

Olika utrymningsvägars påverkan på personflöde och riskbild

Erik Holgersson & Emma Lindström

Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet

Fire Safety Engineering
Lund University
Sweden

Rapport 5527, Lund 2017



LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

Titel: Olika utrymningsvägars påverkan på personflöde och riskbild

Title: Different configurations of egress routes and its effect on pedestrian outflow and risk

Författare: Erik Holgersson och Emma Lindström

Report:

ISRN:LUTVDG/TVBB-5527-SE

Number of pages:

Illustrations: Erik Holgersson & Emma Lindström

Keywords:

Utrymningsvägar, personflöde, risk, hinder.

Sökord:

Egress routes, pedestrian outflow, risk, obstacle.

Abstract

In previous regulations a 1,20-meter-wide door in large halls could be exchanged with two 0,90-meter-wide doors. This exchange is not mentioned in current regulations but the concept may still be useful in buildings of today. The aim of this paper was to investigate if there were grounds for this regulation and if it is accepted by experts and the general public. Another aim was to investigate the positive effects the presence of an obstacle has in connection with an egress route. Based on surveys and physical experiments this exchange does not encounter restrictions neither with the general public or with experts. The outflow of people through two narrower egress routes with the stated dimensions is also found to be greater than that of the wider 1,20-meter door. Obstacles are not a preferred feature in connection with egress routes. Neither could any positive effects be observed with an obstacle in regards to people outflow.

© Copyright: Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2017.

Brandteknik 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
Lund University P.O. Box 118 SE-221 00
Lund Sweden

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

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

Förord

Denna rapport har skrivits som en del av kursen Examensarbete – Brandteknik (VBRM10) som ges av avdelningen Brandteknik vid Lunds Tekniska Högskola. Examensarbetet är ett avslutande moment på Brandingenjörs- och Riskhanteringsprogrammet. Under arbetets gång har författarna stött på en rad utmaningar och vill därför tacka de personer som på olika sätt hjälpt till att överkomma dessa.

Bland dessa vill vi tacka alla som ställt upp på försök och deltagit i de olika enkäter som getts ut. Mer specifikt vill vi tacka följande personer:

Håkan Frantzich för sin roll som handledare med värdefull feedback och synpunkter.

Per-Erik Isberg för hjälp med frågor rörande statistik.

Stefan Svensson för tillgång till verkstad och verktyg.

Per-Gunnar Alm för tillgång och tillträde till laborationslokal.

Ola Bernéli för tillgång och tillåtelse att dela ut enkäter på shoppingcentret Nova i Lund.

Emil Lindström för hjälp med snickeri inför försöken.

Viktor Fridholm och Kevin Rasmusson för hjälp innan och under försöken.

Ann-Britt Hult för genomläsning av arbetet med bra kommentarer.

Erik Holgersson och Emma Lindström

Lund 2017

Sammanfattning

Examensarbetets syfte är att bidra med kunskap kring hur utrymningsdörrars utformning i stora lokaler påverkar personflöde och risker vid utrymning. Målet är att utreda hur hinder i anslutning till en utrymningsväg och olika konfigurationer av dörrar påverkar personflödet. Även riskerna med de olika utformningarna ska identifieras. Detta ska utredas utifrån tre olika perspektiv; experters, allmänhetens och genom resultat uppmätta under praktiska försök.

I arbetet undersöktes olika utrymningsvägars utformning gentemot en 1,20 meter bred utrymningsdörr. Enligt Boverkets byggreglers allmänna råd krävs denna bredd om dörren ska kunna betjäna 150 personer eller fler. En äldre föreskrift från Boverket angav att en 1,20 meter bred utrymningsdörr i samlingslokaler kan ersättas av två 0,90 meter breda dörrar enligt förenklad dimensionering. Detta anges inte i nuvarande byggregler och därför undersöktes denna utformning i arbetet. Även ett hinder i anslutning till en utrymningsväg studerades eftersom tidigare forskning angett att det kan effektivisera personflödet. Utformningarnas påverkan på personflödet testades genom ett praktiskt experiment med 69 försökspersoner. Riskerna med de olika utformningarna identifierades med hjälp av en undersökning av brandingenjörers (experter) och allmänhetens attityder kring utformningarna.

Experimentet visade att två 0,90 meter breda öppningar placerade 0,1-1,0 meter ifrån varandra uppvisade ett högre personflöde än en 1,20 meter bred öppning. Skillnaden var statistiskt signifikant. Då två 0,60 meter breda öppningar testades var flödet likvärdigt med en 1,20 meter bred öppning eller något lägre. Hinder i form av en stolpe med diametern 0,10 meter placerat en meter framför eller bakom en öppning har inte påvisats ge ett högre personflöde. Potentiella riskkällor som identifierades för smalare utrymningsdörrar eller dörrar med närliggande hinder var att utrymmande personer kan fastna i dörröppningarna, människors uppfattning av utrymningssituationen, dålig skyltning och att dörrarna inte är lika välkända. Riskerna kvantifierades inte i detta arbete.

Varken experterna eller allmänheten var emot att två smalare utrymningsdörrar kunde ersätta en bred. Allmänheten föredrog klart en utrymningsdörr utan hinder jämfört med en med hinder. Under försöken upplevdes en 1,20 meter bred öppning och två 0,90 meter breda öppningar som lika trygga, medan en öppning med hinder upplevdes som mindre tryggt.

Slutsatsen är att det finns potential att kunna ersätta en 1,20 meter bred utrymningsdörr med två 0,90 meter breda dörrar i stora lokaler. Dörrarna förväntas gemensamt kunna betjäna 150 personer eller fler. Osäkerheter kring hur stora riskerna är med att göra förändringen innebär att det i nuläget inte kan sägas att ersättningen bör accepteras enligt förenklad dimensionering i framtiden. Det går inte heller att avgöra exakt hur den bör utformas i sådana fall med hänsyn till fysiska dörrar etcetera. Det måste utredas mer i detalj ifall fördelarna med två 0,90 meter breda dörrar som utrymningsväg överväger nackdelarna. Utifrån försöken gjorda i detta arbete går det inte att motivera för några fördelar med ett hinder på 0,10 meter i diameter placerat i anslutning till en utrymningsväg.

Summary

The purpose of this thesis paper is to contribute with knowledge of how different configurations of egress routes in large halls affect the outflow of people and risks during egress. The goal is to investigate how obstacles near egress routes and different configurations of doors affect the flow of people. Also the risks with the different configurations will be identified. This will be investigated from three different perspectives; the perspective of experts, the general public and through results from physical experiments.

In this paper different configurations of egress routes were investigated in comparison with a 1,20-meter-wide door for egress. This is the general advice according to *Boverkets byggregler* for doors meant to serve 150 people or more. There is an old regulation which stated that a 1,20-meter-wide door for egress could be replaced with two 0,90-meter-wide doors without the need for analytical conformation. This is not stated in the current regulations which is why this configuration was investigated in this paper. Also the placement of an obstacle with a diameter of 0,10 meters near egress routes was studied as previous research indicates that this can improve the efficiency of flow during egress. The effect that different configurations has on the flow of people was studied in a physical experiment with 69 participants. The risks and opinions associated with the different configurations were identified with the help of surveys conducted to both fire and protection engineers (experts) and the general public.

The physical experiments showed that two 0,90-meter-wide openings placed between 0,1-1,0 meters apart resulted in a higher flow of people compared to a 1,20-meter-wide opening. The difference was concluded to be statistically significant. When two 0,60-meter-wide openings were tested the flow was comparable to a 1,20-meter-wide opening or even somewhat lower. Potential sources of risks that were identified for smaller egress doors or doors with obstacles present were that people get clogged in the openings, people's perception of the situation, poor signage and unequal knowledge of the two egress doors.

Neither experts or the general public were against the idea of two smaller egress doors being able to replace a wider door for egress. The general public clearly preferred an egress door without the presence of an obstacle. During the physical experiments a 1,20-meter-wide door and two 0,90-meter-wide doors were perceived to be equally safe. A door with an obstacle present was meanwhile perceived to be less safe.

The conclusion is that there is potential for a 1,20-meter-wide egress door to be replaced by two 0,90-meter-wide doors in large halls. The doors are expected to be able to serve 150 people or more. Uncertainty of the risks with this change means that for the present time it cannot be said that this replacement should be accepted without analytical conformation. The exact configuration in regards to physical doors etcetera is also unclear. Further investigation into if the benefits of two 0,90-meter-wide egress doors outweigh the disadvantages is required. From the physical experiments conducted for this paper no advantages could be found to argue for the use of an obstacle with a diameter of 0,10 meters in the presence of an egress door.

Innehåll

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	3
1.3	Mål	3
1.4	Metod.....	3
1.5	Avgränsningar och begränsningar	4
2	Litteraturstudie	5
2.1	Regler och föreskrifter.....	5
2.1.1	Utrymningsvägar	5
2.1.2	Tillgänglighet	5
2.1.3	Äldre regler och praxis	6
2.2	Personflöde.....	6
2.2.1	Flödesmodeller	7
2.2.2	Försök och simuleringar	9
2.3	Hinder i utrymningsväg.....	10
2.4	Människors beteende vid utrymning	12
2.5	Hur människor uppfattar risk.....	13
2.6	Risker vid utrymning.....	14
3	Statistiska analysmetoder	17
4	Attityder kring utformning av utrymningsvägar	19
4.1	Utformning av enkäter.....	19
4.2	Urval.....	20
4.3	Enkät till verksamma brandingenjörer	20
4.3.1	Resultat.....	22
4.3.2	Analys.....	29
4.4	Enkät till allmänheten.....	30
4.4.1	Resultat.....	32
4.4.2	Analys.....	34
5	Experiment – personflöde och persontäthet för olika öppningar.....	37
5.1	Försökspersoner och rekrytering	37
5.2	Försöksuppställning.....	37
5.3	Genomförande	40
5.4	Mätmetod.....	41
5.5	Frågeformulär till försökspersoner	42
5.6	Resultat.....	43
5.7	Analys.....	45

6	Diskussion	49
6.1	Enkät till yrkesverksamma brandingenjörer	49
6.1.1	Metod.....	49
6.1.2	Resultat.....	49
6.2	Enkät till allmänheten.....	51
6.2.1	Metod.....	51
6.2.2	Resultat.....	52
6.3	Experiment	53
6.3.1	Metod.....	53
6.3.2	Resultat.....	54
6.4	Jämförelse mellan de olika delmomenten	57
6.5	Avgränsningar och begränsningar	58
6.6	Framtida forskning	58
7	Slutsatser	61
8	Referenser.....	63
	Bilaga 1 – Hantering av försöksdata och etiska aspekter	I
	Bilaga 2 – Enkät till yrkesverksamma brandingenjörer	III
	Bilaga 3 – Statistisk undersökning av enkät till brandingenjörer	XI
	Bilaga 4 – Enkät till allmänheten samt svarsblankett.....	XIII
	Bilaga 5 – Statistisk undersökning av skillnaden mellan åldersgrupper	XXV
	Bilaga 6 – Statistisk undersökning av skillnaden mellan enkät A, B och C.....	XXXV
	Bilaga 7 – Samtyckesblankett	XLV
	Bilaga 8 – Försöksuppställning	XLVII
	Bilaga 9 – Frågeformulär till försökspersoner.....	LIII
	Bilaga 10 – Statistisk undersökning av personflödet i de olika scenarierna.....	LV
	Bilaga 11 – Statistisk undersökning av inlärningseffekt	LXV
	Bilaga 12 – Data från enkät till yrkesverksamma brandingenjörer	LXVII
	Bilaga 13 – Data från enkät till allmänheten	XCI
	Bilaga 14 – Data från experiment försöksgrupp 1 personflöde.....	XCV
	Bilaga 15 – Data från experiment försöksgrupp 2 personflöde.....	XCVII
	Bilaga 16 – Data från enkät om trygghet under experiment.....	XCIX

1 Inledning

Utrymning har sedan årtusenden tillbaka funnits i arkitekters tankar när stora byggnader designades. Ett talande exempel är Colosseum i Rom som byggdes redan 70-80 år e.Kr. Denna stora amfiteater utformades för att kunna fyllas med 50 000 åskådare på mindre än 15 minuter (Hodge, 2016) och utrymmas på endast 5 minuter (Helbing & Mukerji, 2012). Utrymningsvägarna, kallade *vomitoria*, var väl genomtänkta och 80 till antalet (Poma, 2015). I nutid finns fortfarande olika utmaningar vad gäller att utforma tillfredsställande utrymningsvägar. Det är en balansgång mellan att tolka olika föreskrifter och samtidigt låta arkitekter få utlopp för sin kreativitet. Idag finns sällan möjlighet eller önskan att designa byggnader med uppemot 80 utgångar. Många byggnader kan te sig komplexa i de fall där de inrymmer olika typer av verksamheter eller bara på grund av sin konstruktion.

Detta examensarbete ska fokusera på hur olika utformningar av utrymningsvägar påverkar personflödet vid en utrymning, samt vilka risker som kan finnas med de olika utformningarna. Förhoppningen med arbetet är att ge ökad kunskap inom området och ge ett bidrag till utvecklingen av förenklad utrymningsdimensionering i framtiden. Arbetet skrivs som examination i kursen VBRM10 Examensarbete i Brandteknik som ges av avdelningen för Brandteknik vid Lunds Tekniska Högskola.

1.1 Bakgrund

I Sverige regleras föreskrifter och allmänna råd för brandskydd av Boverket som är en myndighet för samhällsplanering, byggande och boende (Boverket, 2015). Reglerna för brandskydd presenteras i boverkets byggregler (BBR). Det finns två olika sätt att uppfylla kraven i BBR och dessa är genom förenklad eller analytisk dimensionering. Förenklad dimensionering innebär att byggherren använder de lösningar och metoder som anges i de allmänna råden i avsnitt 5:2–5:7 för att uppfylla kraven i föreskrifterna. Analytisk dimensionering innebär att byggherren uppfyller ett eller flera av kraven i avsnitt 5 på annat sätt än genom förenklad dimensionering (Boverket, 2016a). I detta examensarbete är det av intresse att undersöka om vissa konfigurationer av utrymningsdörrar kan bidra till ett likvärdigt eller högre personflöde vid utrymning än de krav som ställs enligt förenklad dimensionering.

I stora lokaler där det förväntas finnas många människor är det viktigt att utrymningsmöjligheten är tillfredställande för att minimera riskerna vid utrymning. Det ställs bland annat krav på antal utrymningsdörrar och deras utformning. Enligt gällande byggreglers allmänna råd ska utrymningsdörrar som förväntas betjäna över 150 personer ha en minsta bredd av 1,20 meter (BFS 2016:6). På grund av krav från arkitekter eller begränsningar i befintliga byggnader vid ombyggnad är detta ibland svårt att uppfylla. Enligt tidigare branschpraxis (Boverket, 2012a; Boverket, 2012b) och äldre kompendium för nybyggnadsregler (Bengtson & Osterling, 1990) påstås att två smalare dörrar av bredden 0,90 meter kan ersätta en dörr med bredden 1,20 meter. Bakgrunden till detta resonemang är dock inte längre tillgängligt. Det finns inte heller angett som allmänt råd enligt förenklad dimensionering i den senaste utgåvan av boverkets byggregler (BBR 23).

Avsikten med arbetet är bland annat att undersöka om det finns någon vetenskaplig grund för tidigare branschpraxis och äldre regler vad gäller att ersätta en bred dörröppning med två smalare. Det finns ett intresse i att undersöka om två 0,90 meter breda dörrar kan fungera bättre eller likvärdigt vid utrymning jämfört med en 1,20 meter bred dörr. Intresset är både ur en praktisk, ekonomisk och estetisk synvinkel. Vid ombyggnation eller förändring av en verksamhet ställs samma krav som vid nybyggnad, även om det ibland går att anpassa eller göra avsteg från dessa krav (Boverket, 2016b). I de fall som tillräckligt breda dörrar saknas skulle möjligheten att istället kunna använda två smalare vara ekonomiskt lönsamt om det är lika säkert. Det är också tidseffektivt om förändringen inte måste bevisas analytiskt. Att kunna använda två smalare dörrar som utrymningsväg från lokaler där det finns ett stort antal personer öppnar också upp för arkitekter att kunna designa byggnader på ett friare sätt. Kunskap kring denna utformning av utrymningsväg bör vara av intresse för byggbranschen ur kostnadssynpunkt och för boverket gällande vidare utveckling av de allmänna råden enligt förenklad dimensionering.

Det finns forskare som påstår att ett hinder i form av t ex en stolpe i en utrymningsväg ökar flödet genom passagen eftersom hindret ordnar upp flödet så det kan ske mer effektivt (Frank & Dorso, 2011; Yanagisawa, et al., 2009; Zhao, et al., 2016; Helbing, et al., 2005). Detta ses därmed som en potentiell möjlighet för att öka effektiviteten i utrymningsituationer. Ett avstånd mellan två dörrar kan på sätt och vis även ses som ett hinder. I stora befintliga lokaler finns ofta flera dörrar intill varandra som samtidigt skulle kunna användas för utrymning. Dessa dörrar utformas med vissa givna bredder och även om de placeras intill varandra så kommer det därför att finnas dörrposter och annat som kommer att påverka flödet genom dörrarna. Det finns möjligtvis ett samband mellan tidigare branschpraxis som nämndes i stycket ovan och placering av hinder i anslutning till en utrymningsväg. Liknande positiva effekter på flödet som för hinder skulle kunna ses i fallet med flera smala dörrar. Därför är det av intresse att undersöka hur personflödet skiljer sig mellan olika konfigurationer av dörrar och hur det påverkas av hinder i anslutning till utrymningsvägen.

Utrymning från lokaler kan också påverkas av berörda personers riskperception, det vill säga hur risker uppfattas (Dash & Gladwin, 2007). Val av bland annat utrymningsväg skulle kunna bero på upplevda risker med situationen som personer befinner sig i. Exempelvis väljer personer gärna utrymningsvägar som de känner till (Proulx, 2001). Utformning och placering av dörrar skulle kunna vara en faktor som påverkar denna uppfattning. Det är inte alltid så att personers riskperception stämmer överens med verkligheten på grund av olika heuristiska fel (tumregler) (Tversky & Kahneman, 1974). Arbetet ska därför undersöka hur allmänheten och experter ser på en förändring av utformningen av utrymningsdörrar, men också diskutera vilka riskscenarier som de olika utrymningsalternativen kan innebära.

Utifrån bakgrunden ovan har olika frågeställningar arbetats fram. Störst fokus ligger på hur utrymning från stora lokaler med många personer kan vara säker och samtidigt kostnadseffektiv. En viktig del i detta anses vara att personflödet ut ur lokalen är tillfredsställande och att riskerna inte blir för stora för de utrymmande. Samtidigt bör reglerna underlätta för arkitekter vid design av byggnader och vid ombyggnation om detta är möjligt. I arbetet skalades detta ner till att endast titta på personflöde genom dörröppningar och risker kopplade till detta. Frågeställningar som ska besvaras är följande:

1. Hur påverkas personflödet genom en dörröppning beroende på öppningsbredd och antal dörröppningar?
 - Vad innebär det för flödet om en bred dörröppning ersätts med två smala?
 - På vilket sätt spelar avståndet mellan de två smala dörröppningarna roll för flödet?
 - Hur påverkas persontätheten framför dörröppningarna?
2. Kan två 0,9 meter breda dörröppningar betraktas som en utrymningsväg och vid vilka förutsättningar gäller då detta?
3. Hur påverkar ett hinder i anslutning till en utrymningsdörr personflödet genom dörröppningen?
4. Hur ser riskbilden ut för de olika dörrkonfigurationerna vid utrymning?
 - Vilka riskscenarier kan förändringen med två smala dörrar jämfört med en bred leda till?
 - Hur upplever allmänheten två smala utrymningsdörrar istället för en bred?
 - Hur påverkar utrymnet bakom de två dörröppningar utrymningen? Spelar det någon roll med avseende på risk om dörrarna leder till ett utrymme eller två separata utrymnen?
 - Vilka risker kan hinder i utrymningsvägen innebära?

Frågeställningarna besvaras utifrån tre olika perspektiv; experters, allmänhetens och genom fysiskt uppmätta resultat från genomförda försök i arbetet. Tillsammans med tidigare studier ska detta ge en helhetsbild över situationen. Idén att undersöka både vad allmänheten och experter tycker i en situation som kan innebära risker kommer från Renn (1998). Han menar att då beslut ska fattas som kan innebära risker krävs information från båda perspektiv.

1.2 Syfte

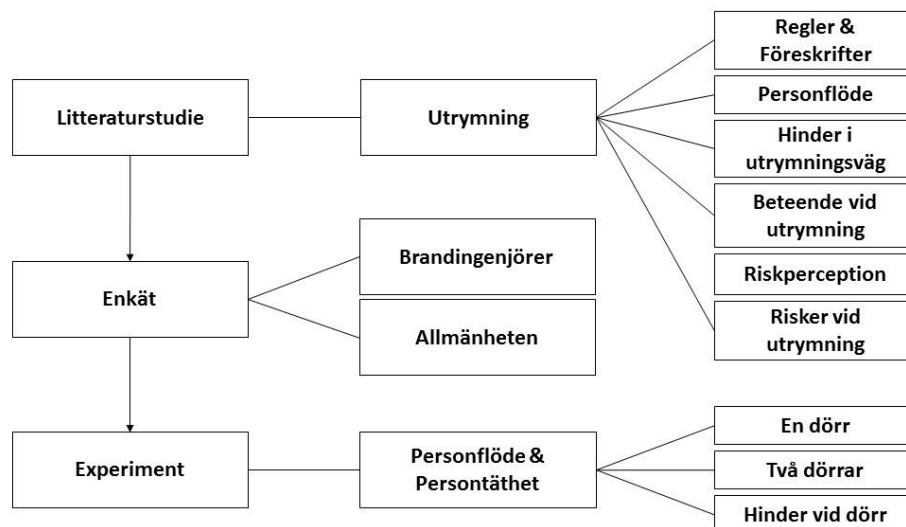
Syftet med examensarbetet är att bidra med kunskap om utrymningsflödet genom olika konfigurationer av dörröppningar från stora lokaler, hur hinder påverkar flödet och hur personer uppfattar dessa olika utrymningsvägar. Detta för att se i vilket fall som personflödet är mest effektivt. Syftet är också att bidra med åsikter om möjliga riskscenarier för de olika dörrkonfigurationerna som undersöks.

1.3 Mål

Arbetets mål är att utreda hur flödet genom dörröppningar påverkas av hinder i anslutning till en dörröppning och av olika dörrkonfigurationer. Vidare är målet att ta reda på hur allmänheten uppfattar risker med avseende på dessa konfigurationer samt att identifiera olika riskkällor för de olika utrymningsvägarna. Målet är också att frågeställningarna i avsnitt 1.1 ska besvaras utifrån tre olika perspektiv; experternas, allmänhetens och genom resultat uppmätta under praktiska försök.

1.4 Metod

Arbetet har delats upp i ett teoretiskt och två praktiska moment för att utreda olika konfigurationer av utrymningsdörrar. Ett arbetsschema för detta presenteras i Figur 1.1. Det första momentet är en litteraturstudie som görs för att undersöka vad det finns för tidigare forskning inom området. Den genomförs även för att samla in kunskap som kan vara användbar för att analysera resultaten från de två praktiska momenten. Det första praktiska momentet är en enkätundersökning som görs för att undersöka attityder och uppfattningar om olika utrymningsvägar. Enkätundersökningen består av två delar där en målgrupp är yrkesverksamma brandingenjörer i Sverige och den andra är allmänheten i Sverige. Det andra praktiska momentet är en experimentell analys där personflöde genom olika öppningar, samt persontätheten i anslutning till öppningar mäts. Försöken genomförs i laboriemiljö.



Figur 1.1 Schema för arbetets metod.

Frågeställningarna i avsnitt 1.1 kommer att besvaras på sättet som framgår nedan:

- Fråga 1 och 3 kommer främst besvaras genom ett experiment där personflöde och persontäthet mäts.
- Fråga 2 kommer främst besvaras genom en enkät som undersöker vad yrkesverksamma brandingenjörer anser i frågan.
- Fråga 4 kommer främst att bevaras genom experimentet, en enkät till yrkesverksamma brandingenjörer och en enkät till allmänheten.
- Litteraturstudien kommer ligga till grund för att bidra med kunskap som också kan hjälpa till att besvara frågeställningarna.

1.5 Avgränsningar och begränsningar

Detta examensarbete kommer att fokusera på personflöde genom dörröppningar, risker med olika konfigurationer av utrymningsvägar och hur allmänheten upplever dessa olika utrymningsvägar.

Arbetet kommer endast behandla faktorer som dörrbredd, avstånd mellan dörrar och hinder i anslutning till en dörröppning och hur detta påverkar personflödet genom dörrarna. Andra faktorer som påverkar utrymning så som varseblivning, förberedelsestid och gånghastighet kommer inte att behandlas. Estetisk utformning av dörrar så som färg, material, etcetera och hur detta eventuellt påverkar personer vid utrymning kommer inte att behandlas. Den estetiska möjligheten att utforma utrymningsvägar annorlunda vid design av byggnader kommer inte att utvärderas ur arkitekters perspektiv. Antalet försöksscenarioer som genomförs är en medveten avgränsning.

Examensarbetet är begränsat av att det inte kommer genomföras fullskaleförsök med 150 personer eller fler. Inom ramen för detta examensarbete är det inte möjligt att genomföra verklighetstroga utrymningsförsök med exempelvis utrymningslarm och riktiga dörrar. Detta eftersom flera olika typer av öppningskonfigurationer ska undersökas i arbetet. Försöken kommer därför att ske i en kontrollerad laborationsmiljö med enbart öppningar istället för dörrar. Det är inte heller möjligt ur praktisk synvinkel att variera ordningen på de olika försöksscenarierna eftersom försökstiden skulle bli för lång. Även möjligheten att göra slumpmässiga urval av försökspersoner och enkättagare är begränsad. En annan begränsning är antalet personer som tillfrågades i de olika enkäterna.

2 Litteraturstudie

I detta avsnitt sammanfattas litteraturstudien som har gjorts inom området. Litteraturstudien har till uppgift att bearbeta tidigare forskning som är relevant för detta arbete, samt att introducera och förklara viktiga begrepp.

2.1 Regler och föreskrifter

Nedan presenteras nuvarande regler och föreskrifter som gäller för utformning av utrymningsvägar. Även äldre föreskrifter och praxis tas upp. Till boverkets byggregler (BBR 23) finns föreskrifterna BFS 2016:6. I kapitel 5 anges de krav som måste uppfyllas för att möjligheten till utrymning vid brand ska vara acceptabel. Kraven varierar för olika typer av byggnader och verksamheter. I kapitel 3 och 5 anges krav på tillgänglighet för personer med nedsatt rörelse- eller orienteringsförmåga.

2.1.1 Utrymningsvägar

För detta examensarbete är det av intresse att känna till regler kring utrymningsvägar och deras utformning. Enligt avsnitt 5:31 (BFS 2016:6) ska byggnader utformas så att människor ges möjlighet till tillfredställande utrymning i händelse av brand. Med detta avses att utrymmande personer med tillräcklig säkerhet ska, utan att utsättas för skadliga förhållanden, kunna ta sig till en säker plats.

I avsnitt 5:247 (BFS 2016:6) definieras en utrymningsväg som en utgång till en säker plats eller ett utrymme i en byggnad som leder från en brandcell till en sådan utgång. I det allmänna rådet anges att med säker plats avses en plats i det fria där brand och brandgaser inte kan påverka utrymmande personer.

Det anges i avsnitt 5:334 (BFS 2016:6) som allmänt råd att utrymningsvägar bör ha en fri bredd på minst 0,90 meter och dörröppningar bör ha en fri bredd på minst 0,80 meter. I lokaler som förväntas innehålla ett större personantal anges istället att om en utrymningsväg betjänar 150 personer eller fler så bör utrymningsvägen ha en fri bredd av minst 1,20 meter. Den totala fria bredden av samtliga utrymningsvägar bör vara minst 1,00 meter per 150 personer och om en väg blockeras bör de övriga ha sådan bredd att 1,00 meter motsvarar 300 personer.

2.1.2 Tillgänglighet

Plan och bygglagen tar upprepade gånger upp tillgänglighet som en viktig aspekt gällande byggnaders utformning. Kapitel 3:1 *Tillgänglighet och användbarhet för personer med nedsatt rörelse- eller orienteringsförmåga* i BFS 2016:6 (BBR 23) behandlar hur personer med dessa funktionsnedsättningar ska få tillgång till tomter och byggnader.

Eftersom tillgänglighet för alla är viktigt har regeringen även tagit fram en strategi för hur de ska genomföra funktionshinderpolitiken 2011-2016. Syftet är baserat på mänskliga rättigheter och att skapa ett samhälle som är tillgängligt för alla. Ökad fysisk tillgänglighet genom att olika typer av hinder undanröjs är ett viktigt fokus (Socialdepartementet, 2011).

Ur en utrymningssynvinkel är det viktigt att vara medveten om att tillgängligheten i byggnader ökar runt om i samhället. En ökad tillgänglighet bidrar till att det finns fler personer med funktionsnedsättningar i publika lokaler. Dessa personer kan ha svårare att uppfatta faror, orientera sig i lokalen och utrymma.

2.1.3 Äldre regler och praxis

År 1989 utkom Boverkets nybyggnadsregler BFS 1988:18. Dessa regler blev bindande för bygglov som söktes efter 1991-01-01. 1990 gav Svenska Brandförsvarsförbundet ut kompendiet *Brandskydd, Nybyggnadsregler* där Staffan Bengtsson och Torbjörn Osterling stod för underlaget. Detta var tänkt att vara ett hjälpmedel för att tolka de föreskrifter och allmänna råd som fanns i Boverkets nybyggnadsregler. I Boverkets nybyggnadsregler (BFS 1988:18 2:734) och kompendiet beskrevs att för samlingslokaler där utrymningsdörrarna normalt minst ska ha en fri bredd av 1,20 meter får en sådan dörr ersättas med två dörrar. Dessa dörrar ska vardera minst ha 0,90 meter i fri bredd och vara placerade intill varandra. Inget exakt avstånd mellan dörrarna angavs. När total utrymningsbredd beräknades fick dessa dörrar tillsammans endast räknas som bredden 1,20 meter. Dessutom skulle båda dörrarna leda till samma utrymme. Enligt bilderna som presenterades i kompendiet skulle dörrarna även öppnas bort från varandra (Bengtson & Osterling, 1990).

I mejl mellan brandingenjörer och Boverket (Diarienummer 1232-1623/2012 och 1232-2041/2012) benämns denna regel som en tidigare branschpraxis. Här jämförs Boverkets formulering för allmänt råd i BBR 19 5:334: "Utrymningsvägar som betjänar fler än 150 personer bör ha en fri bredd på minst 1,20 m." med den äldre formuleringen i BBR 18 5:341: "I utrymningsvägar från brandceller som är avsedda för fler än 150 personer bör bredden inte understiga 1,20 meter." Den nyare formuleringen av det allmänna rådet beskrivs i mejlutbytet som mer öppen för tolkning än den tidigare. I ett av mejlen från Anders Johansson på Boverket (2012-05-02) förklaras att bedömningar likt denna tidigare branschpraxis inte kräver analytisk dimensionering vilket beskrivs i citatet nedan (Boverket, 2012a; Boverket, 2012b).

Ett exempel på hur rådet kan tillämpas är tex en spelbutik eller mindre klädbutik i ett köpcentrum. Om utrymningsdörren i den butiken endast förväntas användas av de som vistas i butiken och utrymning av köpcentret i övrigt sker genom större gångstråk och entreer är det inte rimligt att behöva ha en dörr på 1,2 m i bakkant av butiken. En annan tidigare branschpraxis har varit att två närliggande dörrar på 0,9 m kunnat ersätta en dörr på 1,2 m. Denna typ av bedömningar är nu möjliga att göra utan att det krävs analytisk dimensionering, vilket hade varit fallet om formuleringen från BBR 18 kvarstått. (Boverket, 2012a; Boverket, 2012b)

2.2 Personflöde

Utrymning kan ses som ett komplext fenomen eftersom det är svårt att förutse hur enskilda personer kommer agera i en sådan situation. För varje utrymningsscenario finns det också flera osäkra parametrar. Hur ser lokalen ut? Är där rök? Vilka och hur många personer är i byggnaden? Det kan ställas oändligt många frågor. Även om det är svårt att förutse hur en utrymning kommer fortlöpa har det tagits fram modeller för att beskriva personflödet och persontätheten vid en utrymning. Just personflödet ut genom en dörr kan vara särskilt intressant. Detta eftersom det oftast är dörrar som leder personer ut ur en lokal till en säker plats. Enligt Forell et al. (2010) kan utrymningsdörrarna om de utformas felaktigt fungera som flaskhalsar (trång passage) som begränsar flödet ut ur en lokal.

En persons rörelsemönster, både riktning och hastighet, kan ses som resultatet av en lång lista av möjliga (ibland motstridiga) påverkanskrafter och omständigheter (Löhner, 2010). Några exempel som tas upp av Löhner är:

- Motivation att nå en särskild plats vid en särskild tid (refereras ofta till som "will force")
- Fysisk kapacitet hos personen
- Hinder i omgivningen
- Lokalkännedom
- Personer i ens omgivning (deras hastighet, riktning, hur tätt det är mellan personer, med mera)

Nedan presenteras exempel på olika flödesmodeller som kan användas för att förutse personflöde samt en sammanställning av olika försök där personflödet undersökts.

2.2.1 Flödesmodeller

Nedan presenteras ett antal olika metoder för hur personflöde kan modelleras.

Hydraulisk-modell

Det finns flera olika studier som gjorts gällande hur personflöde vid utrymning kan förutses. Nelson och Mowrer (2002) menar att Predtechenskii och Milinskii (1978), Fruin (1971) och Pauls (1980) har bidragit mest till denna forskning. Deras metoder är baserade på förhållandet mellan gånghastighet och persontäthet och är i stort sett helt kompatibla med varandra. Angreppsättet kallas för en hydraulisk modell eftersom personflödet kan liknas vid vätskeströmning. Generellt antar modellerna att alla personer påbörjar utrymning samtidigt, att personflödet inte utsätts för några avbrott till följd av enskilda individers beslut och att i stort sett inga individer har någon funktionsnedsättning som påverkar deras rörelseförmåga negativt (Nelson & Mowrer, 2002).

Ekvationen som i allmänhet används för att beräkna personflöde är:

$$F = D * v * B \text{ [pers/s]}$$

där F står för flöde, D för persontäthet, v för hastighet och B för utrymningsvägens bredd (Frantzich, 1992).

Persontätheten kan anges på två olika sätt. Det vanligaste sättet att ange persontäthet är som antal personer per ytenhet, exempelvis antal personer per kvadratmeter. Även inversen av personantal per kvadratmeter kan användas. Det andra sättet att ange persontätheten är förhållandet mellan den horisontellt projicerade arean som personerna upptar och den totala ytan som de befinner sig på. I detta fall blir persontätheten dimensionslös och varierar mellan 0 och 0,92. Värdet 1.0 skulle innebära att hela ytan är täckt av människor vilket inte är möjligt (Frantzich, 1992).

Det är också vanligt att ett specifikt flöde beräknas. Det specifika flödet är antalet utrymnande personer per tidsenhet och per effektiv bredd i utrymningsväg. Effektiv bredd används som begrepp eftersom det har visat sig att det bildas ett gränsskikt mellan utrymnande personer och väggar eller andra stationära hinder. Effektiv bredd är den fria bredden av utrymningsvägen minus summan av gränsskiktets bredd. Den fria bredden för en dörr är dörröppningens faktiska bredd då dörren är helt öppen. Gränsskiktet för dörrar anses vara 15 cm (Nelson & Mowrer, 2002). Ekvationen för att beräkna specifikt personflöde är:

$$F_s = D * v \text{ [pers/(m*s)]}$$

$$F = F_s * B_{effektiv}$$

Det kan diskuteras om en effektiv bredd verkligen ska användas för beräkning av personflöde genom dörrar. När personer går genom dörrar kan de tänkas acceptera att gå närmare varandra för att sedan återgå till ett större avstånd efter passagen. På det sättet utnyttjas hela dörrbredden bättre (Pauls, 1984).

Personflödet genom en dörröppning är linjärt beroende på dörröppningens fria bredd. Det finns forskning som visat att det inte räcker att den totala dörrbredden i en lokal är anpassad till antalet personer. Detta gäller för lokaler där det förväntade personantalet är stort. I dessa fall är det viktigt att varje enskild dörr har tillräcklig bredd så att det inte uppstår trängsel eller oro framför dörrarna. Därför kan det vara mer fördelaktigt med färre breda dörrar i en lokal än flera smala (Predtetschenski & Milinski, 1971).

Det finns ingen tydligt stöd för varför just en 1,20 meter bred dörr anses vara en kritisk minsta fria bredd enligt Boverkets allmänna råd. Enligt en undersökning som gjorts av Statens haverikommission nämns avsaknaden av valvbildning som en möjlig anledning. Även att två ”standardmänniskor” bör kunna gå i bredd har uppmärksammats från amerikanska National Fire Protection Associations “Life Safety Code” (Statens haverikommission, 2001). Predtetschenski & Milinski (1971) visar i sin forskning att persontätheten vid en öppning minskar då dörröppningens bredd ökar. Utifrån deras tester är det svårt att motivera att just dörrbredden 1,20 meter bör användas.

Datormodeller

Mycket av forskningen kring personflöde och hur personer rör sig vid en utrymning har gjorts för att ta fram olika datormodeller som kan förutse och simulera detta. Löhner (2010) har sammanfattat och kort beskrivit tre olika datormodeller i sin artikel *On the modeling of pedestrian motion*. Dessa är:

- *Models Based on Continuum Theory*
- *Models Based on Cellular Automata*
- *Models Based on Newtonian Dynamics*

Modeller baserade på *Continuum Theory* beräknar personflödet genom att försöka lösa partiella differentialekvationer. Konserveringslagarna löses genom olika modeller. Det mest problematiska är att lösa förhållandet mellan de utrymmandes lokala densitet och deras hastighet. För endimensionella problem så som utrymning genom en hall eller tunnel har det visat sig att denna modell är applicerbar. För mer avancerade scenarier med många utrymmande personer och olika utgångar fungerar inte modellen praktiskt (Löhner, 2010).

För modeller baserade på *Cellular Automata* gäller att en utrymmande person endast kan befinna sig på ett finit antal rutor på ett rutnät (ofta cartesiansk). För varje tidssteg kan en person förflytta sig från en position till en annan beroende på omgivande föremåls och andra personers placering (Löhner, 2010).

Modeller baserade på *Newtonian Dynamics* behandlar utrymmande personer som mekaniska objekt som kan påverkas av en kraft utifrån. En kraft ger upphov till en persons acceleration och riktning. Kraften som påverkar personer brukar delas in i social påverkan och extern påverkan (Löhner, 2010). En av de mest kända modellerna är ”*Social Force Model*” framtagen av Helbing, Farkas, Molnár och Vicsek (Helbing & Molnár, 1995; Helbing, et al., 2002). De största problemen med denna modell är enligt Löhner att social påverkan inte stämmer överens med det mänskliga beteendet på det sättet som det modellerats. Exempelvis kan person A vilja undvika person B, men det innebär inte automatiskt att person B vill undvika person A. Här spelar den individuella uppfattningen en stor roll som inte kan fångas i en modell. En annan nackdel med modellen som tas upp i artikeln är att en person påverkar alla andra personer i simuleringen även om påverkan minskar med avståndet. Detta stämmer inte riktigt med verkligheten eftersom en person påverkas av personer i sin absoluta närhet och inte av alla personer som finns i ett rum (Löhner, 2010).

Nilsson (2007) och Thompsson et al. (2014) beskriver ett antal datorprogram avsedda att simulera mänskligt flöde. De tar upp tre olika typer av modeller som datorprogram ofta kan delas in i baserat på hur de modellerar förflyttning. Dessa tre kallas nätverks-, rutnäts-, och partikelmodeller.

I nätverksmodeller beräknas förflyttning med hjälp av nätverk som ska representera möjliga vägar som kan användas vid utrymning från en byggnad. Personers rörelsemönster är grovt förenklade vilket innebär att simuleringarna ofta är snabba att genomföra men medför samtidigt svårigheter att bedöma människors exakta position och därmed persontätheten i byggnader (Nilsson, 2007; Thompson et al., 2014).

I rutnätmodellen representeras byggnader med hjälp av rutnät. Tomma rutor eller blockerade rutor representerar byggnaden, varje ruta kan sedan maximalt innehålla en person som stegvis förflyttar sig från en ruta till nästa (Nilsson, 2007; Thompson et al., 2014). STEPS är ett program som faller inom kategorin rutnätmodeller och är baserad på teorierna om *Cellular Automata* (Waterson & Pellissier, 2010) som beskrevs av Löhner (2010) ovan.

Partikelmodeller beskrivs som den mest realistiska representationen av personer förflyttning. I dessa modeller hindras människor inte av rutnätformer och är inte heller begränsade till specifika vägar (Nilsson, 2007; Thompson et al., 2014). Personer i dessa modeller är istället försedda med koordinater som beskriver deras position i en byggnad. Detta tillåter en enkel uppskattning av avståndet mellan människor och därmed även persontäthet (Nilsson, 2007). Ett av de program som beskrivs är Simulex vilket tillhör kategorin partikelmodeller (Nilsson, 2007; Thompson et al., 2014). Simulex använder sig även av ett slags rutnät som skapar avståndskartor som används för att beräkna optimala riktningvinkeln för utrymning (Nilsson, 2007; Klüpfel, 2003).

Forskningen inom detta område går hela tiden framåt och det är flera som försöker förbättra och utveckla modeller baserade på *Newtonian Dynamics*. Löhner (2010), Parisi et al. (2009) och Lakoba et al. (2005) är några exempel.

2.2.2 Försök och simuleringar

Det har genomförts en mängd olika kontrollerade experiment för att undersöka hur personflödet påverkas genom så kallade flaskhalsar (dörrar, korridorer, hallar och liknande) med olika öppningsbredd. En sammanställning av resultat från olika experiment visar att flödet i stort sett ökar linjärt med öppningsbredden för öppningar > 0,60 meter. Personflödet varierar mellan ungefär 0,8-3,9 pers/s för öppningar med bredden 0,4-1,8 meter. För en öppning med bredden 1,20 meter varierar flödet mellan 2,1 och 3,4 pers/s (Seyfried, et al., 2010). Detta är resultat från försök genom olika typer av trånga passager men som inte är specifikt för just dörrar. Enligt Liao et al. (2016) medför kortare passager (exempelvis dörrar) ett högre flöde jämfört med långa (exempelvis korridorer). Även Daamen och Hoogendoorn (2010) menar att dörröppningar bör ha en högre kapacitet än längre passager.

Parisi et al. (2009) har gjort en sammanställning över olika experimentella resultat för specifikt personflöde genom dörrar. Sammanställningen är baserad på resultat från nio olika källor. De anger att resultaten varierar mellan 1,25 och 2 pers/(m*s) under normala testförhållanden. I stressiga situationer kan specifikt flöde överstiga 4 pers/(m*s).

Garcimartín et al. (2016) har genomfört försök där det undersöktes om olika mått av tävlingsmotivation mellan försökspersonerna påverkade utrymningstiden. Försöken genomfördes för två olika dörrbredder (69 cm och 75 cm) och med studenter som försökspersoner. Tre olika mått av tävlingsnivå testades. Försökspersonerna instruerades inför varje test enligt något av följande: att undvika avsiktlig kroppskontakt, det är tillåtet med lätt fysisk kontakt (att röra vid varandra) och det är tillåtet att knuffas och använda armbågarna måttlig för att ta sig fram (våldsamt beteende accepterades inte). I övrigt ombads försökspersonerna att lämna rummet så fort som möjligt. Det visade sig som förväntat att den bredare dörren medgav snabbare utrymningstid. Vid hög tävlingsnivå hos försökspersonerna visade det sig att för den breda dörren tog utrymningen längre tid. Detta refereras till som ”*faster-is-slower*”-effekten. För den smalare dörren visade sig samma effekt i början av försöken, medan det i slutet visade sig att ”*faster-is-faster*” för några få individer. Alla försök uppvisade ett högt specifikt personflöde om ungefär 4 pers/(m*s), vilket överensstämmer bra med vad Parisi et al. (2009) angav för stressiga situationer.

Frantzich et al. (2007) har gjort utrymningsförsök på Lunds Tekniska Högskola med studenter som försökspersoner. Försöken omfattade 42 personer i åldrarna 20–30 år. I försöken gick personerna genom en 1,60 meter bred och 9,60 meter lång korridor och sedan ut genom en eller två öppningar med olika bredd. De bredder som testades för en öppning var 0,60 meter, 0,75 meter och 0,90 meter och för två öppningar testades 0,75 meter per öppning. Bland annat uppmättes personflödet genom öppningen/öppningarna och persontätheten i olika delar av korridoren. Det specifika personflödet uppmättes till 1,7–1,8 pers/(m*s) för en öppning med olika bredd och till 1,2 pers/(m*s) för två öppningar med bredden 0,75 meter. Dessa värden överensstämmer med de värden som sammanställts av Parisi et al. (2009) för utrymning under normala/gynnsamma förhållanden. Persontätheten i försöken av Frantzich et al. (2007) uppmättes till 1,8–2,0 pers/m² för försöken genom en öppning med olika bredd och till 1,1 pers/m² för två öppningar. Persontätheten uppmättes på en yta av 2,88 m² inom ett avstånd till öppningen/öppningarna som var 1,80 meter. Det visade sig alltså bli mindre trångt i fallet med två öppningar. Detta försök är intressant eftersom förutsättningarna och genomförandet till viss del liknar de försök som kommer genomföras i detta examensarbete.

Wei-Guo et al. (2006) har gjort utrymningssimuleringar och jämfört en *Cellular Automata* modell (CAFE) med *Social Force* modellen framtagen av Helbing et al. De simulerade utrymningssituationer där 200 personer utrymmer genom endast en dörröppning. Båda modellerna visar liknande resultat för hur dörrbredden påverkar den totala utrymningstiden. De visar att utrymningstiden korrelerar med dörröppningens bredd. Om bredden ökar så minskar utrymningstiden. För smala dörröppningar har detta en stor inverkan på utrymningstiden eftersom en liten förändring av öppningsbredd kan ge en stor förändring på tiden. Ökningar av dörrbredden innebär att inverkan på utrymningstiden blir mindre och mindre desto bredare öppningen blir. I artikeln kommer de fram till att en dörröppningsbredd på 2,40 meter är en rimlig bredd på utrymningsdörrar för denna typ av scenario. Simuleringarna visade att en bredd över 2,40 meter i stort sett inte förändrade tiden för utrymning. Detta gällde både för de olika modellerna och också då olika gånghastigheter testades. Författarna till detta arbete anser dock att en sådan bred dörr måste utformas som pardörr eller skjutdörr.

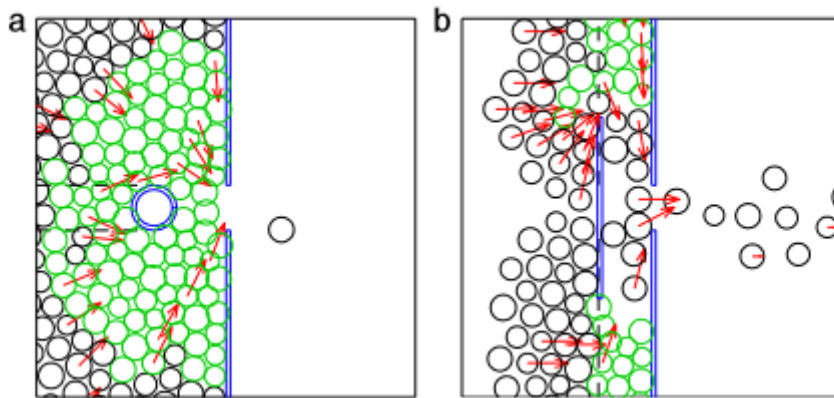
2.3 Hinder i utrymningsväg

Tidigare studier har visat tecken på att hinder i eller i närheten av utrymningsvägar inte behöver blockera utrymningsvägar utan istället kan hjälpa till att ordna upp och effektivisera flödet genom dörren (Helbing, et al., 2005; Zhao, et al., 2016; Frank & Dorso, 2011; Yanagisawa, et al., 2009).

Helbing et al. (2005) fann i en studie att placeringen av hinder framför en dörr kan hjälpa till att sänka trycket som utövas i en ”panikartad” folksamling. Genom att placera en panel/skiva med bredden 0,45 meter parallellt med dörröppningen som hade bredden 0,82 meter observerades en ökning av flödet med 30 %. Utan hindret var flödet cirka 2,7 pers/s och med hindret var flödet cirka 3,5 pers/s.

Zhao et al. (2016) iakttog liknande resultat när de testade att i simuleringar placera olika hinder framför en utrymningsdörr med öppningsbredden 1,00 meter. Hindren som testades var pelarstrukturer och panelstrukturer (parallellt med utrymningsdörren). Att förskjuta hindren något från dörrens mittpunkt visade sig ge bäst resultat. Panelen gav snabbare utrymningstider än pelarstrukturer och hade även ett bredare geometriskt parameterspann där det var effektivt jämfört med pelare. För alla scenario förbättrades utrymningsaspekterna förutom när stressfulla situationer testades. Här medverkade strukturerna till att öka trycket som utövades vid utrymningen till farliga nivåer vilket strider mot vad Helbing et al (2005) fann.

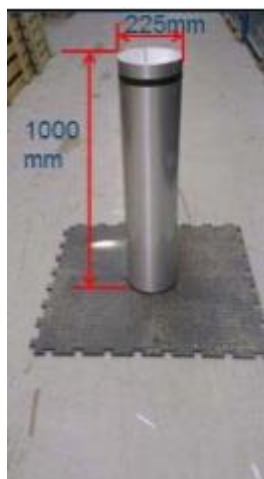
Frank och Dorso (2011) har också gjort en liknande studie med simuleringar av både pelare och panel, se Figur 2.1. Figuren är en ögonblicksbild från de simuleringar som genomfördes och illustrerar uppställningen och inte det slutliga resultatet. De fann att pelaren som var placerad mitt framför dörröppningen med bredden 1,20 meter gav snabbare utrymningstid. En panel (parallellt med dörren) gav också snabbare utrymningstid men varierade något beroende på följande egenskaper. När panelen var placerad nära dörröppningen förbättrades flödet jämfört med en situation utan hinder. Med panelen placerad längre från dörröppningen var flödet likt den hinderfria situationen. På ett mellanliggande avstånd förbättrades flödet främst när de utrymmande rörde sig rakt mot dörröppningen utan hänsyn till hindret. När personerna istället tog hänsyn till hindret och ändrade riktning för att undvika hindret på sin väg mot dörröppningen var förbättringen inte lika stor. Generellt så gällde att en skillnad mellan dessa beteenden hos de utrymmande inte hade någon större inverkan på utrymningstiden i simuleringarna. Användandet av stora pelare, paneler eller väggestrukturer kan dock medföra andra problem som blockerad sikt samt aspekter som mer har att göra med människors riskuppfattning och kommer därför att diskuteras i senare avsnitt.



Figur 2.1 Bilden visar en uppställning av två utrymningssituationer med två olika typer av hinder: pelare och panel. Dörröppningen är 1,20 meter. Pelarens diameter är 1,20 meter och panelens dimension är 4,80 meter bred och 0,12 meter djup. Källa: Frank & Dorso (2011).

Yanagisawa et al. (2009) har gjort en studie där ett hinder (stolpe, 0,20 meter i diameter) framför en utrymningsväg undersöktes. Både med placering mitt framför öppningen och något förskjutet från mitten. Deras slutsats var att hindret mitt för öppningen medförde att människorna inte nådde dörren samtidigt och kollisioner undveks. Detta gav därmed högre flöde genom dörren än utan hinder. Även i denna studie fann man att placering av hindret förskjutet från mitten gav högre personflöde än vid placering av hindret mitt för dörröppningen. Värt att nämna är dock att dörröppningen som användes för dessa tester hade bredden 0,50 meter vilket är smalare än vad som är tillåtet som utrymningsväg från stora lokaler enligt svenska byggregler (Boverket, 2015). Alla 50 försökspersoner var kvinnor i åldern 30 till 40 år vilket kan ha påverkat resultatet jämfört med en testgrupp bestående av både män och kvinnor.

I en studie av Galea et al. (2015) från England undersöktes hur användandet av så kallade säkerhetsstolpar (se Figur 2.2) påverkar utrymning. Säkerhetsstolpar har i England blivit vanligt i designen av skyddsbarriärer mot fordon runt tätbefolkade ytor såsom flygplatser, tågstationer och andra kommersiella och publika byggnader. Dessa hinder är till skillnad från de andra studierna placerade efter utrymningsdörren. Avståndet från öppningen varierade från tre till sex meter med sex stolpar jämt fördelade på en bredd av 4,05 meter. Bredden på stolparna var 0,225 meter och dörrbredden var 2,40 meter. Inget av avstånden mellan de hinder som undersökts visade sig ha någon avsevärd påverkan på flödet. Däremot fann de att hur stolparna positionerats kan påverka personflödet negativt. Stolparna bör placeras så att de inte påverkar hur människorna sprider ut sig när de passerat öppningen.



Figur 2.2 Säkerhetsstolpe Källa: Galea et al. (2015).

Sammanfattningsvis ger dessa studier och undersökningar liknande resultat. Uppfattningen utifrån dessa studier är att hinder framför en utrymningsväg förbättrar personflödet. Både cylindriska och panelformade hinder, placerade parallellt med och rätvinkligt mot dörren uppfattas ge högre flöden än utan hinder. Cylindriska och parallella paneler verkar i vissa fall också ge bäst effekt när de är något förskjutna från dörrens mitt. Placering av hinder tre meter eller mer bakom en utrymningsdörr verkar inte påverka flödet varken positivt eller negativt så länge placeringen inte hindrar hur människor naturligt sprider ut sig när de passerat öppningen. Vissa skillnader i resultat har förekommit i studierna. Bland annat om beteendet hos de utrymnande påverkar flödet eller inte. Stressfulla situationer har i vissa fall gett ett bättre personflöde medan det i andra fall har gett ett sämre.

2.4 Människors beteende vid utrymning

När ett utrymningslarm aktiveras kan människor reagera olika. Att känna till de olika faktorer som påverkar hur människor beter sig är därför viktigt för att kunna dimensionera ett system som säkert och enkelt leder dem ut till det fria.

Utrymning brukar delas in i två faser efter att ett larm om utrymning aktiverats. Dessa två faser är *premovement/delay-time* och *movement* (Proulx, 2001; Prolux, 2002; Pelechano & Malkawi, 2008). Frantzich (2000) och Canter et al. (1980) delar istället upp en persons beteendemönster vid en nödsituation i tre skeden:

- förståelse och tolkning av situationen
- förberedelse
- genomförande

Faserna *movement* och genomförande kan likställas med varandra medan *premovement* enligt Frantzich (2000) och Canter et al. (1980) bör delas upp i två separata skeden; förståelse och tolkning av situationen samt förberedelse.

Slovic et al. förklarar att "People respond to the hazards they percieve" (1979, p. 14). För utrymning gäller att människor antingen reagerar på ett upplevt hot (exempelvis brandrök) eller en instruktion utifrån (exempelvis utrymningslarm). Enligt Canter et al (1980) finns information och signaler från en händelse tillgängliga för att uppleva ett hot. I början av exempelvis en brand så kan signalerna vara få och således är eventuella beslut som tas utifrån detta förknippat med stor osäkerhet. Ju mer tid som går och då branden växer blir signalerna fler och starkare. Därmed blir osäkerheten mindre.

Hur personer uppfattar risk är en stor del i hur de analyserar information och förbereder för agerande (Slovic, et al., 1979). Teorier kring detta tas upp i nästa avsnitt. Nedan följer några gemensamma faktorer för hur personer beter sig vid en utrymning.

- I stressade situationer och vid brist på kännedom om byggnaden väljer flertalet att utrymma genom samma väg som de kom in (Frantzich, 2000; Proulx, 2002; Pelechano & Malkawi, 2008; Sime, 1985).
- Har personer investerat tid till sitt besök i den aktuella lokalen (ex. betalt inträde till en nattklubb eller lagt matvaror i kundvagnen i en mataffär) så är personer mindre motiverade att uppfatta faran som stor nog för att avsluta den påbörjade aktiviteten och istället utrymma (Frantzich, 2000; Proulx, 2001).
- Utrymning är beroende av den sociala situationen. Utrymning sker ofta i grupper där personer känner varandra. Exempelvis består grupper av familjemedlemmar, vänner eller arbetskamrater. I vissa fall kan detta leda till snabbare beslut. I stora folksamlingar kan beslut däremot ta lång tid då ingen vill ta det första steget att påbörja utrymningen. Detta eftersom det finns en risk att göra bort sig inför okända människor ifall det skulle visa sig vara ett falsklarm (Frantzich, 2000). Personer som har en anknytning till varandra försöker hålla ihop under utrymningen (Proulx, 2002).
- Ledarskap bland personer såsom chefer, varuhuspersonal eller lärare påverkar besluts- och reaktionstiden. Anställda, besökare eller elever påverkas av ledarens beslut och följer ofta dennes hänvisningar och agerande. Även på platser utan anknytning kan enskilda personer ta på sig en ledarskapsroll och ha inflytande på övriga. (Frantzich, 2000; Proulx, 2001; Canter, et al., 1980).

I utrymningssammanhang är panik en term som i media ofta används för att beskriva personers beteende vid nödutrymning och brand (Fahy, et al., 2009). Ordet härstammar från Grekland och halvguden Pan. Pan var guden av skog och herde och han brukade vandra stillsamt i sin skog. Om han av misstag väcktes från sin middagslur kunde han däremot ge ifrån sig ett skrik som fick flockar att rusa i skräck (Merriam-Webster, 2016). I *'Panic' and Human Behaviour in Fire* av Fahy et al. (2009) sammanfattas en mängd definitioner av begreppet där den gemensamma nämnaren är irrationellt beteende som ofta leder till att personer skadas eller dör. Fahy et al. avfärdar att detta koncept skulle vara vanlig förekommande. Personer i nödsituationer agerar sällan irrationellt vilket är vad definitionerna av panik beskriver. Främst hänförs panik till personer av iakttagare, som har ett väldigt annorlunda perspektiv av vad som händer än den som påstått ha panik. Denna, enligt Fahy et al., felaktiga uppfattning att panik är vanlig förekommande vid utrymning kan leda till att säkerhetsanordningar (exempelvis utrymningslarm) inte installeras. Detta eftersom vissa kan tro att ett larm bidrar till panikartat beteende (Fahy, et al., 2009, p. 3).

2.5 Hur människor uppfattar risk

Vad är risk? Det finns inte ett enskilt sätt att definiera risk utan flera olika. Enligt Kaplan och Garrick (1981) kan risk sägas vara svaret på tre frågor:

- Vad kan hända? (syftar på vad som kan gå fel)
- Hur troligt är det att detta händer?
- Vilka är konsekvenserna ifall det faktiskt händer?

Risk består alltså av både sannolikhet och konsekvens. Kaplan och Garrick (1981) menar att risk är något subjektivt och att det ligger i betraktarens ögon vad som kan anses vara riskfyllt. Detta beror på vad personen gör, vad personen känner till och inte känner till i en given situation. De anser att det inte finns någon "absolut risk" utan att det i slutändan alltid handlar om personers riskperception (uppfattning av risk).

Dash och Gladwin (2007) förklarar att riskperception är en av de viktigaste faktorerna för att förstå hur människor tar beslut i en utrymningssituation. Vetskap om en fara menar de inte är tillräckligt för att motivera ett agerande. Information måste istället bli översatt till en konkret uppfattning om den kommande farans innebörd. En viktig anledning till detta är, enligt Coppola (2011), att människor inte brukar frukta de saker som statistiskt sett är mest troliga orsaka dem skada. För vissa personer kan exempelvis rädslan för att bli biten av en haj vara större än rädslan för att vara med om en trafikolycka. Enligt Dash och Gladwin (2007) behandlar alla människor information på sitt eget unika sätt. Hur de tolkar information är baserat på vad personen har för erfarenhet och bakgrund. De tar även upp Turners (1979) konstaterande om att människor har svårt att bedöma sin egen risk. Dash och Gladwin menar att denna problematik härstammar från svårigheter i att uppfatta och tolka information. Tversky och Kahneman (1974) samt Slovic et al. (1979) menar att i situationer där det finns osäkerhet använder människor heuristik eller tumregler för att fatta beslut.

Representativitet är en tumregel som vanligtvis används när människor ombeds uppskatta sannolikheten att ett objekt eller händelse tillhör en viss klass eller process (Tversky & Kahneman, 1974). Ett exempel på detta skulle kunna vara ett aktiverat brandlarm. Övningar och falsklarm är vanliga tillfällen då personer vanligtvis kommer i kontakt med brandlarm. Därför kan tumregeln leda till att personerna även i en verklig nödsituation uppfattar larmet som falsk.

Tillgänglighet är en tumregel som innebär att sannolikheten med vilken människor uppskattar att en händelse inträffar påverkas av hur mentalt tillgänglig denna händelse är. Exempelvis bedöms ofta sannolikheten för hjärtinfarkter bland medelåldersmänniskor som högre ifall det har inträffat hos släktingar eller bekanta (Tversky & Kahneman, 1974). Denna tumregel påverkas dock inte enbart av hur ofta händelser inträffat. Hur nära inpå en händelse inträffat eller hur starkt ett minne är påverkar också. Även en film eller bok med en viss intensiv händelse kan påverka hur troligt man bedömer att händelsen kommer att inträffa. Ett exempel är filmen Jaws (1975) som troligen lett till att många undvikit vatten i rädsla för att angripas av hajar vilket statistiskt sett inte är en sannolik händelse. Till detta hör också att om en händelse är lätt att föreställa sig så uppskattas sannolikheten för den också som högre (Slovic, et al., 1979). Exempelvis kan det vara lätt att föreställa sig risken för att fastna i smala dörrar vid utrymning. Det kan innebära att sannolikhetsuppskattningen blir större än den verkliga sannolikheten.

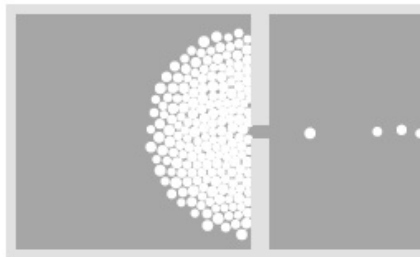
Ankring och justering – ankring innebär att människors uppfattning av en sannolikhet initialt påverkas av ett ankare (Tversky & Kahneman, 1974). Givet att en person ombes uppskatta sannolikheten för ett visst scenario och därefter ett annat så kommer den första uppskattningen utgöra ett ankare runt vilken de övriga uppskattningarna kretsar. I enkätundersökningar kan strukturen på frågor, enstaka ord och ordningsföljd fungera som ankare och påverka deltagarnas svar (Wengström, 2016).

Övertro innebär att människor har en förhöjd tro till sina uppskattningar. Förklaringen till detta är att människor är okänsliga för svagheten i sina antaganden som uppskattningarna baseras på. Detta är ett farligt fenomen eftersom det innebär att personer inte inser hur lite de vet och hur mycket mer information som behövs om ett problem eller en risk (Slovic, et al., 1979). Fenomenet kan kopplas till exemplet om representativitet. Ett aktiverat brandlarm kan uppfattas som falsklarm och övertro kan innebära att människor inte inser svagheten i detta antagande och avvaktar med att utrymma tills det eventuellt är för sent.

2.6 Risker vid utrymning

Vid utrymning genom dörrar finns det olika risker som är viktiga att beakta. I detta avsnitt ligger fokus på risker kopplade till mänskligt beteende vid utrymning, utrymningsdörrarnas utformning och hur dessa dörrar används i den dagliga verksamheten. Även vilka personer som befinner sig i lokalen kan påverka hur riskbilden ser ut. Exempel från en verklig händelse presenteras där flera av riskerna ledde till en katastrof.

I utrymningssituationer med hög stressnivå kan typiska riskfyllda beteenden observeras. Personer börjar röra sig fortare än normalt och den fysiska interaktionen med andra människor ökar i form av exempelvis knuffar. En grups rörelser mot och genom en flaskhals (exempelvis en dörr) blir inte koordinerad. Vid utgångarna uppstår köbildning och det kan resultera i att öppningen sätts igen av utrymmande människor (*clogging*) eller att valvbildning (*arching*) uppstår framför öppningen, se Figur 2.3. Vid mycket hög persontäthet kan den fysiska interaktionen orsaka höga tryck på uppemot 4500 N/m, ett tryck som skulle kunna böja stål. Utrymningstiden kan förlängas om personer ramlar och på så sätt blir ett hinder i utrymningsvägen. Alternativa utrymningsvägar används sällan eller på ett ineffektivt sätt vid en stressfylld utrymningssituation (Helbing, et al., 2002).



Figur 2.3 Illustration av valveffekt. Källa: Helbing et al. (2002.)

Risker kan även uppstå till följd av att utrymningsvägar blockeras eller hålls låsta i den dagliga verksamheten. Detta är något som författarna till detta arbete under sin studietid har insett är ett ganska vanligt problem i olika verksamheter. Exempelvis har ett antal fall med blockerade eller låsta utrymningsvägar i skolor tagits upp i media under de senaste åren (Uddemar, 2016; Wangel, 2007; Jablonska, 2014; Sveriges Radio, 2011). Blockerade eller låsta utrymningsvägar kan bero på brister i systematiskt brandskyddsarbete som ska innehålla rutiner för hur en verksamhet hanterar brandrisker. I Statens räddningsverks allmänna råd och kommentarer om systematiskt brandskyddsarbete (SRVFS 2004:3) anges att det är ägaren eller nyttjanderättshavaren till byggnader eller andra anläggningar som ska vidta de åtgärder som behövs för att förebygga brand och för att hindra eller begränsa skador till följd av brand. Det finns ingen sammanställd statistik för hur vanligt problemet med blockerade eller låsta utrymningsvägar är i Sverige. Det har visat sig att problemet även finns i andra länder. Som ett exempel togs blockerade utrymningsvägar och utrymningsdörrar upp som en av de vanligaste bristerna efter att ca 12 000 tillsyner genomförts i Singapore under 2008 av *Singapore Civil Defence Force* (Tang, 2009). Även i USA uppmärksammade *The Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) blockerade utrymningsvägar och dörrar som en riskfaktor på arbetsplatser efter att tillsyner gjorts. De betonade vikten av att kontrollera att utrymningsvägar inte är låsta (Maurer, 2013).

Det finns även andra faktorer som kan vara problematiska i samband med utrymning. *Federal Emergency Management Agency* (FEMA, 2016) har sammanställt de vanligaste som gällde vid bränder i USA mellan år 2012 och 2014:

- Hög persontäthet
- För få utrymningsvägar
- Låsta eller blockerade utrymningsvägar
- Okända utrymningsvägar
- Lång gångsträcka till närmaste utrymningsväg
- Val av lämplig utrymningsväg
- Återvändande in i byggnad

En liknande sammanställning har inte gjorts i Sverige.

Vid dimensionering av utrymningsvägar måste även aspekten av förbättrad tillgänglighet i olika lokaler (vilket beskrevs i avsnitt 2.1.2) hanteras. Det är positivt att fler personer kan ta del av samhället, men det är också viktigt att personerna har möjlighet att utrymma på ett säkert sätt. Enligt ett kanadensiskt departement visar forskning att personer med fysiska eller psykiska funktionsnedsättningar löper en större risk att omkomma vid en brand. De menar att eftersom andelen äldre i Kanada ökar leder detta till att antalet riskutsatta i samhället ökar (HRSDC, 2009). Även i Sverige ökar andelen äldre. År 2050 beräknas en fjärdedel av befolkningen vara 65 år eller äldre (Folkhälsomyndigheten, 2014). En äldre befolkning i samband med ökad tillgänglighet i samhället leder till att fler äldre kan befinna sig i offentliga lokaler. Detta kan innebära större risker i utrymningssituationer på grund av orsaker såsom att äldre ofta har försämrad syn, hörsel och rörelseförmåga är dessa mer utsatta vid en utrymning. De kan exempelvis ha svårare att uppfatta utrymningslarm och se utrymningsskyltar. Risken att orsaka blockering eller bli klämd i utrymningsvägen anses troligtvis vara högre för dessa individer. Dessa aspekter måste därför beaktas vid utformning av utrymningsvägar och dörrarna kan inte vara för smala.

Ett exempel där några av ovanstående nämnda risker resulterade i en av Sveriges allvarigaste olyckor är diskoteksbranden i Göteborg som skedde år 1998. 63 ungdomar omkom i branden och ett femtiotal skadades. Statens haverikommission (SHK) kom fram till ett flertal faktorer som bidrog till de förödande konsekvenserna av branden. Bland annat nämns att det var fler människor i lokalen än vad den var dimensionerad för, utrymningsvägen var delvis blockerad, utrymningstrapphuset var blockerat och innehöll mycket brännbart material samt att det uppstod en propp av människor som fastnade i utrymningsvägens dörröppning då de försökte ta sig ut. Från diskotekslokalen fanns två utrymningsvägar med en fri bredd av vardera 0,835 meter. Vid tillfället då olyckan skedde blockerades den ena utrymningsvägen av branden (branden anlades i nödutrymningstrapphuset) och den andra var delvis blockerad av ett bord. Det befann sig minst 372 personer inne i festlokalen då branden utbröt (Statens haverikommission, 2001).

3 Statistiska analysmetoder

Den statistiska dataanalys som genomförs i detta arbete utgår ifrån hypotesprövning. Vid hypotesprövning formuleras en nollhypotes och en mothypotes. Prövning leder till att nollhypotesen antingen kan förkastas eller inte förkastas. Gränsen för att förkasta en nollhypotes bestäms utifrån varje undersökning som görs. Gränsen bestäms genom signifikansnivån, som är risken att nollhypotesen förkastas när den är sann. Ett vanligt värde är 5 %. Vid hypotesprövning med p-värdesmetoden (som används i detta arbete) jämförs det observerade p-värdet med signifikansnivån. Om p-värdet understiger 5 % finns det en signifikant skillnad mellan undersökta variabler. Om värdet är större kan uppmätta skillnader tänkas bero på slumpen, men det måste inte vara så. Det innebär bara att förändringen inte har varit möjlig att säkerställa statistiskt. Hypotesprövning kan användas för att jämföra skillnader mellan olika medelvärden eller skillnader mellan olika kategorier i en korstabell. (Körner & Wahlgren, 2006). I detta arbete användes en signifikansnivå om 5 %.

Alla statistiska beräkningar i detta arbete genomförs i datorprogrammet IBM SPSS Statistics 24 (IBM, 2016). Här anges p-värdet i kolumnen Sig.(2-tailed).

För att undersöka data från två oberoende grupper används ett chi-två-test för att visa på om det finns en statistisk skillnad mellan dem eller inte. För att göra jämförelsen skapas korstabeller i SPSS för varje frågeställning. Chi-två-test av korstabeller är en av de vanligaste analysmetoderna vid undersökningar. Variablerna behöver vara dikotoma, det vill säga enbart kunna anta två olika värden. Det är exempelvis applicerbart för Ja- eller Nej-frågor. Testet i SPSS kallas för "Pearson Chi-Square". Förutsättningarna för att kunna använda metoden innebär att ingen förväntad frekvens får understiga ett och att högst 20 % av de förväntade frekvenserna får understiga 5. I de fall detta inte uppfylls är det möjligt att använda Fishers exakta test istället (Körner & Wahlgren, 2006).

Fishers exakta test används för att undersöka data från två oberoende grupper med dikotoma variabler (Knaji, 2006). Testet är framförallt användbart när antalet datapunkter är lågt och ett chi-två-test inte kan användas (Körner & Wahlgren, 2006).

För att testa förhållandet mellan två beroende grupper används McNemars test. Detta test jämför förhållandet mellan två korrelerande dikotoma variabler. Metoden kan beskrivas som en typ av chi-två-test med beroende variabler (Adedokun & Burgess, 2012).

För att undersöka statistisk skillnad av medelvärden mellan två oberoende grupper används ett t-test som kallas för *Independent Samples T-test* i SPSS. En förutsättning för att kunna använda detta test är att variansen mellan medelvärdena är lika. Med hjälp av programmet SPSS testas därför först likheten i variansen med hjälp av *Levene's test for equality of variances* (IBM, 2016). Utifrån detta kan därefter vidare analys genomföras och medelvärdena undersökas.

4 Attityder kring utformning av utrymningsvägar

I arbetet har två olika enkäter tagits fram för att bidra med kunskap om vilka tankar och uppfattningar som finns kring utformningen och configurationen av olika utrymningsvägar. De två enkäterna har utformats till två olika målgrupper. Den ena målgruppen var yrkesverksamma brandingenjörer/brandinspektörer (experter) och den andra var privatpersoner utan koppling till brand- eller utrymningsområdet (allmänheten).

Enkäten som delades ut till yrkesverksamma brandingenjörer/brandinspektörer inom byggbranschen hade som syfte att ge svar på frågeställningen ifall två 0,90 meter breda dörröppningar kan betraktas som en utrymningsväg och vid vilka förutsättningar det gäller i sådana fall. Det vill säga om det finns vissa omständigheter eller situationer då detta anses mer eller mindre tillämpligt. Som nämnts tidigare har äldre nybyggnadsregler från Boverket (se avsnitt 2.1.3) angivit att en utrymningsdörr med bredden 1,20 meter kan ersättas av två 0,90 meter breda dörrar. Syftet var också att bidra med kunskap kring vilka risker som brandingenjörer/brandinspektörer uppfattar med att göra denna ersättning. Detta för att kunna besvara frågeställningen om hur riskbilden ser ut för olika dörrkonfigurationer.

Den andra enkäten riktades till allmänheten för att undersöka hur de upplever olika dörrkonfigurationer som utrymningsväg. Syftet var även här att kunna besvara frågeställningen för hur riskbilden ser ut vid olika dörrkonfigurationer. I detta fall låg fokus på möjligheten att antingen utrymma genom en bred dörr (1,20 meter) eller två smalare dörrar (0,90 meter) där avståndet mellan dörrarna varierades. Även en dörr (1,20 meter) med hinder framför dörröppningen jämfört med en dörr utan hinder presenterades. Tanken var att svaren skulle visa på allmänhetens antingen medvetna eller omedvetna riskperception.

Insamlad data från enkäterna hanterades på ett säkert och etiskt sätt enligt vad som anges i Bilaga 1.

4.1 Utformning av enkäter

Vid utformningen av frågorna i enkäterna har hjälp tagits från boken *Constructing questions for interviews and questionnaires* av William H. Foddy (1993). I denna presenteras bland annat 16 kategorier av svåra frågor av Belson (1981). Bland dessa finns långa frågor, flera frågor presenterade som en, frågor med svåra eller ovanliga ord och hypotetiska frågor. Flera av dessa har det tagits hänsyn till vid utformningen av enkäterna. Exempelvis används inga svåra ord eller formuleringar. I vissa fall har det inte varit möjligt att undvika dessa kategorier. Två frågor i enkäten till yrkesverksamma brandingenjörer var både långa och hypotetiska, eftersom ett scenario behövde beskrivas. Därtill kom det efterföljande frågor till dessa vilket inte heller är optimalt enligt Foddy (1993). I enkäten till allmänheten var frågorna korta och koncisa vilket betraktas minska sannolikheten för olika tolkning av frågorna. Även för denna enkät är frågorna hypotetiska eftersom det inte varit möjligt att presentera valen i vekligheten.

Enkäten till allmänheten har genomgående haft slutna frågor med alternativsvar. Detta medför att de olika svaren kan jämföras utan att kräva tolkning och denna typ av frågor anses ofta lättare att besvara. Om de tillfrågade personerna inte klart förstår frågan kan två svarande ge två olika svar trots att de menar samma sak. Detta gäller även för frågor som får besvaras med egna ord. Enkäten till brandingenjörerna har en blandning av öppna (fritext) och slutna frågor. Fördelen med frågor som kan besvaras med egen text är att svaren kan antyda kunskapsnivån hos de svarande samt att de undviker vissa effekter som ankringseffekten där de svarande väljer det alternativ de läser exempelvis först, eller det de senast hört. Däremot finns det en risk att svaren blir ofullständiga och vandrar ifrån ämnet med denna typ av frågor (Foddy, 1993). För att undvika risk för bland annat ankringseffekten i enkäten till allmänheten har tre olika varianter av enkäten skapats. Mellan dessa varierar ordningen på både frågor och svarsalternativ. Någon liknande åtgärd gjordes inte för enkäten till yrkesverksamma eftersom det var mer komplicerat att göra för en internetbaserad enkät.

Illustrationerna i både enkäten till allmänheten och till verksamma brandingenjörer skapades i datorprogrammet Sketch-up Make version 16.1.1449. Dessa illustrationer finns i Bilaga 2 och 3.

Innan de färdigställda enkäterna skickades/lämnades ut till varje målgrupp så lämnades ett utkast ut till ett tiotal personer som fick återkoppla sina åsikter om enkätens utformning och tydlighet. Efter detta reviderades enkäterna innan de skickades/lämnades ut till den avsedda målgruppen.

4.2 Urval

Det önskvärda är att ett obundet slumpmässigt urval görs för att stickprovet ska kunna motsvara populationen som ska undersökas. Det innebär att sannolikheten för varje individ i populationen att delta i undersökningen är lika stor (Körner & Wahlgren, 2002). Inom ramen för detta examensarbete har det inte varit möjligt att uppnå ett slumpmässigt urval av individer för de två enkätundersökningarna. Istället har ett bekvämlighets- eller snöbollsurval (Körner & Wahlgren, 2002) gjorts där fokus har legat på att försöka kompensera ett snedvridet resultat genom att nå olika åldersgrupper och en bra fördelning av män och kvinnor.

4.3 Enkät till verksamma brandingenjörer

Populationen som ville undersökas i enkätundersökningen var yrkesverksamma brandingenjörer eller brandinspektörer i Sverige. Enkäten utformades i Google Forms (Google, 2016) vilket innebar att deltagarna kunde svara direkt på en internetsida.

Enkäten, se Bilaga 2, skickades ut till ett stickprov bestående av brandingenjörer på konsultfirmor och brandingenjörer på kommunal räddningstjänst. De kontaktades via ett mejl som kortfattat gav information om examensarbetet och som ombad dem att besvara en enkät via en länk i mejlet. Genom att klicka på länken öppnades enkäten direkt.

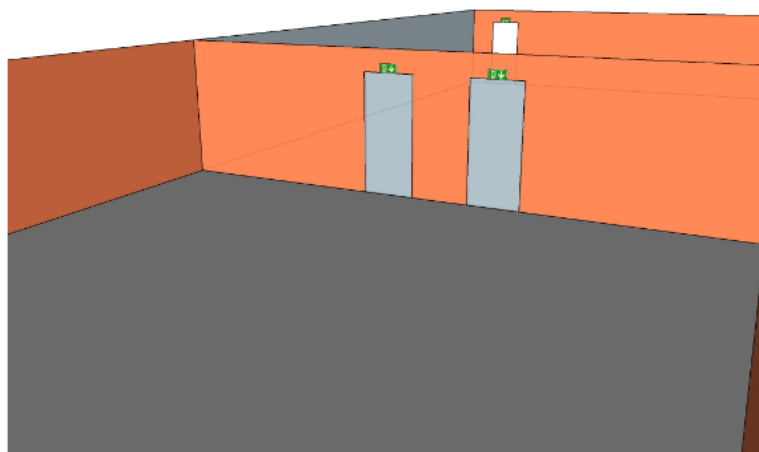
Urvalet till enkäten gjordes genom att brandingenjörer från flera konsultfirmor och kommunala räddningstjänster valdes ut. Fokus låg på att tillfråga både män och kvinnor och att få en spridning över olika arbetsorter i Sverige. Sammanlagt skickades enkäten ut till 105 brandingenjörer från 13 olika konsultföretag och till 38 brandingenjörer från 11 räddningstjänster runt om i Sverige. Kontaktuppgifter till brandingenjörer på konsultfirmor hittades på företagens egna hemsidor. För brandingenjörer på kommunal räddningstjänst fanns direkta kontaktuppgifter sällan tillgängliga. Ett mejl skickades därför till en allmän kontaktperson på respektive räddningstjänst där kontaktuppgifter till brandingenjörer efterfrågades. Detta var en anledning till att färre brandingenjörer på kommunal räddningstjänst tillfrågades.

I enkäten fanns bakgrundsfrågor om den svarandes kön, arbetslivserfarenhet och om denne arbetar inom offentlig eller privat sektor. Dessa frågor ställdes för att få en uppfattning om personerna som besvarade enkäten. Enkäten delades upp i två huvudfrågor som kretsade kring att den svarande ska dimensionera en utrymningsväg i en samlingslokal som kan förväntas betjäna fler än 150 personer. På grund av olika anledningar kan en dörr med bredden 1,20 meter inte användas (vilket är kravet enligt BBR). Frågan är ifall den svarande anser att denna dörr skulle kunna ersättas med två stycken smalare dörrar med bredden 0,90 meter. Det som skiljer de två huvudfrågorna åt är att i det ena fallet leder båda dessa dörrar till samma utrymme medan de leder till två olika utrymmen i det andra fallet. Figur 4.1 visar en av huvudfrågorna i enkäten. Till huvudfrågorna ställdes följdfrågorna ifall det fanns något avstånd då de två dörrarna inte längre kan betraktas motsvara en utrymningsväg eller varför den svarande inte anser att ersättningen är genomförbar. En avslutande fråga undersökte ifall den svarande ser några eventuella risker med att ersätta en dörr med bredden 1,20 meter med två dörrar med bredderna 0,90 meter.

Undersökning om utrymningsvägars utformning

*Obligatorisk

Illustrationsbild



Tänk dig att du ska dimensionera en utrymningsväg i en samlingslokal som förväntas betjäna fler än 150 personer. På grund av olika anledningar kan en dörr med bredden 1,20 meter inte användas. Anser du att denna dörr skulle kunna ersättas med två stycken smalare dörrar med bredden 0,90 meter? Dessa dörrar leder till samma utrymme. *

- Ja
- Nej

Figur 4.1 En av huvudfrågorna i enkäten till yrkesverksamma brandingenjörer där dörrarna leder till samma utrymme.

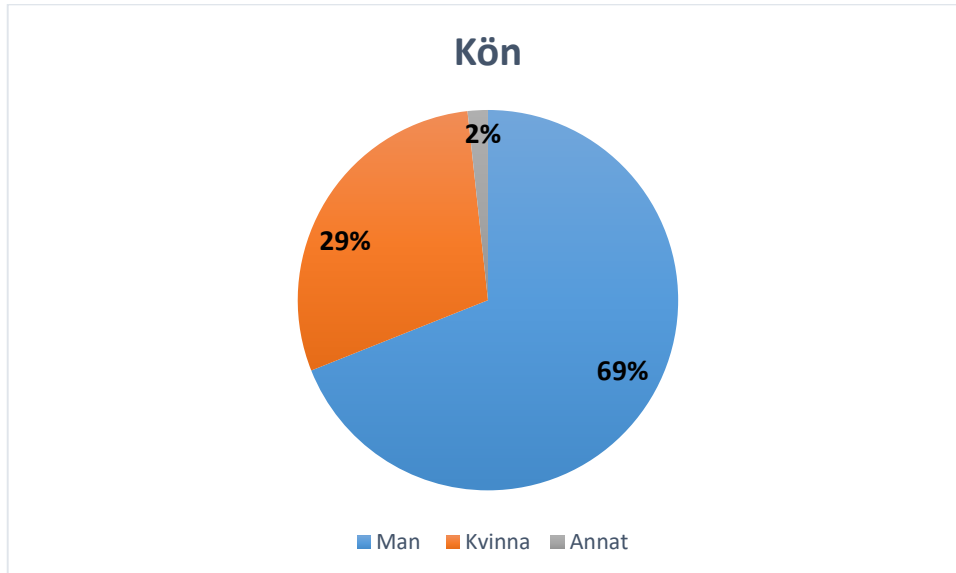
Frågorna utformades icke-ledande för att undvika att den svarande påverkades av influenser från den som designat enkäten. I denna enkät varierades inte ordningen på frågorna eftersom det var svårt att genomföra med en internetbaserad enkät.

Insamling av data pågick under 12 dagar och därefter stängdes möjligheten att besvara enkäten. Detta meddelades i mejlet som sändes ut till de tillfrågade.

4.3.1 Resultat

Av 143 tillfrågade mottogs svar från 58 personer vilket motsvarar en svarsfrekvens av 40,6 procent. I Sverige finns minst 900 brandingenjörer (Saco, 2016). Stickprovet motsvarar således ungefär 15,9 procent av den totala sökta populationen och antalet svar motsvarar då cirka 6,4 procent.

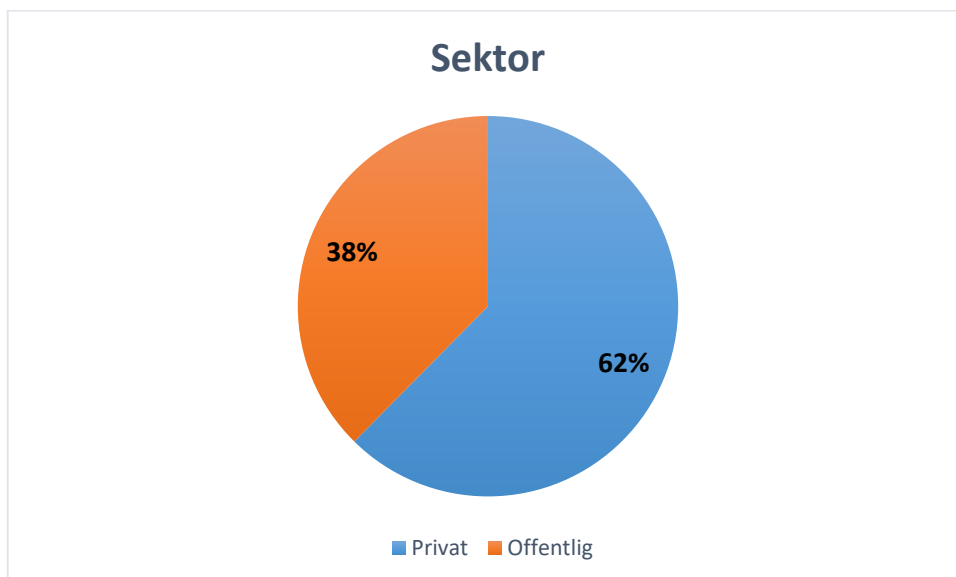
Fråga 1: Kön



Figur 4.2 Könsfördelning i enkät till verksamma brandingenjörer.

Av de svarande var 40 personer män, 17 personer kvinnor och 1 person angav svaret "annat".

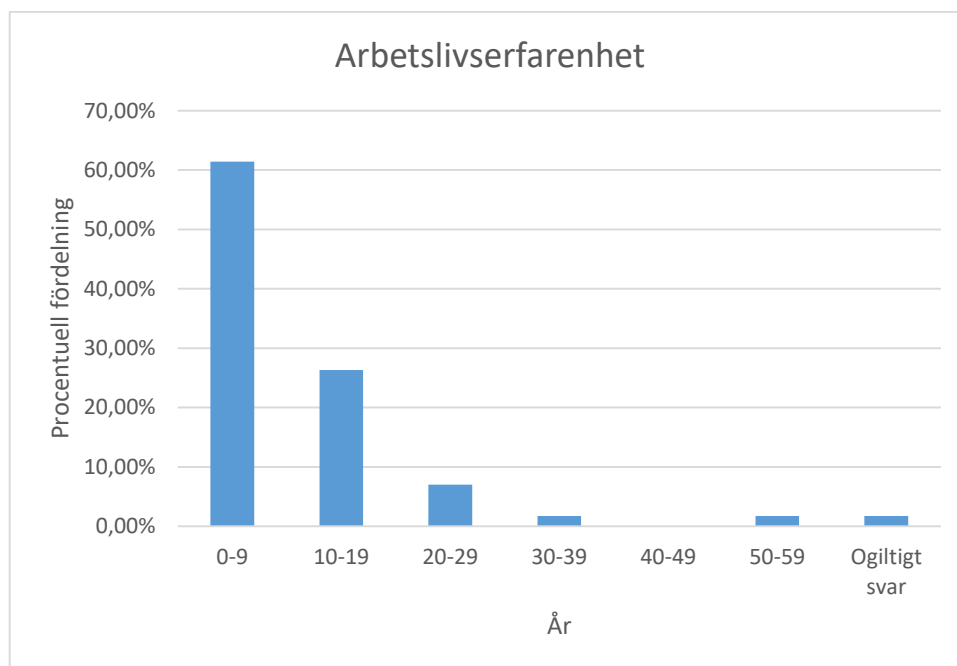
Fråga 2: Inom vilken sektor arbetar du?



Figur 4.3 Fördelning över vilken sektor brandingenjörerna jobbar.

Av de svarande arbetar 36 personer inom privat sektor och 22 personer inom offentlig sektor.

Fråga 3: Hur många års arbetslivserfarenhet har du som brandingenjör/inspektör?

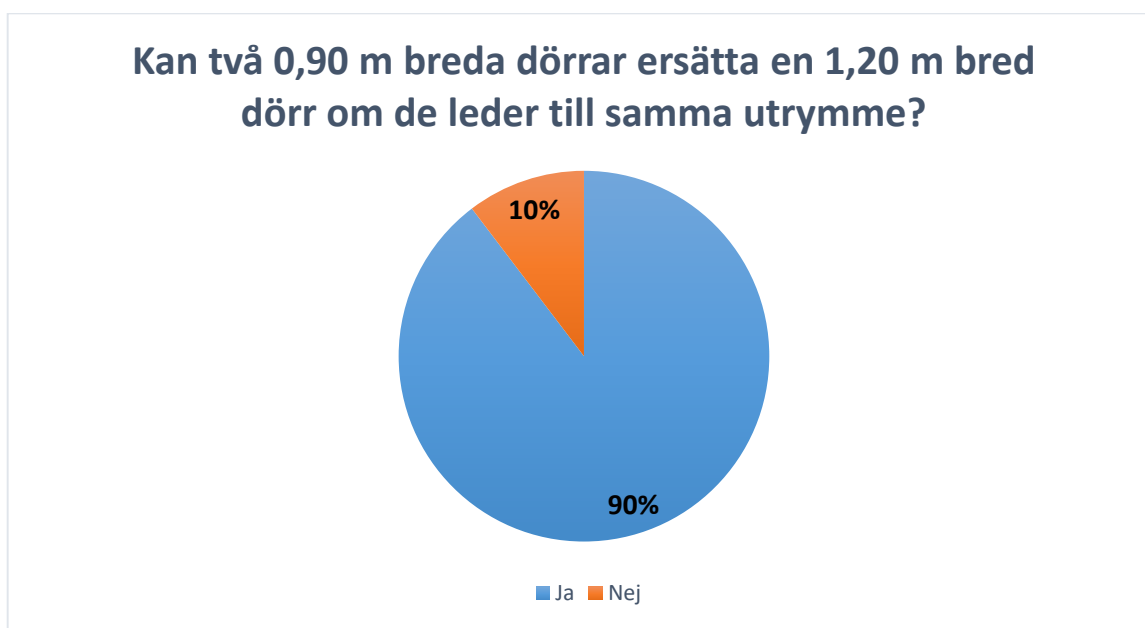


Figur 4.4 Fördelning över arbetslivserfarenhet för brandingenjörer.

De svarande har en genomsnittlig arbetslivserfarenhet på 9,3 år. En person lämnade ett felaktigt svar på denna fråga och därför finns det en kategori med ogiltigt svar.

Fråga 4: Kan två 0,90 m dörrar ersätta en 1,20 m dörr om de leder till samma utrymme?

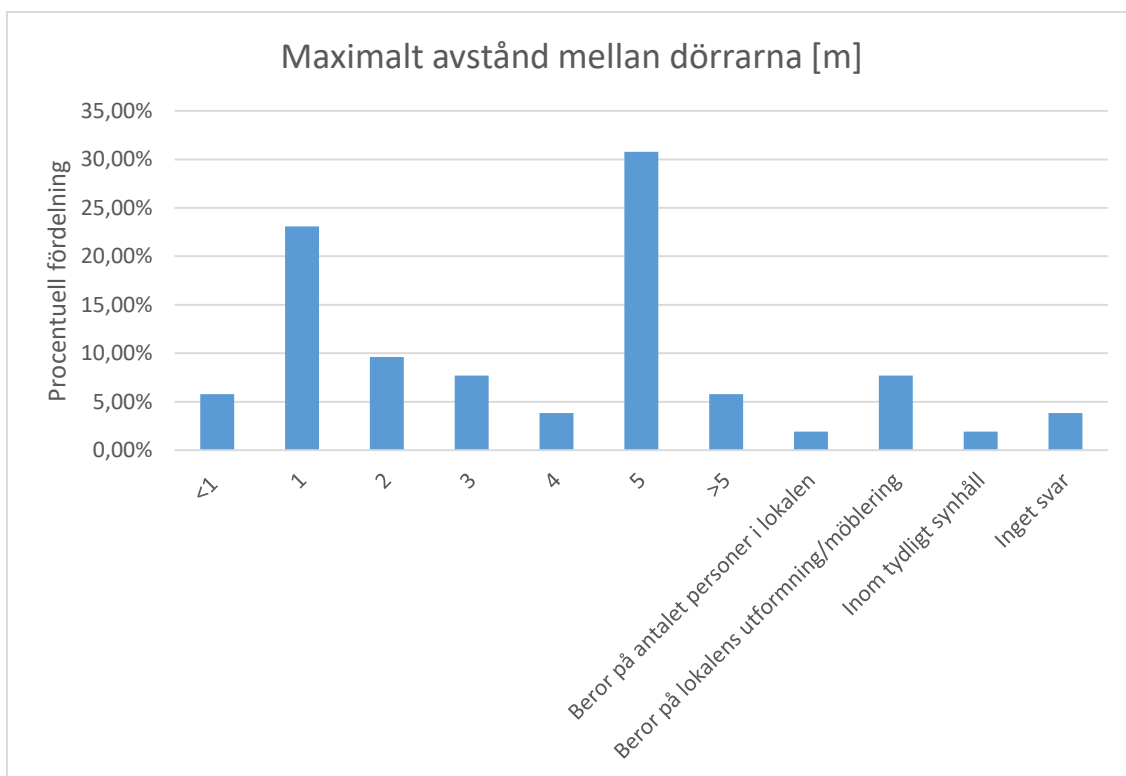
a) Fullständig fråga i enkäten: "Tänk dig att du ska dimensionera en utrymningsväg i en samlingslokal som förväntas betjäna fler än 150 personer. På grund av olika anledningar kan en dörr med bredden 1,20 meter inte användas. Anser du att denna dörr skulle kunna ersättas med två stycken smalare dörrar med bredden 0,90 meter? Dessa dörrar leder till samma utrymme."



Figur 4.5 Svarsfördelning på frågan om en 1,20 m bred dörr kan ersättas av två 0,90 m breda dörrar om de leder till samma utrymme.

På frågan ovan angav 52 personer svaret ”Ja” och 6 personer angav svaret ”Nej”.

b) Om du svarade Ja på föregående fråga, vilket är det maximala avstånd (i meter) mellan dessa två dörrar då du tycker att de fortfarande kan motsvara en utrymningsväg?



Figur 4.6 Fördelning över maximalt avstånd mellan dörrarna om de leder till samma utrymme.

Av de 52 personer som svarade ja på föregående fråga angav 44 personer ett siffervärde, 6 personer angav ett svar i textform utan specifikt siffervärde och 2 personer angav inget svar.

Det genomsnittliga maximala avstånd som angavs som siffervärde är 3,3 meter. Det minsta avstånd som angavs är 0,10 meter och det största är 10 meter.

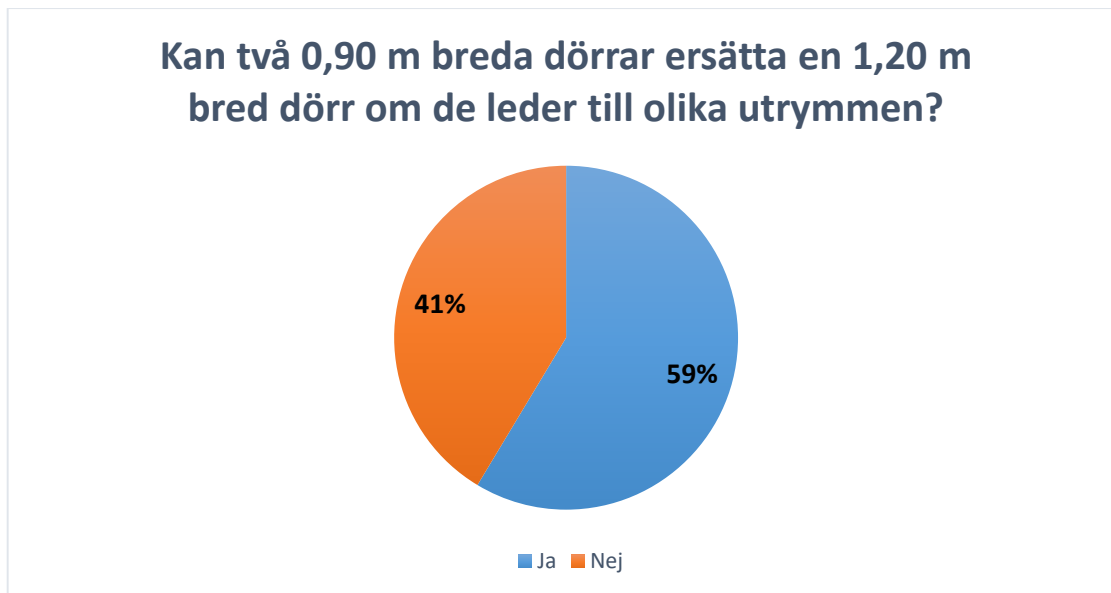
c) Om du svarade Nej på ovanstående fråga, vad är den huvudsakliga anledningen?

Följande svar har sammanfattats utifrån de 6 personer som svarade nej på frågan:

- Risk att utrymmande personer fastnar.
- Köbildning kan uppstå.
- En bred dörr ger ett bättre flöde. Lättare för exempelvis rullstolsburna eller personer med barnvagn att passera.
- Det är inte tillåtet enligt förenklad dimensionering i BBR. Om det analytiskt går att visa att det är bättre så kan ersättningen accepteras.

Fråga 5: Kan två 0,90 m breda dörrar ersätta en 1,20 m dörr om de leder till olika utrymmen?

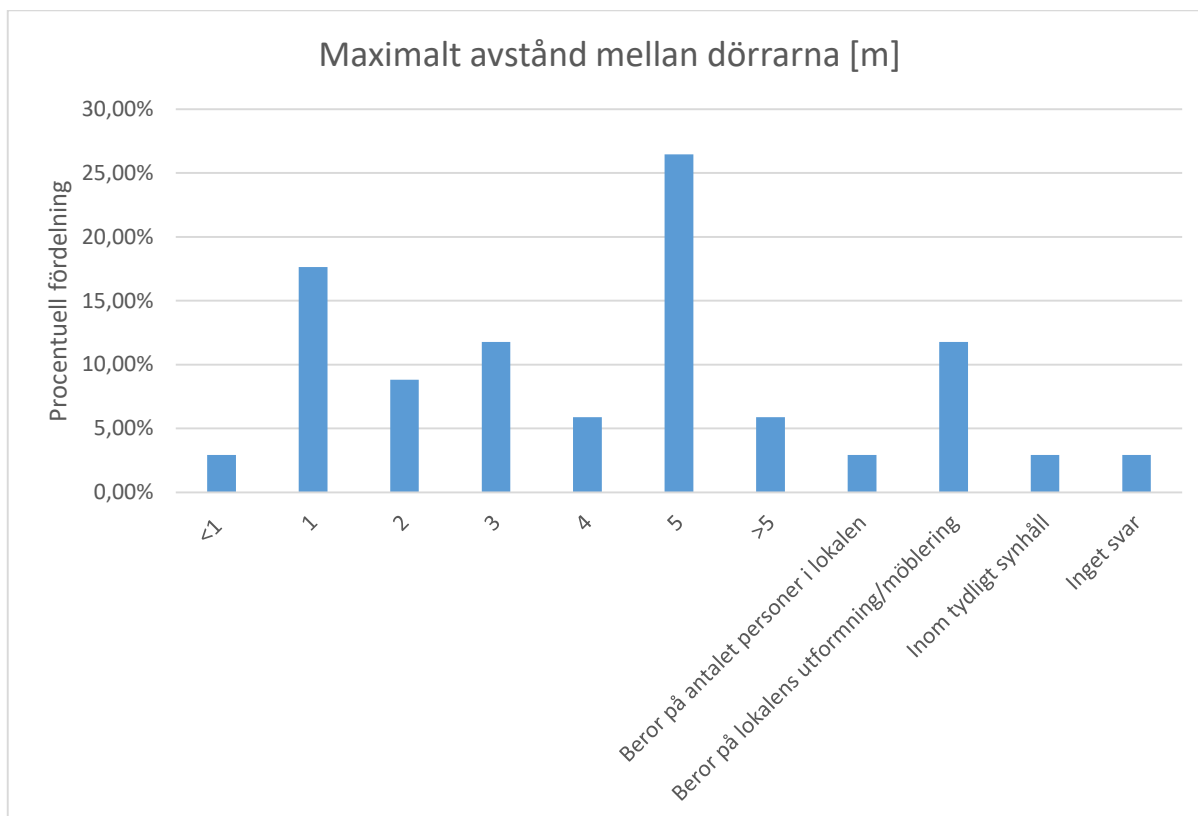
a) Fullständig fråga i enkäten: ”Tänk dig att du istället har en situation där de smalare dörrarna leder till olika utrymmen. Anser du att en dörr med bredden 1,20 meter kan ersättas av två dörrar med bredden 0,90 meter? Du ska fortfarande dimensionera en utrymningsväg i en samlingslokal som förväntas betjäna fler än 150 personer. På grund av olika anledningar kan en dörr med bredden 1,20 meter inte användas.”



Figur 4.7 Svarsfördelning på frågan om en 1,20 m bred dörr kan ersättas av två 0,90 m breda dörrar om de leder till olika utrymmen.

På frågan ovan angav 34 personer svaret ”Ja” och 24 personer angav svaret ”Nej”.

b) Om du svarade Ja på föregående fråga, vilket är det maximala avstånd (i meter) mellan dessa två dörrar då du tycker att de fortfarande kan motsvara en utrymningsväg?



Figur 4.8 Fördelning över maximalt avstånd mellan dörrarna om de leder till olika utrymmen.

Av de 34 personer som svarade ja på föregående fråga angav 27 personer ett siffervärde, 6 personer angav ett svar i textform utan specifikt siffervärde och 1 person angav inget svar.

Det genomsnittliga maximala avstånd som angavs som siffervärde är 3,6 meter. Det minsta avstånd som angavs är 0,50 meter och det största är 10 meter.

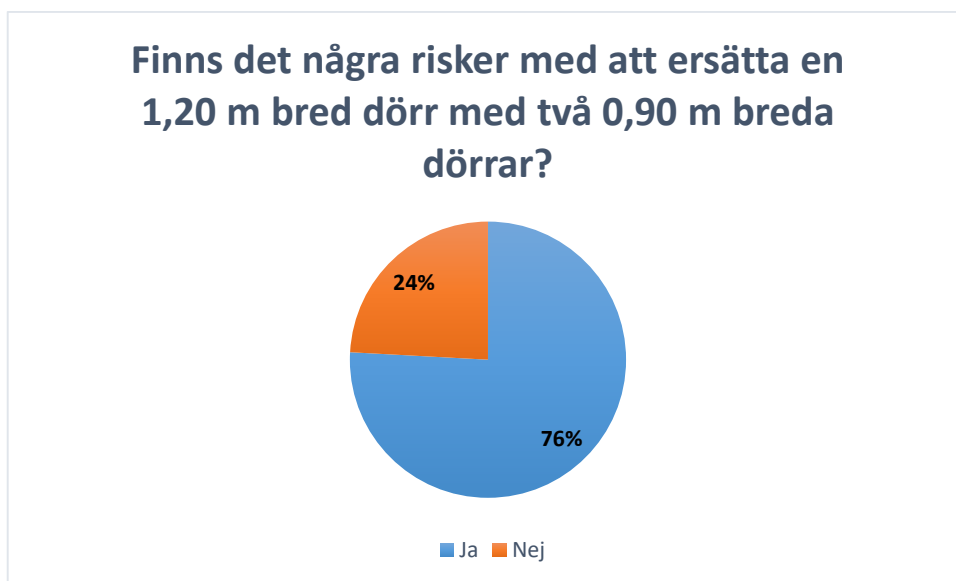
c) Om du svarade Nej på ovanstående fråga, vad är den huvudsakliga anledningen?

De sex vanligaste anledningarna har sammanfattats och presenteras nedan.

- Kan orsaka förvirring/osäkerhet för de utrymmande kring vilken dörr som ska användas.
- Köbildning kan uppstå.
- Om utrymmande personer separeras från sitt sällskap kan de försöka vända tillbaka om de utrymmer till olika utrymmen.
- Dörrarna kan inte utgöra en och samma utrymningsväg om de leder till olika utrymmen.
- Utrymmande personer kan fastna i dörröppningarna. Speciellt om en dörr föredras framför en annan.
- Det är inte praxis att utforma det så.

Fråga 6: Vilka risker innebär denna förändring?

Fullständig fråga i enkäten: ”Ser du några eventuella risker med att ersätta en dörr med bredden 1.20 meter med två dörrar med bredden 0.90 meter? Om Ja, motivera också vilka och varför.”



Figur 4.9 Svarsfördelning på frågan om det finns några risker med att ersätta en 1,20 m bred dörr med två 0,90 m breda dörrar.

Av de svarande anser 44 personer att det finns risker med att ersätta en 1,20 meter bred dörr med två 0,90 meter breda dörrar och 14 personer anser att det inte finns det.

För att presentera vilka risker som ansågs uppkomma till följd av att ersätta en 1,20 meter bred dörr med två 0,90 meter breda dörrar separerades svaren beroende på om det var en riskkälla eller konsekvens av risk. Vissa av de svarande har fokuserat på riskkällorna och andra på konsekvenserna. I Figur 4.10 presenteras en fördelning över hur ofta de olika riskkällorna tagits upp av de svarande.



Figur 4.10 Svarsfördelning över vilka riskkällor som finns med att ersätta en 1,20 m bred dörr med två 0,90 m breda dörrar.

I Figur 4.11 presenteras en fördelning över hur ofta de olika konsekvenserna tagits upp av de svarande.



Figur 4.11 Svartsfördelning över vilka konsekvenser som kan uppstå då en 1,20 m bred dörr ersätts med två 0,90 m breda dörrar.

Övriga synpunkter och kommentarer

Generella kommentarer som erhöles från enkäten var bland annat att bytet från en 1,20 meter bred dörr till två 0,90 meter breda dörrar kräver analytisk dimensionering. Andra kommentarer var att bredare öppningar minskar risken för klämskador och blockering i öppningen. Bredden 1,20 meter ses som en kompromiss eftersom det är tillräckligt brett för att skapa ett bra flöde, men inte för brett så att dörren blir svår att hantera. För denna bredd anses två personer kunna passera samtidigt. Detta uppfattades även kunna ske genom två dörrar med bredden 0,90 meter men det ökar risken att personer kläms fast.

När avståndet mellan öppningarna ökar förväntas trängselfaktorn öka medan flödet inte påverkas. Hur stort antal som förväntas använda utrymningsvägarna anses spela roll för ifall bytet kan accepteras. Vid stora personantal och smala bredder väntas problem. En svarande förklarade att vid utrymning kan tunnelseende uppstå vilket medför att öppningarna då måste finnas tillräckligt nära varandra så att båda går att överblicka. Avståndet mellan öppningarna och personantalet anses dock inte vara de enda aspekter som påverkar ifall bytet kan accepteras. Alkoholservering, våningsplan, verksamhetstyp och larm är andra aspekter som behöver beaktas. Flera svarande påpekade också att detta byte sällan skulle accepteras i byggskedet medan det vid en tillsyn enligt Lagen om skydd mot olyckor (LSO) skulle anses mer accepterat.

Ifall utrymmana har olika användning som om en är entré anses detta kunna bidra till förvirring och att endast en av öppningarna används. Som vid riskkällorna nämndes även att splittring av sällskap kan innebära återvändande för att hitta varandra. En svarande ansåg att utrymmana måste vara likvärdiga för att bytet ska kunna genomföras.

4.3.2 Analys

Nedan analyseras resultaten från enkätundersökningen till brandingenjörerna.

Huvudfrågorna

Huvudfrågan i enkäten var ifall en 1,20 meter bred utrymningsdörr kan ersättas med två 0,90 meter breda dörrar. Variabeln som varierades och skiljde de två huvudfrågorna åt i enkäten var ifall utrymningsvägarna ledde till *ett* gemensamt utrymme eller *två* olika utrymmen. För att se om det fanns en statistisk skillnad i åsikt för denna variabel genomfördes ett McNemar-test, se Bilaga 3. En korstabell över svarsfördelningen för de olika frågorna visas i Tabell 4.1.

Av de svarande ansåg 52 personer (90 %) att bytet kunde göras om dörrarna ledde till ett gemensamt utrymme. För två utrymmen ansåg 34 personer (59 %) att bytet kunde göras. Enligt McNemar-testet är detta en signifikant skillnad. Det ges starka bevis emot att skillnaden i åsikt är orsakat av slumpen. Ett p-värde under 0,05 är signifikant och ett p-värde på $7,6 * 10^{-6}$ erhöles. Att utrymningsvägarna leder till ett eller två utrymmen har alltså en signifikant betydelse enligt brandingenjörerna. Ersättningen är mer accepterad om utrymningsvägarna leder till ett gemensamt utrymme istället för till två olika. En nackdel med enkäten är att ordningen på frågorna inte varierades vilket kan ha bidragit till ankring vilket till viss del kan ha påverkat resultatet. Ett tydligt samband kan ändå observeras där ingen som har svarat nej på första frågan (ett utrymme) sedan har svarat ja på andra frågan (två utrymmen).

Tabell 4.1 Korstabell över de två huvudfrågorna i enkäten till verksamma brandingenjörer.

		2. Kan två 0,90 meter breda dörrar ersätta en 1,20 meter bred dörr om de leder till olika utrymmen?		Total
		Nej	Ja	
1. Kan två 0,90 meter breda dörrar ersätta en 1,20 meter bred dörr om de leder till ett utrymme?	Nej	6	0	6
	Ja	18	34	52
Total		24	34	58

Följdfrågorna

Till huvudfrågorna ställdes följdfrågan vid vilket maximalt avstånd mellan dörrarna som de fortfarande kan motsvara en utrymningsväg. Det kan urskiljas från resultaten i Figur 4.6 och Figur 4.8 att det finns vissa likheter mellan svaren oberoende om det är dörrar som leder mot ett utrymme eller två utrymmen. Avståndet fem meter mellan utrymningsdörrarna sticker tydligt ut som mest föredraget. En meter är tydligt det näst mest föredragna. Från Tabell 4.1 kan det urskiljas att flertalet (65 %) av de som svarade ja på första frågan även svarade ja på andra frågan.

Risker

Sammanställningen som gjorts visar att brandingenjörerna anser att ersättningen av en 1,20 meter bred utrymningsdörr med två 0,90 meters dörrar kan skapa en mängd olika riskkällor. Ingen av dessa är tydligt överrepresenterad. För konsekvenserna av ersättningen är det tre faktorer som tagits upp med liknande frekvens. Dessa är att köbildning kan uppstå vilket leder till längre utrymningstid, dörrarna kan användas olika mycket vid en utrymning (en dörr föredras) och utrymmande personer kan fastna i dörröppningarna. Enligt författarna hänger dessa tre faktorer ihop och är delvis beroende av varandra. Köbildning kan exempelvis uppstå om en dörr föredras framför en annan och det kan leda till att utrymmande personer fastnar i öppningen. Den största skillnaden som uppmärksammats för om utrymningsvägarna leder till ett eller två utrymnen är att om utrymmande personer separeras från sitt sällskap kan de försöka vända tillbaka om de gått till olika utrymnen.

4.4 Enkät till allmänheten

Syftet med denna enkät var att undersöka vilka typer av dörrkonfigurationer som allmänheten föredrar i en utrymningssituation. Tanken är att detta implicit ska påvisa riskuppfattning eller vad som upplevs som tryggast. Med allmänhet avses populationen Sveriges befolkning i åldrarna 15-94 år.

Efter att skapat ett utkast av en enkät lämnades denna ut på prov till ett tiotal personer för att undersöka hur användarvänlig enkäten var och hur lätt den var att förstå. Synpunkterna var positiva och testpersonerna angav att enkäten var lätt att förstå, men att det var svårt att veta vilken åsikt de hade i frågorna. Därför gjordes inga förändringar av enkäten och den blev därmed den slutgiltiga versionen.

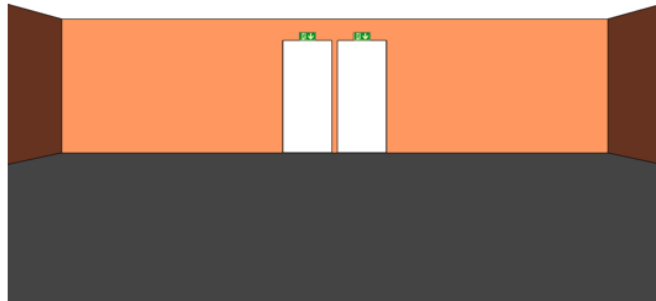
Enkäten lämnades personligen ut till personer som befann sig i Lund på offentliga platser så som olika torg, tågstationen och Nova köpcentrum. Detta är en form av bekvämlighetsurval. Den delades även ut till personer på olika arbetsplatser i Malmö och Kristianstad med hjälp av andra tillfrågade personer. Detta är ett så kallat snöbollsurval.

Urvalet till enkäten gjordes genom att personer som passerade platsen tillfrågades om de ville delta. Fokus låg på att tillfråga både män och kvinnor, samt personer i olika åldersgrupper. Stickprovet blev därför alla personer som valde att delta i undersökningen på respektive plats.

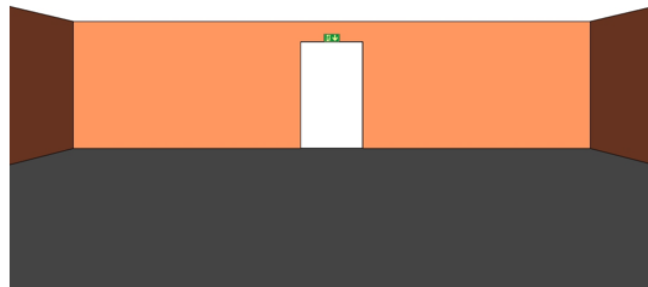
I enkäten fanns bakgrundsfrågor om den svarandes ålder och kön. Därefter följde tio frågor gällande olika dörrkonfigurationer. De svarande presenterades en utrymningssituation där de står i ett rum och alltid har en utrymningsväg bakom sig. För varje fråga visades två olika bilder av hur utrymningsvägarna framför dem såg ut. Det ena alternativet var alltid en referensdörr med bredden 1,20 meter. Det andra alternativet var två dörrar med bredden 0,90 meter och avståndet mellan dem varierades mellan 0,10 meter och 20 meter. I en fråga var alternativet till referensdörren en lika bred dörr med en stolpe med diametern 0,10 meter placerad en meter framför dörröppningen. Frågan som ställdes var alltid vilken lokal som personerna hade föredragit att befinna sig i vid en utrymningssituation. De faktiska avstånden mellan dörrarna och dörrarnas dimensioner skrevs inte ut i enkäten, men illustrationerna utformades skalenligt. Enkäten besvarades på en separat svarsblankett genom att kryssa i alternativ A eller B för varje fråga. Ett exempel på detta val presenteras i Figur 4.12. Hela enkäten och svarsblanketten redovisas i Bilaga 4.

Vilken av följande lokaler hade du föredragit att befinna dig i vid en utrymning?
Kryssa i rutan på svarsblanketten för det alternativ som du föredrar.

Lokal A



Lokal B



Figur 4.12 Fråga 1 från enkät A. Alla frågor presenteras i Bilaga 4.

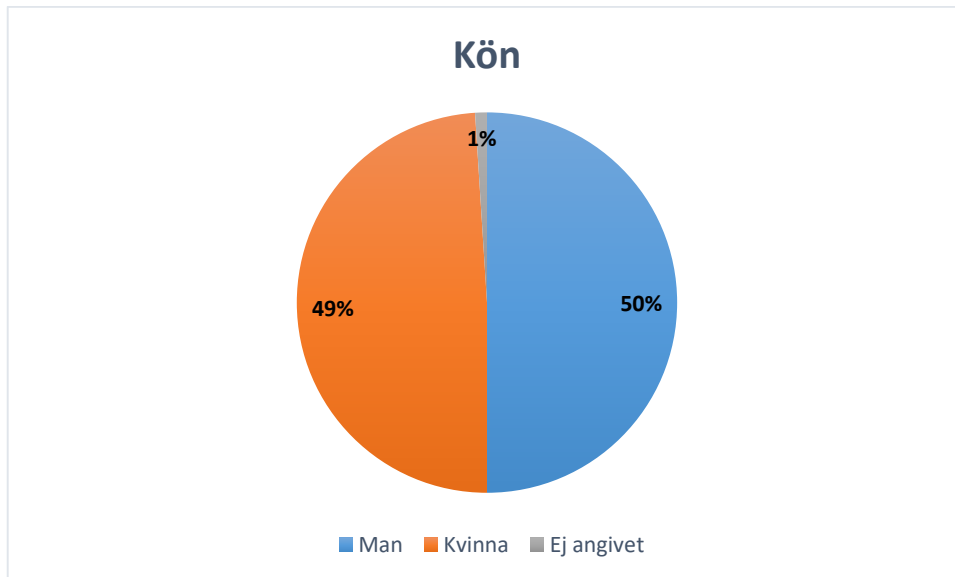
Som nämnts i avsnitt 3.1 skapades tre olika enkäter där ordningen på frågorna och svarsalternativen varierades för att undvika ankringseffekt. Enkäterna kallades för A, B och C. För enkät B och C var ordningen på frågorna identisk medan ordningen på alternativen var precis tvärtom. Enkät A och B hade alternativen i samma ordning, men frågorna var i olika ordning. Samtliga 10 frågor var med i varje enkät. För enkät A presenterades frågorna i stigande ordning för avståndet mellan de två dörrarna, det vill säga från 0,10 meter till 20 meter, och avslutades med frågan om hinder. För enkät B och C slumpades ordningen på frågorna fram.

Insamling av data pågick under åtta dagar mellan den 12 och 19 oktober.

4.4.1 Resultat

Antalet svar i enkätundersökningen var 100 stycken och bortfallets storlek är okänt. Detta eftersom det inte noterades hur många personer som inte ville delta i undersökningen. Sveriges befolkning bestod av 9 938 648 personer den 31 augusti 2016 (SCB, 2016). Stickprovet motsvarar således ungefär 0,001 procent av den totala sökta populationen. Avsiktligt har personer yngre än 15 år inte tillfrågats.

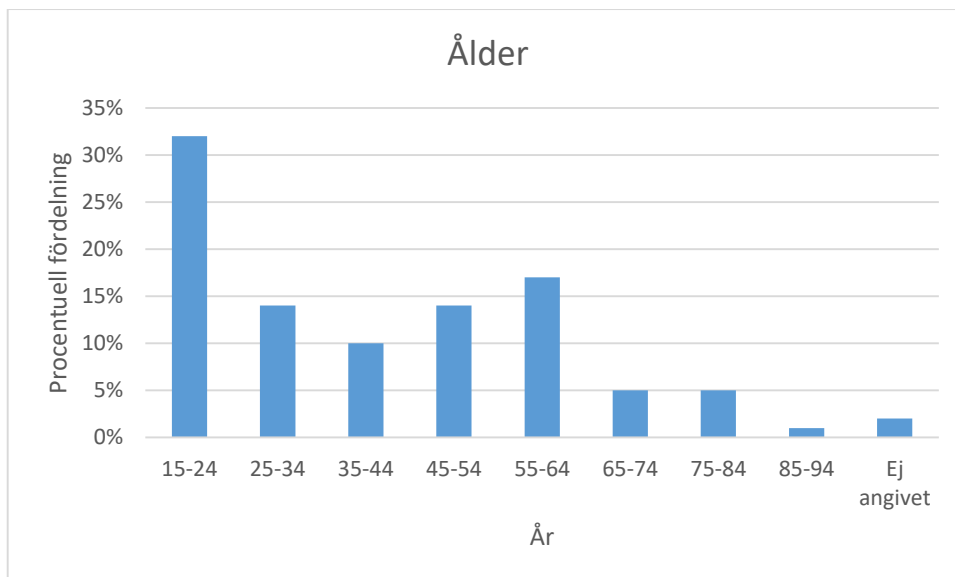
Fråga 1: Kön



Figur 4.13 Könsfördelning i enkät till allmänheten.

Av de svarande var 50 personer män, 49 personer kvinnor och en person angav inget svar.

Fråga 2: Ålder

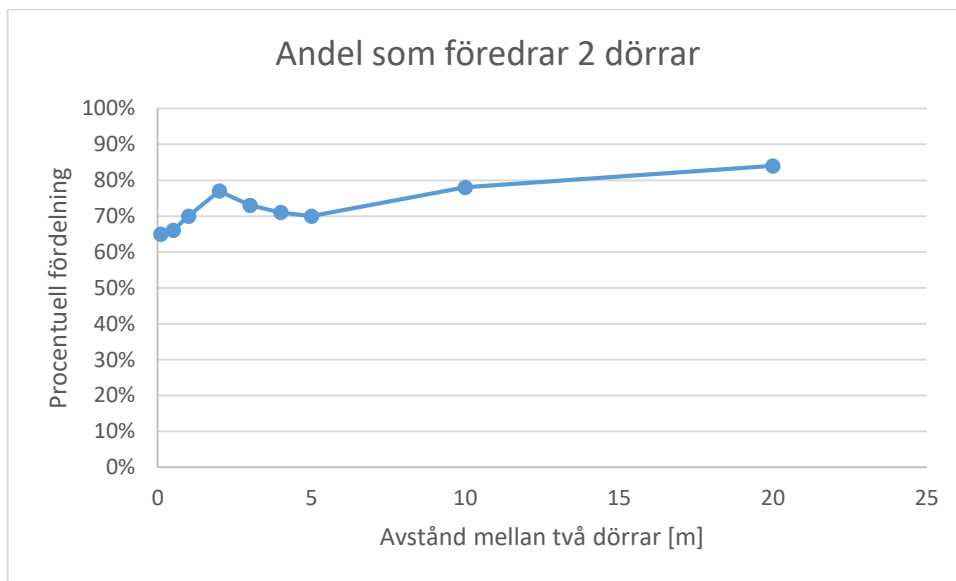


Figur 4.14 Åldersfördelning i enkät till allmänheten.

De svarande har en genomsnittlig ålder på 40,5 år. Två personer angav inget svar på frågan och deras ålder är således inte inräknad.

Fråga 3: Vilken lokal föredrar du vid en utrymningsituation?

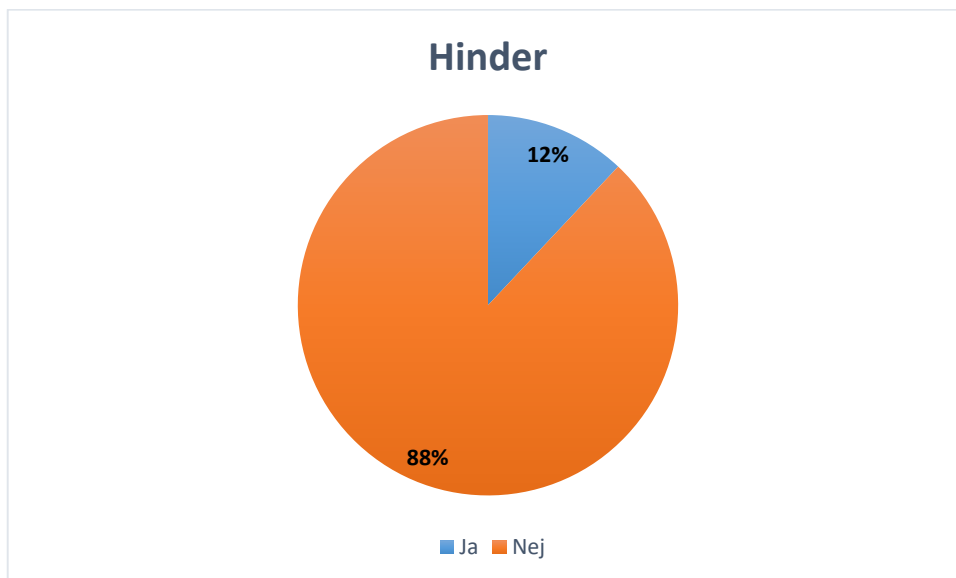
Två 0,90 m breda dörrar vid olika avstånd eller en 1,20 m bred dörr:



Figur 4.15 Andel som föredrar två 0,90 m breda dörrar framför en 1,20 m bred dörr då avståndet mellan de två dörrarna varierar.

Av de svarande föredrar 65 % eller fler två 0,90 meters dörrar framför en 1,20 meters dörr oavsett avstånd mellan dörrarna.

Hinder framför 1,20 m bred dörr eller en 1,20 m bred dörr utan hinder:



Figur 4.16 Svarsfördelning över andelen som valde alternativet med ett hinder framför en dörr med bredden 1,20 meter jämfört med utan ett hinder.

Av de svarande föredrar 88 personer en 1,20 meters dörr utan hinder och 12 personer föredrar en 1,20 meters dörr med hinder framför.

4.4.2 Analys

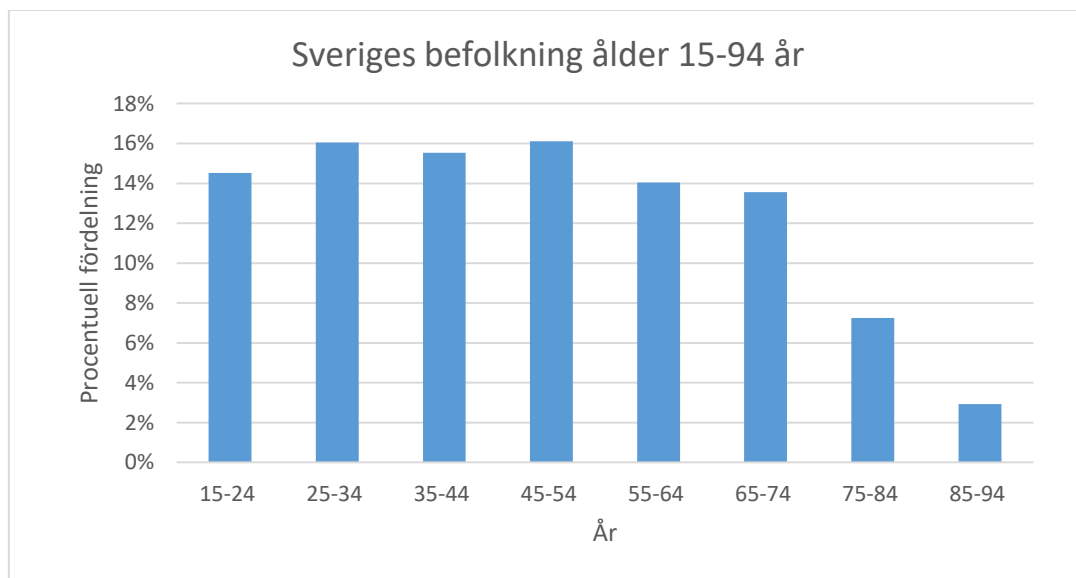
I nedanstående avsnitt analyseras hur urvalet av de tillfrågade har påverkat resultatet och hur resultaten skiljer sig mellan de tre olika enkätvarianterna.

Urval

Könsfördelningen och åldern bland de svarande i stickprovet har jämförts mot den sökta populationen. Eftersom den sökta populationen är personer i åldrarna 15-94 år är det detta intervall som har varit utgångspunkten då information söktes om Sveriges befolkning.

Först undersöktes könsfördelningen. Data från SCB för året 2015 visar att i populationen var 49,8 % män och 50,2 % kvinnor (SCB, 2015). Bland de svarande i stickprovet var fördelningen 50 % män, 49 % kvinnor och 1 % ej angivet. Könsfördelningen bland de svarande uppfattades således vara representativ för Sveriges befolkning inom det angivna åldersintervallet.

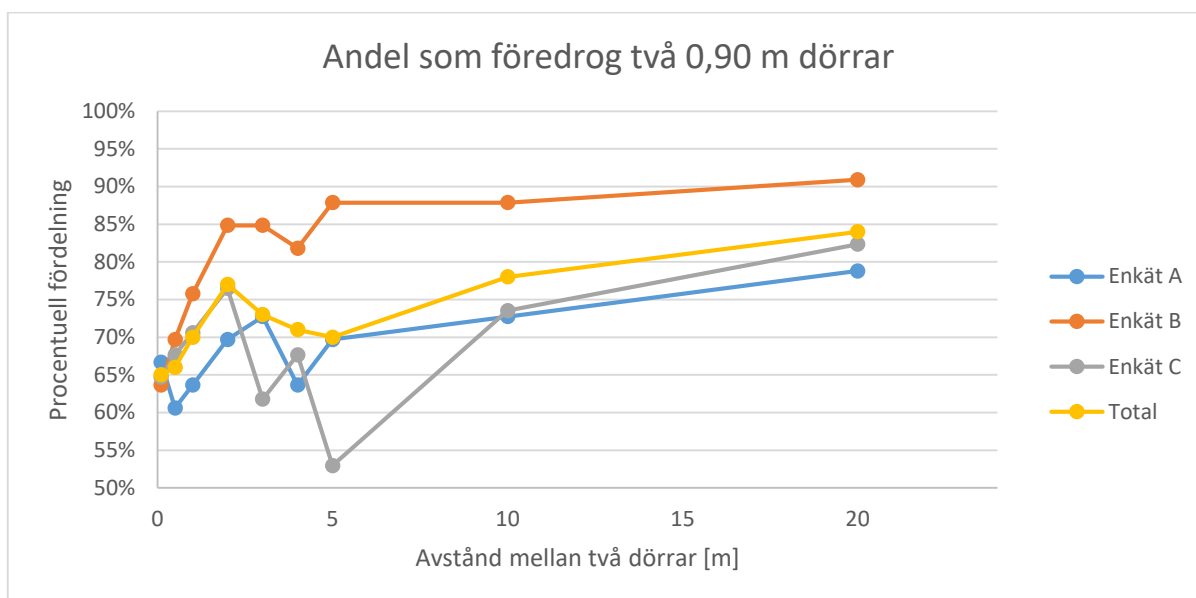
Därefter undersöktes åldersfördelningen. Enligt data från SCB för året 2015 så ser populationens åldersfördelning ut som i Figur 4.17. Åldersgruppen 45-54 år är den marginellt största i Sverige, men fördelningen är ganska jämn mellan 15 och 74 år (SCB, 2015). Om Figur 4.14 jämförs med Figur 4.17 syns det att det i stickprovet finns en överrepresentation av personer i åldersgruppen 15-24 år och ett underskott av personer i åldersgruppen 65-74 år. Den största skillnaden mellan stickprovet och populationen är ålderskategorin 15-24 år. För att kontrollera ifall detta eventuellt skulle innebära en snedvridning av resultatet genomfördes ett statistiskt test för att undersöka ifall det fanns någon signifikant skillnad i svaren mellan personer i åldern 15-24 år och 45-54 år (som är den största andelen i Sverige). Ett Fishers exakta test genomfördes för samtliga frågor för att undersöka ifall det fanns någon signifikant skillnad mellan svaren från de två åldersgrupperna. Inget resultat uppvisade signifikant skillnad vilket kan ses i Bilaga 5. Därför bör en överrepresentation av unga i enkäterna inte ha snedvridit resultatet.



Figur 4.17 Åldersfördelning för Sveriges befolkning i åldrarna 15-94 år. Källa: SCB (2015).

Jämförelse mellan de olika enkäterna

En jämförelse av svaren för enkät A, B och C har gjorts. Nedan presenteras en graf i Figur 4.18 som visar andelen i varje enkät som föredrog två 0,90 meter breda dörrar jämfört med en 1,20 meter bred dörr vid utrymning. Avståndet mellan de två dörrarna varierades mellan 0,10 och 20 meter.



Figur 4.18 Andel som föredrog två dörrar för de olika enkäterna.

I figuren kan det urskiljas att svarsresultaten varierade något mellan de olika enkätvarianterna. Störst är variationen mellan enkät B och enkät C där skillnaden mellan enkäterna var ordningen i vilka alternativen presenterades. Ordningen på frågorna var densamma. Störst var skillnaden då avståndet mellan de två dörrarna var fem meter. För att undersöka om det fanns någon statistiskt signifikant skillnad mellan enkäterna genomfördes ett Pearson Chi-två test för alla tre enkäter med hjälp av datorprogrammet SPSS (IBM, 2016). Resultaten redovisas i Bilaga 6. Testen visade att det fanns en signifikant skillnad för avståndet fem meter. För avståndet tre meter var skillnaden näst störst men skillnaden var inte signifikant. Endast ett avstånd mellan dörrarna har alltså påvisats ha en signifikant skillnad mellan svaren i de olika enkäterna.

Totalt sett kan det observeras att det är 53 % eller fler av personerna som föredrar två 0,90 m breda dörrar jämfört med en 1,20 m bred dörr oavsett avstånd mellan dörrarna.

För de tre enkäterna uppvisades liknande resultat för frågeställningen om ett hinder (stolpe) föredrogs framför utrymningsdörren eller inte. I Tabell 4.2 framgår det att oberoende av vilken enkät som besvarats så är det en klar majoritet som inte föredrog en stolpe i utrymningsvägen.

Tabell 4.2 Andel som inte föredrar en stolpe i utrymningsvägen

Enkät	Andel som inte föredrog en stolpe i utrymningsvägen [%]
A	97
B	82
C	85

5 Experiment – personflöde och persontäthet för olika öppningar

Laboratorieförsöken genomfördes den 2 och 3 november år 2016 i laborationshallen på markplan i V-huset på LTH. Försöksområdet var avspärrat. Försöken genomfördes under en timme med start klockan 15:15 båda dagarna. Utformningarna av öppningarna som testades var en öppning, två öppningar och öppning med hinder. Totalt användes två actionkameror (Gopro Hero 3+), två videokameror (Sony Handycam HDR-CX200) och en digitalkamera (Nikon Coolpix AW120). Syftet med experimentet var att undersöka personflöde genom olika konfigurationer av öppningar och grovt uppskatta persontäthet i anslutning till dessa. Insamlad data från experimentet hanterades på ett etiskt och säkert sätt enligt vad som anges i Bilaga 1.

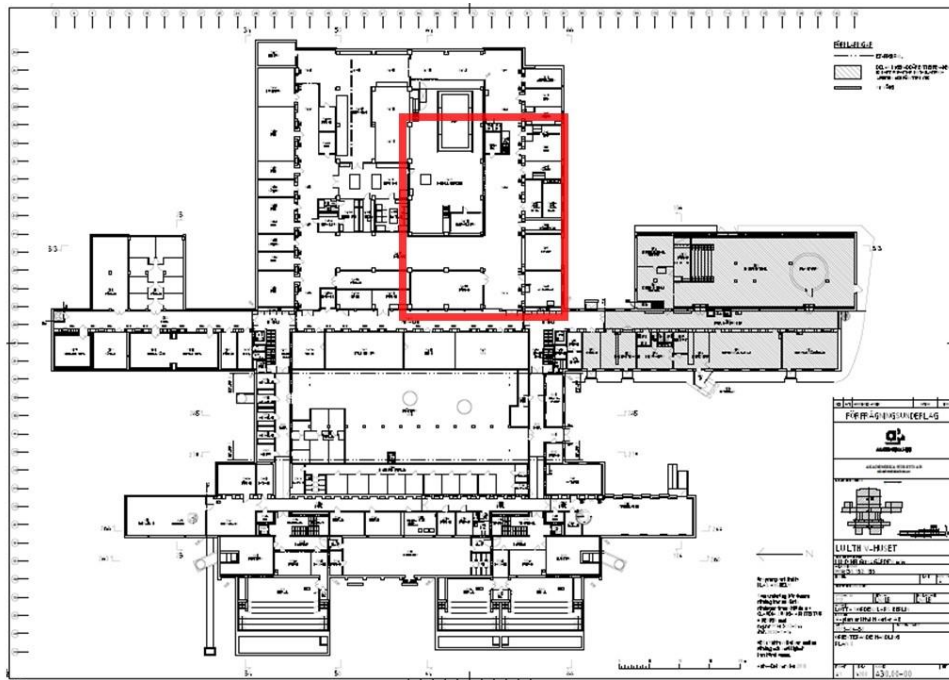
5.1 Försökspersoner och rekrytering

Antalet försökspersoner som deltog i försöken var 69 personer jämnt fördelat över de två dagarna. Försökspersonerna rekryterades främst från lantmäteriprogrammet och brandingenjörsprogrammet, men även från sju andra program på Lunds Tekniska Högskola. De kontaktades via direkt mejlkontakt, på olika institutioners Facebooksidor och via personlig kontakt på skolan. Ersättning i form av en biobiljett utgick efter att försöken genomförts. I mejlet gavs en beskrivning av syftet med examensarbetet och en kort sammanfattning av hur försöken skulle genomföras. Även personer som inte gick på skolan gavs senare tillåtelse att delta.

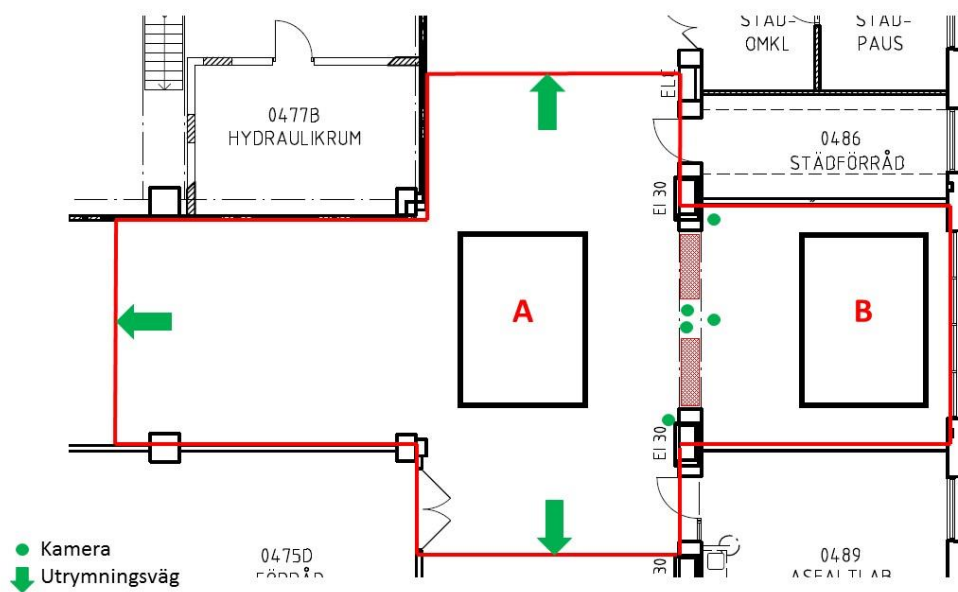
Personer som var intresserade av att delta i försöken fick anmäla sig via ett webbaserat formulär. De fick ange kontaktuppgifter och vid vilken av dagarna som de ville delta. Försökspersonerna meddelades via mejl vilken dag de skulle delta.

5.2 Försöksuppställning

Området där försöken genomfördes visas i Figur 5.1. Figur 5.2 är en förtydligande bild. I denna figur illustreras försökspersonernas startpositioner i form av rutor som är märkta A eller B. Kamerornas placering och avspärningen som gjorts visas också. Mellan position A och B byggdes en vägg upp med hjälp av skåp, vilka bestod av spånskivor och reglar. Dessa verkade som byggklossar och flyttades runt för att skapa öppningar med de mått som avsetts för de olika scenarierna. Skåpen var 2,1 meter höga och 30-33 cm djupa. Alla de befintliga utrymningsvägarna fanns fortfarande tillgängliga under försöken och de är markerade med gröna pilar i Figur 5.2.



Figur 5.1 Ritning över östra delen av plan 0 i V-huset (Lund Helgonagården 6:16).

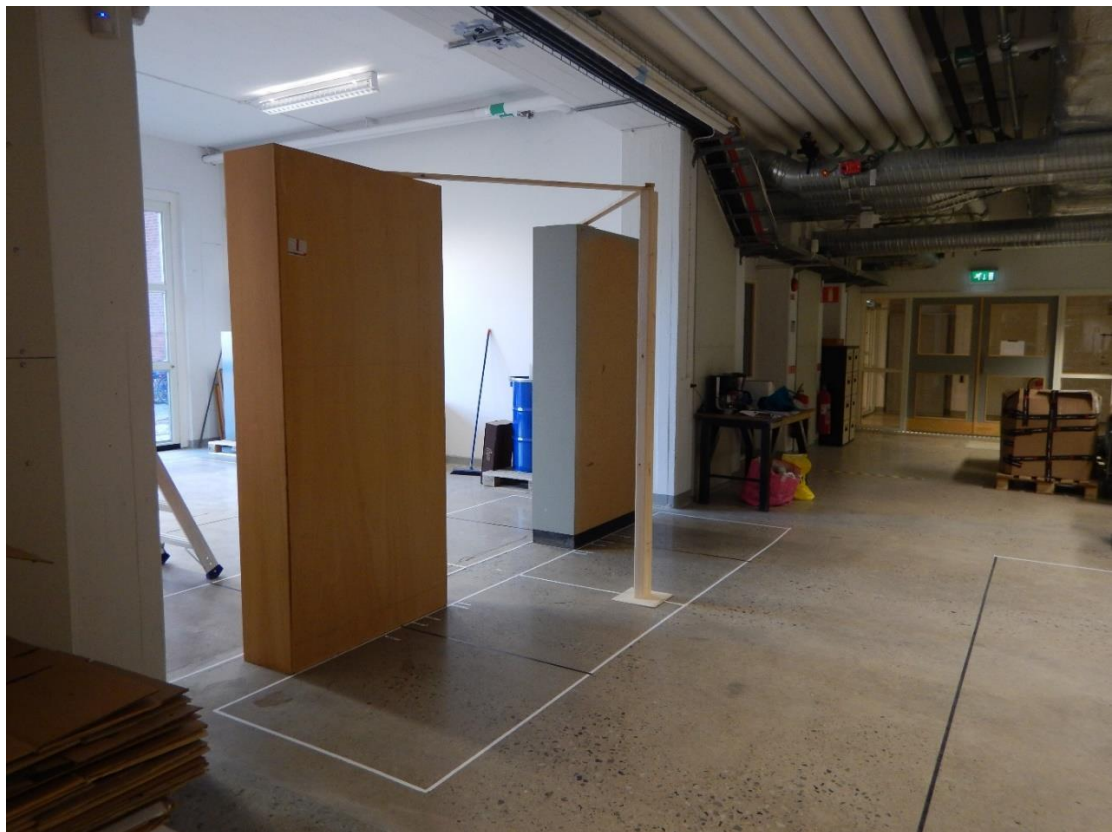


Figur 5.2 Förtydligande bild över försöksområde som visar avspärrningsmarkering, utrymningsvägar, vägguppställning, kameraplacering och startposition för deltagarna.

För att skapa olika avstånd mellan öppningarna användes en träregel som var 2,10 meter hög, 0,10 meter bred och 0,045 cm djup. Den stabiliserades med en bottenplatta och läkt som sattes fast med hjälp av skruvtingar uppe på skåpen. Träregeln användes även som hinder framför öppningen. För avståndet 0,50 meter mellan öppningarna skruvades en tunn plywoodskiva fast på regeln. Då avståndet skulle vara en meter mellan öppningarna användes ett skåp som var en meter hög, en meter bred och 0,30 meter djup. Exempel på två olika försöksuppställningar visas i Figur 5.3 och Figur 5.4.



Figur 5.3 Försöksupställning för scenario med två 0,60 m öppningar med 0,50 m avstånd emellan.



Figur 5.4 Försöksupställning för scenario med hinder placerat en meter ifrån öppningen.

5.3 Genomförande

En grupp om cirka 35 försökspersoner deltog vid varje försöksdag och alla deltog samtidigt i varje scenario. Under den första dagen deltog 35 personer och under den andra dagen 34 personer. Försökspersonerna fick en introduktion om hur försöken skulle genomföras och de fick fylla i en samtyckesblankett för deltagandet. Utformningen av samtyckesblanketten finns i Bilaga 7. Efter att samtyckesblanketten fyllts i blev försökspersonerna tilldelade ett frågeformulär som fylldes i efter att varje försöksscenario genomförts. Varje scenario startades av försöksansvarig med hjälp av en ljudsignal. Mellan varje repetition blandades gruppen av försökspersoner om så att ordningen som personerna gick i varierades. Detta gjordes för att undvika inlärningseffekt. Försöken genomfördes från båda sidorna om väggen. Det innebar att personerna startade två gånger från position A och två gånger från position B. För att förutsättningarna skulle vara desamma för alla scenarierna skapades en ruta 2,5 meter framför öppningarna, alltså en på var sida av den uppställda väggen. Det var i denna ruta som samtliga deltagare fick befinna sig när startsignalen gick. Arean på rutan bestämdes till 12 m² för att skapa en ungefärlig persontäthet av 2,8–2,9 pers/m². Rutans storlek bestämdes utifrån försöksutrymmets dimensioner och för att avståndet till öppningarna inte skulle bli för kort. För kort avstånd mellan rutan och öppningarna ville undvikas för att personerna skulle hinna få upp gånghastighet innan de nådde öppningarna.

Scenarierna som genomfördes presenteras i Tabell 5.1 nedan. I Bilaga 8 finns även illustrationer över varje försökuppställning. Inför varje scenario visades en skylt upp framför kamerorna så att det var lätt att urskilja i efterhand vilket försöksscenario som filmats. Scenario 1 var referensscenariot och det genomfördes vid två olika tillfällen för att undersöka om inlärningseffekt uppstod. Ordningsföljden för scenarierna valdes ut för att underlätta ombyggnationen och på så vis korta ner tiderna mellan försöken. Varje scenario testades fyra gånger per dag, alltså totalt åtta gånger under de två dagarna försöken genomfördes. Scenario 1 testades totalt 16 gånger.

Tabell 5.1 Beskrivning av de olika scenarierna och ordningsföljden i vilken de genomfördes.

Scenario	Beskrivning	Ordningsföljd
1	<ul style="list-style-type: none">1 öppning med bredden 1,20 m	1+8
2	<ul style="list-style-type: none">2 öppningar med bredden 0,90 m1,0 m mellan öppningarna	2
3	<ul style="list-style-type: none">2 öppningar med bredden 0,60 m1,0 m mellan öppningarna	3
4	<ul style="list-style-type: none">2 öppningar med bredden 0,90 m0,50 m mellan öppningarna	4
5	<ul style="list-style-type: none">2 öppningar med bredden 0,60 m0,50 m mellan öppningarna	5
6	<ul style="list-style-type: none">2 öppningar med bredden 0,90 m0,10 m mellan öppningarna	6
7	<ul style="list-style-type: none">2 öppningar med bredden 0,60 m0,10 m mellan öppningarna	7
8	<ul style="list-style-type: none">1 öppning med totala bredden 1,30 mett hinder på 0,10 m placerat 1,00 m mitt framför öppningen	9
9	<ul style="list-style-type: none">1 öppning med totala bredden 1,30 mett hinder på 0,10 m placerat 1,00 m direkt bakom öppningen	10
10	<ul style="list-style-type: none">2 öppningar varav en med bredden 0,60 m och en 0,90 m0,10 m mellan öppningarna	11

Öppningsbredden 1,20 meter för en öppning och 0,90 meter för två öppningar undersöktes eftersom det är dessa konfigurationer som är bakgrunden till detta arbete. Två öppningar vardera med bredden 0,60 meter valdes ut att undersökas eftersom detta ger samma totala öppningsbredd som en öppning med bredden 1,20 meter. I scenarierna med ett hinder framför eller bakom öppningen är bredden på öppningen 1,30 meter, med hindrets diameter på 0,10 meter ger detta igen en total fri bredd på 1,20 meter. Placeringen av hindret på avståndet 1,00 meter från öppningen användes eftersom detta ansågs enkelt att placera ut samtidigt som det kunde hållas stabilt. Öppningarna med olika bredd undersöktes eftersom detta kan ses som ett hinder förskjutet till sidan i öppningen.

5.4 Mätmetod

De parametrar som uppmättes under försöken var personflöde genom öppningarna samt persontätheten i anslutning till dessa. För att mäta personflödet användes metoden filmning ovanifrån. I *Förflyttning vid utrymning – en utvärdering av mätmetoder* av Nilsson (2016) redovisas hur denna mätmetod kan användas. Personflödet uppmättes genom fotografering ovanifrån. Tre kameror placerades i taket direkt ovanför väggen som byggdes upp. Den ena av dessa filmade försöken medan de andra två användes till att fotografera. Två kameror placerades även på var sida av väggen i ett av hörnen parallellt med väggen. Dessa kameror fungerade som backup ifall kameran i taket av någon anledning inte skulle filma.

Vid beräkning av personflöde delades förloppen in i intervall av tre sekunder. Det första intervallet påbörjades då första person passerade öppningen. Personernas axlar användes som referenspunkt och en person ansågs passera en öppning då dennes axlar var i mitten av öppningen. Mitten av öppningen användes för att ge samma resultat oavsett vilket håll försökspersonerna gick ifrån. I samband med beräkningen av flödet inkluderades endast värden för de tresekundersintervall då flödet ansågs vara stabilt. Det första och sista intervallet togs bort för samtliga scenarier eftersom det var svårt att få till exakta intervall i början och slutet. För vissa scenarier togs även det näst sista värdet bort då det skiljde sig väldigt mycket från mittenvärdena. Eftersom vissa scenarier tog längre tid fick dessa längre intervall och då fler datapunkter än scenarier som genomfördes snabbt. För varje repetition beräknades sedan ett medelvärde eftersom värdena inom varje repetition ansågs vara beroende. Oberoende värden är nödvändiga för att kunna genomföra *Independent Samples T-Test* vilket kommer användas senare i analysen.

Persontätheten beräknades genom att fyra en-kvadratmeters rutor tejpats på golvet på vardera sidan om öppningarna innan försöken genomfördes. Dessa rutor fotograferades och sedan togs tejpens bort för att inte påverka försökspersonerna. Varje scenario fotograferades med kamerorna med hjälp av fjärrkontroll då ungefär hälften av personerna passerat öppningarna. Med hjälp av ett bildbehandlingsprogram (paint.net 4.0) lades rutorna in som ett lager som kunde placeras över de olika bilderna. Personernas placering bestämdes utifrån placeringen mitt emellan deras fötter i de fall som var möjliga. I övrigt försökte deras placering grovt uppskattas utifrån förhållandet till andra personer och placeringen av personens axlar. En grov uppskattning av medelvärdet för persontätheten togs fram då det utifrån bilderna var svårt att göra en exakt bedömning. Rutorna som var i närmast anslutning till öppningarna användes vid analysen. I de fall en person stod i en ruta långt bort ifrån öppningen och övriga personer räknades inte persontätheten för denna ruta. Figur 5.5 visar ett exempel på hur persontätheten analyserades för en repetition av scenario 1. I detta fall bedömdes persontätheten vara tre pers/m² eftersom sex personer bedöms vara inom de två rutorna framför öppningen. Anledningen till att bilderna fotograferades för varje scenario och inte plockades ut direkt från videofilmerna var för att öka bildkvaliteten och möjligheten att göra bättre bedömningar av personernas placering.



Figur 5.5 Bild som visar hur persontätheten analyserades.

5.5 Frågeformulär till försökspersoner

Syftet med formuläret var att kunna jämföra hur trygga försökspersonerna upplevde de olika scenarierna gentemot varandra. Efter varje försöksscenario fyllde försökspersonerna i en enkät där de skulle ange hur trygga de upplevde utformningen av utrymningsvägen. Detta gjordes genom att ringa in ett värde på en skala mellan 1 och 10 där 1 var "inte trygg" och 10 var "fullständigt trygg". I slutet av formuläret fick försökspersonerna ge allmänna synpunkter på utformningarna. I Bilaga 9 visas frågeformuläret.

5.6 Resultat

Totalt deltog 69 personer i försöken. Av dessa var 35 personer kvinnor och 34 personer män. Personerna var mellan 18 och 30 år gamla, den genomsnittliga åldern var 22 år. Resultatet från de två olika försökstillfällena presenteras var för sig som Grupp 1 (2 november) och Grupp 2 (3 november).

Scenario 1 genomfördes som nämnts tidigare vid två olika tillfällen de båda dagarna för att undersöka inlärningseffekter. Vid jämförelsen mellan de olika scenarierna används endast data från det första tillfället.

Personflöde och persontäthet

Vid beräkning av specifikt flöde har flödet dividerats med total fri öppningsbredd. I vissa fall görs beräkningen med effektiv bredd men enligt Pauls (1984) är det rimligt att använda fri bredd för dörrar, se avsnitt 2.2.1.

I Tabell 5.2 visas resultaten för de olika scenarierna för grupp 1.

Tabell 5.2 Resultat för personflöde, specifikt flöde och persontäthet för grupp 1.

Scenario	Antal repetitioner	Öppningsbredd (m)	Flöde (pers/s)	Specifikt flöde (pers/m/s)	Persontäthet (pers/m ²)
1	4	1 x 1,2	2,5	2,1	2,7
2	4	2 x 0,9	3,5	1,9	2,3
3	4	2 x 0,6	2,5	2,1	2,6
4	4	1 x 0,9	3,2	1,8	2,2
5	4	2 x 0,6	2,3	1,9	2,7
6	4	1 x 0,9	3,1	1,7	2,3
7	4	2 x 0,6	2,0	1,7	2,4
8	4	1 x 1,2	2,4	2,0	2,6
9	4	1 x 1,2	2,2	1,8	2,3
10	4	0,6 + 0,9	2,6	1,7	2,7

I Tabell 5.3 visas resultaten för de olika scenarierna för grupp 2.

Tabell 5.3 Resultat för personflöde, specifikt flöde och persontäthet för grupp 2.

Scenario	Antal repetitioner	Öppningsbredd (m)	Flöde (pers/s)	Specifikt flöde (pers/m/s)	Persontäthet (pers/m ²)
1	4	1 x 1,2	2,2	1,8	2,8
2	4	2 x 0,9	3,4	1,9	2,6
3	4	2 x 0,6	2,3	1,9	2,4
4	4	1 x 0,9	3,1	1,7	2,4
5	4	2 x 0,6	2,1	1,7	2,5
6	4	1 x 0,9	2,8	1,6	2,3
7	4	2 x 0,6	2,0	1,7	2,7
8	4	1 x 1,2	2,3	2,0	2,6
9	4	1 x 1,2	2,1	1,8	3,0
10	4	0,6 + 0,9	2,4	1,6	2,6

Upplevd trygghet

Responser från försökspersonerna presenteras i Tabell 5.4 nedan. Den visar att en öppning med bredden 1,20 meter samt de tre scenarierna med två öppningar med bredden 0,90 meter upplevdes som tryggast. De tre scenarierna med två öppningar med bredden 0,60 meter upplevdes däremot som minst trygga. Öppningarna med hinder och två öppningar med olika bredd uppfattades ligga mellan de mest trygga och minst trygga scenarierna.

Tabell 5.4 Tabell som visar den upplevda trygghetsgraden för de olika scenarierna.

Scenario	Grupp 1	Grupp 2
1	8,7	8,0
2	8,6	8,6
3	6,5	6,4
4	8,4	8,3
5	5,7	6,1
6	8,7	8,5
7	5,9	5,8
8	6,6	7,1
9	7,3	7,2
10	7,4	7,2

Övriga synpunkter och kommentarer

Utav totalt 69 deltagare lämnade 41 personer kommentarer som rörde de olika scenarierna. Fem kommentarer gällde att instruktionerna ansågs tydliga vilket är ett bra tecken. Övriga deltagare lämnade inga kommentarer.

Scenarierna med hinder upplevdes av några som obehagliga medan andra upplevde att det inte var så obehagligt som det först verkade. Några menade att hindret upplevdes som effektivt. När hindret var placerat efter dörröppningen ansåg några att det var lättare att komma ut än när det var placerat framför dörröppningen. En kommentar angav att en stolpe framför dörröppningen känns bra vid trängre och mindre ytor. En annan påpekade att med hindret framför så upplevde denna att personerna delade upp sig innan de nådde öppningen vilket ansågs ge smidigare och snabbare flöde.

Två öppningar upplevdes av vissa deltagare som bättre än en, då det blev färre personer att ”kriga” med för att komma igenom öppningen. Känslan att gruppen trycktes ihop påpekades vara större vid en dörröppning. Större avstånd mellan öppningarna ansågs också bättre då det delade upp gruppen ännu mer och minskade förvirring samtidigt som skiftandet av ”kö” minskade. Däremot angav andra deltagare att de upplevde en dörr som bättre då gruppen inte behövde dela på sig vilket skapade velande. Sex kommentarer angav en preferens för en bred dörröppning jämfört med åtta för med två öppningar.

I scenario 10 där det fanns två dörrar med olika öppningsbredd (0,60 meter och 0,90 meter) upplevde försökspersonerna att trygghetskänslan var väldigt beroende av vilken av de två öppningarna man passerade genom. Den bredare öppningen upplevdes som tryggare.

Tryggheten upplevdes av många som svår att avgöra då många scenarier uppfattades vara lika varandra. Övergången från scenario 1 till 2 (en till två dörröppningar) ansågs mest osäkert innan försökspersonerna vant sig och kommit in i rutin. Många upplevde även att det hade stor betydelse om man startade först eller sist i gruppen. Startade man först påverkades man inte så mycket av ”dörrval” och man kom igenom öppningarna snabbare. Ytan som var tillgänglig efter dörröppningarna ansågs av några vara för små för det antal personer som deltog i försöket.

Försökspersoner angav att de kände att förflyttningen genom öppningarna med tiden blev rutin och att de senare scenarierna då upplevdes säkrare eftersom de vande sig vid situationen. Realismen i försöken påpekades på grund av detta. Förslag om att småspringa eller att genomföra försöken i verkliga dörröppningar i byggnaden framkom. Ifall det varit en riktig brand ansåg någon att personerna hade betett sig annorlunda. Hur dessa scenarier fungerat i mörker eller med skymd sikt angavs vara en intressant aspekt.

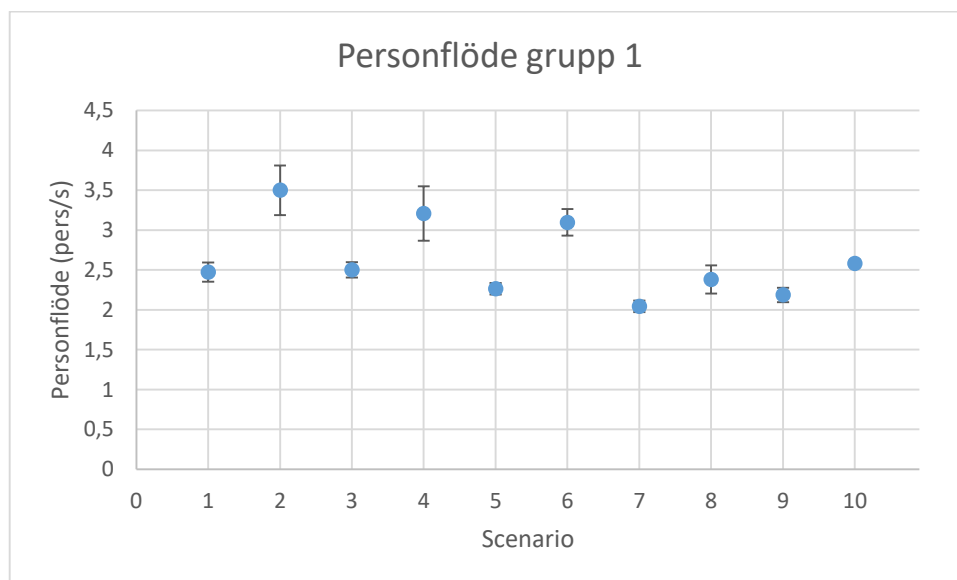
5.7 Analys

I detta avsnitt analyseras hur personflödena varierade mellan de två försöksgrupperna samt ifall det funnits några tendenser till inläring i försöken. Resultaten från de båda grupperna presenteras var för sig.

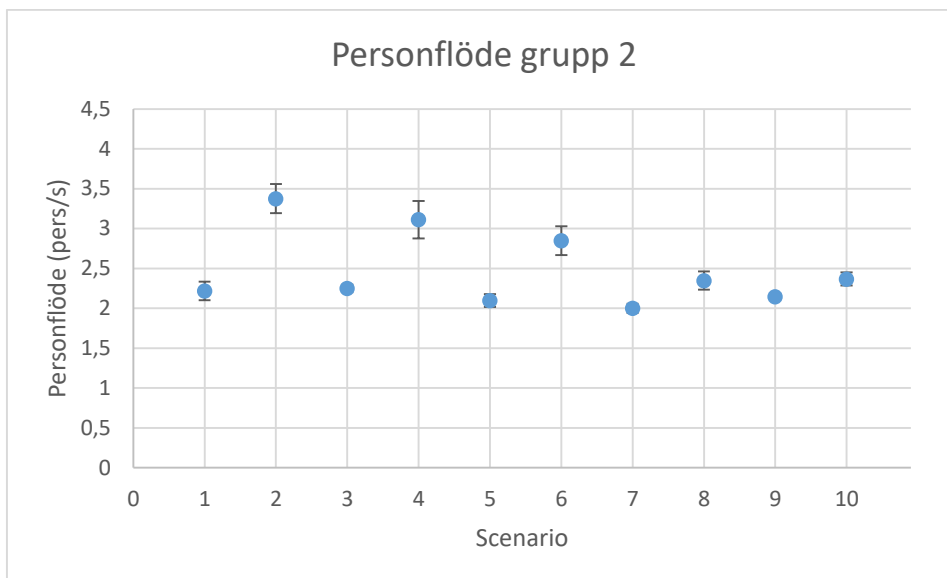
Personflöde

Resultaten visar att medelvärdet av personflödet är högst för scenarierna med två öppningar med bredden 0,90 meter. Förbättringen i flöde gentemot en 1,2 meter bred öppning varierade mellan 0,60 och 1,20 pers/s. Genom att presentera flödena för samtliga scenarier tillsammans med standardavvikelsen för medelvärdet av varje flöde är det lättare att jämföra dessa. Se Figur 5.6 för grupp 1 och Figur 5.7 för grupp 2. Det går då att urskilja att det flödesintervall som skapas för två öppningar med bredden 0,90 meter är högre än det flödesintervall som uppmättes för en öppning med bredden 1,20 meter. Samtliga scenarier med total fri öppningsbredd 1,20 meter samt 1,50 meter ligger inom mer liknande intervall. Två 0,60 meter breda öppningar uppvisar ett något lägre flöde då avståndet mellan dem var mindre än en meter.

Anledningen till att spridningen är störst för scenario 2 beror troligtvis på att det fanns ganska få mätvärden för detta scenario. Detta berodde på att flödet var stort och att den totala försökstiden var kort. Detta ledde troligtvis till att spridningen mellan dessa värden blev större.



Figur 5.6 Medelvärde och standardavvikelsen för personflöde i grupp 1.



Figur 5.7 Medelvärde och standardavvikelsen för personflöde i grupp 2.

För att undersöka ifall skillnaderna mellan referensscenario 1 och de övriga scenarierna 2 till 10 var signifikanta användes *Independent Samples T-Test*. Alla resultat från dessa test redovisas i Bilaga 10. Nedan visas en sammanställning av resultaten.

I Tabell 5.5 visas att det finns en signifikant skillnad i personflödet mellan scenario 1 och scenario 2, 4, 5, 6, och 7 för både grupp 1 och 2. För grupp 1 finns en signifikant skillnad mellan scenario 1 och 9. För grupp 2 finns ingen signifikant skillnad mellan dessa scenarier. Alla signifikanta p-värden är rödmarkerade.

Tabell 5.5 Resultat från undersökning om skillnad i personflöde mellan scenarierna.

Scenario-jämförelse	Grupp 1		Grupp 2	
	Medelskillnad (pers/s)	Sig (2-tailed) (%)	Medelskillnad (pers/s)	Sig (2-tailed) (%)
1 och 2	- 1,0	0	- 1,1	0
1 och 3	0,0	77	0,0	56
1 och 4	-0,7	1	-0,8	0
1 och 5	0,2	4	0,2	4,5
1 och 6	-0,6	0	-0,6	0
1 och 7	0,4	0	0,3	1
1 och 8	0,1	49	-0,1	56
1 och 9	0,3	2	0,1	7
1 och 10	-0,1	19	-0,1	36

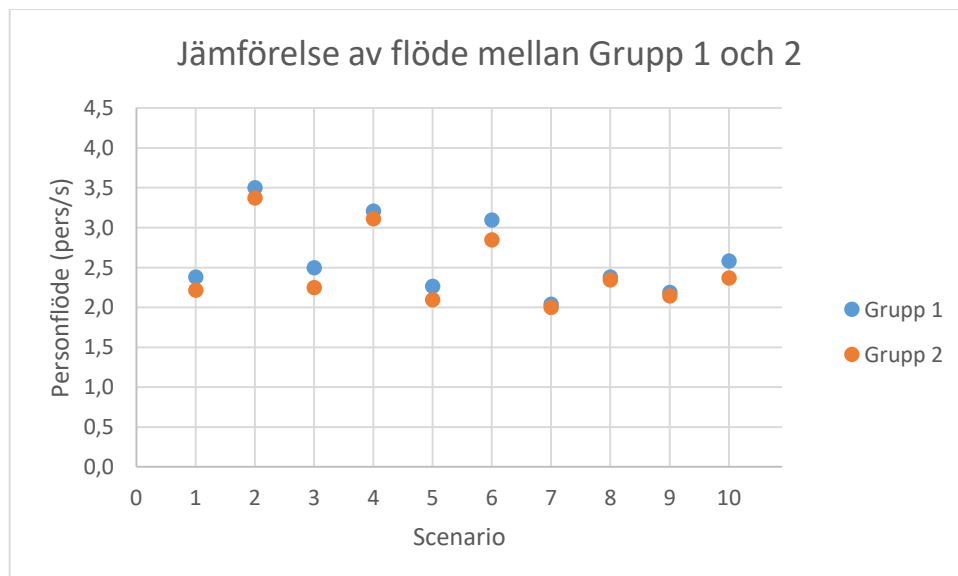
Jämförelse mellan försöksgrupperna

I analysen undersöktes också ifall det fanns någon statistiskt skillnad i personflöde mellan de två olika försöksgrupperna. Ett *Independent Samples T-Test* för oberoende grupper genomfördes för samtliga scenarier i SPSS. Resultatet redovisas i Tabell 5.6. Ingen person deltog i försöken vid båda tillfällena och därför ansågs de två grupperna vara oberoende. Testet visade att skillnaden mellan de två försöksgrupperna i scenario 1, 3, 5 och 10 var signifikant. Testet visade att för de övriga scenarierna fanns ingen signifikant skillnad mellan de olika försöksgrupperna. Eftersom det finns en signifikant skillnad mellan grupperna har det inte tagits fram ett totalt medelvärde för varje scenario baserat på värden från båda grupper. Alla signifikanta p-värden är rödmarkerade.

Tabell 5.6 Skillnad i medelvärde för personflöde för de olika försöksdagarna.

Scenario	Grupp 1 (pers/s)	Grupp 2 (pers/s)	Differens (pers/s)	Sig (2-tailed) (%)
1	2,38	2,22	0,16	3
2	3,50	3,38	0,13	57
3	2,50	2,25	0,25	1
4	3,21	3,11	0,10	70
5	2,26	2,10	0,17	4
6	3,10	2,85	0,25	13
7	2,04	2,00	0,04	47
8	2,38	2,35	0,03	78
9	2,19	2,15	0,04	49
10	2,58	2,37	0,22	1

Figur 5.8 visar en grafisk jämförelse av medelvärdet av personflödet för de båda försöksgrupperna. I figuren framgår att gruppernas medelvärden för de olika scenarierna förhåller sig på ett liknande sätt.



Figur 5.8 Jämförelse av personflöde för de olika försöksgrupperna.

Tabell 5.7 presenterar resultatet från undersökningen om inläring varit en faktor. Tabellen visar att flödet var lägre den andra gången som scenariot testades. Detta gäller för både grupp 1 och 2. Ett *Independent Samples Test* genomfördes för att undersöka ifall skillnaden mellan upprepningarna var signifikant. För grupp 1 var signifikansnivån 8,7 % jämfört med grupp 2 med signifikansnivån 9,4 %. Eftersom båda dessa nivåer är över gränsen för signifikans (5 %) är skillnaden inte signifikant.

Tabell 5.7 Undersökning om inläring påverkat resultaten.

Inläringstest för scenario 1	Grupp 1 (pers/s)	Grupp 2 (pers/s)
Upprepning 1	2,5	2,3
Upprepning 2	2,3	2,1

6 Diskussion

I följande avsnitt kommer de olika praktiska delmomentens metoder och resultat diskuteras. Även åsikter kring behovet av framtida forskning tas upp.

6.1 Enkät till yrkesverksamma brandingenjörer

6.1.1 Metod

Enkätens validitet (om rätt sak mäts) anses bra. Det finns inga liknande undersökningar som det går att jämföra resultaten mot, men frågornas tydlighet som arbetats fram med hjälp av en testgrupp bör ha bidragit till att öka validiteten. I fritextsvaren som rörde övriga kommentarer och synpunkter framgick inte att brandingenjörerna inte förstod frågorna vilket är positivt. Vi anser därför att utformningen av enkäten både frågemässigt och illustrativt har varit av bra kvalitet.

Det är svårt att avgöra hur väl stickprovet statistiskt sett motsvarar den totala populationen och det minskar validiteten. Detta är för att ingen information om populationen med avseende på fördelning av kön, arbetssektor och arbetslivserfarenhet hittades. Eftersom enkäten har skickats till flera olika konsultföretag och räddningstjänster i olika delar av Sverige är det ändå en förhoppning att det täckts in en representativ andel av populationen. Av de tillfrågade besvarade 40 procent enkäten vilket bedöms vara en hög svarsfrekvens. Det är positivt att svarsbortfallet är lågt eftersom ett stort bortfall lättare kan snedvrída resultatet.

Reliabiliteten (stabiliteten i mätningar) anses god då en stor andel av den avsedda populationen tillfrågats. Totalt sett har uppskattningsvis 6,4 procent av den totala populationen besvarat enkäten vilket vi anser ökar dess tillförlitlighet.

Eftersom enkäten utformades med frågor där vissa av svaren lämnades som fritext bidrar det till ett visst mått av subjektiv tolkning av dessa svar. Det positiva med frågor som har fritextsvar är att det är lättare att ta del av någons kunskaper och inte direkt styra svaren i någon riktning. Kategoriseringen av de olika risker som togs upp om en 1,20 meter bred utrymningsdörr ersätts med två 0,90 meter breda dörrar har krävt en viss tolkning av svaren. Tolkningen kan eventuellt vara missvisande för exakt hur ofta en viss åsikt togs upp. Syftet med frågan var inte att få veta exakt vilken eller vilka risker som anses störst utan att bidra till att identifiera vilka risker som yrkesverksamma brandingenjörer anser finns med denna ersättning. Därför anses inte detta ha gett en felaktig bild av brandingenjörernas svar. Alternativet att presentera färdiga svarsalternativ sågs som en sämre metod för att undersöka frågan. Vilket alternativ som presenteras först, hur tydliga alternativen är och så vidare är aspekter som kan påverka den svarande och ge ett snedvridet resultat.

6.1.2 Resultat

En majoritet av brandingenjörerna ansåg att en 1,20 meter bred utrymningsdörr kan ersättas av två 0,90 meter breda dörrar. I analysen som gjorts av resultaten framgår det att det är en signifikant skillnad i svaren mellan om dörrarna leder till ett eller två olika utrymmen. Det innebär att detta är en faktor där brandingenjörernas åsikt skiljs åt. Det är tydligt att då dörrarna leder till samma utrymme är mer föredragit än till två olika. Trots det ansåg en majoritet på 59 procent fortfarande att bytet kan göras om dörrarna leder till två utrymmen. Att dörrar som leder till ett utrymme föredras mest är i linje med vad som står i Boverkets nybyggnadsregler (BFS 1988:18) från år 1989 och kompendiet *Brandskydd, Nybyggnadsregler* (Bengtson & Osterling, 1990) där det krävs att dörrarna leder till samma utrymme. Om de svarande kände till detta kan deras svar ha påverkats av dessa äldre regler. Det är viktigt att påpeka att flera av de svarande som ansåg att ersättningen kan göras om dörrar leder till olika utrymmen skrev att de båda utrymmena bakom ska vara likvärdiga som fortsatta utrymningsvägar. Även skyltningen måste vara tydlig och likvärdig för de två dörrarna. Vi anser utifrån dessa kommentarer att utformningen av utrymningsdörrarna är en viktig aspekt och det är inte bara om de leder till ett eller två utrymmen som spelar roll.

Åsikterna kring vid vilket maximalt avstånd mellan de två 0,90 meter breda dörrarna som krävs för att ersättningen ska kunna genomföras verkar inte påverkas av hur utrymmet ser ut bakom. Detta eftersom samma avstånd föredrogs oavsett om dörrarna ledde till ett eller två utrymmen. Avståndet fem meter föredrogs av flest brandingenjörer och avståndet en meter var det näst mest föredragna. Preferensen för det maximala avståndet på fem meter mellan två utrymningsdörrar kan härledas till ett allmänt råd i BBR eftersom det har framkommit i vissa av svaren. Enligt BBR 23 avsnitt 5:321 betraktas utrymningsvägar som oberoende om avståndet mellan dem överstiger fem meter. För avståndet en meter kan det inte göras någon liknande koppling. En tolkning av dessa svar är att om avståndet mellan dörrarna överstiger fem meter betraktas de som oberoende och kan således inte motsvara en gemensam utrymningsväg utan blir två skilda utrymningsvägar. Det är en fråga om att tolka definitionen av vad en utrymningsväg innebär.

Flera av brandingenjörerna kommenterade att denna typ av förändring av en utrymningsväg måste utredas analytiskt. Detta går emot vad som angetts i Boverkets mejl (Boverket, 2012a; Boverket, 2012b). Enligt dessa mejl ska denna bedömning vara möjlig utan analytisk dimensionering utifrån en formulering i BBR 19 som fortfarande gäller för BBR 23 (BFS2016:6), se avsnitt 2.1.3. Det är däremot oklart ifall detta endast gäller ifall dörrarna leder till samma utrymme likt i kompendiet *Brandskydd: Nybyggnadsreglerna* (Bengtson & Osterling, 1990). Vi anser att det i nuläget är fel att säga att analytisk dimensionering inte krävs. Det krävs minst någon form av kvalitativ analys för att kunna avgöra hur många personer som förväntas använda de olika dörrarna.

Riskerna som tagits upp av brandingenjörerna upplevs som trovärdiga eftersom de till stor del överensstämmer med generella utrymningsrisker som presenterats i avsnitt 2.8. I litteraturstudien presenterades information om utrymningsrisker från fler länder än bara Sverige. Dessa länder var USA, Kanada och Singapore. Det är svårt att svara på om dessa risker direkt kan överföras på Sverige eftersom byggregler och kulturer skiljer sig mellan länder. Eftersom brandingenjörerna tagit upp liknande risker anser vi att det är rimligt att anta att riskerna även finns i Sverige. Exempelvis angav FEMA (2016) hög persontäthet, blockerade eller låsta utrymningsvägar och återvändande in i byggnad som problematiska faktorer vid utrymning. Dessa tre faktorer togs även upp av brandingenjörer i enkätundersökningen. Litteraturen angav också att utrymningsöppningar som sätts igen av köbildning framför öppningen är en risk som kan innebära personskador då trycket som uppstår kan bli väldigt höga. Flera brandingenjörer anger att detta är mer sannolikt för smalare dörrar än för breda vilket vi tycker är logiskt. Diskoteksbranden som beskrevs i avsnitt 2.6 är en verklig händelse där bland annat för få smala dörrar i förhållande till ett stort antal personer bidrog till att utrymningsvägen sattes igen. Att ersätta en bred utrymningsdörr med två smalare anser flera brandingenjörer kan medföra förvirring och därmed försämrade utrymningsförhållanden. Det kan även försvåra utrymning med rullstol och för personer med barnvagn. Vi resonerar dock att ifall en rullstol ska passera en enskild dörröppning, även om bredden är 1,20 meter så kommer andra människor inte att kunna utrymma samtidigt vilket temporärt kan sänka personflödet. Ifall människor trots allt försöker att utrymma samtidigt så är det vår subjektiva bedömning att risken för skador är större. Finns det däremot två dörröppningar med bredden 0,90 meter så kan en rullstolsburen person använda en av dessa samtidigt som den andra dörren används av andra människor. Eftersom det inte finns lika mycket marginal för rullstolar vid bredden 0,90 meter så anser vi att människor inte heller försöker att passera samtidigt som en rullstol eller barnvagn. Vidare så finns det en alternativ öppning som kan användas istället. Vi anser alltså att personflödet inte kommer att påverkas lika mycket ifall det finns två öppningar jämfört med en bredare ifall en rullstolsburen eller liknande ska utrymma.

Bland svaren anges även risker med att två dörrar medför mer förvaltningsarbete och att en av öppningarna kan användas mer än den andra i den dagliga verksamheten. Det kan leda till att en dörr hålls låst eller blockeras. Samtidigt så tror vi att om det finns två dörrar som utgör en utrymningsväg så bör risken att hela utrymningsvägen blockeras vara mindre än för en utrymningsdörr. Detta gäller troligtvis framförallt då dörrarna är placerade längre isär. Brandingenjörerna angav också att den dagliga användningen av utrymmena kan styra valet av utrymningsväg vilket kan påverka utrymningsflödet genom de båda dörrarna. Det vill säga att om en dörr används oftare till vardags används den mer troligt vid utrymning också. Detta stämmer överens med vad som anges i avsnitt 2.4 om att kända dörrar helst används i en utrymningsituation. Några av brandingenjörerna angav att det inte är lämpligt att någon av de två dörrarna enskilt utgör entré. Detta är något som vi håller med om eftersom det kan fördela utrymmande personer ojämnt mellan dörrarna.

De riskkällor och konsekvenser som tagits upp i undersökningen bedöms vara risker som är lätta att föreställa sig vilket kopplar till tumregeln om tillgänglighet (Slovic, et al., 1979; Tversky & Kahneman, 1974). Därför kan mer oväntade risker ha missats. Vi anser dock att brandingenjörerna med sin expertis inom området har bidragit med risker specifikt kopplade till situationer med två smalare dörrar som utrymningsväg. Riskernas sannolikhet och konsekvens bör utredas mer i detalj.

6.2 Enkät till allmänheten

6.2.1 Metod

Denna enkät är kort och med tydliga frågor som är lätta att förstå vilket förväntas förbättra validiteten. Detta anser vi eftersom utformningen av enkäten undersöktes på en testgrupp som muntligen gav dessa kommentarer. Det är viktigt att poängtera att hypotetiska frågor är svåra att besvara vilket togs upp i avsnitt 4.1. Validiteten för enkäten till allmänheten anses därför mer osäker än enkäten till brandingenjörerna. Under tiden som enkäterna fylldes i kommenterade vissa deltagare att det var svårt att veta vad som föredrogs i en utrymningsituation även om frågan var tydligt ställd. Detta är inget som nödvändigtvis speglar en brist i enkäten utan en svårighet med att undersöka människors uppfattningar. För att få en bättre bild av vad allmänheten anser i frågan tycker vi att verklighetstroga försök bör genomföras med efterföljande enkät eller intervju. Vi har försökt förtydliga frågeställningen genom att presentera bilder och beskriva situationen på ett enkelt sätt. Den största nackdelen med enkäten är att vi inte kunnat fånga aspekten av att det är många människor i rummet. Utrymning är beroende av den sociala situationen vilket tagits upp i avsnitt 2.4. Det spelar troligtvis roll för vilken utrymningsituation som föredras i enkäten om en person befinner sig ensam i en lokal eller om där är många personer. Även sammanhanget, det vill säga vad man gör i lokalen och om personerna känner varandra påverkar troligtvis agerandet och hur situationen upplevs.

Det är också problematiskt att avgöra hur representativt stickprovet är. Först och främst så kan det konstateras att stickprovet är litet sett till populationen. Stickprovet är dessutom begränsat till en liten del av det geografiska område som populationen är utspridd över. Om vi ser till könsfördelningen bland de tillfrågade så är den mycket lik Sveriges befolkning vilket är bra. Åldersfördelningen är något snedvriden med en överrepresentation av unga personer i åldern 15-24 år. Den statistiska analys som gjorts visade att det inte fanns någon signifikant skillnad mellan dessa unga personers svar och svaren från personer i åldern 45-54 år som är den största åldersgruppen i Sverige. Detta är positivt eftersom överrepresentationen av unga inte bör ha förvrängt resultatet. Urvalsmetoden har inneburit att endast personer i regionerna Malmö, Lund och Kristianstad har tillfrågats vilket inte kan anses vara en geografiskt representativ del av den svenska befolkningen. Detta är en nackdel eftersom vi inte vet om åsikterna skiljer sig gentemot personer i andra delar av landet. Det finns även andra aspekter än kön och ålder som hade kunnat undersökas så som utbildningsnivå, lönenivå, typ av boende med mera. För denna grova undersökning gjorde vi bedömningen att det var tillräckligt bra att endast undersöka variablerna kön och ålder. På grund av denna avgränsning är det svårt att veta hur representativ urvalet är.

Reliabiliteten testades genom att tre enkäter skapades med samma frågor och alternativ presenterade i olika ordning. Reliabiliteten anses bra för det totala resultatet. Det framgår tydligt för alla tre enkäter att två smalare dörrar föredras vid utrymning jämfört med en bred oavsett avstånd mellan de två dörrarna. Det var också tydligt att en dörr utan stolpe framför dörröppningen föredrogs jämfört med en dörr med stolpe. Däremot fanns det skillnader mellan enkäterna i hur stor andel som föredrog två smala dörrar framför en bred, vilket minskar reliabiliteten. Skillnaderna var tydligast mellan enkät B och C då avståndet mellan dörrarna var fem meter. Här uppvisades en signifikant skillnad, medan de övriga skillnaderna kan tänkas bero på slumpen. En anledning till detta kan vara att den föregående frågan handlade om ifall det föredrogs att en stolpe var placerad framför utrymningsdörren eller inte. Personerna kan ha påverkats av förändringen i frågeställning vilket bidragit till hur de sedan besvarat frågan då avståndet mellan dörrarna var fem meter. Ankring, som presenterades i avsnitt 2.5, anser vi också vara en möjlig anledning till skillnaden. Det första alternativet som presenterades i frågan gällande fem meters avstånd mellan dörrarna kan ha fungerat som ankare och därför valts mer frekvent. Den enda skillnaden mellan enkät B och C var i vilken ordning de olika alternativen presenterades. I enkät A var frågan om hinder sist och därför syns inte samma påverkan. Vi har inte identifierat någon annan möjlig förklaring till den stora skillnaden.

6.2.2 Resultat

Det var en tydlig majoritet av allmänheten som föredrog två 0,90 meter breda dörrar jämfört med en 1,20 meter bred dörr i en utrymningssituation, vilket nämnts ovan. I vilken ordning de olika frågorna och alternativen presenterades har påvisat ge en skillnad i resultat och därför kan vi inte svara på hur stor majoriteten är eftersom detta varierade mellan de olika enkäterna. I resultatet har ett medelvärde tagits fram för de olika enkäterna som visar att minst 65 procent av de tillfrågade föredrar två dörrar oavsett avstånd mellan dörrarna. Detta är för att kunna presentera ett ungefärligt värde men det är osäkert hur väl det speglar populationens åsikt.

Avståndet mellan dörrarna har inte på ett tydligt sätt påverkat hur personerna valt. Det enda som är konsekvent för alla tre enkäter är att då avståndet är 20 meter mellan dörrarna föredrar flest personer två dörrar framför en. Vi tycker att det är märkligt att det inte går att se en tydlig tendens för hur avståndet mellan dörrarna påverkar svaren. Vi anser att avståndet mellan dörrarna borde spela roll. Anledningen till att vi inte ser några tydliga tendenser kan bero på att frågeställningen är hypotetisk och det är svårt för personerna att avgöra vad de tycker.

Enkäterna till allmänheten visade också att en majoritet av de svarande inte föredrar att ha ett hinder i form av en stolpe framför en utrymningsväg, vilket var förväntat. Då ett medelvärde för alla enkäter togs fram visade det sig att 88 procent ansåg detta. Några av de personer som föredrog dörren med hinder motiverade sitt val vid inlämnandet av enkäten. De tänkte att ett hinder framför dörren kanske skulle skapa ett bättre flöde genom att ordna upp två köer. Detta blev en inofficiell datainsamling men något som var intressant då det inte var förväntat att personer skulle göra denna koppling. Det innebär att några av personerna som valt hinder framför dörren har tänkt till och inte slumpmässigt kryssat i detta alternativ.

Utifrån undersökningen som är gjord blir vår tolkning att allmänheten inte upplever två 0,90 meter breda utrymningsdörrar som mer riskfyllda än en 1,20 meter bred dörr. Ett hinder framför öppningen ses som något negativt i en utrymningssituation. Det finns osäkerheter med resultatet vilket diskuterats ovan. Därför bör det undersökas ifall personer som ställs inför samma typ av val i verklighetstroga utrymningsförsök uppfattar situationen på samma sätt som i denna undersökning.

6.3 Experiment

6.3.1 Metod

Metoden *filmning ovanifrån* som använts för att mäta personflöde anses ha god validitet. Detta eftersom metoden, enligt Nilsson (2016), traditionellt sätt använts och är väl beprövad. Det finns nackdelar med metoden som Nilsson tar upp i sin utvärdering. Svårigheter finns med att bestämma personers position utifrån deras fötters placering vid hög persontäthet. Ifall huvudets eller nackens placering istället används finns istället risk för stora mätfel. Nilsson tar upp att det finns två andra mätmetoder som skulle kunna användas för att mäta personflöde, dessa är *triangulering med två kameror* och *laserskanner*. Även om dessa metoder är mer noggranna så finns det i dagsläget stora problem med att använda dem. Enligt Nilsson är omfattningen av det manuella arbetet som krävs för att analysera insamlad data för stor och detta måste utvecklas innan metoderna är användbara. Detta är anledningen till att *filmning ovanifrån* har använts i detta arbete. Eftersom filmsekvenserna endast användes för att mäta personflöde genom öppningarna och inte personers exakta position under försökets gång anses inte mätfelet ha blivit stort. För att uppskatta persontätheten är risken för mätfel desto större eftersom personernas placering skulle bestämmas inom kvadratmeter stora rutor. I detta fall användes *fotografering ovanifrån* istället för filmning. Detta var för att öka bildkvaliteten och förbättra möjligheten att se personernas placering. Nackdelen var att det blev färre antal bilder att analysera. Därför menar vi att det endast är en grov uppskattning av persontätheten som gjorts i detta arbete.

Urvalet av personer till försöken har bidragit till att det främst är unga och friska personer som deltagit. Detta kan inte anses representera resten av Sveriges befolkning vilket minskar validiteten. Troligtvis har detta bidragit till något högre personflöde jämfört med om äldre personer deltagit. Vi anser att det är bra att könsfördelningen är jämnt fördelad då detta stämmer bättre överens med fördelningen i resten av befolkningen. Ingen person deltog i försöket vi båda tillfällen och därför anses de två grupperna vara oberoende. Även de olika scenarierna ansågs oberoende av varandra även om detta inte är helt korrekt eftersom samma grupp genomförde alla scenarier. Vi motiverar att det finns ett oberoende eftersom ordningen som personerna gick i varierades och att inlärningseffekten mellan de två tillfällen som scenario 1 testades inte var påtaglig. Oberoende variabler är en förutsättning för att kunna testa statistisk signifikans med t-test vilket vi har använt oss av för att undersöka resultaten från försöken.

Försöken har enbart genomförts genom öppningar och inte genom dörrar. Därför är det svårt att uttala sig om effekterna blir exakt likadana om dörrar hade använts. Vi tror att en dörr minskar flödet i början av en utrymning eftersom dörren måste öppnas, men även under utrymningens gång kan flödet vara lägre eftersom dörren måste hållas upp av de utrymmande personerna. Vår förhoppning är att förhållandena mellan de olika scenarierna även gäller för utrymning genom dörrar. Detta är något som måste undersökas vidare.

Examensarbetet är inriktat mot lokaler som är tänkta att ha dörröppningar som kan förväntas betjäna 150 personer eller fler. I försöken har endast cirka 35 personer deltagit. Fler utrymmande personer borde leda till större persontäthet och eventuellt även ett högre tryck över öppningen/öppningarna. Problematiken med stora folksamlingar vid utrymning har tagits upp av Helbing, et al (2002) i avsnitt 2.6. Antalet utrymmande personer har även påpekats vara en viktig faktor i svaren i enkäten till brandingenjörerna. Hur detta sedan påverkar det faktiska flödet genom öppningarna är svårt att uppskatta. Försöken har genomförts i laboratoriemiljö vilket sällan kan spegla verkligheten på ett korrekt sätt. Omständigheterna som gäller vid en verklig utrymning är svåra att skapa och kan dessutom tänkas vara oetiska eftersom det kan innebära klämrisk för deltagarna. En möjlighet för att hantera ett större antal personer är genom att göra simuleringar för att utreda personflödet. Exempel på olika datormodeller och deras svårigheter presenterades i avsnitt 2.2.1. I detta arbete har inte syftet varit att jämföra och utvärdera resultaten med hjälp av datormodeller. Detta är något som framtida forskning kan undersöka vidare. På grund av att miljön inte liknade verkligheten var det också svårt att observera några av utrymningsbeteendena som presenterats i avsnitt 2.7. Vi anser att det är viktigt att även beakta faktorer så som människors beteenden i en utrymningssituation och därför har vi tidigare studier till hjälp för att kunna ta med detta i den totala analysen.

Reliabiliteten för försöken anses god för det uppmätta personflödet, men inte för persontätheten. De två försöksgrupperna uppvisar liknande tendenser för personflödet baserat på de olika scenarierna. Det finns variationer mellan värdena, men dessa är små. För persontätheten är resultatet mer spretigt och det är svårt att utläsa några tendenser inom grupperna.

6.3.2 Resultat

Resultaten för personflöde, persontäthet, hinder och upplevd trygghet diskuteras separat.

Personflöde

Analysen av försöken visar att för båda försöksgrupperna ger två 0,90 meter breda öppningar ett högre personflöde jämfört med en 1,20 meters öppning. Denna skillnad var signifikant. Detta gäller då de två öppningarna placerats 0,1-1,0 meter ifrån varandra. Resultatet är väntat eftersom den totala öppningsbredden är större för dessa två öppningar. Två 0,60 meter breda öppningar placerade en meter ifrån varandra ger ett likvärdigt flöde som en 1,20 meter bred öppning för båda försöksgrupper. Då avståndet mellan öppningarna var mindre än en meter fanns det en signifikant skillnad. Flödet var i dessa fall lägre än för en 1,20 meter bred öppning. Detta tyder på att två 0,60 meter breda öppningar i vissa fall är för smala för att kunna tillåta ett lika stort flöde som en 1,20 meters öppning. Denna bredd är inte önskvärd utifrån andra aspekter så som att det inte går att passera med rullstol eller barnvagn. Avståndet mellan öppningarna påverkar personflödet på liknande sätt för de båda försöksgrupperna. Tendenserna är desamma för både 0,60 och 0,90 meters öppningar. Ett avstånd på en meter ger högre flöden jämfört med ett kortare avstånd. Eftersom bredare avstånd mellan öppningarna inte testats vet vi inte om ett större avstånd mellan två öppningar generellt sett ger bättre flöde eller inte. Vi tror att om avstånden är för stora borde det leda till en försämrad uppdelning av flödet. Är avståndet för stort kan båda öppningarna exempelvis bli svårare att identifiera samtidigt.

Eftersom försöken genomfördes i en förutbestämd ordning ville vi testa om personflödet förbättrades efterhand, så kallad inlärningseffekt. Därför testades detta genom att scenario 1 genomfördes vid två olika tillfällen med andra scenarier emellan. För båda försöksgrupperna visade det sig att flödet blev lägre vid det andra tillfället. Denna skillnad var inte signifikant. En eventuell minskning i flöde går emot tanken kring inlärningseffekt. Detta skulle kunna bero på att personerna var mer engagerade och intresserade av uppgiften i början och sedan helt enkelt blev mindre intresserade av att gå genom öppningarna. Detta skulle kunna ha lett till att de scenarier som testades sist har genomförts med mindre entusiasm och eventuellt medfört ett lägre flöde än om dessa scenarier genomförts först. Detta är dock inget som har kunnat undersökas.

Det specifika personflöde som uppmättes i försöken stämmer väl överens med tidigare forskning, sammanfattad av Parisi et al. (2009), vilket vi bedömer gör våra resultat mer trovärdiga. Det uppmätta specifika flödet ligger i intervallet 1,6–2,1 pers/(s*m) vilket i stort är inom ramarna 1,25-2 pers/(s*m) som redovisats av Parisi et al. (2009), se avsnitt 2.5.2. Värdet är något i överkant vilket känns rimligt eftersom försökspersonerna är unga. Även flödet genom en öppning med öppningsbredden 1,20 meter stämmer väl med tidigare forskning (Seyfried, et al., 2010). I deras rapport redovisades ett flöde mellan 2,1 och 3,4 pers/s och i våra försök varierade flödet mellan 2,2 och 2,5 pers/s. Vid tester genomförda i stressfyllda situationer har högre specifika flöden uppmätts på uppemot 4 pers/(m*s) Garcimartín et al. (2016). Detta skulle kunna innebära skillnader för om två dörrar med bredden 0,90 meter verkligen har ett bättre flöde än en 1,20 meters dörr i denna typ av situation. Ett stressfyllt beteende kan innebära risker som tagits upp av både tidigare litteratur och brandingenjörer i enkätundersökningen.

Persontäthet

Persontätheten har uppskattats väldigt grovt då det var svårt att exakt kunna bedöma personernas placering. Vi ser att det finns skillnader mellan persontätheten för de olika scenarierna, men inget tydligt samband. Förväntningen var att tätheten skulle vara högre för scenariot med en 1,20 meters öppningen eftersom de övriga öppningarna borde fördelat personerna bättre. Jämfört med en rapport skriven av Frantzich et al. (2007) ligger våra värden totalt sett högre än vad som framgick av rapporten där liknande öppningsbredder testats. Detta kan eventuellt kopplas till den inledande persontätheten innan personerna påbörjade varje repetition. Den inledande persontätheten var 2,8 - 2,9 pers/m². En tanke är att personerna vände sig vid att stå tätt och höll liknande avstånd mellan sig även då de gick genom öppningarna. Vi vet inte hur stor den inledande persontätheten var i den andra rapporten.

Hinder

Det har inte kunnat påvisas att ett hinder (stolpe med diametern 0,1 meter) placerat framför en öppning påverkar personflödet positivt eller negativt. Då hindret placerades bakom öppningen fanns en signifikant skillnad gentemot en dörr utan hinder för den ena försöksgruppen. I detta fall var flödet något lägre än för en dörr utan hinder. I övrigt har likvärdiga resultat för öppningar med och utan hinder erhållits. Vi kan inte se att det hinder som undersökts hjälper till att effektivisera flödet. Utformningen av våra försök skiljer sig från de försök som tagits upp i litteraturstudien. Hindret liknar främst det som använts av Yanagisawa et al. (2009) där en stolpe på 0,20 meter i diameter testades. Bredden på öppningen i denna studie var betydligt smalare än det som vi använt. De använde en 0,5 meter bred öppning jämfört med vår öppnings fria bredd på 1,20 meter. Hindret i våra försök har placerats både framför och bakom dörröppningen. Försök med placeringen av hinder framför en öppning har bland annat genomförts av Yanagisawa et al. (2009) och Helbing et al. (2005). Zhao et al. (2016) och Frank & Dorso (2011) har genomfört simuleringar med hinder framför en öppning. Flertalet av dessa studier fann att hinder framför en öppning hade en positiv påverkan på personflödet. Att våra resultat skiljer sig från dessa studier kan bero på en mängd faktorer. Hindrets utformning och placering, öppningens bredd och försökspersonernas startposition i förhållande till hindrets placering samt antalet personer som använts. Galea et al. (2015) har genomfört försök med hinder placerade bakom öppningen. Resultatet vi erhållit för hinder bakom öppningen överensstämmer bra med de resultat Galea et al. fick, nämligen att hindret placerat bakom dörröppningen inte hade någon anmärkningsvärd effekt.

Utformningen av hindret och var det placeras i förhållande till öppningen kan påverka flödet på olika sätt vilket framkommit i tidigare studier. Därför går det inte att generellt säga att hinder påverkar flödet på ett visst sätt. Vi kan bara uttala oss om de scenarier som testats i detta arbete. I detta arbete avgränsade vi oss till att endast testa två olika scenarier med hinder. Fler försök med olika konfigurationer av hinder hade kunnat ge ett bättre svar på frågan. En anledning till att hindret inte uppvisade positiva effekter i detta arbete skulle kunna bero på att vi testat stora öppningsbredder i förhållande till ett litet antal försöksdeltagare. Om fler personer deltagit vid försöken hade förmodligen persontätheten blivit högre och då kanske hindret på ett tydligare sätt hade påverkat personflödet. Det är också svårt att avgöra hur väl modeller och simuleringar speglar verkligheten vilket förklarats i avsnitt 2.2.1. Psykologiska faktorer som tagits upp i avsnitt 2.5 är svåra att ta hänsyn till i simuleringar. Andra faktorer som omgivningen och alternativa utrymningsvägar väger också in i hur människor beter sig. Framsteg fortsätter att göras inom simuleringsteknik men vi anser inte att det ännu är bra nog att helt återge verkligheten. Av den anledning kan det tänkas att de resultat som vi erhållit i våra försök bättre speglar hur det verkliga flödet med ett hinder skulle kunna vara.

Upplevd trygghet

Båda testgrupperna uppvisade samma tendenser för hur trygga de olika scenarierna upplevdes, vilket stärker resultatets trovärdighet. Öppningen med bredden 1,20 meter samt de tre scenarierna med två öppningar med bredden 0,90 meter upplevdes som tryggast. De tre scenarierna med två öppningar med bredden 0,60 meter upplevdes däremot som minst trygga. Öppningarna med hinder och två öppningar med olika bredd (0,60 och 0,90 meter) uppfattades vara mellan de mest trygga och minst trygga scenarierna. Detta var väntat eftersom flödet var högre då den totala öppningsbredden var stor. Ett högt flöde berodde troligtvis på att det var lättare för flera personer att passera igenom samtidigt. Några av försökspersonerna menade att det var tryggare att gå igenom öppningarna då det inte uppstod tveksamheter om vem som skulle gå först.

Vid bedömning av upplevelser är det rimligt att anta att en upplevelse jämförs gentemot tidigare upplevelser, detta kallas ankringseffekt vilket diskuterats i avsnitt 2.5. Det är troligt att bedömningar med avseende på trygghet jämförs med hur det första scenariot upplevdes. Därför påverkar ordningen i vilken scenarierna genomfördes bedömningen. Beroende på hur bedömningen av det första scenariot gjorts påverkar detta bedömningen av resterande. På grund av logistik har det inte varit möjligt att genomföra scenarierna i slumpmässig ordning. Det positiva är att tendenserna som uppvisats är samma mellan de båda grupperna även om de exakta värdena är olika.

Utifrån synpunkterna som lämnades efter att alla scenarier genomförts visade det sig att sex stycken personer föredrog att ”utrymma” genom en öppning och åtta personer föredrog två öppningar. Det specificerades inte vilken bredd de två öppningarna borde ha i sådana fall. Flera personer kommenterade att trygghetskänslan för scenario 10, då det var två öppningar med olika bredd (0,60 och 0,90 meter), påverkades av vilken öppning man gick genom. Vi tycker att det är intressant att skillnaderna mellan vilka som föredrar en 1,20 meters öppning och två 0,90 meters öppningar inte är stora. De upplevs i de båda enkäterna som ungefär lika trygga.

6.4 Jämförelse mellan de olika delmomenten

Alla tre delmoment har visat på att det finns potential att ersätta en dörr med bredden 1,20 meter med två 0,90 meter breda dörrar. Både undersökningen av brandingenjörernas och allmänhetens attityder visar att detta anses vara möjligt. Försöken visar att personflödet förbättras när det handlar om dessa öppningsmått. Det finns risker med att göra denna ersättning vilket har tagits upp av brandingenjörerna i enkätundersökningen. Eftersom dessa risker inte har undersökts i mer detalj finns det osäkerheter kring att göra ersättningen. Det går att argumentera för att det också finns nackdelar med en 1,20 meter bred dörr. Vi anser att logiskt sett är en bredare dörr tyngre vilket då kräver starkare gångjärn och eventuellt andra åtgärder vilket ökar kostnaden. Ifall gångjärn och karm inte är starka nog finns det risk att dörren med tiden börjar släpa i golvet vilket ökar kraften som krävs för att öppna dörren och utgör därför en ökad risk vid utrymning.

Hindret i form av en stolpe med diametern 0,1 meter framför en utrymningsväg uppfattades både av allmänheten och av försökspersonerna i experimentet som något negativt jämfört med en dörröppning som inte har ett hinder. Försöken visade att flödet varken förbättrades eller försämrades jämfört med en öppning utan hinder. Liknande risker som tidigare tagits upp för två dörrar kan även gälla för ett hinder i en utrymningsväg. På samma sätt som för två dörrar kan det tänkas att ett hinder i anslutning till en utrymningsdörr kan skapa förvirring. Ett avsiktligt hinder är inte vanligt förekommande i anslutning till utrymningsvägar och uppfattas därför troligen som konstigt och avskräckande. Detta kan kopplas till tumregeln om representativitet (Tversky & Kahneman, 1974) där ett hinder inte är typiskt för en utrymningsväg och därför uppfattas inte dörren som en sådan. Det skulle kunna tolkas som att dörren är ur funktion eller blockerad och därför väljer utrymnande personer hellre andra utrymningsvägar. Det i sin tur kan eventuellt överbelasta dessa dörrar vilket leder till ökade utrymningstider. Utformningen av själva hindret kan också påverka utrymningen. Ifall stora pelare, paneler eller väggstrukturer används kan sikten blockeras. Om hindret inte är tillräckligt tydligt och uppmärksammas av utrymnande skulle det potentiellt även kunna orsaka skador ifall personer går emot hindret. Placeringen av ett hinder bakom en utrymningsdörr anser vi utgöra en större risk då det eventuellt inte kan ses förrän man passerat dörröppningen. Trycket bakifrån kan få framförvarande att krocka med hindret.

Hur praktiskt ett hinder i eller i anslutning till en utrymningsdörr är kan även det ifrågasättas. Så som hindret placerats i de försök som genomförts i detta arbete (en meter från öppningen) är det gränsfall ifall en dörr skulle kunna öppnas fullt ut. Hindrets placering bör ur praktiska skäl placeras så att det inte blockerar dörrens öppningsförmåga. Skyltningen av utrymningsvägen bör vara tydlig för att minska förvirring vilket även betonades för två utrymningsdörrar av brandingenjörer. Det är även viktigt att säkerställa att skyltningen inte blockeras av själva hindret. Hur skymd sikt eller mörker påverkar hur hindret uppfattas anses också vara en intressant aspekt vilket inte undersökts.

Det är också intressant att koppla den upplevda tryggheten till de uppmätta värdena för personflöde och persontäthet. Flödet för två 0,90 meter breda öppningar var störst och upplevdes även som tryggast. Flödet för en 1,20 meter bred öppning var likvärdigt eller något bättre jämfört med två 0,60 meter breda öppningar. I detta fall uppfattades en bredare öppning som klart tryggare än de två smalare. Persontätheten varierade mycket för de olika scenarierna och därför är det svårt att koppla tätheten till den upplevda tryggheten. Detta visar att det inte direkt går att koppla uppmätta värden till hur något upplevs. Det kan finnas andra aspekter som påverkar men som är svåra att mäta. Känslan att gå genom en 0,60 meter dörr kan exempelvis upplevas som mer otrygg eftersom det inte gick att gå två personer i bredd genom öppningen.

Det har framkommit vissa mindre skillnader mellan de olika delmomenten. Utifrån allmänhetens svar ansågs två smala utrymningsdörrar placerade långt isär mer föredraget än en bred dörr. Detta går emot brandingenjörernas åsikter där det anges att maximalt avstånd mellan dörrarna bör vara fem meter. En anledning till att långa avstånd bör undvikas är att det då är svårt att kunna se båda utrymningsvägarna samtidigt vilket framkom som en viktig aspekt av brandingenjörer i enkätundersökningen. I enkäten till allmänheten gick det tydligt att se båda dörrarna samtidigt och det fanns inga andra objekt på bilderna som störde sikten. Det är en möjlig anledning till att personerna i denna undersökning kanske inte tänkte på att det är svårt att se dörrarna samtidigt i en verklig situation.

6.5 Avgränsningar och begränsningar

För detta arbete har det inte funnits resurser att göra fullständiga sannolikhetsurval och det innebär att det egentligen inte är möjligt att undersöka statistisk signifikans. Vi har ändå använt oss av statistiska metoder för att undersöka hur stabila våra resultat är även om vi är medvetna om att det inte är helt korrekt. Vi har använt oss av bekvämlighets/snöbollsurval för att kunna nå många personer. För att kompensera bristerna med denna urvalsmetod har vi försökt nå en bred fördelning av människor som vi tror kan representera de sökta populationerna till viss del. Det går också att argumentera likt Wretman (2011) för att sannolikhetsurval inte alltid är den bästa metoden heller eftersom svarsbortfall kan leda till att stickprovet inte är representativt för populationen. Personer som väljer att inte besvara eller delta i en undersökning kan ha en annan åsikt än de som väljer att delta. Det är alltså svårt att uppnå helt slumpmässiga urval. Vårt fokus har varit att vara transparenta i hur vi har gått tillväga för att få de resultat som presenterats och på så sätt visa hur tillförlitliga de är.

Begränsningarna i arbetet med att inte kunna genomföra verklighetstroga försök med ett stort antal personer har troligtvis påverkat våra resultat vilket har diskuterats ovan. Avgränsningen med att inte undersöka hur människors beteende har påverkat försöken eller estetisk utformning av dörrar så som färg, material, etcetera är också en brist som tagits upp med hjälp av information från tidigare forskning.

6.6 Framtida forskning

Bakgrunden till detta examensarbete var bland annat äldre föreskrifter och branschpraxis som angav att två 0,90 meter breda dörrar får ersätta en 1,20 meter bred dörr i samlingslokaler. Även tidigare forsknings positiva resultat för ett hinder i anslutning till en utrymningsväg ville undersökas. Endast ett fåtal konfigurationer med två smalare öppningar och hinder har undersökts mot en standardöppning i detta examensarbete. Vi anser därför att fler tester krävs. I examensarbetet har fysiska dörrar uteslutits från experimentet eftersom det inte fanns resurser att göra tillräckligt många tester med dörrar. Hur resultatet skulle påverkas av fysiska dörrar med olika estetisk utformning, annan utformning och placering av hinder, skyltning och andra tekniska installationer anser vi därmed vara av intresse för fortsatt forskning. Hur hinder praktiskt kan användas i olika lokaler och verksamheter bör studeras. Något som uppmärksammats i kompendiet Brandskydd, Nybyggnadsregler (Bengtson & Osterling, 1990) är att de två 0,90 meter breda dörrarna i illustrationen öppnas ifrån varandra. Detta kan liknas vid en dubbeldörr och kan tänkas ge intrycket att det är en och samma utrymningsväg. I detta kompendium angavs som ett förtydligande från Boverkets nybyggnadsregler BFS 1988:18 även att utrymningsdörrarna skulle leda till samma utrymme vilket vi även fann stöd för från yrkesverksamma brandingenjörer. Detta borde undersökas mer i detalj.

För vidare forskning ser vi även intresse i att undersöka de risker som tagits upp i litteraturstudien och av brandingenjörerna i enkätundersökningen. För att undersöka detta bör verklighetstroga utrymningsförsök genomföras. Antalet personer i lokalen, deras beteenden och hur de tänker i en mer verklighetstrogen utrymningsituation bör utredas. På vilket sätt dessa faktorer påverkar personflödet och persontätheten är relevant. Virtual Reality är ett alternativt sätt att undersöka detta som skulle kunna användas, men då missas aspekten av hur personerna interagerar med varandra. Datorsimuleringar har tidigare tagits upp som en annan möjlig metod för att titta på större personantal. Däremot är verklighetsskildringen i modeller aldrig helt korrekt vilket nämndes tidigare. Både fördelarna och nackdelarna med att ersätta en bred dörr mot två smala bör även undersökas mer ingående i en kostnad-nyttanalyt.

7 Slutsatser

Slutsatserna i detta avsnitt bygger på diskussionen ovan och dess koppling till frågeställningarna som presenterades i avsnitt 1.1. Även slutsatser om behovet av framtida forskning presenteras.

1. Hur påverkas personflödet genom en dörröppning beroende på öppningsbredd och antal dörröppningar?

Baserat på resultaten som samlats in och analyserats från det praktiska experimentet i detta arbete är personflödet bättre för två öppningar med bredden 0,9 meter jämfört med en öppning med bredden 1,20 meter. Detta är då avståndet mellan öppningarna är 0,1-1,0 meter. Två öppningar med bredden 0,60 meter med avståndet en meter mellan sig uppvisar ett liknande flöde som en öppning med bredden 1,20 meter. För mindre avstånd än en meter mellan öppningar är flödet något lägre för två 0,60 meters öppningar. Slutsatsen är att flödet till viss del är beroende av den totala öppningsbredden även då bredden är fördelad över två öppningar. Avståndet mellan öppningarna innebär ingen stor skillnad för storleken på personflödet, detta då avstånden 0,1-1,0 meter testats. En tendens är att ett längre avstånd mellan öppningarna medför ett högre flöde inom detta intervall. Hur de olika öppningarna har påverkat storleken på persontätheten går det inte att dra några generella slutsatser om.

2. Kan två 0,90 meter breda dörröppningar betraktas som en utrymningsväg och vid vilka förutsättningar gäller då detta?

Enligt en majoritet av de yrkesverksamma brandingenjörerna som tillfrågats kan två dörröppningar med bredden 0,90 meter betraktas motsvara en utrymningsväg som är 1,20 meter bred förutsatt att avståndet mellan dessa inte överstiger fem meter. Detta gäller främst ifall båda utrymningsvägarna leder till samma utrymme vilket också överensstämmer med den praxis som finns i äldre kompendier. Leder utrymningsdörrarna till olika utrymmen ansåg fortfarande en svag majoritet att två dörrar med bredden 0,90 meter kan ersätta en utrymningsväg med bredden 1,20 meter. Flera svarande tyckte att oberoende av om dörrarna leder till ett eller två utrymmen krävs analytisk dimensionering och att det inte går att genomföra enligt förenklad dimensionering i dagsläget.

3. Hur påverkar ett hinder i anslutning till en utrymningsdörr personflödet genom dörröppningen?

Ett hinder i form av en stolpe med diameter av 0,10 meter placerad en meter framför eller bakom en utrymningsöppning med öppningsbredden 1,20 meter har inte visats ha några tydliga positiva effekter på personflödet genom öppningen. Flödet har inte heller försämrats av hindret utan bedöms vara likvärdigt för en öppning utan hinder. Tidigare forskning har visat på att hinder i anslutning till en utrymningsväg förbättrar flödet då det struktureras upp av hindret. Utifrån våra tester går det inte att säga hur hinder i allmänhet påverkar flödet då endast en stolpe med diametern 0,10 meter har testats. Troligtvis spelar både placering och utformning av hindret roll för hur flödet påverkas.

4. Hur ser riskbilden ut för de olika dörrkonfigurationerna vid utrymning?

Det har identifierats olika risker med att ersätta en utrymningsdörr med bredden 1,20 meter med två 0,90 meter breda dörrar. Identifieringen är gjord av brandingenjörerna i enkätundersökningen. Risk för att fastna i smalare dörröppningar, människors uppfattning av utrymningsituationen, dålig skyltning, mer förvaltningsarbete och att dörrarna inte är lika välkända är några av de faktorer som lyfts fram som potentiella risker. Om dörrarna leder till olika utrymmen menar brandingenjörerna att återvändande in i lokalen kan ses som en risk om ett sällskap separeras från varandra. Trängsel, okända eller blockerade utrymningsvägar och utrymningssvårigheter för personer med funktionsnedsättningar är exempel på risker som även tagits upp i litteraturstudien som gäller i allmänhet för utrymningsdörrar.

Författarna till detta arbete anser att utformningen av ett hinder i en utrymningsväg skulle kunna innebära risker om hindret skymmer utrymningsvägen. Hindret kan också leda till att utrymmande personer hellre väljer en annan väg eftersom ett hinder inte förknippas med en utrymningsvägs normala utformning. Riskperception har tagits upp i litteraturstudien som en viktig del i hur människor agerar vid en utrymning. Eftersom det har framkommit i både enkäten till allmänheten och frågeformuläret till försökspersonerna i experimentet att ett hinder i en utrymningsväg inte föredras och ses som mindre tryggt kan detta innebära att andra vägar föredras. Om utrymningsvägen inte används på ett tillfredsställande sätt kan övriga utgångar bli överbelastade.

Sammanfattande slutsats och behov av framtida forskning

Utifrån ovanstående frågeställningar anses det finnas potential att kunna ersätta en 1,20 meter bred utrymningsdörr med två 0,90 meter breda dörrar i stora lokaler. Dörrarna förväntas gemensamt kunna betjäna 150 personer eller fler. I experiment som genomförts i detta arbete har det tydligt framgått att två 0,90 meter breda öppningar medför ett högre flöde än en 1,20 meter bred öppning. Även flertalet risker med ersättningen har identifierats men inte kvantifierats. Dessa osäkerheter innebär att det i nuläget inte kan sägas att ersättningen bör accepteras enligt förenklad dimensionering i framtiden och exakt hur den bör utformas i sådana fall. Det måste utredas mer i detalj ifall fördelarna med två 0,90 meter breda dörrar som utrymningsväg överväger nackdelarna. Utifrån försöken gjorda i detta arbete går det inte att motivera några fördelar med ett hinder på 0,10 meter i diameter placerat i anslutning till en utrymningsväg.

Examensarbetet som genomförts kan ses som en förstudie till fortsatt forskning kring hur personflödet påverkas vid olika dörröppningskonfigurationer och hinder. Det bör vidare undersökas hur följande parametrar påverkar eller påverkas av utrymningsituationen då en bredare utrymningsdörr byts ut mot två smalare eller då det placeras hinder i anslutning till utrymningsvägen:

- Fysiska dörrars påverkan på flödet måste undersökas för att utreda om det är någon skillnad gentemot försöken genomförda med enbart öppningar. Det bör utvärderas hur dörrarnas dimensioner, placering och estetiska utformning påverkar utrymningsförloppet.
- Hur utformning och placering av hinder i anslutning till en utrymningsväg påverkar personflödet bör utredas mer utförligt. Flera olika scenarier bör testas. Även hinders praktiska lämplighet i olika lokaler bör studeras.
- Skyltning till utrymningsdörrarna bör testas för olika dörrkonfigurationer. Detta för att utreda om skyltningens utformning kan förhindra att förvirring/osäkerhet uppstår under en utrymning. En potentiell risk som identifierades i arbetet var att två utrymningsdörrar i nära anslutning till varandra samt utrymningsvägar med hinder kan förvirra de utrymmande.
- Hur antalet personer i en lokal, stressnivån hos de utrymmande samt mänskligt beteende påverkar personflödet ut ur en lokal bör utredas i samband med olika utformning av utrymningsvägarna.
- Riskerna med att göra denna typ av förändring av en utrymningsväg bör utvärderas mer i detalj. En kostnad-nyttoanalys kan undersöka både fördelarna och nackdelarna med att ersätta en bred dörr mot två smala.

8 Referenser

- Adedokun, O. A. & Burgess, W. D., 2012. Analysis of Paired Dichotomous Data: A Gentle Introduction to the McNemar Test in SPSS. *Journal of MultiDisciplinary Evaluation*, 8(17), ss. 125-131.
- Bengtson, S. & Osterling, T., 1990. *Brandskydd, Nybyggnadsregler*. Stockholm: Svenska brandförsvarsfören.
- Boverket, 2012a. *Dnr: 1232-1623/2012*, Karlskrona: Boverket.
- Boverket, 2012b. *Dnr: 1232-2041/2012*, Karlskrona: Boverket.
- Boverket, 2015. *Boverkets uppdrag*. [Online]
Hämtat från: <http://www.boverket.se/sv/om-boverket/boverkets-uppdrag/>
[Använd 07 09 2016].
- Boverket, 2016a. *Brandskydd*. [Online]
Hämtat från: <http://www.boverket.se/sv/byggande/sakerhet/brandskydd/>
[Använd 07 09 2016].
- Boverket, 2016b. *Tillämpning av kraven vid ändring av byggnader*. [Online]
Hämtat från: <http://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/lov--byggande/krav-pa-byggnadsverktomter-mm/andring-av-byggnader/tillampning-av-kraven-vid-andring-av-byggnader/>
[Använd 15 12 2016].
- Brandteknik, LTH, 2015. *Rutin för hantering av försöksdata och dylikt efter genomfört försök som involverar människor, Dnr 2015-012*, Lund: Brandteknik, LTH.
- Canter, D., Breaux, J. & Sime, J., 1980. Domestic, multiple occupancy, and hospital fires. i: D. Canter, red. *Fires and human behaviour*. Chichester: Wiley, ss. 117-136.
- Coppola, D. P., 2011. Risk and Vulnerability. i: *Introduction to international disaster management*. 2 red. Oxford: Butterworth-Heinemann: Elsevier, ss. 139-207.
- Daamen, W. & Hoogendoorn, S., 2010. Capacity of Doors during Evacuation Conditions. *Procedia Engineering*, Volym 3, ss. 53-66.
- Dash, N. & Gladwin, H., 2007. Evacuation Decision Making and Behavioral Responses: Individual and Household. *Natural Hazards Review*, 8(3), ss. 67-77.
- Fahy, R. F., Prolux, G. & Aiman, L., 2009. *'Panic' and Human Behaviour in Fire*. Cambridge, National Research Council Canada.
- FEMA, 2016. *Civilian Fire Fatalities in Residential Buildings (2012-2014)*, Emmitsburg: FEMA.
- Foddy, W. H., 1993. *Constructing Questions for Interviews and Questionnaires - Theory and Practice in Social Research*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Folkhälsomyndigheten, 2014. *Seniorguiden*. [Online]
Hämtat från: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/seniorguiden/halsosamt-aldrande/aldrande-befolkning/>
[Använd 25 10 2016].
- Forell, B., Seidenspinner, R. & Hosser, D., 2010. Quantitative Comparison of International Design Standards of Escape Routes in Assembly Buildings. i: W. W. Klingsch, C. Rogsch, A. Schadschneider & M. Schreckenberger, red. *Pedestrian and Evacuation Dynamics 2008*. Berlin: Springer, ss. 791-801.

- Frank, G. & Dorso, C., 2011. Room evacuation in the presence of an obstacle. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 390(11), ss. 2135-2145.
- Frantzich, H., 1992. *Utrymningsvägars fysiska kapacitet: Sammanställning och utvärdering av kunskapsläget*, Lund: Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety, Lund University.
- Frantzich, H., 2000. *Tid för utrymning vid brand*, Karlstad: Räddningsverket.
- Frantzich, H., Nilsson, D. & Eriksson, O., 2007. *Utvärdering och validering av utrymningsprogram*, Lund: Brandteknik och riskhantering, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet.
- Galea, E. R., Cooney, D., Sharp, G. G. & Gwynne, S., 2015. *The Impact of Security Bollards on Evacuation Flow*. Cambridge, Interscience Communications, ss. 131-142.
- Garcimartín, A. o.a., 2016. Flow of pedestrians through narrow doors with different competitiveness. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2016(4), s. 043402.
- Google, 2016. *Google Formulär - skapa och analysera undersökningar gratis*. [Online] Hämtat från: <https://www.google.com/intl/sv/forms/about/> [Använd 15 09 2016].
- Helbing, D., Buzna, L., Johansson, A. & Werner, T., 2005. Self-Organized Pedestrian Crowd Dynamics: Experiments, Simulations, and Design Solutions. *Transportation Science*, 39(1), ss. 1-24.
- Helbing, D., Farkas, I. J., Molnár, P. & Vicsek, T., 2002. Simulation of Pedestrian Crowds in Normal and Evacuation Situations. i: M. Schreckenberg & S. D. Sharma (eds.), red. *Pedestrian and Evacuation*. Berlin: Springer, ss. 21-58.
- Helbing, D. & Molnár, P., 1995. Social force model for pedestrian dynamics. *Phys. Rev. E*, 51(5), ss. 4282-4286.
- Helbing, D. & Mukerji, P., 2012. Crowd disasters as systemic failures: analysis of the Love Parade disaster. *EPJ Data Science*, 1(1), ss. 1-40.
- Hodge, S., 2016. *Architecture In Minutes*. London: Quercus Editions Ltd.
- HRSDC, 2009. *Planning for safety - Evacuating people who need assistance in an emergency*, Gatineau: Human Resources and Skills Development Canada.
- IBM, 2016. *IBM SPSS Statistics Base 24*, Armonk: IBM.
- Jablonska, I., 2014. Nödutgång var låst med nyckel. *Ystads Allehanda*, 24 januari.
- Jaws*. 1975. [Film] Regi av Steven Spielberg. USA: A Zanuck/Brown Production.
- Kaplan, S. & Garrick, B. J., 1981. On the Quantitative Definition of Risk. *Risk Analysis*, 1(1), ss. 11-27.
- Klüpfel, H. L., 2003. *A Cellular Automaton Model for Crowd Movement and Egress Simulation*, Duisberg: University of Duisberg-Essen.
- Knaji, G. K., 2006. *100 Statistical Tests*. Third red. London, Thousand Oaks, New Delhi: Sage Publications.
- Körner, S. & Wahlgren, L., 2002. *Praktisk statistik*. 3:7 red. Lund: Studentlitteratur.
- Körner, S. & Wahlgren, L., 2006. *Statistisk dataanalys*. 4:3 red. Lund: Studentlitteratur.
- Lakoba, T. I., Kaup, D. J. & Finkelstein, N. M., 2005. Modifications of the Helbing-Molnár-Farkas-Vicsek Social Force Model for Pedestrian Evolution. *Simulation*, 81(5), ss. 339-352.

Liao, W. o.a., 2016. Measuring the steady state of pedestrian flow in bottleneck experiments. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 461(November), ss. 248-261.

Löhner, R., 2010. On the modeling of pedestrian motion. *Applied Mathematical Modelling*, 34(2), ss. 366-382.

Maurer, R., 2013. OSHA Serious About Blocked Exit Routes. *SHRM Online*, 23 juli.

Merriam-Webster, 2016. *Panic - Dictionary*. [Online]
Hämtat från: <http://www.merriam-webster.com/dictionary/panic>
[Använd 27 09 2016].

Nelson, H. E. & Mowrer, F. W., 2002. Section Three Chapter 14 Emergency Movement. i: *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. Quincy: National Fire Protection Association, ss. 367-380.

Nilsson, D., 2007. *Datorsimulering av utrymning vid brand - inventering av tre angreppssätt*, Lund: Lund University.

Nilsson, D., 2016. *Förflyttning vid utrymning - en utvärdering av mätmetoder*, Lund: Lunds Tekniska Högskola.

Parisi, D. R., Gilman, M. & Moldovan, H., 2009. A modification of the Social Force Model can reproduce experimental data of pedestrian flows in normal conditions. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 388(17), ss. 3600-3608.

Pauls, J., 1984. The Movement of People in Buildings and Design Solutions for Means of Egress. *Fire Technology*, 20(1), ss. 27-47.

Pelechano, N. & Malkawi, A., 2008. Evacuation simulation models: Challenges in modeling high rise building evacuation with cellular automata approaches. *Automation in Construction*, 17(2008), ss. 377-385.

Poma, M., 2015. *Discovering the Colosseum*. Rom: Narcissus.me.

Predtetschenski, V. M. & Milinski, A. I., 1971. *Personenstrome in gebauden Berechnungsmethoden für dei projektierung*. Berlin: Staatsverlag der Deutschen Demokratischen Republik.

Prolux, G., 2002. Section Three, Chapter 13 - Movement of People: The Evacuation Timing. i: P. J. DiNenno, o.a. red. *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering Third Edition*. Massachusetts: National Fire Protection Association, ss. 876-900.

Proulx, G., 2001. *Occupant behaviour and evacuation*. In: *Proceedings of the 9th International Fire Protection Symposium, Munich*, Ottawa: National Research Council Canada.

Renn, O., 1998. The role of risk perception for risk management. *Reliability Engineering and System Safety*, 59(1), ss. 49-62.

Saco, 2016. *Brandingenjör*. [Online]
Hämtat från: <http://www.saco.se/studieval--karriar/studieval/yrken-a-o/brandingenjor/>
[Använd 12 10 2016].

SCB, 2015. *Statistikdatabasen*. [Online]
Hämtat från:
http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__BE__BE0101__BE0101A/BefolkningR1860/table/tableViewLayout1/?rxid=a5d19dfe-d0e1-489b-bd9d-d522cb658594
[Använd 27 10 2016].

- SCB, 2016. *Befolkningsstatistik*. [Online]
 Hämtat från: http://www.scb.se/sv/_Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Befolkning/Befolkningens-sammansattning/Befolkningsstatistik/#c_li_BE0101B
 [Använd 15 10 2016].
- Seyfried, A. o.a., 2010. Enhanced Empirical Data for the Fundamental Diagram and the Flow Through Bottlenecks. i: W. W. Klingsch, C. Rogsch, A. Schadschneider & M. Schreckenberg, red. *Pedestrian and Evacuation Dynamics 2008*. Berlin: Springer, ss. 145-.
- Sime, J., 1985. Movement Towards The Familiar - Person and Place Affiliation in a Fire Entrapment Setting. *Environment and Behavior*, 17(6), ss. 697-724.
- Slovic, P., Fischhoff, B. & Lichtenstein, S., 1979. Rating the risks. *Environment Magazine*, april, Volym 21, ss. 14-20, 36-39.
- Socialdepartementet, 2011. *En strategi för genomförande av funktionshinderspolitiken 2011-2016*, Västerås: Regeringskansliet.
- Statens haverikommission, 2001. *Brand på Herkulesgatan i Göteborg, Ö län, den 29–30 oktober 1998*, Karlstad: Statens räddningsverk.
- Sveriges Radio, 2011. Skolor brister i brandsäkerhet. *Sveriges Radio*, 13 april.
- Tang, N., 2009. *Sharing Of Enforcement Cases*. [Online]
 Hämtat från: https://www.scdf.gov.sg/content/scdf_internet/en/building-professionals/fire-safety-manager/download_slides_forfsmbriefing-26may09to9jul09/_jcr_content/par/download_3/file.res/LTANicholas_Sharing_of_Enforcement_Case_s.pdf
 [Använd 10 10 2016].
- Thompson, P., Nilsson, D., Boyce, K. & McGrath, D., 2014. Evacuation models are running out of time. *Fire Safety Journal*, 78(2015), ss. 251-261.
- Tversky, A. & Kahneman, D., 1974. Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases. *Science*, 185(4157), ss. 1124-1131.
- Uddemar, S., 2016. Brandskyddsbrister på gymnasiet. *Tranås Tidning*, 03 februari.
- Wangel, U., 2007. Blockerad utrymningsväg på skola. *Ystads Allehanda*, 15 november.
- Waterson, N. P. & Pellissier, E., 2010. *The STEPS Pedestrian Microsimulation Tool – A Technical Summary*. Croydon: Mott MacDonald Limited.
- Wei-Guo, S., Yan-Fei, Y., Bing-Hong, W. & Wei-Cheng, F., 2006. Evacuation behaviors at exit in CA model with force essentials: A comparison with social force model. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 371(2), ss. 658-666.
- Wengström, E., 2016. *Direkta värderingsmetoder*, Föreläsning 05 april.
- Wretman, J., 2011. *Är icke-sannolikhetsurval aldrig representativa?*. Stockholm, Svenska statistikfrämjandet.
- Yanagisawa, D. o.a., 2009. Introduction of frictional and turning function for pedestrian outflow with an obstacle. *Physical Review E*, 80(3), s. 036110.
- Zhao, Y. o.a., 2016. Optimal layout design of obstacles for panic evacuation using differential evolution. *Physica A*, 2017(465), ss. 175-194.

Bilaga 1 – Hantering av försöksdata och etiska aspekter

Alla enkäter som genomförts i arbetet har varit frivilliga, anonyma och endast riktats till personer som är 15 år eller äldre. I lag (2003:460) om etikprövning av forskning som avser människor anges att barn som är minst 15 år får delta i forskning utan godkännande från föräldrar om barnet inser vad forskningen innebär, samt har informerats och samtyckt till forskningen. De besvarade enkäterna förvarades i en mapp eller på hårddisk som examensarbetarna höll i säkert förvar under tiden rapporten skrevs. Insamlad data har endast hanterats av examensarbetarna och vid arbetets färdigställande har enkätmaterialiet förstörts.

Deltagande i laboratorieexperimentet som genomförts har även det varit frivilligt och det var möjligt att avbryta försöken när man ville. Filmmaterialet som erhöles från försöken innehöll filmsekvenser med privatpersoner och därför hanterades det så att allmänheten inte kunde ta del av insamlad data. Materialet förvarades på två separata externa hårddiskar där en fungerade som backupkopia. Förvaringen följde ordinarie rutiner som hos avdelningen för brandteknik och riskhantering (Brandteknik, LTH, 2015). Materialet förvarades i säkert förvar för att förhindra spridning av materialet. När rapporten var färdigskriven hölls filmmaterialet i förvar av avdelningen för Brandteknik på Lunds Tekniska högskola. Institutionen förvaltar materialet under en maximal tid av tre år ifall det bedöms att försöksdata kan komma till användning för annat arbete. I detta fall ansvarar institutionen för att göra en bedömning om utlämnande och hantering av detta material. Efter den angivna tiden raderas materialet.

Personuppgifter som namn, födelsedatum och telefonnummer fanns på anmälningslistan till försöken så att deltagarna kunde bockas av när de anlände till försöken. Denna lista användes även till att kvittera ut biobiljett som ersättning för deltagandet. Detta gjordes med en underskrift vid sitt namn och födelsedatum. Informationen presenterades inte i examensarbetet och förstördes efter att arbetet var klart. Även detta material förvarades enligt ordinarie rutiner hos avdelningen för brandteknik och riskhantering (Brandteknik, LTH, 2015).

Försökspersonerna fick innan försöken påbörjades läsa igenom en samtyckesblankett med beskrivning av hur försöken skulle genomföras och hur försöksdata skulle hanteras under och efter arbetets gång. Detta accepteras genom att skriva under blanketten. Även denna blankett förstördes efter arbetets slut.

Undersökning om utrymningsvägars utformning

Denna enkät är en del i examensarbetet Påverkan på personflöde och riskbild vid hinder i utrymningsväg och vid olika konfigurationer av utrymningsvägar som skrivs för Brandteknik på Lunds Tekniska Högskola.

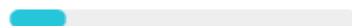
Bakgrunden till examensarbetet är att forskning har visat att ett hinder i en utrymningsväg kan dela upp personflödet genom dörröppningen och på så sätt förbättra flödet. Det finns även tidigare branschpraxis som anger att en utrymningsdörr med bredden 1,20 meter kan ersättas med två 0,90 meter breda dörrar. Detta är dock inget som är angivet som allmänt råd av Boverket. En tanke finns att dessa typer av konfigurationer kan ge liknande effekter och det skulle kunna innebära att två smala dörrar ger ett bättre utrymningsflöde än en bred. Smalare dörrar kan däremot innebära vissa risker så som att köbildning lättare uppstår framför dörrarna och på så sätt skapar en sämre utrymningsmiljö. Fördelen med att kunna använda flera smala dörrar vid en utrymning är möjligheten att använda sig av befintliga dörrar i en lokal och inte behöva komplettera dessa eller ersätta någon av dem med en bredare dörr.

Syftet med examensarbetet är att bidra med kunskap om utrymningsflöde genom olika konfigurationer av dörrar från stora lokaler, hur hinder påverkar flödet och hur personer uppfattar dessa olika utrymningsvägar. Syftet är också att bidra med åsikter om vilka riskscenarier som kan vara aktuella för de olika dörrkonfigurationerna.

Syftet med denna enkät är att undersöka vad yrkesverksamma brandingenjörer/brandinspektörer anser om tidigare branschpraxis. Syftet är också att undersöka om det finns olika faktorer som påverkar detta synsätt. Det vill säga om branschpraxis kan vara applicerbart i vissa fall men inte andra.

Vi är tacksamma för Er medverkan!

NÄSTA



Sidan 1 av 6

Skicka aldrig lösenord med Google Formulär

Undersökning om utrymningsvägars utformning

*Obligatorisk

Kön *

- Kvinna
- Man
- Annat

Inom vilken sektor arbetar du? *

- Privat
- Offentlig

Hur många års arbetslivserfarenhet har du som brandingenjör/inspektör? *

Ditt svar

BAKÅT

NÄSTA

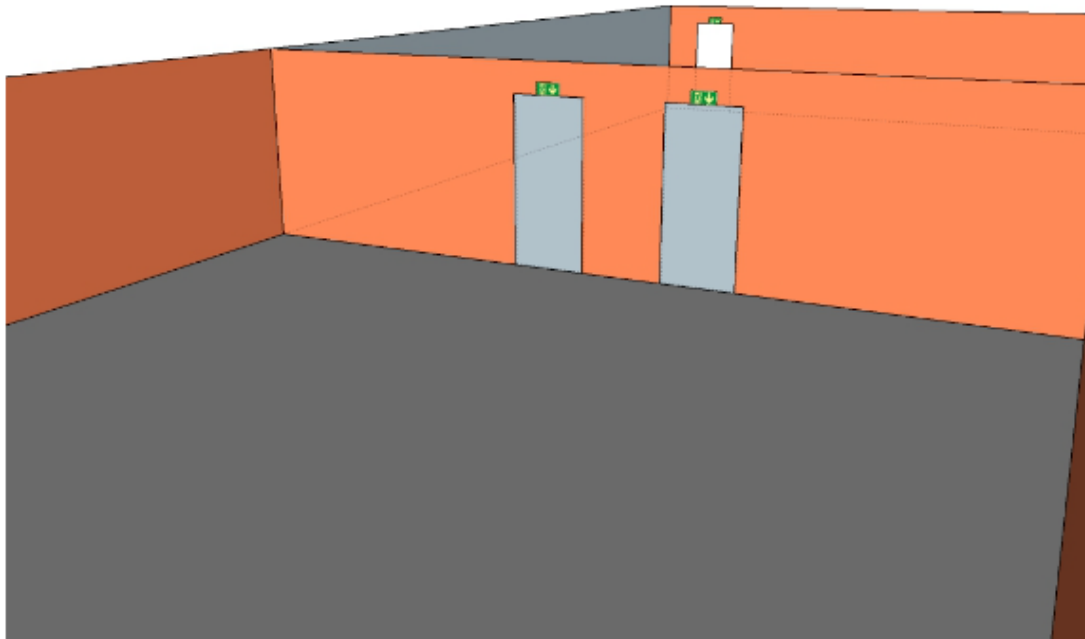
 Sidan 2 av 6

Skicka aldrig lösenord med Google Formulär

Undersökning om utrymningsvägars utformning

*Obligatorisk

Illustrationsbild



Tänk dig att du ska dimensionera en utrymningsväg i en samlingslokal som förväntas betjäna fler än 150 personer. På grund av olika anledningar kan en dörr med bredden 1,20 meter inte användas. Anser du att denna dörr skulle kunna ersättas med två stycken smalare dörrar med bredden 0,90 meter? Dessa dörrar leder till samma utrymme. *

- Ja
- Nej

Om du svarade Ja på föregående fråga, vilket är det maximala avstånd (i meter) mellan dessa två dörrar då du tycker att de fortfarande kan motsvara en utrymningsväg?

Ditt svar

Om du svarade Nej på ovanstående fråga, vad är den huvudsakliga anledningen?

Ditt svar

Har du några övriga synpunkter eller kommentarer?

Ditt svar

BAKÅT

NÄSTA

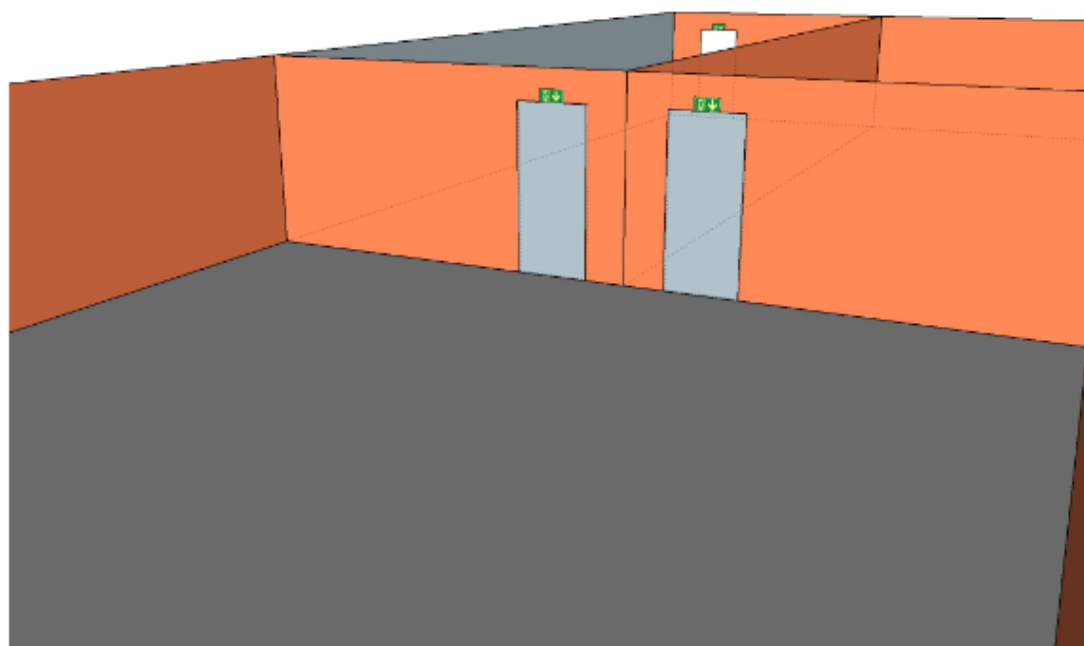


Sidan 3 av 6

Undersökning om utrymningsvägars utformning

*Obligatorisk

Illustrationsbild



Tänk dig att du istället har en situation där de smalare dörrarna leder till olika utrymmen. Anser du att en dörr med bredden 1,20 meter kan ersättas av två dörrar med bredden 0,90 meter? Du ska fortfarande dimensionera en utrymningsväg i en samlingslokal som förväntas betjäna fler än 150 personer. På grund av olika anledningar kan en dörr med bredden 1,20 meter inte användas. *

- Ja
- Nej

Om du svarade Ja på föregående fråga, vilket är det maximala avstånd (i meter) mellan dessa två dörrar då du tycker att de fortfarande kan motsvara en utrymningsväg?

Ditt svar

Om du svarade Nej på ovanstående fråga, vad är den huvudsakliga anledningen?

Ditt svar

Har du några övriga synpunkter eller kommentarer?

Ditt svar

BAKÅT

NÄSTA

 Sidan 4 av 6

Skicka aldrig lösenord med Google Formulär

Undersökning om utrymningsvägars utformning

*Obligatorisk

Untitled section

Ser du några eventuella risker med att ersätta en dörr med bredden 1.20 meter med två dörrar med bredden 0.90 meter?
Om Ja, motivera också vilka och varför. *

Ditt svar

BAKÅT

NÄSTA

Sidan 5 av 6

Skicka aldrig lösenord med Google Formulär

Undersökning om utrymningsvägars utformning

Tack för Din medverkan!

Genom att klicka på "skicka" så lämnar du in dina svar och enkäten avslutas.

BAKÅT

SKICKA

Sidan 6 av 6

Skicka aldrig lösenord med Google Formulär

Bilaga 3 – Statistisk undersökning av enkät till brandingenjörer

I denna bilaga redovisas resultatet från den statistiska undersökning som genomförts för huvudfrågorna i enkäten till yrkesverksamma brandingenjörer.

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
1.Kan två utrymningsvägar betraktas som en utrymningsväg om de leder till ett utrymme? * 2.Kan två utrymningsvägar betraktas som en utrymningsväg om de leder till olika utrymmen?	58	100,0%	0	0,0%	58	100,0%

Huvudfrågorna

		2.Kan två utrymningsvägar betraktas som en utrymningsväg om de leder till olika utrymmen?		Total
		Nej	Ja	
1.Kan två utrymningsvägar betraktas som en utrymningsväg om de leder till ett utrymme?	Nej	6	0	6
	Ja	18	34	52
Total		24	34	58

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	9,481 ^a	1	,002		
Continuity Correction ^b	6,977	1	,008		
Likelihood Ratio	11,589	1	,001		
Fisher's Exact Test				,003	,003
Linear-by-Linear Association	9,317	1	,002		
McNemar Test				,000 ^c	
N of Valid Cases	58				

a. 2 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,48.

b. Computed only for a 2x2 table

c. Binomial distribution used.

Bilaga 4 – Enkät till allmänheten samt svarsblankett

Enkät om utrymning

Denna enkät är en del i examensarbetet *Påverkan på personflöde och riskbild vid hinder i utrymningsväg och vid olika konfigurationer av utrymningsvägar* som skrivs för Brandteknik på Lunds Tekniska Högskola.

Syftet med examensarbetet är att bidra med mer kunskap kring utrymningssituationer. Det ska undersökas med hjälp av försök hur olika utformningar av utrymningsvägar påverkar personflödet genom dörrar och trängseln framför dörrar. Fokus kommer att ligga på att utvärdera skillnader mellan att utrymma genom en bred dörr jämfört med två smala dörrar. Även ett hinders påverkan i form av en stolpe som är placerad i anslutning till dörren ska utredas. Risker med de olika dörrutformningarna kommer också att bedömas.

Syftet med denna enkät är att undersöka hur allmänheten uppfattar olika utformningar av utrymningsvägar.

Svaren lämnas på tillhörande svarsblankett.

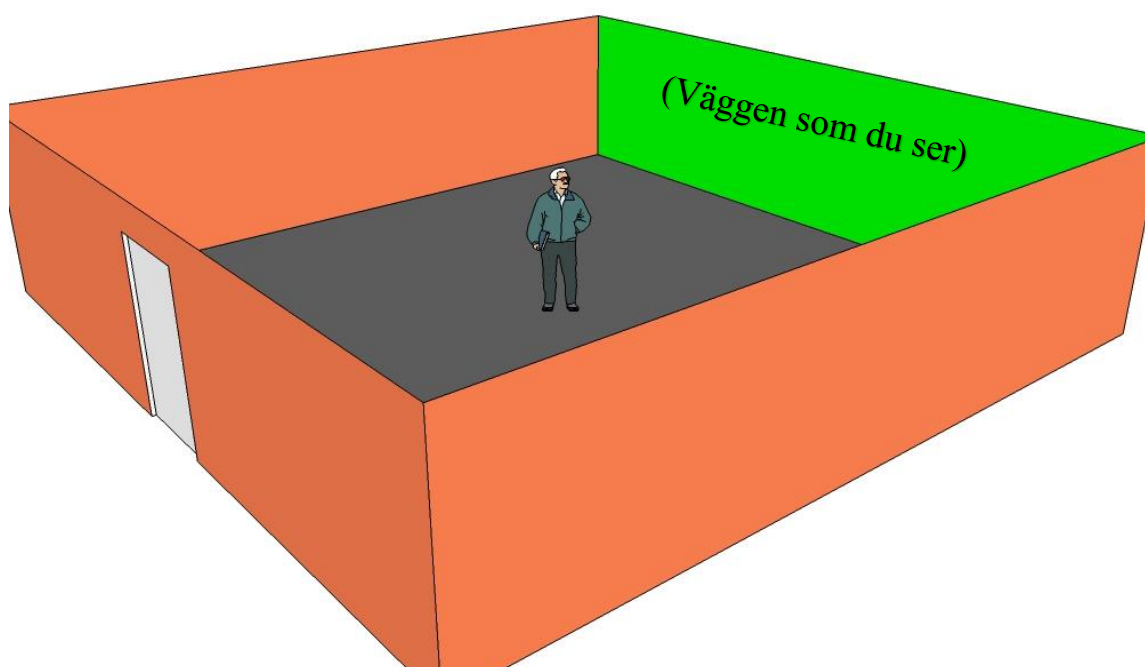
VIKTIGT! Innan enkäten besvaras läs följande:

Enkäten består totalt av 10 frågor. För varje fråga visas två olika utrymningssituationer och det är din uppgift att besluta vilken situation som du hade föredragit.

Föreställ dig att du befinner dig i en lokal och att ett utrymningslarm går. Du står mitt i rummet och bakom dig finns en utrymningsväg. Bilderna som kommer visas till varje fråga föreställer två alternativ på hur lokalen ser ut framför dig. Frågan är vilken av lokalerna som du helst befinner dig i om du skulle behöva utrymma från rummet. Vi ber dig att inte fundera länge på vilket du hade föredragit utan att du istället följer din omedelbara känsla.

Du måste besvara alla frågor även om du känner dig osäker på ditt svar. Var noga med att kontrollera att du besvarar rätt fråga på svarsblanketten!

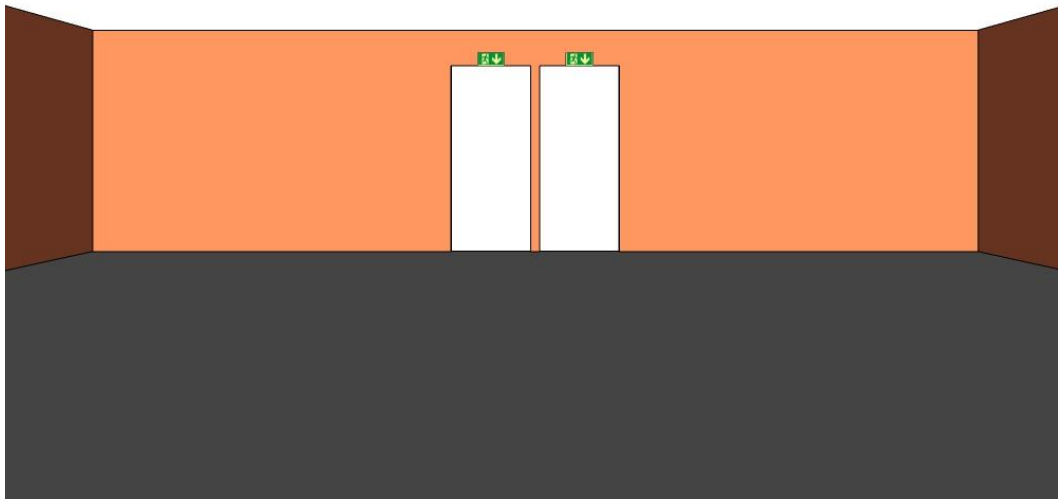
Illustrationsbild för ett utrymningsscenario som visar din placering i lokalen. Du är vänd mot den gröna väggen och har en utrymningsväg bakom dig. Den gröna väggen representerar bilderna som presenteras till varje fråga.



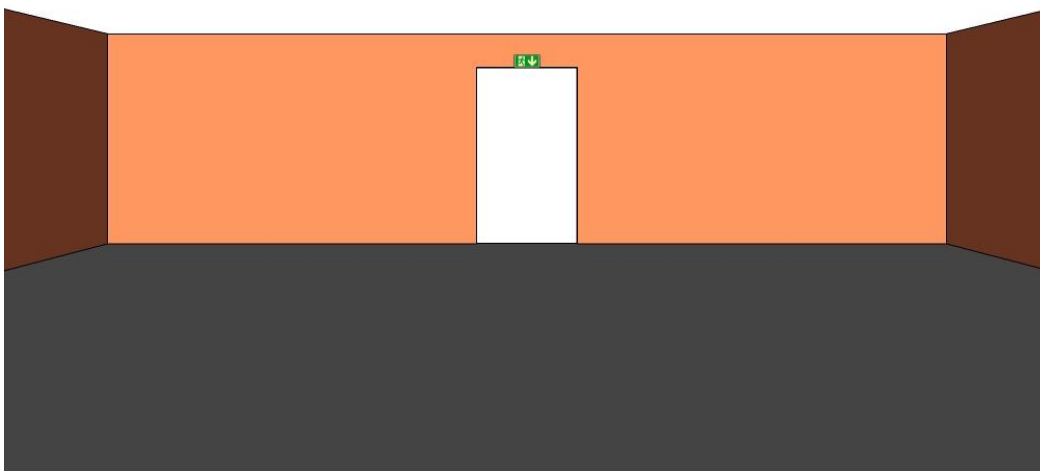
Fråga 1

Vilken av följande lokaler hade du föredragit att befinna dig i vid en utrymning? Kryssa i rutan på svarsblanketten för det alternativ som du föredrar.

Lokal A



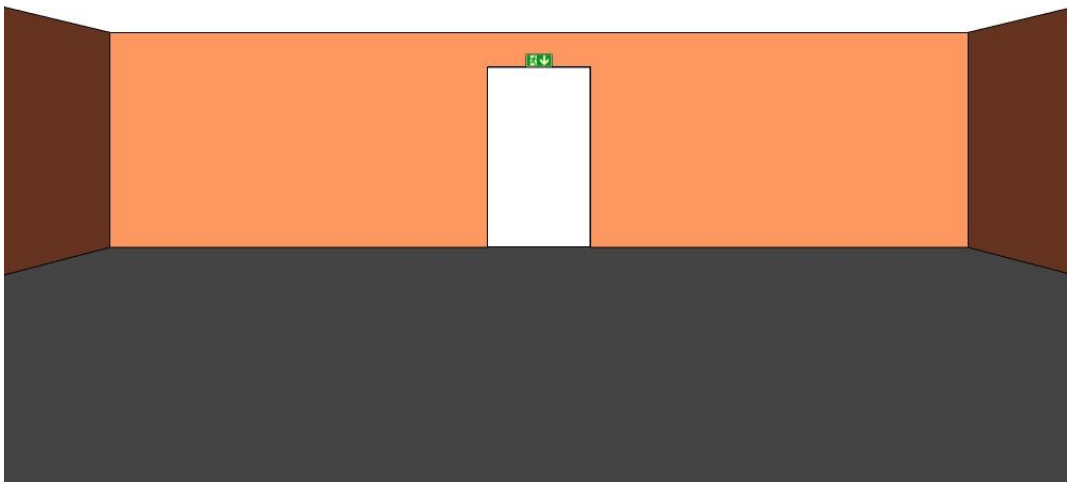
Lokal B



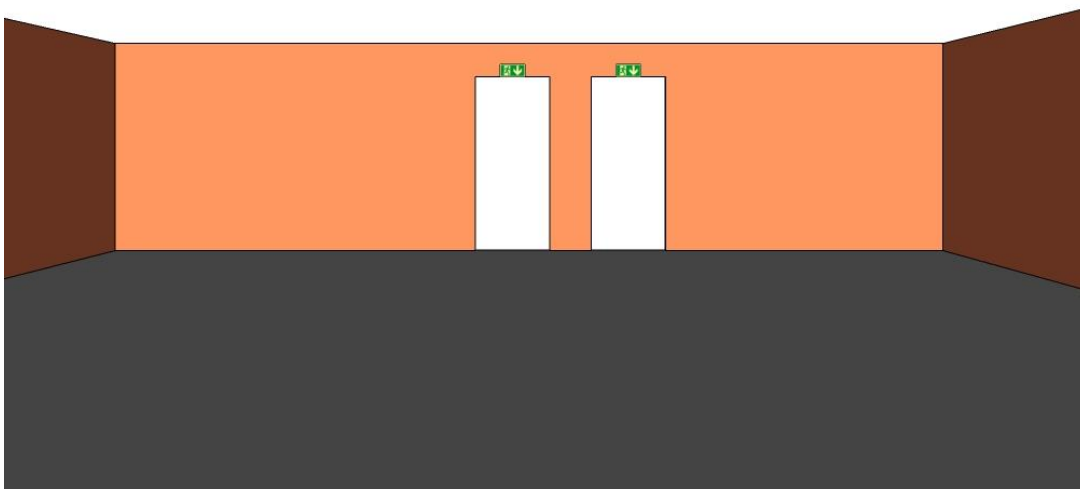
Fråga 2

Vilken av följande lokaler hade du föredragit att befinna dig i vid en utrymning? Kryssa i rutan på svarsblanketten för det alternativ som du föredrar.

Lokal A



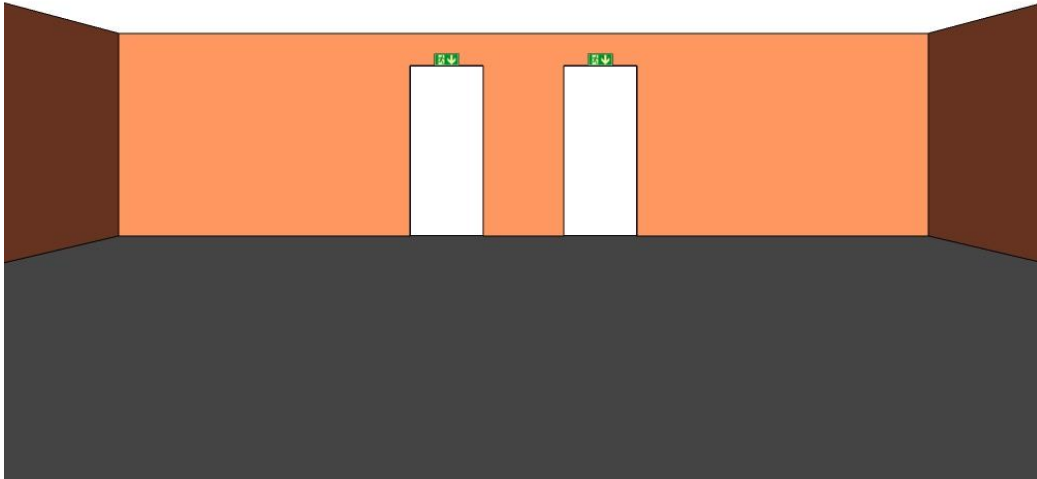
Lokal B



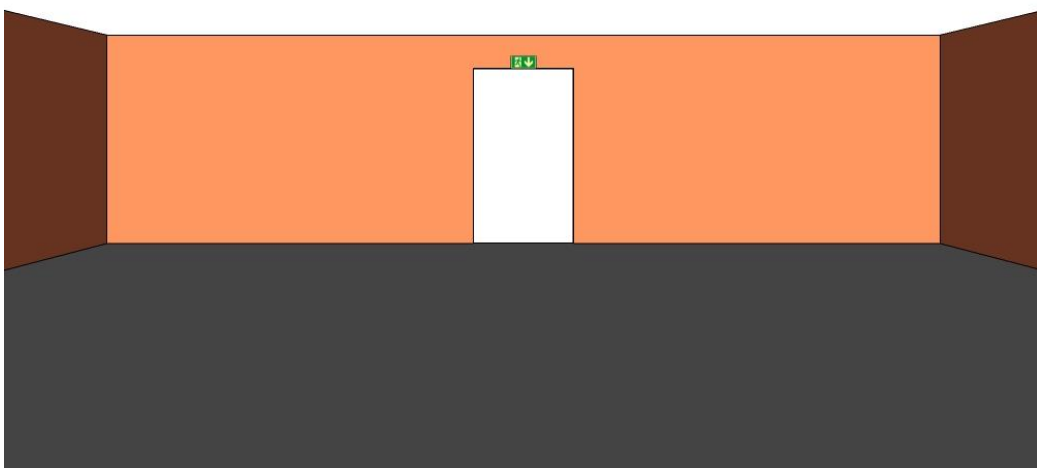
Fråga 3

Vilken av följande lokaler hade du föredragit att befinna dig i vid en utrymning? Kryssa i rutan på svarsblanketten för det alternativ som du föredrar.

Lokal A



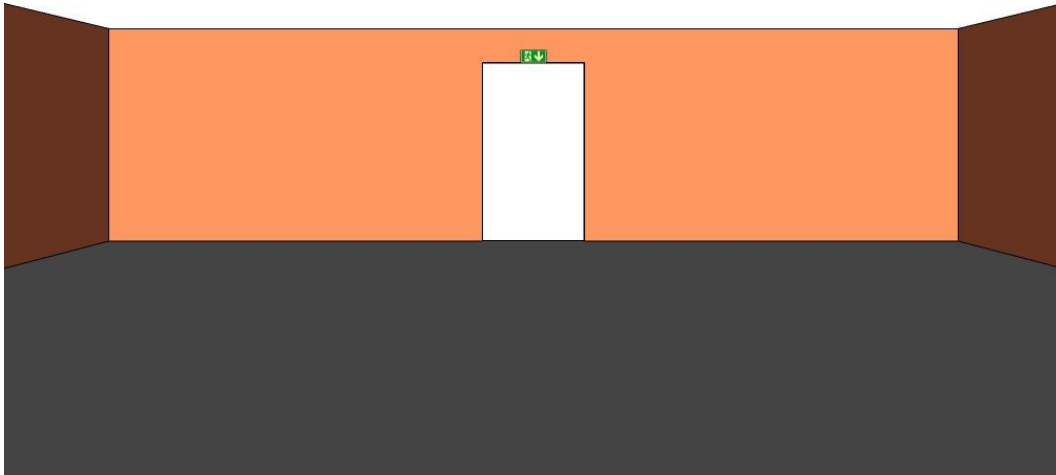
Lokal B



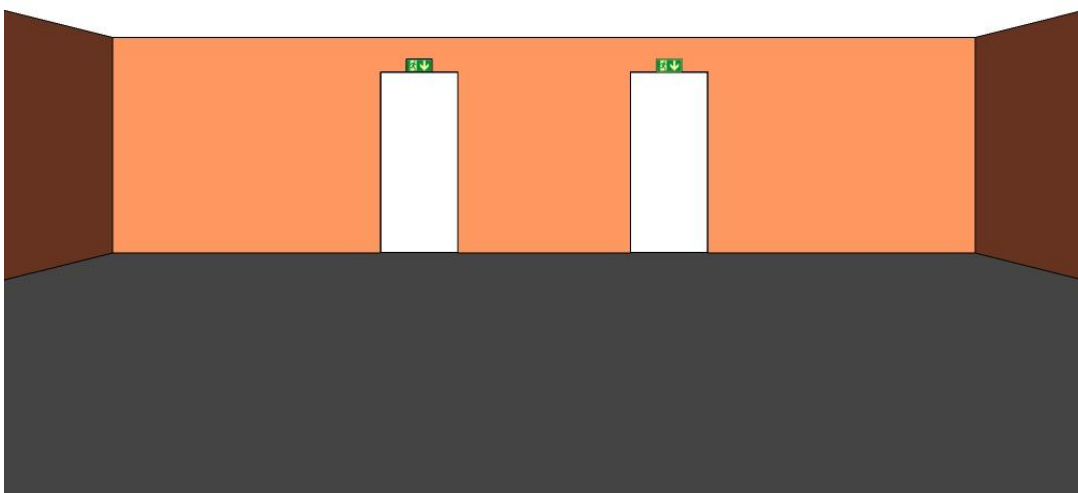
Fråga 4

Vilken av följande lokaler hade du föredragit att befinna dig i vid en utrymning? Kryssa i rutan på svarsblanketten för det alternativ som du föredrar.

Lokal A



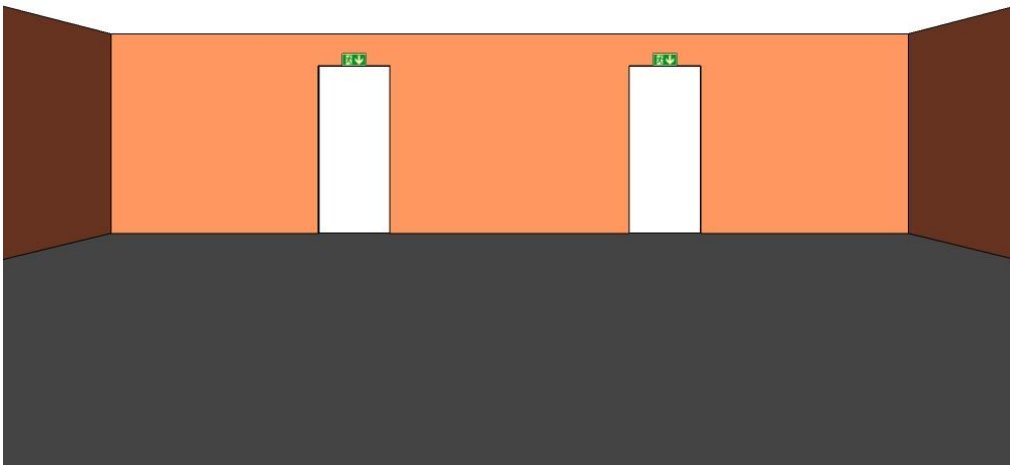
Lokal B



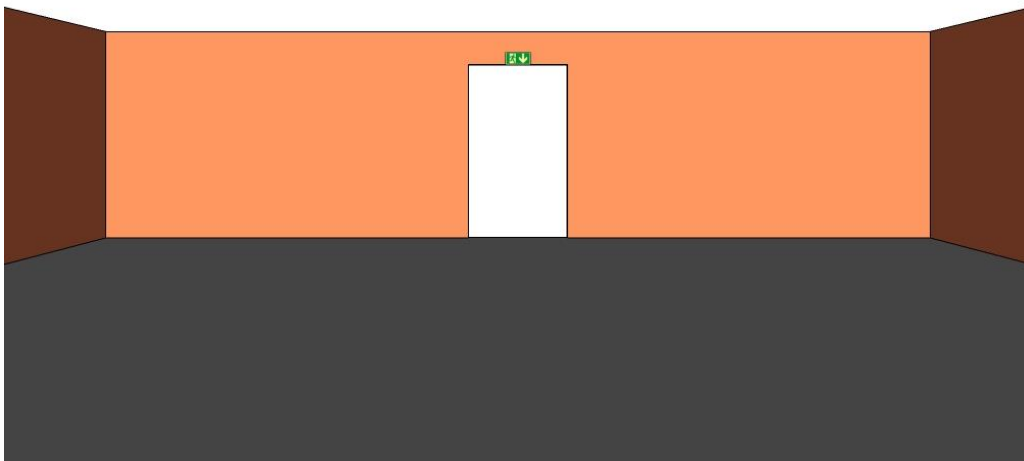
Fråga 5

Vilken av följande lokaler hade du föredragit att befinna dig i vid en utrymning? Kryssa i rutan på svarsblanketten för det alternativ som du föredrar.

Lokal A



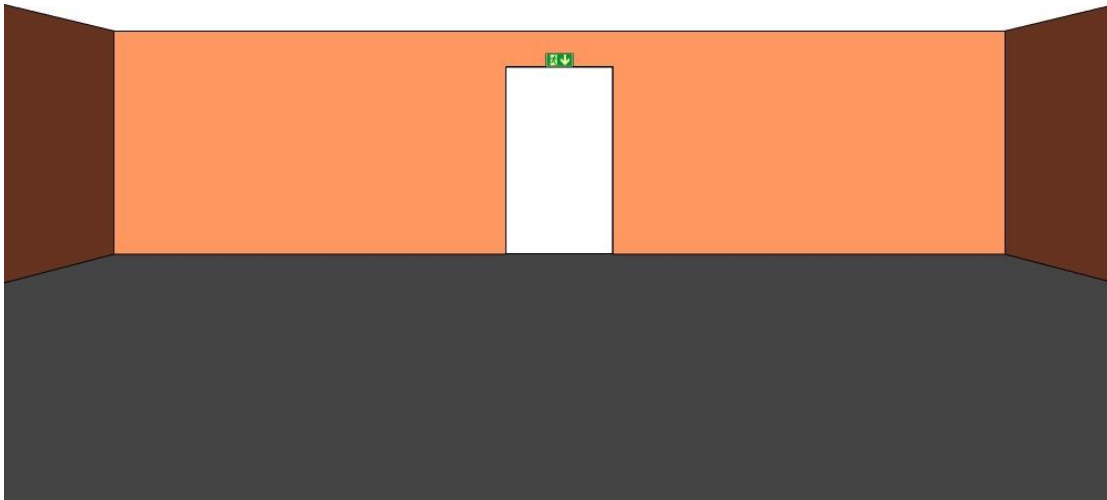
Lokal B



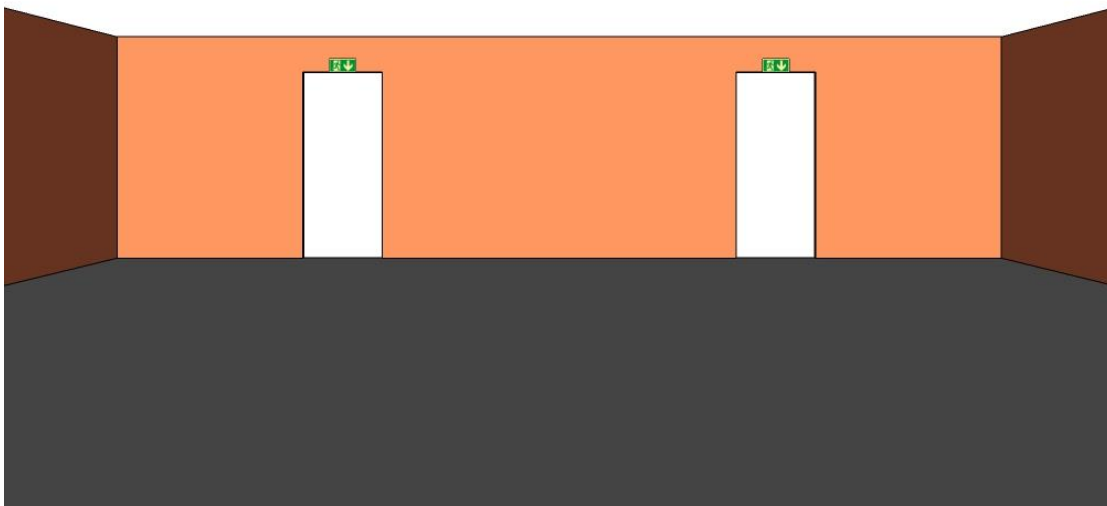
Fråga 6

Vilken av följande lokaler hade du föredragit att befinna dig i vid en utrymning? Kryssa i rutan på svarsblanketten för det alternativ som du föredrar.

Lokal A



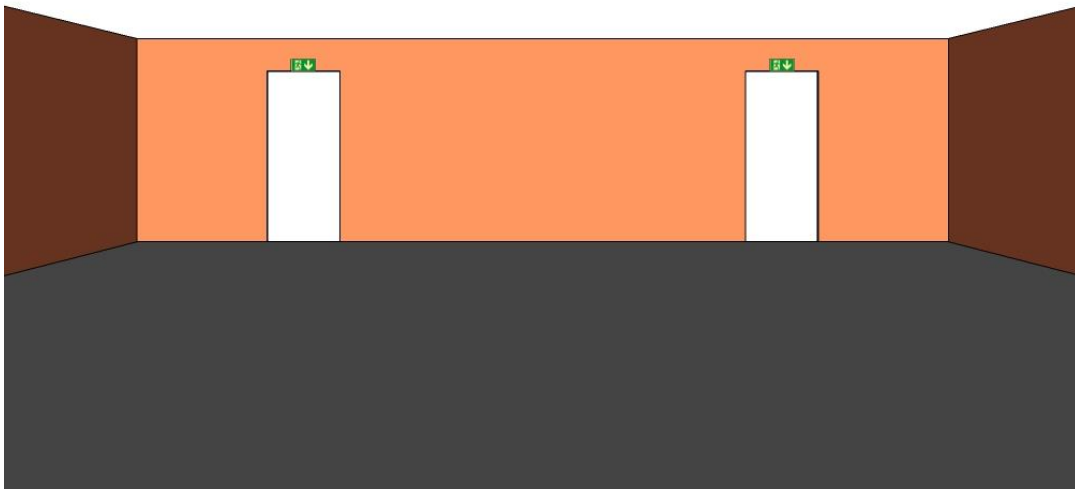
Lokal B



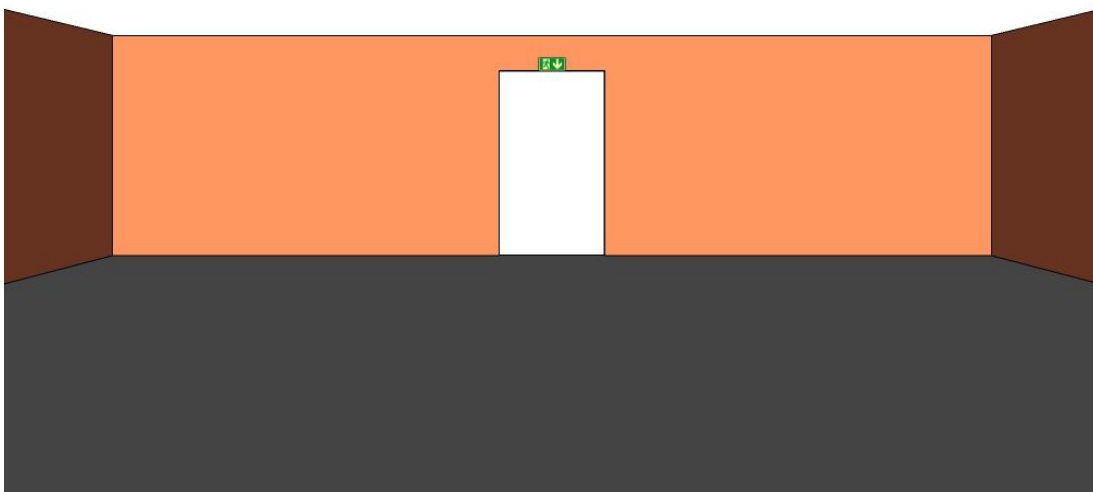
Fråga 7

Vilken av följande lokaler hade du föredragit att befinna dig i vid en utrymning? Kryssa i rutan på svarsblanketten för det alternativ som du föredrar.

Lokal A



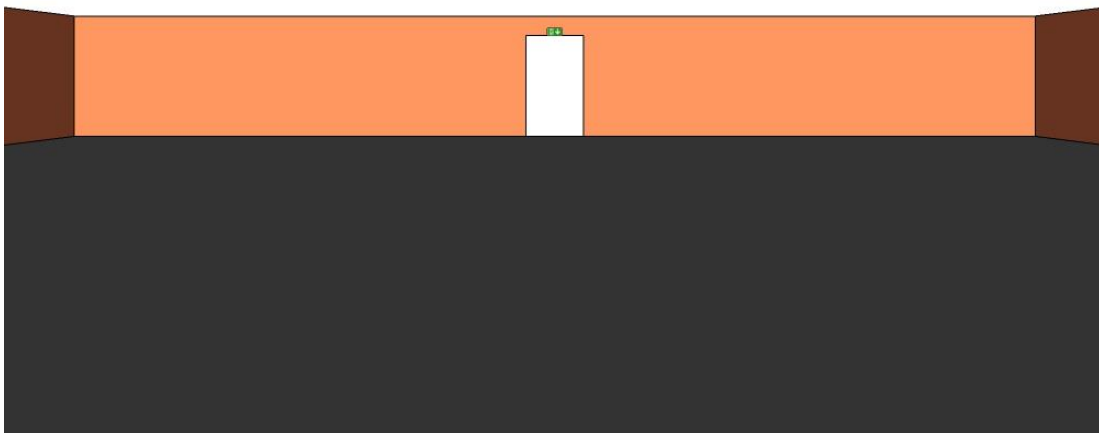
Lokal B



Fråga 8

Vilken av följande lokaler hade du föredragit att befinna dig i vid en utrymning? Kryssa i rutan på svarsblanketten för det alternativ som du föredrar.

Lokal A



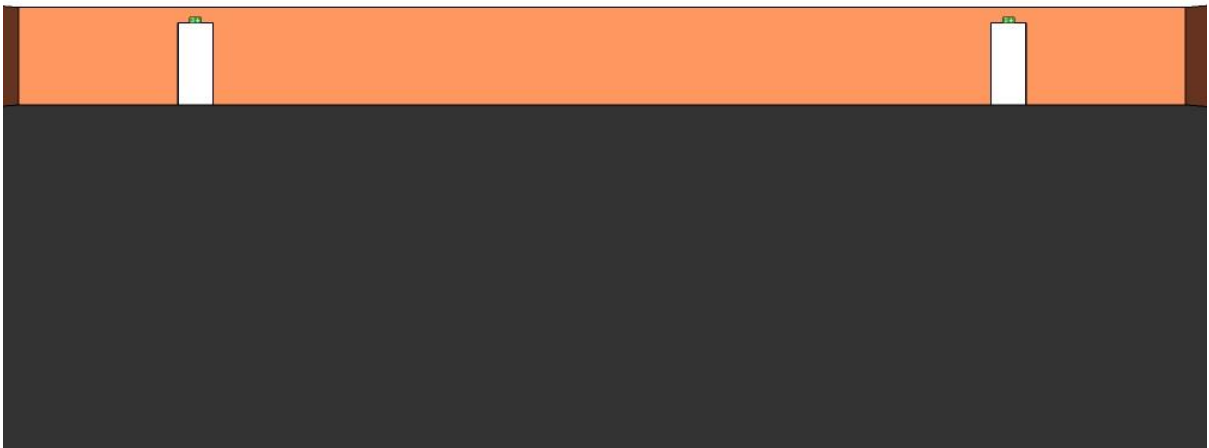
Lokal B



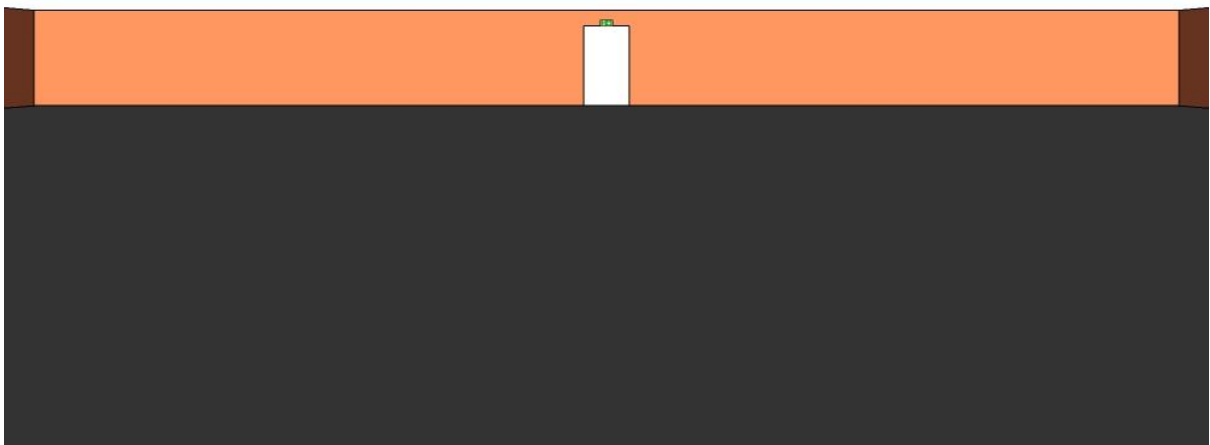
Fråga 9

Vilken av följande lokaler hade du föredragit att befinna dig i vid en utrymning? Kryssa i rutan på svarsblanketten för det alternativ som du föredrar.

Lokal A



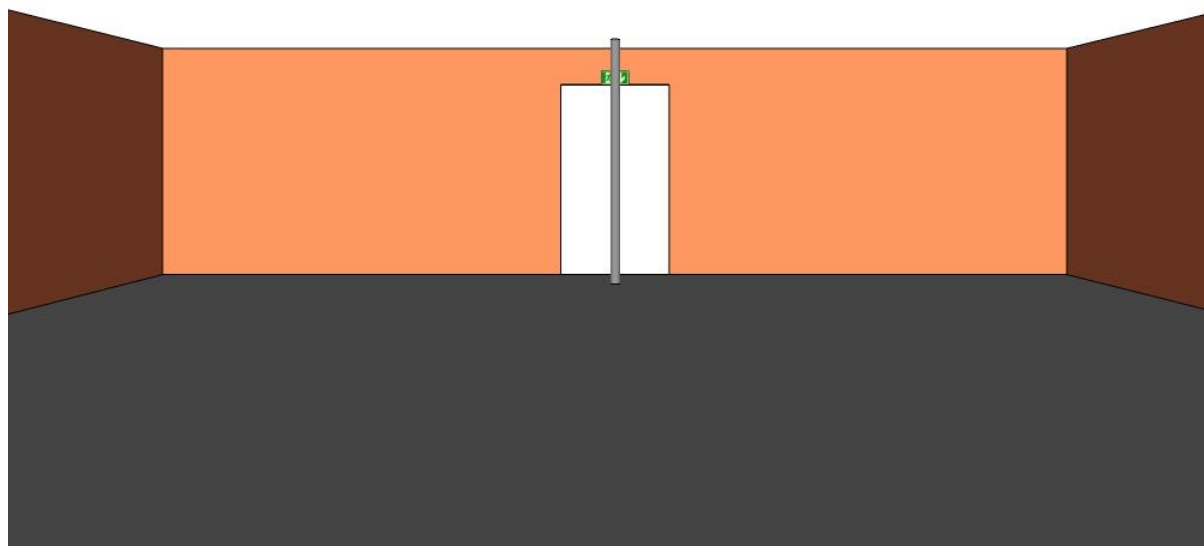
Lokal B



Fråga 10

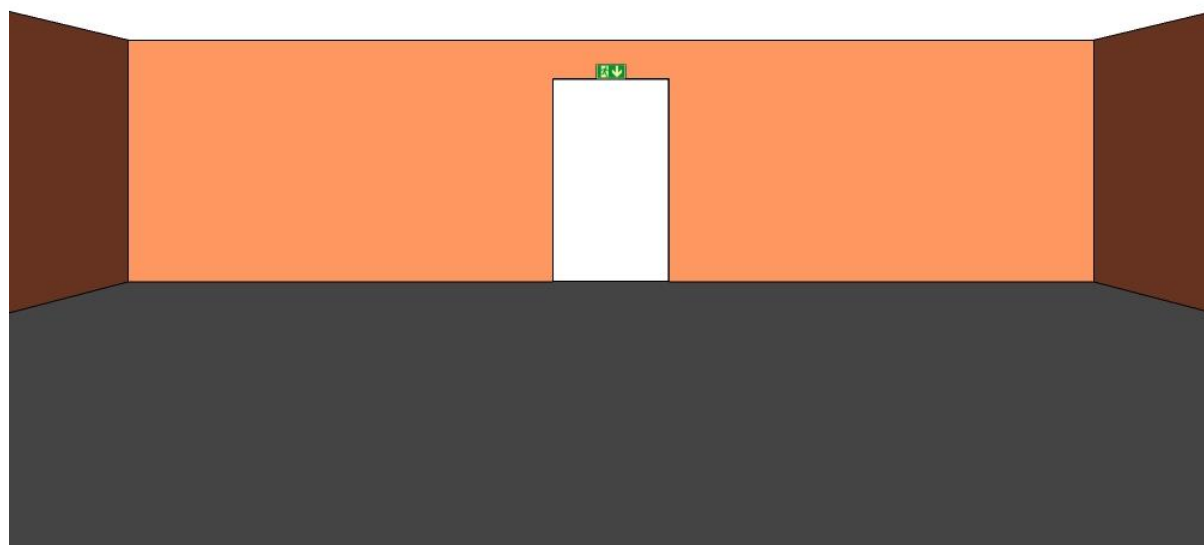
Vilken av följande lokaler hade du föredragit att befinna dig i vid en utrymning? Kryssa i rutan på svarsblanketten för det alternativ som du föredrar.

Lokal A



Bilden visar en stolpe framför dörren. Avståndet mellan stolpen och dörren är ungefär 1 m.

Lokal B



Stort tack för Ditt deltagande!

Svarsblankett till utrymningsenkät

Enkäten är anonym. Vi ber dig att ange kön och ålder i statistiskt syfte.

Kön _____

Ålder _____

Vänligen besvara frågorna i enkäten genom att kryssa i rutan för antingen alternativ A eller B till varje fråga. Var noggrann och kontrollera mot enkäten så att du verkligen besvarar rätt fråga.

Fråga	Lokal A	Lokal B
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Bilaga 5 – Statistisk undersökning av skillnaden mellan åldersgrupper

I denna bilaga redovisas resultatet från de statistiska tester som undersökt ifall svaren varierat mellan åldersgrupp 15-24 år som varit mest förekommande i enkäten till allmänheten med den åldersgrupp 45-54 år som är mest förekommande i den svenska befolkningen (SCB, 2015).

0,1 meter

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Åldersgrupp * 2 dörrar 0,1 m ålder	46	46,0%	54	54,0%	100	100,0%

Åldersgrupp * 2 dörrar 0,1 m ålder Crosstabulation

		2 dörrar 0,1 m ålder		Total
		Nej	Ja	
Åldersgrupp	15-24	17	15	32
	45-54	4	10	14
Total		21	25	46

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	2,366 ^a	1	,124		
Continuity Correction ^b	1,480	1	,224		
Likelihood Ratio	2,433	1	,119		
Fisher's Exact Test				,199	,111
Linear-by-Linear Association	2,315	1	,128		
N of Valid Cases	46				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6,39.

b. Computed only for a 2x2 table

0,5 meter

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Åldersgrupp * 2 dörrar 0,5 m ålder	46	46,0%	54	54,0%	100	100,0%

Åldersgrupp * 2 dörrar 0,5 m ålder Crosstabulation

		2 dörrar 0,5 m ålder		Total
		,00	1,00	
Åldersgrupp	15-24	14	18	32
	45-54	6	8	14
Total		20	26	46

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,003 ^a	1	,955		
Continuity Correction ^b	,000	1	1,000		
Likelihood Ratio	,003	1	,955		
Fisher's Exact Test				1,000	,607
Linear-by-Linear Association	,003	1	,956		
N of Valid Cases	46				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6,09.

b. Computed only for a 2x2 table

1,0 meter

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Åldersgrupp * 2 dörrar 1,0 m ålder	46	46,0%	54	54,0%	100	100,0%

Åldersgrupp * 2 dörrar 1,0 m ålder Crosstabulation

		2 dörrar 1,0 m ålder		Total
		,00	1,00	
Åldersgrupp	15-24	12	20	32
	45-54	6	8	14
Total		18	28	46

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,117 ^a	1	,732		
Continuity Correction ^b	,000	1	,989		
Likelihood Ratio	,117	1	,733		
Fisher's Exact Test				,753	,490
Linear-by-Linear Association	,115	1	,735		
N of Valid Cases	46				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 5,48.

b. Computed only for a 2x2 table

2,0 meter

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Åldersgrupp * 2 dörrar 2,0 m ålder	46	46,0%	54	54,0%	100	100,0%

Åldersgrupp * 2 dörrar 2,0 m ålder Crosstabulation

		2 dörrar 2,0 m ålder		Total
		,00	1,00	
Åldersgrupp	15-24	8	24	32
	45-54	3	11	14
Total		11	35	46

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,068 ^a	1	,794		
Continuity Correction ^b	,000	1	1,000		
Likelihood Ratio	,069	1	,792		
Fisher's Exact Test				1,000	,556
Linear-by-Linear Association	,067	1	,796		
N of Valid Cases	46				

a. 1 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,35.

b. Computed only for a 2x2 table

3,0 meter

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Åldersgrupp * 2 dörrar 3,0 m ålder	46	46,0%	54	54,0%	100	100,0%

Åldersgrupp * 2 dörrar 3,0 m ålder Crosstabulation

		2 dörrar 3,0 m ålder		Total
		,00	1,00	
Åldersgrupp	15-24	8	24	32
	45-54	5	9	14
Total		13	33	46

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,551 ^a	1	,458		
Continuity Correction ^b	,150	1	,699		
Likelihood Ratio	,538	1	,463		
Fisher's Exact Test				,493	,344
Linear-by-Linear Association	,539	1	,463		
N of Valid Cases	46				

a. 1 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,96.

b. Computed only for a 2x2 table

4,0 meter

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Åldersgrupp * 2 dörrar 4,0 m ålder	46	46,0%	54	54,0%	100	100,0%

Åldersgrupp * 2 dörrar 4,0 m ålder Crosstabulation

		2 dörrar 4,0 m ålder		Total
		,00	1,00	
Åldersgrupp	15-24	7	25	32
	45-54	4	10	14
Total		11	35	46

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,240 ^a	1	,624		
Continuity Correction ^b	,013	1	,909		
Likelihood Ratio	,235	1	,628		
Fisher's Exact Test				,713	,444
Linear-by-Linear Association	,235	1	,628		
N of Valid Cases	46				

a. 1 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,35.

b. Computed only for a 2x2 table

5,0 meter

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Åldersgrupp * 2 dörrar 5,0 m ålder	46	46,0%	54	54,0%	100	100,0%

Åldersgrupp * 2 dörrar 5,0 m ålder Crosstabulation

		2 dörrar 5,0 m ålder		Total
		,00	1,00	
Åldersgrupp	15-24	12	20	32
	45-54	3	11	14
Total		15	31	46

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1,145 ^a	1	,285		
Continuity Correction ^b	,530	1	,467		
Likelihood Ratio	1,198	1	,274		
Fisher's Exact Test				,331	,236
Linear-by-Linear Association	1,120	1	,290		
N of Valid Cases	46				

a. 1 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,57.

b. Computed only for a 2x2 table

10,0 meter

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Åldersgrupp * 2 dörrar 10,0 m ålder	46	46,0%	54	54,0%	100	100,0%

Åldersgrupp * 2 dörrar 10,0 m ålder Crosstabulation

		2 dörrar 10,0 m ålder		Total
		,00	1,00	
Åldersgrupp	15-24	9	23	32
	45-54	3	11	14
Total		12	34	46

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,226 ^a	1	,634		
Continuity Correction ^b	,012	1	,912		
Likelihood Ratio	,232	1	,630		
Fisher's Exact Test				,729	,465
Linear-by-Linear Association	,222	1	,638		
N of Valid Cases	46				

a. 1 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,65.

b. Computed only for a 2x2 table

20,0 meter

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Åldersgrupp * 2 dörrar 20,0 m ålder	46	46,0%	54	54,0%	100	100,0%

Åldersgrupp * 2 dörrar 20,0 m ålder Crosstabulation

		2 dörrar 20,0 m ålder		Total
		,00	1,00	
Åldersgrupp	15-24	3	29	32
	45-54	1	13	14
Total		4	42	46

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,061 ^a	1	,805		
Continuity Correction ^b	,000	1	1,000		
Likelihood Ratio	,063	1	,801		
Fisher's Exact Test				1,000	,646
Linear-by-Linear Association	,060	1	,807		
N of Valid Cases	46				

a. 2 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,22.

b. Computed only for a 2x2 table

Hinder

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Åldersgrupp * Hinder ålder	46	46,0%	54	54,0%	100	100,0%

Åldersgrupp * Hinder ålder Crosstabulation

		Hinder ålder		Total
		,00	1,00	
Åldersgrupp	15-24	30	2	32
	45-54	11	3	14
Total		41	5	46

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	2,316 ^a	1	,128		
Continuity Correction ^b	1,014	1	,314		
Likelihood Ratio	2,117	1	,146		
Fisher's Exact Test				,157	,157
Linear-by-Linear Association	2,266	1	,132		
N of Valid Cases	46				

a. 2 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,52.

b. Computed only for a 2x2 table

Bilaga 6 – Statistisk undersökning av skillnaden mellan enkät A, B och C

För att undersöka ifall det fanns någon skillnad i svaren mellan de olika enkäterna genomfördes chi-två test för varje fråga. När svaren kodades in i SPSS lades de som föredrog två dörrar in som ”Ja” och de som föredrog en dörr som ”Nej”.

0,1 meter

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Grupp * 2 dörrar? 0,1	100	100,0%	0	0,0%	100	100,0%

Grupp * 2 dörrar? 0,1 Crosstabulation

Count

		2 dörrar? 0,1		Total
		Nej	Ja	
Grupp	A	11	22	33
	B	12	21	33
	C	12	22	34
Total		35	65	100

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	,069 ^a	2	,966
Likelihood Ratio	,069	2	,966
Linear-by-Linear Association	,027	1	,868
N of Valid Cases	100		

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 11,55.

0,5 meter

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Grupp * 2 dörrar? 0,5	100	100,0%	0	0,0%	100	100,0%

Grupp * 2 dörrar? 0,5 Crosstabulation

Count

		2 dörrar? 0,5		Total
		Nej	Ja	
Grupp	A	13	20	33
	B	10	23	33
	C	11	23	34
Total		34	66	100

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	,670 ^a	2	,715
Likelihood Ratio	,664	2	,717
Linear-by-Linear Association	,361	1	,548
N of Valid Cases	100		

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 11,22.

1,0 meter

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Grupp * 2 dörrar? 1,0	100	100,0%	0	0,0%	100	100,0%

Grupp * 2 dörrar? 1,0 Crosstabulation

Count

		2 dörrar? 1,0		Total
		Nej	Ja	
Grupp	A	12	21	33
	B	8	25	33
	C	10	24	34
Total		30	70	100

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	1,163 ^a	2	,559
Likelihood Ratio	1,162	2	,559
Linear-by-Linear Association	,372	1	,542
N of Valid Cases	100		

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9,90.

2,0 meter

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Grupp * 2 dörrar? 2,0	100	100,0%	0	0,0%	100	100,0%

Grupp * 2 dörrar? 2,0 Crosstabulation

Count

		2 dörrar? 2,0		Total
		Nej	Ja	
Grupp	A	10	23	33
	B	5	28	33
	C	8	26	34
Total		23	77	100

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,147 ^a	2	,342
Likelihood Ratio	2,198	2	,333
Linear-by-Linear Association	,415	1	,519
N of Valid Cases	100		

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,59.

3,0 meter

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Grupp * 2 dörrar? 3,0	100	100,0%	0	0,0%	100	100,0%

Grupp * 2 dörrar? 3,0 Crosstabulation

Count

		2 dörrar? 3,0		Total
		Nej	Ja	
Grupp	A	9	24	33
	B	5	28	33
	C	13	21	34
Total		27	73	100

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	4,529 ^a	2	,104
Likelihood Ratio	4,673	2	,097
Linear-by-Linear Association	1,043	1	,307
N of Valid Cases	100		

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 8,91.

4,0 meter

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Grupp * 2 dörrar? 4,0	100	100,0%	0	0,0%	100	100,0%

Grupp * 2 dörrar? 4,0 Crosstabulation

Count

		2 dörrar? 4,0		Total
		Nej	Ja	
Grupp	A	12	21	33
	B	6	27	33
	C	11	23	34
Total		29	71	100

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,930 ^a	2	,231
Likelihood Ratio	3,069	2	,216
Linear-by-Linear Association	,119	1	,730
N of Valid Cases	100		

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9,57.

5,0 meter

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Grupp * 2 dörrar? 5,0	100	100,0%	0	0,0%	100	100,0%

Grupp * 2 dörrar? 5,0 Crosstabulation

Count

		2 dörrar? 5,0		Total
		Nej	Ja	
Grupp	A	10	23	33
	B	4	29	33
	C	16	18	34
Total		30	70	100

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	9,736 ^a	2	,008
Likelihood Ratio	10,296	2	,006
Linear-by-Linear Association	2,286	1	,131
N of Valid Cases	100		

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9,90.

10,0 meter

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Grupp * 2 dörrar? 10,0	100	100,0%	0	0,0%	100	100,0%

Grupp * 2 dörrar? 10,0 Crosstabulation

Count

		2 dörrar? 10,0		Total
		Nej	Ja	
Grupp	A	9	24	33
	B	4	29	33
	C	9	25	34
Total		22	78	100

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2- sided)
Pearson Chi-Square	2,807 ^a	2	,246
Likelihood Ratio	3,034	2	,219
Linear-by-Linear Association	,004	1	,949
N of Valid Cases	100		

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,26.

20,0 meter

Case Processing Summary

	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Grupp * 2 dörrar? 20,0	100	100,0%	0	0,0%	100	100,0%

Grupp * 2 dörrar? 20,0 Crosstabulation

Count

		2 dörrar? 20,0		Total
		Nej	Ja	
Grupp	A	7	26	33
	B	3	30	33
	C	6	28	34
Total		16	84	100

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2- sided)
Pearson Chi-Square	1,908 ^a	2	,385
Likelihood Ratio	2,034	2	,362
Linear-by-Linear Association	,148	1	,700
N of Valid Cases	100		

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 5,28.

Hinder

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Grupp * Hinder?	100	100,0%	0	0,0%	100	100,0%

Grupp * Hinder? Crosstabulation

Count

		Hinder?		Total
		Nej	Ja	
Grupp	A	32	1	33
	B	27	6	33
	C	29	5	34
Total		88	12	100

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2- sided)	Exact Sig. (2- sided)	Exact Sig. (1- sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	3,944 ^a	2	,139	,174		
Likelihood Ratio	4,734	2	,094	,124		
Fisher's Exact Test	4,181			,124		
Linear-by-Linear Association	2,107 ^b	1	,147	,191	,103	,053
N of Valid Cases	100					

a. 3 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,96.

b. The standardized statistic is 1,451.

Bilaga 7 – Samtyckesblankett

Detta försök är en del av examensarbetet *Påverkan på personflöde och riskbild vid hinder i utrymningsväg vid olika konfigurationer av utrymningsvägar*. Syftet med försöket är att undersöka hur människor som utrymmer från en lokal påverkas av olika konfigurationer av dörröppningar.

Tre olika typer av utrymningsscenarier kommer att testas;

En öppning
Två öppningar
Öppning med hinder

Totalt genomförs ungefär 20 olika utrymningsförsök. 40-50 försökspersoner kommer delta i försöken. Varje försök kommer att upprepas minst två gånger. Totalt beräknas försöken ta ungefär 2 h. Efter cirka 1 h kommer det finnas en paus om 15 minuter.

Under försöken önskar vi att inga otympliga väskor bärs, ni kommer att hänvisas till en plats där dessa kan läggas. Jackor och tjocka kläder väljer ni själva om ni vill ha på er. Laborationshallen är låst och endast behöriga har tillträde. Trots detta tas inget ansvar för värdesaker så som väskor och kläder som ni förvarar på avsedd plats under försöken.

Efter försöken kommer ni att få fylla i en kort enkät om hur ni upplevt försöken. Försök därför gärna uppmärksamma ifall det finns något särskilt ni upplever under försöken och notera vilken typ av försök detta var. När enkäten är ifylld så bjuder vi på kaffe och fika.

För att hämta ut er biobiljett som ersättning för deltagande behöver ni kvittera ut denna med en signatur. Ersättningen erhålles först när alla försöken är genomförda och enkäten är ifylld.

Om något oförutsett inträffar under försöken så vänd dig till försöksansvariga. Utrymningsvägar från lokalen kommer gås igenom innan försöken påbörjas. Det finns även förstahjälpen-kit och utbildade personer på plats om en olycka skulle ske. Om du upplever obehag under ett försök så går det bra att avbryta försöket utan anledning, vi önskar dock att du meddelar försöksansvariga att du avbryter.

Dessa försök kommer att filmas för att förenkla analysen av resultaten. Materialet kommer inte att finnas tillgängligt för allmänheten, endast för examensarbetarna. När arbetet är färdigt kommer materialet antingen att förstöras eller så kommer institutionen för Brandteknik att ta över ansvaret för det i syfte att återanvända det för andra studier. Inga personuppgifter kommer länkas till examensarbetet eller filmmaterialet.

I och med underskrift så samtycker du till att frivilligt delta i utrymningsförsöket som beskrivits ovan. Du accepterar således att bli filmad under försöket och att besvara en kort enkät efteråt. Ersättningen i form av en biobiljett utgår till varje deltagare.

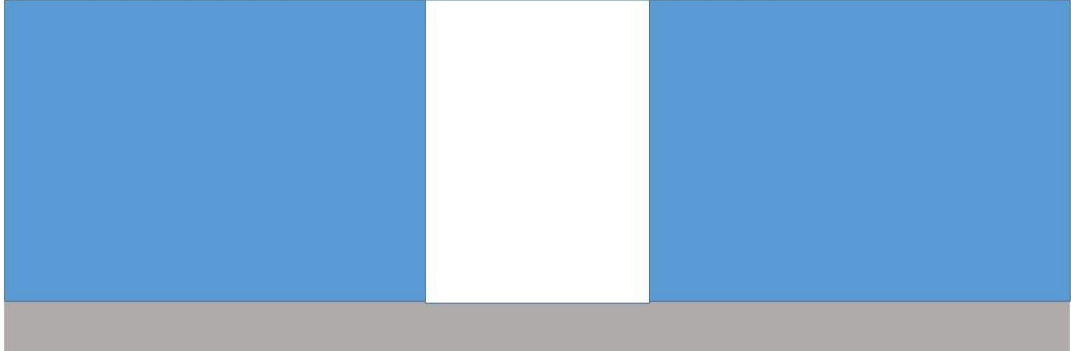
Deltagares underskrift

Namnförtydligande

Bilaga 8 – Försökuppställning

Scenario 1

1,2 m

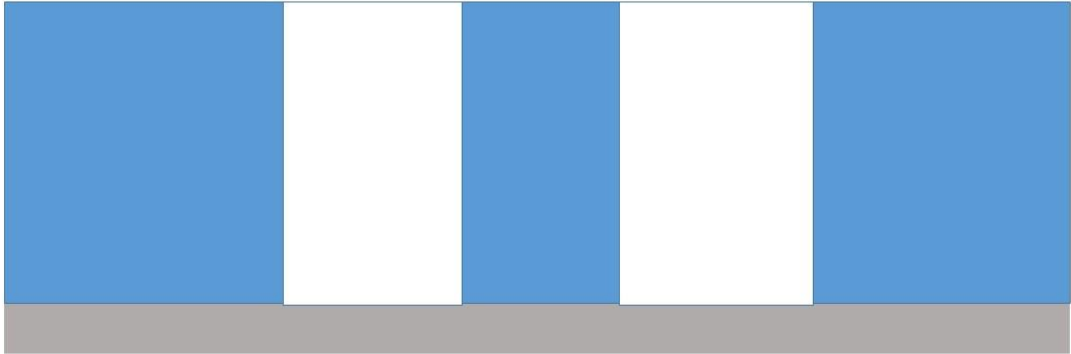


Scenario 2

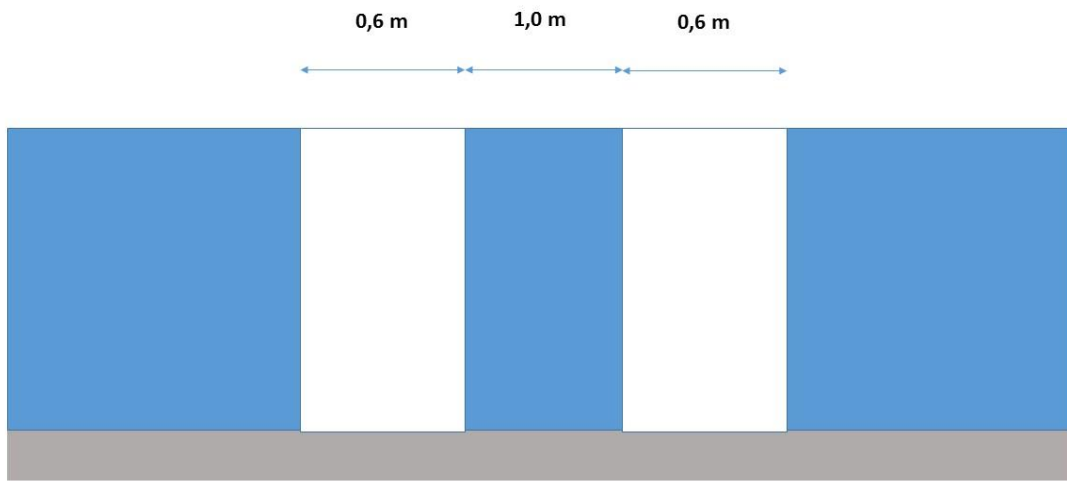
0,9 m

1,0 m

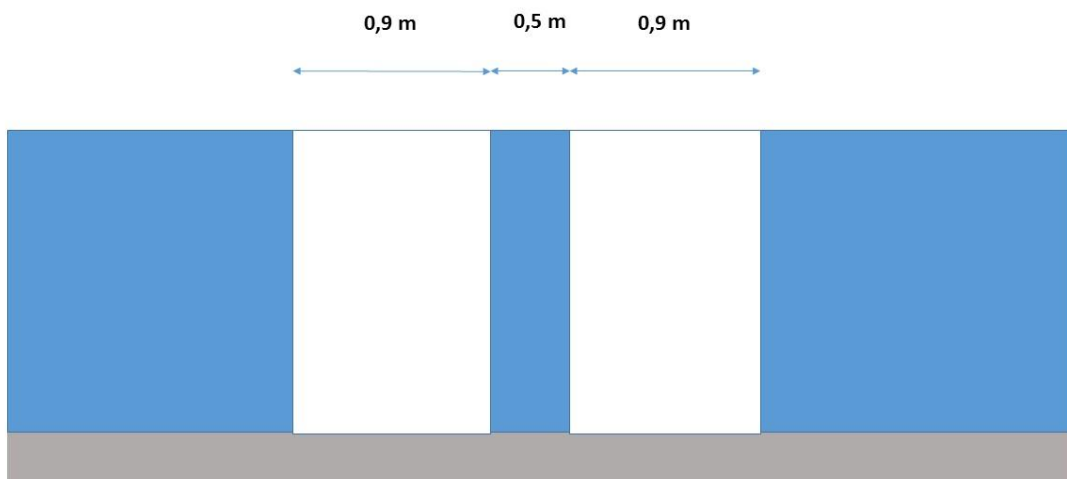
0,9 m



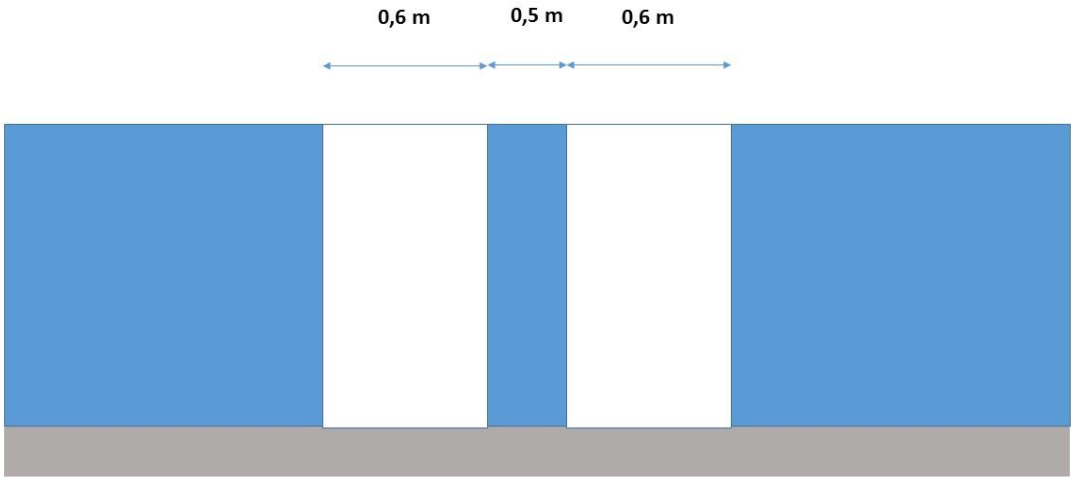
Scenario 3



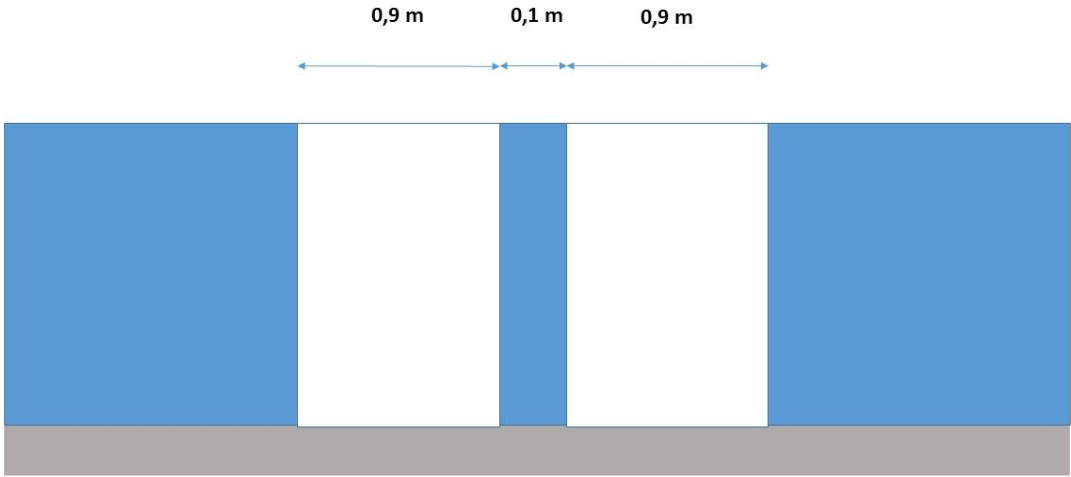
Scenario 4



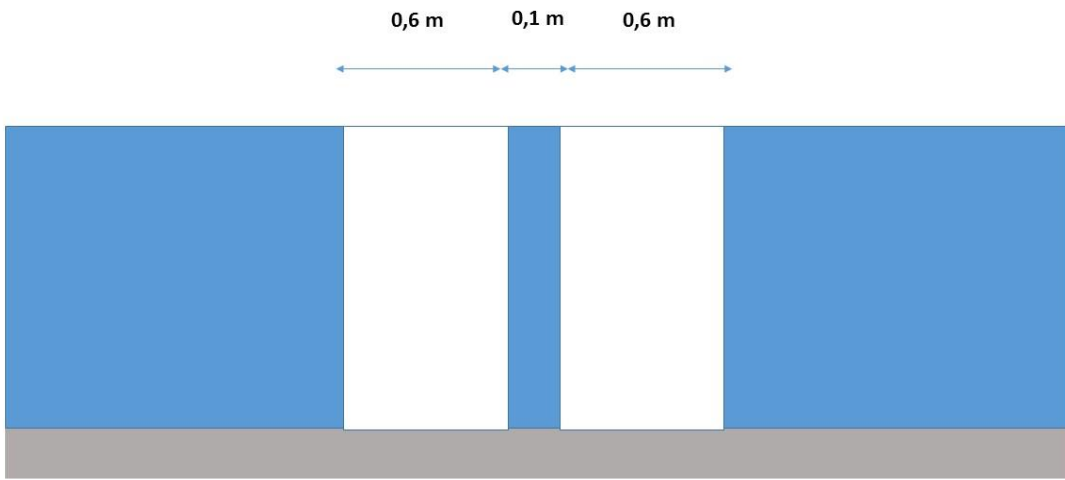
Scenario 5



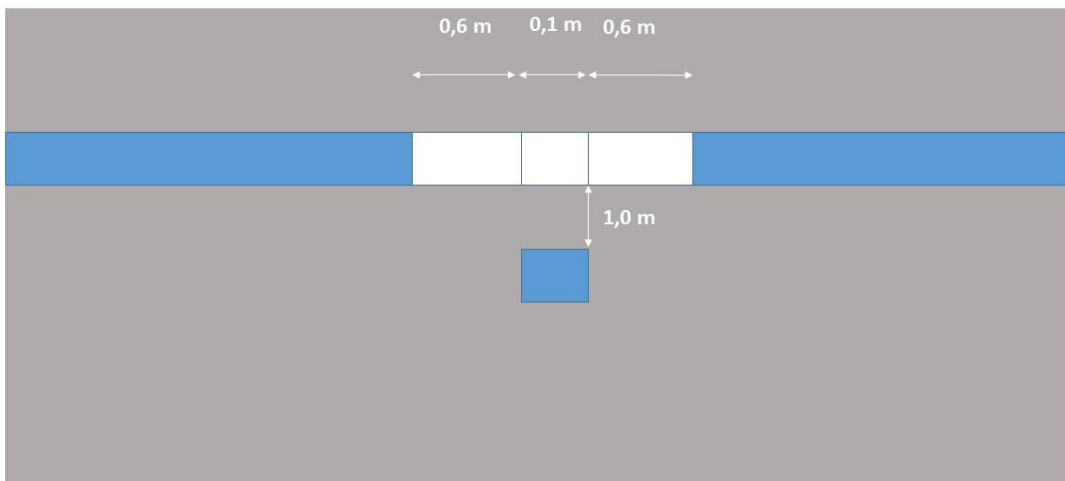
Scenario 6



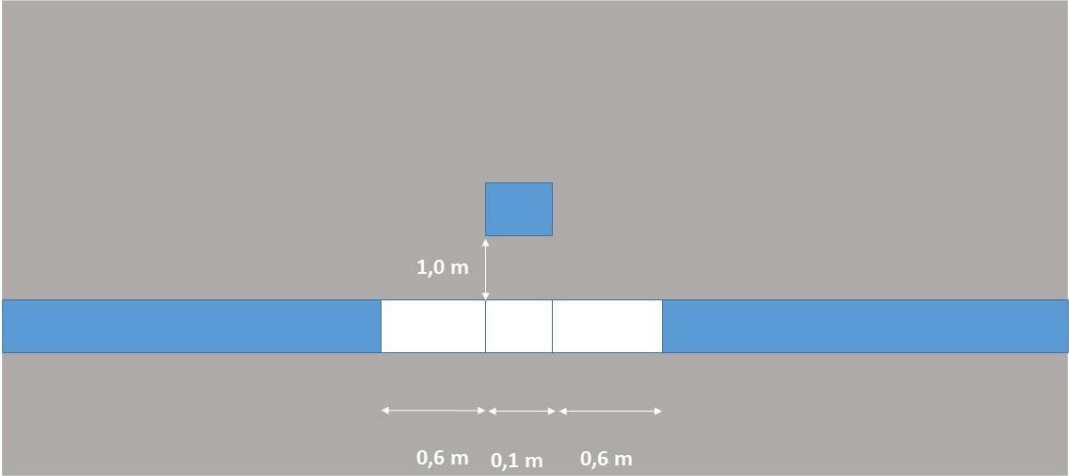
Scenario 7



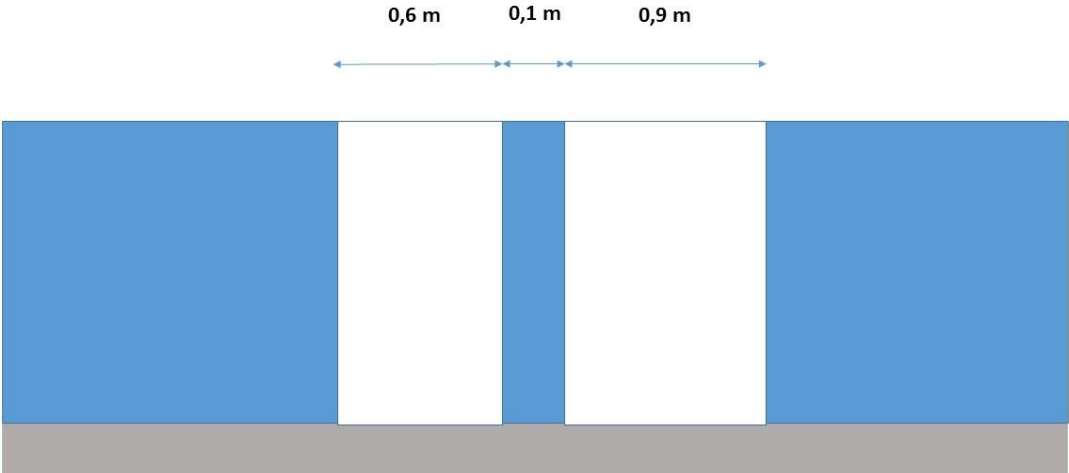
Scenario 8



Scenario 9



Scenario 10



Bilaga 9 – Frågeformulär till försökspersoner

Frågeformulär

Vi vill att du för varje scenario anger hur trygg du upplevde utformningen av utrymningsvägarna. Ange på en skala mellan 1 till 10 där 1 är ”inte trygg” och 10 är ”fullständigt trygg”. Ringa in det alternativ du tycker stämmer bäst.

Scenario 1

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Scenario 6

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Scenario 2

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Scenario 7

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Scenario 3

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Scenario 8

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Scenario 4

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Scenario 9

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Scenario 5

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Scenario 10 (Extra)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Har du några synpunkter på utformningen av utrymningsvägarna i försöken?

Bilaga 10 – Statistisk undersökning av personflödet i de olika scenarierna

I denna bilaga presenteras resultaten från *Independent Samples T-Test* mellan scenario 1 och de övriga scenarierna.

Grupp 1

Scenario 1 mot 2

Group Statistics

	Scenario	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Grupp1	1,00	4	2,4722	,13981	,06991
	2,00	4	3,5000	,36004	,18002

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances			t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Grupp1	Equal variances assumed	1,754	,234	-5,322	6	,002	-1,02778	,19312	-1,50032	-,55524
	Equal variances not assumed			-5,322	3,885	,007	-1,02778	,19312	-1,57029	-,48526

Scenario 1 mot 3

Group Statistics

	Scenario	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Grupp1	1,00	4	2,4722	,13981	,06991
	3,00	4	2,5000	,11111	,05556

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Grupp1	Equal variances assumed	,077	,791	-,311	6	,766	-,02778	,08929	-,24627	,19071
	Equal variances not assumed			-,311	5,709	,767	-,02778	,08929	-,24900	,19344

Scenario 1 mot 4

Group Statistics

	Scenario	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Grupp1	1,00	4	2,4722	,13981	,06991
	4,00	4	3,2083	,39382	,19691

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Grupp1	Equal variances assumed	3,111	,128	-3,523	6	,012	-,73611	,20895	-1,24739	-,22483
	Equal variances not assumed			-3,523	3,744	,027	-,73611	,20895	-1,33221	-,14002

Scenario 1 mot 5

Group Statistics

	Scenario	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Grupp1	1,00	4	2,4722	,13981	,06991
	5,00	4	2,2639	,08333	,04167

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Grupp1	Equal variances assumed	,414	,544	2,560	6	,043	,20833	,08138	,00920	,40747
	Equal variances not assumed			2,560	4,893	,052	,20833	,08138	-,00225	,41892

Scenario 1 mot 6

Group Statistics

	Scenario	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Grupp1	1,00	4	2,4722	,13981	,06991
	6,00	4	3,0972	,19444	,09722

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Grupp1	Equal variances assumed	,906	,378	-5,219	6	,002	-,62500	,11975	-,91801	-,33199
	Equal variances not assumed			-5,219	5,448	,003	-,62500	,11975	-,92536	-,32464

Scenario 1 mot 7

Group Statistics

	Scenario	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Grupp1	1,00	4	2,4722	,13981	,06991
	7,00	4	2,0417	,08333	,04167

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Grupp1	Equal variances assumed	,556	,484	5,291	6	,002	,43056	,08138	,23142	,62969
	Equal variances not assumed			5,291	4,893	,003	,43056	,08138	,21997	,64114

Scenario 1 mot 8

Group Statistics

	Scenario	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Grupp1	1,00	4	2,4722	,13981	,06991
	8,00	4	2,3819	,20334	,10167

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Grupp1	Equal variances assumed	2,881	,141	,732	6	,492	,09028	,12338	-,21163	,39218
	Equal variances not assumed			,732	5,318	,495	,09028	,12338	-,22126	,40181

Scenario 1 mot 9

Group Statistics

	Scenario	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Grupp1	1,00	4	2,4722	,13981	,06991
	9,00	4	2,1875	,10486	,05243

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Grupp1	Equal variances assumed	,218	,657	3,258	6	,017	,28472	,08738	,07091	,49854
	Equal variances not assumed			3,258	5,564	,019	,28472	,08738	,06678	,50267

Scenario 1 mot 10

Group Statistics

	Scenario	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Grupp1	1,00	4	2,4722	,13981	,06991
	10,00	4	2,5833	,05556	,02778

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Grupp1	Equal variances assumed	1,600	,253	-1,477	6	,190	-,11111	,07522	-,29517	,07295
	Equal variances not assumed			-1,477	3,924	,215	-,11111	,07522	-,32156	,09934

Grupp 2

Scenario 1 mot 2

Group Statistics

	Scenario	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Grupp2	1,00	4	2,2917	,12319	,06159
	2,00	4	3,3750	,20972	,10486

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances			t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Grupp2	Equal variances assumed	,519	,498	-8,908	6	,000	-1,08333	,12161	-1,38090	-,78576
	Equal variances not assumed			-8,908	4,850	,000	-1,08333	,12161	-1,39887	-,76779

Scenario 1 mot 3

Group Statistics

	Scenario	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Grupp2	1,00	4	2,2917	,12319	,06159
	3,00	4	2,2500	,05556	,02778

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances			t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Grupp2	Equal variances assumed	3,692	,103	,617	6	,560	,04167	,06757	-,12366	,20700
	Equal variances not assumed			,617	4,172	,570	,04167	,06757	-,14292	,22625

Scenario 1 mot 4

Group Statistics

	Scenario	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Grupp2	1,00	4	2,2917	,12319	,06159
	4,00	4	3,1111	,27217	,13608

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances			t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Grupp2	Equal variances assumed	5,786	,053	-5,486	6	,002	-,81944	,14937	-1,18495	-,45394
	Equal variances not assumed			-5,486	4,180	,005	-,81944	,14937	-1,22723	-,41166

Scenario 1 mot 5

Group Statistics

	Scenario	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Grupp2	1,00	4	2,2917	,12319	,06159
	5,00	4	2,0972	,09213	,04606

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Grupp2	Equal variances assumed	,824	,399	2,528	6	,045	,19444	,07691	,00624	,38264
	Equal variances not assumed			2,528	5,556	,048	,19444	,07691	,00254	,38635

Scenario 1 mot 6

Group Statistics

	Scenario	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Grupp2	1,00	4	2,2917	,12319	,06159
	6,00	4	2,8472	,20972	,10486

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Grupp2	Equal variances assumed	,800	,406	-4,568	6	,004	-,55556	,12161	-,85313	-,25799
	Equal variances not assumed			-4,568	4,850	,006	-,55556	,12161	-,87110	-,24001

Scenario 1 mot 7

Group Statistics

	Scenario	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Grupp2	1,00	4	2,2917	,12319	,06159
	7,00	4	2,0000	,06804	,03402

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Grupp2	Equal variances assumed	2,526	,163	4,145	6	,006	,29167	,07036	,11949	,46384
	Equal variances not assumed			4,145	4,675	,010	,29167	,07036	,10694	,47640

Scenario 1 mot 8

Group Statistics

	Scenario	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Grupp2	1,00	4	2,2917	,12319	,06159
	8,00	4	2,3472	,13127	,06564

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Grupp2	Equal variances assumed	,000	1,000	-,617	6	,560	-,05556	,09001	-,27580	,16469
	Equal variances not assumed			-,617	5,976	,560	-,05556	,09001	-,27602	,16491

Scenario 1 mot 9

Group Statistics

	Scenario	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Grupp2	1,00	4	2,2917	,12319	,06159
	9,00	4	2,1458	,04167	,02083

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Grupp2	Equal variances assumed	5,791	,053	2,243	6	,066	,14583	,06502	-,01327	,30493
	Equal variances not assumed			2,243	3,678	,094	,14583	,06502	-,04111	,33278

Scenario 1 mot 10

Group Statistics

	Scenario	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Grupp2	1,00	4	2,2917	,12319	,06159
	10,00	4	2,3681	,09454	,04727

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Grupp2	Equal variances assumed	,466	,521	-,984	6	,363	-,07639	,07764	-,26637	,11359
	Equal variances not assumed			-,984	5,624	,366	-,07639	,07764	-,26949	,11672

Bilaga 11 – Statistisk undersökning av inlärningseffekt

I denna bilaga redovisas resultatet från ett *Independent Samples T-Test* där det undersökts ifall inlärning skedde i försöken.

I den nedanstående tabellen redovisas resultatet från Grupp 1

Group Statistics

	Grupp1	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
S1G1	1,00	4	2,4722	,13981	,06991
	2,00	4	2,2917	,10758	,05379

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
S1G1	Equal variances assumed	,083	,783	2,047	6	,087	,18056	,08821	-,03528	,39639
	Equal variances not assumed			2,047	5,630	,090	,18056	,08821	-,03876	,39987

I den nedanstående tabellen redovisas resultatet från Grupp 2

Group Statistics

	Grupp1	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
S1G2	1,00	4	2,2917	,12319	,06159
	2,00	4	2,1458	,07979	,03989

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
S1G2	Equal variances assumed	1,293	,299	1,987	6	,094	,14583	,07338	-,03373	,32540
	Equal variances not assumed			1,987	5,140	,102	,14583	,07338	-,04127	,33293

Bilaga 12 – Data från enkät till yrkesverksamma brandingenjörer

Nedan presenteras svarsdata från enkäten som delades ut till brandingenjörer. Först redovisas resultaten för huvudfråga 1 med tillhörande följdfrågor och därefter huvudfråga 2 med följdfrågor. Slutligen presenteras brandingenjörernas syn på eventuella risker med förändringen.

Huvudfråga 1

”Tänk dig att du ska dimensionera en utrymningsväg i en samlingslokal som förväntas betjäna fler än 150 personer. På grund av olika anledningar kan en dörr med bredden 1,20 meter inte användas. Anser du att denna dörr skulle kunna ersättas med två stycken smalare dörrar med bredden 0,90 meter? Dessa dörrar leder till samma utrymme.”

Person	Kön	Sektor	Arbetslivserfarenhet (år)	Huvudfråga 1	Om du svarade Ja på föregående fråga, vilket är det maximala avstånd (i meter) mellan dessa två dörrar då du tycker att de fortfarande kan motsvara en utrymningsväg?	Om du svarade Nej på ovanstående fråga, vad är den huvudsakliga anledningen?	Har du några övriga synpunkter eller kommentarer?
1	Man	Offentlig	6	Ja	1		Viktigt med korrekt skyltning och beslagning, annars finns risk att inte båda dörrar används.
2	Annat	Privat	6	Ja	5		
3	Man	Privat	6	Nej		Risk att utrymmande personer fastnar.	
4	Man	Privat	20	Ja	Svårt att säga ett absolut mått. Det beror nog snarare på lokalens utformning om man kan anse att de båda dörrarna kommer dela upp folket på dörrarna så att trycket minskar.		Mer forskning behövs kring vilken dörrbredd som förhindrar att människor trycks fast. Jag har tagit för givet genom åren att 1,2 meter är ett sådant mått, men jag tror inte det finns styrkt. Funkar även 1,1 eller 1,0...när blir det farligt om trycket ökar...?

5	Kvinna	Privat	10	Ja	Beror på typ av lokal och möblering, men de bör helst vara på samma vägg med ett fåtal meter mellan. Enkelt möblerad lokal med bra uppsikt kan längre avstånd accepteras än vid annan utformning.		
6	Man	Privat	8	Ja	Normalt pratar man om att det ska vara minst 5 meter mellan utrymningsvägar för att dessa ska kunna anses oberoende. Så maximalt 5 meter om man ska ge det en siffra.		Egentligen är det inte så enkelt att man bara kan ersätta en dörr på 1,2 meter med två dörrar på 0,9 meter. man behöver även titta på utrymmet på andra sidan och se hur dörrblad påverkar den vidare utrymningen osv. Det är ett avsteg från allmänt råd vilket innebär att lösningen ska verifieras analytiskt.
7	Man	Privat	1	Ja	5		Endast möjligt med analytisk dimensionering. Maximalt avstånd mellan dörrarna är svårt att kvantifiera för ett generellt fall, beror på lokalens utformning samt hur övriga utrymningsvägar är placerade.
8	Man	Privat	9	Ja	1		
9	Man	Offentlig	1	Nej		Trångt, risk att folk fastnar.	Finns så klart fall där det fungerar.
10	Man	Privat	4	Ja	5		Kräver analytisk dimensionering för varje enskild utformning

11	Man	Privat	11	Ja	Inom tydligt synhåll, vilket bedöms som en viktigare aspekt än exakt antal meter.		Jag har hört talas om äldre försök som visat att risken för att dörren blir blockerad pga att de utrymmande fastnar på grund av trängsel blir avsevärt mindre vid dörrar minst 1,2 m breda. Har dock inte lyckats få tag på dokumentationen av några sådana försök. Om det stämmer skulle det påverka vad analytisk dimensionering måste påvisa.
12	Man	Offentlig	4	Ja	5 m		5 meter är då dörrar räknas som oberoende och det är ett maximalavstånd som måste bedömas från fall till fall. I vissa fall är det lämpligt, andra inte. Jag hade varit mer tveksam till att tillåta det i byggskedet än i LSO skedet. Man hade behövt ha en bra anledning till varför man inte klarar 1,2 m.
13	Kvinna	Offentlig	0,5	Nej		köbildning	
14	Kvinna	Privat	14	Ja		2	2 x0,8 m

15	Kvinna	Privat	17	Ja	5 meter		Detta är en utformning som jag enl BBR tolkar som analytisk dimensionering eftersom det avviker från allmänt råd. Alltså erfordras en särskild utredning. beroende på förutsättningar kan det vara aktuellt med en kvantitativ analys men i mindre komplicerade utrymmen borde en kvalitativ analys räcka
16	Man	Offentlig	10	Ja	Om det inte är så många fler än 150 enl. nedan. Ni borde ha ett svarsalternativ som är varken ja eller nej.		Det beror på hur många fler än 150 det handlar om - är det 200 ja - är det 2000 - nej - optimalt avstånd mellan är svårt att uppskatta
17	Man	Privat	3	Ja	5 meter		Utförande bör verifieras analytiskt, mht avstånd utformning mm.
18	Man	Privat	35	Ja	2 m		
19	Man	Privat	6	Ja		1	
20	Man	Offentlig	14	Ja	Beror på lokalens utformning, 3 m?		
21	Man	Privat	17	Ja		0,5	
22	Kvinna	Privat	3,5	Ja		5	
23	Kvinna	Offentlig	7	Nej			Min erfarenhet är att en bred dörr (även om de två smalare ger större totalbredd) ger ett bättre flöde ut ur en lokal. En bred dörr är också lättare att använda för personer med rullstol, de som har med sig barnvagn o.s.v.

24	Man	Privat	13	Ja	1		Jag rådfrågar en intern expert innan jag avgör hur långt emellan det kan vara. Risken för trängselfaktorer bör öka med avståndet mellan dörrarna. Flödet bör inte påverkas nämnvärt i övrigt. Oavsett är det ju en AD inte FD. Dety är ju också så att om max personantal är 155 pers så bör det medföra andra slutsatser än om det är 1000 pers i lokalen.
25	Man	Offentlig	4	Nej		Eftersom det inte är tillåtet enligt förenklad dimensionering i BBR så kan man inte svara ja eller nej på denna fråga. Om en projektör visar att det en lika bra eller bättre lösning med två dörrar som är 0.9 istället för 1.2 meter hade jag kunnat tänka mig det.	
26	Man	Privat	19	Ja	3		Även större avstånd kan vara aktuellt så länge överblickbarheten gör att bägge dörrarna används för att jämnt fördela ev köande personer.
27	Man	Privat	15	Ja	10 m		
28	Man	Privat	Brandingenjör	Ja	1 meter		
29	Man	Privat	16	Ja	Beror på rummets storlek och flödesvägar till dörrarna		
30	Man	Privat	12	Ja	1 meter		

31	Man	Offentlig	8	Ja	1m	-	Detta kan aldrig gälla vid nybyggnation utan bara vid tillsyn LSO. För nybyggnation krävs ändring i BBR eller analytisk dimensionering. Förutsätter att total bredd inte blir mindre från nästa utrymme.
32	Kvinna	Privat	4	Ja	"I direkt anslutning till varandra" - Typ en pelare som avskiljer dörrarna, max 10 cm		
33	Man	Privat	13	Ja	Någon meter, absolut inte mer än 5 m		
34	Kvinna	Offentlig	5	Ja	0.5-1 m		
35	Man	Privat	3	Ja		5	
36	Kvinna	Privat	10	Ja	5 enl def i BBR		
37	Man	Privat	25	Ja		5	
38	Man	Offentlig	23	Ja	<5m		Det kan finnas tillfällen med mycket stora personflöden där en smal dörr kan ge problem jmf makedonska föreningen eller stora konserter/idrottshändelser. Detta bör beaktas särskilt om det kan bli aktuellt.
39	Man	Offentlig	1	Ja	2 meter		
40	Kvinna	Offentlig	4,5	Ja	Mindre än 5 m så är de inte oberoende av varandra enligt BBR och det är väl en siffra man kan ha i huvudet. Personligen tycker jag att de borde vara kanske max 1-2 m mellan dessa dörrar.		
41	Kvinna	Privat	3	Ja		5	
42	Man	Offentlig	26	Ja	ca 3 meter		
43	Man	Privat	4	Ja	de bör var i direkt närhet inom 2-3 meter		Då lösningen är AD krävs alltid verifiering genom lämplig flödesberäkning

44	Man	Privat	50 år som branding och 3 år som byggingenjör	Ja	4 m		I Norrland är det kallt och dubbeldörr i fasad fungerar dåligt avseende tätning, låsning, går inte igen i rätt ordning mm.
45	Man	Privat	5	Ja	5 meter.		
46	Man	Offentlig	5	Ja	1 m		Jättesvårt att avgöra detta. Utan det blir mer gissningar än något annat. Anledningen till att jag tycker som jag gjort är att du med två 0,9 m dörrar ger en ökad bredd (1,8 jmf 1,2). Sen får man ju fundera på hur en 1,2 m dörr är tänkt att serva utrymningen. enligt min uppfattning är det möjligheten att springa ut två normalpersoner i bredd samtidigt. Det minskar nog även risken att folk bli klämda. Å andra sidan har två dörrar samman möjlighet att utrymma två personer på rad frågan är bara om en 0,9 dörr lockar till fler möjligheter att folk försöker klämma sig igenom och därmed fastna.
47	Man	Offentlig	6	Ja		1	
48	Kvinna	Privat	4	Ja	0,5		

49	Kvinna	Privat	2	Ja	1 m		Analytisk dimensionering krävs för att verifiera att flödet och utrymningstiden blir densamma som om det vore en 1,2 m bred dörr.
50	Kvinna	Offentlig	4	Ja		10	
51	Kvinna	Offentlig	1,5	Ja			Jag räknar det som en och samma utrymningsväg så länge de leder till samma utrymme, d.v.s. de utrymmande personerna ska (oavsett vilken dörr de väljer) passera samma utrymme. Avståndet mellan dörrarna känns inte väsentligt i detta fall.
52	Man	Privat	3	Ja		2	
53	Man	Offentlig	3	Nej			Tolkning av allmänt råd 5:334
54	Kvinna	Privat	3	Ja		1	Svaret JA påverkas även av hur många personer som lokalen ska dimensioneras för.
55	Kvinna	Offentlig	2,5	Ja			

56	Man	Offentlig	1	Ja	4	<p>Avståndet till den andra dörren bör inte överstiga 4 meter för att det ska vara uppenbart vart den är placerad. Jag ser det lite som att köa för att checka in sitt bagage. Pondera att det finns en kö som leder till två diskar, då kommer alla fatta att det flyter på och att personer kan använda båda diskarna, om det däremot blir så att den andra disken är placerad utanför synfältet på dem som köar (och som är stressade) kommer den andra gången inte att användas.</p> <p>Jag anser att huvudentren kanske helst ska utgöras av en större dörr då personer förväntas utrymma den vägen samt att det är där man kommer in. De övriga utrymningsvägarna anser jag däremot skulle kunna ersättas mot smalare dörrar då trycket inte förväntas bli lika stort där.</p>
----	-----	-----------	---	----	---	--

57	Man	Offentlig	3	Ja		3	Frågan ovan om hur maximala antalet meter mellan de två dörrarna är svår att besvara med en exakt siffra. Det beror på de rådande förutsättningarna; t.ex. vilken marginal man har på gångavstånden, hur personerna i lokalen är fördelade och hur stor andel av personerna som förväntas söka sig till den dörren (de dörrarna). Jag anser det vara mer ok att ha ett större avstånd mellan dörrarna vid bakkantsutrymning än ifall det skulle vara i anslutning till entrén man kom in i lokalen igenom.
58	Man	Privat	15	Ja	mindre än 5 meter hade jag inte tänkt mer om det inte är stor risk för valvildning exempel nattklubb eller liknande verksamhet med mycket personer som kan trycka på. Det är stor skillnad på en livsmedelsbutik med 350 kvm säljyta.		Vid ändringar där det här är mest aktuellt behöver man normalt tänka mer. Det är inte jättevanligt att bygga nybyggnader med det tycket jag. Det är bra att fundera på om det är ett stort antal personer som kan trycka på så man kan få valvildning.

Huvudfråga 2

”Tänk dig att du istället har en situation där de smalare dörrarna leder till olika utrymmen. Anser du att en dörr med bredden 1,20 meter kan ersättas av två dörrar med bredden 0,90 meter? Du ska fortfarande dimensionera en utrymningsväg i en samlingslokal som förväntas betjäna fler än 150 personer. På grund av olika anledningar kan en dörr med bredden 1,20 meter inte användas.”

Person	Kön	Sektor	Arbetslivserfarenhet (år)	Huvudfråga 2	Om du svarade Ja på föregående fråga, vilket är det maximala avstånd (i meter) mellan dessa två dörrar då du tycker att de fortfarande kan motsvara en utrymningsväg?	Om du svarade Nej på ovanstående fråga, vad är den huvudsakliga anledningen?	Har du några övriga synpunkter eller kommentarer?
1	Man	Offentlig	6	Ja	1		
2	Anna t	Privat	6	Nej		Kan orsaka förvirring och göra att människor inte vet vilken dörr de ska ta, vilket kan orsaka köbildning.	
3	Man	Privat	6	Nej		Risk att utrymmande personer fastnar	
4	Man	Privat	20	Ja	Samma som förra frågan.		
5	Kvin na	Privat	10	Ja	Samma svar som föregående fråga, däremot ska förhållandena i resterande utrymningsväg vara likvärdiga för de två utrymmen utrymning sker via.		
6	Man	Privat	8	Ja	Återigen så kommer man behöva titta på detta mer i detalj. En förutsättning är att det är annan brandcell samt att det finns andra vägar som leder till det fria eller till utrymningsväg. Det vidare utrymningen behöver naturligtvis också kontrolleras.		
7	Man	Privat	1	Nej		Utgör inte en och samma utrymningsväg om de leder till olika utrymmen.	
8	Man	Privat	9	Ja	1		
9	Man	Offentlig	1	Nej		Samma som innan	
10	Man	Privat	4	Ja	5 meter		Skiljer sig inte från fråga 1.

11	Man	Privat	11	Ja	Lika tidigare anser jag det viktigare att båda dörrarna är tydligt synliga från varandra (köar du vid den ena ska du se den andra) än exakta meter. Vid utrymning över olika utrymmen bedömer jag det viktigare att nästa dörr i utrymningsvägen görs supertydlig så att ingen tvekar om att de valt rätt väg.		Frågan är, som undersökningen tydligt visar, större än bara meter mellan dörrar så jag ser en poäng att denna typ av utformning är en renodlad analytisk dimensionering.
12	Man	Offentlig	4	Ja	5 m		Det är alltid en bedömningsfråga från fall till fall. Och det förutsätter att båda dörrarna leder ut till "bra" utrymningsvägar. 5m är ett maximum, men kanske inte alltid tillämbart. Jag hade varit mer tveksam till att tillåta det i byggskedet än i LSO skedet. Man hade behövt ha en bra anledning till varför man inte klarar 1,2 m.
13	Kvinnor	Offentlig	0,5	Nej			
14	Kvinnor	Privat	14	Ja	2 m		
15	Kvinnor	Privat	17	Ja	5 m		

16	Man	Offentlig	10	Ja	Ingen större skillnad än föregående fråga		Återigen vill jag ha ytterligare ett svarsalternativ - jag kan varken stå för ja eller nej eftersom jag saknar ytterligare faktorer som påverkar bedömningen . t.ex. går de direkt till det fria, hur många personer rör det sig om, är det alkohol inblandat, vilken våning är vi på, vilken typ av verksamhet och larm finns etc. I praktiken kan aldrig bedömningar göras utan helhetsbilden.
17	Man	Privat	3	Ja	max 5 meter		Utförande verifieras analytiskt
18	Man	Privat	35	Ja	2 m		
19	Man	Privat	6	Nej		Risk att folk vänder tillbaka om de separeras från sällskap.	
20	Man	Offentlig	14	Ja	3m?		
21	Man	Privat	17	Ja		0,5	
22	Kvinnor	Privat	3,5	Nej			Beror helt på vilka utrymmen, om båda är utrymningsvägar så kanske det skulle kunna funka.
23	Kvinnor	Offentlig	7	Nej			Enligt min erfarenhet är personer generellt sätt ovilliga att använda vägar de inte känner till, att då ha två dörrar som leder till olika utrymmen tror jag kan orsaka osäkerhet och förvirring och göra att en dörr inte blir använd om man inte vet vad den leder. Sedan är det även samma argument som i förra svaret en bred ger enligt mig bättre flöde än två smala.

24	Man	Privat	13	Ja	1		Se föregående svar. Samanfattat: FD=1,2m, AD=finns inget givet avstånd, beror av flera andra faktorer.
25	Man	Offentlig	4	Nej		Jag vet inte om jag missförstår frågan. Men för mig spelar det ingen roll om du kommer till två olika brandceller eftersom det är den första du vill utrymma ifrån. Det är där du riskerar köbildningen.	
26	Man	Privat	19	Nej		Osäkerhet i att det finns fler saker som torde behöva uppfyllas innan man kan svara ja.	
27	Man	Privat	15	Ja	10 m		
28	Man	Privat	Brandingenjör	Ja	1 meter		Utrymning i de olika utrymmena måste oxå kontrolleras
29	Man	Privat	16	Ja	Se svar på förra frågan		De båda rummen får inte vara så olika att köbildning uppstår efter den smala dörren i ett av dom. Något av rummen får inte heller vara utformat så att personerna tvekar att gå in/genom dörren
30	Man	Privat	12	Nej		orosmoment om utrymmande hamnar i olika lokaler. Säkerhetsmässigt kanske lite bättre men bedömer att det finns en risk att personer försöker återvända för att hitta kamrat.	

31	Man	Offentlig	8	Nej		För att detta ska vara sett undantag från en i övrigt 1,20 m bred utrymningsväg. Om de mynnar till det fria är det OK.	Nej
32	Kvinnan	Privat	4	Nej		Svårt att beräkna en utrymning i detta fall, blir ogörligt förenklat	
33	Man	Privat	13	Nej		osäkerheter kring var de andra utrymmena leder	att dela utrymningsflödena till två vägar i mindre dimensioner känns fel. utrymmande vill gärna söka stöd i andra, genom att dela flödet tror jag att det blir sämre. t.ex. två personer i sällskap som tar vars en dörr. det kan leda till att personer försöker ta sig tillbaka.
34	Kvinnan	Offentlig	5	Ja	1 m		
35	Man	Privat	3	Ja	5		
36	Kvinnan	Privat	10	Ja	5 enl def i BBR		beror dock på hur utrymmena som utrymme till ser ut
37	Man	Privat	25	Nej		Om dörrar leder till ett utrymningstrapphus kan ett smalare trapphus leda till att man inte kan komma förbi en långsammare person i trappan, vilket kan skapa onödigt panik. Leder inte dörrar till trapphus är svaret på ovanstående fråga, Ja.	

38	Man	Offentlig	23	Ja	<5 m		I detta fall kan möjligen kunskapen hos besökarna ge problem. Om alla kommit genom den ena dörren kan det bli svårare att få dem att använda den andra.
39	Man	Offentlig	1	Nej		Detta skapar två olika utrymningsvägar och då kan utrymningssituationen verka förvirrande.	
40	Kvinnor	Offentlig	4,5	Ja	Samma som i föregående fråga så handlar det ju om att ta sig från utrymmet så jag tycker inte att man kommer till två olika brandceller gör någon skillnad, det beror på hur utrymningsvägen ser ut efter det i så fall.		Svår fråga att svara på då man måste se till hela utrymningen. Ser utrymningen ut lika fast man bara hamnar i olika brandceller?
41	Kvinnor	Privat	3	Ja	5		Detta alternativ bör dock användas med försiktighet. Sämre alternativ än det tidigare då personer kommer behöva välja dörr vilket kan leda till ökade utrymningstider. Kan leda till förvirring om sällskap splittras.
42	Man	Offentlig	26	Ja	ca 3 meter		Förutsättningarna för den fortsatta utrymningen måste vara likvärdiga. Men OK om det är typ två omklädningsrum som sedan mynnar till en gemensam korridor eller till det fria.

43	Man	Privat	4	Ja	Direkt närhet inom 2-3 meter.		Som alltid krävs AD och helhetslösningen måste ge ett brandskydd som minst har samma nivå som en FD lösning.
44	Man	Privat	50 år som branding och 3 år som byggingenjör	Ja	4m		se föregående svar
45	Man	Privat	5	Nej		Inte praxis. Men finns egentligen ingen anledning till att det skulle vara sämre.	
46	Man	Offentlig	5	Ja	1 m		Förutsatt att det är samma förutsättningar bakom. Är exempelvis en av dörrarna en ingång och den andra något annat så kommer det bli problem.
47	Man	Offentlig	6	Nej		Oklart varför, inte praxis	
48	Kvinnor	Privat	4	Nej		De kan inte ses som samma då de leder till olika utrymmen.	
49	Kvinnor	Privat	2	Nej			
50	Kvinnor	Offentlig	4	Ja	10		
51	Kvinnor	Offentlig	1,5	Nej		Dörrarna och utrymningsvägarna ska vara oberoende av varandra. D.v.s. en av dem ska kunna vara blockerad utan att utrymningsflödet påverkas nämnvärt.	

52	Man	Privat	3	Nej		Det är svårt att säkerställa att båda utrymmena är likvärdiga. Om ett utav utrymmen har bristande skyltning eller liknande kanske personer tvekar på att utrymma genom utrymmet trots att utrymmet leder till en utrymningsväg. Därmed skulle köbildning kunna uppstå framför en av dörrarna om samtliga personer vill utrymma genom denna. Med kompletterande skyltning, belysning mm kan det eventuellt gå att motivera att dörrarna kan leda till olika utrymmen.	
53	Man	Offentlig	3	Nej		Tolkning av allmänt råd 5:334	
54	Kvinnor	Privat	3	Nej		Då de inte mynnar i samma utrymme känns det tveklaktigt att de ska kunna anses motsvara en bredare dörr. De utrymmandes känsla av att komma till ett annat rum än kompisens som tog dörren bredvid borde vägas in.	
55	Kvinnor	Offentlig	2,5	Ja			

56	Man	Offentlig	1	Ja	4	<p>Ur utrymningssynpunkt gäller samma svar som på första frågan beträffande avståndet mellan dörrarna. Däremot ser jag att det blir problem här eftersom man i BBR inte får utrymma genom annan brandcell än huvudentrén. Problemen kan därför ligga i att det inte är lämpligt utifrån byggregler etc men om det är två godkända utrymningsvägar i egna branceller ser jag inget hinder här.</p> <p>Avståndet mellan dörrarna blir detsamma eftersom betraktarna i lokalen inte gör skillnad på att det finns en vägg som de inte själva ser.</p>	
57	Man	Offentlig	3	Ja	3		<p>Problemet att beakta är snarare att säkerställa att i det eventuella fall man tillämpar utrymning över annan brandcell så ska denna innehålla huvudentrén enligt förenklad dimensionering.</p>
58	Man	Privat	15	Ja		Samma som tidigare	

Risker

”Ser du några eventuella risker med att ersätta en dörr med bredden 1.20 meter med två dörrar med bredden 0.90 meter? Om Ja, motivera också vilka och varför.”

Person	Kön	Sektor	Arbetslivserfarenhet (år)	Ser du några eventuella risker med att ersätta en dörr med bredden 1.20 meter med två dörrar med bredden 0.90 meter? Om Ja, motivera också vilka och varför.
1	Man	Offentlig	6	En risk är att folk inte använder båda dörrarna utan gör som resten av "flocken" och enbart använder en. Jag är inte helt säker på om flödena blir de samma, men rimligen borde du få ett större flöde genom två separata dörrar givet att båda används.
2	Annat	Privat	6	Ja, kan vara svårt att veta om båda dörrarna leder ut eller om någon är felskyldad.
3	Man	Privat	6	Risk att utrymmande personer fastnar
4	Man	Privat	20	Ja, med motivet jag skriver innan kring när dörrar är för samala och risken finns att det uppstår tryck mot dörrarna och man kan tryckas fast. Göteborgsbranden visar ju att man fastnar i en 0,8 m dörr. Jag misstänker att det blir samma i en 0,9 om trycket ökar...
5	Kvinna	Privat	10	Nej.
6	Man	Privat	8	Ja. Pondera att dörrarna leder till en utrymningskorridor där dörrbladet då från den ena dörren kan påverka den fria bredden. Det kommer såklart vara nödvändigt att titta på det analytiskt för att säkerställa att utrymningen inte försämras. Det räcker inte att göra en jämförelse med tider för dörrpassage.
7	Man	Privat	1	Eventuellt skulle det kunna uppstå problem om det inte tydligt framgår att båda dörrarna kan användas för utrymning så att personerna endast väljer den ena dörren.
8	Man	Privat	9	Ja, om de inte ligger nära varandra (uppskattningsvis max 1 m mellan). Gamla handbokslösningar med 5 m mellan dörrarna känns tveksamma. Då blir det troligen två separata utrymningsflöden till dörrarna och inte ett flöde, som till en dörr med bredden 1,20 m. Risken är då att flödet genom en dörr med bredden 0,9 m blir väldigt litet/inget alls vid stort tryck av utrymmande mot dörren. Ligger de två dörrarna däremot direkt intill varandra fördelas trycket från flödet mer "naturligt" mellan de två dörrarna och det är mer troligt att människor i kön uppfattar båda dörrarna, än vad det är om dörrarna ligger flera meter ifrån varandra.
9	Man	Offentlig	1	Ja, trångt per dörr. Köbildning mellan dörrar (så klart beroende på avstånd)
10	Man	Privat	4	Nej
11	Man	Privat	11	Det beror på verksamhet och dörrarnas placering. Om människor är utspridda i lokalen, inte känner varandra, ser de alternativa vägarna ut och i en utrymningssituation inte rör sig som en grupp så ser jag inga problem. Ju mindre av ovanstående som stämmer desto större problem. Därtill spelar det roll om det är en alternativ utrymning i bakkant eller huvudutrymningsvägen.

12	Man	Offentlig		4	Det finns en ökad risk för proppbildning om trycket är hårt mot en dörr. Det finns en risk att endast en dörr används och utrymning försenas. Det blir en följa John effekt av det och alla går ut genom den öppna dörren och inte den andra. Det kan man ju observera vid pardörrar också där det passiva dörrbladet inte alltid används.
13	Kvinna	Offentlig		0,5	Ja. köbildning och
14	Kvinna	Privat		14	Bredden på andra sidan väggen bör motsvara ytterkanterna på dörrarna så är det inte blir flaskhals på andra sidan.
15	Kvinna	Privat		17	vid väldigt höga personantal (eg persondensitet / hur trångt det är) är det större risk att folk trängs vid utrymningsdörrarna och då kilas fast i en 0,9 öppning. ju större öppning desto större möjlighet att komma vidare.
16	Man	Offentlig		10	Ja, om det rör sig om väldigt stora personantal
17	Man	Privat		3	Personers beteende vid utrymning. Finns det två dörrar och en momentant nyttjas för utrymning finns risken att personer "följer med strömmen" och endast en dörr nyttjas vilket medför köbildning mm.
18	Man	Privat		35	Man skall naturligtvis eftersträva en dörr med tillräcklig bredd. I vissa fall vid t.ex. ombyggnader kan det medföra orimliga kostnader att sätta in en tillräckligt bred dörr. Nackdelen kan väl vara det ologiska vid en utrymning att det finns två olika utrymningsvägar i direkt anslutning till varandra. Risken är att man "följer John" och den ena utrymningsvägen inte kommer att användas av så många. Skall man ha två smalare dörrar intill varandra kan jag tycka att man ställer högre krav på utmärkning och att dörrarna har en avvikande färg jämfört med väggarna.
19	Man	Privat		6	Stockning i dörren.
20	Man	Offentlig		14	Ja, det kan absolut finnas problem med det, t.ex. utrymning av rullstolsburen person
21	Man	Privat		17	Ja. Folk riskerar att fastna vid ett stort tryck mot en 0,9 m dörr på ett annat sätt än vid en 1,2 m dörr
22	Kvinna	Privat		3,5	Nej
23	Kvinna	Offentlig		7	Ja som sagts tidigare jag upplever att en bred dörr ger ett bättre flöde än två smalare.
24	Man	Privat		13	Ja, risk att trängselfaktorer uppstår likt Göteborgsbranden. Flödesmässigt bör det vara ok.
25	Man	Offentlig		4	Köbildning
26	Man	Privat		19	Nej
27	Man	Privat		15	Det är svårare att hålla fritt framför eller bakom bägge dörrarna eftersom man oftast bara använder en av de till vardags.
28	Man	Privat	Brandingenjör		Beslagningen och utrymmet framför, ev byggdelar, möbleringar samt utrymmet efter dörren skall likna en 1,2 dörr
29	Man	Privat		16	Se mina tidigare svar
30	Man	Privat		12	Låsning måste beaktas så att ingen risk föreligger att en dörr är låst/blockerad.
31	Man	Offentlig		8	Ja. Fler dörrar som ska kontrolleras i förvaltningsskedet. Risk för olika användning om det är analytiskt dimensionerat. Ska normalt inte ersätta i nybyggnation för då får arkitekten tänka om.
32	Kvinna	Privat		4	Nej

33	Man	Privat		13	Nej inte om de leder till samma utrymme/korridor/det fria
34	Kvinna	Offentlig		5	Det skulle kunna uppstå köbildning
35	Man	Privat		3	Det ska säkerställas att korridoren efter dörrarna har en minsta bredd om 1,20 meter. I övrigt ser jag inga risker.
36	Kvinna	Privat		10	nej
37	Man	Privat		25	Inte generellt ur utrymningshänseende
38	Man	Offentlig		23	Nej, inte mer än vad jag angav för verksamheter med mycket stora personflöden.
39	Man	Offentlig		1	Ja, om dörrarna placeras för långt från varandra kan det uppfattas som att det endast är den ena som fungerar att utrymma via.
40	Kvinna	Offentlig		4,5	Ja, större öppningar är ju generellt sett enklare att ta sig igenom. Ju mindre öppningar desto enklare är det att fastna även om mindre folk totalt tar sig igenom den öppningen.
41	Kvinna	Privat		3	När personer tvingas välja dörr kan det leda till ökade utrymningstider.
42	Man	Offentlig		26	Möjligen om någon behöver hjälp av andra för att komma ut. t ex om någon behöver bäras, då kan det bli trångt i dörrhålet.
43	Man	Privat		4	Flödet av rullstolar skulle kunna begränsas
44	Man	Privat	50 år som branding och 3 år som byggingenjör		Nej, jag ser inga risker. Enkeldörr med öppningsbredden 1200 mm (1150 mm) fordrar en dörr i storlek 14x21M och den håller inte för kontinuerlig öppning/stängning
45	Man	Privat		5	Nej.
46	Man	Offentlig		5	Det ger både för och nackdelar. Jag tror det blir bättre genomströmning med två dörrar medan klämrisken också kan öka. Sen ska man vara försiktig med utrymningsvägar till olika platser, de måste i sådant fall ha lika förutsättningar.
47	Man	Offentlig		6	Nej, generellt inte.
48	Kvinna	Privat		4	Ja, trängre passage från en 0,9 dörr, även om det sitter två placerade tätt. Skulle inte nyttja detta för samlingslokaler med väldigt hög personbelastning (>300 ca).
49	Kvinna	Privat		2	Nej
50	Kvinna	Offentlig		4	Köbildning om flera väljer en av dörrarna. Det kan kännas trångt för de utrymmande då bara en person kan gå åt gången.
51	Kvinna	Offentlig		1,5	Svårt att säga generellt. Flödet blir betydligt bättre med 1,20 än 0,90. Om en av dörrarna är entrén vill majoriteten av besökarna utrymma genom denna, risk för större köbildning vid denna dörr (även om den totala dörrbredden i rummet är större än 1,20).
52	Man	Privat		3	Nej
53	Man	Offentlig		3	Risk för dålig framkomlighet i dörröppningarna om 90-dörrarna är placerade så långt ifrån varandra att flödet blir ojämnt uppdelat.
54	Kvinna	Privat		3	Nej inte så länge de mynnar i samma utrymme och till dörrar/passager vidare som uppfyller rätt mått.
55	Kvinna	Offentlig		2,5	Nej

56	Man	Offentlig	1	<p>Personer kanske vill hålla ihop vid utrymningens vilket gör att det blir stora klungor som ska igenom. Familjer kanske orsakar stopp.</p> <p>Rullstolsburna kommer inte att komma igenom lika lätt som i bredare dörrar, framförallt om det är mycket folk.</p> <p>Risken för att personer ska klämmas fast i dörröppningen ökar med smalare dörrar.</p> <p>Risken finns att alla personer väljer den smala dörren som de kom in i om den andra är placerad för långt därifrån/dåligt utmärkt vilket gör att flödet kommer att minska. Jag anser därför att de största dörrarna fortfarande är lämpliga där den största persontätheten finns och att bredare dörrar ersätts med smala på andra öppningar än huvudentréer.</p>
57	Man	Offentlig	3	<p>Ifall dörren man ska dela upp är den entré som alla kom in igenom så bör det ställas högre krav på att dörrarna är belägna nära varandra, för att undvika risken att det blir orimlig snedfördelning av personer på de båda dörrarna.</p>
58	Man	Privat	15	<p>Valvbildning om ett stort antal personer trycker på. Får man inte valvbildning tror jag att utrymningen går snabbare genom 2 x 0,90 meter dörrar än en 1,20 meter eftersom man har högre flöde genom två 0,9 dörrar än en 1,2 meters dörr. Blir avståndet för långt mellan dörrarna kommer till slut inte personer byta kö så att det kan bli mer kö till en dörr. Personer byter dock kö i livsmedelsbutiken ofta så att jag tror att dem flesta byter kö även i utrymningssituationer om det inte är för långt mellan dörrarna.</p>

Bilaga 13 – Data från enkät till allmänheten

Nedan presenteras svarsdata från de tre olika varianterna av enkäter som delades ut till allmänheten. Värdena som svarats för avstånden 0,1 m – 20,0 meter anger antalet dörrar som den svarande föredrar för det givna scenariot. För scenariot *Stolpe* så anger värdet 1 -hinder och 0 – inget hinder.

Nedanstående tabell är från enkät A.

Person	Kön	Ålder	1 - 0,1 m	2 - 0,5 m	3 - 1,0 m	4 - 2,0 m	5 - 3,0 m	6 - 4,0 m	7 - 5,0 m	8 - 10,0 m	9 - 20,0 m	10-Stolpe
1	Kvinna	91	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
2	Kvinna	63	1	1	1	1	1	1	1	2	2	0
3	Kvinna	69	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
4	Kvinna	64	1	1	2	2	2	1	2	1	2	0
5	Man	50	1	1	1	1	1	1	2	2	2	0
6	Man	40	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0
7	Kvinna	41	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
8	Kvinna	43	2	2	2	2	1	2	2	2	2	0
9	Man	44	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
10	Kvinna	22	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
11	Man	24	1	1	1	1	2	2	2	2	2	0
12	Kvinna	26	1	1	2	2	2	2	2	2	2	0
13	Man	56	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
14	Kvinna	22	2	2	1	1	2	2	2	1	2	0
15	Man	21	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0
16	Man	20	1	1	1	2	1	1	1	1	1	0
17	Man	67	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
18	Man	Saknas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
19	Kvinna	21	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
20	Man	22	2	2	2	2	2	2	1	2	2	0
21	Man	23	1	1	1	2	2	1	1	2	2	0
22	Kvinna	21	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
23	Man	58	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
24	Kvinna	60	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
25	Kvinna	61	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
26	Kvinna	43	2	2	2	2	2	1	2	2	2	0
27	Kvinna	60	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0

28	Kvinna	63	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
29	Kvinna	32	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	0
30	Man	68	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
31	Kvinna	60	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
32	Kvinna	30	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	0
33	Kvinna	34	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	0

Nedanstående tabell är från enkät B

<i>Person</i>	<i>Kön</i>	<i>Ålder</i>	<i>1 - 0,1 m</i>	<i>2 - 0,5 m</i>	<i>3 - 1,0 m</i>	<i>4 - 2,0 m</i>	<i>5 - 3,0 m</i>	<i>6 - 4,0 m</i>	<i>7 - 5,0 m</i>	<i>8 - 10 m</i>	<i>9 - 20 m</i>	<i>10 - Stolpe</i>	
1	Kvinna	23	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
2	Kvinna	23	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	0
3	Kvinna	27	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1	0
4	Man	17	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	0
5	Man	60	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
6	Kvinna	34	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
7	Kvinna	16	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	0
8	Man	17	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	0
9	Man	18	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	0
10	Kvinna	30	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
11	Man	72	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	0
12	Kvinna	52	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	0
13	Man	53	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	0
14	Man	84	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1
15	Man	24	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	0
16	Kvinna	79	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1
17	Kvinna	55	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
18	Man	48	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
19	Man	46	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
20	Man	47	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
21	Man	39	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	0
22	Man	75	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
23	Man	77	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0

24	Man	21	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0
25	Kvinna	16	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0
26	Man	30	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
27	Kvinna	51	2	1	1	2	2	2	2	2	2	0
28	Kvinna	20	1	2	2	2	2	2	2	1	2	0
29	Kvinna	59	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
30	Kvinna	46	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
31	Kvinna	48	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0
32	Man	60	2	2	2	1	2	2	2	2	2	0
33	Kvinna	58	1	1	2	2	2	2	2	2	2	0

Nedanstående tabell är från enkät C.

<i>Person</i>	<i>Kön</i>	<i>Ålder</i>	<i>1 - 0,1 m</i>	<i>2 - 0,5 m</i>	<i>3 - 1,0 m</i>	<i>4 - 2,0 m</i>	<i>5 - 3,0 m</i>	<i>6 - 4,0 m</i>	<i>7 - 5,0 m</i>	<i>8 - 10 m</i>	<i>9 - 20 m</i>	<i>10 - Stolpe</i>
1	Man	15	2	2	2	2	2	2	2	1	2	0
2	Kvinna	19	2	1	2	1	2	2	1	2	2	0
3	Man	32	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
4	Kvinna	27	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0
5	Man	18	1	1	2	1	1	2	1	2	2	0
6	Man	46	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
7	Kvinna	38	2	2	2	2	1	2	1	2	1	0
8	Kvinna	16	2	2	2	2	1	1	1	1	2	0
9	Man	16	2	2	2	2	2	2	1	2	2	0
10	Man	18	2	1	1	1	2	1	1	1	2	0
11	Kvinna	24	1	1	2	1	1	2	1	1	1	0
12	Kvinna	24	1	2	1	2	2	2	1	1	2	1
13	Kvinna	25	2	2	1	2	2	1	2	2	2	0
14	Kvinna	30	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1
15	Kvinna	24	1	1	1	1	2	2	2	2	2	0
16	Man	17	1	1	2	2	1	2	2	2	2	0
17	Man	66	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
18	Saknas	Saknas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
19	Man	36	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0

20	Man	56	1	1	1	2	1	1	1	2	2	0
21	Man	53	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0
22	Man	51	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
23	Man	41	1	1	1	1	1	1	1	2	1	0
24	Man	60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
25	Man	24	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
26	Man	32	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
27	Man	28	1	2	2	1	1	1	1	1	2	0
28	Man	38	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
29	Man	45	2	1	1	2	1	1	1	2	2	0
30	Man	55	2	1	1	2	1	1	1	1	1	0
31	Kvinna	15	1	2	1	2	2	1	2	2	2	0
32	Kvinna	47	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
33	Kvinna	16	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0
34	Kvinna	76	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1

Bilaga 14 – Data från experiment försöksgrupp 1 personflöde

Härnedan redovisas för grupp 1 antalet personer som med hjälp av videokamerorna har iakttagits passera dörröppningarna varje tre-sekunders-intervall. Resultatet redovisas för de tio olika scenarierna samt för de fyra repetitionerna. Scenario ett genomfördes två gånger.

Repetition\Scenario	1	2	3	4	5	6	7	1	8	9	10
1	11	9	6	8	8	9	8	7	7	5	8
	8	11	7	11	6	10	7	8	7	8	8
	8	10	7	10	7	10	7	7	9	7	8
	5	5	8	6	7	6	6	6	7	6	7
	3		7		7		5	7	5	7	4
						2				2	
2	8	7	7	7	7	8	6	7	5	7	6
	7	13	9	10	8	10	6	7	8	7	8
	7	9	8	11	6	7	6	6	6	5	8
	8	6	7	7	6	9	6	8	6	6	7
	5		4		6	1	7	5	6	7	6
				2		4	2	4	3		
3	8	9	7	8	7	5	6	5	6	7	8
	10	11	7	9	7	9	7	7	7	7	9
	6	12	8	10	7	9	7	9	6	6	7
	6	4	7	8	7	9	6	6	9	7	7
	5		6		7	3	5	7	5	6	4
						4	1	2	2		
4	5	10	6	12	5	9	6	6	6	6	5
	7	11	7	8	8	9	5	6	9	7	8
	8	7	7	8	7	10	7	7	7	6	8
	7	6	8	7	6	7	6	7	7	7	8
	6		5		7		5	7	6	6	6
	2		2		2		6	2		3	

Bilaga 15 – Data från experiment försöksgrupp 2 personflöde

Härnedan redovisas för grupp 2 antalet personer som med hjälp av videokamerorna har iakttagits passera dörröppningarna varje tre-sekunders-intervall. Resultatet redovisas för de tio olika scenarierna samt för de fyra repetitionerna. Scenario ett genomfördes två gånger.

Repetition\Scenario	1	2	3	4	5	6	7	1	8	9	10
1	7	10	7	8	8	9	6	7	7	7	8
	7	11	8	10	7	9	5	6	7	7	9
	7	9	6	10	6	9	7	7	9	7	7
	6	4	7	6	6	7	5	7	6	6	6
	7		6		6		7	6	5	6	4
					1		4	1		1	
2	7	9	9	8	7	9	5	6	7	7	6
	8	10	7	10	6	8	6	7	7	6	7
	7	9	7	10	6	9	7	7	7	6	6
	7	6	6	5	6	8	6	6	8	8	7
	5		5	1	7		6	7	5	6	7
					2		4	1		1	1
3	9	9	8	9	8	9	7	6	9	6	7
	7	11	8	9	6	9	7	7	8	7	9
	7	9	6	7	8	9	5	7	6	6	7
	7	5	6	9	6	7	6	5	7	7	6
	4		6	10	6		6	6	4	6	5
							3	3		2	
4	7	9	8	9	6	8	7	8	6	7	7
	6	14	6	9	6	8	6	6	7	6	7
	7	8	7	5	6	8	6	6	6	7	6
	8	3	7	1	7	7	5	7	7	7	8
	5		4		5	3	6	6	6	5	6
	1		2		4		4	1	2	2	

Bilaga 16 – Data från enkät om trygghet under experiment

Nedan presenteras svaren på upplevd trygghet som deltagarna i experimentet angett. Skalan är från 1 -10 där 1 – ”inte trygg” och 10 – ”fullständigt trygg”.

Nedanstående tabell är för grupp 1.

<i>Person\Scenario</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8	9	3	9	3	9	7	5	8	7
2	8	8	6	10	5	10	4	7	8	7
3	8	9	6	8	6	9	4	6	4	7
4	10	9	9	10	6	9	7	6	9	6
5	10	9	8	10	4	8	6	7	9	7
6	9	9	7	8	7	8	7	7	8	8
7	8	10	5	7	5	7	4	6	8	7
8	7	9	8	10	5	9	8	6	8	6
9	7	10	5	10	4	10	4	7	8	7
10	8	7	4	9	6	10	3	8	5	8
11	10	10	8	10	7	10	8	8	9	9
12	10	5	3	7	4	8	7	3	9	6
13	9	9	6	6	6	7	7	7	5	7
14	5	8	9	7	6	7	9	10	8	7
15	8	7	6	7	6	8	8	8	8	6
16	10	9	7	9	8	9	7	8	7	7,5
17	9	8	6	7	5	10	7	6	9	8
18	10	10	9	9	7	10	6	4	7	8
19	10	9	7	10	9	10	7	7	8	8
20	8	10	7	10	7	9	5	8	9	9
21	10	9	7	8	7	9	8	8	7	9
22	9	8	6	8	5	8	5	7	8	7
23	10	10	7	9	4	10	4	6	4	8
24	10	9	6	8	6	10	8	7	6	8

25	10	10	8	9	7	9	8	9	8	8
26	9	10	8	10	7	10	6	4	6	7
27	10	10	7	8	8	10	8	9	8	10
28	10	8	7	6	6	7	5	3	8	8
29	9	10	9	10	5	8	3	7	5	7
30	10	10	6	8	4	7	4	7	8	8
31	7	6	5	6	4	7	3	4	5	7
32	7	5	4	6	4	8	3	5	7	7
33	2	6	4	5	2	4	1	4	4	1
34	10	10	9	10	9	10	9	10	10	9
35	9	7	6	9	7	9	6	8	9	9

Nedanstående tabell redovisar svaren för grupp 2.

<i>Person\Scenario</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8	9	5	6	5	8	4	7	7	7
2	4	7	3	5	4	7	6	7	4	5
3	10	8	6	9	7	10	5	7	9	9
4	6	7	4	6	4	6	3	4	6	5
5	8	9	8	10	4	9	3	3	7	4
6	9	9	8	9	7	9		6	8	9
7	9	9	5	7	5	8	4	6	10	7
8	8	8	5	7	5	8	7	6	7	6
9	10	9	7	8	6	7	6	4	7	7
10	8	9	6	9	5	9	5	8	4	5
11	9	10	5	7	3	7	4	7	8	7
12	8	10	7	7	7	8	7	7	8	7
13	7	8	7	8	5	7	6	10	6	7
14	7	8	7	8	7	9	8	8	8	9
15	7	8	4	7	5	9	6	7	8	7
16	9	8	6	8	5	9	5	6	7	6
17	8	8	5	7	6	8	5	7	6	5
18	6	9	7	9	7	9	6	6	8	8
19	10	10	9	10	7	9	8	8	7	8
20	8	6	4	9	5	7	4	9	3	7
21	8	7	6	9	7	10	6	4	9	8
22	10	9	10	10	8	10	7	9	8	10
23	8	10	7	7	6	10	7	10	7	9
24	8	10	5	10	7	4	3	9	6	5
25	8	9	5	10	6	8	5	9	4	7

26	9	10	8	10	8	9	8	7	8	8
27	5	7	6	10	8	10	7	6	9	8
28	8	7	6	6	6	8	7	7	8	6
29	9	8	7	9	7	9	8	9	7	8
30	6	9	7	8	7	10	6	8	9	7
31	7	9	8	10	9	10	8	8	7	8
32	10	10	10	9	7	9	7	10	8	9
33	8	9	9	9	8	10	7	7	8	9
34	8	8	6	9	6	9	5	7	8	7