

Validering av utrymningsförsök i Virtual Reality

En jämförelse av förflyttningsmönster, beslutsfattande, attityder och ögonrörelser

Silvia Aria, Håkan Frantzich, Axel Mossberg, Daniel Nilsson och
Jonathan Wahlqvist



Brandforsk

REFERENSGRUPP

Anna Cabak Redei, Lunds Universitet

Mattias Delin, Brandforsk

Joakim Eriksson, Lunds Universitet

Elisabeth Fransén, Räddningstjänsten Dala Mitt

Gunnar Sandin, Lunds Universitet

Denna rapport utgör ett slutligt arbetsmanuskript för det rubricerade projektet. Den officiella projektrapporten, till vilken referens bör ske återfinns på Brandskyddslagets hemsida:

"Validering av utrymningsförsök i Virtual Reality -
En jämförelse av förflyttningsmönster, beslutsfattande,
attityder och ögonrörelser."

BSL Rapport 2020:02

www.brandskyddslaget.se

BRANDFORSK 2020:7



Brandforsk

Brandforsks verksamhet möjliggörs av stöd från olika organisationer i samhället. Läs mer om våra stödorganisationer på www.brandforsk.se



Sammanfattning

I denna studie har delvis oannonserade utrymningsförsök i Virtual Reality (VR) jämförts med motsvarande försök utförda i fält. Försöken utfördes i en byggnad, virtuell och verklig, där utrymningshissar utgjorde en av de två utrymningsvägarna.

Studien visar att försök i VR kan ge motsvarande resultat gällande vägvalet mellan utrymningshiss och utrymningstrappa som de resultat som kan erhållas i ett fältförsök. Studien visar även att gångmönster och hur utrymningsskyltning uppfattas av försöksdeltagarna är liknande mellan försöksmetoderna, även om skyltningen tillsynes varit något mer framträdande i VR.

Vissa påverkande delar av att genomföra ett utrymningsförsök i VR är svåra att undkomma, exempelvis faktumet att personen i VR-modellen vet att utrymningslarmet är en del av försöket (eftersom det onekligen är inprogrammerat i den modell de ombetts uppleva). Trots detta visar denna studie att god överensstämmelse kan fås. Detta trots att hissutrymning tillämpas i scenariot, vilket annars skulle tänkas kunna påverkas av konformitetsfel i den typ av miljö som VR-försöket utspelar sig i, alltså med forskaren närvarande. I kommentarer från deltagarna efter studien identifierades denna typ av kognitiva felfaktor för både VR och fältförsöken, vilket tyder på att deltagarna i VR studien agerat realistiskt även om de själva anser sig inte göra det.

Det kan konstateras att insamlingen av data med eye-tracking utrustning inneburit att fler faktorer kunnat inkluderas i valideringsstudien och att fler valideringsstudier med denna teknik bör genomföras framöver. En lärdom från denna studie är att olika leverantörer/varumärken av utrustningen kan ha olika datainsamlingsmetoder och en systematisk genomgång av vilken data som samlas in och hur denna kodas av programmet kan ge fler möjligheter till jämförelser. Ett exempel på detta var tidsstämpling av fixationer som i VR-miljön inte gjordes, vilket ledde till att vissa jämförelser mellan datamängderna inte var möjliga.

Utöver ovanstående kan det konstateras att de flesta deltagare inte hade svårt att röra sig i modellen men att de inte heller upplevde det som lätt. Andra typer av rörelse och kontroll av objekt bör därför studeras för att undersöka om upplevelsen av VR-miljön kan göras ännu mer verklighetstrogen.

Summary

In this study, unannounced evacuation experiments in Virtual Reality (VR) are being compared to corresponding experiments performed in the field. The experiments were performed in a building, i.e., a real building and a virtual copy of it, where one of the evacuation routes consisted of evacuation elevators, and the other one was a staircase.

The study shows that similar results were collected in regard to exit choice in the field and the VR experiments. Also, walking paths and the perception of evacuation signage was similar in the experiments. However, more participants focused their gaze on some of the evacuation signs in the VR study.

Certain differences between “unannounced” evacuation experiments in VR and in the field are difficult to avoid, such as it being evident to the participants that the evacuation alarm is a part of the study once it activates in the VR-model (otherwise it would not be programmed in to the model). Also, the experiments (both VR and in the field) were performed in a setting where one of the evacuation routes was evacuation elevators. This was predicted to produce a conformity bias in the VR experiment, as the participant knew that they were monitored by the researcher. However, the performed VR-experiments within this project showed good agreement in regard to exit choice to the previously performed field experiments.

The Eye-Tracking equipment used in both experiments increased the number of factors that could be studied within the validation study. This is deemed to be an interesting tool for such studies and it should therefore be further incorporated in future validation studies of VR. However, when comparing the data from these experiments, different manufacturers for the equipment were used, which lead to some manual post-processing of the collected data. There were also certain differences in the collection of the data, which lead to difficulties in the comparisons. Thus, this study concludes that when using this technique for validation purposes, it is important to identify what data that is to be collected and how this data is recorded. An example from this study is that the gaze fixation data was not timestamped in the VR study, rendering problems with certain comparisons to the field study.

Also, it was concluded that the participants did not experience the movement in the VR-model, which was performed with a hand controller, as being easy to perform (intermediate answers were given to this question). Thus, other types of movement should be investigated to increase the realism of future VR-studies.

Förord

Denna rapport är finansierad av Brandforsk (projektnummer 217-171) som är statens, försäkringsbranschens, kommuners och näringslivets gemensamma organ. Insamlingsstiftelsen Brandforsk verkar för ett brandsäkert samhälle byggt på kunskap. Detta görs genom att initiera och finansiera kunskapsutveckling inom området brandsäkerhet, samt att sprida den kunskapen. Arbetet finansieras med insamlade medel från stödorganisationer från olika delar av samhället. Projektet har genomförts som ett samarbete mellan Brandskyddslaget, avdelningen för Brandteknik vid Lunds Tekniska Högskola (LTH) och University of Canterbury (UC).

Författare till rapporten är:

Silvia Arias, Doktorand vid avdelningen för Brandteknik, LTH

Dr. Håkan Frantzich, Universitetslektor på avdelningen för Brandteknik, LTH

Axel Mossberg, Teknisk chef på Brandskyddslaget samt industridoktorand vid avdelningen för Brandteknik, LTH

Dr. Daniel Nilsson, Professor vid Department of Civil and Natural Resources Engineering, UC

Dr. Jonathan Wahlqvist, post-doc på avdelningen för Brandteknik, LTH

Inom projektet har en referensgrupp verkat och bidragit med viktig information och kommentarer. Denna referensgrupp har bestått av:

Anna Cabak Redei, Lunds Universitet

Mattias Delin, Brandforsk

Joakim Eriksson, Lunds Universitet

Elisabeth Fransén, Räddningstjänsten Dala Mitt

Gunnar Sandin, Lunds Universitet

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	3
SUMMARY	4
FÖRORD	5
1. INLEDNING	8
1.1 Syfte & mål	9
2. METOD	9
2.1 Tidigare utfört fältförsök.....	10
2.2 Deltagare.....	10
2.3 Utrustning	10
2.4 Scenarier	11
2.5 Genomförande av försök	12
2.6 Etiska överväganden	13
3. RESULTAT	14
3.1 Förberedelsetid för utrymning.....	14
3.2 Val av utrymningsväg	15
3.3 Väntetid.....	17
3.4 Gångmönster	17
3.5 Ögonrörelser	19
3.6 Upplevelse av VR.....	19
4. DISKUSSION	23
5. SLUTSATSER.....	25
6. FÖRSLAG PÅ FRAMTIDA FORSKNING	26
LITTERATURFÖRTECKNING	27

1. Inledning

Internationellt har det bedrivits systematisk forskning om utrymning i händelse av brand i snart 50 år. Inledningsvis fokuserade forskningen i stor utsträckning på förflyttning eftersom man ville utveckla metoder, dvs modeller för handberäkningar och sedermera datormodeller, för uppskattning av utrymningstiden i byggnader. Exempelvis undersökte Predtetschinski och Milinski [1], Togawa [2], Fruin [3] och Pauls [4] hur människor förflyttar sig under olika förutsättningar och utvecklade metoder för beräkning av förflyttningstid.

Under 1980-talet ändrades inriktningen på forskningen till att i större utsträckningen handla om människors beteende. Framför allt framhövdes att många datorprogram och handberäkningar, vilka på 1980-talet ofta fokuserade uteslutande på förflyttning, tillämpade ett alltför förenklat synsätt och inte tog hänsyn till människors beteende i tillräcklig utsträckning [5]. Utifrån kritiken utvecklades en förfinad teori där utrymningen sågs som en sekvens av beteenden [6]. Detta var en banbrytande utveckling inom området, vilken fortfarande utgör grunden för dagens forskning.

Sedan den banbrytande studien av Canter et. al. [6] har flertalet fältförsök (facktermen för större utrymningsexperiment i verklig miljö) genomförts för att undersöka människors beteende vid brand i allmänhet och förberedelsestider vid utrymning i synnerhet [7]–[9]. Dessutom har det genomförts laborieförsök där specifika aspekter av utrymningsproblematiken studerats, t ex människors vägval vid utrymning [10], [11]. Mycket av senare tids forskning, både laborie- och fältförsök, har inriktats på att undersöka hur vägledande system ska utformas för att de ska uppfattas som avsett och snabbt förmå utrymmande att ta sig till säkerhet [11], [12].

Både laborieförsök och fältförsök är onekligen bra metoder för att samla in realistiska data om människors beteende vid brand. En nackdel är dock att denna typ av försök kräver stora förberedelser och tillgång till många olika typer av byggnader, vilket medför att de är relativt dyra att genomföra. Mot denna bakgrund har en ny typ av mer kostnadseffektivt försök börjat användas, nämligen Virtual Reality-försök (VR-försök).

I VR-försök interagerar försökspersoner med en virtuell miljö som de upplever rumsligt i tre dimensioner. Det finns olika sätt att visa miljön för försökspersonerna, men idag går utvecklingen mot att använda så kallade Head Mounted Displays (HMD). En HMD är en sorts visir som försökspersonerna bär under försöket. I visiret sitter två skärmar, nämligen en per öga. Dessa skärmar visar bilder som är förskjutna gentemot varandra, vilket gör det möjligt att uppleva den virtuella miljön i tre dimensioner. Det är även möjligt att interagera med miljön med hjälp av antingen handkontroller eller genom system som registrerar kroppens rörelser, så kallade MOCAP-system (MOtion CAPture). Idag är det således möjligt att uppnå hög realism i VR-försök, men en högst relevant fråga är hur beteendet i VR-försök stämmer överens med beteendet i försök i en fysisk miljö.

Ett av de första VR-försöken inom området människors beteende vid brand var det försök som genomfördes av Kobes [13]. I sin studie jämförde Kobes oannonserade utrymningsförsök (fältförsök) på ett hotell med resultaten från ett motsvarande VR-försök. Jämförelsen visade att VR-försök har stor potential, men också att metoden är förknippad med begränsningar. I Kobes försök var det exempelvis svårt att uppnå stor grad av realism i VR-försöken eftersom deltagarna bara tittade på en skärm och styrde sin förflyttning med en handkontroll.

Sedan Kobes [13] första VR-försök har det genomförts ett antal studier där VR-tekniken har tillämpats. Exempelvis har utformningen av utrymningsplatser [14] och djupa tunnelbanestationer [15] undersökts. Dessutom har människors beteende i hemmiljö undersökts [16] och ett pågående projekt undersöker möjligheten att använda VR-försök vid olycksutredningar för att utreda hur människor fattade beslut vid en specifik incident [17].

VR-försök är således en metod som är på frammarsch inom området, men än så länge saknas systematisk och djupgående validering. Det som främst saknas är en djupgående validering av flera samtidiga aspekter av ett enskilt försök, vilket till stor del beror på att de försök i fysisk miljö som genomförts inte varit avsedda för validering. Av denna anledning är det vissa aspekter som inte dokumenterats med den precision som behövs för validering av VR-försök.

Våren 2018 genomfördes delvis oannonserade utrymningsförsök i en hög hotellbyggnad i Stockholm [18]. Delvis oannonserade utrymningsförsök innebär att försökspersonerna är medvetna om att de deltar i ett försök, men de är inte medvetna om att försöket omfattar en utrymning. Detta är därför det närmaste ett verkligt utrymningsbeteende man kan komma utan att studera verkliga utrymningsfall. Försöken planerades med utgångspunkt i tidigare genomförda VR-försök, i samma hotellmiljö, med ett CAVE-system [19], dvs ett system där den virtuella miljön visas på tre väggar och ett golv, och försökspersonerna förflyttade sig med hjälp av handkontroller. Eftersom en av utgångspunkterna för det fysiska försöket var att försöket skulle kunna användas för validering av VR-försök, samlades det in detaljerad data som kan användas i detta syfte. Exempelvis kvantifierades personernas förflyttningsmönster, beslutsfattande och attityder. Utöver detta samlades det in så kallad EyeTrack-data, dvs det registrerades vad försökspersonerna tittade på.

EyeTrack är en teknik som mäter ögats rörelser och gör det möjligt för forskare, och andra, att se vad personen som har utrustningen fokuserar ögat på. De ögonrörelser som är av intresse är primärt fixeringar av ögonen, där blicken stannar upp på ett objekt. Denna typ av ögonrörelse är normalt förknippade med att personen söker information från det studerade objektet [20]. Mellan fixeringar rör sig ögat i så kallade sackader, vilket är de snabba förflyttningarna av ögat mellan fixeringspunkterna. Med hjälp av denna mätmetod visades alltså i fältförsöket vilka detaljer försökspersonerna tittade på vid utrymning. Exempelvis tittade personerna på utrymningsskyltar i relativt begränsad omfattning och de flesta fokuserade på högtalaren när utrymningslarmet aktiverades [18].

Både försöken i en hög byggnad [18] och motsvarande VR-försök med ett CAVE-system [19] genomfördes som delvis oannonserade utrymningsförsök. Deltagarna fick i försöken veta att studien skulle handla om information till hotellbesökare, vilket gjorde utrymningen till ett överraskningsmoment. Dock var överensstämmelsen i resultat inte så god mellan de två försöken dvs fysiska försöket respektive CAVE-försöket. Det finns därför skäl att validera den nya tekniken med en s.k. HMD. Graden av realism mellan verklig miljö och VR är avsevärt högre med HMD i relation till en CAVE där förflyttningen även sker med en s.k. handkontroll och inte fysiskt. Att dessutom kombinera HMD med en Eye-Tracker gör att fler variabler kan inkluderas i valideringen.

1.1 Syfte & mål

Syftet med projektet är att studera hur väl fysiska försök kan representeras av resultat från VR-försök utförda med HMD i en hög byggnad [18], samt att redovisa lärdomar kring hur utrymningsförsök, i fält och i VR, bör utformas för att kunna fungera som valideringsunderlag.

Målet med studien är att validera VR-försök och att ta fram rekommendationer för hur VR-försök för utrymning och även fältförsök kan förbättras i framtiden. Avsikten är att genomföra en mer djupgående jämförelse mellan fältförsök och VR-försök än vad som tidigare genomförts med avseende på vägval, gånglinjer, ögonrörelser och attityder.

2. Metod

Ett försök i VR genomfördes för att efterlikna ett tidigare fältförsök som genomförts i en hotellbyggnad [18]. Nedan redovisas det tidigare fältförsöket översiktligt samt förutsättningarna i VR-försöket som genomförts inom ramen för det aktuella projektet. Likheter och skillnader mellan fältförsöket och VR-försöket beskrivs för de olika delarna.

2.1 Tidigare utfört fältförsök

Det tidigare utförda fältförsöket genomfördes 2018 i en hotellbyggnad med 35 våningar och där utrymningsvägarna bestod av trappor samt utrymningshissar. Försöket i sig genomfördes på 16:e våningen som ett oannonserat utrymningsförsök. Deltagarna värvades till en forskningsstudie om design och informationsinhämtning i hotell, via www.studentkaninen.se, som är en digital mötesplats för forskare som letar försökspersoner.

Deltagarna möttes upp i hotellets entré och gavs instruktioner om studien, där utrymningsdelen inte avslöjades, och ombads sedan att ta sig till ett hotellrum på 16:e våningen. Deltagarna hade då även försetts med eye-tracking-glasögon, som spelade in vad försökspersonerna såg och vad de fokuserade blicken på. Väl i hotellrummet aktiverades ett utrymningslarm och försökspersonernas utrymning följdes. Efter försöket fick deltagarna fullständig information och ombads att besvara en enkät.

Tre olika scenarier studerades, med två olika hotellrum som startposition för de utrymmande. De scenarier som är relevanta för jämförelse beskrivs vidare i avsnitt 2.4 nedan.

Mer detaljerad information om försöken och resultaten från dessa redovisas i [18].

2.2 Deltagare

Även till den aktuella studien värvades försökspersoner via www.studentkaninen.se. Totalt deltog 62 personer, vars demografiska information är sammanställd nedan.

Tabell 1. Demografiska data för försökspersonerna.

	Kön			Ålder		
	Kvinnor	Män	Annat	Min	Max	Medel
Scenario 1	16	14	1	18	40	25
Scenario 2	17	14	0	19	58	25
Summa	33	28	1	18	58	25

Samtliga deltagare erhöll en biobiljett med ett uppskattat värde på cirka 100 SEK efter att de utfört försöket.

2.3 Utrustning

Försöken utfördes i VR-labbet på Lunds Tekniska Högskola. Den virtuella miljön upplevdes av deltagarna genom en så kallad Head Mounted Display (HMD). Rörelse och interaktion i modellen gjordes med hjälp av handkontroller. Deltagarna använde sina tummar på en touchpad för att kontrollera rörelse framåt, bakåt och åt sidorna. All rörelse skedde i förhållande till den riktning som försökspersonen tittade åt i modellen. Interaktion, som exempelvis öppnande av dörrar, gjordes genom att utföra efterliknande rörelser med handkontroller. En demonstration av hur både rörelse och interaktion i modellen genomfördes med försöksdeltagarna innan försöket påbörjades.

Den utrustning som användes kunde även spåra deltagarnas ögonrörelser och hur länge försökspersonerna studerade olika områden i modellen. Utrustningen gjorde dock ingen skillnad på fixeringar och sackader utan slutsatser om dessa drogs utifrån den insamlade datan i efterhand. Den utdata som utrustningen gav via VR-glasögonen var hur lång tid som deltagarna haft sin ögon fast vid olika punkter av intresse, som specificerats i förhand. Efteråt filterades de datapunkter som var kortare än 60 ms bort, då detta motsvarade kravet för en fixering i den utrustning som användes i fältförsöket [21]. Det ska dock noteras att i fältförsöket användes Tobii, vilka har en färdigutvecklad mjukvara för eye-tracking där även ett kriterium gällande ögats hastighet innan och efter fixeringspunkten ingår [22]. Detta kriterium kunde inte tillämpas i VR-försöket.

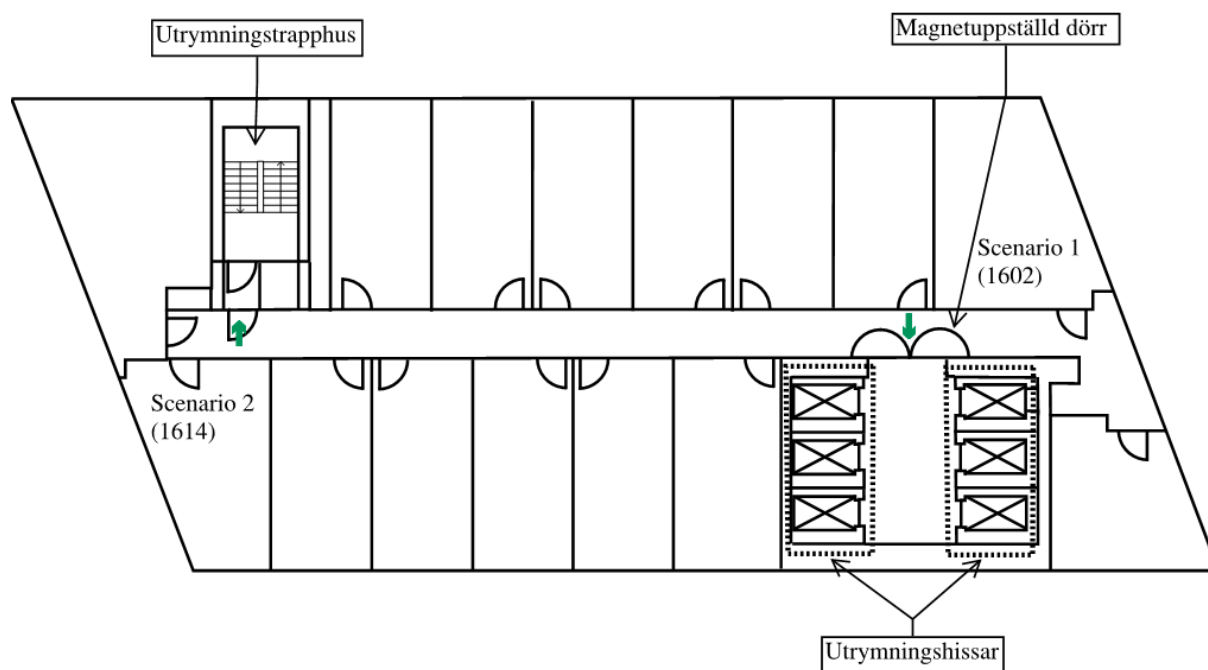
2.4 Scenarier

Två scenarier studerades, vilka benämndes scenario 1 och scenario 2. Dessa valdes för att matcha två av de tre utförda scenarierna de tidigare utförda fältförsöken. Båda dessa scenarier utspelade sig därför på den 16:e våningen i en virtuell hotellbyggnad. Miljön i utformades för att vara så lik den verkliga byggnaden som möjligt. Ett exempel på hotellkorridorens utformning i den fysiska byggnaden och i VR-modellen visas i figuren nedan.



Figur 1. Hotellkorridoren ifrån fältförsöken i den verkliga byggnaden (till vänster) och i den virtuella miljön (till höger).

Scenarierna var identiska, förutom startpositionen på våningsplanet (se figur 2). I scenario 1 befann sig deltagarna i hotellrummet vid utrymningshissarna. Detta var även de hissar som samtliga deltagare tagit sig till våningsplanet med i VR-försöket. I scenario 2 befann sig deltagarna istället i andra änden av korridoren, med utrymningstrapphuset som närmaste utrymningsväg.



Figur 2. Planskiss över hotellet där utrymningsvägar, startpositioner samt utrymningsskyltning (gröna pilar) framgår.

Observera att en magnetuppställd dörren mot hisshallen var vitmålad samt stängde när larmet aktiverades. Detta innebar alltså att den var uppställd när deltagarna tog sig till hotellrummet men stängd när de utrymde. Motsvarande dörr fanns även i fältförsöket.

2.5 Genomförande av försök

Försöksdeltagarna kom till VR-labbet ensamma på en tid överenskommen med ansvarig forskare. Innan dess hade deltagarna fått skriftlig information om försöken via mail, där utrymningsdelen av studien inte avslöjats. Samma information gavs även till deltagarna på plats, innan de försågs med försöksutrustningen. Deltagarna informerades även om att de kunde avbryta försöket när som helst, av vilken anledning som helst, utan att förlora sin ersättning. De informerades även om att deras upplevelse speglades mot forskarens skärmar samt att denna spelades in.

Deltagarna förseddes sedan med VR-utrustningen och sattes då in i hotellets virtuella lobby. De informerades sedan om att de skulle ta sig till ett hotellrum på 16:e våningen (1602 eller 1614 beroende på scenario). För att visa vägen till hisshallen från lobbyn fanns i den virtuella miljön pilar i golvet som vägledde deltagarna. I hisshallen stod en av hissarna och väntade på deltagaren, som kunde gå in och trycka på knappen till 16:e våningen (vilket var den enda fungerande knappen). I hissen visades de passerade våningsplanen med rullande siffror på en liten skärm. När deltagarna ankom till 16:e våningen fanns vägledande skyltar i hotellkorridoren med rumsnummer som visade hur de skulle ta sig till det angivna hotellrummet. När de ankommit till hotellrummet fick de gå runt i detta en stund innan utrymningslarmet aktiverades av forskaren. Utrymningslarmet spelades upp först på svenska och sen på engelska med följande formuleringar:

Viktigt meddelande, viktigt meddelande. Brand har utbrutit i byggnaden. Utrym omedelbart genom närmaste utgång. I denna byggnad kan hissarna användas för utrymning.

Attention please, attention please. There is a fire in the building. Evacuate immediately to nearest emergency exit. The lifts can be used as an emergency exit in this building.

Deltagarna utrymde sedan från hotellrummet och kunde på vägen ut studera en utrymningsplan som satt på dörren ut till korridoren. I korridoren fanns även utrymningsskyltning i enlighet med figur 2. Det fanns även en efterlysande skylt på dörren till hisshallen, det vill säga den som stängdes när larmet aktiverades. Om deltagarna valde att utrymma via hissarna gick de in i hisshallen och aktiverade en kallelseknapp. I hisshallen fanns en skylt som angav att de var i ett säkert utrymme och att de skulle invänta hissarna (på svenska och engelska). Hissarna ankom dock aldrig utan sifferskyltarna som indikerar hissarnas position visade istället att hissarna passerade våningsplanet och åkte till våning 17 och 18. Om deltagarna valde att vänta på hissarna längre än fem minuter avbröts försöket. Om deltagarna valde att utrymma via trapphuset istället avbröts försöket när de började gå ner för trapporna.

Efter försöket informerades deltagarna om studiens sanna syfte, kontrollerades för illamående samt ombads att fylla i en enkät.

2.6 Etiska överväganden

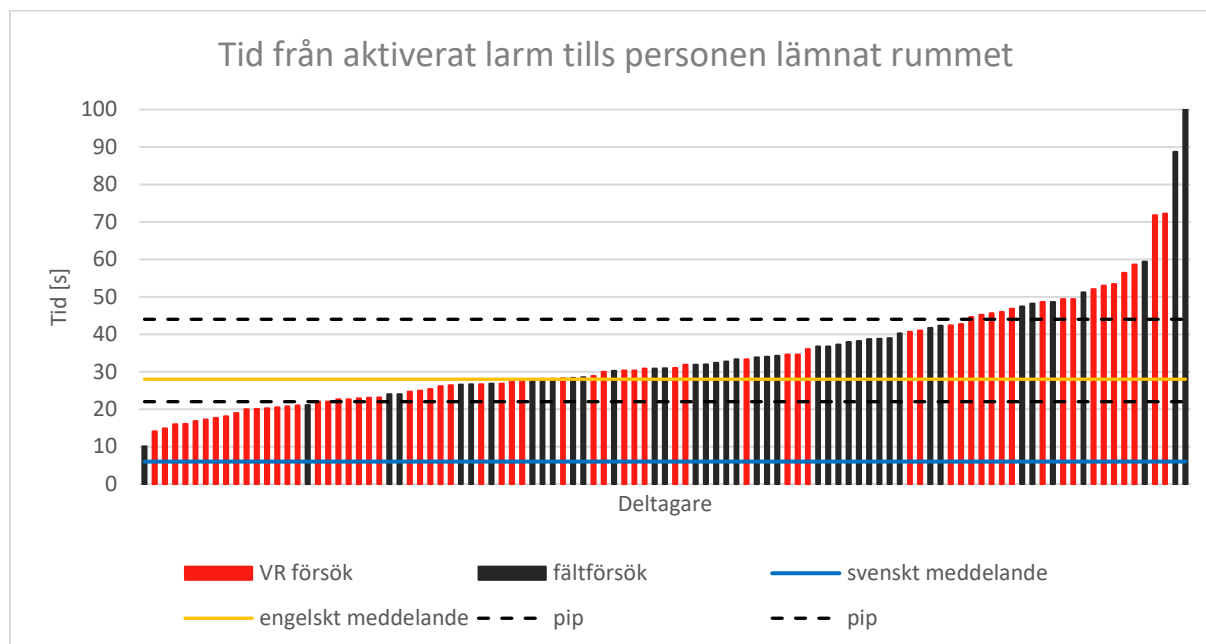
Studien genomfördes med mänskliga deltagare, vilket innebär att etiska överväganden behöver göras. Studien planerades med deltagarnas välmående i fokus. För att begränsa eventuella negativa konsekvenser för deltagarna informerades alla om risken för illamående innan. De informerades även om att de när som helst fick avbryta utan att förlora rätten till sin ersättning. Alla skrev även på ett medgivande innan försöket. Efter försöket informerades deltagarna om studiens sanna syfte och det säkerställdes att de mådde bra och inte kände sig illamående eller stressade. Inga deltagare avbröt försöket de deltog i.

3. Resultat

Nedan redovisas resultat från studien samt jämförelser med det tidigare fältförsöket.

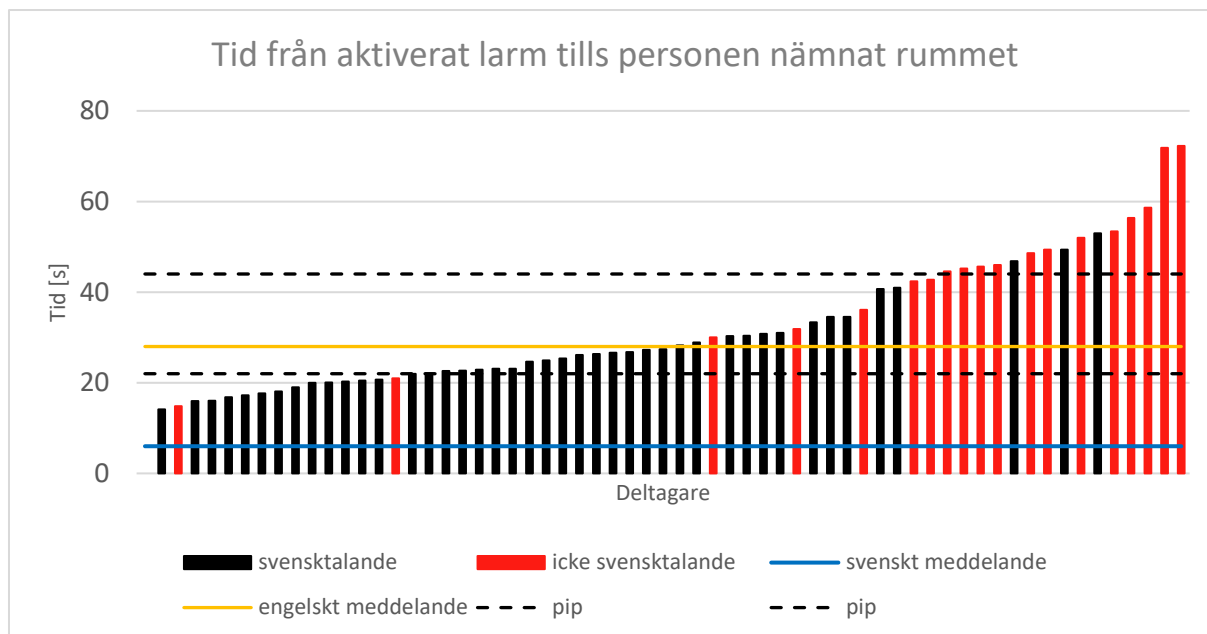
3.1 Förberedelsetid för utrymning

Efter det att larmet hade aktiverat mättes tiderna tills att försökspersonerna hade lämnat hotellrummet. I både VR-försöket och fältförsöket lämnade majoriteten av deltagarna rummet inom 20-60 sekunder från aktiverat larm. Tiderna visas i figuren nedan.



Figur 3. Tid från aktiverat larm tills dess att deltagarna lämnat hotellrummet för samtliga deltagare i både VR och fältförsöket. Observera att utrymningsmeddelandena fortsatte kontinuerligt och att bara första repetitionen visas här. Observera även att stapeln längst till höger går utanför skalan och har ett värde på 725 sekunder.

Det ska dock observeras att samtliga inte var svensktalande i VR-försöket, vilket var fallet för fältförsöket. Denna bakgrundsinformation frågades inte efter specifikt men en uppskattning gjordes utifrån vilket/vilka länder som deltagarna angav som land de växt upp i. I figuren nedan visas tiderna från larm tills personerna lämnat rummet i VR-försöket, indelat efter om de antagits vara svensktalande eller inte.



Figur 4. Tid från aktiverat larm tills dess att deltagarna lämnat hotellrummet i VR-försöket uppdelat efter huruvida de antagits vara svensktalande eller inte.

Mer detaljerade data gällande tiderna visas i tabellen nedan.

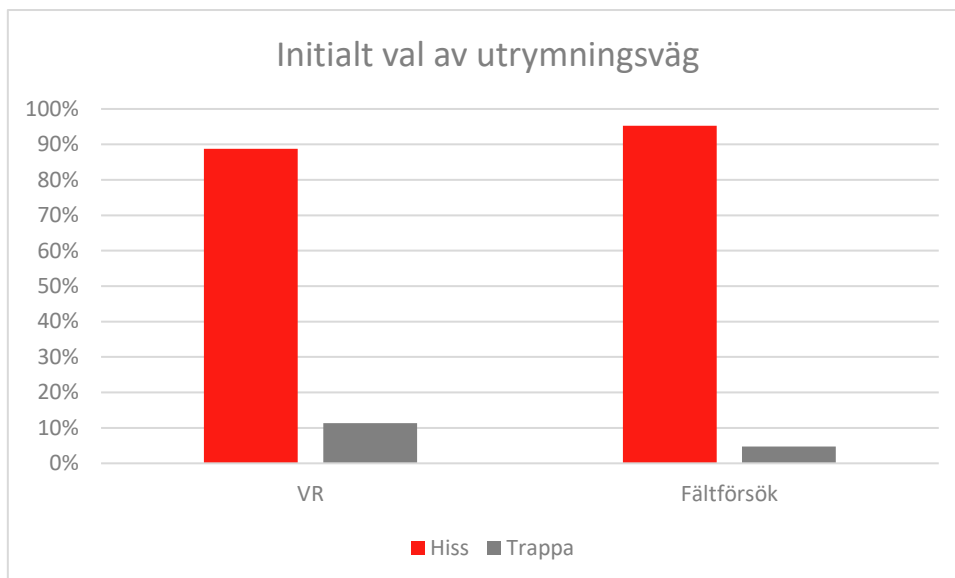
Tabell 2. Statistiska data för tiderna från aktiverat larm tills personerna lämnat rummet för VR respektive fältförsöket.

Tid från aktiverat larm tills personen lämnat rummet [s]

Scenario	Max	Min	Medelvärde	Standardavvikelse	Median
VR – Svensktalande	53	14	27	9	25
VR – Icke svensktalande	72	15	45	15	46
VR – Totalt	72	14	32	14	28
Fältförsök	725	10	53	108	34

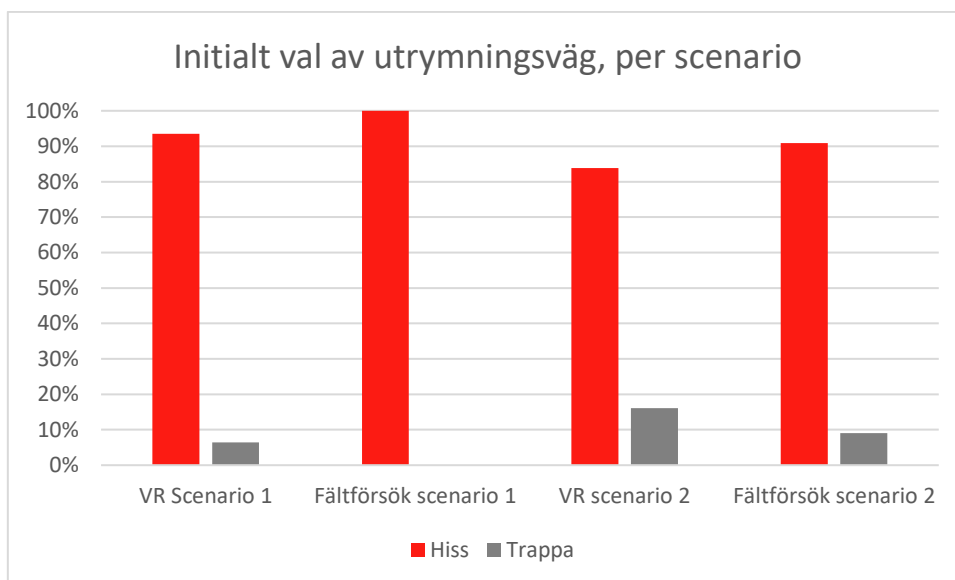
3.2 Val av utrymningsväg

De utrymmande kunde i både VR-försöket och fältförsöket antingen utrymma via utrymningshissar eller via ett utrymningstrapphus. I VR-försöket kunde deltagarna byta utrymningsväg om de valt hissarna och inte ville vänta längre, medan fältförsöket avbröts direkt deltagarna tryckt på hissknappen. Det initiala valet av utrymningsväg jämförs därför i figuren nedan. Observera att antalet deltagare var 62 i VR-försöken och 42 i fältförsöken.



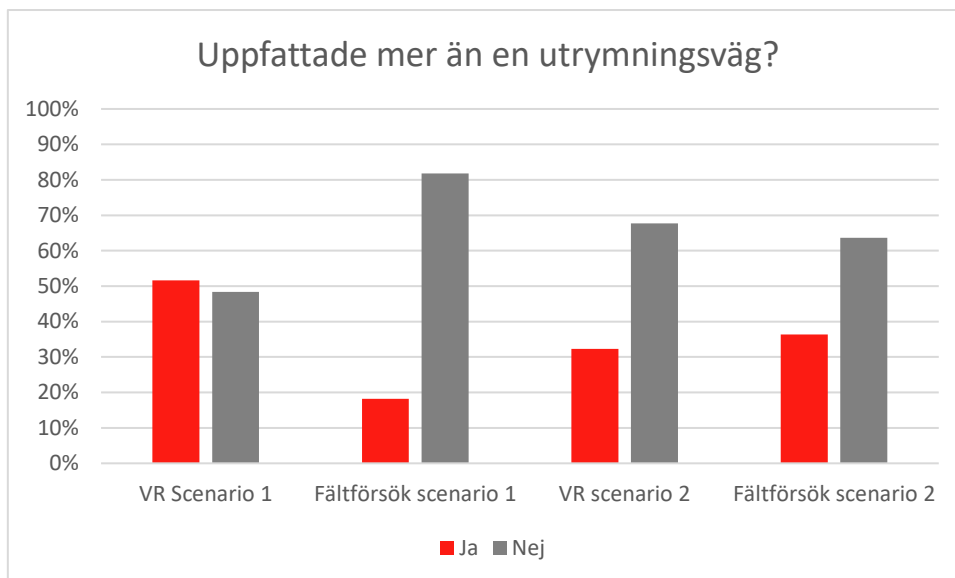
Figur 5. Initialt val av utrymningsväg för VR och fältförsöken.

Uppdelat per scenario ses en ökning av deltagare som använder trappan i scenario 2 för både VR och fältförsöket. Detta illustreras i figuren nedan.



Figur 6. Initialt val av utrymningsväg för VR och fältförsöken, uppdelat per scenario.

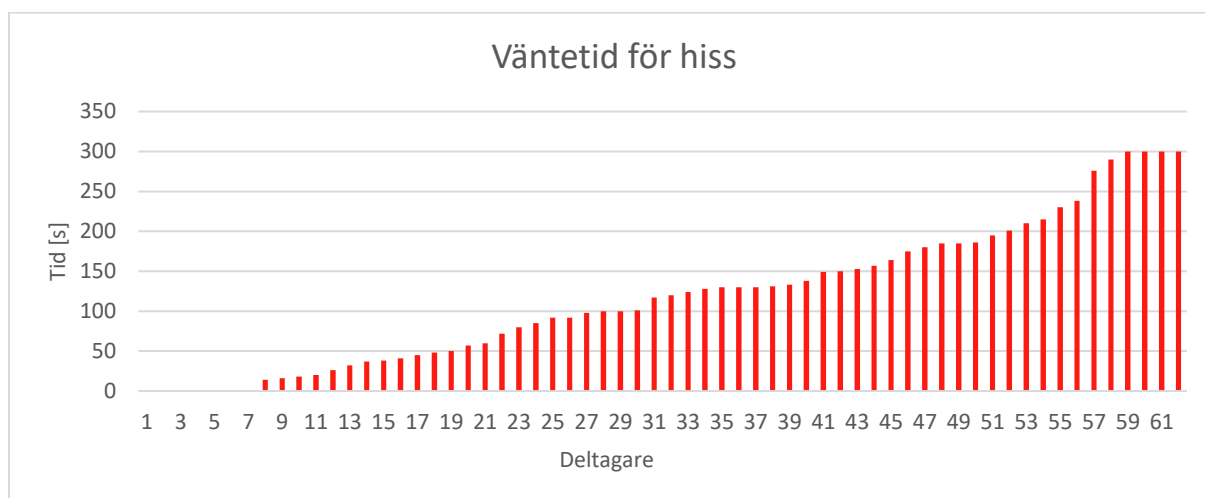
I enkäten tillfrågades deltagarna i båda försöken huruvida de uppfattade om det fanns mer än en utrymningsväg. Dessa resultat visas i figuren nedan. Här kan ses att en skillnad mellan försöken är att fler uppfattade två utrymningsvägar i scenario 1 för VR-försöken medan förhållandet var det motsatta för fältförsöken.



Figur 7. Andel försökspersoner som uppfattade mer än en utrymningsväg för de olika försöken och scenarierna.

3.3 Väntetid

I VR-försöket undersöktes även väntetider hos de deltagare som valde att utrymma med hissen. Dessa redovisas i figuren nedan. Observera att sju deltagare aldrig aktiverade en hiss och därför 0 sekunder i väntetid. Försöket avbröts även av forskaren vid 300 sekunder, då fyra personer (7 %) fortfarande väntade på hissen.

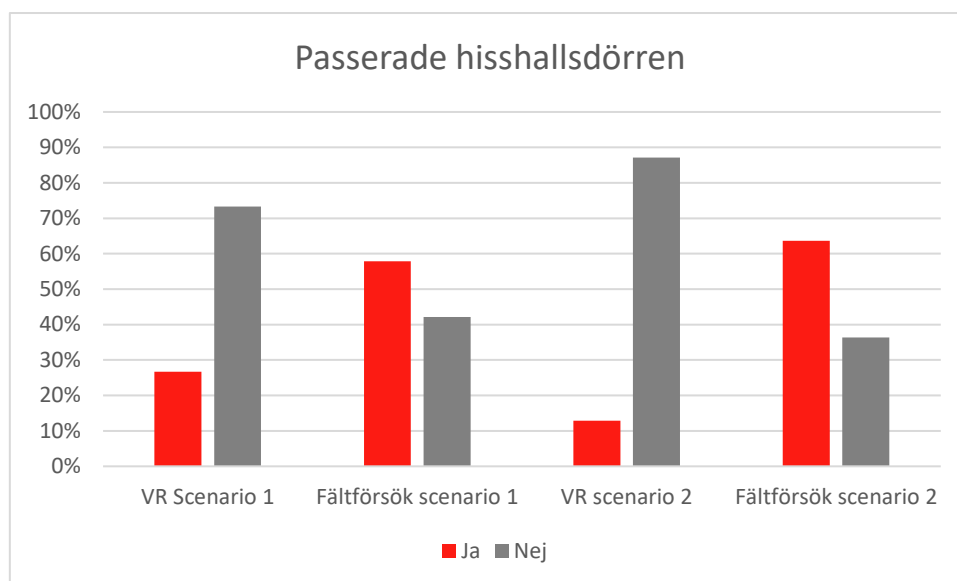


Figur 8. Väntetider för hiss.

Observera att väntetider inte studerades i fältförsöket och jämförelser är därför inte möjliga.

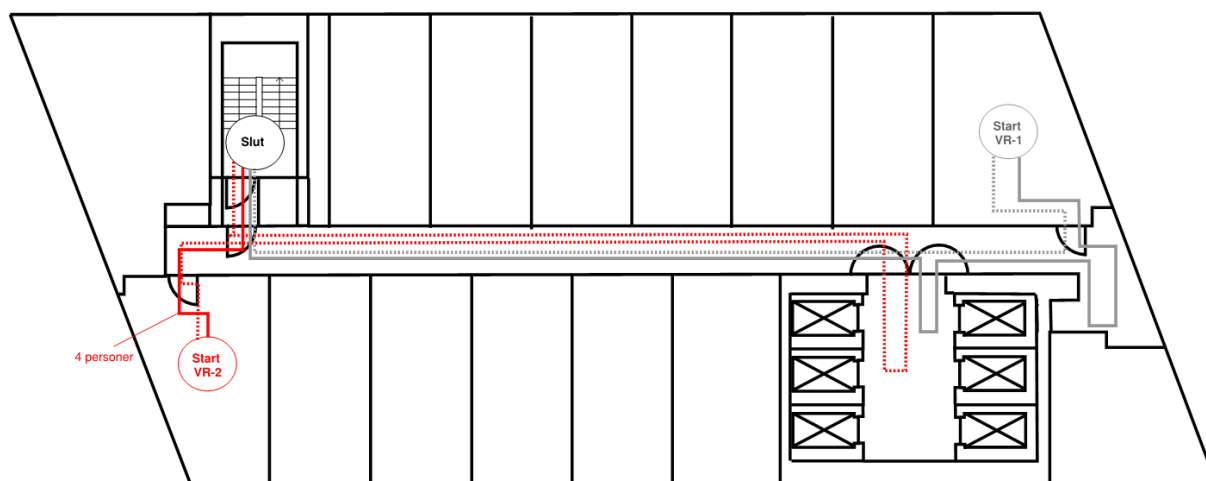
3.4 Gångmönster

I och med att dörrarna till hisshallen var självstängande och stängdes vid larmet var det ett antal deltagare i varje scenario som passerade dessa, för att sedan vända tillbaka när de insett att de passerat denna dörr (se figur 9).

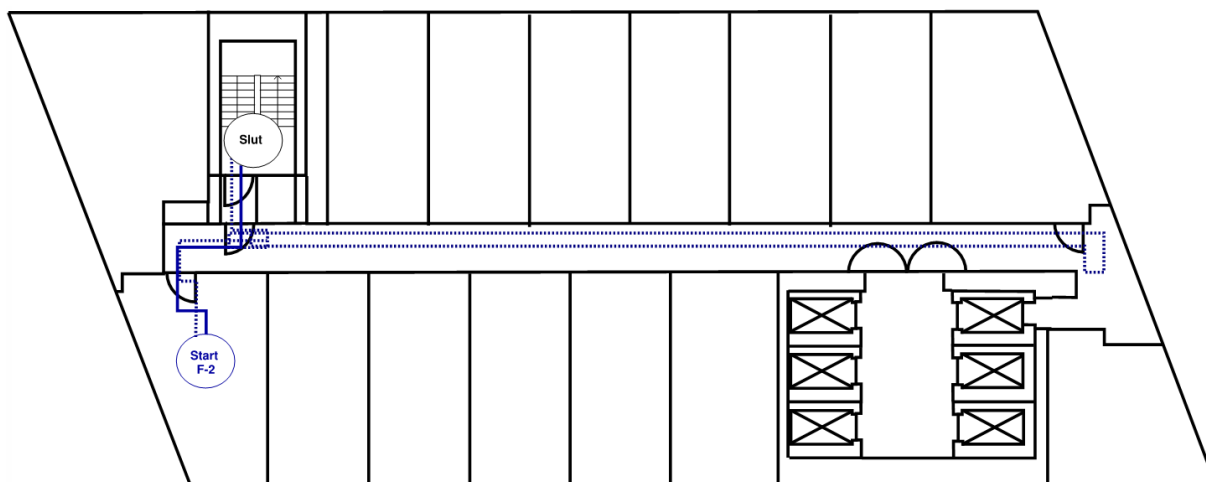


Figur 9. Antal personer som passerade hisshallsdörren i de olika försöken.

Av de som valde att utrymma med trapporna som primär utrymningsväg i VR-försöket gick en person direkt till trapporna och en person gick in i återvändsgränden framför rummet (längst till höger i figuren nedan) för att sedan gå in i hisshallen och sedan vända tillbaka för att gå till trapporna, utan att först kalla på hissen. I scenario 2 gick fyra personer direkt till trapporna och en person gick till hisshallen och även in i denna för att sedan vända tillbaka och välja trapporna utan att först kalla på hissen. I fältförsöken gick en person direkt till trapporna och en person gick hela korridorens längd och vände sedan tillbaka för att ta trapporna. Dessa gångvägar visas schematiskt i figurerna nedan.



Figur 10. Schematiska gångmönster för de som valde att utrymma via trapporna i VR.



Figur 11. Schematiska gångmönster för de som valde att utrymma via trapporna i fältförsöket.

3.5 Ögonrörelser

För att jämföra de utrymmandes ögonrörelser i försöken studerades primärt hur många av deltagarna som fixerade sin blick på någon av skyltarna under sin utrymning. Dessa resultat redovisas nedan (se tabell nedan).

Tabell 3. Antal personer som fixerar sin blick på skyltning i korridoren. De jämförelser mellan VR-försök och fältförsök som visat på statistisk signifikant skillnad är markerade i rött.

Skylt	Scenario	Försök	Fixerar på skylt?
Mot hisshall	1	Fält	7 (37 %)
		VR	14 (45 %)
	2	Fält	9 (41 %)
		VR	23 (74 %)
På dörr	1	Fält	13 (68 %)
		VR	25 (81 %)
	2	Fält	11 (50 %)
		VR	26 (84 %)
Mot trappa	1	Fält	4 (21 %)
		VR	11 (35 %)
	2	Fält	8 (36 %)
		VR	11 (35 %)

Statistisk analys med Fischers exakta test påvisar en skillnad mellan försöken för skyltarna mot hisshall och på dörr i scenario 2. För övriga försök finns ingen statistisk skillnad.

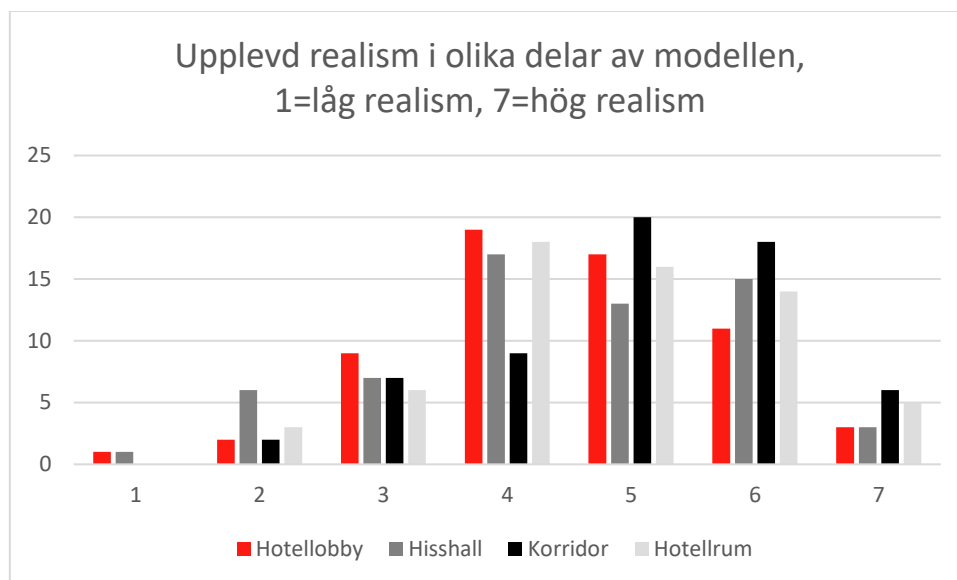
3.6 Upplevelse av VR

Med hänsyn till skillnaderna mellan "verklighet" och VR är det viktigt att studera VR-deltagarnas upplevelse i modellen. Nedan redovisas svar på hur deltagarna upplevde modellen enligt deras svar på enkäten efteråt.

3.6.1 Realism

Deltagarna ombads att ranka realismen av olika delar i modellen på en Likertskala. I enkäten angavs att 1 innebar en låg grad av realism medan 7 innebar en hög grad. De delar av modellen som frågan ställdes för var hotellobbyn, hisshallen på 16:e våningen, korridoren samt hotellrummet. Observera att rummen var identiska i de båda försöken.

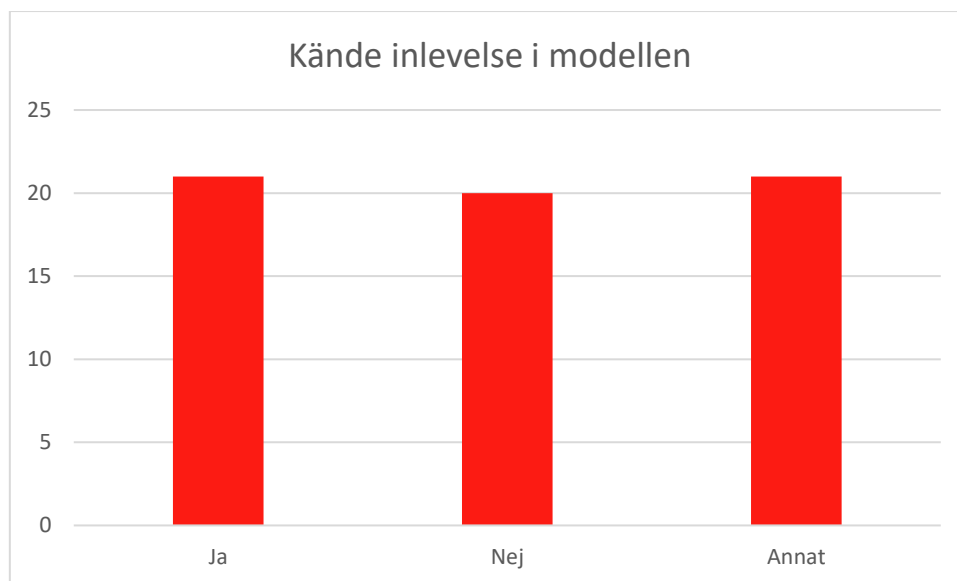
Resultaten visas i figuren nedan, där det kan ses att realismen upplevts som relativt hög. Mer än 70 % av deltagarna har här angett svar mellan 4-6 på den sjugradiga skalan.



Figur 12. Upplevd realism i olika delar av modellen.

3.6.2 Inlevelse

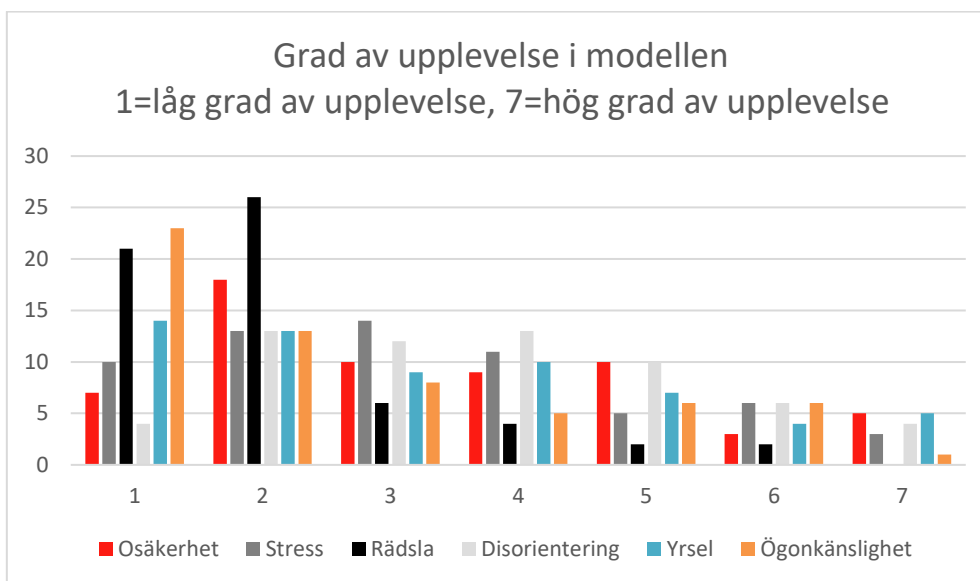
Deltagarnas inlevelse (immersion) mättes också. Här ställdes frågan huruvida de kände inlevelse (immersed) i VR-modellen, det vill säga om de upplevde att de glömde av att de egentligen befann sig i VR-labbet istället för i det virtuella hotellet. Denna fråga var en flervälsfråga med alternativen "ja", "nej" och "annat" där det sistnämnda alternativet gav deltagarna möjlighet att utveckla fritt. Figuren nedan visar deltagarnas svar. I figuren ses att det inte är någon större skillnad mellan svaren. De flesta av deltagarna som valde alternativet "annat" angav i fritext olika medelnivåer av inlevelse, exempelvis "halvt", "delvis" eller "nästan".



Figur 13. Antal deltagare som valt de olika alternativen gällande inlevelse i modellen.

3.6.3 Upplevelser i modellen

Deltagarna frågades även om vilka upplevelser de hade under försöket. Även här användes en Likertska där 1 innebar en låg grad av den aktuella känslan och 7 innebar en hög grad. Figuren nedan visar resultaten från denna fråga för de olika känslorna.

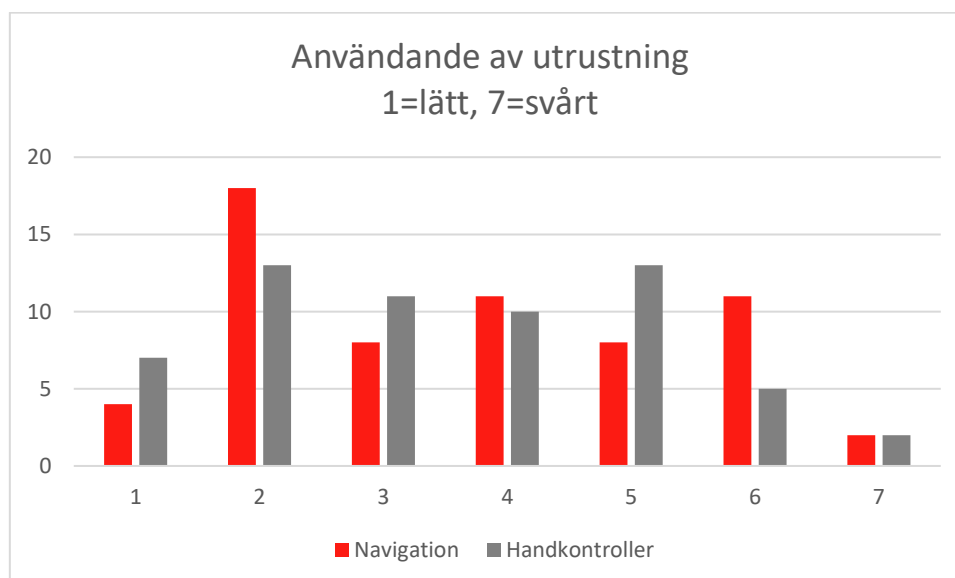


Figur 14. Grad av upplevda känslor i modellen.

I resultaten ses att de flesta deltagare upplevde ganska låg grad av samtliga känslor. För samtliga känslor har cirka 70 % av deltagarna har angett ett svar mellan 1-4.

3.6.4 Användande av utrustning

Deltagarna tillfrågades även hur de upplevde användandet av handkontroller och navigation i modellen. Även för detta användes en Likertska, där 1 innebar enkel användning och 7 innebar svår användning. Resultaten från denna fråga redovisas nedan.



Figur 15. Användande av utrustning i modellen.

Här ses att de flesta deltagare upplevde det enkelt till medelsvårt att använda utrustningen.

3.6.5 Beteende

I en sista fråga i enkäten tillfrågades deltagarna vad de tror att de hade gjort annorlunda om det varit i en verklig situation. Frågan syftade till att studera huruvida deltagarna trodde att de agerat som de hade gjort i en verklig situation eller inte, och var en fritextfråga. Här svarade en majoritet av deltagarna (33 av 62, dvs 53 %) att om det hade varit på riktigt hade de gått direkt till trapporna och inte använt hissen. Åtta deltagaren (13 %) angav att de inte hade gjort något annorlunda och i övrigt angavs svar som "skulle följt efter eller pratat med andra" av fyra deltagare (6 %), "skulle fått panik" av tre deltagare (5%) och "skulle väntat på brandkåren i hotellrummet" av en person (2 %).

Efter försöket angav även vissa deltagare i diskussion med försöksledaren att de endast använt hissarna för att "rösten sa åt dem att göra det" och att de inte skulle gjort detsamma i en verklig situation. Vissa angav även att de inte trodde att det fanns några trappor i VR-modellen.

4. Diskussion

Att studierna som jämförs i denna rapport genomförts i en byggnad (verklig och virtuell) där utrymningshissar ingår i utrymningsstrategin innebär att det finns flera komponenter av intresse att studera och jämföra, som är kopplade till denna typ av utrymningslösning. För byggnader med utrymningshissar finns det anledning att studera både det initiala vägvalet (om de utrymmande accepterar hissen som utrymningsväg) och den accepterade väntetiden (hur länge de utrymmande accepterar att vänta på en hiss vid utrymning). Båda dessa komponenter är av relevans vid bedömningen av de utrymmandes acceptans för utrymningslösningen. I fältförsöket [18] studerades dock endast det initiala vägvalet då väntetiderna inte gick att styra i den aktuella miljön.

I jämförelsen av vägval ses likheter mellan VR-försök och fältförsök. Det ska även noteras att fler valde att använda trappan i scenario 2 för både VR och fältförsöket, med liknande andelar. Detta innebär ytterligare ett bidrag i valideringen av VR som medel för utrymningsforskning.

Fler deltagare i VR-försöket än i fältförsöket uppfattade att det fanns två utrymningsvägar. Detta kan dock bero på att deltagarna i VR-försöket hade fem minuter på sig från att de aktiverat hissen till att byta utrymningsväg om de ville, vilket även flera deltagare gjorde. I fältförsöket avbröts försöket direkt när deltagarna hade tryckt på hissens kallelseknapp, och därför fick deltagarna alltså inte möjlighet att byta utrymningsväg på samma sätt. Detta kan sannolikt ha påverkat resultaten.

Deltagarna i VR-försöket identifierade även skyltarna i större utsträckning, även om statistisk skillnad endast uppmättes för två av skyltarna i scenario 2. Dessutom var deltagarna i VR-försöken mindre benägna att passera genom hisshallsdörren. Dessa två faktorer skulle kunna indikera att skyltningen var mer visuellt framträdande och förståelig i VR-försöket i jämförelse med fältförsöket. En ytterligare förklaring skulle kunna vara att stressnivåerna i VR-försöket var relativt låga enligt den självskattning som deltagarna fick göra efteråt. I fältförsöket gjordes ingen sådan skattning men flera av deltagarna kommenterade att de fått ökad puls eller upplevt stress under försöket, vilket skulle kunna gjort att de i mindre utsträckning upptäckte och följde den utrymningsskyltningen.

Flera av deltagarna angav i VR-försöket att de använde hissen för utrymning för att de blivit tillsagda att göra så av utrymningslarmet. Samma sak angavs i stor utsträckning av deltagarna i fältförsöket. Detta indikerar att utrymningslarmets påverkan kan vara en viktig faktor gällande användandet av utrymningshissar, något som även indikerats i andra studier inom området [23]. Det ska dock noteras att utrymningslarmet endast angav att hissarna kunde användas för utrymning, inte att de tvunget skulle användas. Det gavs alltså inga direkta instruktioner kopplat till hissarna i utrymningslarmet till deltagarna, utan endast information.

Tiden från larmet gått till att deltagarna lämnade hotellrummet är liknande i VR-försöket och fältförsöket. Dock ses en viss tendens till att deltagarna i VR-försöket lämnat rummet något tidigare, speciellt hos de svensktalande deltagarna. Att dessa reagerar tidigare än icke-svensktalande är naturligt då det svenska utrymningsmeddelandet gavs innan det engelska. I fältförsöket var samtliga deltagare svensktalande, men ändå var tiderna i snitt något längre i detta försök. Det kan finnas flera anledningar till detta resultat, men en bidragande faktor skulle kunna vara att personerna i fältförsöket, till skillnad från VR-försöket, är ovetande om att utrymningen är en del av försöket. Detta då det är svårt att dölja syftet med ett inprogrammerat utrymningslarm i en VR-modell. Det finns därför en möjlighet att deltagarna i VR-försöket känner mindre tveksamheter kring vad de förväntas göra när utrymningslarmet aktiveras än deltagarna i fältförsöket på grund av situationen de befinner sig i.

På svaren om upplevelsen av modellen angav de flesta deltagare att de upplevde den som realistisk och att de kände någon grad av inlevelse när de var i modellen. De flesta upplevde heller inga besvärande upplevelser som yrsel eller ögonkänslighet. Dock ska det noteras att de flesta inte heller upplevde någon större stress eller rädsla, vilket kan ha påverkat deras beteende i enlighet med diskussionen ovan. Gällande användandet av handkontrollerna och navigeringen i modellen var upplevelsen neutral och de flesta hade varken svårt eller lätt för att använda kontrollerna eller navigera i modellen.

Att många av deltagarna i både VR-försöket och fältförsöket angav att de hade agerat annorlunda i en verklig utrymningssituation är intressant. Detta indikerar att det skulle kunna finnas ett bekräftelsefel/konformitetsfel i självskattade utrymningsstudier, t ex enkätstudier. Detta innebär att personerna som svarar på exempelvis huruvida de skulle använt en utrymningshiss eller inte för en viss situation i en enkät, eller liknande, kan svara på ett sätt som hen tror är i linje med samhällets normer för att inte avvika från dessa. Att inte använda hiss vid utrymning är en norm som inpräntats i stora delar av befolkningen och därför skulle denna typ av kognitivt fel kunna leda till felskattningar. Detta har även diskuterats tidigare i anslutning till studier på utrymningshissar [18].

Slutligen kan det konstateras att försöksuppställningarna och den använda utrustningen i både VR- och fältförsöken gett goda möjligheter för jämförelser mellan försöksmetoderna. Försöksuppställningarna har därmed skapat goda förutsättningar för validering av VR som medel för utrymningsforskning. Det ska dock noteras att den utrustning som användes för eye-tracking i de olika försöken var av olika tillverkare, där utrustningen för VR-försöken till större del byggde på egen programmering av insamlingsdata. Detta gjorde att vissa data inte loggades på samma sätt och vissa ytterligare jämförelser hade kunnat vara möjliga genom att exempelvis tidsstämpla fixationerna i VR-försöken, vilket inte gjordes.

5. Slutsatser

Denna studie visar att försök i VR kan ge motsvarande resultat gällande vägvalet mellan utrymningshiss och utrymningstrappa som de resultat som kan erhållas i ett fältförsök. Studien visar även att gångmönster och hur utrymningsskyltning uppfattas av försöksdeltagarna är liknande mellan försöksmetoderna, även om skyltningen tillsynes varit något mer framträdande i VR.

Vissa påverkande delar av att genomföra ett utrymningsförsök i VR är svåra att undkomma, exempelvis faktumet att personen i VR-modellen vet att utrymningslarmet är en del av försöket (eftersom det onekligen är inprogrammerat i den modell de ombetts uppleva). Trots detta visar denna studie att god överensstämmelse kan fås, även för hissutrymning som annars skulle tänkas kunna påverkas av konformitetsfel i den typ av miljö som VR-försöket utspelar sig i, alltså med forskaren närvarande. I kommentarer från deltagarna efter studien identifierades denna typ av kognitiva felfaktor för både VR och fältförsöken, vilket tyder på att deltagarna i VR studien agerat realistiskt även om de själva anser sig inte göra det.

Det kan konstateras att insamlingen av data med eye-tracking utrustning inneburit att fler faktorer kunnat inkluderas i valideringsstudien och att fler valideringsstudier med denna teknik bör genomföras framöver. En lärdom från denna studie är att olika leverantörer/varumärken av utrustningen kan ha olika datainsamlingsmetoder och en systematisk genomgång av vilken data som samlas in och hur denna kodas av programmet kan ge fler möjligheter till jämförelser. Ett exempel på detta var tidsstämpling av fixationer som i VR-miljön inte gjordes, vilket ledde till att vissa jämförelser mellan datamängderna inte var möjliga.

Utöver ovanstående kan det konstateras att de flesta deltagare inte hade svårt att röra sig i modellen men att de inte heller upplevde det som lätt. Andra typer av rörelse och kontroll av objekt bör därför studeras för att undersöka om upplevelsen av VR-miljön kan göras ännu mer verklighetstrogen.

6. Förslag på framtida forskning

Nedan listas ett antal förslag på framtida forskningsområden.

Studier med andra typer av rörelse/interaktion med VR-miljön

Det konstaterades i denna studie att de flesta inte har helt lätt för rörelse och navigering i VR-modellen. Andra typer av rörelse- och interaktionstekniker bör därför studeras för att se om upplevelsen kan förbättras och VR-försöken således kan göras mer realistiska.

Mer detaljerade studier kring skyltning i VR jämfört med fältförsök

I denna studie konstateras att det finns likheter mellan upplevelse av skyltning i VR-försök och i fältförsök, men vissa skillnader konstateras också. Vidare studier bör därför genomföras där skyltning studeras mer i detalj för att undersöka hur upplevelsen av, och inhämtande av information från, utrymningsskyltning skiljer sig i VR-försök i förhållande till fältförsök.

Litteraturförteckning

- [1] V. Predtechenskii och A. Milinskii, "Planning for Foot Traffic Flow in Buildings", Stroiizdat, Moskva, 1969.
- [2] Togawa K., *Study on fire escapes basing on the observation of multitude currents*. Building Research Institute, Ministry of Construction, 1955.
- [3] J. J. Fruin, *Pedestrian Planning and Design*. Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners, 1971.
- [4] J. L. Pauls, "Management and movement of building occupants in emergencies", presenterad vid 2nd Conference on Designing to Survive Severe Hazards, Chicago, 1977.
- [5] D. Tong och D. Canter, "The decision to evacuate: a study of the motivations which contribute to evacuation in the event of fire", *Fire Saf. J.*, vol. 9, nr 3, s. 257–265, aug. 1985, doi: 10.1016/0379-7112(85)90036-0.
- [6] D. Canter, J. Breau, och J. Sime, "Domestic, Multiple Occupancy, and Hospital Fires", i *Fires and Human Behaviour*, New York: John Wiley & Sons, Ltd, 1980, s. 117–136.
- [7] G. Proulx, A. Kaufman, och J. Pineau, "Evacuation Time and Movement in Office Buildings", National Research Council of Canada, mar. 1996. doi: 10.4224/20358733.
- [8] T. J. Shields och K. E. Boyce, "A study of evacuation from large retail stores", *Fire Saf. J.*, vol. 35, 2000.
- [9] H. Frantzich, Red., "Occupant behaviour and response time - Results from evacuation experiments", presenterad vid 2nd International Symposium on Human Behaviour in Fire, Boston, MA, 2001, s. 159–165.
- [10] T. McClintock, T. J. Shields, A. Reinhardt-Rutland, och J. Leslie, "A behavioural solution to the learned irrelevance of emergency exit signage", i *Proceedings of the 2nd International Symposium on Human Behaviour in Fires*, Boston, MA, 2001, s. 23–33, [Online]. Tillgänglig vid: <https://pure.ulster.ac.uk/en/publications/a-behavioural-solution-to-the-learned-irrelevance-of-emergency-ex-5>.
- [11] D. Nilsson, "Exit choice in fire emergencies - Influencing choice of exit with flashing lights", Lunds Universitet, Lund, Doktorsavhandling 1040, 2009.
- [12] K. Fridolf, D. Nilsson, och H. Frantzich, "Evacuation of a Metro Train in an Underground Rail Transportation System: Flow Rate Capacity of Train Exits, Tunnel Walking Speeds and Exit Choice", *Fire Technol.*, vol. 52, nr 5, s. 1481–1518, sep. 2016, doi: 10.1007/s10694-015-0471-4.
- [13] M. Kobes, *Understanding human behaviour in fire : validation of the use of serious gaming for research into fire safety psychonomics*. Amsterdam: Vrije Universiteit Amsterdam, 2010.
- [14] K. Andrée, A. Jönsson, S. Bengtson, och H. Frantzich, "Utformning av utrymningsplats", Institutionen för bygg- och miljöteknologi, Lund, 3190, 2015.
- [15] A. Mossberg, D. Nilsson, och J. Wahlqvist, "Utformning av utrymningssystem i en tunnelbanestation med utrymningshissar - försök i Virtual Reality-miljö", Lunds Universitet, Lund, 2018.
- [16] Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB), "Riskreducerande åtgärder för dödsbränder i bostäder", Karlstad, 2018.
- [17] S. Arias, E. Ronchi, J. Wahlqvist, J. Eriksson, och D. Nilsson, "ForensicVR: Investigating human behaviour in fire with Virtual Reality", Lund University, Lund, 3218, 2018.
- [18] A. Mossberg, D. Nilsson, K. Andrée, och C.-J. Herbst, "Utvärdering av informationssystem för utrymning i hotellmiljö - Fältförsök med utrymningshissar", Lunds Universitet, Lund, 2018.
- [19] K. Andrée, D. Nilsson, och J. Eriksson, "Evacuation experiments in a virtual reality high-rise building: exit choice and waiting time for evacuation elevators", *Fire Mater.*, vol. 2016, nr 40, s. 554–567, 2016.
- [20] A. T. Duchowski, "Visual Attention", i *Eye Tracking Methodology: Theory and Practice*, A. T. Duchowski, Red. Cham: Springer International Publishing, 2017, s. 3–13.

- [21] "How do Tobii Eye Trackers work? - Learn more with Tobii Pro", okt. 08, 2015.
<https://www.tobii.com/learn-and-support/learn/eye-tracking-essentials/how-do-tobii-eye-trackers-work/> (åtkomstdatum okt. 10, 2019).
- [22] Tobii Pro Lab, "When do I use the I-VT Attention filter?", apr. 24, 2018.
https://connect.tobii.com/s/article/When-do-I-use-the-I-VT-Attention-filter?language=en_US
(åtkomstdatum jan. 08, 2020).
- [23] A. Mossberg, D. Nilsson, och J. Wahlqvist, "Evacuation elevators in an underground metro station - A Virtual Reality evacuation experiment", *Fire Saf. J.*, 2020, doi: 10.1016/j.firesaf.2020.103091.

RESEARCH TEAM

BRANDSKYDDSLAGET



LUNDS
UNIVERSITET



FINANCED BY



Brandforsks verksamhet möjliggörs av stöd från olika organisationer i samhället. Läs mer om våra stödorganisationer på www.brandforsk.se



Stödorganisationer

under 2018, då detta projekt beviljades

/Boverket • Brandkåren Attunda • Brandskyddsföreningen • Brandskyddslaget • Dina Gruppen • Folksam • Fortifikationsverket • Försäkrings AB Göta Lejon • Halmstad Räddningstjänst • If Skadeförsäkring • Jämtlands Räddningstjänstförbund • Karlstadsregionens Räddningstjänstförbund • Kiruna Räddningstjänst • Kommunassurans Syd Försäkrings AB • Kristianstads Räddningstjänst • Lantmännen • Länsförsäkringar • MSB, myndigheten för samhällsskydd och beredskap • NBSG, Nationella Brandsäkerhetsgruppen • NCC Försäkrings AB • Nerikes Brandkår • RISE Research Institutes of Sweden AB • Räddningstjänsten Boden • Räddningstjänsten Gällivare • Räddningstjänsten Kalix • Räddningstjänsten Höga Kusten - Ådalen • Räddningstjänsten i F-län, Räddsam F • Räddningstjänsten Luleå • Räddningstjänsten Medelpad • Räddningstjänsten Oskarshamn • Räddningstjänsten Skinnskatteberg • Räddningstjänsten Skåne Nordväst • Räddningstjänsten Storgöteborg • Räddningstjänsten Syd • Räddningstjänsten Östra Götaland • Räddningstjänstförbundet Mitt Bohuslän • Skanska Försäkrings AB • S:t Erik Försäkrings AB • Sandvik Försäkrings AB • Scania CV • AB • Sirius International Insurance • Sparia Försäkringsbolag • Stockholms Stads Brandförsäkringskontor • Storstockholms Brandförsvär • Sveriges brandkonsultförening • Södertörns brandförsvärsförbund • Södra Dalarnas Räddningstjänstförbund • Södra Älvsborgs räddningstjänstförbund • Trafikverket • Trygg-Hansa • Uppsala brandförsvär • Värends Räddningstjänst • Västra Sörmlands Räddningstjänstförbund • Örnsköldsviks Räddningstjänst • Östra Skaraborg Räddningstjänst/

Insamlingsstiftelsen Brandforsk verkar för ett brandsäkert samhälle byggt på kunskap. Det gör vi genom att initiera och finansiera kunskapsutveckling inom området brandsäkerhet, och vi arbetar för att sprida den kunskapen så att den ska göra nytta.

Vi finansierar detta med insamlade medel från våra stödorganisationer som på så sätt bidrar till vår vision om **“Ett brandsäkert samhälle byggt på kunskap”**

Brandforsk, Box 472 44, S-100 74, Stockholm, 08-588 474 14
www.brandforsk.se - info@brandforsk.se

