

Fönsterutrymning – en experimentell studie av personflöde och säkerhetsmässiga aspekter vid utrymning via fönster

Christoffer R. Bergenzaun
Kasper Holmberg

Avdelningen för BRANDTEKNIK
LTH | LUNDS UNIVERSITET



**Fönsterutrymning – en experimentell studie av personflöde och
säkerhetsmässiga aspekter vid utrymning via fönster**

**Christoffer Rosenqvist Bergenzaun
Kasper Holmberg**

Lund 2022

Titel: Fönsterutrymning - en experimentell studie av personflöde och säkerhetsmässiga aspekter vid utrymning via fönster

Title: Window evacuation – an experimental study about flow and aspects of safety during evacuation through windows

Författare/Authors: Christoffer Rosenqvist Bergenzaun och Kasper Holmberg

Report 5660

ISRN: LUTVDG/TVBB--5660--SE

Antal sidor/Number of pages: 56, inklusive bilagor

Illustrationer/Illustrations: 40

Sökord

Utrymning, fönster, fönsterutrymning, flöde, personflöde, säkerhet, trygghet

Keywords

Window, evacuation, flow, security, safety

Abstract

Evacuation flow through connections such as doorways and staircases is a subject that has been studied and documented for decades. Evacuation flow through windows however is a subject that has been studied to a much lesser extent. Swedish regulation allows windows to be used as an evacuation route, but little is known about what flow can be expected through such an opening. Given peoples unfamiliarity with egress through a window one may suspect elevated feelings of discomfort for the evacuees. This report will aim to determine what physical factors affect the evacuation flow and how they affect people in terms of security.

The result from the experiment shows us that factors such as: the window's construction, internal and external height to the window frame, physical capabilities of evacuees and the choice of strategy to climb through the window are all factors who affect the evacuation flow. In terms of security people felt a greater level of discomfort when evacuating through pivot windows than what they did when evacuating through a side-hung window. Another factor causing greater discomfort was external height to the window frame, even though the height was within the restrictions of the Swedish building regulations.

© Copyright: Division of Fire Safety Engineering, Faculty of Engineering, Lund University, Lund 2022

Avdelningen för Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2022.

Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund

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

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

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

Förord

Denna rapport är ett examensarbete för Brandingenjörsprogrammet vid Lunds Tekniska Högskola. Håkan Frantzich, Universitetslektor och avdelningschef vid Avdelningen för Brandteknik, har handledat arbetet, som utförts under hösten 2021.

Vi författare vill ge ett hjärtligt tack till alla som stöttat arbetet, och på olika sätt hjälpt under arbetsprocessen. Särskilt tack till:

Håkan Frantzich, handledare, för värdefull feedback och stöttning under projektets gång

Magnus Johansson och Måns Svensson, för utlåning av hus som brukats vid experimenten

Alla deltagare, för uppoffring av en söndagsförmiddag i vetenskapens syfte

Avdelningen för brandteknik

Familj och vänner

Lund 2022

Christoffer Rosenqvist Bergenzaun och Kasper Holmberg

Sammanfattning

Syftet med detta arbete är att undersöka hur olika faktorer påverkar personflödet och personers uppfattning om de säkerhetsmässiga aspekterna vid utrymning via fönster. De faktorer som undersökts är typ av fönsterkonstruktion, placering ovanför mark, höjd och bredd av fönsteröppningen och även hur vissa personliga egenskaper hos människor påverkar utrymningen, som exempelvis ålder. Personers utrymningsteknik har även studerats och utvärderats.

En litteraturstudie har gjorts för att fastställa nuvarande kunskap och forskning inom området för fönsterutrymning. Den genomförda litteraturstudien uppmärksammar att mängden forskning inom området är liten, och det finns ett behov av ytterligare studier för validering av resultat från både detta och tidigare arbete.

Med arbetets frågeställningar som utgångspunkt identifierades ett antal viktiga faktorer och därefter designades ett experiment för att undersöka faktorerna av intresse. Experimentet delades upp i 11 scenarier där faktorerna testades, och försökspersonernas tider och upplevelser dokumenterades.

Med resultat från de genomförda försöken och tidigare forskning kan följande slutsatser dras:

- Pivotfönster var sämre än de sidohängda ur ett utrymningsperspektiv. Fönsteröppningens höjd hade större påverkan på personflödet än bredden hade. Lägre höjd av öppningen upplevdes även värre av försökspersonerna.
- Det in- och utvändiga avståndet till marken påverkade flödet och personernas uppfattning om utrymningen. Generellt är det de större avstånden som upplevs obehagliga, men även låg invändig höjd i kombination med hög utvändigt höjd.
- Ett tydligt samband kan dras mellan personflödet och åldersgrupperna, de äldre har lägre personflöde än de yngre i samtliga scenarier.
- Diverse utrymningstekniker kunde observeras i de två åldersgrupperna. Vissa tekniker var vanligare i den ena eller andra gruppen, och de olika teknikerna gav upphov till varierande flöden. Tekniken som valdes berodde på samtliga ovanstående punkter.

Resultaten ger uppskattningar kring vilka faktorer som påverkar personflödet, och vilka storleksordningar som kan förväntas för personflödet genom en fönsteröppning. Däremot är det svårt att validera resultaten med endast de experiment som genomförts i detta arbete. Därför ska stor försiktighet vidtas vid eventuell användning av arbetets resultat i exempelvis dimensionerande syfte.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Mål	2
1.4	Problemformulering	2
1.5	Metod	2
1.6	Avgränsningar	3
2	Litteraturstudie	4
2.1	Regelverk	5
2.2	Urval och kvasiexperiment.....	8
2.3	Människors beteende vid brand.....	9
2.4	Teori	10
2.5	Personflöde.....	12
3	Experiment.....	14
3.1	Försöksuppställning	15
3.2	Enkäter	22
3.3	Rekrytering av försökspersoner	23
3.4	Genomförande.....	24
3.5	Intervjuer	26
4	Resultat	27
4.1	Uppmätta tider.....	27
4.1.1	Sidohängda fönster.....	27
4.1.2	Sidohängda fönster med mittpost.....	28
4.1.3	Pivotfönster	30
4.2	Personflöde.....	31
4.3	Inlärningsförmåga	33
4.4	Iakttagelser/observationer	34
4.4.1	Utrymningsstrategi A.....	34
4.4.2	Utrymningsstrategi B	35
4.4.3	Utrymningsstrategi C	37
4.4.4	Utrymningsstrategi D.....	37
4.5	Enkät svar	38

4.5.1	Sidohängda fönster.....	38
4.5.2	Sidohängda fönster med mittpost.....	40
4.5.3	Pivotfönster.....	41
4.5.4	Inlärningsförmåga.....	42
5	Diskussion.....	43
5.1	Experimentet	43
5.2	Personflöden.....	44
5.2.1	Fönsterkonstruktion	44
5.2.2	Fönsterdimension.....	45
5.2.3	Invändig/utvändig höjd till fönster.....	45
5.2.4	Åldersgrupp och fysisk förmåga.....	45
5.2.5	Mätningar jämfört med BBR	46
5.3	Utrymningsstrategier.....	46
5.4	Enkät.....	48
6	Slutsats	49
7	Referenser	50

1 Inledning

1.1 Bakgrund

För en säker utrymning från en brinnande byggnad krävs det att personer ges en tillräckligt god tid att utrymma innan förhållanden i byggnaden når ett stadie då det inte längre är möjligt att evakuera. Plan och bygglagen (PBL, 2010) säger att ett byggnadsverk ska ha de tekniska egenskaper som är väsentliga i fråga om säkerhet i händelse av brand. För att kunna säkerställa detta bör och ska föreskrifter och allmänna råd i Boverkets byggregler, BBR användas (Boverket, 2021).

Vid dimensionering av en byggnad och dess utrymningsvägar kan två metoder användas. Den första är förenklad dimensionering där förutbestämda värden i de allmänna råden i BBR tillämpas. Den andra metoden är analytisk dimensionering där avsteg görs från de allmänna råden och uppfyller föreskrifterna på ett annat sätt än i den förenklade dimensioneringen. Den förenklade dimensioneringen har fördelen att den är enkel att använda vilket också gör den billig att använda sig av. Analytisk dimensionering har fördelen att den ger en bättre lösning för de risker som är aktuella för byggnaden och är därför ett bättre val gällande säkerhet i mer komplexa byggnader.

I den analytiska dimensioneringen jämförs tiden som krävs för personer att utrymma en byggnad med tiden som är tillgänglig för säker utrymning. En byggnads brandskydd kan bedömas tillfredställande om den tillgängliga tiden är större än den tid som krävs. Att bestämma tillgänglig och krävd tid är utmaningen med analytisk dimensionering och kräver mycket resurser och expertis hos de som utför den. För att bestämma dessa kan olika simuleringsprogram eller i vissa fall handberäkningar användas.

Vid beräkningar eller simuleringar av tiden det tar för människor att utrymma en byggnad finns det många faktorer som måste beaktas. Beräkningar som representerar verkligheten är önskvärda, det är därför viktigt att ta hänsyn till sådant som kommer att sakta ner hastigheten för den som utrymmer. Ett typiskt exempel på detta är då flera personer utrymmer genom samma utrymningsväg. Det är då viktigt att bestämma med vilket flöde personer kommer passera utrymningsvägen.

Personflöden genom dörrar och trappor har undersökts i större utsträckning än för fönster. Experiment på flöde genom fönster har utförts, men resultaten från detta rekommenderades att inte användas för dimensioneringssyfte (Frantzich, 1994). Även om personer är mer benägna att använda sig av dörrar och trappor, så måste fönster kunna utgöra en möjlig utrymningsväg (Boverket, 2021). Att utrymma via fönster är betydligt svårare att genomföra än utrymning genom en vanlig dörr, detta på grund av att fönster är placerade högre upp och har mindre mått. Utrymning via fönster är också något som är främmande för många i jämförelse med att utrymma via trappor eller dörrar och det är således möjligt att personer har en annan uppfattning kring säkerhetsaspekterna gällande utrymning via fönster. Frantzich (1994) observerade att personer använde två olika strategier när de utrymde genom fönster. En där försökspersonerna vilade med ena benet mot fönsterkarmen och drog ut det andra benet. I den andra strategin hoppade försökspersonerna direkt upp på fönsterkarmen och sedan ut genom

fönstret. Det är möjligt att det finns andra förekommande strategier för utrymning via fönster som påverkar personflödet.

1.2 Syfte

Syftet med arbetet är att undersöka huruvida fönsterdimensioner, fönsterkonstruktionen och placeringen av fönster påverkar utrymningsmöjligheterna för olika personkategorier. Arbetet syftar även till att ge en förståelse för hur personer uppfattar de säkerhetsmässiga aspekterna kring utrymning via fönster.

1.3 Mål

Målet med arbetet är att genom experiment med riktiga fönster undersöka hur olika faktorer påverkar personflödet genom fönster samt ge en överblick vilka personflöde som kan förväntas för olika personkategorier. Målet är även att, genom en enkät och intervju med deltagare i experimentet, ge en generell uppfattning om hur personer upplever tryggheten med fönsterutrymning.

1.4 Problemformulering

Arbetet avser att besvara följande frågor:

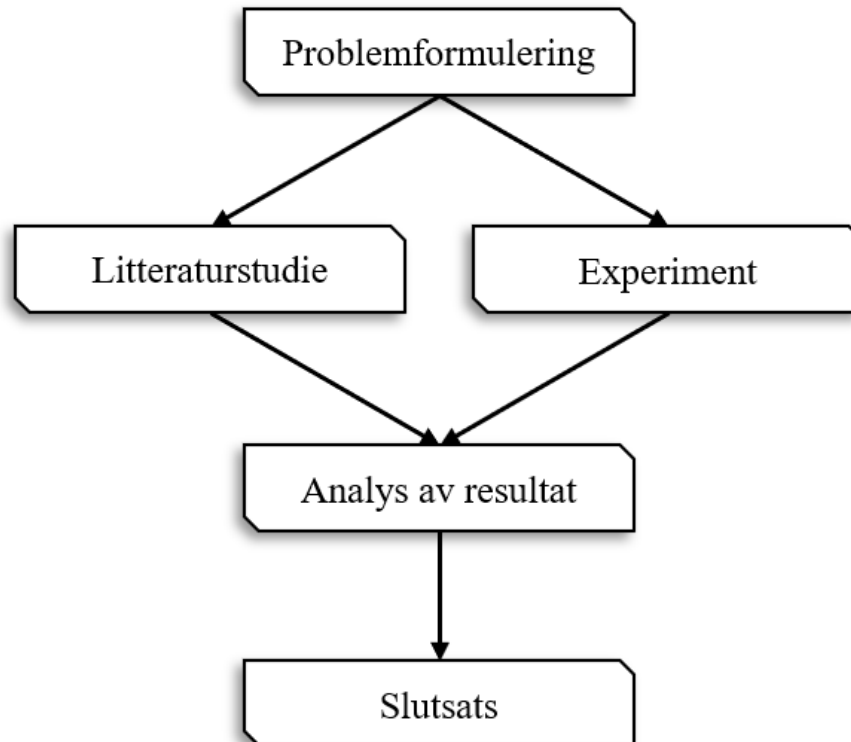
- Hur påverkas personflödet och vilka flöden kan förväntas genom fönster av olika dimensioner, konstruktioner och för olika personkategorier?
- Hur påverkar fönstrets placering och val av utrymningsstrategi personflödet?
- Hur uppfattar utrymnande personer de säkerhetsmässiga aspekterna kring utrymning via fönster?

1.5 Metod

Arbetets första steg var att ta fram de frågeställningar som ska besvaras. När frågorna var klara och arbetets syfte var fastställt kunde en litteraturstudie påbörjas. Litteraturstudien utformades och genomfördes med målet att hitta och dokumentera tidigare forskning som finns inom området fönsterutrymning. Olika sökord på svenska och engelska användes hos olika söktjänster för att hitta relevant material. I samband med litteraturstudien planerades ett experiment som skulle utföras i samband med arbetet. Förslag om intressanta faktorer att studera och hur mätningar skulle genomföras söktes i studien. Experiment på förbindelser som dörrar och trappor undersöktes för inspiration.

För att besvara frågorna i problemformuleringen genomfördes ett utrymningsexperiment. Experimentet gick ut på att försökspersoner fick utrymma genom olika fönster med varierande faktorer, som annorlunda konstruktion, dimension och höjd, samtidigt som tiden för utrymning mäts. Försökspersonerna fyllde under experimentet i en enkät där de fick gradera utrymningens

svårighetsgrad för de olika fönsterna. I enkäten besvarade även personerna om de upplevde någon specifik del av utrymningen som obehaglig. Experimentets sista fas intervjuades försökspersonerna i en öppen diskussion där personerna fick ge ytterligare kvalitativa synpunkter på de olika delarna i utrymningen. Hela experimentet dokumenterades med ljud- och videoinspelningar. Efter experimentet tillämpas triangulering på data från mätningar, enkäter, inspelade intervjuer och utrymningsfilmer för att besvara arbetets problemformuleringar. Arbetets process beskrivs i Figur 1 nedan.



Figur 1. Flödesschema som beskriver processen för arbetet

1.6 Avgränsningar

Arbetet begränsas av att antalet deltagare i experiment kommer vara litet på grund av COVID-19. Således kommer arbetet inte sträva efter att ge absoluta personflöden för respektive persongrupp och fönsterdimension/konstruktion. Personflöden för åldersgrupper över 60 år och persongrupper med rörelsehinder kommer inte att studeras i rapporten.

2 Litteraturstudie

Det huvudsakliga syftet med litteraturstudien var att klarlägga tidigare kunskap kring användning av fönster som utrymningsväg. Ett urval av nätbaserade söktjänster nyttjades för att gallra ut tidigare forskning, försök och studier inom ämnesområdet. Även regelverk studerades för att granska vilka regler och föreskrifter som gäller dimensionering av utrymningsfönster.

De databaser som användes för att söka efter tidigare forskning och rapporter listas i Tabell 1 nedan. Valet av dessa databaser baserades till stor del av vilka som var förekommande i tidigare examensarbete som gjorts på Lunds universitet. Detta tyder på god validitet eftersom referenserna tidigare använts i granskade arbeten som bygger på den vetenskapliga metodiken (Höst, Regnell & Runeson, 2011).

Tabell 1. Söktjänster och databaser som använts i litteratursökningar

Databaser
LUBsearch
ScienceDirect
SpringerLink
Scopus
DiVA
Google
MSB

Sökord som användes listas i Tabell 2 nedan.

Tabell 2. Sökord som använts i litteratursökningar

Engelska	Svenska
Fire	Fönster
Evacuation	Utrymning
Window	Fönsterutrymning
Escape	Brand
Flow	Personflöde
Experiment	
Study	
Building	

Sökorden kombineras på olika sätt utefter antalet träffar på söktjänsterna. Om antalet sökträffar blev för högt lades fler sökord till för att precisera sökningen. Om antalet sökträffar var under 100 undersöktes relevansen för alla träffar, var träffarna över 100 undersöktes endast de första 100. Sökträffarna som verkade relevanta undersöktes närmare genom läsning av abstract eller sammanfattning. De arbeten som var av intresse undersöktes noggrannare och redovisas i

följande kapitel. Nyttjandet av databaser var inte den enda metoden som användes för att söka efter tidigare forskning. Litteratur söktes även efter i referenslistor på andra relevanta arbeten.

Antalet träffar sökningarna gav varierade kraftigt beroende på vilka sökord som användes. Sökorden "evacuation" tillsammans med "flow" gav exempelvis 883 träffar. Mer specifika kombinationer av sökord som "evacuation" tillsammans med "flow" och "window" gav 5 träffar som tyvärr ej var av intresse. Antalet träffar varierade också mellan databaserna, "evacuation" tillsammans med "window" och "building" gav 4 träffar på Scopus och 1 träff på DiVa. Kombinationer med orden: fönster, fönsterutrymning, personflöde gav väldigt få träffar på alla databaser (0 till 5 träffar).

2.1 Regelverk

I Sverige bestäms planläggningen av mark och vatten och om byggande av Plan- och bygglagen (PBL, 2010). I denna ställs krav på egenskaperna hos en byggnad från bland annat brandtekniska perspektiv. Plan- och bygglagen säger att vid planläggning ska bebyggelse och byggnadsverk utformas på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till skydd mot uppkomst och spridning av brand (PBL, 2010). Detta krav avser att skydda byggnaden och andra byggnader i uppkomst av brand, ett annat krav enligt Plan- och bygglagen handlar om byggnadsverkets tekniska egenskaper. Detta krav säger att ett byggnadsverk ska erhålla de tekniska egenskaper som är väsentliga för byggnadens säkerhetsnivå vid händelse av brand (PBL, 2010). Här avser kravet att skydda de personer som befinner sig på in- och utsidan av byggnaden. Ett byggnadsverk ska alltså enligt plan och bygglagen kunna motstå och förhindra spridning av en brand samtidigt som den säkerställer en säker utrymning för människorna som befinner sig i den. Plan- och byggförordningen (PBF, 2011) är ett förtydligande av Plan- och bygglagen och beskriver krav på byggprodukter, byggnadsverk och bygglov. Plan- och byggförordningen sätter krav på att personer befinner sig inne i ett byggnadsverk ska kunna lämna det eller räddas på annat sätt i händelse av brand.

Plan- och bygglagen ger inga lösningar på hur dessa två krav ska upprätthållas, i stället finner man dessa i Boverkets byggregler, som innehåller föreskrifter, regler och allmänna råd kring kraven (Boverket, 2021). Brandskyddet hos en byggnad kan tas fram genom antingen förenklad dimensionering eller analytisk dimensionering. Genom förenklad dimensionering uppfylls föreskrifterna från PBL genom de allmänna råd som listas under de aktuella delarna av BBR. Byggnader vars brandskydds krav ligger på en högre nivå kräver analytisk dimensionering, och föreskrifterna uppfylls genom separata metoder än de allmänna råden, exempelvis genom riskanalyser som undersöker förutsättningarna för varje specifikt objekt. Boverket listar allmänna råd för analytisk dimensionering i *Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd*, BBRAD (Boverket, 2021).

I denna rapport ligger intresset främst i kapitel 5 i Boverkets byggregler, som handlar om brandskydd och brandsäkerhet. Eftersom arbetet behandlar fönsterutrymning kommer relevanta föreskrifter och medföljande allmänna råd angående utrymning via fönster presenteras i detta avsnitt.

5:31 Allmänt

Byggnader ska utformas så att det ges möjlighet till tillfredsställande utrymning vid brand. Med tillfredsställande utrymning avses att personer som utrymmer, med tillräcklig säkerhet, inte utsätts för nedfallande byggnadsdelar, hög temperatur, hög värmestrålning, giftiga brandgaser eller dålig sikt som hindrar utrymning till en säker plats. (BFS 2011:26).

Föreskrift 5:31 ovan är det första som presenteras i avsnitt 5:3, som behandlar utrymning vid brand. Detta är krav som gäller alla byggnader, och sammanfattar det som behandlas i 5.3.

5:323 Utrymning genom fönster

Fönster för utrymning ska utformas så att utrymning kan ske på betryggande sätt. (BFS 2011:26).

Allmänt råd

- Fönster avsedda för utrymning bör vara sidohängda eller vridbara kring en vertikal axel och öppningsbara utan nyckel eller annat redskap. Fönster som är vridbara kring en horisontell axel kan användas om de öppnas utåt och stannar i öppet läge. Fönster bör ha en fri öppning med minst 0,50 meters bredd och minst 0,60 meters höjd. För fönster som är vridbara kring en horisontell axel bör det fria måttet beräknas under fönsterbågens lägst belägna del. Summan av bredd och höjd bör vara minst 1,50 meter. Öppningens underkant bör ligga högst 1,2 meter över golv. Om avståndet mellan golvet och fönstrets underkant överstiger 1,2 meter, bör en plattform eller liknande monteras på insidan. (BFS 2014:3).

I utrymnen i verksamhetsklass 1, skolor i verksamhetsklass 2A samt bostäder i verksamhetsklass 3 får en av utrymningsvägarna ersättas av tillgång till fönster. Fönstrets underkant får vara beläget högst 2,0 meter över marknivån utanför och om möjlighet till utrymning i övrigt ges på ett tillfredsställande sätt.

Utrymning från bostäder i verksamhetsklass 3 i byggnad Br2 och Br3 får även ske enligt avsnitt 5:353. (BFS 2011:26).

Allmänt råd

- I utrymnen i verksamhetsklass 1, skolor i verksamhetsklass 2A och bostäder i verksamhetsklass 3 förväntas tillfredsställande utrymning genom fönster kunna ske om varje lokal eller bostad utformas för utrymning av högst 50 personer. Varje fönster som är avsett för utrymning bör räknas som utrymningsväg för högst 30 personer. (BFS 2011:26).

Föreskrift 5:323 ovan och nedan beskriver mer detaljerat hur utrymningsfönster bör utformas. Värt att notera är hur de olika benämningarna; bör, kan och ska, används i BBR. I det allmänna rådet ges rekommendationer på minsta öppningsdimensioner och maximala höjden för utrymningsfönster i olika byggnads- och verksamhetsklasser.

Nedan tillåts fönster upp till 23 meter över marknivån som utrymningsfönster, givet att den lokala räddningstjänsten har tillräcklig kapacitet att bistå utrymningen enligt föreskriften och det allmänna rådet.

Fortsättning på **5:323**

Utrymning från fönster med hjälp av räddningstjänst får tillgodoräknas som en av utrymningsvägarna för byggnader i verksamhetsklasserna 1 eller 3, förutsatt att högst 15 personer utrymmer denna väg från brandcellen. Detta förutsätter att räddningstjänsten har tillräckligt snabb insatstid och förmåga. Uppställningsplats dimensionerad för räddningstjänstens utrustning ska finnas. (BFS 2011:26).

Allmänt råd

- Möjligheten till utrymning från fönster med hjälp av räddningstjänst bör endast användas i byggnader där öppningens underkant ligger högst 23 meter över marknivån.
- I bedömningen av räddningstjänstens förmåga och dimensionering av uppställningsplats bör hänsyn tas till de faktorer som påverkar möjligheten att effektivt kunna genomföra utrymning.
- Regler om uppställningsplats finns i avsnitt 5:721.
- Tillräckligt snabb insatstid för räddningstjänsten är normalt högst 10 minuter. För friliggande flerbostadshus i verksamhetsklass 3 med högst tre våningsplan kan tillräckligt snabb insatstid vara högst 20 minuter. Med tillräcklig förmåga avses sådan bemanning och utrustning att utrymningen kan genomföras på ett tillfredsställande sätt.
- Brandceller i lokaler i verksamhetsklass 1 som förväntas utrymmas med räddningstjänstens hjälp genom fönster bör inte vara större än 200 m².
- Bostäder i verksamhetsklass 3 i byggnader i klass Br1 vars övre plan enbart är utformat för utrymning genom fönster med räddningstjänstens hjälp bör avskiljas från underliggande plan i lägst brandteknisk klass E 30. Avskiljningen behöver inte utföras som brandcellsgräns. (BFS 2011:26).

5:13 Betydelse av räddningstjänstens insats

Om räddningstjänsten har tillräckligt snabb insatstid och tillräcklig förmåga får utrymning genom fönster med hjälp av räddningstjänst enligt 5:323 tillämpas. (BFS 2011:26).

Allmänt råd

- Med insatstid avses tiden från det att larm inkommit till räddningstjänsten och till dess att räddningsarbetet har påbörjats.
- Bedömningen av räddningstjänstens insatstid och insatsförmåga kan baseras på de kommunala handlingsprogram som upprättas enligt 3 kap. 8 § lagen (2003:778) om skydd mot olyckor, LSO (BFS 2011:26).

Enligt föreskrift 5:13 ovan ska räddningstjänsten ha resurser och tillräckligt snabb insatstid till objektet för att fönster ska kunna tillgodoses som giltig utrymningsväg. Räddningstjänsternas olika mål med hänsyn till bland annat insatstid bestäms på kommunal nivå, exempelvis har Räddningstjänsten Syd beskrivit i sitt handlingsprogram att målet för insatstid är i 90% av fallen under 10 minuter, vid prioriterade larm (Räddningstjänsten Syd, 2020).

Enligt 5:353 *Verksamhetsklass 3* ska bostadsrum i verksamhetsklass 3, dvs bostadshus, och byggnadsklass Br2 eller Br3 kunna utrymmas utan hjälp av räddningstjänsten. En av de godtagbara metoder som listas i det allmänna rådet är ett öppningsbart fönster där avståndet mellan fönstrets underkant och marknivån är högst 5 meter. I vissa fall är det även ok med fönster över 5 meter om en stege finns utanför.

2.2 Urval och kvasiexperiment

När man vill dra slutsatser om något man undersökt för en viss grupp är urvalsmetoden viktig för att säkerställa validiteten hos slutsatsen eller uttalanden. Vill man ha ett representativt urval för gruppen man undersöker måste en slumpbaserad urvalsmetod användas. En typ av slumpbaserad urvalsmetod är slumpmässigt urval där man med någon form av slumpvalsgenerering väljer ut en delmängd från populationen man vill undersöka. En annan metod är systematiskt urval där man väljer ut var N:te individ (Höst, Regnell & Runeson, 2011).

Vid experiment på försökspersoner med syftet att undersöka något fenomen för en viss grupp är det önskvärt att personerna väljs ut med slumpmässiga urvalsmetoder. Ifall det inte är möjligt att välja försökspersoner utifrån dessa metoder, och man i stället har en grupp av tillgängliga personer, talar man om ett kvasiexperiment. Ett kvasiexperiment begränsar möjligheterna att göra generella slutsatser från experiment kring den undersökta populationen (Höst, Regnell & Runeson, 2011).

2.3 Människors beteende vid brand

Att kunna förutse hur en person eller en grupp av personer kommer agera under en utrymning i händelse av brand är av betydande vikt vid en riskanalys. Tyvärr är människors beteende ett komplext fenomen och det finns inget entydigt sätt att beskriva en persons beteende under en utrymning. Därför måste hänsyn läggas på de olika faktorer som påverkar utrymningsförloppet.

Det har genomförts en mängd forskning för att studera hur människor beter sig och hur detta kan modelleras. En vanlig modell för att beskriva beteendet hos människor delar in utrymningsförloppet i tre stadier (Canter, Breaux & Sime, 1980), dessa är:

- Tolkning
 - Ignorera
 - Undersöka
- Förberedelse
 - Instruera
 - Utforska
 - Dra tillbaka
- Agerande
 - Evakuera
 - Bekämpa
 - Varna
 - Vänta

Beroende på vilket stadie personen befinner sig i och vilken roll denna har kommer den att fatta olika beslut enligt varje stadie. Detta sätt att beskriva utrymningen bör tolkas som en rad av sekvenser som kan komma att upprepas beroende på person och vad som händer i varje stadie. Ett exempel på en sådan rad av sekvenser skulle vara en person som först väljer att undersöka för att sedan utforska, försöka bekämpa branden, varna andra i byggnaden för att till sist dra sig tillbaka och vänta. Det första stadiet, tolkning, tar inte hänsyn till varseblivningstiden. Det är först då personen tar emot information om att något inte är som det ska som sekvenserna i Canters beteendesekvensmodell börjar. En modell för att förutsäga tiden för utrymning har tagits fram där stadierna från Canters modell slås ihop med varseblivningstiden (Frantzich, 2000). Tid för utrymning kan då beräknas enligt

$$t_{utrymning} = t_{varseblivning} + t_{förberedelse} + t_{förflyttning}$$

Där den totala tiden för utrymning är summan av tre olika stadier: varseblivning, förberedelse och förflyttning.

Varseblivningstiden är den tiden från att ett brandförlopp startar tills att en person uppfattar den. Detta betyder att personen på något sätt blir uppmärksam om branden antingen via synliga flammor eller rök, andra personer i byggnaden eller via brandlarm och talande larm. Varseblivningstiden kan variera avsevärt från fall till fall, faktorer som spelar stor roll för varseblivningstiden är exempelvis detektionssystemet i byggnaden och hur effektivt det är. En brand som upptäcks fort möjliggör snabbare spridning av information till personerna i byggnaden. Även vilken typ av personer som befinner sig i byggnaden, deras tillstånd och

relation till varandra påverkar. Exempelvis så kan varseblivningstiden för personer som sover vara betydligt längre än normalt.

När personen har blivit medveten om branden påbörjas nästa stadie, förberedelsetiden. I detta stadie behandlas olika aktiviteter som personer går igenom innan de påbörjar sin förflyttning mot en utrymningsväg. Antalet olika aktiviteter man kan tänka sig är många, så en variation i beslut och reaktionstid mellan olika personer är inte ovanligt. Exempelvis kan vissa personer välja att påbörja sin förflyttning då de har hört ett larm, samlat sina saker och tagit på sig sin jacka, medan andra personer kan i stället välja att undersöka orsaken till larmet, bekämpa branden eller välja att leta upp sina närstående innan de påbörjar förflyttning mot en utrymningsväg. En faktor som påverkar förberedelsetiden är den sociala anknytningen mellan personerna. Personer som tillhör grupper, speciellt om de känner varandra utgör ett positivt samarbete vid utrymning och minskar således förberedelsetiden (Frantzich, 2000). Ensamma personer kan välja att inte påbörja sin förflyttning på grund av rädslan att göra bort sig inför andra och kan därför få en högre förberedelsetid. En annan faktor som påverkar är motivationen. Om en person är investerad i det den gör, exempelvis om den står i kö eller arbetar, kan ett utrymningsalarm kanske inte vara tillräckligt för få personen att vilja avsluta sin aktivitet och påbörja utrymning.

När det andra stadiet är avslutat och personer har påbörjat sin förflyttning till en utrymningsväg är de i det tredje stadiet kallat förflyttning. Detta stadie innefattar tiden det tar för personer att ta sig till en säker plats, vanligtvis en utrymningsväg eller ut i det fria. Mycket forskning har gjorts för att undersöka hur snabbt personer kan förflytta sig genom olika förbindelser, detta tas upp mer i kapitel 2.5. Personflödet genom olika förbindelser används för att beräkna förflyttningstiden. Eftersom hur snabbt personer kan förflytta sig till en utrymningsväg är ganska väldokumenterat är det vanligtvis inte svårt att bestämma förflyttningstiden, utan utmaningarna ligger främst i att bestämma varseblivning, beslut och reaktionstiderna (Frantzich, 2000).

Precis som i Canters beteendesequensmodell följer verkligheten inte dessa olika stadier i tur och ordning. I verkligheten går de olika stadierna in i varandra men att sätta dem som en rad sekvenser utgör en modell för att kunna beräkna utrymningstiden.

2.4 Teori

Vid beräkning av personflödet kan hydrauliska modeller användas. Denna modell tar inte hänsyn till att olika människor tar olika beslut och har olika förutsättningar för utrymning. I stället ser modellen alla människor som en homogen grupp som utrymmer samtidigt med samma gånghastighet. Dessa kallas hydrauliska eftersom de kan liknas vid vätskeströmning. Den allmänna hydrauliska flödesmodellen för personflödet är

$$F = D * v * B$$

Där personflödet F anges i [personer/s], D är persontätheten [personer/m²], v är hastigheten [m/s] och B är bredden på utrymningsvägen (Frantzich, 1992).

Frantzich (1992) nämner två olika sätt att uttrycka persontätheten. Det första och mer vanliga sättet är att uttrycka persontätheten som antalet personer per areaenhet, exempelvis personer per kvadratmeter. Det andra och mindre vanliga sättet att uttrycka persontätheten är att ange den som förhållandet mellan den horisontellt projicerade arean som personerna upptar och den totala arean dem vistas på. Detta gör persontätheten dimensionslös och varierar mellan 0 och 0,92. Persontätheten uppgår aldrig till 1 med denna metod eftersom det skulle betyda att 100% av arean ockuperas av människor vilket inte är praktiskt möjligt. Persontätheten beräknas då enligt

$$D_{pm} = \frac{f * n}{l * b}$$

Där f är ytan en person ockuperar [m^2], n är antalet personer, $l*b$ är måttet på ytan personer befinner sig inom. Med denna persontäthet kan personflödet beräknas enligt

$$Q = D_{pm} * v * B$$

Personflödet Q får här enheten [m^2/min] då hastigheten v anges i [m/min] och utrymningsvägens bredd B anges i [m]. Även om detta sätt är mindre vanligt finns vissa fördelar med att se persontätheten på detta vis för man kan exempelvis ta hänsyn till att olika personer tar upp olika stor plats. Nackdelen är dock att beräkningarna blir abstrakta och resultatet blir således svårare att tolka. Predtetschenski och Milinski (1971) använder detta sätt att se persontätheten under sina studier på personflöden.

Hastigheten är till stor del beroende av persontätheten (Frantzich, 1992). Vid lägre persontätheter är gånghastigheten oftast konstant upp till en viss persontäthet, därefter avtar hastigheten med fortsatt ökad persontäthet. Frantzich påpekar att de forskningar som gjorts där gånghastigheten försökts beskrivas som en funktion av persontätheten, alla pekar på att hastigheten avtar med ökad persontäthet. Vid mindre undersökningar är det dock vanligt att använda sig av medelhastigheter eller hastighetens frekvensfördelning för en specifik population.

Det är även möjligt att beräkna ett specifikt flöde. Det specifika flödet kan beräknas enligt

$$F_s = D * v$$

Där det specifika flödet F_s är antalet personer per tidsenhet och effektiv bredd [$\text{personer}/m*s$]. Den effektiva bredden är den del av bredden för en utrymningsväg som faktiskt används. Pauls (1980) noterade under sina försök med utrymning i trappor att ett visst gränsskikt nära väggen inte nyttjades och att det därför inte borde ingå i beräkningarna. Personflödet beräknas således enligt

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

2.5 Personflöde

När beräkningar på utrymning av en byggnad ska utföras är förflyttningen av människor en av de viktigaste aspekterna att beakta. Hur snabbt en grupp personer kan röra sig i byggnad kommer ha stor betydelse för hur långt tid det totala utrymningsförloppet kommer att ta. Det är därför viktigt att förstå hur fort olika grupper av personer går, men det är även viktigt att ha kunskap om vilka faktorer som påverkar hastigheten hos människor. När man har en grupp av människor som utrymmer samtidigt genom en öppning brukar man tala om personflödet. Personflödet kan definieras som antalet personer som rör sig genom en öppning per tidsenhet. Det har utförts en del forskning på personflöde och om hur fort människor går på olika konstruktioner som horisontella plan, trappor och genom dörröppningar.

För personflöden i trappor har Fruin (1971) genomfört omfattande studier på personer i pendeltrafik. Fruin observerade precis som Pauls (1980) att inte hela bredden av trappor används. Fruin konstaterade att flödet av personer upp och ner för trappor var ungefär samma och att hastigheten hos folk som går ner för en trappa är generellt snabbare än när de går upp. Personflödet i trappor beror till stor del av trappans utformning, trappstegens mått och till en mindre grad av persontätheten. Togawa (1955) noterade under sina mätningar på personer i pendeltrafik att personflöden i trappor varierade avsevärt mellan olika typer av byggnader så som varuhus, teatrar och tunnelbanestationer. Man kan tala om ordnat flöde i trappor som menar på att personer sällan passerar varandra vid hastighetsskillnader, som ofta är fallet i samma situation på en horisontell yta. Detta betyder att personflödet till stor del styrs av de långsammare personerna.

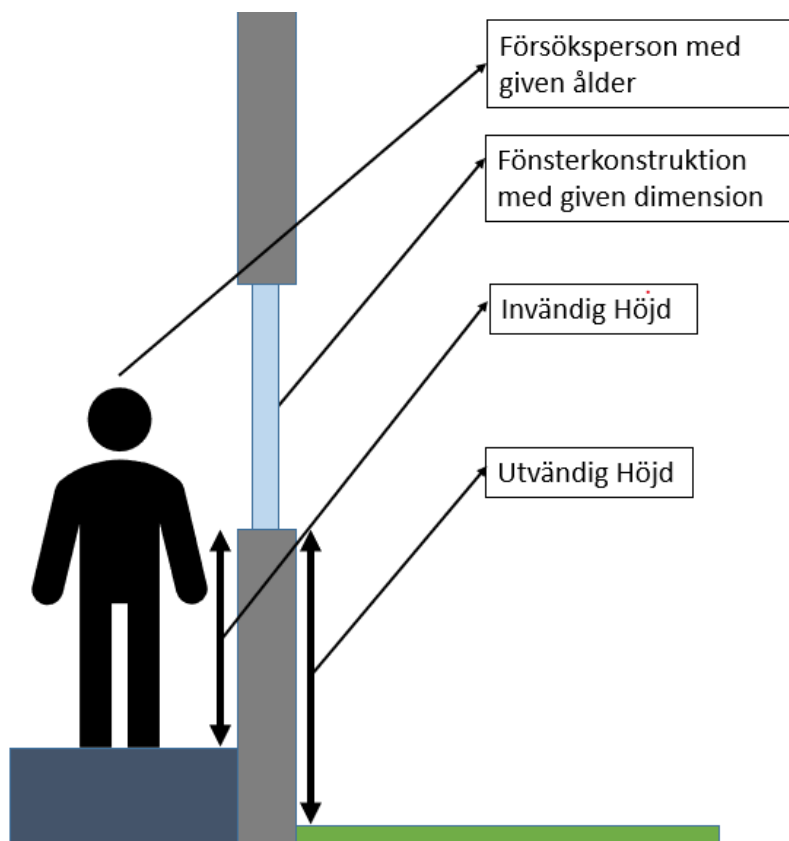
Vid beräkningar av personflöden genom dörrar kan den allmänna modellen tillämpas. Enligt denna modell är flödet linjärt beroende av dörrbredden eller den effektiva dörrbredden. Det är osäkert ifall den effektiva bredden bör användas vid flödesberäkningar för dörrar. Detta eftersom personer i ett utrymningsscenario eventuellt kan acceptera att gå närmare varandra nära dörröppningen och sedan efter den återgå till att hålla ett avstånd från varandra. På så vis skulle hela dörrbredden utnyttjas bättre (Pauls, 1984). Fruin (1971) påpekade i sina undersökningar att dörrbredden hade en mindre betydelse för det möjliga personflödet och att sambandet i stället skulle ligga i dörrens konfiguration. Detta uttalande stärks av Gwynne et al (2009) som i en rapport ifrågasatte att personflödet var linjärt beroende av dörrbredden. Rapporten höll med Fruin (1971) om att det finns andra faktorer hos dörren än bara bredden som påverkar det möjliga flödet. Examensarbete har utförts på Lunds universitet där försökspersoner utrymde genom dörrar av olika konfiguration. Konfigurationerna arbetet behandlade var: dörrstängare, dörrhängning samt inåt och utgående dörrar. Mätningarna visade dock inte på någon märkbar skillnad i personflöden mellan de olika konfigurationerna (Lennartsson & Weyler, 2018) och Babayan (2017).

När det kommer till utrymning eller personflöden genom fönster är forskningen långt ifrån lika omfattande som den är för trappor och dörröppningar. Under litteraturstudien kunde endast en rapport som undersökte personflöde genom fönster hittas. Detta arbete, utfört av Frantzych (1994), hade inte fönsterutrymning i fokus utan dedikerade endast ett avsnitt i rapporten åt ämnet. Studien redovisar personflödet för olika dimensioner på öppningen samt observationer från försöken där saker som fall, svårigheter i balans och om folk fastnade dokumenteras. I

studien användes en modell som skulle representera ett fönster och där dimensionerna för modellens öppning kunde varieras för att studera hur utrymningen påverkas av fönsterdimensionen. Försökspersonerna i studien var unga studenter och rapporten nämner att högre värden för personflöde är att förvänta sig på grund av studenternas relativt höga fysiska förmåga. Under försöken observerades det att efter ett antal test blev försökspersonerna mer vana att ta sig igenom fönstret och kunde på så vis utrymma fortare, en så kallad inlärningseffekt. Av dessa anledningar ska resultaten inte användas i dimensionerande syfte (Frantzich, 1994). Frantzich kunde observera två olika taktiker som användes vid utrymning genom fönster. Den första var att personen först satte sitt ben på ramen för att sedan lyfta sin kropp och dra ut sitt andra ben genom fönstret. I den andra taktiken hoppade personen direkt upp på ramen för att sedan hoppa ut genom fönstret. Enligt Frantzich (1994) var den andra taktiken inte bara snabbare utan också den säkrare taktiken, särskilt då höjden till mark utanför fönstret är längre än vad man kan nå med ett utsträckt ben. Resultatet från studien visade att fönsteröppningens höjd var det som orsakade problem vid fönsterutrymning. Även då föreskrifterna tillåter låga fönsterhöjder är dessa svårare att passera genom (Frantzich, 1994). Fönstrets bredd hade inte alls samma effekt, även om smala fönster var svårare att passera igenom behövde försökspersonerna inte krypa ihop så mycket som de behövde vid de lägre fönsterhöjderna. Slutsatsen var att fönster bör vara åtminstone 0,8 meter höga för att inte orsaka några problem vid utrymning. Enligt Frantzich är *”ett fönster med dimensionerna bredd 0,5m och höjd 0,9m bättre från ett utrymningsperspektiv än ett fönster med bredd 0,9m och höjd 0,6m, trots detta är det sistnämnda fönstret tillåtet enligt de gällande byggnadsföreskrifterna, medan första inte är det”* (Frantzich, 1994, s.49, översatt). Frantzich avslutar detta avsnitt av sin studie med att påpeka att mer detaljerade studier behövs för att undersöka hur olika typer av personer, terräng utanför fönstret och användandet av ett riktigt fönster i stället för en modell påverkar utrymningsmöjligheterna genom ett fönster.

3 Experiment

Målet med experimentet var att ta fram olika data för att kunna besvara frågorna som ställdes i problemformuleringen. Eftersom två av punkterna i problemformuleringen relaterade till personflödet utformades experimentet på ett sådant sätt att personflödet genom fönster av olika konstruktion och dimension kunde mätas. Att mäta personflödet var också av intresse för att kunna jämföra flöden för olika fönster och se hur olika faktorer kan komma att påverka utrymningsmöjligheterna. Faktorerna som var av intresse i detta arbete var invändig och utvändigt höjd, fönsterkonstruktionen, fönsterdimensionen och åldern på personen som utrymmer. En generell bild av försöksuppställning för experimentet kan ses i figuren nedan.



Figur 2. Generell försöksuppställning

För att få en uppfattning om hur människor uppfattar de säkerhetsmässiga aspekterna med utrymning genom fönster gjordes en enkät som försökspersonerna fick fylla i. Enkätfrågorna kompletterades därefter med en muntlig intervju som skedde i slutet av experimentet.

3.1 Försöksuppställning

En viktig förutsättning för experimentet var att inte använda fönstermodeller, utan riktiga fönster som påpekas i Frantzich (1994). Utöver verkliga fönster behövdes även fönster av olika konstruktion. På grund av dessa två förutsättningarna och de begränsade resurserna som fanns att tillgå valde man att utföra experimentet i privatpersoners hem. Dessa personer som är sedan tidigare bekanta med författarna kontaktades privat och man fick tillgång till två villor där diverse fönster kunde väljas ut till experimentet. Fönsterurvalet gjordes med hänsyn till fönstrets konstruktion, dimensioner och ut- och invändig höjd till mark för att få ett urval av fönster där dessa faktorer varierades. Totalt kunde fem fönster med tre olika konstruktioner väljas från urvalet, dessa presenteras i Tabell 3 nedan. Fönsterkonstruktionerna var sidohängda fönster som öppnades utåt, ett dubbelsidohängt fönster med en mittpost och ett pivotfönster som öppnas utåt.

Tabell 3. Fönster som användes i experimenten

Fönster	Konstruktion	Höjd [cm]	Bredd [cm]	Avstånd från underkant till golv inne utan träpallar [cm]	Avstånd från underkant till mark ute utan träpallar [cm]
1	Sidohängd från vänster	110	95	80	130
2	Sidohängd från vänster	110	95	80	100
3	Sidohängd från både höger och vänster med mittpost	120	90	50	70
4	Pivotfönster	140	80	60	70
5	Pivotfönster	110	110	90	220



Figur 3. Fönster nummer 1, insida



Figur 4. Fönster nummer 1, utsida



Figur 5. Fönster nummer 2, insida



Figur 6. Fönster nummer 2, utsida



Figur 7. Fönster nummer 3, insida



Figur 8. Fönster nummer 3, utsida



Figur 9. Fönster nummer 4, insida



Figur 10. Fönster nummer 4, utsida



Figur 11. Fönster nummer 5, insida

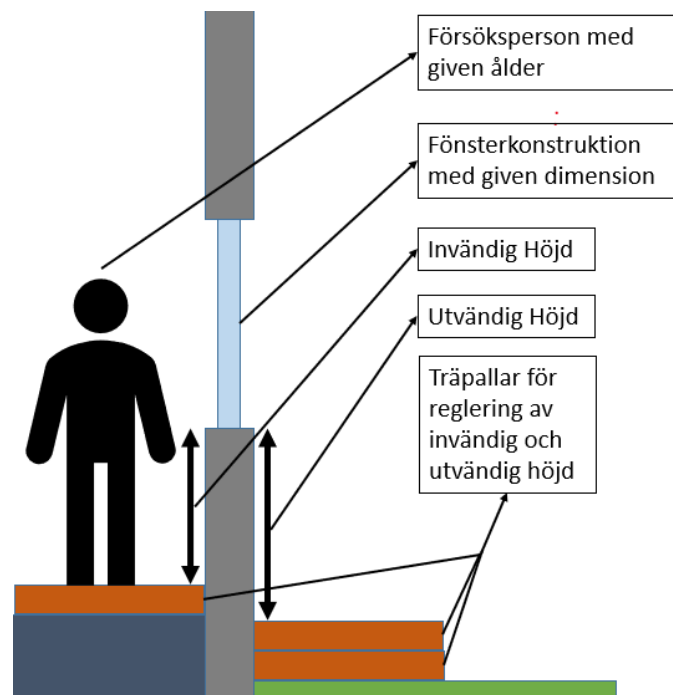


Figur 12. Fönster nummer 5, utsida

Fönster nummer 5 hade en utvändig höjd till fönstrets underkant på 2,2 meter vilket inte är långt ifrån den maximalt rekommenderade höjden enligt BBR, (Boverket, 2021). För att kunna reglera höjden till mark i den mån som önskades i experimentet för fönster nummer 5 placerades träpallar ovanpå dessa metallbockar för att minska avståndet till fönstret. Träpallarna var 15cm höga och metallbockarna var 90cm höga. För att säkerställa att personer skulle kunna ta sig ner från modellen placerades en stege vid sidan om. Figur 13 nedan visar hur uppställningen av denna höjddreglerande modell såg ut. Figur 14 visar en generell försöksuppställning som beskriver hur träpallar används för att reglera invändig och utvändig höjd.



Figur 13. Försöksuppsättning för scenario 10, fönster nr. 5



Figur 14. Generell försöksuppsättning med träpallar

För att undersöka hur olika faktorer påverkade personflödet delades experimentet in i 11 scenarier. Mellan scenarierna ändrades fönsterkonstruktionen, invändig och utvändig höjd till mark och i fönsterdimensionerna. Fönsterkonstruktionen och dimensionerna ändrades genom att låta försökspersonerna utrymma genom de olika fönsterna i villorna. Invändig och utvändig höjd till mark ändrades genom att träpallar och metalbockar placerades framför fönstret på insidan eller utsidan. Tabell 4 visar förutsättningar för alla scenarier som ingick i experimentet.

Tabell 4. Scenarier som undersöktes i experimentet

Scenario	Fönster-nummer	Konstruktion	Längd [cm]	Bredd [cm]	Höjd till golv inne [cm]	Höjd till mark ute [cm]	Uppställning
1	1	Sidohängd	110	95	80	130	Inga pallar
2	1	Sidohängd	110	95	50	130	2 pallar inne
3	1	Sidohängd	110	95	20	130	4 pallar inne
4	2	Sidohängd	110	95	50	70	2 pallar inne, 2 pallar ute
5	1	Sidohängd	110	95	80	130	Inga pallar
6	3	Sidohängd med mittpost	120	90	50	70	Inga pallar
7	3	Sidohängd med mittpost	120	40	50	70	Inga pallar, ena sidan stängd
8	4	Pivotfönster	140	80	60	70	Inga pallar
9	5	Pivotfönster	110	110	90	70	Bock och 4 pallar ute
10	5	Pivotfönster	110	110	90	100	Bock och 2 pallar ute
11	5	Pivotfönster	110	110	90	160	4 pallar ute

En riskbedömning gjordes i samband med framtagningen av experimentet. Detta för att minimera de risker försökspersonerna eventuellt kunde utsättas för under försöken. I Sverige gäller speciella regler för arbete över 2 meters höjd, vilka ställer krav på det organisatoriska skyddet och riskreducerande åtgärder (Arbetsmiljöverket, 2021). Författarna bestämde att den maximala utvändiga höjden för fönster 5 på 2,2m inte skulle testas i experimentet, trots att den höjden hade gett värdefull information.

Figur 15 till Figur 18 nedan visar uppställningen för fyra olika scenarier. Bilderna visar bland annat hur höjderna varierades med träpallar.



Figur 15. Scenario 2, fönster nummer 1



Figur 16. Scenario 3, fönster nummer 1

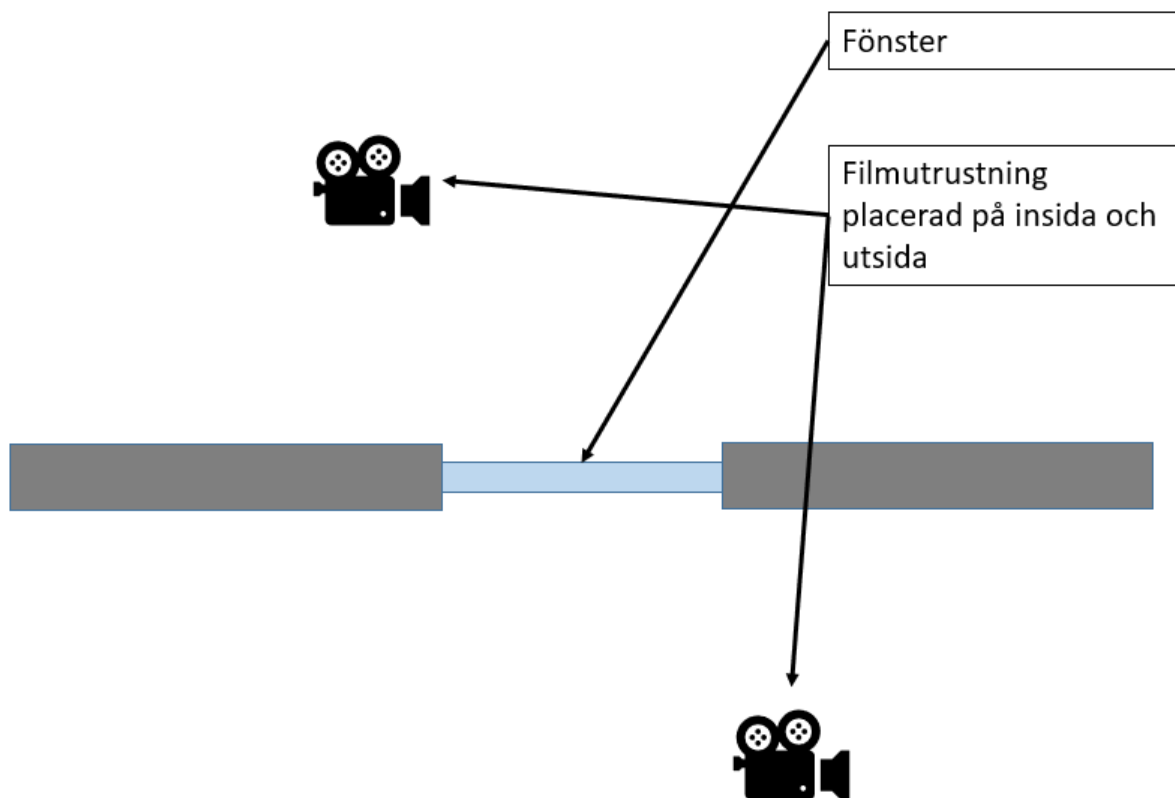


Figur 17. Scenario 7, fönster nummer 3



Figur 18. Scenario 11, fönster nummer 5

För att underlätta observationer under experimentet användes filmutrustning för att spela in försöken. Utrustningen bestod av 2 filmkameror med medföljande stativ och en mobiltelefon som användes som reserv till en av kamerorna. Kamerorna användes även som verktyg för ljudinspelning under intervjuer med försökspersonerna. Två kameror monterades på stativ och placerades på in- och utsidan av det aktuella fönstret, så att genomförandet filmades från båda vyerna. Författarna var uppdelade på dessa två kameror och kontrollerade filmutrustningen. En generell uppställning av filmutrustningen kan ses i figuren nedan.



Figur 19. Generell uppställning av filmutrustning, sett från ovan

3.2 Enkäter

Experimentets syfte var inte att enbart mäta personflöde och observera personers beteende vid fönsterutrymning. För att få en ökad förståelse över hur människor upplever de säkerhetsmässiga aspekterna med utrymning utformades en fönsterutrymningsenkät som fylldes i av deltagarna under experimentet. Syftet med enkäten var att låta försökspersonerna ge synpunkter kring svårighetsgraden av utrymningen och ifall obehag upplevdes under utrymningen.

Frågorna som ställdes i enkäten togs delvis fram genom att studera resultat och formuleringar i den litteratur som hittades i litteraturstudien. Utöver detta uppskattade författarna olika faktorer som bedömdes användbara i arbetet, och skapade frågor utifrån dem. Förhoppningen var att kunna använda data från enkäten i trianguleringen och som underlag för diskussioner och slutsatser i arbetet. Det var också av intresse att jämföra hur försökspersonerna själva upplevde utrymningen med vad mätdata från tidtagningarna visade.

Enkäten bestod totalt av 11 delar, en del för varje scenario och de frågor som ställdes för varje scenario var identiska. Försökspersonerna fick bedöma svårigheten av utrymningen på en 6-gradig skala, där 1 motsvarade enkel och 6 motsvarade svår. Deltagarna besvarade enskilt enkätfrågorna efter varje scenario hade genomförts. För att uttrycka eventuellt obehag fanns en lista över olika faktorer för fönstret. Försökspersonerna fick kryssa i *ja* eller *nej* på samtliga faktorer i listan ifall de kände obehag kring den faktorn medan de utrymde. Delar av enkäten finns bifogade i Bilaga A.

3.3 Rekrytering av försökspersoner

Det var önskvärt att rekrytera personer av olika åldrar inom de två åldersgrupperna. En stor begränsning som tillkom i samband med rekryteringen var att experimenten skulle utföras i villor i Vittsjö, en liten ort ungefär 90 minuters bilresa från Lund. Således var det besvärligt att rekrytera studenter från Lund, vilket är vanligt i denna typ av experiment. I stället har rekryteringen skett genom att författarna frågat sina vänner och familj att delta i experimentet. Försökspersonerna kontaktades via telefon och fick en kort introduktion till experimentets syfte och genomförande. Totalt rekryterades 9 försökspersoner med olika åldrar och kön med denna metod.

Deltagarna delades in i två åldersgrupper, grupp A bestod av de yngre försökspersonerna mellan åldrarna 18 och 29 och grupp B bestod av de äldre mellan åldrarna 30 och 59. Varje deltagare fick också tilldelat ett individuellt nummer.

Tabell 5. Information om försökspersonerna

Försöksperson	Kön	Ålder	Åldersgrupp	Uppskattad fysisk förmåga
1	Man	23	A	Hög
2	Man	23	A	Hög
3	Kvinna	21	A	Hög
4	Man	22	A	Hög
5	Man	53	B	Låg
6	Man	56	B	Låg
7	Man	55	B	Låg
8	Kvinna	56	B	Låg
9	Kvinna	48	B	Hög

Den uppskattade fysiska förmågan för försökspersonerna bedömdes kvalitativt under försöken. Det finns alltså ingen mätbar gräns mellan de olika kategorierna för fysisk förmåga, utan författarna har gjort bedömningen utifrån observationer under experimentet. Faktorer som man tittade på var exempelvis försökspersonens översiktliga fysik, vighet, hur lätt den kunde lyfta sina ben över fönsterblecket.

3.4 Genomförande

Experimentet inleddes med att försökspersonerna fick en introduktion till experimentet och hur det var strukturerat. Försökspersonerna blev även informerade om att de skulle bli inspelade under försöken och att det inspelade materialet inte kommer offentliggöras och raderas efter att arbetet var avslutat. Deltagarna blev dessutom informerade att de när som helst under försöken kunde avbryta och att alla delmoment var frivilliga. Enkäten delades sedan ut till samtliga försökspersoner som fick fylla i sitt namn, kön och åldersgrupp.

De olika försöken skedde individuellt, det vill säga att en person utrymde åt gången. Under tiden som en person utrymde väntade resterade av deltagarna i ett annat rum där de kunde fritt samtala med varandra. De kunde inte se fönstret eller när och hur de andra personerna genomförde försöken. När en person hade avslutat sin utrymning kallades nästa försöksperson av författarna. Ordningen personerna utrymde i var enligt sina tilldelade nummer, person nummer 1 utrymde först, person nummer 2 efteråt och så vidare.

Ordningen scenarierna utfördes i var enligt Tabell 4, där scenario 1 utfördes först följt av scenario 2 och så vidare. Innan ett scenario påbörjades placerades filmutrustningen ut kring fönstret.

När scenariot var redo att genomföras kallades den första försöksperson till fönstret, därefter startades inspelningen av författaren inomhus som sedan fick klartecken från författaren utomhus att inspelningen utomhus också hade startat. Därefter fick deltagaren klartecken att påbörja delförsöket. Denna process beskrivs av flödesschemat i figuren nedan. Försökspersonen fyllde i respektive del av sin utrymningsenkät efter att den hade utfört respektive scenario och svarade då på det scenariots frågor. Svar fick inte visas upp eller delas med andra försökspersoner.



Figur 20. Flödesschema för genomförande av ett scenario

När alla 9 försökspersoner hade utrymt avslutades inspelningen och förberedelser för uppställningen av nästa scenario påbörjades. Mellan scenarierna fick försökspersonerna avvakta medan författarna placerade eventuella pallar eller bockar framför fönsterna eller flyttade filmutrustningen till en annan plats vid ett nytt fönster.

Mätmetoden för personflödet som användes i experimentet var liknande den metod Frantzich (1994) använde i sitt experiment. Då en försöksperson hade fått klartecken att starta sin utrymning mättes hur lång tid det tog personen att utrymma. Ett tidtagarur startades när en av personens fötter hade lyfts från golvet och tidtagaruret stoppades när båda fötterna var på marken utomhus. I experimentet var fönsterna redan öppnade av författarna så uppmätta tider inkluderade inte tiden det tar att öppna ett fönster. Samtidigt som tiden mättes gjordes också generella observationer av författarna kring försökspersonernas beteende och utrymningsstrategin de valde för att ta sig ut genom fönsteröppningen.

Två av scenarierna utfördes annorlunda från genomförandeprocessen beskriven ovan. Dessa scenario var scenario 1 och scenario 5. I scenario 1 upprepades scenariot 4 gånger efter att alla 9 försökspersoner hade avklarat sin utrymning. Alltså utrymde försökspersonerna totalt 5 gånger under de förhållande som rådde i scenario 1 i Tabell 4. Scenariot upprepades för att undersöka ett fenomen där försökspersonerna får en ökad förmåga att utrymma under experimentens gång, och på så vis påverkas tiderna som ska mätas (Frantzich, 1994). Det var denna inlärningseffekt som undersöktes, dels för att se om den överhuvudtaget uppstod i experimentet, dels för att mäta dess effekt.

Scenario 5 utfördes annorlunda i den mån att åldersgrupperna utrymde samtidigt. Alla försökspersoner i åldersgrupp A samlades först vid fönstret. Personerna ställde upp sig i en kö framför fönstret varefter inspelning påbörjades och försökspersonerna fick klartecken att utrymma i tur och ordning. Därefter upprepades processen med åldersgrupp B och till sist upprepades processen en tredje gång med båda åldersgrupperna. Mätmetoden som användes i detta scenario var att mäta tiden från att första personen hade påbörjat utrymning tills sista personen hade båda fötterna på marken på andra sidan fönstret.

Tabell 6. Ytterligare scenarioförutsättningar

Scenario	Antal gånger scenariot genomfördes	Typ av utrymning
1	5	Individuell
2	1	Individuell
3	1	Individuell
4	1	Individuell
5	3	Gruppvis och sedan gemensam
6	1	Individuell
7	1	Individuell
8	1	Individuell
9	1	Individuell
10	1	Individuell
11	1	Individuell

3.5 Intervjuer

Efter det sista scenariot var avklarat samlade författarna deltagarna för en kort intervju i grupp. Intervjuerna spelades in med samtycke från samtliga deltagare och författarna informerade återigen försökspersonerna att det inspelade materialet kommer raderas efter arbetet avslutats. Syftet med intervjun var att genom en öppen diskussion ge en komplettering på enkäten där försökspersonerna i större utsträckning kunde utveckla sina upplevelser mellan de olika utrymningsscenarierna. Försökspersonerna intervjuades i deras åldersgrupper och åldersgrupp A var den första grupp som intervjuades. I intervjun gick författarna succesivt igenom alla 11 olika scenarier och lät försökspersonerna ge sina tankar och diskutera med varandra kring hur de upplevde svårigheten, vilken taktik de använde, varför de använde den taktiken och eventuella obehag. Efter intervjun med åldersgrupp A var avklarad tackades deltagarna för deras insats och de fick lov att gå hem. Därefter intervjuades åldersgrupp B och när intervjun var avklarad tackades också denna grupp för deras insats och experimentet avslutades.

4 Resultat

I kommande kapitel presenteras resultaten från försöken.

4.1 Uppmätta tider

De tiderna som uppmättes under försöken redovisas i kommande kapitel. Resultaten delas in och presenteras i de tre fönsterkonstruktionerna.

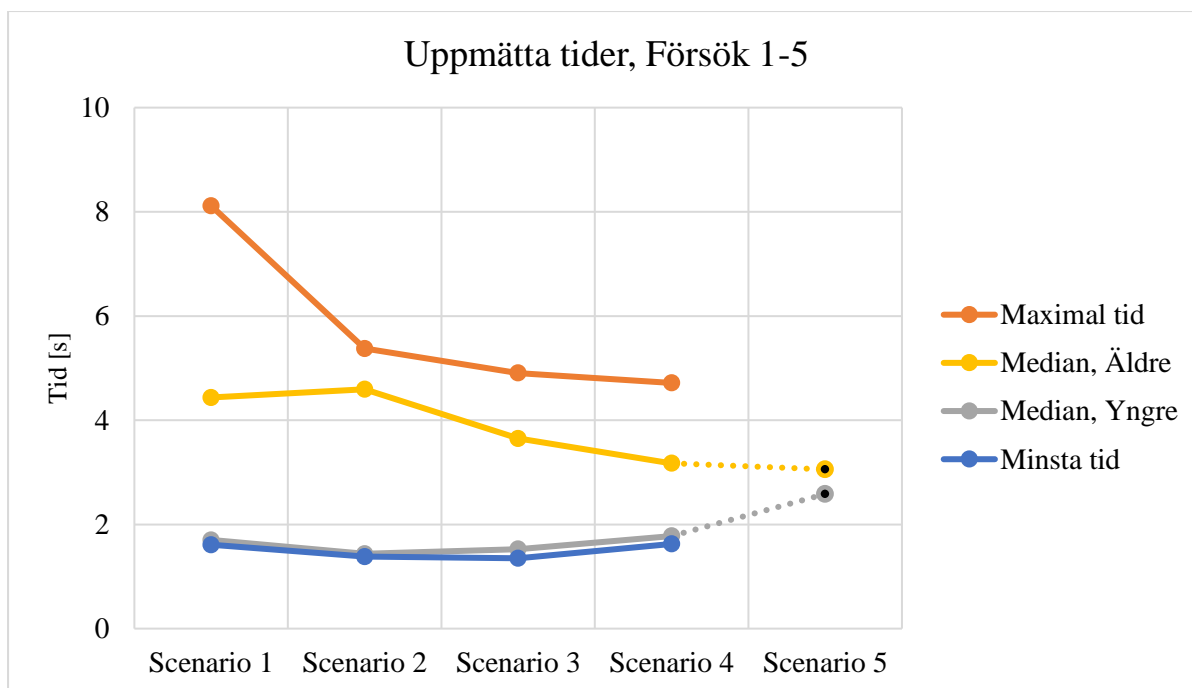
4.1.1 Sidohängda fönster

I scenario 1–5 genomfördes försöken med de sidohängda fönsterna, fönster 1 och 2, vars förutsättningar beskrivs i Tabell 7 nedan.

Tabell 7. Återkommande beskrivning av fönster som testas i scenario 1–5

Scenario	Fönster-nummer	Längd [cm]	Bredd [cm]	Höjd till golv inne [cm]	Höjd till mark ute [cm]	Uppställning
1	1	110	95	80	130	Inga pallar
2	1	110	95	50	130	2 pallar inne
3	1	110	95	20	130	4 pallar inne
4	2	110	95	50	70	2 pallar inne, 2 pallar ute
5	1	110	95	80	130	Inga pallar

Tiderna som uppmättes i scenario 1–5 visas på Figur 21 nedan. I detta diagram kan medianen för respektive åldersgrupp avläsas, samt den maximala och minsta tiden för båda åldersgrupper. Tiderna från resterande scenarier kommer att presenteras i diagram på samma vis i nästkommande delkapitel.



Figur 21. Uppmätta tider för scenario 1–5, scenarier med sidohängda fönster. Tider för scenario 5 är medeltider, och inte median

I scenario 5 utrymde deltagarna i grupp och deltagarnas individuella tider uppmättes inte. Därför togs ingen mediantid fram, utan i stället togs medeltiden per person fram. Av samma anledning togs inget max- och minvärde fram för försök 5. Medeltiderna integreras med mediantiderna i nedanstående diagram.

I Tabell 8 nedan visas de totala tiderna från scenario 5. I detta scenario utrymde alla deltagare från respektive åldersgrupp tillsammans, först grupp A och sedan B. Därefter utrymde båda grupperna samtidigt.

Tabell 8. Uppmätta tider, scenario 5

Åldersgrupp	Antal personer	Tid [s]
A	4	10
B	5	15
A + B	9	26

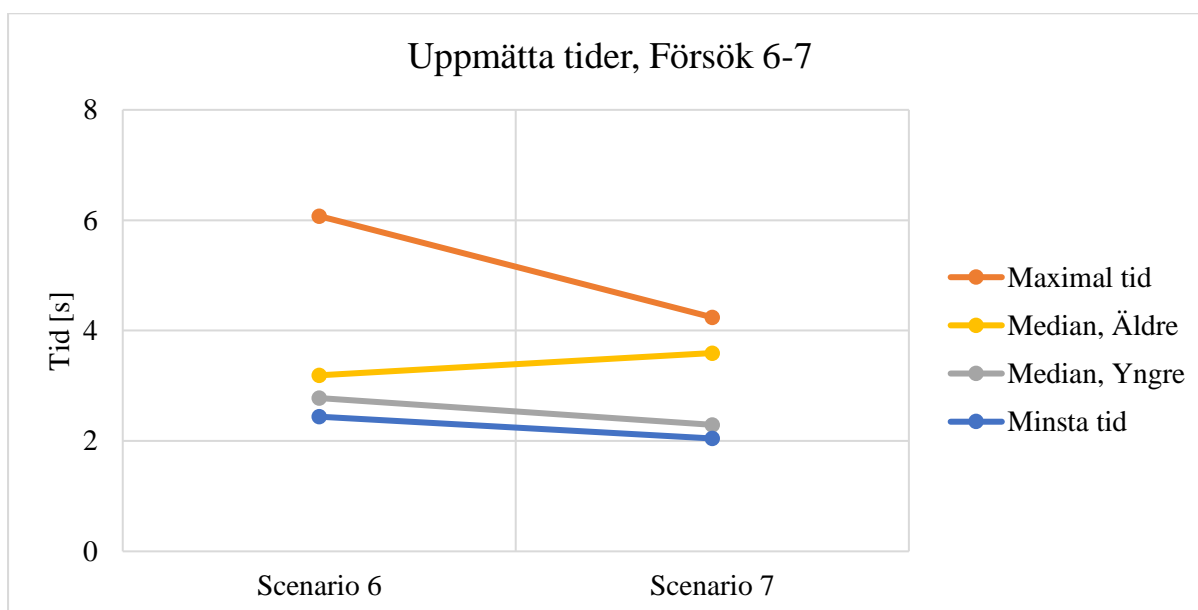
4.1.2 Sidohängda fönster med mittpost

I scenario 6 och 7 genomfördes försöken med det sidohängda fönstret med mittpost, fönster 3 som beskrivs i Tabell 9 nedan. Förutom en annorlunda fönsterkonstruktion så är fönsteröppningens bredd den huvudsakliga skillnaden mellan scenario 6–7 och scenarier i ovanstående kapitel.

Tabell 9. Återkommande beskrivning av fönster som testas i scenario 6 och 7

Scenario	Fönster-nummer	Längd [cm]	Bredd [cm]	Höjd till golv inne [cm]	Höjd till mark ute [cm]	Uppställning
6	3	120	90	50	70	Inga pallar
7	3	120	40	50	70	Inga pallar, ena sidan stängd

De uppmätta tiderna för scenario 6 och 7 visas i Figur 22 nedan.



Figur 22. Uppmätta tider för scenario 6–7, scenarier med sidohängda fönster med mittpost

De uppmätta tiderna för scenario 6–7 är ungefär i samma storleksordning som scenario 2–5, som presenterades i föregående avsnitt. Även skillnaden mellan scenario 6 och 7 var marginell eftersom de genomfördes i samma fönster, fast i scenario 7 var en av de två fönsterhalvorna öppen, enligt Figur 17. Trots likheterna mellan scenario 6 och 7 finns det en relativt stor skillnad i den maximala tiden som uppmättes för försöken.

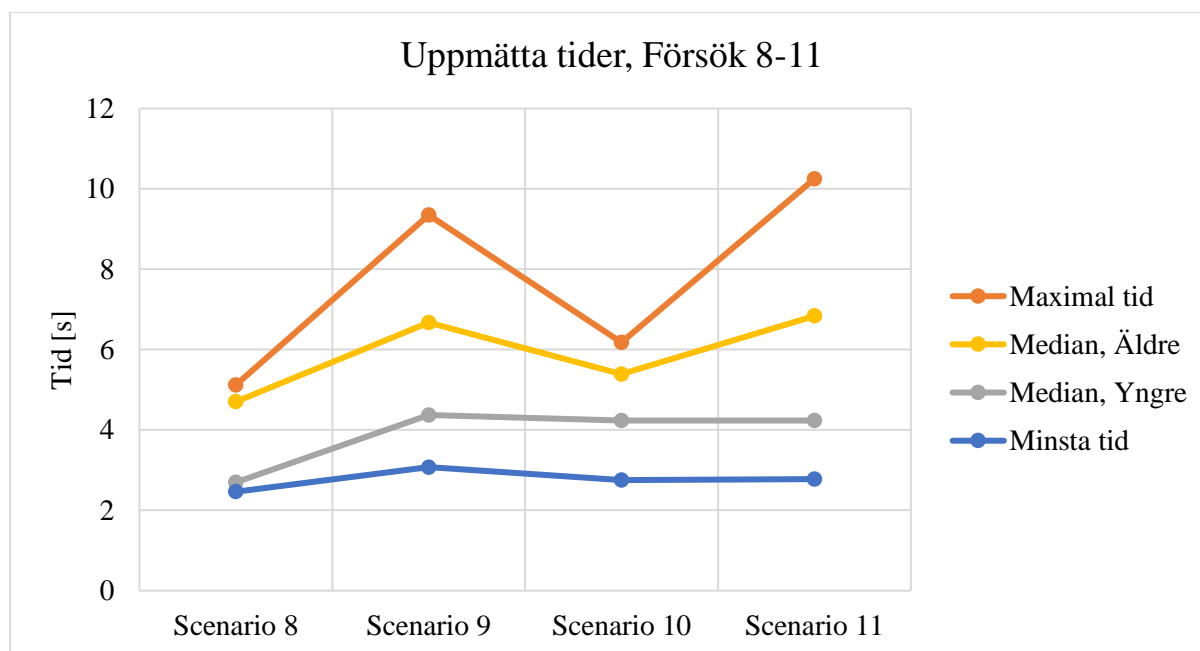
4.1.3 Pivotfönster

I scenario 8–11 genomfördes försöken med pivotfönsterna, fönster 4 och 5. Scenarierna som genomfördes presenteras i Tabell 10 nedan.

Tabell 10. Återkommande beskrivning av fönster som testas i scenario 8–11

Scenario	Fönster-nummer	Längd [cm]	Bredd [cm]	Höjd till golv inne [cm]	Höjd till mark ute [cm]	Uppställning
8	4	140	80	60	70	Inga pallar
9	5	110	110	90	70	Bock och 4 pallar ute
10	5	110	110	90	100	Bock och 2 pallar ute
11	5	110	110	90	160	4 pallar ute

De uppmätta tiderna för scenario 8–11 visas i Figur 23 nedan.



Figur 23. Uppmätta tider för scenario 8–11, scenarier med pivotfönster

Tiderna för scenario 8–11 är högre än de föregående försöken. Detta beror delvis på en ökad svårighetsgrad för denna typ av fönsterkonstruktion, och även att den utvändiga höjden ner till marken ökades relativt med de föregående scenarierna.

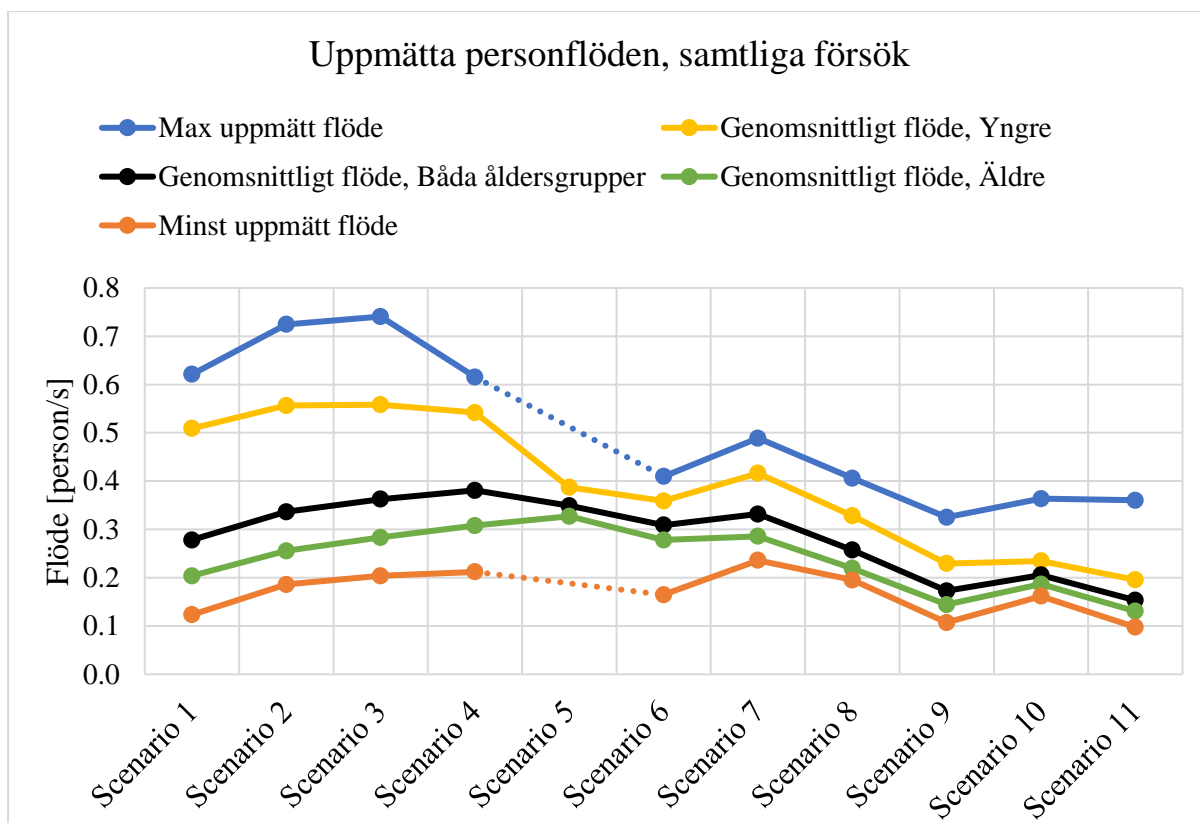
4.2 Personflöde

I Tabell 11 nedan visas data över scenario 5 där deltagarna fick utrymma i grupp, först varje åldersgrupp enskilt och därefter båda grupperna gemensamt. Tiden det tog för personerna i respektive åldersgrupp att utrymma omvandlades först till genomsnittlig tid, genom att dividera totala tiden med antalet personer i gruppen, varvid tiden i *sekunder per person* erhöles. Därefter beräknades ett personflöde från den genomsnittliga tiden genom att invertera talet, och på så vis fås personflödet ut med enheten *personer per sekund*.

Tabell 11. Insamlade data från scenario 5.

Åldersgrupp	Tid [s]	Genomsnittlig tid per person [s/person]	Genomsnittligt personflöde [personer/s]
A (Yngre)	10,2	2,6	0,39
B (Äldre)	15,3	3,0	0,33
A + B	25,8	2,9	0,35

Deltagarnas tider från de resterande scenarierna adderades, och omvandlades därefter till *person per sekund* genom samma metod som beskrevs ovan. De beräknade personflödena presenteras i Figur 24 nedan.



Figur 24. Insamlade data i personflöde. Max- och minflöde uppmättes ej i scenario 5, därför saknas mätpunkter för det scenariot

Personflödena från diagrammet ovan delades upp efter typ av fönster, och det genomsnittliga flödet per fönstertyp visas i Tabell 12 nedan.

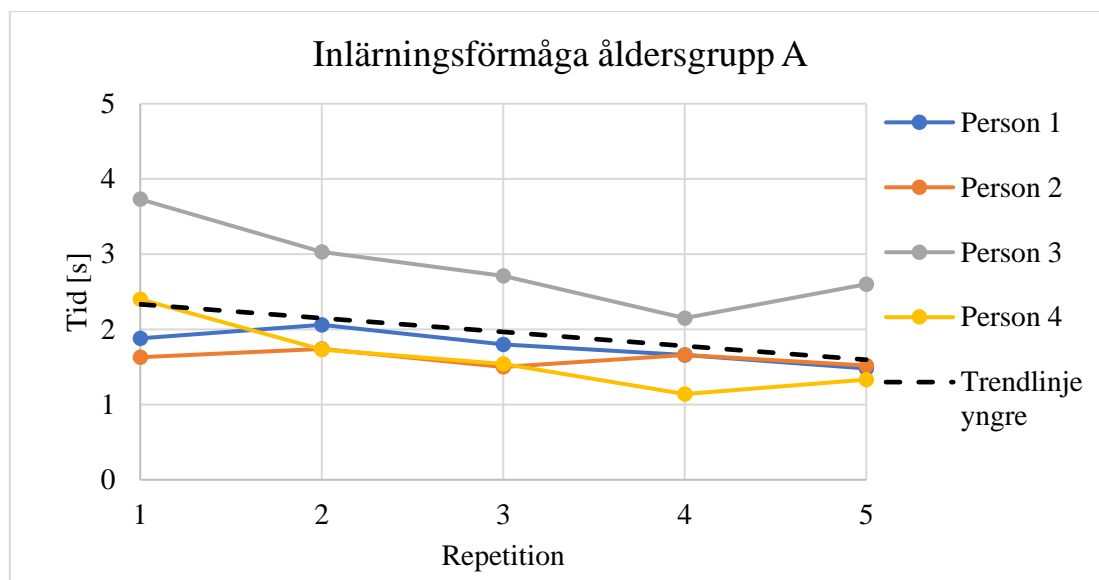
Tabell 12. Beräknade personflöden beroende på fönstertyp

	Sidohängt fönster	Fönster med mittpost	Pivot-fönster
Medelflöde Båda åldersgrupper [personer/s]	0,3	0,3	0,2
Medelflöde Yngre [personer/s]	0,5	0,4	0,3
Medelflöde Äldre [personer/s]	0,3	0,3	0,2
Minst och Maximalt uppmätt flöde [personer/s]	0,2–0,7	0,2–0,5	0,1–0,4

4.3 Inlärningsförmåga

Ett av målet för scenario 1 var att undersöka vilken effekt försökspersonernas inlärningsförmåga hade på sina tider. Deltagarna utrymde genom samma scenario fem gånger.

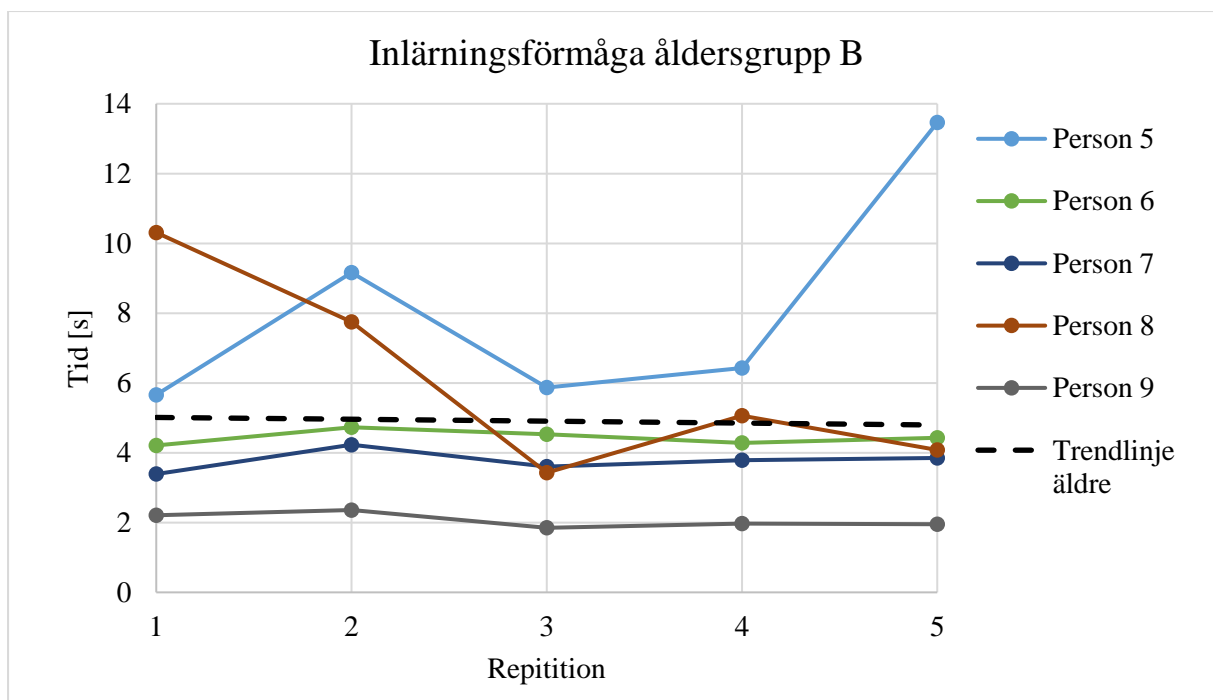
I Figur 25 nedan visas de uppmätta tiderna för åldersgrupp A. I diagrammet visas även en trendlinje som beskriver den generella utvecklingen av tiderna. Trendlinjen är en linjär anpassning av graferna och är skapad genom Excels trend-funktion som bygger på minsta kvadratmetoden.



Figur 25. Uppmätta tider för försök 1, åldersgrupp A (yngre)

Det kan avläsas i Figur 25 att det förekom en viss minskning i tid hos deltagarna i åldersgrupp A. Förbättringen noteras hos samtliga deltagare i åldersgruppen. Deltagarna testade även olika taktiker att ta sig igenom fönsteröppningen.

I Figur 26 nedan visas de uppmätta tiderna för åldersgrupp B. Trendlinjen är skapad på samma sätt som beskrevs tidigare. Det förekom även i denna åldersgrupp en viss förbättring, av en mindre betydelse, men det fanns en betydande skillnad mellan deltagarna. Denna skillnad kan direkt associeras med de olika deltagarnas fysiska kapacitet och vighet. De individuella skillnaderna i fysisk kapacitet var större bland de äldre deltagarna än de yngre, vilket kan ses genom jämförelse mellan diagrammen i Figur 25 och Figur 26.



Figur 26. Uppmätta tider för försök 1, åldersgrupp B (äldre)

4.4 Iakttagelser/observationer

En mängd olika utrymningsstrategier identifierades från det inspelade materialet. I detta avsnitt kommer dessa utrymningsstrategier att presenteras och redogöras. Till varje strategi medföljer ett par bildsekvenser från inspelningen som visar på hur strategierna genomförs samt vilka variationer som förekommer inom strategierna.

4.4.1 Utrymningsstrategi A

I den första utrymningsstrategin tog försökspersonerna sig igenom fönstret genom att sitta på fönsterbrädan och lyfta sina ben genom fönsteröppningen. Det uppkom några variationer i denna strategi, både mellan olika försökspersoner och mellan försöken.

Den första var att personen satte sig på brädan och lyfte sedan båda sina ben och roterade kroppen för att få benen igenom öppningen och kunde sedan hoppa ner på marken. I den andra lyfte försökspersonen ett ben igenom öppningen samtidigt som den satte sig på brädan, efteråt lyfte den ut det andra benet och hoppade ner på marken.

I den tredje varianten satte sig personen igen på fönsterbrädan men sen lyfte man i stället ett ben åt gången genom öppningen. Denna variant förekom endast bland de äldre och ofta behövde de ta hjälp av sina armar för att lyfta igenom det andra benet. I scenario 10 och 11 började försökspersonerna att vända sig om i slutet och hänga från fönstret med ryggen utåt innan de släppte taget.

Denna taktik användes inte i scenario 3, 4, 6, 7 och 8 eftersom höjden till fönstret var liten. Utöver dessa användes strategin i alla andra scenarier. Taktiken användes av båda personkategorier i alla scenarier som den uppkom. Den var mer förekommande hos den äldre

personkategorin i de tidiga scenarierna men i scenario 10 och 11 var det den mest förekommande strategin i båda personkategorierna.



Figur 27. Utrymningsstrategi A-1



Figur 28. Utrymningsstrategi A-2



Figur 29. Utrymningsstrategi A-3

4.4.2 Utrymningsstrategi B

I denna strategi använde försökspersonerna fönstrets sidokarm och fönsterbräda som stöd för att klättra upp med båda benen och sedan antingen hoppa eller slunga sig igenom fönsteröppningen. Likt utrymningsstrategi A observerades även här 2 varianter.

I den första satte personen en fot på brädan, tog tag i fönstret och lyfte sedan det andra benet från marken och använde sin fart framåt för att slunga sig genom fönstret utan att vidröra fönsterkarmen eller brädan med det andra benet och landa på marken.

I den andra satte personen en fot på fönsterbrädan, lyfte sedan upp den andra foten på karmen och hoppade till sist jämfota ner på marken. I den tredje varianten tog personen tag i karmens sidostycke och fönsterbrädan, tog fart framåt och slungade sig genom fönstrets öppning utan att vidröra någon del av fönstret med benen eller fötterna.

Denna taktik användes i alla scenarier utom när pivotfönster användes. I scenario 1 användes strategin nästan uteslutande av personer i den yngre personkategorin förutom en äldre försöksperson med relativt hög fysisk förmåga. Efterhand som invändig höjd till fönstret minskade i scenario 2 till 4 började även vissa personer i den äldre personkategorin att använda denna taktik.



Figur 30. Utrymningsstrategi B-1



Figur 31. Utrymningsstrategi B-2

4.4.3 Utrymningsstrategi C

I den tredje utrymningsstrategin satte försökspersonerna antingen en fot eller la ett knä på fönsterbrädan för att sedan lyfta upp det andra benet, lägga knäet på brädan och ta stöd med det för att positionera sin andra fot på fönsterkarmen och till sist ta sig igenom öppningen och ner på marken. Personerna var mer hukade här än vad de var i utrymningsstrategi B och i stället för att hoppa ner på marken från fönstret droppade man försiktigt ner från fönsterkarmen med ett benen utsträckt.

En variant på denna strategi som observerades var att då personen hade fått båda sina ben på fönsterbrädan så började de rotera sin kropp så att benen pekade utåt för att sedan hänga på fönsterkarmen och föra ner benen mot marken och till sista släppa taget om karmen. Denna taktik användes i Scenario 1, 9, 10 och 11. Variationen på strategin i Figur 32 uppkom i de scenarier utrymningen skedde genom pivotfönster. Strategin användes uteslutande av två försökspersoner i den äldre personkategorin.



Figur 32. Utrymningsstrategi C-1



Figur 33. Utrymningsstrategi C-2

4.4.4 Utrymningsstrategi D

Den fjärde strategin deltagarna använde sig av gick till på så vis att personen klev igenom fönstret, genom att lyfta fot genom fönsteröppningen och satte den på marken på andra sidan fönstret och därefter lyfte igenom det andra benet. Inga variationer i denna taktik kunde identifieras. Denna strategi användes endast i scenario 6, 7, 8 och någon enstaka gång i scenario 4. Gemensamt för dessa scenario var att invändig och utvändigt höjd till fönstret var relativt

liten. I dessa scenarier som taktiken användes var det den mest förekommande taktiken med stor marginal förutom scenario 4.



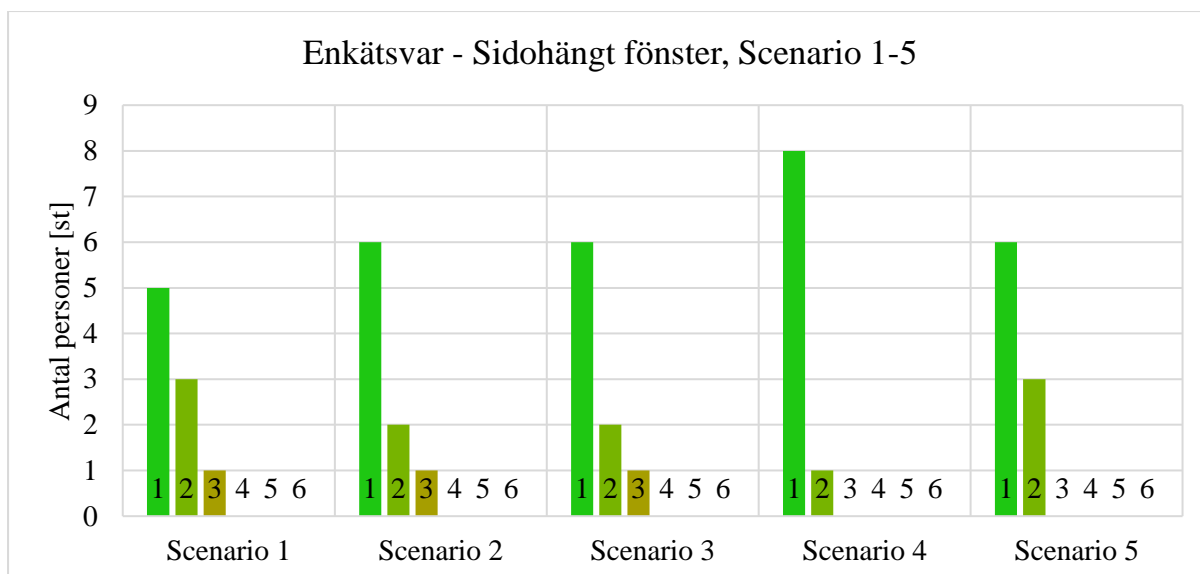
Figur 34. Utrymningsstrategi D

4.5 Enkät svar

Efter deltagarna genomfört varje scenario under försöket fyllde de i enkäten och som bland annat bestod av en gradering av scenariots svårighetsgrad. Graderingen skedde på en 6-gradig skala, där 1 motsvarade *Enkel* och 6 motsvarade *Svår*. Deltagarnas svar presenteras i kommande avsnitt.

4.5.1 Sidohängda fönster

Deltagarnas sex-gradiga bedömning av svårighetsgraden för scenario 1–5 presenteras i Figur 35 nedan. En stor andel av deltagarna besvarade med en etta eller tvåa, vilket betyder att de upplevde utrymningen som enkel.



Figur 35. Enkät svar, deltagarnas bedömning av svårighetsgrad för scenario 1–5.

Deltagarna fyllde även i om det var någon specifik del av scenario som upplevdes extra besvärlig för utrymningen. Som kan avläsas i Tabell 13 nedan var det exempelvis en person som tyckte att den invändiga höjden från marken upp till fönsterkarmen samt fönsteröppningens höjd var besvärliga moment i utrymningen för scenario 3. I detta fall var det samma deltagare som gjort båda synpunkter.

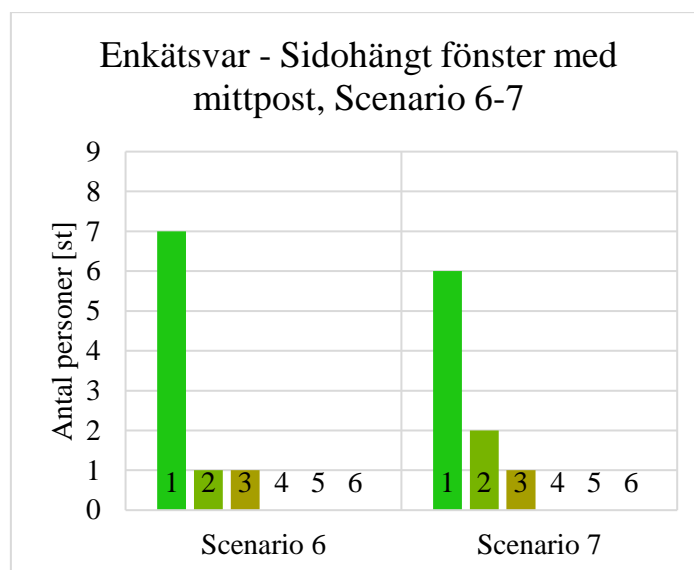
Tabell 13. Enkät svar, antal personer som markerat svåra aspekter för scenario 1–5

	Försök 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5
Invändig höjd	0	0	1	0	0
Fönstertyp	0	0	0	0	0
Öppningens bredd	1	0	0	0	0
Öppningens höjd	1	0	1	0	0
Utvändig höjd	0	0	0	0	0

En del av deltagarna tyckte att den utvändiga höjden spelade en större roll i svårighetsgraden för fönstret, och var även den faktor som avgjorde vilken utrymningstaktik som valdes för fönstret.

4.5.2 Sidohängda fönster med mittpost

Enkätsvaren för scenario 6 och 7 visas i Figur 36 och Tabell 14 nedan.



Figur 36. Enkät svar, deltagarnas bedömning av svårighetsgrad för scenario 6–7

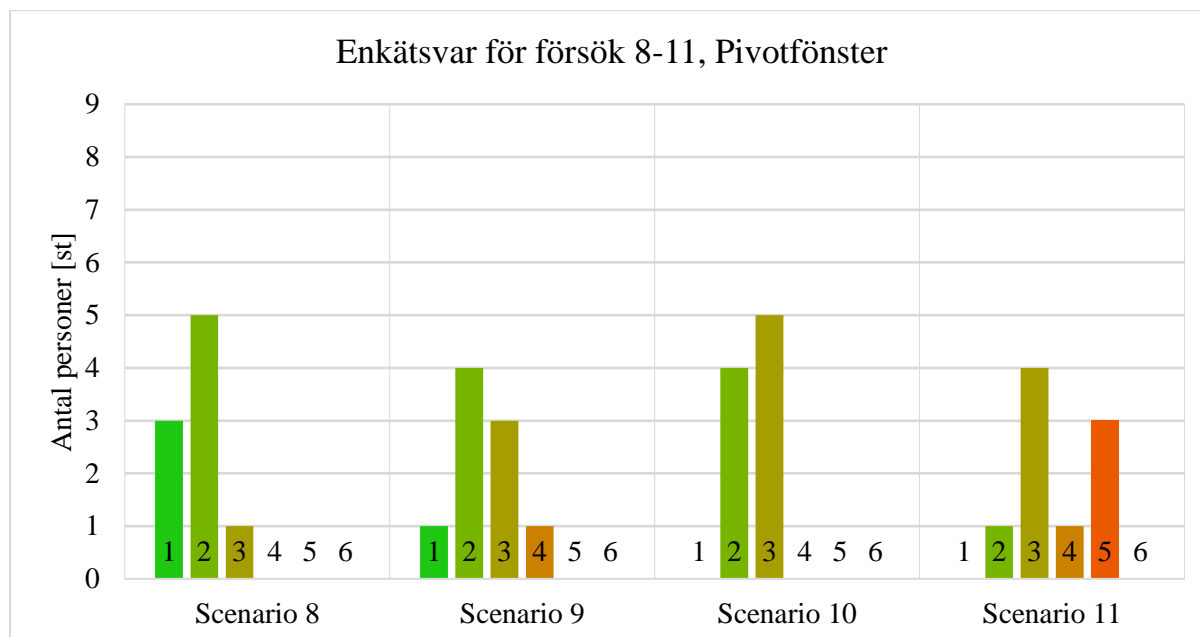
Tabell 14. Enkät svar, antal personer som markerat svåra aspekter för scenario 6–7

	Scenario 6	Scenario 7
Invändig höjd	0	0
Fönstertyp	0	0
Öppningens bredd	0	0
Öppningens höjd	0	0
Utvändig höjd	0	0

Mittposten var ett unikt hjälpmedel i försöken och scenario 6 är det enda scenariot med denna typ av konstruktion. I intervjuerna framgick det att deltagarna tyckte det var hjälpsamt att kunna hålla sig i mittposten, och den gav deltagarna en bättre säkerhetskänsla vid utrymningen vilket kan ha positiva effekter för ett utrymningsförlopp, trots att det inte direkt återspeglas i deltagarnas tider.

4.5.3 Pivotfönster

Enkätsvaren för scenario 8–11 visas i Figur 37 och Tabell 15 nedan.



Figur 37. Enkät svar, deltagarnas bedömning av svårighetsgrad för scenario 8–11

Tabell 15. Enkät svar, antal personer som markerat svåra aspekter för scenario 8–11

	Scenario 8	Scenario 9	Scenario 10	Scenario 11
Invändig höjd	0	0	0	0
Fönstertyp	1	2	2	2
Öppningens bredd	0	0	0	0
Öppningens höjd	1	0	0	0
Utvändig höjd	0	3	3	6

Samtliga deltagare hade en enhetlig uppfattning att pivotfönsterna var svårare och innebar mer besvär för utrymningen än de andra fönstertyperna. När fönsterna stod i öppet läge hängde de ut så att deltagarna fick anpassa sin utrymningstaktik för att inte slå huvudet i fönstret.

Scenario 9, 10 och 11 hade en sekventiell ökning av den utvändiga höjden. I scenario 11 testades det största utvändiga avståndet ner till marken av samtliga scenarier, 1,6 meter. Denna höjd upplevdes obehaglig av deltagarna, och nya taktiker började användas bland vissa deltagare.

4.5.4 Inlärningsförmåga

Efter scenario 1 genomfördes fick deltagarna besvara ytterligare frågor i enkäten som bland annat handlade om sin bakgrund och tidigare föreställningar kring fönsterutrymning. Frågorna ställdes som påståenden och deltagarna fick besvara om de instämmer med påståendet eller ej. Det första påståendet besvarades genom att kryssa i sant eller falskt, och resterande besvarades på en sex-gradig skala. Frågorna listas nedan, och medelvärdet av deltagarnas svar har markerats på en linje.

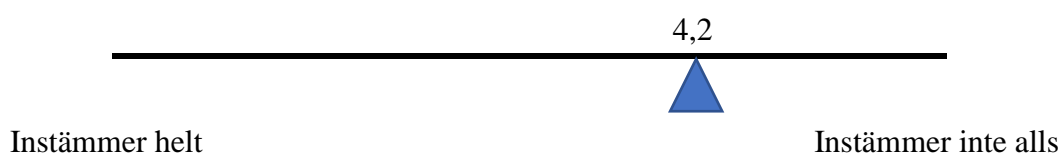
1. Jag har tidigare erfarenhet av att klättra genom fönster, i utrymningssyfte eller ej
Besvaras genom att kryssa i *sant* eller *falskt*

Sant	Falskt
2	7

2. Det var svårare än jag tidigare föreställt mig att utrymma genom ett fönster
Besvaras på en skala från 1 till 6, där 1 är "instämmer helt" och 6 är "instämmer inte alls"



3. Ju fler gånger jag tog mig genom fönstret, desto enklare blev det
Besvaras på en skala från 1 till 6, där 1 är "instämmer helt" och 6 är "instämmer inte alls"



Målet med frågorna var att samla in data som eventuellt kan vara intressanta för slutsatser och samband mellan resultaten från de olika försöken. För mer fullständiga data över svar och uppmätta tider, se Bilaga B.

I intervjuerna tyckte försökspersonerna relativt enhetligt att det inte var svårare att utrymma genom en fönsteröppning än de tidigare föreställt sig. För den tredje frågan fanns en större särskiljning mellan deltagarna. En del tyckte starkt att det blev enklare efter de fick testa på utrymningen ett par gånger, samtidigt som en annan del inte upplevde någon skillnad. Någon enstaka tyckte det blev svårare i de sista repetitionerna på grund av utmattning. En stor del av deltagarna testade olika taktiker för att ta sig ut.

5 Diskussion

I följande kapitel diskuteras olika delar av arbetet.

5.1 Experimentet

Hela proceduren för planering, förberedelse och utförande av experimentet skedde i stor del enligt de förväntningar och förhoppningar man hade. När det kommer till urvalet av försökspersoner hade det dock varit önskvärt att kunna följa tillvägagångssättet för ett slumpmässigt urval som presenterades i kapitel 2.2. Då resultaten i detta arbete är framtagna från ett kvasi-experiment och ett litet antal försökspersoner är det svårt att dra generella och validerade slutsatser enbart från resultatet. En generell tumregel för att ha ett tillräckligt stort urval av försökspersoner är 30 stycken (Stephanie, 2013). Eftersom detta arbete ville undersöka två personkategorier skulle det åtminstone behövs 30 personer i varje personkategori för att kunna dra mer generella slutsatser och kvantifiera personflödet. I detta fall hade varit lämpligt att jämföra resultatet med andra experiment och studier utförda på fönster. Tyvärr fann man under litteraturstudien att mängden forskning på fönsterutrymning är minimal. En bakomliggande orsak till detta kan vara att få länder tillåter fönster som en dimensionerad utrymningsväg, så forskning inom området blir mindre eftertraktat.

I experimentet skedde utrymningen mestadels individuellt av deltagarna. Att låta deltagarna utrymma individuellt känns i detta arbete fördelaktig då spridningen mellan försökspersonerna kan studeras mer ingående. När deltagarna fick utrymma gemensamt noterades inga individuella skillnader i hur snabbt en person utrymde. Syftet med scenario 5 var att utforska om försökspersonernas beteende ändrades när de utrymde i grupp men inga märkbara förändringar förekom.

När försökspersonerna skulle genomföra sin utrymning var fönstret redan öppnat i förväg så deltagarna behövde aldrig öppna fönstret innan de utrymde. I ett verkligt scenario skulle naturligtvis flödet minska på grund av att någon först måste öppna fönstret vilket kan ta olika lång tid beroende personen som öppnar och vilken typ av fönster som ska öppnas. Dock skulle endast den första personen behöva öppna fönstret och eftersom utrymningen i experimentet skedde individuellt skulle det genomsnittliga personflödet för åldersgrupperna bli avsevärt högre. Detta eftersom varje försöksperson då hade behövt öppna fönstret vilket hade lagt på några extra sekunder. Här är det värt att nämna att pivotfönsterna var betydligt svårare att öppna än de sidohängda fönsterna, eftersom pivotfönsterna har en säkring på sidan som måste tryckas in vilket upplevdes som krångligt av författarna.

Under planeringen av experimentet fanns det en oro för att inlärning hos försökspersonerna skulle sänka validiteten av experimentet. Efter att ha studerat mätningarna syns det att en viss inlärning existerar men att den är mindre än förväntad. Den enda inlärningen som kunde observeras var då försökspersonerna bytte från en utrymningstaktik till en annan och en minoritet av försökspersonerna visade på en observerbar inlärning. Således förväntas validiteten inte sänkas något avsevärt på grund av detta inlärningsmoment.

Scenarierna som ingick i experimentet använde riktiga fönster och kan således tyckas vara en rimlig representation av verkligheten. Det är dock värt att granska hur väl scenario 9 och 10

kan tänkas representera ett verkligt scenario. Eftersom dessa scenarier använde sig av modellen i Figur 13 blir det en viss avvikelse för hur förhållande i ett liknade scenario hade sett ut. Eftersom personer i ett verkligt utrymningsscenario inte behöver utrymma ner på en skakig uppställning av träpallar staplade på metallbockar. Därför är det möjligt att försökspersonerna kände ett större obehag i scenario 9 och 10 än vad dem hade gjort om metallbockarna och träpallarna inte hade behövts användas. Man kan därför tänka sig en viss skillnad i resultatet från experiment och verklighet. I intervjun sa alla i den yngre persongruppen att de ej påverkades av modellen i Figur 13 och att den inte gav upphov till något obehag. Däremot sa samtliga försökspersoner i den äldre persongruppen i intervju att de upplevde modellen som obehaglig att kliva ner på. De påpekade också att även om den utvändiga höjden från fönster till modellen var relativt litet så upplevdes ändå ett obehag eftersom de kunde se att avståndet till själva marken var långt.

I scenario 5 uppstod det en köbildning framför fönsteröppningen när deltagarna väntade på sin tur. Deltagarna lämnade ett visst avstånd mellan början av köbildningen och personen som utrymde. På så vis uppkom inget fysiskt tryck bakifrån mot personen som höll på att utrymma, vilket eventuellt hade kunnat ske i en verklig nödsituation. Vid högre personantal kommer denna köbildning sannolikt ske i verkligheten eftersom de flöden som kan förväntas genom ett fönster i de flesta fall kommer vara betydligt lägre än de dörrar och alternativa vägar personerna passerat för att nå fönstret. Beroende på situationen kan det även uppstå ett stort antal alternativa förhållanden och faktorer som kan påverka personflödet, exempelvis ljusförhållandena, förekomsten av brandgaser, om räddningstjänst eller andra personer kan assistera vid utrymningen.

Sammanfattningsvis för experimentuppställningen kan det sägas att scenarierna ger en tillfredsställande representation av en verklig utrymningssituation. Däremot är personernas beteende vid experimenten sannolikt inte helt representativt för en verklig situation. Detta eftersom det finns åtskilliga faktorer som kan påverka en persons beteende vid en utrymning, som exempelvis förekomsten av rök eller värme från en brand. Dessutom var försökspersonerna medvetna om att de inte befann sig i någon livshotande miljö under experimentet, vilket påverkar deras beteende. I en verklig utrymningssituation hade samma personers beteende förmodligen sett annorlunda ut. Därför anses inte personernas beteende under experimentet ge en fullständig representation av verkligheten. Resultaten begränsas även av hur urvalet av försökspersoner har gått till. Mätningarna behöver därför vidare validering innan de med säkerhet kan användas i dimensionerande syfte.

5.2 Personflöden

5.2.1 Fönsterkonstruktion

Jämför man tidmätningarna mellan scenario 4 och 8 som hade liknande förhållande förutom fönsterkonstruktionen så är det uppenbart att pivotfönster ger upphov till längre tider och således ett lägre personflöde än sidohängda fönster. Detta arbete kan inte kvantifiera hur personflödet påverkas av att utrymma genom ett pivotfönster gentemot ett sidohängt men

mätningar, enkäter och intervjuer pekar på att pivotfönster är sämre än sidohängda från ett utrymningsperspektiv.

5.2.2 Fönsterdimension

En intressant anmärkning i mätningarna är personflödet i scenario 7 jämfört med scenario 4. Den enda märkbara faktor som skiljer sig mellan dessa är bredden eftersom fönster nummer 3 egentligen kan ses som ett sidohängt fönster som är delat på mitten. Trots att bredden är mindre än hälften av bredden i scenario 4 så är skillnaden i de uppmätta tiderna inte avsevärt stora. Detta är i enlighet med vad Frantzich (1994) kom fram till om att bredden hade en mindre påverkan på hur snabbt personer utrymmer genom ett fönster. Enligt Frantzich resultat har däremot höjden en större inverkan på personflödet. Detta arbete har inte direkt studerat variationer i fönsterhöjder men man kan här se en koppling till pivotfönster där fönsterrutan kan ses som ett element som minskar den effektiva höjden av fönstret.

5.2.3 Invändig/utvändig höjd till fönster

Från mätningarna uppstår ett tydligt samband mellan invändig och utvändig höjd samt personflöde. Då det är högt upp till fönstret invändigt tar det längre tid för en person att utrymma eftersom den behöver lägga mer tid och styrka på att ta sig upp på fönsterbrädan. Är det högt upp utvändigt kan personen börja tveka eller väljer att vända sig om och hänga från fönstret innan den släpper taget, vilket naturligtvis är en längre process än om den bara hade kunnat hoppa direkt från fönstret. Dock noterades det att vissa försökspersoner upplevde scenario 3 som obekvämt när höjden till fönstret invändigt var för litet relativt till öppningens höjd vilket resulterade att vissa försökspersoner behövde huka sig mer. Detta är värt att beakta i de fall en stega eller plattform monteras framför ett fönster för att förbättra frångängligheten. Vidare ger även en liten skillnad i höjd upp till fönstret en påverkan på personflödet. Detta ställer utmaningar för den som vill förutsäga personflödet eftersom fönster kan tänkas placeras på många olika höjder från byggnad till byggnad. Det är därför inte lämpligt att bara använda ett dimensionerande värde för samtliga tänkbara höjder.

Från mätningarna framgår det att den utvändiga höjden har en större inverkan på personflödet än vad den invändiga har. Från både enkäter och intervjuer kan det fastställas att det största och vanligaste obehaget försökspersonerna upplevde under experimentet var också den utvändiga höjden. Från observationer, enkäter och intervjuer kan det fastställas att försökspersonerna i detta experiment kände ett avsevärt obehag i scenario 11 med anledning av den utvändiga höjden som bara var 1,6 meter vilket är 40 centimeter under de 2 meter som tillåts enligt BBR (Boverket, 2021). Som nämnt tidigare kan detta obehag vara ett resultat av modellen i Figur 13, men om modellen inte användes skulle höjden till mark vara 2,2 meter. Med detta i åtanke kan det vara värt att undersöka hur lämpligt det är att ha en utvändig höjd på 2 meter då detta riskerar orsaka ett stort obehag, särskilt om äldre personer ska använda sig av utrymningsfönstret.

5.2.4 Åldersgrupp och fysisk förmåga

Två olika åldersgrupper studerades i experimentet. En märkbar skillnad kan ses i personflödet mellan den yngre och äldre personkategorin där de yngre försökspersonerna var snabbare i varje scenario. Anledningen till detta beror sannolikt på den förhöjda fysiska förmågan hos den

yngre gruppen. Skillnaden mellan åldersgrupperna varierade från scenario till scenario men var som störst då utrymningen gjordes via sidohängda fönster. Detta eftersom den yngre gruppen då kunde använda sig av utrymningsstrategi B som var den överlägset snabbaste taktiken. För pivåfönstren och fönstren med mittpost var skillnaden märkbart mindre och detta är på grund av att båda persongrupperna använde sig mer eller mindre av samma utrymningsstrategi. Det fanns även en märkbar skillnad mellan individuella försökspersoner inom varje personkategori. Denna skillnad var mer märkbar hos den äldre gruppen än vad den var hos den yngre. Skillnaden mellan personerna inom respektive grupp speglar förmodligen till viss grad skillnaden i fysisk förmåga men en annan faktor är också att personerna i den yngre kategorin ofta valde samma utrymningsstrategi.

5.2.5 Mätningar jämfört med BBR

Det genomsnittliga personflödet för samtliga försökspersoner genom de sidohängda fönsterna var cirka 0,3 personer per sekund. Personflödet genom en dörr med en liknande bredd som de sidohängda fönsterna skulle teoretiskt sett hamna kring 1,0 personer per sekund. Jämför man dessa två värden ser man att personflödet genom ett fönster är cirka en tredjedel än för en dörr av samma bredd. Enligt föreskrifter i BBR (Boverket, 2021) får en dörrbredd på 1,0 meter maximalt betjäna 150 personer. Ett fönster får enligt samma föreskrifter betjäna högst 30 personer vilket är en femtedel av vad en dörr får betjäna. Det kan därför vara av intresse att vidare undersöka ifall fönster kan tillåtas betjäna ett högre antal personer i de fall då sidohängda fönster används.

5.3 Utrymningsstrategier

En vanligt förekommande strategi under experimentet var utrymningsstrategi A. Den användes frekvent i den äldre persongruppen under hela experimenten och även frekvent av den yngre personkategorin i slutet av experimentet. Att strategin var så vanlig bland de äldre beror antagligen på att den kräver relativt lite fysisk förmåga och att sätta sig på fönsterbrädan upplevs som tryggt. Från ett personflödesperspektiv var den ungefär lika snabb som utrymningsstrategi C och långsammare än strategi B och D. Ett problem som observerades med denna strategi var att framför allt de äldre försökspersonerna ibland fastnade när de skulle föra sitt ben genom fönsteröppningen och fick då med hjälp av sina händer dra sitt ben förbi öppningen för att komma vidare.

Den snabbaste och mest förekommande utrymningsstrategin under experimentet var utrymningsstrategi B. Denna var ofta förekommande i den yngre åldersgruppen i scenario 1 till 5. I de scenario där den invändiga höjden till fönstret minskades började strategin även förekomma i den äldre personkategorin. När strategin användes av den äldre personkategorin förekom det ibland att försökspersonerna satte sig ner på fönsterkanten innan de hoppade ut. De gjorde antagligen detta för att det kändes tryggare och för att minska fallhöjden till marken, när den utvändiga höjden minskades slutade de sätta sig ner. Strategin förekom inte vid utrymning från pivotfönster. Varför den aldrig förekom beror troligen på att fönsterrutan blockerade eller var i vägen, som försökspersonerna sa under intervju. I Utrymningsstrategi B hade försökspersonerna huvudet ganska högt upp i fönsteröppningen och hade strategin

använts på ett pivotfönster hade huvudet varit ovanför den roterade fönsterrutan. Detta är troligen anledningen varför utrymningsstrategi A var så förekommande vid pivotfönster eftersom den yngre persongruppen fick byta till denna. Inga direkta problem med strategin kunde observeras från detta experiment men risken för skador vid ett eventuellt fall är potentiellt högre med denna strategi än de andra.

Utrymningsstrategi C var mindre förekommande än både A och B. Taktiken förekom endast av två personer i den äldre åldersgruppen som använde den i stället för utrymningsstrategi A. Tidsmässigt var strategin inte märkbart långsammare än strategi A, dock observerades taktiken som klumpig relativt till strategi A och med fler ingående steg.

Den sista utrymningsstrategin D var den enklaste strategin eftersom den involverade relativt få steg. Trots detta var den inte snabbare än strategi B och inte märkbart snabbare än strategi A och C, dock upplevs denna strategi som trygg för försökspersonerna. Det känns naturligt att denna strategi används av majoriteten av försökspersonerna eftersom invändig och utvändig höjd till fönstret är förhållandevis litet. Observationerna bekräftar att detta stämmer, förutom i scenario 4. Förhållandena för invändig och utvändig höjd i scenario 4, 6, 7 och 8 var i stort sett lika. Då kan frågan ställas varför strategin förekom endast en gång i scenario 4. En möjlig förklaring är att försökspersonerna i scenario 4 valde en strategi de var bekanta med och bredden i det scenariot möjliggjorde att använda dessa medan bredden i scenario 6 och 7 inte gjorde det.

Sammanfattningsvis för utrymningsstrategier ser man i detta experiment att både invändig och utvändig höjd till fönster, fönsterkonstruktion och fysisk förmåga påverkar valet av strategi. Eftersom fysisk förmåga har en korrelation till ålder medför detta ett samband mellan åldersgruppen och vilken utrymningsstrategi en person väljer. Huruvida fönsterdimensioner påverkar valet är svårt att tyda från detta experiment, men man kan tänka sig att exempelvis en liten fönsterbredd skulle förhindra personer att använda strategi A, vilket stämmer överens med observationerna från scenario 6 och 7.

Utifrån ett rent personflödesperspektiv är strategi B bäst eftersom den ger de högsta personflödena. Men när man tar hänsyn till hur trygga personer känner i samband med utrymning via fönster är det inte längre lika självklart vilken den bästa strategin är. Man kan också ställa sig frågan vad en bästa utrymningsstrategi innebär. En bästa utrymningsstrategi skulle kunna tolkas som den strategi som ger höga personflöden men som också samtidigt säkerställer att personer känner sig trygga medan de utrymmer. I det fallet beror det vilken åldersgrupp, fönstertyp och höjd till fönster som är aktuell innan man kan tala om en bästa utrymningsstrategi. Underlaget i detta experiment är inte tillräckligt för att göra ett uttalande om vilken utrymningsstrategi som är den objektivt bästa för ett givet fall.

5.4 Enkät

Enkäterna i experimentet användes för att kvantifiera de synpunkter försökspersonerna hade på olika scenariers svårighetsgrad och vilka aspekter de upplevde som obehagliga. Enkäternas validitet ansågs vara god eftersom frågorna var tydligt formulerade och entydiga svar efterfrågades. Från intervjustudien har det dock uppmärksammats raka motsatser från vad folk har svarat på enkäten och åsikter de gett under intervjun. Dessa motsägelser uppstod endast på den första delen av enkäten där försökspersonerna fick gradera hur väl de instämde på två påståenden. Antagligen har försökspersonerna tolkat en 6a som ”instämmer helt” i stället för ”instämmer inte alls” vilket har lett till motsägelsen mellan intervju och enkät i detta fall.

Enkätsvaren gällande svårighetsgraden för utrymning stämmer väl överens med mätningarna på personflödet. De sidohängda fönsterna som hade ett högre genomsnittligt personflöde än pivotfönstren bedömdes vara enklare att utrymma genom. På samma sätt stämde mätningarna överens med det upplevda obehaget hos försökspersonerna. Scenarierna i början av experimentet som använde sidohängda fönster och hade de snabbare personflödena upplevdes inte alls som obehagliga. De senare scenarierna då utrymning skedde genom pivotfönster och involverade höga höjder där personflöden var lägre upplevdes ett signifikant större obehag. Man kan se ett visst samband mellan lägre personflöde och ökat obehag. Det skedde ibland att en försöksperson graderade ett scenario enklare än förgående även om dennes tid inte förbättrades. Skillnaden mellan tiderna i de fallen var dock minimal men det är ändå intressant att personer upplevde en skillnad i svårighet även om tiderna inte alls speglar detta.

6 Slutsats

Resultat från de genomförda försöken och tidigare forskning tyder på att personflödet påverkas av de faktorer som listas i rapportens problemformulering, och svar till de frågor som rapporten avsåg att besvara listas nedan.

- Sidohängda fönster ger upphov till högre personflöden än pivothängda fönster. Fönsteröppningens bredd hade mindre påverkan på både flödet och personernas inställning än fönsteröppningens höjd.
- Utrymningsstrategin påverkade flödet märkbart. Invändig och utvändig höjd till fönster, fönsterkonstruktion och fysisk förmåga är alla faktorer som kan komma att påverka valet av utrymningsstrategi. Då ett samband mellan fysisk förmåga och åldersgrupp existerar så finns det även ett samband mellan åldersgrupp och valet av utrymningsstrategi.
- Både den invändiga och utvändiga höjden påverkade flödet och personernas uppfattning om utrymningen. Generellt är det bland de högre höjderna som tiderna och tryggheten påverkas negativt, men även vid låg invändig höjd i kombination med medelhög utvändig höjd upplevdes utrymningen som obehaglig.
- Ett tydligt samband kan dras mellan personflöde och åldersgrupper, där de äldre har lägre flöde än de yngre i samtliga experiment som genomfördes.

Fönster har fler påverkande faktorer än många andra delar av en utrymningsväg som ger stora utslag i personflödet, vilket medför svårigheter i både framtagandet och användandet av dimensionerande värden för utrymningsfönster. I experimentet mättes den snabbaste utrymningstiden genom ett sidohängt fönster till cirka 1,1 sekunder medan den långsammaste tiden mättes till cirka 13 sekunder. För pivotfönsterna mättes den snabbaste tiden till 2,5 sekunder och den långsammaste till 10 sekunder. Dessa spridningar i mätningarna visar utmaningen med att använda ett dimensionerande värde för personflöde vid fönsterutrymning.

Det personflöde som kan förväntas för fönster är i allmänhet mindre än dimensionerande värden som idag används för dörrar. Det kan vara av intresse att vidare undersöka ifall fönster kan tillåtas betjäna ett högre antal personer än vad boverket rekommenderar, i de fall då sidohängda fönster används. Det kan också vara av intresse att undersöka lämpligheten av den maximala utvändiga höjden på 2 meter som tillåts enligt BBR (Boverket, 2020). Detta på grund av det obehag som upplevdes av en del av försökspersonerna vid de högre höjderna.

Detta arbete belyser även behovet för vidare forskning inom området, eftersom det tidigare vetenskapliga arbete man hittade vid litteraturstudien var i mycket begränsad omfattning. För att vidare validera resultaten från både de experimenten som genomförts i detta arbete och för kommande studier kring fönsterutrymning, behövs mer omfattande försök med bland annat slumpmässigt urval av försökspersoner.

7 Referenser

- Arbetsmiljöverket, 2021. *Arbete på hög höjd*. [Online]
Available at: <https://www.av.se/produktion-industri-och-logistik/bygg/risker-vid-byggnad--och-anlaggningsarbeten/vanliga-riskfyllda-arbetsmoment-vid-byggnads--och-anlaggningsarbete/arbete-pa-hog-hojd/>
[Använd 23 Januari 2022].
- Babayan, L. H., 2017. *Utrymning genom inåtgående dörrar*, Lund: Division of Fire Safety Engineering.
- Boverket, 2020. *Boverket. Plan- och bygglag (2010:900)*. [Online]
Available at: <https://www.boverket.se/sv/lag--ratt/lagar-for-planering-byggande-och-boende/plan--och-bygglag-2010900>
[Använd 28 Januari 2022].
- Boverket, 2021. *Boverket*. [Online]
Available at: <https://www.boverket.se/sv/lag--ratt/forfattningssamling/gallande/bbr--bfs-20116/>
[Använd 28 01 2022].
- Boverket, 2021. *Boverkets byggregler, BBR, BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2020:4.*, Karlskrona: Boverket.
- Canter, D., Breaux, J. & Sime, J., 1980. *Domestic, Multiple Occupancy, and Hospital Fires*, Surrey: Jhon Wiley & Sons Ltd..
- Frantzich, H., 1992. *Utrymningsvägars fysiska kapacitet. Sammanställning och utvärdering av kunskapsläget*, Lund: Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety, Lund University.
- Frantzich, H., 1994. *A model for performance-based design of escape routes*, Lund: Lunds universitet.
- Frantzich, H., 2000. *Tid för utrymning vid brand*, Karlstad: Räddningsverket.
- Fruin, J. J., 1971. *Pedestrian planning and design*, New York: Metropolitan association of urban designers and environmental planners inc.
- Gwynne, S. M. V., Kuligowski, E. D., Kratchman, J. & Milke, J. A., 2009. *Questioning the linear relationship between doorway width and achievable flow rate*, Amsterdam: Fire Safety Journal.
- Höst, M., Regnell, B. & Runeson, P., 2011. *Att genomföra examensarbete*. 1:6 red. Lund: Studentlitteratur AB.
- Lennartsson, A. & Weyler, M., 2018. *Dörrkonfigurationens påverkan på flödet genom öppningar*, Lund: Brandteknik Lunds tekniska högskola Lunds universitet.
- Pauls, J., 1980. *Effective-width model for evacuation flow in buildings*, Boston: SFPE engineering application workshop pp 215-232.

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

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

Räddningstjänsten Syd, 2020. *HANDLINGSPROGRAM R-SYD*. Malmö: Räddningstjänsten Syd.

Riksdagen, 2011. *Plan- och byggförordning*. [Online]
Available at: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/plan--och-byggforordning-2011338_sfs-2011-338
[Använd 28 Januari 2022].

Stephanie, G., 2013. *StatisticsHowTo.com*. [Online]
Available at: <https://www.statisticshowto.com/large-enough-sample-condition/>
[Använd 24 Januari 2022].

Togawa, K., 1955. *Study on fire escapes on the observation of multitude currents*, Tokyo: Building Research Institute, Ministry of Construction.

Jag har tidigare erfarenhet av att klättra genom fönster, i utrymningssyfte eller ej.

1 Sant Falskt

Det var svårare än jag tidigare föreställt mig att utrymma genom ett fönster.

1 2 3 4 5 6

Instämmer helt Instämmer inte alls

Ju fler gånger jag tog mig genom fönstret, desto enklare blev det.

1 2 3 4 5 6

Instämmer helt Instämmer inte alls

Hur upplevde du utrymningen genom detta fönster?

1 2 3 4 5 6

Enkel Svår Medverkade ej

Om du ej medverkade i detta försök, _____
ge kortfattad förklaring till varför och _____
hoppa över nedanstående frågor.

Upplevdes någon av följande del av utrymningen som särskilt svår eller obehaglig?

Invändig höjd till fönster	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej
Fönstertyp	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej
Öppningens bredd	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej
Öppningens höjd	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej
Utvändig höjd till fönster	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej

1

Figur 39. Enkät till försökspersoner under experimenten, scenario 1

Bilaga B

I denna bilaga listas alla insamlade data från försöken.

Tabell 16. Samtliga deltagares uppmätta tider, försök 1

	Repetition 1	Repetition 2	Repetition 3	Repetition 4	Repetition 5
1	1,88	2,06	1,80	1,66	1,48
2	1,63	1,74	1,50	1,66	1,52
3	3,73	3,03	2,71	2,15	2,60
4	2,40	1,73	1,54	1,14	1,33
5	5,66	9,16	5,87	6,43	13,46
6	4,21	4,73	4,53	4,28	4,43
7	3,39	4,23	3,60	3,79	3,85
8	10,31	7,75	3,43	5,06	4,08
9	2,21	2,36	1,85	1,97	1,95

Tabell 17. Samtliga deltagares uppmätta tider, försök 2–11

	Försök 2	Försök 3	Försök 4	Försök 6	Försök 7	Försök 8	Försök 9	Försök 10	Försök 11
1	1,46	1,35	1,72	2,64	2,98	2,69	4,87	4,68	4,01
2	1,38	1,51	1,83	2,92	2,05	2,46	3,88	3,80	4,47
3	2,94	2,77	2,21	3,07	2,26	4,33	5,63	5,81	9,21
4	1,41	1,55	1,63	2,53	2,33	2,70	3,08	2,75	2,78
5	5,38	3,65	4,66	6,08	4,24	5,12	9,35	5,39	5,78
6	4,67	3,87	4,72	2,90	3,90	4,37	7,80	5,90	6,47
7	2,57	3,14	2,05	3,39	3,59	4,74	6,40	5,06	8,96
8	4,59	4,91	3,17	3,19	3,32	4,70	6,67	6,18	6,84
9	2,37	2,09	1,65	2,44	2,46	3,86	4,47	4,25	10,25

Tabell 18. Uppmätta tider försök 5, där grupperna utrymde samtidigt

Åldersgrupp	Försök 5
A	10,33
B	15,28
A + B	25,78

I Tabell 19 nedan visas samma data som i Tabell 17, med försökspersonerna på den vertikala delen och försöken på den horisontella. I tabellen har även en färgskala implementerats. Varje

försök har en egen färgskala, där den mest långsamma tiden är i rött och snabbaste tiden är i grönt. Med hjälp av färgskalan kan man enklare se vilka personer som presterade bäst och sämst i varje försök.

Tabell 19. Samtliga deltagares uppmätta tider med färgskala, försök 2–4 och 6–11.

Deltagare	Försök 2	Försök 3	Försök 4	Försök 6	Försök 7	Försök 8	Försök 9	Försök 10	Försök 11
1	1.46	1.35	1.72	2.64	2.98	2.69	4.87	4.68	4.01
2	1.38	1.51	1.83	2.92	2.05	2.46	3.88	3.80	4.47
3	2.94	2.77	2.21	3.07	2.26	4.33	5.63	5.81	9.21
4	1.41	1.55	1.63	2.53	2.33	2.70	3.08	2.75	2.78
5	5.38	3.65	4.66	6.08	4.24	5.12	9.35	5.39	5.78
6	4.67	3.87	4.72	2.90	3.90	4.37	7.80	5.90	6.47
7	2.57	3.14	2.05	3.39	3.59	4.74	6.40	5.06	8.96
8	4.59	4.91	3.17	3.19	3.32	4.70	6.67	6.18	6.84
9	2.37	2.09	1.65	2.44	2.46	3.86	4.47	4.25	10.25

Tabell 20. Information om deltagarna, och deras svar på de inledande enkätfrågorna.

Deltagare	Kön	Åldersgrupp	Tidigare erfarenhet	Svårare än jag hade föreställt mig 1 – Instämmer helt 6 – Instämmer ej	Enklare allteftersom 1 – Instämmer helt 6 – Instämmer ej
1	Man	A	Ja	5	4
2	Man	A	Ja	6	3
3	Kvinna	A	Nej	5	4
4	Man	A	Nej	5	2
5	Man	B	Nej	3	3
6	Man	B	Nej	6	4
7	Man	B	Nej	6	6
8	Kvinna	B	Nej	5	6
9	Kvinna	B	Nej	6	6