risken för fall vilket kan vara skillnad mellan liv och död.
28	Nej	Jag såg det gröna blinkande ljuset även om jag gick på "fel" sida. Dock uppfattade jag det inte som en nödutgång.	Ja, redan från början	Längst väggen	Ja	Blinkande belysning, fast lysande belysning.	9	9	10	Såg inga	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Det kunde ha funnits en "gå till andra sidan" skylt.
29	Ja	Motsatt håll. Stor grön lampa.	Ja, redan från början	Längs väggen.	Ja	Nödutgångsskylt, blinkande belysning, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, ljudsignal och/eller talat meddelande, färgad belysning.	10	10	10	9	Vet inte	10	Vet inte	Vet inte	-	-	Såsom det var där inne. Hjälpte mycket. Men sedan också information om marklag, elgrejer och sånt.

Participant	Q18a	Q18b	Q19a	Q19b	Q20a	Q20b	Q21a	Q21b	Q21c	Q21d	Q21e	Q21f	Q21g	Q21h	Q21i	Q21j	Q22
30	Nej	-	Ja, redan från början	-	Ja	Fast lysande belysning.	1	1	19	5	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Fast starkt sken i kombination med en skylt som visar riktning och avstånd till närmaste utgång.
31	Ja	Det blinkade ovanför dörren.	Ja, redan från början	Jag följde vänstra kanten och när jag passerat en lampa kunde jag ta sikte på nästa och när jag var nära de hur långt det var till nödutgången.	Ja	Nödutgångsskylt, blinkande belysning.	9	10	8	8	Hörde inget	Vet inte	Såg inga	8	-	-	Lamporna som satt med jämna mellanrum och meterangivelserna till nästa nödutgång.
32	Ja	Grön välkänd etablerad nödutgångsskylt med lampa.	Ja, efter ett tag	På väggen.	Ja	Nödutgångsskylt, blinkande belysning, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr.	10	10	10	10	Hörde inget	10	Såg inga	Kände inga	10, slang längs vägg	10, vägg	Många lampor. Ljusslinga i golvet. Knappar som man kan trycka på så att t ex en brandman. Kunna lokalisera uthängda gasmasker med lysande skyltar bredvid.
33	Nej	Grön blinkande lampa när försöket avbröts.	Ja, redan från början	-	Ja	Nödutgångsskylt, blinkande belysning, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr.	10	10	10	10	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Ett riktigt räckre istället för att behöva famla med handen längs väggen.
34	Nej	-	Ja, redan från början	På väggen ihop med nödbelysningen. Jag orienterade mig med hjälp av den för att hitta nödutgången.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr.	10	Såg inga	10	10	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	En nödbelysning, typ den som finns i tunnel är ett minimum plus skyltar som visar var nödutgångar finns. Även hinder skulle behöva markeras på något sätt. Extra belysning skulle vara lämpligt vid trappor och korsningar i tunneln.
35	Ja	Det var skyltat att den skulle vara där, samt att det blinkade där.	Ja, redan från början	Var 8:e meter.	Ja	Nödutgångsskylt, blinkande belysning, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, färgad belysning.	10	10	10	10	Hörde inget	8	Såg inga	Kände inga	-	-	Skyltarna med sträckangivelse är viktiga för mig, och ljuset självklart.
36	Ja	Blinkande lampa.	Ja, redan från början	På väggen. Närmast.	Ja	Nödutgångsskylt, blinkande belysning, fast lysande dörr.	10	10	10	Såg inga	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Något utmärkande som lampor, skyltar och ljud som man kan följa. Ett räckre med belysning skulle nog vara kungligt.
37	Ja	Ljuset från nödutrymningslampan.	Ja, redan från början	Utefter väggen i tunneln såg jag ljuset. Och visningen om vilken väg som var kortast.	Ja	Fast lysande belysning.	10	Såg inga	10	10	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Tydliga ljus/belysning om nödutrymningsväg (Fast lysande belysning eller blinkande ljus. Jag följde ljuset, så utan det hade jag inte kunnat navigera i tunneln, ljus.) Åt vilket håll som är kortast att ta sig ut.

Participant	Q18a	Q18b	Q19a	Q19b	Q20a	Q20b	Q21a	Q21b	Q21c	Q21d	Q21e	Q21f	Q21g	Q21h	Q21i	Q21j	Q22
38	Nej	Möjligen såg jag en när vi gick tillbaka men jag reflekterade inte närmare. Då gick vi nära väggen.	Nej	Hade det varit på riktigt hade jag varit mer uppmärksam (hoppas jag).	Nej	-	10	Såg inga	10	10	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	10, Känslan av en gångväg.	Det var mer lättgånget i mitten (tror jag) så jag gick där. Ljuset längs väggen hjälpte mycket förstås. Det hade varit intressant om lamporna inte varit uppsatta parvis utan saknats på några ställen. Då hade jag kanske gått sick sack. I verkligheten hade röken skrämt mig, så var det inte nu. (Men det känns fortfarande lite i halsen.) Viktigt att hitta en väg som känns trygg och lättgånget, gärna där det inte är elektricitet.
39	Nej	-	Nej	-	Ja	Fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, färgad belysning.	Såg inga	Såg inga	8	7	Hörde inget	5	Såg inga	Kände inga	-	-	Pilar mot nödutgång i avvikande belysning (rött?). Lade inte märke till några skyltar och dörren såg inte ut som en dörr, utan snarare som en sorts elektrisk installation. De första lamporna på tunnelns väggar gjorde mest nytta.
40	Ja	Det gröna ljuset som var extra starkt där.	Ja, redan från början	Längs med bägge sidorna på tunneln. Men jag kunde bara läsa på den sidan jag gick.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, färgad belysning	9	Såg inga	10	8	Hörde inget	9	Såg inga	Kände inga	-	-	Det gröna ljuset är lätt att lokalisera. Tydliga angivelser om antal meter till utgång är bra.
41	Ja	Starkt ljus. Färgkontrast mot övrigt område.	Ja, redan från början	Med jämna mellanrum. På båda sidorna men bara avläsbara siffror. På min närmsta sida.	Ja	Nödutgångsskylt, starkt upplyst dörr.	10	Såg inga	10	10	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Bra information innan, exempelvis infoblad på tåget. Skulle inte gillat röst då jag tror att i panik kan det uppfattas som en röst att ta sig till på fel sätt. Mindre lampan längs vägen mellan avståndsskyltarna.
42	Ja	Skylt och ljus.	Ja, redan från början	Längs väggen.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr.	10	-	10	10	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	"Fast"/platt golvyta, belysning, skyltar med pilar.
43	Nej	-	Ja, redan från början	Längs väggarna.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning.	Vet inte	1	5	Såg inga	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Att själva dörren i utgången är upplyst på ett annat sätt, med grönt ljus. En röst som säger nödutgång hade hjälpt. Jag trodde att nödutgången var ett tåg.

Participant	Q18a	Q18b	Q19a	Q19b	Q20a	Q20b	Q21a	Q21b	Q21c	Q21d	Q21e	Q21f	Q21g	Q21h	Q21i	Q21j	Q22
44	Nej	-	Ja, redan från början	-	Ja	Fast lysande belysning.	10	Såg inga	10	Såg inga	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Lysande räckor var kanske en bra idé. Ibland var det längre mellan lamporna/skyltarna än vad man kunde se. Tätare placering skulle kunna vara ett alternativ.
45	Nej	-	Ja, efter ett tag	Såg en lampa ganska snabbt, på min vänstra sida. Där såg jag sedan nödutgångsskylten som jag följde och som ledde mig till nästa lampa och skylt hela vägen till utgången.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr.	Såg inga	Såg inga	10	7	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Lamporna vid de små nödutgångsskyltarna var mycket hjälpsamma. Jag hade dock inte märkt till några andra hjälpinstallationer, kanske för att jag fokuserade på lamporna och därför blev väldigt selektiv. Den kraftiga lampans/belysningen vid utgången gjorde att röken blev extremt "vit" och gjorde att jag nästan inte kunde orientera mig alls, fast då var jag redan vid nödutgången.
46	Ja	De gröna och vita ljusen men framför allt att jag sökte efter den mha skyltarna.	Ja, redan från början	Längs väggen mellan lamporna.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, annat: en svart sladd/ledning utefter hela väggen på min högra sida.	10	Såg inga	10	10	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	10, väggen	-	Så som det var. Viktigaste är ju skyltarna med pilar samt avstånd (m) till nödutgång. Lika viktigt är lamporna vid skyltarna. Kanske en klarare skylt vid 0 meter då nödutgången var på andra sidan tunneln.
47	Ja	Grön belysning.	Ja, redan från början	Längs väggen.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr.	10	10	10	10	10	10	9	10	-	-	Starkare belysning.
48	Ja	Jag såg inte dörren för jag var fokuserad på väggen jag rörde vid med sedan såg jag den när jag vände mig om.	Ja, redan från början	Så den direkt till höger.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, annat: kablar som gick mellan lamporna.	10	Såg inga	10	10	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Jag är nästan blind i mörker så att det fanns lysen vid väggen och nästan inga hinder nära den var bra. Dock så fanns det hålrum (vad jag antar är dörrar) där jag inte kunde veta om jag går rakt eller snett. Grus var nog inte det bästa underlaget att gå på heller om man skulle ha varit kvinna och haft klackar men...

Participant	Q18a	Q18b	Q19a	Q19b	Q20a	Q20b	Q21a	Q21b	Q21c	Q21d	Q21e	Q21f	Q21g	Q21h	Q21i	Q21j	Q22
49	Ja	Starkt ljus.	Ja, efter ett tag	Till höger om mig i midjehöjd. Fanns till vänster men den visade mig främst hur bred tunneln var.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr.	10	4	10	10	1	3	3	10	-	-	Det hade varit bra om det fanns tätare belysning eller ett upplyst räcke som man kunde hålla.
50	Nej	-	Ja, redan från början	Vid varje lampa.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning.	10	Såg inga	10	Såg inga	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	För mig var skyltar om sträcka till närmaste utgång samt ljus (fast) det viktigaste - Jag lade inte ens märke till eller tänkte på någonting annat. Ljus (fast) var det första jag sökte efter och därefter en skylt.
51	Ja	Först trodde jag det var något helt annat men sedan förstod jag att det som var mest belyst måste ha varit en nödutgång.	Ja, redan från början	Vid varje lampa efter bergsväggen.	Ja	Fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, färgad belysning.	Vet inte	Vet inte	10	10	Hörde inget	10	Såg inga	Kände inga	-	-	Att nödutgångens lampor inte ser ut som tågens lampor till sina dörrar, då jag först förstod inte riktigt att det var en nödutgång.
52	Nej	-	Ja, redan från början	Under varje ledljus, i regelbundna etapper.	Ja	Fast lysande belysning.	7	Såg inga	10	Såg inga	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Ljus, med synliga skyltar samt lätt att följa väggen, t ex med hjälp av en handledare.
53	Ja	Tyckte först det såg ut som ett stillastående tåg, med strålkastarna.	Ja, redan från början	Jag använde/såg de på höger sida.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, färgad belysning.	9	Såg inga	9	9	Hörde inget	7	Såg inga	Kände inga	-	-	Bättre upplyst utgångsskylt. Strålkastarnas gröna ljus upplevdes som ett stillastående tåg.
54	Ja	Lampor, gröna och vita.	Ja, redan från början	-	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, färgad belysning.	10	Såg inga	10	7	Hörde inget	10	Såg inga	Kände inga	-	-	Som idag.
55	Nej	-	Ja, redan från början	Längs med väggen.	Ja	Nödutgångsskylt.	10	Såg inga	Såg inga	Såg inga	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Kraftig belysning längs med väggarna som leder till utgången likt en landningsbana.
56	Nej	-	Ja, redan från början	-	Ja	Fast lysande belysning.	Såg inga	Såg inga	8	Såg inga	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Lampor, ljussignaler vid dörrar, superstora lysande skyltar.
57	Ja	Jag såg något som jag trodde var en nödutgång, men kunde inte hitta någon dörr. Enligt skylten på väggen skulle det finnas en.	Ja, redan från början	Längs högra väggen under lamporna.	Ja	Fast lysande belysning.	Såg inga	Såg inga	10	Såg inga	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Starkt ljus och tydliga skyltar där nödutgången är. Kanske lite större och tydligare skyltar längs vägen.
58	Nej	-	Ja, redan från början	De kom med jämna mellanrum 10-20 meter.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, räcken.	10	-	9	10	1	Vet inte	Vet inte	9	-	-	Många belysta nödutgångsskyltar samt eventuella räcken på vägen. Ett högt medel skulle underlätta.

Participant	Q18a	Q18b	Q19a	Q19b	Q20a	Q20b	Q21a	Q21b	Q21c	Q21d	Q21e	Q21f	Q21g	Q21h	Q21i	Q21j	Q22
59	Ja	Det starka ljuset inledningsvis, sen den gröna färgen.	Ja, efter ett tag	Under varje lampa med 10-15 meters mellanrum.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr.	10	Såg inga	10	10	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Det starka fasta ljuset både i vanliga lampor och vid dörren. Tätare intervall med starkare belysning. Större skyltar så det är lättare att läsa. Möjligtvis skulle ett färgat handdräcke som sitter i höjd med lamporna vara till hjälp.
60	Ja	Avståndsskyltar.	Ja, efter ett tag	Något 10-tal meter in i tunneln från där jag blev "släppt".	Ja	Blinkande belysning, starkt upplyst dörr.	9	8	10	8	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Ljus att gå efter måste sitta så tätt att man ser nästa ljus. När man just passerat ett ljus (utan att vara så starkt att man blir bländad). Avståndsskyltar är viktiga!
61	Ja	Blinkande ljus (grönt).	Ja, redan från början	På väggen.	Ja	Blinkande belysning, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, färgad belysning.	10	10	10	10	Hörde inget	7	Såg inga	Kände inga	-	-	"Ledstänger" Typ slät vägg, gärna med rep/kabel att ta tag i och följa.
62	Ja	Skytlar som indikerade med pilar.	Ja, redan från början	På väggen.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning.	8	Såg inga	10	10	Hörde inget	8	Såg inga	Kände inga	10, tunnelvägg	-	I princip som det var i tunnel. Ljusstationer med tydliga instruktioner.
63	Ja	Skytlarna, ljusen och dörrarnas lampor.	Ja, redan från början	Längs hela väggen.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, annat: Sladden mellan lamporna var vit så den syntes i mörkret.	10	Såg inga	10	10	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	6, sladden	-	Jag använde mycket känsel och syn, så lamporna och handtag var bra för mig. Ljud skulle störa kommunikation med andra.
64	Nej	-	Nej	-	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, färgad belysning.	10	2	10	10	Hörde inget	7	Såg inga	Kände inga	-	-	Stark belysning, färgad belysning, ljudsignaler.
65	Nej	-	Ja, redan från början	Hela vägen, följa dem.	Ja	Blinkande belysning, fast lysande belysning, ljudsignal och/eller talat meddelande	Såg inga	8	10	Såg inga	9	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Belysning som är fast med skyltar om avstånd som ligger mycket tätt.
66	Ja	Dörr med lampa, symbol och ljud.	Ja, redan från början	På väggen.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, ljudsignal och/eller talat meddelande.	10	Såg inga	10	10	10	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Blinkande och fast belysning. Starkt upplyst dörr. Symbol och hur många meter kvar till utgång. Hur många meter kvar var viktigt för då vet man att man går i rätt riktning samt att det är lugnande att veta att det inte är mycket kvar till utgång.

Participant	Q18a	Q18b	Q19a	Q19b	Q20a	Q20b	Q21a	Q21b	Q21c	Q21d	Q21e	Q21f	Q21g	Q21h	Q21i	Q21j	Q22
67	Ja	Ljudet ledde mig till den, annars hade jag nog fortsatt att gå på andra sidan av tunneln, vid belysningen och skyltarna.	Ja, redan från början	Under lamporna.	Ja	Fast lysande belysning, ljudsignal och/eller talat meddelande.	10	Såg inga	10	4	10	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Lite starkare lampor, kanske något räckte att hålla i längs vägen. Och kanske lite fler högtalarmeddelanden.
68	Ja	Ljudsignalen.	Ja, redan från början	På båda sidorna av tunneln med jämna mellanrum.	Ja	Starkt upplyst dörr, ljudsignal och/eller talat meddelande.	7	Såg inga	7	9	10	Vet inte	Såg inga	Kände inga	-	-	Något som gör mig varse på var elskenen till tågen finns.
69	Ja	Att den var grön och lös samt satt vid en vägg.	Ja, redan från början	Längs med väggen på varje nödutgångsskylt.	Ja	Nödutgångsskylt, ljudsignal och/eller talat meddelande.	3	Såg inga	10	2	6	9	Såg inga	Kände inga	-	-	Grön färg. Ljus. Ljudet var bra. Avståndsmarkering.
70	Ja	Den automatiserade rösten som kom från högtalaren.	Ja, redan från början	Under närmaste lampan till höger.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, ljudsignal och/eller talat meddelande.	10	Såg inga	10	10	10	2	Vet inte	7	-	-	Väl skyltat som det var längs högra väggen, kanske räcken skulle varit bra för de som har svårt att gå på ojämnt underlag. Ljudsignalerna var för mig missvisande i början, trodde det var ett barn som varnade mig att inte gå dit. Annars var allt bra gjort, men jag känner på mig att jag inte stötte på allting som ni byggt upp.
71	Ja	Gröna färgen.	Ja, redan från början	På höger sida.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, ljudsignal och/eller talat meddelande.	10	Såg inga	10	8	5	5	Såg inga	Kände inga	-	-	Större stenar, som i tunnelbanan. Räls som man kan följa.
72	Ja	Skytlar ledde dit och ljudet fick mig att gå dit.	Ja, redan från början	Under lyktorna längs med väggarna.	Ja	Nödutgångsskylt, blinkande belysning, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, ljudsignal och/eller talat meddelande.	3	4	10	6	10	5	Såg inga	Kände inga	-	-	Lampor med ett bestämt mellanrum med skyltar under, ljud som informerar då du kommer närmare. Starkt upplyst dörr.
73	Nej	-	Ja, redan från början	På väggen.	Nej	-	10	7	7	7	8	8	7	6	1	1	Det var jättebra med lappar på väggen och ljus och man kunde se hur långt man kan gå till närmaste utgång.

Participant	Q18a	Q18b	Q19a	Q19b	Q20a	Q20b	Q21a	Q21b	Q21c	Q21d	Q21e	Q21f	Q21g	Q21h	Q21i	Q21j	Q22
74	Ja	Ljudet från högtalaren när jag kom närmare. Kunde ha varit på flera språk.	Ja, redan från början	Där jag blev avlämnad.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, ljudsignal och/eller talat meddelande.	10	10	9	9	10	3	Såg inga	Kände inga	-	-	Jag tycker att det bör vara tätt mellan nödutgångsskyltarna där det fanns belysning, såg nästa lampa innan den andra försvann. Eftersom det var så mörkt blev jag glatt överraskad att höra en röst som jag förstod. Man behövde inte se för att hitta.
75	Ja	Ljudinspelningen.	Ja, redan från början	På väggen.	Ja	Nödutgångsskylt.	10	Såg inga	10	4	8	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Det ska inte gå att inte märka dem. Varför ha hjälpmedel som inte är uppenbara hur jag använder.
76	Nej	Jag såg dock någon röd strimma typ halvvägs.	Ja, redan från början	Vid en lampa.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, ljudsignal och/eller talat meddelande, annat: Ett rep/kabel men gissade att det hade med tunnelarbetet att göra.	10	Såg inga	10	9	9	Vet inte	Såg inga	10	-	-	Skulle gärna få vara en röst som ger instruktioner. Många kanske inte tänker klart eller är osäkra på vad man ska göra.
77	Nej	-	Ja, efter ett tag	Vid sidan av.	Ja	Fast lysande belysning, räckan.	10	Såg inga	10	5	8	Såg inga	Såg inga	5	-	-	Jag tycker att det ska finnas fler lampor, speciellt på marken.
78	Ja	Först ljudet och sedan den gröna lampan.	Ja, redan från början	Vid varje lampa.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, ljudsignal och/eller talat meddelande, färgad belysning.	10	Såg inga	10	Såg inga	10	8	Såg inga	Kände inga	-	-	Ljus för att orientera sig. Inte för att man såg omgivningen men för att man kunde följa dem. Tillsammans med skylten visste man vart man skulle/vad som var närmast.
79	Ja	En röst som talade om att nödutgång närmade sig. Grön lysande skylt.	Ja, redan från början	De satt längs väggen.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, ljudsignal och/eller talat meddelande, annat: sladd som var fäst längs väggen.	10	Såg inga	10	10	8	Såg inga	Såg inga	8	-	-	Lysande punkter att orientera sig fram till. Skönt med meterangivelser så man vet att man är på rätt spår.
80	Ja	Ljus och ljud, mest ljud.	Ja, redan från början	Längs med den vänstra väggen.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, ljudsignal och/eller talat meddelande.	7	Såg inga	10	7	10	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Ett räckel längs väggen som man kan följa och en plan gångstig så man inte behöver oroa sig för att det kommer hinder i form av större stenar man kan snubbla på eller annat. Ljuset och ljudet hjälpte mycket.

Participant	Q18a	Q18b	Q19a	Q19b	Q20a	Q20b	Q21a	Q21b	Q21c	Q21d	Q21e	Q21f	Q21g	Q21h	Q21i	Q21j	Q22
81	Nej	Såg den inte förrän på slutet, när man försökte följa ljudet av rösten.	Ja, redan från början	Ja när brandmannen släppte taget och jag var själv så började jag hålla utkik.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, ljudsignal och/eller talat meddelande.	10	Såg inga	10	10	10	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Att kunna följa upplysta skyltar som räknar meter mot en utgång är lugnande. Det ger en något att göra. En röst som talar är också lugnande, då känner man att det finns ett system bakom som "fångar upp" en.
82	Nej	-	Ja, redan från början	20 meter från ingången.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, ljudsignal och/eller talat meddelande.	10	5	10	10	5	5	5	9	-	-	Bra belysning, eller så bra belysning som man kan få i en tunnel är viktigt tycker jag. Jag känner att man oftast blir rädd/stressad då man inte ser vad som är framför en. Personligen gör ljudsignal inget för mig, dock finns det personer som är blinda och behöver det, så det kan vara bra, det gör inget för mig.
83	Ja	Det tar mig ut.	Ja, redan från början	På vägen.	Ja	Nödutgångsskylt.	10	10	10	8	8	8	8	7	-	-	Nödutgångsskylt och ljud.
84	Nej	-	Ja, efter ett tag	I slutet.	Ja	Nödutgångsskylt, blinkande belysning, fast lysande belysning, räckan.	10	10	7	7	3	7	5	7	-	-	Blinkande belysning för att det blir svårt för folk att försöka lyssna när man är i panik eller folk som inte kan höra bra.
85	Nej	-	Ja, redan från början	Där jag startade och längs hela sträckan fram till själva nödutgångsdörren.	Ja	Nödutgångsskyltar, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, ljudsignal och/eller talat meddelande, annat: Vit tunn rem längs hela vägen som satt ovanför lamporna och skyltarna.	10	4	10	10	4	2	1	2	8, Vita remmen	-	Nödutgångsskyltar med meteravstånd på (precis som de som fanns), stark belysning (fast) längs hela väggen. Stark belysning (fast) vid marken (så man ser vad man faktiskt kliver på). Räcke eller snöre längs väggen (man kunde ha gjort illa sig och behöver stöd för att ta sig ut).
86	Ja	Ljud från högtalare och skylt.	Ja, redan från början	Upprepade gånger på väg mot nödutgång.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, ljudsignal och/eller talat meddelande.	10	Såg inga	10	10	10	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Skylt med måttangivelser på hur långt det är kvar tills nödutgång och riktning. Även belysning, fast sken.

Participant	Q18a	Q18b	Q19a	Q19b	Q20a	Q20b	Q21a	Q21b	Q21c	Q21d	Q21e	Q21f	Q21g	Q21h	Q21i	Q21j	Q22
87	Ja	Följde skyltarna, följde i slutet ljudet (sista 10 meterna)	Ja, redan från början	På vänstra väggen under lamporna.	Ja	Nödutgångsskylt, ljudsignal och/eller talat meddelande.	9	Såg inga	9	9	7	Såg inga	Såg inga	Kände inga	4, vägg	-	Lamporna och skyltarna med distansinformation var mycket nyttigt. Hade dock uppmärksammat avstånd och riktning lättare om detta i sig hade lyst (backlight/neon etc).
88	Ja	Jag kom fram till en dörr, där var en högtalare som jag hörde mot slutet av promenaden.	Ja, redan från början	Vid varje (?) lampa.	Ja	nödutgångsskylt, fast lysande belysning, ljudsignal och/eller talat meddelande.	9	Såg inga	10	8	6	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Handledare hade varit bra! Lamporna satt på bra avstånd, jag såg dem hela tiden. Ljudet hörde jag väldigt sent, jag förstod inte att det var en högtalare vid dörren.
89	Ja	Lampor, vita och gröna.	Ja, redan från början	På väggen med jämna mellanrum.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, färgad belysning, annat: Nära väggen hängde det typ sladdar som man kanske kunnat orientera sig med.	5	Såg inga	10	8	Hörde inget	9	Vet inte	Kände inga	-	-	Lyset var väldigt bra, även om man vid närheten av varje lampa blev rätt bländad och därför tog det någon sekund innan man uppfattade nästa ljus. Att veta hur långt det var kvar var också väsentligt för att inte missa utgången.
90	Nej	-	Ja, redan från början	-	Ja	Starkt upplyst dörr.	10	Såg inga	10	10	Hörde inget	10	Såg inga	Kände inga	-	-	Lamporna och bergväggen räckte jättebra i detta försök. Något att följa med handen kunde vara bra om ännu tätare rök.
91	Ja	Att vid vägledande skyltar (mot nödutgång) stod det 0 meter. Tittade då runt mig och såg en nödutgångsskylt (såg ingen dörr direkt.	Ja, redan från början	Vid lamporna.	Ja	Nödutgångsskylt.	9	Såg inga	Såg inga	Såg inga	Hörde inget	Vet inte	Såg inga	Kände inga	-	-	Belysta skyltar (som visar riktning och hur många meter till nödutgång). Kanske räcke på väggen att hålla sig i. Ev belysta varningsskyltar där det är farligt att gå.
92	Ja	Ljuset, och att skylten lyste starkt.	Ja, redan från början	Vid väggen.	Ja	Nödutgångsskylt, fast lysande belysning, starkt upplyst dörr.	10	10	10	10	1	9	Vet inte	5	-	-	Att ha stark belysning (lampa) vid väggarna för att det va de jag lade märke till först, sen såg jag ju skyltarna. Genom lamporna så kände jag mig helt säker och mer lugn för att då kunde jag se saker längre fram.
93	Ja	Lampor.	Nej	-	Ja	Nödutgångsskylt, starkt upplyst dörr, färgad belysning.	8	Såg inga	8	10	Hörde inget	9	Vet inte	Kände inga	-	-	Viktigt att se vart man befinner sig i förhållande till väggar, bra med lampor på båda sidor.

Participant	Q18a	Q18b	Q19a	Q19b	Q20a	Q20b	Q21a	Q21b	Q21c	Q21d	Q21e	Q21f	Q21g	Q21h	Q21i	Q21j	Q22
94	Nej	-	Ja, redan från början	De var på väggen på min högra sida.	Nej	-	Såg inga	Såg inga	10	Såg inga	Hörde inget	10	Såg inga	Kände inga	-	-	En massa belysning, om det var möjligt borde det finnas en slinga längs hela väggen.
95	Ja	Jag såg ljuset på håll, men registrerade inte vad det kunde vara. Kollade på närmsta nödutgångsskylt och där stod 0 meter, med en pil nedåt (mot nödutgången), först då såg jag den tydligt.	Ja, efter ett tag	Efter några få meter, på högra väggen.	Ja	Starkt upplyst dörr, färgad belysning.	Såg inga	Såg inga	10	10	Hörde inget	8	Såg inga	Kände inga	-	-	Starkt upplyst, röken var inte jättetjock, men i kombination med mörker syns i princip bara ljuspunkter. Ett räcke (med ledbelysning) hade kanske hjälpt, om det är på sådan nivå att man håller låg nivå (undan den tjockare röken längre upp).
96	Ja	Skyltningen.	Ja, redan från början	På väggen, längs tunneln.	Ja	Fast lysande belysning.	10	Såg inga	8	Vet inte	Hörde inget	8	Såg inga	3	-	-	Skylt mot närmaste utgång, belysning, lättframkomligt underlag.
97	Nej	-	Ja, redan från början	-	Ja	Fast lysande belysning, starkt upplyst dörr, färgad belysning.	Såg inga	Såg inga	10	8	Hörde inget	7	Såg inga	Kände inga	10, skylten under lampan med avstånd	-	Lampor av stor vikt. Avstånd till nödutgång gav trygghet eftersom det gick att bedöma hur långt det var kvar. Hade gärna följt en handledare men såg ingen. Dåligt att det låg grus nära väggen där jag ville gå.
98	Ja	Skyltar påvisade det och dörren var dessutom upplyst.	Ja, efter ett tag	Under första lampan ca 10 sek in i övningen så jag den första. Sedan fanns en under varje lampa.	Ja	Nödutgångsskylt, starkt upplyst dörr, färgad belysning.	3	Såg inga	10	8	Hörde inget	4	Såg inga	Kände inga	-	-	Fler lampor hade underlättat. Även ett räcke eller rep fäst i väggen hade hjälpt. Eventuellt ljud för att veta var det brinner, i det här fallet hade jag lika gärna kunnat gå mot branden. Den mer avlägsna utgången behöver inte alltid vara den osäkraste.
99	Ja	Skylten och ljuset.	Ja, redan från början	-	Nej	-	Såg inga	Såg inga	10	10	Hörde inget	Såg inga	Såg inga	Kände inga	-	-	Tycker det var bra med så många upplysta skyltar.
100	Ja	Skylten.	Ja, redan från början	På väggen.	Ja	Fast lysande belysning.	10	3	10	10	Hörde inget	Vet inte	Såg inga	Kände inga	-	-	Bra att det stod hur långt det var till nödutgångsdörren men skyltarna kanske borde vara större.

Appendix 9: Questionnaire answers, part 4

Participant	Q23a	Q23b	Q23c	Q23d	Q23e	Q23f	Q24a	Q24b	Q25	Q26a	Q26b
1	10	7	4	8	1	1	Bra	Det är lättare att lära sig i en verklig miljö. Man utsätts inte ofta för sådana miljöer där är det bra att få testa så man vet vad man ska göra/reagera om man väl råkar ut för det någon gång.	2	Ja	Jag skulle gärna vilja veta vad jag gjorde rätt och fel. När jag kom ut visste jag inte, anade men ja, lite personlig feedback
2	5	2	1	8	2	1	Bra	-	2	Ja	Jag tyckte det var kul, men rätt så kort. Jag hade nog varit där i tunneln lite längre. Men annars det en rätt nyttig upplevelse
3	7	6	1	6	1	1	Bra	Mycket bra, borde alla få göra exempelvis när du tar körkort/skolan. Det har gett mig respekt för tunnlar samt vikten av att ha bra skyltar, belysning med mera.	1	Ja	Jag tyckte att skylten mot nödutgången var ottydlig. Under stress gjorde det att jag började undra om jag skulle nedåt. Instinktivt ville jag inte lämna min vägg speciellt inte om jag var osäker på att tåget kunde komma.
4	8	6	6	9	6	2	Bra	Realistiskt medför bättre förhållande och förståelse.	3	Ja	Mycket viktigt med denna erfarenhet. Synd att inte fler får möjligheten.
5	5	2	7	2	1	2	Bra	Det gav mig en bra bild om hur det skulle kunna vara! Så att jag vet hur jag ska ta mig igenom tunneln, vad jag ska leta efter. Jag visste t ex. inte att det fanns så många fasta belysningar.	1	Ja	Det var jättebra att jag inte fick veta någonting innan om experimentet! Det gjorde att jag fick panik i början för att sen verkligen försöka ta mig ut, så som det förmodligen skulle sett ut i verkligheten.
6	8	6	6	3	2	1	Bra	Man känner sig lite mer förberedd om en brand skulle utbryta i tunnelbanan i verkligheten. Har man upplevt detta en gång känns det på något sätt lite säkrare en andra gång.	2	Nej	-

Participant	Q23a	Q23b	Q23c	Q23d	Q23e	Q23f	Q24a	Q24b	Q25	Q26a	Q26b
7	3	3	1	1	1	1	Bra	Alltid bra att få vara med om sådana saker.	2	Nej	-
8	5	1	1	3	1	1	Bra	Skulle dock snarare ha krypigt om det sved i ögonen och var för varmt.	1	Nej	-
9	1	1	1	4	1	1	Bra	Jag tycker att det är kul att testa hur det kan vara och vara med om experiment.	1	Ja	Mer rök och svårare att hitta kanske. Nu var det väldigt lätt. Skulle man haft mer obehagskänsla vid försöket hade det blivit mer realistiskt.
10	5	5	4	2	6	1	Bra	Super bra! Kan man optimera säkerheten. Mänskliga faktorn är en komplicerad sak.	2	Ja	Inget vid försöket kändes obehagligt för sen fick jag masken på. Då kändes det obehagligt men att ha brandmannen fick mig att lugna ned mig. Om jag själv skulle satt på masken skulle jag fått panik.
11	2	2	2	3	1	1	Bra	-	1	Nej	-
12	6	2	1	4	1	1	Bra	Det fanns ett spänningsmoment, inlärningsmöjligheter och även tillfälle att se hur jag själv fungerar.	1	Nej	-
13	8	6	7	7	3	1	Bra	Man upplever hur det är samt att vi kan lämna synpunkter på detta.	1	Nej	-
14	9	5	5	3	4	1	Bra	Man upptäckte att man agerar på lite annorlunda sätt, vill gärna ha skyltar.	5	Nej	-
15	3	5	4	3	2	1	Bra	Mycket bra att få ett kvitto på hur man själv reagerar.	1	Nej	-
16	4	2	3	3	1	1	Bra	För mig känns det mycket skönt att ha fått prova på för framtida händelse.	1	Nej	-
17	3	2	1	1	1	1	Bra	För att uppleva hur det kan se ut när man utrymmer från tunnelbanan. Man vet vad man ska titta efter så man vet vart man ska ta vägen.	1	Nej	-

Participant	Q23a	Q23b	Q23c	Q23d	Q23e	Q23f	Q24a	Q24b	Q25	Q26a	Q26b
18	2	2	3	2	3	1	Bra	Bra om man vill se hur vi orienterar oss vid dålig syn, kan dock tänka mig att i en realistisk situation så hör man skrik, smällar obehaglig värme osv. och det kan nog påverka mycket.	1	Ja	Jag tror mer obehagligt ljud som säkerligen skulle finnas vid verklig brand skulle fått mig att uppleva det mer realistiskt. Störande ljus (såsom eld skulle skapa) skulle nog också vara en faktor.
19	3	2	2	2	4	4	Bra	Det är alltid bra att vara förberedd inför ev. riktig brand. Skapar större säkerhet.	2	Ja	På riktigt finns det elektriska ledningar, det skulle nog skapa störst oro och rädsla för mig. Även stress om jag inte vet om trafiken står still.
20	2	1	1	2	1	1	Bra	Bra om det kan hjälpa andra.	1	Nej	-
21	2	1	1	8	1	2	Bra	Intressant att se hur begränsad man blir i rörlighet vid så dålig sikt.	2	Ja	I grupp tror jag att stressmomentet hade ökat, vilket kanske skulle ge ett mer realistiskt intryck.
22	7	1	3	3	1	1	Bra	-	1	Nej	0
23	2	1	1	6	1	1	Bra	Bra utgångspunkt men det krävs mer realistiska förhållanden om just beteendet ska studeras. Förstår problematiken i detta, men kunskap är viktigare än några skrubbsår eller olust.	1	Nej	-
24	2	2	1	3	1	1	Bra	Relativt realistisk vad gäller miljö, men inte helt fullständigt gällande situationen. Rädsla, panik, smärta, skada vid en olycka fanns inte vilket troligtvis skulle göra stor skillnad.	1	Nej	-
25	4	3	4	5	2	1	Bra	-	1	Nej	-
26	3	1	2	6	1	1	Bra	Så man lär sig ungefär hur människor reagerar i dessa situationer	1	Nej	-

Participant	Q23a	Q23b	Q23c	Q23d	Q23e	Q23f	Q24a	Q24b	Q25	Q26a	Q26b
27	7	5	2	7	2	2	Bra	Är nyttigt att få prova att röra sig i den begränsade sikt det innebar. För att göra de ännu verkligare skulle man fått kliva ur tunnelbanevagnen och ner på spåret och att vi vore flera samtidigt.	1	Nej	-
28	4	3	3	5	4	2	Bra	Det förbereder en för verkliga händelser.	3	Ja	Jag trodde att det blinkande ljuset kom från kameramannen. Tycker filmen var onödig, men förstod inte scenariot riktigt med det behövdes inget.
29	4	3	4	3	1	1	Bra	Bra så länge risken är liten att något händer. Inga krokodiler där inne direkt. Hjälper till att förebygga fara.	4	Nej	-
30	3	1	1	1	1	1	Bra	Bra, men spara inte på ättikan.	4	Ja	Kände inget i ögonen då man som näst sist inte utsattes för särskilt mycket ättika vilket gjorde att det kändes mindre realistiskt.
31	3	2	2	7	1	3	Bra	Det var intressant att prova, förhoppningsvis om det skulle hända i verkligheten kan man lyckas ta sig ut.	1	Nej	-
32	2	2	1	1	1	1	Bra	Jättebra för mig som tunnelbaneresenär att få träna på en dylik situation.	1	Ja	Jag förstod inte att gasmasken var en del av övningen. Trodde att den var för min skull. I annat fall (om jag vetat att den ingick i övningen) så hade jag tackat ja till gasmasken (jag tackade nej).
33	3	3	2	4	1	1	Bra	-	2	Ja	Ättikssyran kände jag knappt av.

Participant	Q23a	Q23b	Q23c	Q23d	Q23e	Q23f	Q24a	Q24b	Q25	Q26a	Q26b
34	5	2	1	3	1	1	Bra	Det känns bra. Personligen så är det alltid bra att få vara med på en sådan här övning ifall det händer i verkligheten. Kommer göra det lättare att hantera det. Sedan så behövs det för att utveckla brandskyddet.	1	Ja	Det var en bra utformad övning. Kändes realistisk.
35	3	2	1	2	1	1	Bra	Om det händer på riktigt kanske jag minskat risken att bli stressad.	1	Nej	-
36	4	2	2	3	1	1	Bra	Ger verklighetstroga resultat. Det är kul för mig att se hur jag reagerar.	1	Ja	Lång väntetid.
37	1	4	2	1	1	1	Bra	Bra med övning i förhållandevis realistisk miljö. Frågan är bara hur man skulle agerat om det hade varit på riktigt. Förutsättningarna ändras om jag t ex skulle gjort detta och ansvarat för mina barns säkerhet samtidigt.	1	Ja	Utvärdering på hur jag själv agerade i tunneln. Var jag rationell eller inte. Skulle jag ha hunnit ut om det brann eller inte. En återkoppling vore bra.
38	1	1	1	1	3	3	Bra	Det är värdefullt för försökspersonen och forskningen, hoppas jag.	1	Ja	Det var lite för lätt att följa ledljuset. Borde ha försökt hålla mig längs väggarna. Det blir visst kvarstående obehag i halsen och lungorna, men det går väl över.
39	8	3	3	6	1	1	Bra	-	1	Nej	-
40	3	2	1	2	1	1	Bra	Ger en viss insikt i brandskyddsarbetet.	1	Nej	-
41	3	2	2	2	1	1	Bra	-	1	Ja	Bra genomfört. Från väntan i bussen till info innan och efter.
42	8	6	6	3	3	2	Bra	-	2	Nej	-
43	3	1	1	4	1	1	Bra	Det kan minska paniken i ett skarpt läge.	1	Nej	-
44	7	2	1	4	2	3	Bra	Ger inblick om vad man kan uppleva i en liknande situation. Bra att ha provat, blir säkrare på sig själv om det skulle hända på riktigt.	1	Nej	-

Participant	Q23a	Q23b	Q23c	Q23d	Q23e	Q23f	Q24a	Q24b	Q25	Q26a	Q26b
45	4	3	3	4	3	1	Bra	Bra, fast hade gärna sett flera "hinder" eller andra oförutsedda svårigheter, för att få en starkare stresskänsla. Nu kändes det väldigt lugnt hela tiden.	1	Ja	Det kändes mindre tryggt när brandmannen ledde ut en på vägen tillbaka, också delvis pga masken som i detta fall kändes begränsande och att man rörde sig fram utifrån hans orientering istället för den egna. Således sprang jag även på ett föremål på vägen ut.
46	1	2	1	1	1	1	Bra	Verklighetstroget till 100%! Tryggt och säkert handhavande av personalen på plats! Mycket bra information för uppdraget!	1	Ja	Tack för att jag fick vara med! En erfarenhet för livet som är bra att ha i ryggraden. Vid maskpåättning informera tidigt att man ska ta ett andetag (stort) så att luften kommer igång.
47	3	3	1	3	1	1	Bra	-	1	Nej	-
48	1	1	1	5	1	1	Bra	Hade gärna sett att det var läskigare/mer irriterande för att få en mer naturlig känsla av obehag. Men anser det är bra för att se hur människor tänker i situationen.	1	Ja	Lite mer irriterande rök så man får lite mer stress.
49	7	2	3	4	2	1	Bra	Man kan lära sig en del om perceptionen men det mer psykologiska som påverkar kan vara svårt att få fram i en sådan här miljö. Ex stress etc.	5	Nej	-
50	3	1	1	1	1	1	Bra	Utan realistiska förhållanden kan man inte få realistiska beteenden tror jag, därför är det bra.	2	Ja	Nej, egentligen inte, en liten parentes i mitt fall var att jag upplevde gasmaken (att andas igenom den) som mer obehagligt än själva röken. Men det var inget större obehag.
51	2	1	1	3	1	3	Bra	Träning ger färdighet.	1	Nej	-
52	3	1	1	2	1	1	Bra	Bra att ha upplevt hur det kan se ut ifall olyckan skulle vara framme.	2	Nej	-

Participant	Q23a	Q23b	Q23c	Q23d	Q23e	Q23f	Q24a	Q24b	Q25	Q26a	Q26b
53	3	3	1	2	1	1	Bra	-	1	Ja	Tala högre vid informationen. Klargör ordningsföljden person 1, 2, 3, etc. Handuppräckning förkastligt.
54	3	2	1	2	1	1	Bra	-	1	Nej	-
55	1	1	2	2	2	1	Bra	Det är svårt att helt uppleva liknande situationer enbart i huvudet och då är risken att man agerar fel pga förväntan.	2	Ja	Brandmännen är jätteroliga.
56	2	1	1	1	1	1	Bra	-	2	Ja	Kunde andas helt normalt, är det realistiskt?
57	5	4	2	3	1	1	Bra	Bra att veta hur det kan kännas. Även om jag hade varit tusen gånger mer stressad om jag inte hade vetat att jag var säker.	3	Nej	-
58	2	2	1	2	1	1	Bra	Kanske dockor som skulle simulera "medvetlösa" personer på marken.	2	Nej	-
59	6	5	3	6	4	3	Bra	Det är jättebra att känna hur det är att förflytta sig i miljön.	1	Nej	-
60	2	2	2	2	1	1	Bra	Kunde vara ännu mer realistiskt, dvs lite svårare bana med trappport, svängar etc.	2	Ja	Lite mer komplicerad bana hade varit intressantare, inte så jämt underlag, gärna avslutning vid riktigt utrymningsdörr.
61	3	2	1	2	1	1	Bra	Forskning behövs.	1	Nej	-
62	3	1	1	2	1	1	Bra	Bra att veta hur man reagerar.	3	Nej	-
63	3	1	1	3	1	1	Bra	Känns bra att veta vad man kan utsättas för i tunnelbanan och andra tunnlar.	1	Nej	-
64	7	4	2	5	2	1	Bra	Roligt!	3	Nej	-
65	2	2	2	6	1	1	Bra	Nyttigt att få tänka lite om situationen som faktiskt kan inträffa.	2	Nej	-
66	5	3	2	2	1	1	Bra	Spännande, roligt och lärande.	1	Ja	Det var roligt!

Participant	Q23a	Q23b	Q23c	Q23d	Q23e	Q23f	Q24a	Q24b	Q25	Q26a	Q26b
67	8	8	5	1	1	4	Bra	Det är otroligt viktig att ha en aning om vad man ska göra under sådana omständigheter. Det borde göras t ex med skolorna, som vilken brandövning som helst.	1	Ja	Roligt experiment. Kul att ha fått delta. De borde göras lite oftare, av skolor eller så, det är viktigt att veta vad man ska göra.
68	2	1	1	3	1	1	Bra	Tror att mer realistiskt och stressfullare miljö skulle ge mer realistiskt testresultat.	1	Nej	-
69	3	1	2	4	1	1	Bra	Man får ta reda på hur kroppen fungerar och känner sig mer trygg i det.	2	Ja	Bra försök och det var bra med att det var en längre miljö med stengång.
70	2	3	2	1	2	2	Bra	Man får känna själv i ett förebyggande syfte hur det kan vara. På så vis kan man vara mer förberedd på det ifall det skulle inträffa.	3	Nej	-
71	5	2	2	4	1	1	Bra	-	1	Nej	-
72	9	5	5	6	3	1	Bra	Om jag en dag råkar ut för det kan jag hoppas att jag har kvar det i bakhuvudet.	6	Ja	Jag fick starka panikkänslor precis när jag gått in i tunneln men de släppte när rökdykaren började prata med mig.
73	2	1	1	1	1	1	Bra	Jag har gjort rökdykning förut och tyckte det var roligt att göra.	1	Nej	-
74	3	3	3	7	1	1	Bra	Mörker och röken. Tror att verklig brandrök är mycket mer krävande att ta sig igenom.	2	Ja	Hur ska en synskadad person hitta, likaså en hörselskadad göra detsamma? Rörelsehindrad är nästan värre. Evakuering från tåg på rätt (?) sida. Gångvägar på bägge sidor om tåget?
75	7	2	1	1	1	1	Bra	Om det här är realistiskt så hade jag många fördomar om "tunnelbränder".	1	Nej	-
76	6	4	2	3	2	1	Bra	För försökspersonen så är det en bra upplevelse. Dessutom är det bra att undersöka verklighetstrogna reaktioner.	2	Nej	-

Participant	Q23a	Q23b	Q23c	Q23d	Q23e	Q23f	Q24a	Q24b	Q25	Q26a	Q26b
77	7	6	3	5	2	2	Bra	Det är bra att ta reda på hur människor reagerar.	3	Nej	-
78	2	2	1	3	1	1	Bra	Man vet lite mer om hur man ska bete sig vid en verklig situation. Förhoppningsvis kan man hjälpa även andra.	1	Nej	-
79	8	8	8	2	2	2	Bra	Alltid bra att ha en erfarenhet av en hyfsat verklig upplevelse i bakhuvudet om det skulle hända på riktigt.	7	Nej	-
80	5	5	1	3	1	1	Bra	Om ofarliga experiment som detta kan hjälpa att ta fram bättre vägledning i brandsituationer är det helt befogat.	1	Ja	På ett sätt var försöket lite orealistiskt eftersom många fler människor är inblandade när det gäller tunnelbaneolyckor. Paniken som kan utbryta kanske påverkar ens eget agerande. Jag föreställer mig att det är mer ljud från folk runt omkring. I så fall skulle man kunna spela upp sådant ljud.
81	1	2	2	3	1	1	Bra	Det är bra att ha testat på en sådan situation.	1	Ja	Bra organiserat. Jag var nervös först men nöjd att jag genomförde.
82	2	1	1	1	1	1	Bra	Man tänker inte ofta på vad som kan hända om det sker i verkligheten, nu vet man hur man ska röra sig för att komma ut så fort som möjligt.	1	Nej	-
83	2	1	3	1	2	1	Bra	Det är jättebra för att jag som åker tunnelbana varje dag. Gav mig bra information.	1	Ja	Jättebra övning, inget man tänkt på tidigare.
84	2	2	1	5	5	2	Bra	Bra att vet vid sådana situationer om det skulle hända på riktigt.	3	Nej	-
85	3	3	3	2	2	1	Bra	Så att jag faktiskt vet vad jag ska tänka på/titta efter om det skulle ske på riktigt.	1	Nej	-
86	3	2	1	1	1	5	Bra	-	1	Nej	-

Participant	Q23a	Q23b	Q23c	Q23d	Q23e	Q23f	Q24a	Q24b	Q25	Q26a	Q26b
87	7	4	3	2	2	1	Bra	Bra övning inför eventuell verklig händelse.	3	Ja	Underlaget kändes inte särskilt representativt för en tunnelbana. Misstänker att det skulle vara svårare att gå i dessa siktförhållanden med grus/spår/plankor etc.
88	4	3	3	3	1	1	Bra	-	3	Ja	I en tågtunnel är underlaget ofta mera ojämnt, ibland finns bra plattor att gå på.
89	2	1	1	2	1	1	Bra	Det gör att man kanske enklare kan hantera situationen om det dyker upp.	1	Nej	-
90	2	2	1	2	1	1	Bra	-	1	Ja	Betydligt mindre obehaglig rök än vad jag trott. Bra att ha genomfört!
91	8	7	6	3	1	4	Bra	För att själv veta hur man ska göra/reagera och för de som utformar brandsäkerheten i tunnlar att veta hur folk reagerar.	6	Nej	-
92	4	3	4	1	1	1	Bra	Det blir en annan sak att uppleva det än om man bara får höra, det får mig att känna mig mer säker på hur jag skall göra om det skulle ske på riktigt.	1	Nej	-
93	4	3	3	6	7	6	Bra	Bra att ha upplevt att det är märkt och svårt att se.	5	Nej	-
94	3	3	1	5	2	1	Bra	Man känner sig lite mer förberedd ifall man skulle råka ut för en sådan situation på riktigt.	1	Nej	-
95	8	5	3	9	1	1	Bra	Det är ett bra sätt att förbättra säkerheten. För min del hade det kunnat vara än mer realistiskt. Röda korsets skademarkörer och berättelsefrämjandet är tips på kontakter för framtiden.	4	Nej	-
96	3	3	1	5	5	2	Bra	Ju mer realistiskt desto bättre, det är ändå svårt att förbereda sig på en riktig "katastrofmiljö".	2	Ja	Mindre förberedelse på eventuellt obehag för att efterlikna en verklig händelse bättre. Slumpmässigt utvalda personer.

Participant	Q23a	Q23b	Q23c	Q23d	Q23e	Q23f	Q24a	Q24b	Q25	Q26a	Q26b
97	6	7	1	3	2	4	Bra	Informationen var toppen. Tycker det är jättebra och tror att det kan bli livsviktiga resultat.	1	Ja	Väldigt välorganiserat och proffsigt genomfört. Trodde det skulle vara sämre sikt och sämre luft.
98	3	3	2	7	2	1	Bra	Förutom att det ger övning för försökspersonen är det givetvis bra att undersöka hur personer reagerar i stressfulla situationer.	2	Nej	-
99	3	1	3	1	1	3	Bra	Tror ingen vet hur man reagerar i olika miljöer förrän man själv varit där.	1	Nej	-
100	1	1	1	1	1	1	Bra	Bra att känna på den typen av miljö.	1	Nej	-

Appendix 10: Interview template



LUNDS UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

Brandteknik

Daniel Nilsson

Intervjumall – METRO

Träderskolevägen

8 november 2012

Intervjumall – Försök i tunneln på Träderskolevägen (METRO)

Detta dokument innehåller instruktioner till den intervju som ska genomföras med försökspersoner i samband med försöken i tunneln på Träderskolevägen i Stockholm inom ramen för projektet METRO. Syftet med dokumentet är att ge intervjuaren (Daniel) tillräckligt utförliga instruktioner för att garantera hög reliabilitet. Intervjun är dock av typen icke-strukturerad (non-structured), vilket medger variationer från fall till fall.

I samtliga fall genomförs intervjun efter det att försökspersonerna har fyllt i enkäten. Daniel hämtar en person i bussen och leder dem till intervjuplatsen (kontorsplats i barack). Personerna intervjuas en i taget. Under intervjun ska personerna se en film av utrymningsförsöket och ombeds att samtidigt redogöra för sitt beteende, känslor och observationer i tunneln.

Nedan ges mer information om vad som ska sägas till försökspersonerna innan intervjun inleds och vilka frågor som kan ställas för att be försökspersonerna förtydliga eller utveckla sina svar.

1. Inledande information

Innan intervjun inleds och videofilmen startas ska följande text läsas upp för försökspersonen:

Du har precis utrymt i en rökfylld tunnel och nu ska jag intervjua dig om dina upplevelser. Under intervjun ska du titta på en film från en IR-kamera. Filmen visar hur du går i tunneln. Eftersom IR-kameran registrerar värme kommer du att synas tydligt i filmen mot den kalla tunnelväggen. Även lampor och andra installationer kan synas i filmen. (paus)

Jag vill att du beskriver dina upplevelser i tunneln medan du tittar på filmen. Jag är intresserad av vad du gjorde och varför. Dessutom vill jag veta hur du upplevde situationen. Har du några frågor om intervjun? (invänta frågor och besvara dem)

När texten lästs upp och intervjuaren försäkrat sig om att försökspersonen förstått information tillfrågas personen om det är okej att starta intervjun och inspelingsutrustningen:

För att göra det lättare för mig att analysera resultaten skulle jag vilja spela in vår intervju. Inspelningen kommer att sparas tills all data är analyserad och sen förstörs den. Är det okej att jag startar inspelningen? (Invänta svar) Är du redo att starta intervjun? (Invänta svar)

2. Intervjufrågor

Under intervjun ska intervjuaren ställa följdfrågor för att försökspersonen ska förtydliga sina svar. Intervjuaren kan även ställa direkta frågor om det är någon aspekt som behöver undersökas, t ex vad personen såg i olika delar av tunneln. Om det behövs kan filmen pausas för att ge försökspersonen tid att berätta.

När inspelningen startat säger intervjuaren:

Då inleder vi intervjun med försöksperson nr (X). Nu startar jag filmen. (Starta filmen)

Nedan ges exempel på några följdfrågor om beteende (vad och varför):

- *Hur menar du (beteende)?*
- *Kan du berätta mer om (beteende)?*
- *Är det något mer du vill tillägga om (beteende)?*
- *Du säger att du (beteende). Vad var det som fick dig att (beteende)?*
 - o *Du nämmer att du (beteende) för att (orsak). Hur menar du (orsak)?*
 - o *Du nämmer att du (beteende) för att (orsak). Kan du berätta mer om (orsak)?*
 - o *Är det något mer du vill tillägga om (orsak)?*

Nedan ges exempel på några följdfrågor om upplevelser:

- *Hur upplevde du situationen när du befann dig på det här stället i tunneln?*
- *Hur menar du (känsla)?*
- *Kan du berätta mer om (känsla)?*
- *Är det något mer du vill tillägga om (känsla)?*

Övriga exempel på intressanta frågor:

- *Vad såg/hörde/kände du när du befann dig på det här stället i tunneln?*

I övrigt kan även Fowler och Mangiones (1990) standardfrågor användas:

- A. Om frågan inte uppfattats
 - Upprepa frågan igen.
- B. Om svaret är oklar eller tvetydigt
 - *Hur menar du (sak)?*
- C. Om svaret inte är tillräckligt detaljerat
 - *Kan du berätta mer om (sak)?*
- D. Om komplett svar getts men det kan finnas mer
 - *Är det något mer du vill tillägga om (sak)?*

Appendix 11: Light extinction coefficient calibration

Often, the light extinction coefficient is calculated by the expression below (Jin, 2008):

$$C_s = -\frac{1}{L} \cdot \ln\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad \text{Equation A11a}$$

where

C_s	is the extinction coefficient [1/m]
L	is the light path length [m]
I	is the intensity of light through smoke
I_0	is the intensity of the incident light

However, it was discovered that the extinction of the laser beam did not linearly correlate with the reduced measured voltage over the receiver, i.e., I/I_0 . In other words, a for example 50% extinction of the light from the laser did not reduce the registered voltage over the receiver with 50% compared to the reference value without any smoke. Therefore, a calibration and interpretation of the actual extinction as a function of the registered voltage over the receiver was derived with help from a number of glass filters with known transmission coefficients². The filters and their transmission coefficients are presented in Table 32.

Table 32. The glass filters and their corresponding transmission coefficients.

Filter	Transmission coefficient
1	0,918
2	0,870
3	0,800
4	0,380
5	0,070
6	0,050

The glass filters were used separately, as well as combined, to create a total of seventeen different calibration scenarios. In these scenarios, the glass filters were used to simulate the smoke, and as in the experiment, the registered voltage over the receiver was measured for each of the scenarios as well as in a reference scenario with no filter. The calibration scenarios, including the registered voltage over the receiver, are presented in Table 33. An illustration of the result is also shown in Figure 73, in which the actual extinction is described as a function of I/I_0 . An exponential curve was found to best describe the extinction as a function of I/I_0 , and the equation of the curve is presented in *Equation A11b* below. In terms of goodness of fit, the R-square value was .9622 and the adjusted R-square value was .9535.

Table 33. Extinction calibration scenarios.

Scenario	Filter(s)	Extinction [%]	Registered voltage [V]	I/I_0 [-]
1	-	0	1,067	1
2	1	8,2	1,062	0,995
3	2	13,0	1,057	0,991
4	3	20,0	1,055	0,988
5	1+2	20,1	1,053	0,987
6	1+3	26,6	1,047	0,981
7	2+3	30,4	1,048	0,982
8	1+2+3	36,1	1,040	0,975
9	4	62,0	1,036	0,971
10	1+4	65,1	1,028	0,963
11	2+4	66,9	1,028	0,963

² The transmission coefficient can be explained as a measure of how much light that passes through an optical element (in this case a glass filter or smoke).

12	3+4	69,6	1,018	0,954
13	1+2+4	69,7	1,019	0,955
14	1+3+4	72,1	1,010	0,947
15	2+3+4	73,6	1,008	0,944
16	1+2+3+4	75,7	0,986	0,924
17	5	93,0	0,558	0,523
18	6	95,0	0,395	0,370

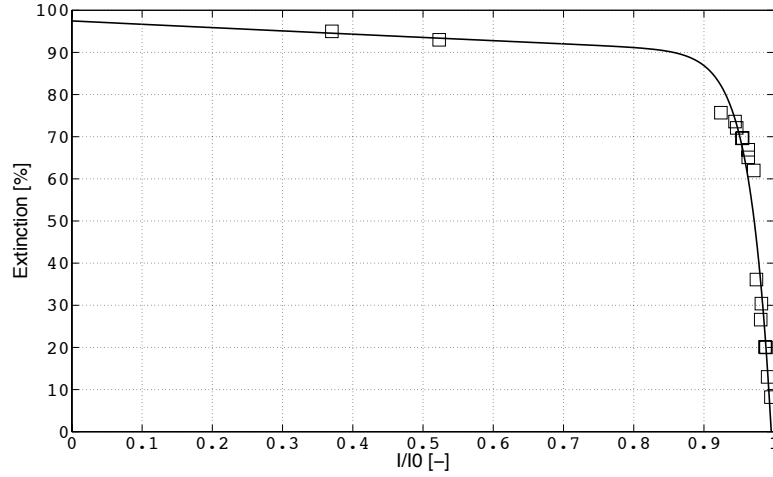


Figure 73. The extinction as a function of I/I_0 in the calibration scenarios. The curve fit is described by Equation A11b.

$$Extinction = -3.233 \cdot 10^{-13} \cdot e^{33.4 \cdot \left(\frac{I}{I_0}\right)} + 97.48 \cdot e^{-0.08204 \cdot \left(\frac{I}{I_0}\right)} \quad \text{Equation A11b}$$

By modifying Equation A11a, the extinction coefficient can now be calculated for every twentieth second of the experiment with the expression in Equation A11c.

$$D_L = -\frac{1}{L} \cdot \ln \left(1 - \left(-3.233 \cdot 10^{-13} \cdot e^{33.4 \cdot \left(\frac{I}{I_0}\right)} + 97.48 \cdot e^{-0.08204 \cdot \left(\frac{I}{I_0}\right)} \right) \right) \quad \text{Equation A11c}$$

Appendix 12: Light extinction coefficient per participant

The light extinction coefficient in the tunnel was derived for each participant. see Table 34. The time upon arrival to the *video station* was noted during the experiment, and the light extinction coefficient was derived by averaging the measurements at Equipment 1 and Equipment 2 for a time period of 10 minutes, starting three minutes after the arrival time to the *video station*.

Table 34. Derivation of the light extinction coefficient (LEC) during each participant's evacuation of the tunnel. When possible, the LEC was averaged based on measurements at both Equipment 1 (EQ1) and Equipment 2 (EQ2).

Participant no. [-]	LEC _{EQ1.ave}	LEC _{EQ2.ave}	LEC _{ave}
1		2.58	2.58
2		2.58	2.58
3		2.50	2.50
4		2.31	2.31
5		2.48	2.48
6		2.28	2.28
7		2.05	2.05
8		1.84	1.84
9		1.62	1.62
10		1.51	1.51
11		2.00	2.00
12		3.13	3.13
13		2.74	2.74
14		2.25	2.25
15		2.13	2.13
16		1.84	1.84
17		1.63	1.63
18		1.50	1.50
19		1.35	1.35
20		1.56	1.56
21		3.16	3.16
22		2.86	2.86
23		2.65	2.65
24		2.51	2.51
25		2.47	2.47
26		2.72	2.72
27		2.66	2.66
28		2.39	2.39
29		2.23	2.23
30		2.10	2.10
31		1.88	1.88
32	2.72	2.86	2.79
33	2.49	2.72	2.61
34	2.38	2.59	2.49
35	2.23	2.49	2.36
36	2.09	2.34	2.21
37	1.93	2.17	2.05
38	1.77	2.05	1.91
39	1.63	1.91	1.77
40	1.48	1.77	1.62
41	1.37	1.61	1.49
42	1.27	1.44	1.35
43	2.88	3.29	3.08
44	2.73	2.78	2.75
45	2.66	2.75	2.70
46	2.42	1.70	2.06
47	2.30	2.55	2.43
48	2.11	2.34	2.23

Participant no. [-]	LEC _{EQ1.ave}	LEC _{EQ2.ave}	LEC _{ave}
49	1.95	2.22	2.08
50	1.79	2.07	1.93
51	1.71	1.91	1.81
52	1.41	1.57	1.49
53	1.35	1.50	1.42
54	1.35	1.50	1.42
55	2.77	3.23	3.00
56	2.59	3.00	2.80
57	2.61	2.73	2.67
58	2.59	2.68	2.64
59	2.36	2.57	2.47
60	2.12	2.42	2.27
61	2.01	2.28	2.14
62	1.82	2.12	1.97
63	1.63	1.79	1.71
64	1.63	1.79	1.71
65	2.48	2.83	2.65
66	2.09	2.57	2.33
67	1.87	2.32	2.10
68	1.85	2.07	1.96
69	1.83	1.95	1.89
70	1.64	1.82	1.73
71	3.15	2.52	2.83
72	2.92	2.80	2.86
73	2.45	2.84	2.64
74	2.03	2.55	2.29
75	2.03	2.33	2.18
76	1.88	2.10	1.99
77	1.83	1.99	1.91
78	1.71	1.87	1.79
79	2.85	3.14	3.00
80	2.85	3.00	2.93
81	2.68	2.93	2.80
82	2.52	2.77	2.65
83	2.46	2.65	2.56
84	2.43	2.61	2.52
85	2.33	2.56	2.44
86	2.28	2.48	2.38
87	2.15	2.34	2.25
88	2.09	2.21	2.15
89	1.85	1.94	1.89
90	1.85	1.94	1.89
91	2.04		2.04
92	2.57		2.57
93	1.77		1.77
94	1.70		1.70
95	1.69		1.69
96	1.62		1.62
97	1.51		1.51
98	1.41		1.41
99	1.26		1.26
100	1.20		1.20

Perceived visibility

The average LEC, as presented in Table 34, was translated to a visibility in metres for reflecting signs, and then compared to the perceived visibility as stated by the participants in the questionnaire. For those participants that estimated the visibility in intervals a mean value of the interval was calculated. This was used in the statistical analysis of differences.

Table 35. The perceived visibility as stated by the participants in the questionnaire, together with the measured visibility for reflecting signs.

Participant no. [-]	Perceived visibility [m]	Measured visibility reflecting signs [m]
1	2	0.77
2	4	0.78
3	2	0.80
4	0.5	0.86
5	3	0.81
6	1	0.88
7	0.5	0.98
8	1.5-2	1.09
9	4	1.23
10	1	1.33
11	2	1.00
12	1	0.64
13	1	0.73
14	2	0.89
15	15	0.94
16	1	1.08
17	5	1.23
18	2	1.33
19	2-3	1.48
20	4	1.28
21	1-2	0.63
22	10	0.70
23	4	0.75
24	4	0.80
25	2.5	0.81
26	0.5	0.74
27	1-2	0.75
28	1-3	0.84
29	1.5	0.90
30	2	0.95
31	0.5	1.07
32	2	0.72
33	1	0.77
34	0.5	0.80
35	7	0.85
36	1	0.90
37	0.5	0.98
38	8	1.05
39	2-3	1.13
40	2	1.23
41	1	1.34
42	1.5	1.48
43	1	0.65
44	2-3	0.73
45	5	0.74
46	2	0.97
47	5	0.82
48	1	0.90
49	1	0.96
50	1	1.04
51	1	1.11
52	3-5	1.35
53	4-6	1.40
54	8	1.40
55	1	0.67
56	1	0.72
57	4	0.75
58	2	0.76

Participant no. [-]	Perceived visibility [m]	Measured visibility reflecting signs [m]
59	1	0.81
60	2	0.88
61	5-10	0.93
62	2	1.01
63	3-4	1.17
64	1	1.17
65	1	0.75
66	3	0.86
67	1.5-2	0.95
68	1-1.5	1.02
69	2-3	1.06
70	3	1.16
71	7	0.71
72	0.5-1	0.70
73	10	0.76
74	4	0.87
75	5	0.92
76	8	1.01
77	4	1.05
78	10	1.12
79	0.5	0.67
80	2-6	0.68
81	2	0.71
82	2-4	0.76
83	20	0.78
84	1	0.79
85	1.5-2	0.82
86	1	0.84
87	1	0.89
88	2	0.93
89	3	1.06
90	4	1.06
91	1.5-2	0.98
92	2-3	0.78
93	2	1.13
94	1	1.17
95	8	1.19
96	6	1.24
97	3	1.32
98	1	1.42
99	2	1.59
100	1	1.66

Appendix 13: Walking paths

The walking paths derived from the analysis of the video recordings are below presented per scenario.

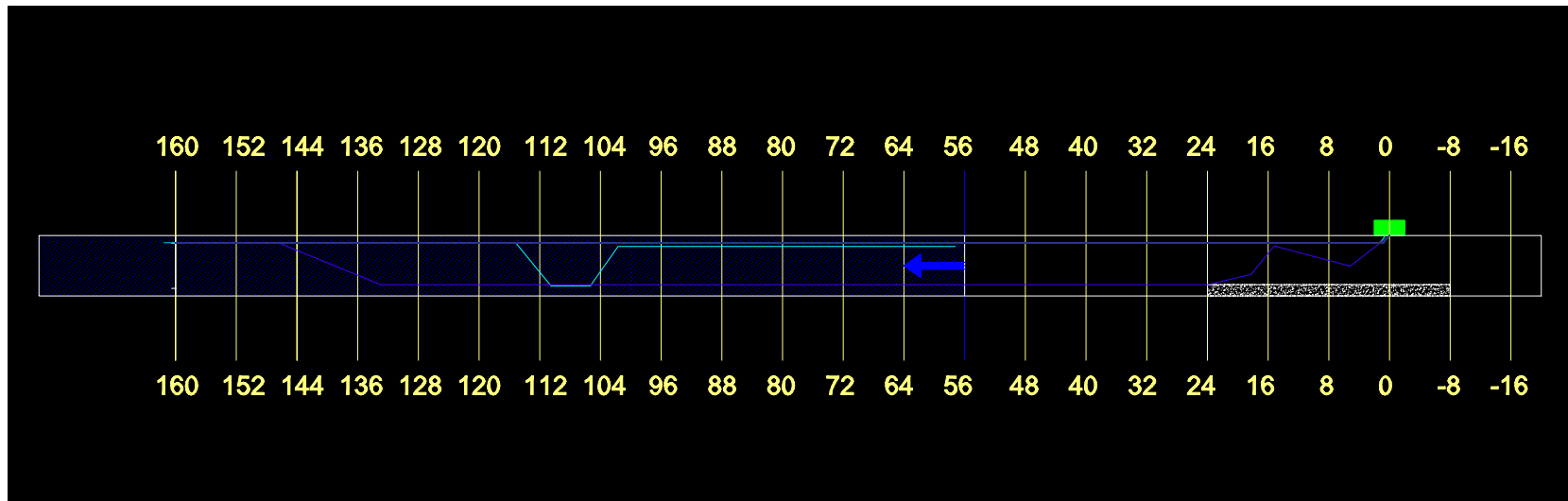


Figure 74. The walking paths of the participants in Scenario 1A.

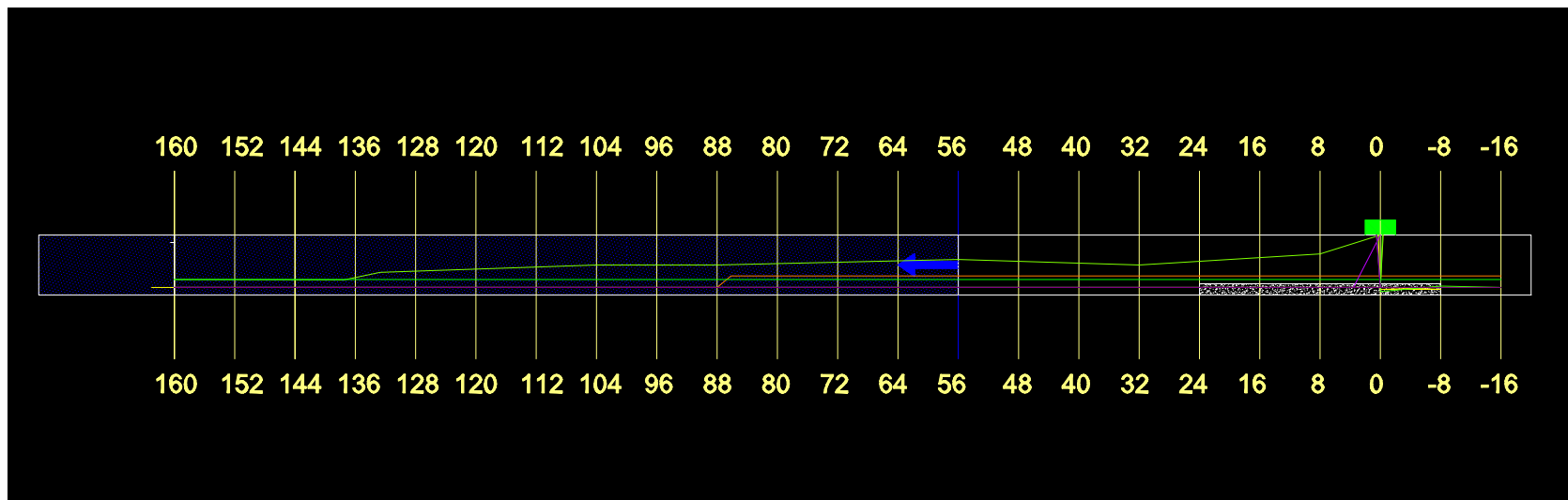


Figure 75. The walking paths of the participants in scenario 1B.

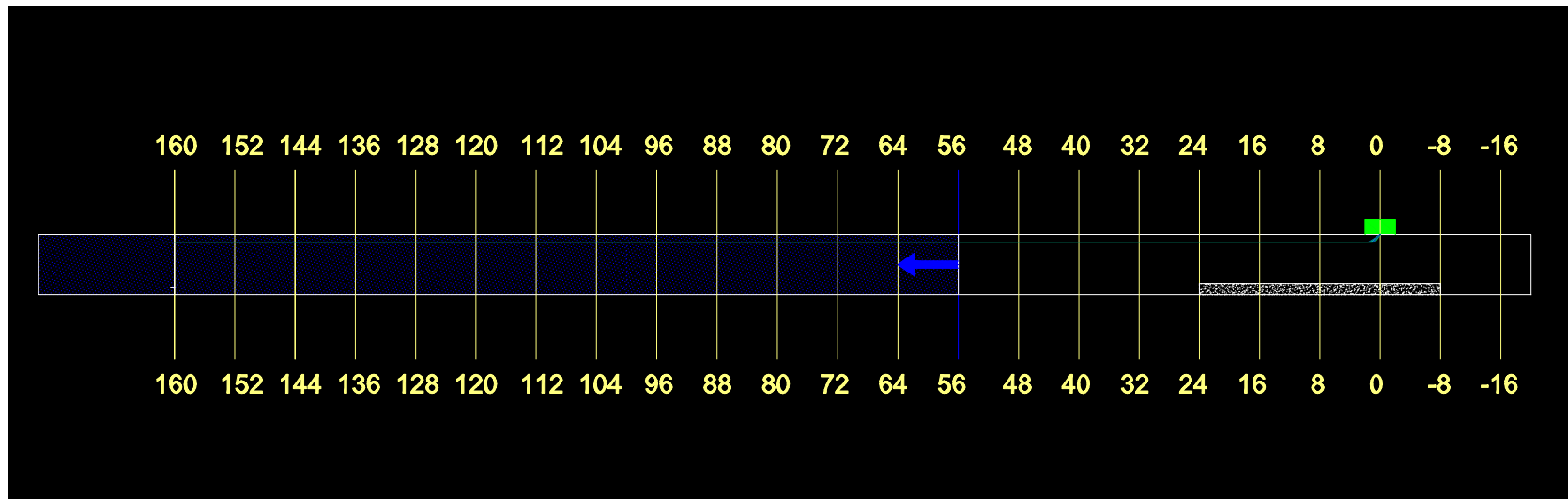


Figure 76. The walking paths of the participants in scenario 2A.

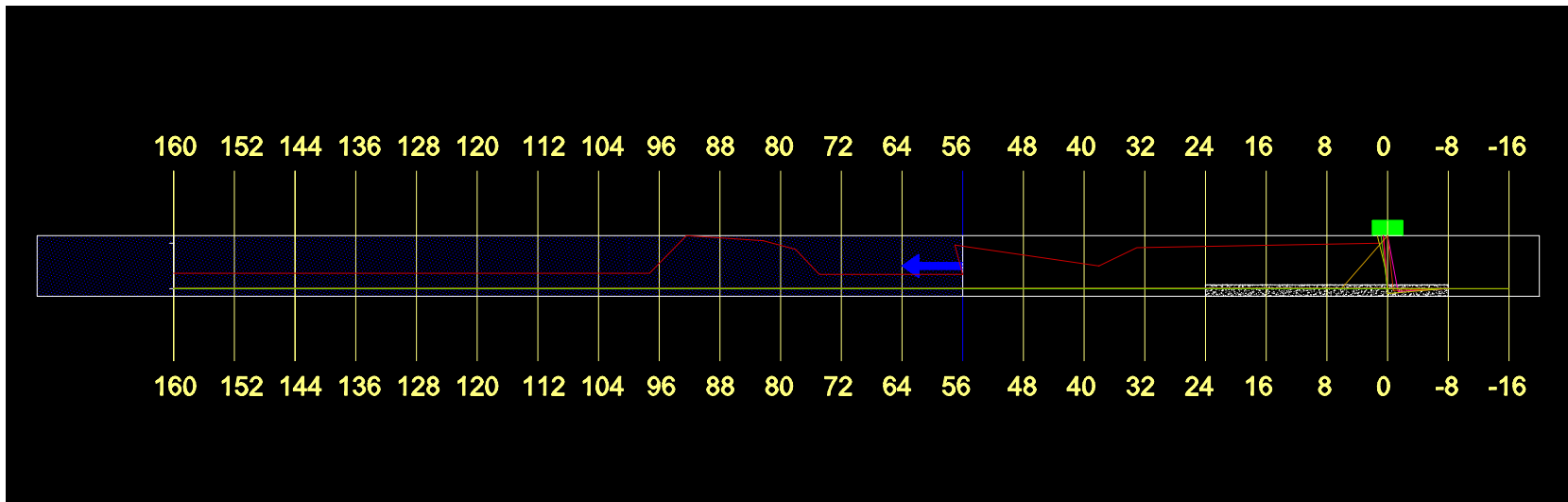


Figure 77. The walking paths of the participants in scenario 2B.

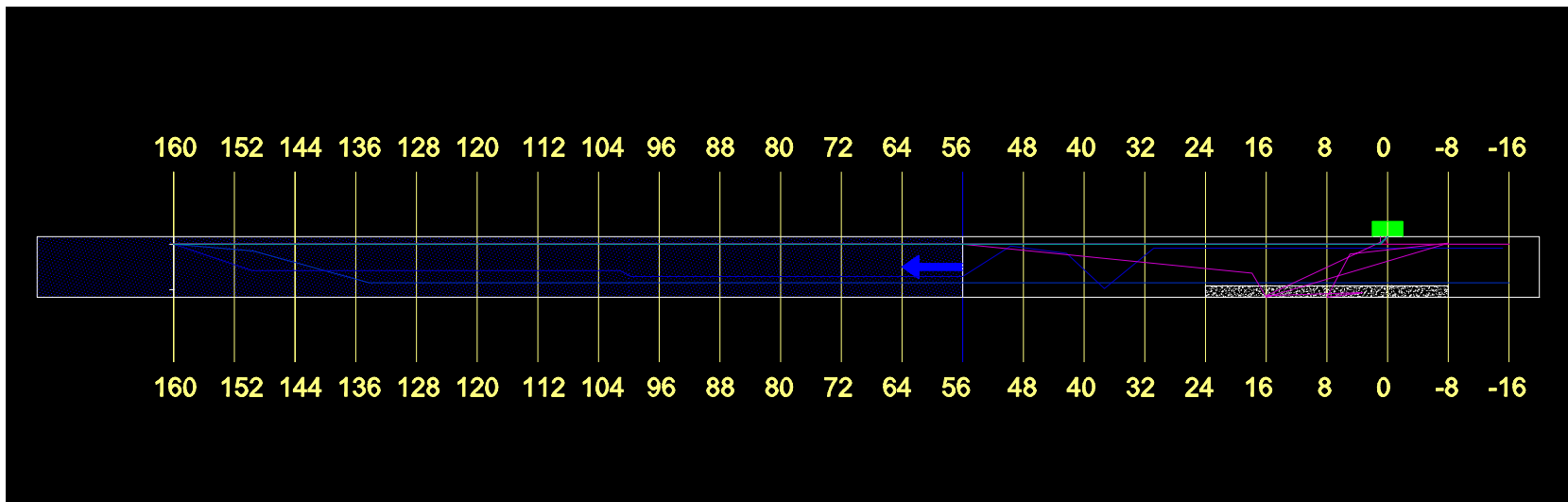


Figure 78. The walking paths of the participants in scenario 3A.

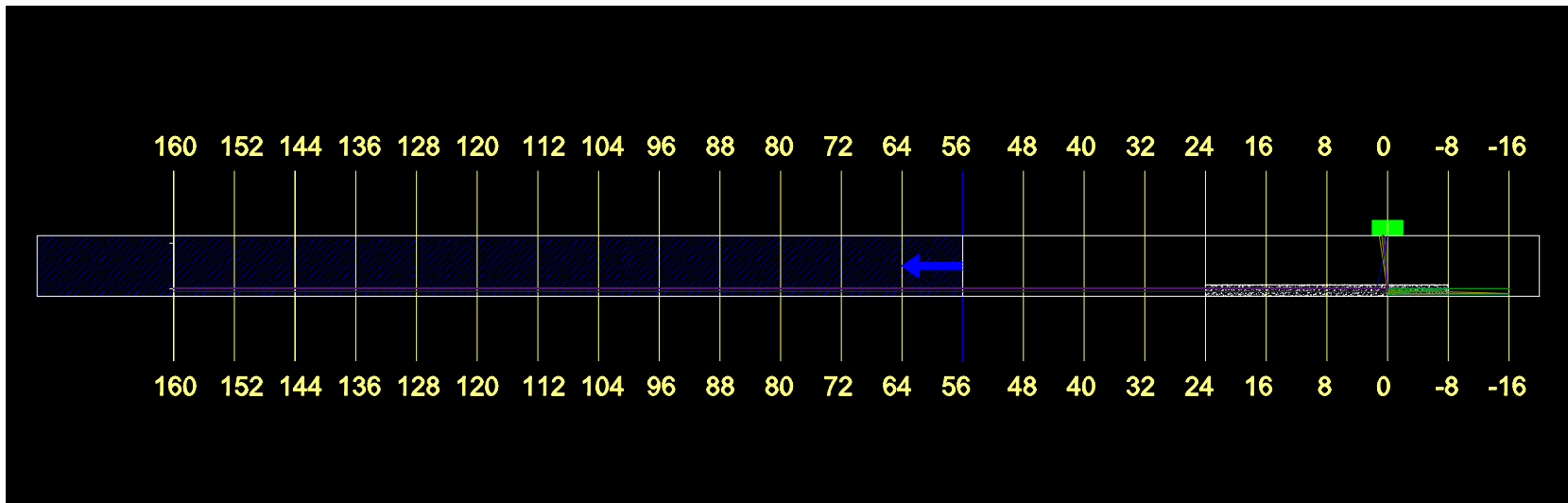


Figure 79. The walking paths of the participants in scenario 3B.

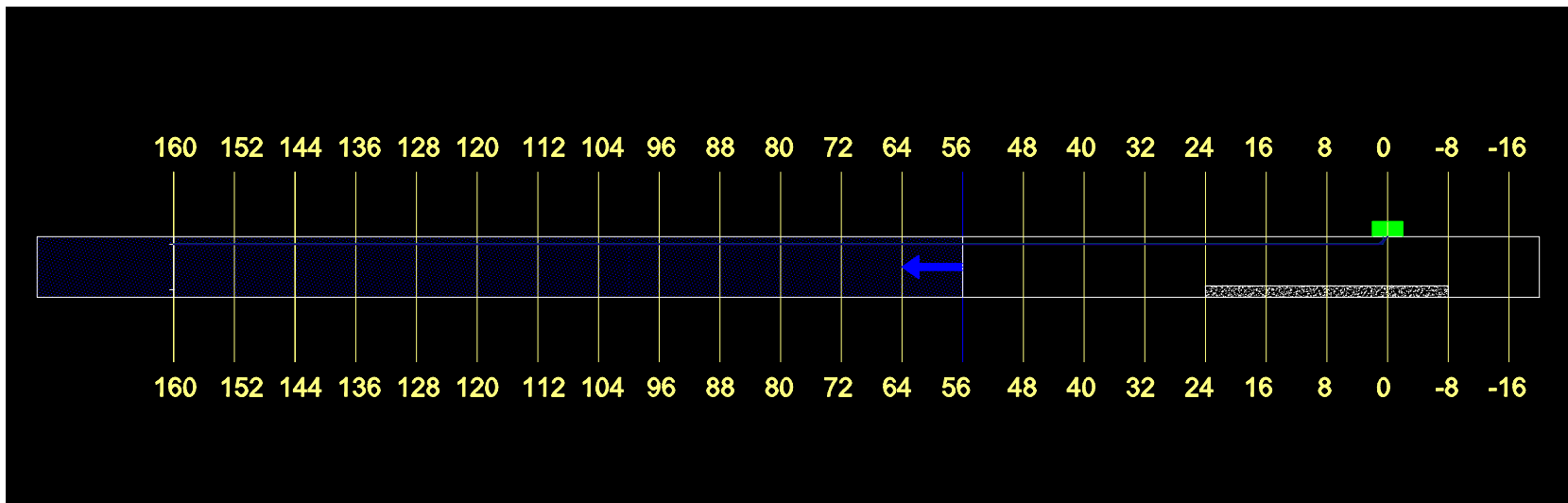


Figure 80. The walking paths of the participants in scenario 4A.

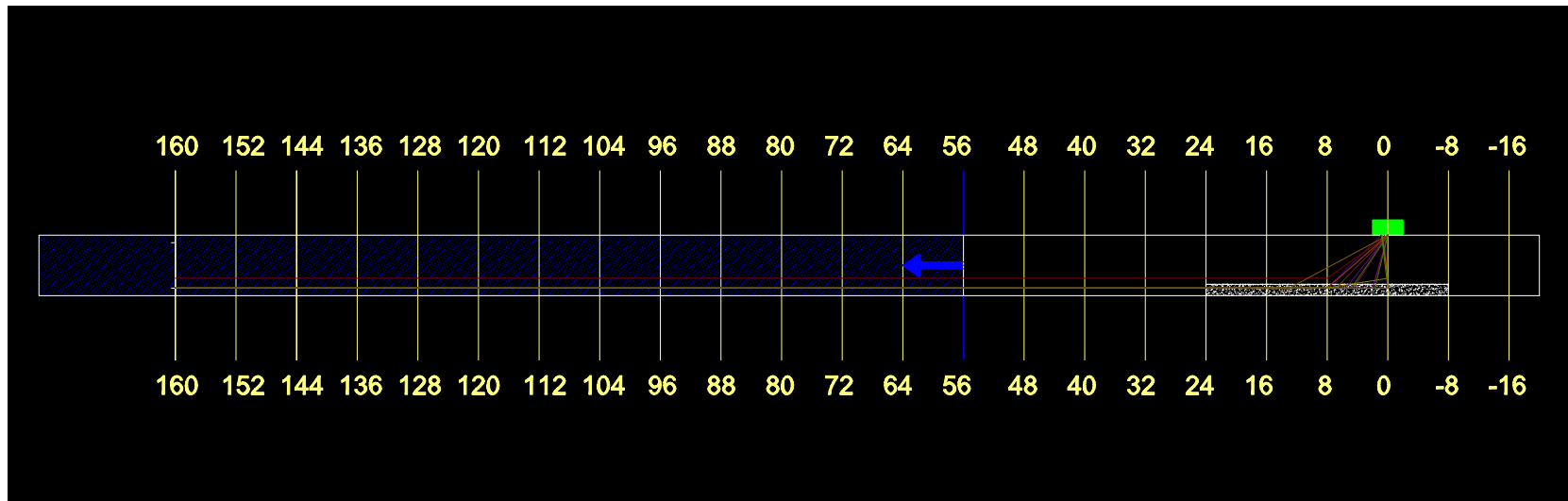


Figure 81. The walking paths of the participants in scenario 4B.

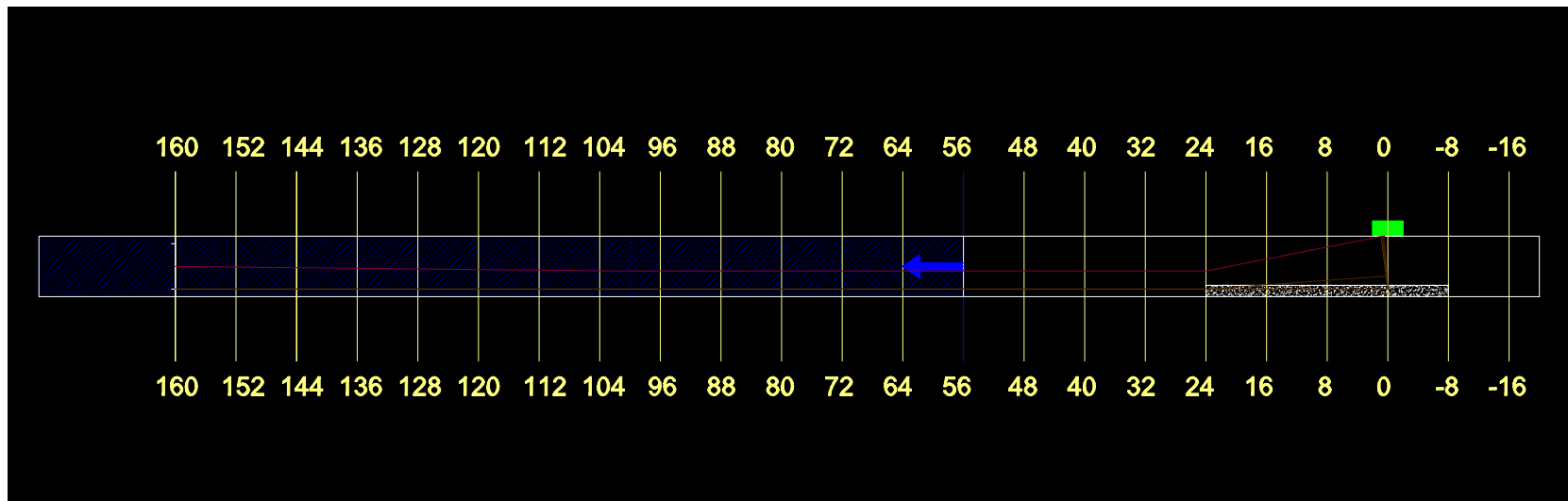


Figure 82. The walking paths of the participants in scenario 5A.

Appendix 14: Individual movement speeds

Table 36. A complete presentation of the total distance walked, the time spent walking, and the calculated movement speed in each part of the tunnel for all participants. Missing values means that the participant did not walk in the specified part of the tunnel, or that there was a video recording problem.

Participant	Part A			Part B			Part C		
	Time [s]	Distance [m]	Speed [m/s]	Time [s]	Distance [m]	Speed [m/s]	Time [s]	Distance [m]	Speed [m/s]
1	83	104.5	1.26	23	32	1.39	22	40	1.82
2	167	136	0.81	37	32	0.86	40	32	0.80
3	154	107	0.69	43	32	0.74	41	32	0.78
4	109	104	0.95	40	32	0.80	30	24	0.80
5	120	104	0.87	73	56.4	0.77			
6	124	104	0.84	42	32	0.76	53	32	0.60
7	99	104	1.05	70	72	1.03			
8	148	104	0.70	50	32	0.64	40	24	0.60
9	108	104	0.96	50	56	1.12			
10	168	104	0.62	74	56	0.76			
11	254	108.3	0.43						
12	120	105.6	0.88	69	56	0.81			
13	85	104	1.22	64	56	0.88			
14	98	104	1.06	48	56	1.17			
15	140	104	0.74	61	56	0.92			
16	142	105	0.74	84	59.7	0.71			
17	73	104	1.42	39	56	1.44			
18	74	104	1.41	22	32	1.45	13	20.4	1.57
19	91	104	1.14	26	32	1.23	24	24	1.00
20	75	104	1.39	23	32	1.39	21	32	1.52
21	77	104	1.35	25	32	1.28	24	24	1.00
22	108	104	0.96	46	32	0.70	30	24	0.80
23	114	107.6	0.94	78	60.7	0.78			
24	123	104	0.85	39	32	0.82	40	32	0.80
25	91	104	1.14	34	32	0.94	32	32	1.00
26	104	104	1.00	38	32	0.84	19	17.9	0.94
27	191	104	0.54	63	32	0.51	74	39	0.53
28	141	104	0.74	45	32	0.71	47	32	0.68
29	164	104	0.63	44	32	0.73	29	24	0.83
30	122	104	0.85	58	56	0.97			
31	160	104	0.65	70	56	0.80			
32	254	105.9	0.42	78	56	0.72			
33	182	104	0.57	77	56	0.73			
34	169	104	0.62	78	56	0.72			
35	143	104	0.73	75	56	0.75			
36	93	104	1.12	48	56	1.17			
37	110	104	0.95	53	56	1.06			
38	108	104.5	0.97	73	71.9	0.98			
39	144	104.9	0.73	129	76.1	0.59			
40	98	104	1.06	48	56	1.17			
41	97	104	1.07	67	72	1.07			
42	109	104	0.95	50	56	1.12			
43	80	104	1.30	32	38	1.19	36	21.2	0.59
44	104	104.2	1.00	67	72	1.07			
45	87	104	1.20	47	56	1.19			
46	208	104	0.50	57	32	0.56	82	52.6	0.64
47	173	104	0.60	51	32	0.63	37	24	0.65
48	82	104	1.27	30	32	1.07	18	24	1.33
49	122	104	0.85	32	32	1.00	20	24	1.20
50	122	104	0.85	44	32	0.73	65	44.8	0.69

Participant	Part A			Part B			Part C		
	Time [s]	Distance [m]	Speed [m/s]	Time [s]	Distance [m]	Speed [m/s]	Time [s]	Distance [m]	Speed [m/s]
51	127	104	0.82	32	32	1.00	61	56	0.92
52	97	104	1.07	31	32	1.03	30	32	1.07
53	98	104	1.06	30	32	1.07	33	32	0.97
54	98	104	1.06	30	32	1.07	33	32	0.97
55	91	104	1.14	34	32	0.94	36	32	0.89
56	113	104	0.92	35	32	0.91	33	32	0.97
57	132	104	0.79	40	32	0.80	41	32	0.78
58	181	103.9	0.57	82	56	0.68			
59	99	104	1.05	50	56	1.12			
60	111	104	0.94	72	56	0.78			
61	154	108	0.70	78	56	0.72			
62	115	104	0.90	54	55.9	1.04			
63	95	104	1.09	32	32	1.00	19	22.6	1.19
64	95	104	1.09	32	32	1.00	16	24	1.50
65	129	104	0.81	49	32	0.65	21	16	0.76
66	87	104	1.20	34	32	0.94	27	18.5	0.69
67	121	104	0.86	50	32	0.64	30	22	0.73
68	132	104	0.79	47	32	0.68	20	16	0.80
69	112	104	0.93	35	32	0.91	20	19.5	0.98
70	176	104	0.59	57	32	0.56	33	24	0.73
71	125	104	0.83	61	57.8	0.95			
72	239	104	0.44	62	32	0.52	31	17.1	0.55
73	170	104	0.61	58	32	0.55	32	16	0.50
74	106	104	0.98	36	32	0.89	8	11	1.38
75	87	104	1.20	34	32	0.94	14	16	1.14
76	129	104	0.81	41	32	0.78	26	24	0.92
77	123	104	0.85	36	32	0.89	22	22.3	1.01
78	101	104	1.03	31	32	1.03	20	19.2	0.96
79	231	104	0.45	103	56	0.54			
80	89	104	1.17	51	56	1.10			
81	108	104	0.96	58	56	0.97			
82	88	104	1.18	48	56	1.17			
83	135	104	0.77	65	56	0.86			
84	79	104	1.32	40	56	1.40			
85	103	104	1.01	51	56	1.10			
86	158	104	0.66	73	56	0.77			
87	106	104	0.98	62	56	0.90			
88	131	104	0.79	60	56	0.93			
89	119	104	0.87	36	32	0.89	25	24	0.96
90	119	104	0.87	34	32	0.94	25	24	0.96
91	162	104	0.64	46	32	0.70	44	32	0.73
92	114	104	0.91	32	32	1.00	18	24	1.33
93	134	104	0.78	104	55.7	0.54			
94									
95	87	104	1.20	26	32	1.23	21	24	1.14
96	131	104	0.79	34	32	0.94	22	24	1.09
97	112	104	0.93	72	61.3	0.85			
98	93	104	1.12	26	32	1.23	21	24	1.14
99	97	104	1.07	48	56	1.17			
100	127	104	0.82	67	56	0.84			

Appendix 15: Individual modelling speeds

Table 37. A complete presentation of the length of the tunnel part, the total time spent in that part, and the calculated modelling speed in each part of the tunnel for all participants. Missing values means that the participant did not walk in the specified part of the tunnel, or that there was a video recording problem.

Participant	Part A			Part B			Part C		
	Time [s]	Distance [m]	Speed [m/s]	Time [s]	Distance [m]	Speed [m/s]	Time [s]	Distance [m]	Speed [m/s]
1	83	104	1.25	23	32	1.39	22	40	1.82
2	167	104	0.62	37	32	0.86	40	32	0.80
3	154	104	0.68	43	32	0.74	67	32	0.48
4	109	104	0.95	40	32	0.80	30	24	0.80
5	120	104	0.87	73	56	0.77			
6	124	104	0.84	42	32	0.76	53	32	0.60
7	99	104	1.05	70	72	1.03			
8	148	104	0.70	50	32	0.64	40	24	0.60
9	108	104	0.96	50	56	1.12			
10	168	104	0.62	74	56	0.76			
11	254	104	0.41						
12	120	104	0.87	69	56	0.81			
13	85	104	1.22	64	56	0.88			
14	98	104	1.06	48	56	1.17			
15	140	104	0.74	61	56	0.92			
16	142	104	0.73	84	56	0.67			
17	73	104	1.42	39	56	1.44			
18	74	104	1.41	22	32	1.45	13	20.4	1.57
19	91	104	1.14	26	32	1.23	24	24	1.00
20	75	104	1.39	23	32	1.39	21	32	1.52
21	77	104	1.35	25	32	1.28	24	24	1.00
22	108	104	0.96	46	32	0.70	37	24	0.65
23	114	104	0.91	78	56	0.72			
24	123	104	0.85	39	32	0.82	40	32	0.80
25	91	104	1.14	34	32	0.94	32	32	1.00
26	104	104	1.00	38	32	0.84	19	18	0.95
27	191	104	0.54	63	32	0.51	86	39	0.45
28	141	104	0.74	45	32	0.71	47	32	0.68
29	164	104	0.63	44	32	0.73	33	24	0.73
30	122	104	0.85	58	56	0.97			
31	160	104	0.65	70	56	0.80			
32	254	104	0.41	78	56	0.72			
33	182	104	0.57	77	56	0.73			
34	169	104	0.62	78	56	0.72			
35	143	104	0.73	75	56	0.75			
36	93	104	1.12	48	56	1.17			
37	110	104	0.95	53	56	1.06			
38	108	104	0.96	75	72	0.96			
39	144	104	0.72	129	72	0.56			
40	98	104	1.06	48	56	1.17			
41	97	104	1.07	67	72	1.07			
42	109	104	0.95	50	56	1.12			
43	80	104	1.30	32	38	1.19			
44	104	104	1.00	67	72	1.07			
45	87	104	1.20	47	56	1.19			
46	208	104	0.50	57	32	0.56	37	26	0.70
47	173	104	0.60	51	32	0.63	37	24	0.65
48	82	104	1.27	30	32	1.07	22	24	1.09
49	122	104	0.85	32	32	1.00	20	24	1.20
50	122	104	0.85	44	32	0.73	39	26	0.67

Participant	Part A			Part B			Part C		
	Time [s]	Distance [m]	Speed [m/s]	Time [s]	Distance [m]	Speed [m/s]	Time [s]	Distance [m]	Speed [m/s]
51	127	104	0.82	32	32	1.00	31	32	1.03
52	97	104	1.07	31	32	1.03	30	32	1.07
53	98	104	1.06	30	32	1.07	37	32	0.86
54	98	104	1.06	30	32	1.07	37	32	0.86
55	91	104	1.14	34	32	0.94	38	32	0.84
56	113	104	0.92	35	32	0.91	33	32	0.97
57	132	104	0.79	40	32	0.80	47	32	0.68
58	181	104	0.57	82	56	0.68			
59	99	104	1.05	50	56	1.12			
60	111	104	0.94	72	56	0.78			
61	154	104	0.68	78	56	0.72			
62	115	104	0.90	54	56	1.04			
63	95	104	1.09	32	32	1.00	19	22.6	1.19
64	95	104	1.09	32	32	1.00	16	24	1.50
65	129	104	0.81	49	32	0.65	21	16	0.76
66	87	104	1.20	34	32	0.94	27	18.5	0.69
67	121	104	0.86	50	32	0.64	30	22	0.73
68	132	104	0.79	54	32	0.59	20	16	0.80
69	112	104	0.93	35	32	0.91	20	19.5	0.98
70	186	104	0.56	64	32	0.50	33	24	0.73
71	125	104	0.83	61	56	0.92			
72	239	104	0.44	62	32	0.52	31	17.1	0.55
73	170	104	0.61	58	32	0.55	32	16	0.50
74	106	104	0.98	36	32	0.89	8	11	1.38
75	87	104	1.20	34	32	0.94	14	16	1.14
76	129	104	0.81	41	32	0.78	26	24	0.92
77	123	104	0.85	36	32	0.89	22	22.3	1.01
78	101	104	1.03	31	32	1.03	20	19.2	0.96
79	231	104	0.45	103	56	0.54			
80	89	104	1.17	51	56	1.10			
81	108	104	0.96	58	56	0.97			
82	88	104	1.18	48	56	1.17			
83	185	104	0.56	65	56	0.86			
84	79	104	1.32	50	56	1.12			
85	103	104	1.01	51	56	1.10			
86	158	104	0.66	73	56	0.77			
87	106	104	0.98	62	56	0.90			
88	131	104	0.79	60	56	0.93			
89	119	104	0.87	36	32	0.89	25	24	0.96
90	119	104	0.87	34	32	0.94	25	24	0.96
91	164	104	0.63	46	32	0.70	44	32	0.73
92	122	104	0.85	32	32	1.00	25	24	0.96
93	134	104	0.78	104	56	0.54			
94									
95	87	104	1.20	26	32	1.23	23	24	1.04
96	131	104	0.79	34	32	0.94	22	24	1.09
97	112	104	0.93	71	56	0.79			
98	93	104	1.12	26	32	1.23	21	24	1.14
99	97	104	1.07	48	56	1.17			
100	127	104	0.82	67	56	0.84			