

Utrymning via rulltrappor

Ann-Sophie Jakobsson
Viktor Karlsson

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

Brandteknik och Riskhantering
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet

Report 5299, Lund 2009

Utrymning via rulltrappor

**Ann-Sophie Jakobsson
Viktor Karlsson**

Lund 2009

Titel

Utrymning via rulltrappor

Title

Egress through escalators

Författare

Ann-Sophie Jakobsson & Viktor Karlsson

Report 5299

ISSN: 1402-3504

ISRN: LUTVDG/TVBB--5299--SE

Number of pages: 46**Sökord**

Rulltrappor, Knutpunkten, utrymning, gånghastighet, personflöde, persontäthet

Keywords

Escalators, Knutpunkten, egress, walking speed, flow of pedestrian traffic, occupant load factor

Abstract

The object of this report is to investigate whether it's suitable or not to use escalators in exits. To make this determination, it is necessary to examine walking speeds and pedestrian traffic. Practical experiments were executed at Knutpunkten, Helsingborg, where travellers were filmed while using the escalators. The experiments were designed to test a number of variables using pre-determined scenarios. The films were later studied and walking speeds and traffic flow were received. The material also gave important insights about people's reactions and behaviour while using the escalators. The results show small differences in walking speed between stairs and escalators. Despite this, it is not considered suitable to use today's escalators as a means of exit. This conclusion is based on various factors that were observed during the practical experiments.

Disclaimer

Författarna ansvarar för innehållet i rapporten

© Copyright: Brandteknik och Riskhantering, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2009.

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

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

Telefon: 046 - 222 73 60

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

brand@brand.lth.se
<http://www.brand.lth.se/english>
Telephone: +46 46 222 73 60

Sammanfattning

Rulltrappor används idag frekvent i många olika typer av objekt, som till exempel köp- och trafikcenter. Vanligtvis finns trappor som komplement och det är trapporna som ska fungera som utrymningsvägar. Eftersom rulltrapporna används till vardags kommer de förmodligen även att användas vid utrymning. Målet med denna rapport är att undersöka huruvida rulltrappor är lämpliga vid utrymning eller ej. Ett delmål för att kunna avgöra detta är att ta fram gånghastigheter och personflöden i rulltrappor.

Försök utfördes på Knutpunkten, Helsingborg, där tågresenärer filmades då de använde rulltrapporna. Försöken delades på förhand in i olika scenarier där varje scenario representerar en unik situation. I några av scenarierna var rulltrapporna stillastående och i andra var de i drift. En barnvagn användes för att undersöka hur hinder påverkar gånghastigheter och personflöden.

Filmmaterialet studerades sedan och gånghastigheter samt flöden togs fram. Materialet gav även en rad viktiga lärdomar om hur människor reagerar och uppför sig när de går i rulltrappor.

Standarder och föreskrifter gällande rulltrappor utomlands studerades. Detta för att erhålla en bild av hur rulltrappor där används i utrymningssammanhang. Även övrig litteratur angående rulltrappor var till nytta då resultaten skulle tolkas. Då alternativet till rulltrappor ofta är trappor jämfördes resultaten med genomförda trappförsök.

Resultaten från genomförda försök tillsammans med litteraturen inom området visar att rulltrappornas utformning behöver ses över om de ska användas vid utrymning. Det är bland annat driftsäkerheten, rulltrappornas bredd och risken för fallolyckor som kan verka negativt vid en utrymning. Då resultat från genomförda försök visar att det inte är så stor skillnad mellan gånghastigheter i trappor och rulltrappor finns det goda möjligheter att utveckla dagens rulltrappor för att kunna använda dessa vid utrymning.

Summary

Today, Escalators are frequently used in various structures, for example, shopping-malls and transit hubs. Stairs usually complement escalators and function as a means of exit. Because escalators are used on such a routine basis, they will probably also be used in exits. The objective of this report is to investigate whether it's suitable or not to use escalators in exits. To make this determination, it is necessary to examine walking speeds and the flow of pedestrian traffic.

Practical experiments were executed at Knutpunkten, Helsingborg, where travelers were filmed while using the escalators. The experiments were designed to test a number of variables using pre-determined scenarios that each represented a unique situation. In some of the scenarios the escalators stood still, and in others they were operating. A stroller was used to examine how an obstacle affects the walking speed and flow of pedestrian traffic.

The films were later studied and walking speeds and traffic flow were received. The material also gave important insights about peoples' reactions and behavior while using the escalators.

Standards and regulations concerning escalators in other parts of the world were studied. This was done to gain an understanding of how escalators are used as a means of exit. Additionally, other literature proved beneficial when interpreting the results. Because the alternative to escalators is often stairs, the results were compared with results received from similar experiments in which stairs were studied.

Accomplished experiment together with the literature within the field shows that the escalators design needs to be investigated if they shall be used at evacuation. It is, among other things, the reliability, the narrow step width of the escalators and the risk of fall-accident who can have a negative effect at evacuation. When the result also shows a small difference in walking speed and flow of pedestrian traffic between stairs and escalators, there are good chances to develop the escalators of today to be used at evacuation.

Förord

Detta examensarbete utförs som ett avslutande moment på Brandingenjörsprogrammet vid Lunds Tekniska Högskola. Arbetet har utförts vid avdelningen för Brandteknik och Riskhantering.

Vi vill börja med att tacka vår handledare, universitetslektor Håkan Frantzich, för hans stöd och goda råd under hela arbetsprocessen.

Stort tack även till samtliga personer vi varit i kontakt med på vårt försöksobjekt Knutpunkten i Helsingborg. Bland dessa vill vi lyfta fram de trevliga killarna på G4S som med glädje hjälpte oss under våra praktiska försök.

Övriga personer att tacka är Rolf Åkerstedt samt Jan Ekström på SL för deras snabba och trevliga svar, Patrik Håkansson samt Niklas Andersson på Thyssen Krupp för hjälp med viktig information, Daniel Nilsson för all hjälp med tekniska problem och Sven-Ingvar Granemark som alltid ställer upp när något behöver ordnas.

Sist men inte minst så vill vi tacka våra vänner, som befinner sig på traineeplatser utomlands, för att ni så snabbt och gärna hjälpte oss med att få svar på våra frågor.

Lund, 2009

Ann-Sophie Jakobsson och Viktor Karlsson

Innehåll

1 Inledning.....	11
1.1 Bakgrund.....	11
1.2 Frågeställning.....	12
1.3 Mål och syfte.....	12
1.4 Målgrupp.....	12
1.5 Metod.....	12
1.7 Avgränsningar.....	13
1.8 Rapportens struktur.....	13
2 Teori.....	14
2.1 Rekommendationer.....	14
2.2 Säkerhetskrav.....	14
2.3 Olyckor i rulltrappor.....	15
2.4 Utrymning.....	15
2.5 Rulltrappor utomlands.....	15
2.5.1 Australien.....	15
2.5.2 USA.....	16
2.5.3 Storbritannien.....	17
2.6 Trappor.....	17
2.6.1 Gånghastigheter och personflöde i trappor.....	18
2.6.2 Begrepp.....	18
2.7 Rulltrappsrelaterade olyckor bland barn och äldre.....	19
2.7.1 Escalator-Related Injuries Among Children in the United States, 1990–2002.....	19
2.7.2 Escalator-related injuries among older adults in the United States, 1991–2005.....	19
3 Praktiska försök.....	20
3.1 Försöksobjekt.....	20
3.2 Försöksuppställning.....	21
3.3 Genomförande.....	23
3.4 Försökspersoner.....	24
3.5 Analys.....	24
4 Resultat.....	25
4.1 Enskilda resenärer.....	25
4.1.1 Scenario 1 och 2, rulltrappor i drift.....	25
4.1.2 Scenario 3 och 4, stillastående rulltrappor.....	25
4.2 Resenärer i grupp.....	26
4.2.1 Scenario 5 och 6, rulltrappor i drift.....	26
4.2.2 Scenario 7 och 8, stillastående rulltrappor.....	27
4.3 Hinder i rulltrappan.....	28
4.3.1 Scenario 9 och 10, rulltrappor i drift.....	28
4.3.2 Scenario 11 och 12, stillastående rulltrappor.....	28
4.4 Nedsatt rörelseförmåga.....	29
4.4.1 Scenario 13 och 14, rulltrappor i drift.....	29
4.4.2 Scenario 15 och 16, stillastående rulltrappor.....	29
5 Diskussion.....	30
5.1 Människors gånghastighet i stillastående rulltrappor.....	30
5.1.1 Grupp respektive enskilda resenärer.....	30
5.1.2 Morgon respektive kväll.....	30
5.1.3 Upp- respektive nedför.....	30
5.2 Personer med nedsatt rörelseförmåga.....	30
5.3 Hinder.....	31
5.4 Reversering av rulltrappor.....	31
5.5 Jämförelse mellan rulltrappor och trappor.....	32
5.6 Försöksmetodik.....	33
5.6.1 Försöksuppställning och utrustning.....	33
5.6.2 Försöksobjektet.....	33
5.6.3 Försökstillfällen.....	33
5.7 Utrymning via rulltrappor.....	33

6 Slutsatser.....	35
8 Referenser	36
Bilaga A - Översikt rulltrappor (KONE).....	37
Bilaga B - SL.....	38
Bilaga C - Försök.....	39

1 Inledning

Detta kapitel innefattar bakgrund, frågeställningar, mål och syfte med arbetet. Vidare beskrivs även målgrupp, metod och avgränsningar.

1.1 Bakgrund

I Sverige installerades de första rulltrapporna på 1930-talet. De installerades då bland annat i varuhuset PUB vid Hötorget och på Saltsjöbadens station vid Slussen i Stockholm [Populär historia, 2003]. Sedan dess har utvecklingen av design och material gått framåt och transportmedlet är idag mycket vanligt förekommande i olika slags verksamheter. Det finns idag ca 2 000 rulltrappor, i Sverige, och varje år tillkommer 60-80 stycken [SIS, 2008].

Det finns ett flertal större rulltrappstillverkare. Bland dessa kan nämnas pionjärerna Otis AB samt KONE. Hur rulltrappan projekteras beror på var den ska uppfylla sitt syfte. Rulltrappor dimensioneras och anpassas till olika verksamheter och då varierar till exempel material, bredd, lutning och hastighet. De olika modellerna av rulltrappor delas vanligen in i två olika huvudkategorier, där rulltrapporna är anpassade för olika behov. Dessa kategorier är rulltrappor för kommersiellt bruk respektive tyngre miljöer. Rulltrapporna under respektive kategori kan vidare modelleras för att anpassas till varje unik installation [Otis, 2008].

Rulltrappor för kommersiellt bruk är de som placeras i lättare miljöer såsom köpcenter, kontor och hotell. Här är personflödet oftast inte så tungt och påfrestningen är därmed mindre. Rulltrapporna här måste utformas så att de uppfyller vissa kommersiella kriterier. Bland annat ska de vara ekonomiska, tysta och ha en jämn gång. Vidare så är estetiken viktig i dessa objekt. Till tyngre miljöer räknas till exempel trafikcenter som tunnelbana och tågstationer. Här är trafiken ofta intensiv och det ställs då krav på bland annat robusthet för att rulltrappan ska stå emot det mest påfrestande användandet. Andra egenskaper som ska uppfyllas i tungt belastade rulltrappor är pålitlighet och säkerhet.

Rulltrappor används idag frekvent i objekt som till exempel köpcenter, stationer och flygplatser. Syftet med dessa är att på ett snabbt och smidigt sätt kunna transportera stora grupper med människor. I köpcenter har rulltrappor en viktig funktion vad gäller att bekvämt förflytta människor mellan olika våningsplan. Transportsättet kräver ingen ansträngning från kunderna, till skillnad från trappor, vilket kan bidra till att kundflödet uppåt blir större [Lebeda & Saesan, 2005]. Detta förutsätter dock att rulltrapporna är i drift. Oftast finns vanliga trappor som komplement till rulltrapporna men dessa är inte alltid synliga. Rulltrapporna är dessutom den normala in- och utgången, vilket medför att dessa även känns naturliga att använda i en utrymningssituation. Vanligen stoppas rulltrapporna då utrymning skall ske men det finns undantag, till exempel i Stockholms tunnelbana, där rulltrappor istället reverseras för att gå i utrymningsriktning.

Det finns ett stort antal faktorer som kan spela roll vid lämplighetsbedömning av rulltrappor som en del i utrymningen. Bland dessa kan nämnas människors tillförlit till rulltrappor och därmed deras rörelsemönster i dessa. Vidare finns det skillnader vad gäller dimensioner. Rulltrappor har ofta mindre stegbredd vilket kan innebära att människor inte lika självklart passerar varandra och att personflödet därmed kan bli lägre än i en trappa. Den knappa bredden kan även medföra att resenärer tappar balansen då stressade medresenärer tränger sig förbi. Då rulltrappan är stillastående finns det ytterligare problematik som är viktigt att beakta. Personer med till exempel barnvagn, bagage eller rullator kan få svårigheter att ta sig upp eller ner och detta kan medföra att rulltrappan blir blockerad. Rulltrappor har också högre steghöjd än trappor vilket innebär att den

fysiska ansträngningen är större då människor ska gå i dessa. Ovanstående faktorer påverkar i ännu högre grad då personer med nedsatt rörelseförmåga ska gå i rulltrappor.

Det finns alltså en mängd klara skillnader mellan rulltrappor och vanliga trappor. Skillnader som påverkar människors rörelse i såväl den vardagliga användningen som i en utrymningssituation. Av någon anledning så finns det i dagsläget få dokumenterade försök, utförda i rulltrappor, och därmed knappt med underlag som beskriver människors rörelse i dessa. För att kunna avgöra huruvida det är lämpligt att ha rulltrappor som en del i utrymningsdimensioneringen krävs kunskap om människors rörelse och beteende. Ett flertal forskare har, genom praktiska försök, tagit fram material angående bland annat människors rörelsemönster och gånghastighet i vanliga trappor. Då vanliga trappor ofta är en del av utrymningsstrategin känns det både relevant och intressant att använda dessa resultat vid en jämförelse med utförda försök i rulltrappor.

1.2 Frågeställning

Följande frågeställningar har tagits fram och ska undersökas och besvaras i rapporten:

- *Hur dimensioneras rulltrappor, generellt, idag och vilka faktorer kan vara viktiga att beakta då det gäller att uppnå en tillfredställande utrymning?*
- *Vilka värden kan man förvänta sig vad gäller flöde och gånghastighet i båda riktningar?*
- *Hur fungerar det att förflytta sig i en stillastående rulltrappa med eller utan hinder?*
- *Vanligen stannar rulltrapporna då en utrymningssituation uppstår. Alternativt kan dessa reverseras så att de vid larm ändrar rörelseriktning och går i riktning mot utrymningsväg. Vilka konsekvenser får detta?*
- *Vilka skillnader finns det vid en jämförelse av rulltrappor och vanliga trappor vad gäller personflöde och människors gånghastighet?*

1.3 Mål och syfte

Målet är att utreda om det är lämpligt eller ej att använda rulltrappor vid utrymning. Detta skall ske genom praktiska försök där gånghastigheter, personflöden och övriga aspekter analyseras.

Syftet med examensarbetet är att besvara ett antal frågeställningar och ta fram material som kan vara till hjälp när rulltrappor ska projekteras i utrymningsväg, då det i dagsläget ej finns tillfredställande underlag.

1.4 Målgrupp

Rapporten riktar sig främst till brandskyddskonsulter och räddningstjänstpersonal men kan även vara av intresse för rulltrapps- och byggnadsprojektörer.

1.5 Metod

Framtagandet av denna rapport innefattar olika faser enligt nedan:

- Under uppstarten tas kontakt med handledare och examinator. En projektplan arbetas fram.
- Grundlig litteratursökning för att undersöka vad som tidigare gjorts inom området. Även material gällande vanliga trappor eftersöks, då detta ska användas för att kunna göra

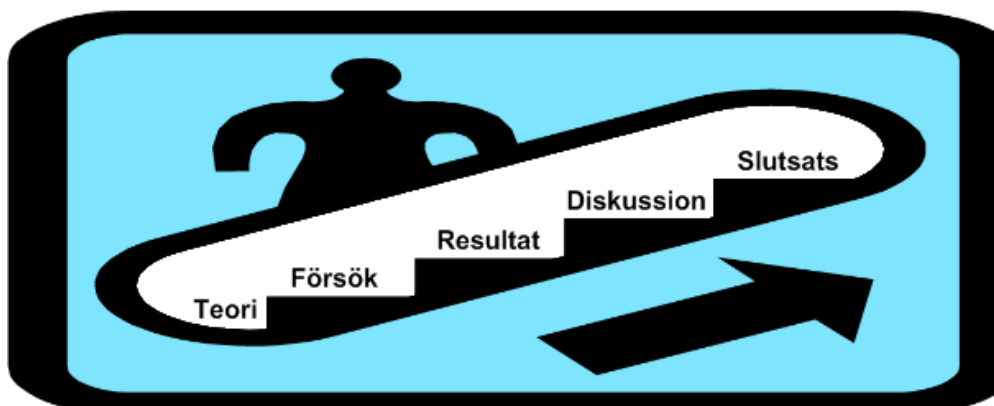
- En försöksplan upprättas. I denna beskrivs syftet med försöken samt hur dessa ska utföras. Kontakter med berörda personer upprättas och försöksmaterial anskaffas.
- Försöksobjektet besöks vid fem tillfällen och under två av dessa utförs praktiska försök som videodokumenteras. Försöksmetod beskrivs grundligt längre fram i rapporten.
- Videomaterialet analyseras noga. Ur materialet erhålls eftersökta gånghastigheter, personflöden och intressanta observationer.
- Diskussioner kring erhållna försöksvärden och intressanta observationer förs och dokumenteras. Av detta dras sedan slutsatser som kan besvara de uppsatta frågeställningarna.
- Under avslutningsfasen slutförs rapporten och en presentation av denna arbetas fram och genomförs muntligt.

1.7 Avgränsningar

Rapporten behandlar endast rulltrappor för kommersiellt bruk och transport (tågstationer, flygplatser m.m.), industrirulltrappor utelämnas. Ingen hänsyn tas till ekonomiska aspekter vid eventuella förslag eller alternativa lösningar.

1.8 Rapportens struktur

I Figur 1.1 visas vilken struktur rapporten följer. I teorikapitlet presenteras fakta kring bestämmelser i Sverige samt utomlands, säkerhetskrav, utrymning och olyckor. Vidare presenteras även fakta om trappor och forskning kring dessa. I försökskapitlet beskrivs de praktiska försök som genomförts. Detta kapitel efterföljs av ett resultatkapitel. I Kapitel ”Diskussion” förs diskussioner kring både observationer och kvantitativa resultat. Dessa diskussioner leder sedan fram till ett antal slutsatser.



Figur 1.1: Rapportstruktur

2 Teori

Detta kapitel behandlar teori kring dagens rulltrappor och vilka bestämmelser som går att finna kring dessa, i Sverige och i utlandet. Vidare behandlas även forskning kring människors rörelse i vanliga trappor.

2.1 Rekommendationer

Rulltrappor behandlas ej i Boverkets byggregler men kommenteras i Boverkets publikation om utrymningsdimensionering [Boverket, 2006]. I denna går följande att läsa:

"Rulltrappor bör undvikas som del i en utrymningsväg. En rulltrappa är inte lika tillgänglig som en fast trappa på grund av underhållsarbeten m.m. vilket bör beaktas om rulltrappan ingår i den gångväg som leder till en utrymningsväg. Gånghastigheten i en stillastående rulltrappa är lägre jämfört med en traditionell trappa".

Vidare behandlas rulltrappor i utrymningsituationer ej i några andra föreskrifter eller allmänna råd.

2.2 Säkerhetskrav

Beroende på behovet där rulltrappan installeras dimensioneras den på olika sätt vad avser till exempel bredd, steghöjd, lutning och hastighet. Hastigheten är ofta något högre på rulltrappor i trafikcenter än i till exempel köpcenter. Detta eftersom människor som transporteras i trafikcenter har ett bestämt mål och syftet är att ta sig fram snabbt. I köpcenter däremot ska människor hinna se sig omkring och reflektera över utbudet.

Säkerhetsaspekten är av största vikt vid användande och service av rulltrappor. Det är därför viktigt att rulltrappan konstrueras och installeras enligt en internationellt godkänd säkerhetsstandard. Inom EU tillämpas standard EN 115. Denna standard täcker in alla aspekter samt krav vad gäller konstruktion och installation. EN 115 gäller för alla rulltrappor som projekteras efter att standarden införts. Det rekommenderas dock att även äldre rulltrappor anpassas för att följa de krav som ställs i denna. I KONE:s planeringsguide för rulltrappor och gångband, enligt EN 115, beskrivs dessa aspekter [KONE, 2008], se utdrag i Bilaga A. I denna skrift är bland annat nedanstående parametrar viktiga att beakta.

Lyfthöjd: Det finns ingen begränsning vad gäller den vertikala stigningen på en rulltrappa. Överstiger rulltrappans lyfthöjd 6 000 mm får stigningsvinkeln ej överstiga 30 grader och det måste då även finnas minst tre horisontella steg (1200 mm) före och efter stigning.

Stigningsvinkel: Maximalt tillåten lutning är 35 grader. Vid denna lutning får hastigheten ej överskrida 0,5 m/s och den maximalt tillåtna lyfthöjden är 6000 mm. Rulltrappor med lutning på 30 grader eller mindre tillåts ha vilken hastighet som helst, upp till en maximal hastighet på 0,75 m/s. Vidare finns då inga begränsningar på lyfthöjden.

Horisontella steg: En rulltrappa måste ha minst två horisontella steg före och efter stigning. Det förutsätts dock att hastigheten ej överskrider 0,5 m/s och att lyfthöjden är lägre än 6000 mm. Högre hastigheter och lyfthöjder kräver tre horisontella steg.

Hastighet: Den maximalt tillåtna hastigheten på en rulltrappa är 0,75 m/s. Denna hastighet är endast lämplig i tungt trafikerade rulltrappor med hög lyfthöjd och är därför ej vanligt

förekommande. En vanligare hastighet i rulltrappor är 0,5 m/s. Högre hastigheter än så kräver bland annat att stigningsvinkeln understiger 30 grader samt minimum tre horisontella steg före och efter stigning. För tungt trafikerade rulltrappor i publika miljöer är det relativt vanligt med en hastighet på 0,65 m/s.

Stegbredd: Minsta och största tillåtna stegbredd är 580 mm respektive 1100 mm. I Europa använder rulltrappstillverkarna sig av tre standardiserade stegbredder. Dessa är 600 mm, 800 mm och 1000 mm. Dessa tre stegbredder är tillåtna vid alla lyfthöjder, vinklar och hastigheter.

2.3 Olyckor i rulltrappor

I Stockholms tunnelbana finns drygt 400 rulltrappor och varje dag görs cirka en miljon resor. Genom SL:s entreprenör Veolia har olycksstatistik tagits fram och denna visar att det varje år inträffar cirka 130 fallolyckor i deras rulltrappor. De drabbade utgörs i majoritet av två grupper, äldre samt alkoholpåverkade människor. Olyckor där äldre är inblandade sker oftast på grund av att de har svårt med på- och avstigning och lätt tappar balansen. En annan vanlig orsak är att de tappar balansen då stressade resenärer tränger sig förbi. En tredje orsak är att rulltrappan plötsligt nödstoppas, går ryckigt eller att handledaren ej går i takt med trappstegen [Ekström, 2009].

En annan vanligt förekommande händelse är att personer fastnar med klädesplagg eller i värsta fall kroppsdelar i rulltrappan. I de fall något fastnar slår nödstoppet till automatiskt och rulltrappan stannar.

2.4 Utrymning

Enligt standard EN 115 är det förbjudet att stanna rulltrapporna då personer befinner sig i dessa, undantag görs dock vid brand. Vanligen är rulltrapporna programmerade så att de stannar automatiskt då brandlarmet utlöser. De ska då stanna mjukt för att förhindra att eventuella passagerare tappar balansen och faller.

Ett alternativ till att stanna de rulltrappor som går motsatt utrymningsriktning, i en utrymningssituation, är att reversera dem så att samtliga rulltrappor istället går i utrymningsvägens riktning. Denna metod kräver dock att någon ansvarig har visuell kontakt, direkt på plats eller via kamera, så att rulltrappan inte är full av passagerare som kan falla vid stoppet. Reversering bör ej utföras på äldre rulltrappor då det finns en risk för att dessa havererar. SL har som policy att rulltrapporna alltid ska vara i rörelse i en utrymningssituation. Spärrexpeditören har som uppgift att se till att två rulltrappor går uppåt vid en utrymning, se Bilaga B. Vid en brand ska rulltrapporna, i rörelseriktning mot brand och brandgaser, stoppas och i de fall det är möjligt reverseras för att gå i utrymningsriktning [Åkerstedt, 2009].

2.5 Rulltrappor utomlands

Nedan beskrivs olika länders regler och rekommendationer gällande rulltrappor och utrymning.

2.5.1 Australien

The Building Code of Australia (BCA) reglerar byggnadsprocessen och med detta även projektering av brandskydd. Lagen är framtagen av Australian Building Codes Board (ABCB) och gäller i samtliga stater och territorier. Ett av målen med BCA är bland annat att uppnå ett nationellt konsekvent och effektivt byggande [ABCB, 2005].

Enligt BCA är det ej tillåtet att använda rulltrappor som en del i utrymningsvägen. Lagen tillåter ej utrymning via en rörlig trappa och heller inte att steghöjden överstiger 190 mm [BCA, 2008]. Även om dimensionerna på rulltrappan vore tillräckliga så bortses det ej från faktumet att rulltrappan, vid brandlarm, stannar tvärt och därmed kan utgöra en risk för fallolyckor.

2.5.2 USA

I USA finns inga nationella föreskrifter utan varje delstat och kommun har rätt att själva utforma sina regler vilket medför en viss variation mellan olika delar i USA. Det vanliga är dock att de vid brandskyddsdimensionering använder sig av de standarder som NFPA (National Fire Protection Associations) givit ut. Två standarder som behandlar rulltrappor som en del i utrymningen är NFPA 101, Life Safety Code, och NFPA 130, Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems.

I NFPA 101 står bland annat följande skrivet:

Rulltrappor får ej utgöra del i utrymningsvägen såvida de inte är redan existerande och godkända enligt äldre standarder. I äldre standarder var de godkända i utrymningssyfte men då delar av rulltrappan, till exempel steg, kan komma att bortmonteras för reparation kan det ej garanteras att de alltid är tillgängliga i en utrymningssituation. Av denna anledning är det ej tillåtet att nya rulltrappor utgör en del av utrymningsvägen. Existerande rulltrappor som godkänts enligt äldre koder får fortsätta utgöra en del av utrymningsvägen om de uppfyller vissa krav. Då rulltrappor i existerande byggnader utreds skall ett antal punkter beaktas. Följande punkter är tagna ur äldre koder och skall fungera som vägledning:

- Rulltrapporna skall följa de krav som ställs på trappor (NFPA 101 kapitel 7.2.2.) Det förutsätts att där rulltrappor ska fungera som en del i utrymningen skall de fortsätta att fungera vid en brand. Om de ändå skulle stanna på grund av elektriskt fel kan de användas som vanliga trappor.
- Rulltrappor som används vid utrymning skall endast fungera i utrymningsriktning. Vanligtvis är rulltrappor projekterade i par, en uppåt- och en nedåtgående. Skulle elfel inträffa i båda kan båda användas för utrymning. Problem kan uppstå om strömmen ej stängs av i en nödsituation. En trappa kommer då att gå i riktning motsatt utrymning. Av denna anledning skall endast de rulltrappor som går i utrymningsriktning räknas som del i utrymningsvägen.
- En rulltrappa med bredden 810 mm är dimensionerad för utrymning av 75 personer och en med bredd 1220 mm för 150 personer. Även om en person ej behöver förbruka energi eller röra sig, vid utrymning via en fungerande rulltrappa, måste det beaktas att många människor är rädda för rulltrappor. Många är dessutom extremt försiktiga då de närmar sig och ska stiga på rulltrappan. Detta är faktorer som kan medverka till att en flaskhals bildas. En rulltrappa skulle behöva vara bredare än en vanlig trappa för att klara utrymning av samma personantal

I NFPA 130 behandlas utrymning vid trafikcenter/stationer och i denna står bland annat att rulltrappor skall vara tillåtna som utrymningsväg på stationer förutsatt att följande tre kriterier uppfylls:

1. Rulltrapporna är konstruerade av obrännbart material.
2. Rulltrapporna som går i utrymningsriktning skall tillåtas fortsätta fungera i en utrymningssituation.

3. Rulltrappor som går motsatt utrymningsriktning skall kunna stoppas från annan plats eller manuellt vid rulltrappan.

Vidare står det skrivet att stoppade rulltrappor skall tillåtas att startas i utrymningsriktning förutsatt att de kan startas även då passagerare befinner sig rulltrappan och att dessa då varnas. Varningsmeddelande skall utgå från en plats där det är möjligt att visuellt övervaka hela rulltrappan.

2.5.3 Storbritannien

The Building Regulations 2000 reglerar alla delar av byggprocessen, brandskyddet inkluderat. Delen som behandlar brandskydd, Approved Dokument B, är uppdelad i två delar vilka uppdaterades senast år 2007. Första delen (AD-B vol.1) behandlar brandskyddet för bostadshus, och andra delen berör övriga byggnader (AD-B vol.2) [ODPM, 2007].

I Storbritannien är rulltrappor ej godkända som utrymningsväg eller del av sådan. I AD-B vol.2 står följande skrivet:

Escalators should not be counted as providing predictable exit capacity, although it is recognised that they are likely to be used by people who are escaping.

Stationer och tunnelbanesystem är dock undantag vad gäller förbudet och här tillämpas ofta standarden NFPA 130 som tillåter rulltrappor. London Underground använder sig dessutom av ett eget standarddokument som godkänner rulltrappor som en del av utrymningsstrategin.

2.6 Trappor

Ett flertal olika forskare har genom olika slags försök tagit fram information om människors gånghastighet i olika situationer. Vidare har de undersökt vilka olika faktorer som kan påverka hastigheten och därmed personflödet i till exempel en trappa. Vad gäller gånghastighet i trappor så kan stora skillnader identifieras mellan enskilda individer, om hänsyn tas till persontäthet och ifall individerna utsätts för dålig sikt på grund av brandgaser.

Vid dimensionering av utrymningsvägar kan 0,5 – 0,8 m/s användas för nedåtriktad trafik i trappa respektive 0,4 – 0,6 m/s för uppåtriktad trafik. Försök har visat att hastigheten är kraftigt beroende av vilken persontäthet som råder. Olika forskare har tagit fram olika matematiska uttryck för beräkningar av gånghastighet som funktion av persontäthet. De olika modellerna skiljer sig åt men resultaten visar i stort sett desamma, att ökad persontäthet medför minskad hastighet. Det har visat sig att hastigheten oftast är konstant fram till det att persontätheten överstiger 0,5 pers/m² och sedan avtar med ökande persontäthet. Då persontätheten ökar får individerna svårare att röra sig obehindrat och förflyttningen övergår från att ha styrts av enskild person till att bli en grupp rörelse [Frantzich, 1993].

2.6.1 Gånghastigheter och personflöde i trappor

Av befintliga rapporter, gällande gånghastigheter i trappor, har två valts ut. I rapporterna redovisas de praktiska försök som utförts i trappor och de gånghastigheter som erhöles. Mått på trapporna som användes i försöken är relativt överensstämmande med rulltrapporna som använts i försök på Knutpunkten. Nedan redovisas dimensioner på trapporna, tabell 2.1 och 2.2, samt gånghastigheter i dessa.

Tabell 2.1: Dimensioner på de trappor som användes i Fruins försök

Steghöjd	Stegdjup	Lutning
0,18 m	0,29 m	32°

Fruins försök gav gånghastigheter på 0,79 m/s för nedåtgående respektive 0,60 m/s för uppåtgående [Frantzich, 1993].

Tabell 2.2: Dimensioner på de trappor som användes i Frantzich försök

Steghöjd	Stegdjup	Lutning
0,18	0,28 m	32°

Frantzich försök gav gånghastigheter på 0,69 m/s för nedåtgående respektive 0,56 m/s för uppåtgående [Frantzich, 1996].

Melinek och Booth har räknat fram ett medelvärde av personflöden som tagits fram ur en mängd olika försök. Medelvärdet anges i person/s och meter (trappans bredd) och blev 1,1 för nedåtgående respektive 1,15 för uppåtgående [Frantzich, 1993].

2.6.2 Begrepp

Personflöde

Beskriver antal personer/sekund som passerar en viss punkt.

Persontäthet

Anges vanligtvis som antal personer per ytenhet, till exempel antal personer per kvadratmeter.

Gånghastighet

Hastighet för trappor kan anges antingen parallellt med planet eller som horisontell komponent av hastigheten längs lutningen. Då flödesberäkningar ska utföras används den senare. Anledningen till detta är att persontäthet oftast anges per horisontell ytenhet. Enhet [m/s].

Utrymningsväg

Med utrymningsväg avses en väg från en brandcell till det fria eller till annan säker plats.

Utrymningsvägen kan utgöras av:

- en utgång direkt till det fria eller till en säker flyktplats eller
- en gångväg; korridorer, trapphus, loftgångar i eller utanför byggnaden som leder till det fria eller till en säker flyktplats.

[Utrymningsdimensionering, 2006]

2.7 Rulltrappsrelaterade olyckor bland barn och äldre

Intressanta artiklar angående olyckor i rulltrappor har studerats och sammanfattas nedan.

2.7.1 Escalator-Related Injuries Among Children in the United States, 1990–2002

Artikeln är en epidemiologisk studie av rulltrappsrelaterade skador bland barn under 20 år där fokus i artikeln ligger på barn under fem år [McGeehan et al, 2006]. Materialet som studerades var rulltrappsrelaterade skador som rapporterats till *National Electronic Injury Surveillance System of the US Consumer Product Safety Commission (NEISS)* mellan 1990-2002.

Författarna delar upp olyckorna i olika kategorier och åldersgrupper. Skadorna delas in efter vilken mekanism som orsakade skadan, vilken del av kroppen som skadades och vilken typ av skada som orsakades.

Resultaten visar att barn under fem år oftare drabbas av skador i rulltrappor än äldre barn och därför anses det att barn bör övervakas noga vid transporter i rulltrappor. Av de skademekanismer som förekommer är det vanligt med olyckor där barnen fastnar. Rulltrappornas design bör därför ses över för att reducera dessa skador. Barnvagnsrelaterade skador förekommer relativt ofta och därför anses det att barnvagnar inte ska användas i rulltrappor. Istället bör hiss användas och när det inte är möjligt bör barnen bäras.

2.7.2 Escalator-related injuries among older adults in the United States, 1991–2005

Likt föregående artikel har skadestatistik från NEISS granskats [O'Neil, 2008]. Men i denna artikel är det statistik bland äldre (65-85+) som har studerats. Resultaten visar att olyckfrekvensen ökar mer än tre gånger mellan 65 och 80 år.

Äldre bör därför undvika att gå i en rulltrappa som rör sig, bära tunga objekt, eller bära lösa kläder vid transporter i rulltrappor. De bör dessutom undvika att åka med rullatorer, rullstolar med mera. Detta trots att de tycker att rulltrappor är ett relativt säkert transportsätt. Äldre bör vara extra försiktiga när de går in i och ur en rulltrappa, samt att de som har svårt att röra sig eller har svårt med balansen bör söka sig till hiss istället för att ta rulltrappan.

3 Praktiska försök

Då det råder brist på information om människors beteende och rörelseförmåga i rulltrappor är det nödvändigt att utföra försök i ämnet. Syftet med försöken är att reda de frågeställningar som ligger till grund för denna rapport, se kapitel 1.

Försök utfördes vid två tillfällen på Knutpunkten i Helsingborg. Det första försökstillfället (Försök 1) var en fredagskväll och det andra (Försök 2) var en fredagsmorgon. Syftet med de två olika tidpunkterna var att olika typer av resenärer skulle observeras. Vid morgonförsöket är det mestadels pendlare som reser medans resenärerna har andra mål under en fredagskväll. Två rulltrappor användes vid försöken, en uppåtgående samt en nedåtgående.

Under försöken studerades fyra olika grupper:

- Enskilda resenärer är de där avståndet till övriga resenärer är så pass långt att den individuella gånghastigheten inte påverkas.
- Resenärer i grupp är de personer som påverkas av andra, det vill säga att de inte själva kan bestämma i vilken hastighet de rör sig.
- Hinder i rulltrappan är något som begränsar framkomligheten. Det kan till exempel vara en barnvagn, rullator, stora väska med mera.
- Nedsatt rörelseförmåga är den del av resenärerna som av någon anledning rör sig långsamt i rulltrapporna, exempelvis äldre, barn och funktionshindrade.

Rulltrapporna var såväl stillastående som i drift under försöken och syftet med detta, förutom att jämföra med trappor, var att undersöka lämpligheten i att ha rulltrappor i drift under en utrymning. Då olika typer av hinder relativt ofta förekommer i rulltrappor är det viktigt att även undersöka hur detta kan påverka en utrymning. Därför utfördes försök där en barnvagn utgjorde hinder i rulltrapporna.

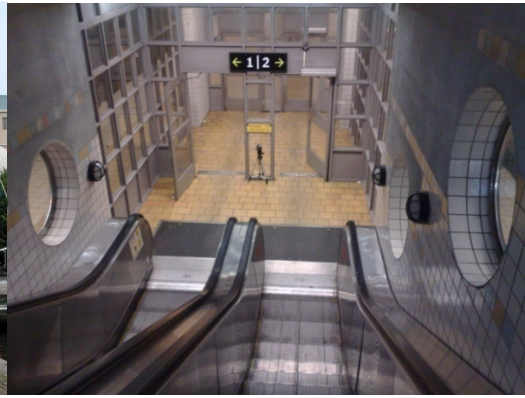
3.1 Försöksobjekt

Knutpunkten, se figur 3.1, i Helsingborg är stadens centralstation och en av de största stationsbyggnaderna i Sverige. Stationen är ett kommunikationsnav för tåg, färjor, stads- och regionbussar. Byggnaden är ett stort komplex som innehåller butiker, restauranger, pubar och kontorslokaler. Ner till de underjordiska järnvägsspåren och till de övre planen i byggnaden transporteras dagligen tusentals människor i rulltrappor. Människorna som använder rulltrapporna har ofta ett förutbestämt mål, såsom till exempel arbete eller skola, och rör sig därför ofta snabbt och bestämt. Detta kan liknas vid en utrymningssituation och Knutpunkten anses därför utgöra ett lämpligt försöksobjekt.

Stationen har fyra järnvägsspår och två perronger, dessa ligger under markplan. För att transportera sig till och från perrongerna används trappa, hiss eller rulltrappa. Vid försöken användes rulltrapporna i anslutning till spår ett och två, figur 3.2.



Figur 3.1: Knutpunkten utifrån



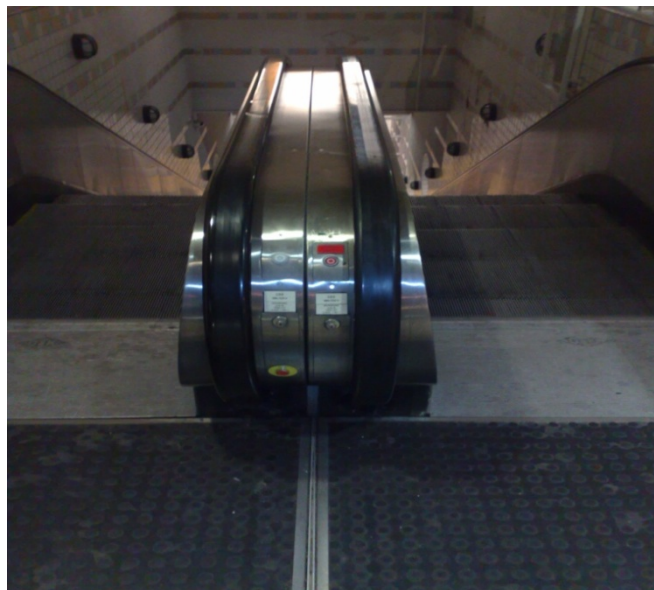
Figur 3.2: Rulltrapporna som leder till spår 1 och 2

3.2 Försöksuppställning

Två rulltrappor användes vid försöken, se figur 3.2 och tabell 3.1, varav en är nedåtgående och en uppåtgående. Alternativ till rulltrapporna är trappa och hiss men för att ta sig till perrongen är rulltrapporna den naturliga vägen. Rulltrapporna startas när någon kliver på trampsensorn och stannar efter en tids inaktivitet eller då nödstopp aktiveras, se figur 3.3.

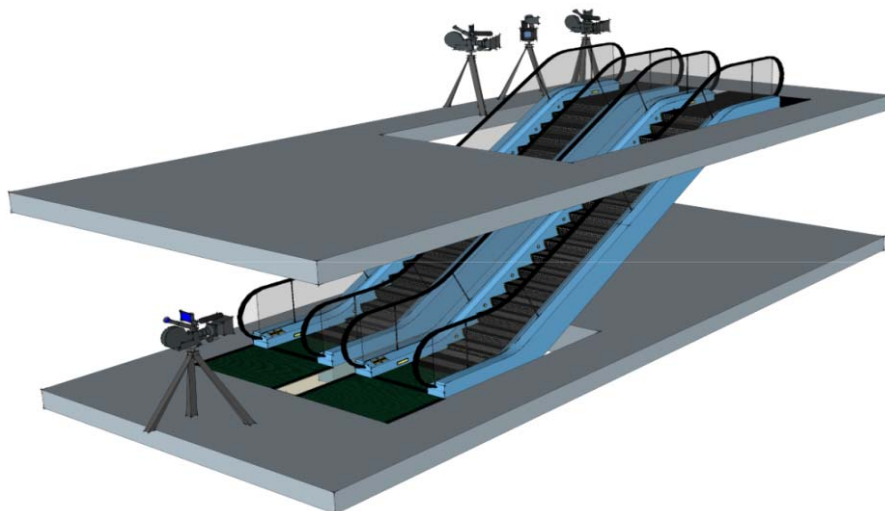
Tabell 3.1: Specifikationer över rulltrapporna, [Andersson, 2009]

Lyfthöjd	Lutning	Längd	Hastighet	Stegbredd	Steghöjd	Stegdjup
7,35 m	30 grader	14,7 m	0,65 m/s	1 m	0,2 m	0,4 m



Figur 3.3: Trampsensor längst ner i bilden, nödstopp i mitten

Försöken dokumenterades med upp till fyra videokameror (HI-8) som var utrustade med vidvinkelobjektiv och monterade på stativ. Kamerorna placerades så att av- och påstigningen av rulltrapporna dokumenterades. Under det första försöket användes två kameror, en uppe samt en nere, och det andra försöket dokumenterades med fyra stycken, se figur 3.4.



Figur 3.4: Placering av kameror

De två extra kamerorna som användes under det andra försöket var placerade så att eventuella händelser i mitten av rulltrapporna kunde studeras närmare. Mätsträckans start- respektive slutpunkter markerades med röd tejp, se figur 3.6. Mätsträckan utgjordes av den lutande delen av rulltrappan, det vill säga observationerna startade där rulltrapporna började luta och avslutades där rulltrapporna slutade luta.

Barnvagnen som användes under försöken var en sittvagn och vägde ca 12 kg, se figur 3.5. Då det normalt sitter ett barn i vagnen simulerades detta med en ryggsäck som fylldes med ca 10 kg böcker.



Figur 3.5: Barnvagn med ryggsäck



Figur 3.6: Övre delen av rulltrapporna, tejpén markerar mätsträckans start/slut

3.3 Genomförande

Två försök utfördes, det första en fredagskväll och det andra en fredagsmorgon. Försöken delades på förhand in i 16 olika scenarier (S1-S16) enligt tabell 3.2 där till exempel S1 är fungerande, uppåtgående rulltrappa. Scenarierna utformades för att finna svar på rapportens frågeställning och användes då videomaterialet studerades.

Efter att kamerorna hade monterats och placerats på sina respektive platser inleddes försöken med att kamerorna synkroniserades. Detta gjordes med hjälp av ljud- och ljussignaler. Kamerorna var sedan igång under hela försökstiden.

Kvällsförsöket (Försök 1) inleddes med att personförflyttningen observerades då rulltrapporna var i normal drift. Under denna del användes barnvagnen i båda rulltrapporna för att undersöka hur det fungerar att åka med denna i en rulltrappa. Efter att observationerna i de fungerande rulltrapporna var avklarade stoppades den uppåtgående. Den uppåtgående rulltrappan var sedan ur drift under den resterande delen av försöket. Den nedåtgående rulltrappan stoppades ej under det första försöket och detta berodde på att resenärerna inte skulle ges möjligheten att gå upp i denna. Personer från ankommande tåg studerades och när de anlände till perrongen användes barnvagnen i den uppåtgående rulltrappan. På så vis kunde barnvagnen fungera som hinder då persontätheten var hög i rulltrappan. Försöket avslutades när persontätheten från ankommande tåg var låg.

Även morgonförsöket (Försök 2) startade med att rulltrapporna var i normal drift. Likt kvällsförsöket användes barnvagnen i båda riktningarna och rulltrapporna var i drift till dess att observationerna i de fungerande rulltrapporna var avklarade. Sedan stoppades båda rulltrapporna och resenärerna gavs då möjlighet att gå både upp och ner i två rulltrappor. Ankommande resenärer studerades och barnvagnen användes, då persontätheten var hög, även när rulltrapporna var stillastående.

Tabell 3.2: Scenarier

	Rulltrappans status		Riktning	
	Fungerande	Stillastående	Upp	Ned
Enskilda resenärer				
S1	X		X	
S2	X			X
S3		X	X	
S4		X		X
Resenärer i grupp				
S5	X		X	
S6*	X			X
S7		X	X	
S8*		X		X
Hinder i rulltrappan				
S9	X		X	
S10	X			X
S11		X	X	
S12		X		X
Nedsatt rörelseförmåga				
S13	X		X	
S14	X			X
S15		X	X	
S16		X		X

*Dessa scenarier uppstod ej. Det blev inte någon gruppörelse i den nedåtgående rulltrappan då persontätheten var låg.

3.4 Försökspersoner

Försöksgrupperna bestod av vanliga resenärer på väg till eller ifrån perrong ett och två. Resenärerna var inte på förhand meddelade om att de medverkade i ett försök. Kamerorna var monterade på så vis att de var väl synliga och detta observerade ett flertal resenärer. De resenärer som frågade vad som var på gång meddelades att de medverkade i ett försök.

Det var svårt att fastställa köns- respektive åldersfördelningen på plats, men efter att videomaterialet studerats görs bedömningen att det var en jämn könsfördelning och att resenärerna i huvudsak var i åldrarna 15-65 år.

3.5 Analys

Videomaterialet analyserades i digital form efter att den analoga filmen överförs till dator. I analysens första skede studerades materialet ingående för att skapa en helhetsbild över försöken. Sedan togs gånghastigheter och flöden fram, samtidigt som resultaten delades in i de olika scenarierna. Hastigheterna och flödena bestämdes genom att mäta hur lång tid det tog för resenärerna att transporteras mellan mätsträckans start och slutpunkt samt hur många som passerade en given punkt på en viss tid. Efter att resenärernas gånghastigheter och flöden var dokumenterade analyserades de händelser och enskilda resenärer som var särskilt intressanta.

4 Resultat

Nedan presenteras resultat från genomförda försök. Resultaten är indelade i olika grupper enligt tabell 3.2.

I detta kapitel redovisas gånghastigheter i rulltrapporna, personflöden samt övriga observationer. Tabeller med enskilda gånghastigheter återfinns i bilaga C.

4.1 Enskilda resenärer

Enskilda resenärer är de där avståndet till övriga resenärer är så pass långt att den individuella gånghastigheten inte påverkas.

På grund av definitionen av denna grupp redovisas inte några personflöden.

4.1.1 Scenario 1 och 2, rulltrappor i drift

En viss försiktighet råder bland de enskilda resenärerna när de kliver på och av rulltrapporna. De tittar gärna ner och är noga med att de ställer sig mitt på ett steg. Under färden har de gärna ena handen på räcket och liten andel går i rulltrapporna. Detta gäller i båda riktningarna.

Eftersom att de flesta följde rulltrappornas hastigheter redovisas inte några gånghastigheter för denna grupp.

4.1.2 Scenario 3 och 4, stillastående rulltrappor

Det finns en oro för att börja gå i en stillastående rulltrappa bland de enskilda resenärerna. Ofta tvekar de och väntar på att rulltrappan ska starta. På knutpunkten startas rulltrapporna av en trampsensor och resenärerna trampar gärna flera gånger på denna i tron om att den ska starta. När resenärerna sedan märker att rulltrappan inte startar tvekar de ofta innan de kliver in i den. De resenärer som har händerna upptagna med påsar, väskor med mera får ibland problem med balansen då de går i en stillastående rulltrappa.

Vid det andra försökstillfället (fredagsmorgon) observerades det på plats att resenärerna var lite mer stressade än vid det första (fredagskväll). Detta konstaterades när videomaterialet granskades, se tabell 4.1.

Tabell 4.1: Enskilda resenärer.

	S3		S4
Hastighet (m/s)	Försök 1	Försök 2	Försök 2
Medel	0,75	0,90	0,74
Median	0,77	0,86	0,70
Standardavvikelse	0,17	0,30	0,17
Högst	0,98	1,63	1,34
Lägst	0,19	0,16	0,46
Antal resenärer	23	33	31

4.2 Resenärer i grupp

Resenärer i grupp är de personer som påverkas av andra, det vill säga att de inte själva kan bestämma i vilken hastighet de rör sig.

Under försöken uppstod det inte någon köbildning i den nedåtgående rulltrappan. Därför diskuteras endast den nedåtgående rulltrappan när denna används för uppåtgående rörelse bland resenärer i grupp.

4.2.1 Scenario 5 och 6, rulltrappor i drift

När ett tågset med högt personantal anländer till perrongen uppstår det snabbt köbildning och en flaskhals, se figur 4.1, bildas i anslutning till rulltrappan. Resenärerna uppträder, likt i scenario 1 och 2, försiktigt när de kliver in i rulltrappan och väntar gärna så att de har ett trappsteg mellan sig själva och framförvarande resenär.



Figur 4.1: Flaskhals i nedre delen av rulltrappan

Företeelsen där man står till höger och går till vänster har endast delvis spridit sig till Knutpunkten. Detta medför att de som har bråttom har svårigheter att ta sig förbi framförvarande personer och viss irritation kan uppstå. Resenärerna står således stilla då det är hög persontäthet i rulltrapporna. Personflödet för resenärerna i grupp redovisas i tabell 4.2. Gånghastigheter redovisas inte då de flesta följer rulltrappans hastighet.

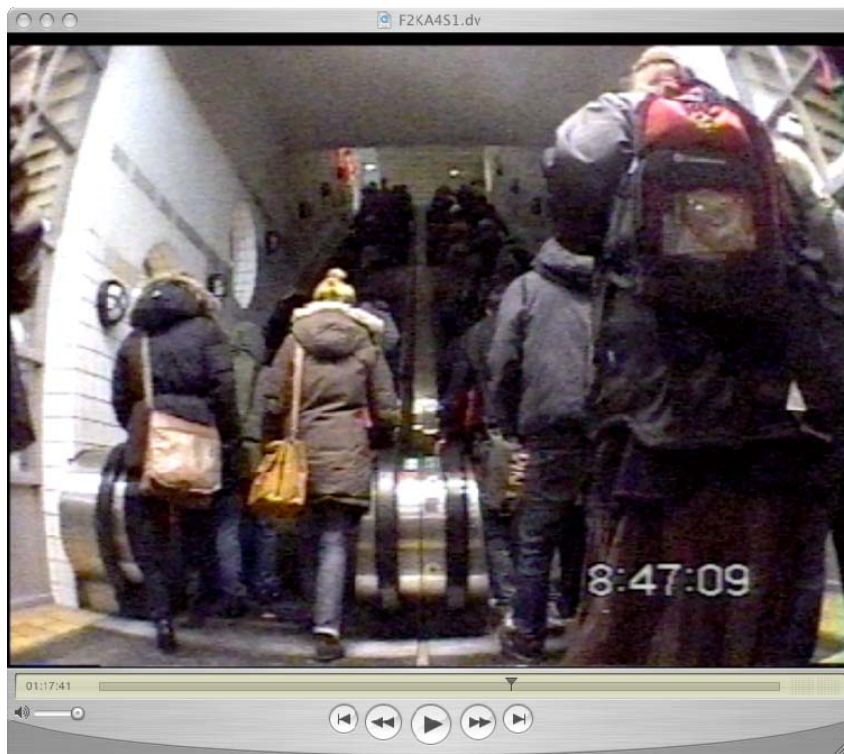
Tabell 4.2: Personflöde, resenärer i grupp

Flöde (pers/s)	S5
----------------	----

Medel	0,92
Antal observationer	4

4.2.2 Scenario 7 och 8, stillastående rulltrappor

Det uppstår inte samma tvekan bland resenärerna i grupp som de enskilda då de börjar gå i en stillastående rulltrappa. Resenärerna följer framförvarande och funderar inte så mycket på att den är stillastående. Trots att den nedåtgående rulltrappan stod still under delar av försöken var det inte många som använde denna för att gå upp. När någon resenär började gå uppåt i den, normalt, nedåtgående följde ett antal personer efter men den stora massan höll sig till den rulltrappan som vanligtvis går uppåt, se figur 4.2.



Figur 4.2: Köbildning, den normalt uppåtgående rulltrappan till höger.

Vid ett tillfälle, när den uppåtgående rulltrappan var stoppad och den nedåtgående stod still på grund av inaktivitet, uppstod en situation som potentiellt kan leda till olyckor. I den uppåtgående rulltrappan var det kö och den nedåtgående var tom på resenärer, då började ett tjugotal resenärer att använda den nedåtgående och trampdynan som normalt skulle starta rulltrappan så fort någon försökt att gå in i rulltrappan aktiverades inte. När sedan första resenären kom upp till den övre trampdynan startade rulltrappan. Samtliga resenärer som då befann sig i rulltrappan fick problem att hålla balansen. Ingen av resenärerna föll men situationen uppfattades som obekvämt.

Personflödet bland resenärer i grupp redovisas i tabell 4.3. Som tidigare nämnt blev det inte någon gruppörelse i den normalt nedåtgående rulltrappan.

Tabell 4.3: Personflöde, resenärer i grupp

Flöde (pers/s)	S7
Medel	0,94
Antal observationer	12

Gånghastigheterna bland resenärerna i grupp uppfattades som relativt lika i de båda försöken. Detta bekräftades vid videogranskningen och resultaten redovisas i tabell 4.4.

Tabell 4.4: Resenärer i grupp

	S7	
Hastighet (m/s)	Försök 1	Försök 2
Medel	0,59	0,59
Median	0,59	0,59
Standardavvikelse	0,07	0,08
Högst	0,77	0,77
Lägst	0,46	0,43
Antal resenärer	40	50

4.3 Hinder i rulltrappan

Hinder i rulltrappan är något som begränsar framkomligheten. Det kan till exempel vara en barnvagn, rullator, stor väska med mera.

Som tidigare nämnts har en barnvagn använts vid några tillfällen för att simulera hinder i rulltrapporna. Övriga hinder som förekommit under försöken har resenärerna själva haft med sig.

Nedan presenteras endast kvalitativa observationer. Gånghastigheter och personflöden redovisas inte på grund av att resenärerna som reser med väskor eller dylikt skiljer sig från varandra och tiderna skulle bli missvisande. Undantag för detta är tiderna då barnvagnen används.

4.3.1 Scenario 9 och 10, rulltrappor i drift

Då människor med väskor, barnvagn eller dylikt klev in i rulltrappan tog de något längre tid på sig än övriga resenärer. Detta berodde på att de koncentrerat försökte placera sitt bagage rätt samtidigt som de själva ville ställa sig stabilt och helst greppa räcket. En del personer hade båda händerna upptagna vilket medförde att de ej hade någon möjlighet att hålla i sig och därmed fick några av de problem med att hålla balansen. Då försök med barnvagn utfördes upplevdes det ej vara något större problem att resa med denna så länge den placerades rätt och en stabil position intogs. Ett flertal personer blev stressade då de hamnade bakom barnvagnen men eftersom att barnvagnen nästan tog upp hela bredden gick de inte förbi.

4.3.2 Scenario 11 och 12, stillastående rulltrappor

Ett flertal personer med bagage, som upptäckte att rulltrappan var stillastående, vände och försökte hitta en alternativ väg. Vid ett par tillfällen fann de ingen alternativ väg och återvände då till rulltrappan. Det var klart märkbart att det var fysiskt ansträngande för dem då de skulle förflytta sig och gånghastigheten sjönk ju längre upp i rulltrappan de kom. Bredden på bagaget medförde att de blockerade vägen för bakomvarande personer och irritation uppstod ibland när stressade personer inte kunde ta sig förbi.

I den nedåtgående rulltrappan uppstod det, som tidigare nämnt, inte någon riktig köbildning under försöken. Men vid ett tillfälle, då en barnvagn transporterades i rulltrappan, uppstod den

enda situation som närmast kan beskrivas som kö. Barnvagnen tog upp en stor del av bredden men det lämnades en ”lucka” för att resenärerna skulle kunna ta sig förbi. Det var först efter att en av resenärerna hade tagit sig förbi som resterande följde efter.

Då barnvagnen användes i den uppåtgående rulltrappan uppstod det snabbt köbildning och hastigheten bland övriga resenärer styrdes av denna. Hastigheten, med vilken barnvagnen färdades i, redovisas i tabell 4.5.

Tabell 4.5: Hastighet med barnvagn i rulltrappan

Hastighet (m/s)	S11	S12
Medel	0,22	0,18
Antal gånger	3	1

4.4 Nedsatt rörelseförmåga

Nedsatt rörelseförmåga är den del av resenärerna som av någon anledning rör sig långsamt i rulltrapporna, exempelvis äldre, barn och funktionshindrade.

Nedan presenteras endast kvalitativa observationer. Gånghastigheter och personflöden redovisas inte här, däremot finns de med bland resultaten i kap. 4.1 och 4.2. Anledningen till att de inte redovisas nedan är att gränsen mellan nedsatt rörelseförmåga och ej är svår att avgöra samt att personer med nedsatt rörelseförmåga ingår i en normalfördelad population och ska således ingå i tidigare kapitel.

4.4.1 Scenario 13 och 14, rulltrappor i drift

De resenärer som observerades med nedsatt rörelseförmåga under försöken var äldre och barn. Äldre resenärer är försiktigare än övriga när de åker i rulltrapporna. Det är mycket sällan som de går i rulltrapporna och de är noga med att hålla ena handen på räcket samt att de står stabilt när de åker. Endast vid ett fåtal tillfällen, under försöken, färdades barn i rulltrappan och vid dessa tillfällen stod de stilla brevid sina vårdnadshavare.

4.4.2 Scenario 15 och 16, stillastående rulltrappor

Det är fysiskt ansträngande för de äldre att gå i en stillastående rulltrappa. Vid ett flertal tillfällen, när en äldre person var på väg in i en rulltrappa, vände personen för att leta en alternativ väg upp. Om de sedan inte hittade en sådan kom de tillbaka och använde motvilligt rulltrappan. Det var flera som stannade i rulltrappan, främst den uppåtgående, för att vila. Under försöken observerades endast ett tillfälle ett barn gick i en stillastående rulltrappa (upp) vid detta tillfälle gick barnet hand i hand med sin vårdnadshavare. Vårdnadshavaren hade även en sulky i handen och deras hastighet var långt under medel.

I Bilaga C återfinns resultaten och här syns det tydligt att ett antal resenärer går betydligt långsammare än medelresenären. Vad detta beror, till exempel ålder eller sjukdom, på är svårt att fastställa då dessa personer endast har analyserats via video.

5 Diskussion

Det finns ett flertal faktorer som måste beaktas vad gäller rulltrappor och dess lämplighet som del i utrymningsstrategin. I detta kapitel diskuteras de faktorer som identifierats efter litteraturstudier, observerats visuellt vid försöken samt de kvantitativa resultat som erhöles vid dessa.

5.1 Människors gånghastighet i stillastående rulltrappor

Det viktigaste, med att undersöka gånghastigheter i rulltrappor, är inte att undersöka hur snabbt människor kan gå i dessa utan istället hur långsamt vissa individer faktiskt går. Även om försöken visar att ett stort antal personer kan röra sig med en relativt hög hastighet, upp- och nedför en rulltrappa, så måste hänsyn tas till de "långsammare" individerna. Till långsammare individer räknas till exempel personer med nedsatt rörelseförmåga samt barn. Olika människor har helt enkelt olika förmåga att röra sig i rulltrappor vilket medför att gånghastigheten mellan dessa varierar. I vissa fall kunde de långsammare individerna passeras av de med högre hastighet men i de fall då personantalet, från perrongen, blev väldigt högt så styrdes hastigheten av de som gick främst. Individuell rörelse övergick till att bli en grupp-rörelse. Nedan diskuteras och jämförs gånghastigheter utifrån olika aspekter.

5.1.1 Grupp respektive enskilda resenärer

I både morgon- och kvällsförsöket visade försöksresultaten att människor som går individuellt rör sig snabbare än de som går i grupp. På kvällen gick enskilda, uppför rulltrappan, med en medelhastighet på 0,75 m/s och människor i grupp gick med en medelhastighet på 0,59 m/s. Detta kan anses vara rimligt då människor i grupp måste anpassa sin hastighet till de som går före. Då flödet i rulltrappan var stort blev det helt enkelt en grupp-rörelse.

5.1.2 Morgon respektive kväll

Vad gäller medelhastighet, för dem som går individuellt, så visade det sig att den blev högre (0,90 m/s) på morgonen än under kvällen (0,75 m/s). Detta var helt enligt förväntan. Människor som använder rulltrapporna en tidig morgon är vana pendlare som har ett bestämt mål och ofta är stressade. En fredagskväll däremot har människor inte lika bråttom då de flesta ej har någon speciell tid att passa.

Intressant är att medelhastigheten, för de människor som gick i grupp, är precis lika stor i både kvälls- och morgonförsöket (0,59 m/s).

5.1.3 Upp- respektive nedför

Under morgonförsöket finns medelhastigheter, enskilda individer, för både för upp- och nedgång i rulltrapporna. Det visade sig hastigheten ned blev lägre (0,74 m/s) än upp (0,90 m/s). Detta var inte helt förväntat då det anses vara mindre ansträngande att gå nedför än uppför en rulltrappa. En trolig förklaring till detta är att människor har mer bråttom då de kommer av tåget och ska ta sig upp till anslutande kollektivtrafik eller till jobbet. En annan förklaring kan vara att människor kanske är mer rädda för att falla då de går nedåt och därmed är mer försiktiga.

5.2 Personer med nedsatt rörelseförmåga

Vid försöken visade det sig att äldre människor gärna sökte sig till en alternativ väg, då de upptäckte att rulltrappan var stillastående. Vid ett flertal tillfällen närmade de sig trappan, tvekade

en stund och vände sedan för att söka efter en trappa eller hiss. Vid ett tillfälle, då rulltrappan var stillastående, återvände en dam ut på perrongen för att finna en alternativ väg upp. Av någon anledning kom hon dock tillbaka till rulltrappan. Då hon observerades var det klart märkbart att vägen uppför rulltrappan var påfrestande för henne. Hon fick vid ett flertal tillfällen stanna för att vila och tiden, från start- till slutpunkt, blev cirka 4,5 gånger längre än medeltiden.

Även om försökspersonerna kunde hålla en relativt snabb hastighet i början av rulltrappan tar orken slut efter ett tag och hastigheten sänks. Detta gäller även för människor med normal rörelseförmåga. Äldre människor kan ha svårt att gå och den höga steghöjden i rulltrappan bidrar till att förflyttningen tar lång tid. Även barn och människor med rörelsehinder har svårare att ta sig upp eller ner för en rulltrappa. Det finns även risk för fallolyckor då människor tränger sig förbi en långsammare person och denna då tappar balansen. Av de fallolyckor som inträffar i SL:s rulltrappor varje år har det visat sig att majoriteten av de drabbade är äldre som tappar balansen. De epidemiologiska studierna som utförts i Storbritannien, gällande rulltrappsrelaterade olyckor, pekar på att äldre människor som har svårt att hålla balansen bör söka sig till hissar istället för att ta rulltrapporna.

5.3 Hinder

Det visade sig, efter försök, att det ej är helt lätt att förflytta sig med barnvagn i en stillastående rulltrappa. Trots att rapportförfattarna anser sig vara i relativt god kondition och att barnvagnen ej var så tung blev det efter en stund fysiskt jobbigt att dra vagnen vilket medförde en relativt låg hastighet. Det kan konstateras att om ett barn hade suttit i vagnen hade det varit betydligt svårare att få upp vagnen. En anledning till detta är att det finns en stor risk för att barnet skulle trilla ur och att det därför krävs mer aktsamhet. Den låga hastigheten påverkade bakomvarande personer. Ett fåtal personer trängde sig förbi men det bildades snabbt en propp vilket medförde att samtliga personers hastighet styrdes av hastigheten på personen med barnvagn. En kvinna bar på en sulky och höll samtidigt sitt barn i ena handen. De gick i bredd med lägre hastighet än medelhastigheten vilket snabbt medförde att en kö bildades. Liknande scenario uppstod då människor hade större resväskor med sig. Människor tenderar att så länge som möjligt hålla fast vid sina ägodelar och lämnar därför inte sina barnvagnar, rullatorer, väskor med mera, oavsett om en utrymningssituation uppstått. Detta innebär att om det inte finns en tydlig alternativ väg så kommer folk använda rulltrappan oavsett om de har barnvagn eller dylikt med sig. Vad gäller barnvagnar är det klart enklare att transportera dem i en rulltrappa i rörelse än i en vanlig trappa. Dock så har det visat sig att barnvagnsrelaterade olyckor är relativt vanliga i rulltrappor och att det därför ej anses vara lämpligt att medföra dessa. Som exempel på detta kan nämnas en olycka som inträffade på Solnas tunnelbanestation år 2006. Vid denna olycka slant en barnvagn, med ett spädbarn i, ur handen på en av föräldrarna. Den störtade nedför rulltrappan och flera personer fick föras till sjukhus.

5.4 Reversering av rulltrappor

På en del objekt används rulltrappor som en del i utrymningsstrategin. Ett exempel på detta är Stockholms tunnelbana där vissa av rulltrapporna reverseras för att gå i utrymningsriktning. Det är viktigt att beakta att det vid reverseringen av rulltrappan finns risk för att människor tappar balansen och faller. Även om personal ska ha uppsikt under reverseringen så är sannolikheten ändå stor att det befinner sig folk i trappan då reverseringen genomförs. Särskilt på ett trafikcenter där människor är i rörelse praktiskt taget hela tiden. Under försöken observerades en intressant händelse då den uppåtgående rulltrappan var stillastående. Den nedåtgående var inte stoppad men stod stilla eftersom den ej använts på en stund. Då människor anlände från

perrongen till rulltrappan började de gå uppför den högra trappan, som är den normala vägen upp. Först efter en stund uppmärksammade någon att den vanligtvis nedåtgående rulltrappan också stod still. Normalt ska denna starta då någon trampar på sensorn nedanför rulltrappan men i detta fall startade den ej. Detta medförde att personen förutsatte att även denna rulltrappa var ur bruk och hon började därför gå uppför. Andra personer följde efter och snart gick ett flertal personer uppför rulltrappan. Incidenten uppstod då den första personen kom upp och trampade på sensorn ovanför rulltrappan. Rulltrappan startade då plötsligt och började röra sig i nedåtgående riktning, detta var resenärerna inte beredda på och flertalet höll på att tappa balansen. Några började springa uppåt medan andra vände nedåt igen. Detta var ett klart exempel på vilken oreda en plötslig reversering skulle kunna medföra.

En annan faktor som spelar roll vid reversering är att människor handlar av vana. Detta innebär att även om en vanligtvis nedåtgående rulltrappa reverseras, för att gå i uppåtriktning, kommer de flesta förmodligen ändå att använda den vanligtvis uppåtgående rulltrappan. Exempel på detta observerades under försöken då rulltrappor i båda riktningar stoppats. Trots att även den nedåtgående rulltrappan var stillastående fortsatte människor att köa till rulltrappa som vanligtvis transporterar dem uppåt. Först efter en stund valde en person den andra trappan och andra personer ”vågade” då följa efter. För att få personer att använda ”fel” rulltrappa krävs det att större skyltar eller personal tydligt visar att det är okej att använda denna. Detta gäller givetvis i alla slags objekt. I Köpcenter kan det uppstå större problem med reversering då rulltrappor i uppåt- respektive nedåtriktning ofta är placerade på olika platser. Detta kan medföra att människor automatiskt tar sig till den plats där rulltrappan går mot entrén och antagligen inte uppmärksammar att den andra rulltrappan reverserats.

5.5 Jämförelse mellan rulltrappor och trappor

Det finns ett flertal uppenbara skillnader mellan rulltrappor och trappor. Två viktiga skillnader, förutom den uppenbara att en rulltrappa rör sig, ligger i steghöjd och stegbredd. Rulltrappor har oftast högre steg än en trappa. Steghöjden är en bidragande orsak till att det är mer fysiskt ansträngande att gå i en rulltrappa än i en trappa. Den maximala stegbredden på rulltrappor är 1000 mm och de är då dimensionerade för att maximalt två personer ska kunna stå i bredd. Även om det är möjligt att stå två i bredd undviks det ofta, eftersom människor vill ha sin personliga sfär och därför håller ett visst avstånd till sina medresenärer. Detta medför även att vissa personer låter bli att passera medresenärer. Trappor är generellt bredare och tillåter då en personlig sfär och ett större personflöde än en rulltrappa.

Vid jämförelse av gånghastigheter i trappa respektive stillastående rulltrappa används det värde som erhöles efter kvällsförsöket på Knutpunkten. Anledningen till detta är att försökspersonerna var mindre stressade på kvällen och denna medelhastighet anses därför vara lämpligare för jämförelse. Då värdena för nedåtgående jämförs används dock värdet från morgonförsöket. Detta eftersom det ej finns något värde från kvällsförsöket. Personer som gick ned till perrongen ansågs dessutom vara mindre stressade än de som gick uppåt.

Tabell 5.1: Gånghastigheter i trappor och rulltrappor

	Fruin (trappa)	Frantzich (trappa)	Rulltrappor
Upp	0,60 m/s	0,56 m/s	0,75 m/s
Ned	0,79 m/s	0,69 m/s	0,74 m/s

Värdena visar på att gånghastigheten uppåt i rulltrappor är högre än den i trappor. Detta var inte helt förväntat då det anses vara mer ansträngande att gå uppför en rulltrappa än en trappa. En möjlig förklaring till detta kan vara att det antagligen finns stora skillnader i utförandet av trapp-

respektive rulltrappsförsöken. Även valet av försöksobjekt spelar stor roll. Hade trappförsöken utförts på en liknande plats som rulltrappsförsöken hade gånghastigheterna antagligen blivit högre. Förmodligen är det även så att försök i rulltrappor på till exempel ett köpcenter hade gett något annorlunda gånghastigheter. Detta eftersom människor där inte är lika stressade som på ett trafikcenter. Vad gäller hastigheten nedåt finns det inte så stora skillnader mellan trappor och rulltrappor. Även här gäller resonemanget kring val av försöksobjekt.

En annan faktor som påverkar är människans tillförlit till rulltrappan. Trappor förekommer oftare i en människas vardag vilket medför en viss trygghet och känsla av kontroll. Människor är mer försiktiga då de stiger på eller av en rulltrappa samt då de går eller åker i denna.

5.6 Försöksmetodik

5.6.1 Försöksuppställning och utrustning

I kvällsförsöket användes endast två kameror, en i nedre och en i övre delen av rulltrappan. Detta fungerade bra då tider och personflöden skulle tas fram. Dock gav de inte så bra översikt av rulltrappan. I andra försöket användes ytterligare två kameror, som täckte rulltrappan från sidan. Detta gav en bra överblick och medförde att intressanta observationer kunde studeras närmre. Vidare så fungerade övriga kameror som backup om det uppstod problem med en av kamerorna. Vid ett tillfälle tog batteriet slut i kameran nedanför rulltrapporna. Detta medförde tyvärr att det ej var möjligt att mäta ett av barnvagnsförsöken. Möjligen skulle mer diskreta kameror varit önskvärt då några av resenärerna stannade upp då de fick syn på dessa. Det hade också underlättat om digitala kameror hade använts istället för analoga. Det gick åt mycket tid då filmerna skulle konverteras och medförde även begränsningar.

5.6.2 Försöksobjektet

Knutpunkten i Helsingborg anses vara ett bra försöksobjekt då det är en byggnad där tusentals människor är i rörelse varje dag. Människor från alla slags kategorier som har olika mål beroende på när de rör sig i byggnaden. Valet av rulltrapporna som leder från perrongen in i byggnaden var ett bra val eftersom mycket folk rör sig till och från tågen. Särskilt då tåg ankom till stationen gavs stora personflöden och därmed ett stort antal försökspersoner att studera. Då rulltrapporna skulle sättas igång utfördes detta av vakterna på Knutpunkten. Detta fungerade bra men det hade varit önskvärt att få göra det själv eftersom det hade givit lite mer ”frihet” under försöken.

5.6.3 Försökstillfällena

Det var intressant att utföra försöken en morgon respektive en fredagskväll. Detta eftersom människor då har helt olika mål och då också beter sig olika. På morgonen var resenärerna stressade och rörde sig mer bestämt än på kvällen. Det hade dock varit lämpligt och intressant att utföra fler försök och då förslagsvis mitt på dagen. Det visade sig till exempel vara få äldre bland försökspersonerna. Detta beror förmodligen på att de inte reser under de tider som försöken utfördes.

5.7 Utrymning via rulltrappor

Huruvida rulltrappor är lämpliga eller ej i utrymningssystemet är beroende av olika faktorer varav många diskuterats ovan. Dessa faktorer talar på olika sätt både mot och för användning av rulltrappor i en utrymningssituation. I vissa fall kan det vara en klar fördel för människor att använda sig av en fungerande rulltrappa istället för en trappa. Ett sådant fall är till exempel då personer med nedsatt rörelseförmåga eller personer med bagage ska ta sig upp alternativt ner. De

är också positiva eftersom de snabbt och effektivt kan transportera en stor grupp människor. Dock finns det en hel del faktorer som talar mot användning av rulltrappor i utrymningen. En av dessa är driftsäkerheten. Det är inte helt ovanligt att de är ur drift. Är rulltrappan ur funktion tvingas människor utrymma via en stillastående rulltrappa då det kanske inte finns andra alternativ. Då uppstår plötsligt en helt annan situation där trappan är ett bättre alternativ för förflyttning. Rulltrappan kan även vara i behov av reparationer vilket kan medföra att den tas helt ur bruk. Detta skulle medföra att vägarna ut blir färre och kanske inte är tillräckliga för det personantal man tidigare dimensionerat för.

En annan viktig faktor att beakta är att det finns en viss osäkerhet bland ett flertal av försökspersonerna, då dessa ska gå på rulltrappan. Vissa verkar helt enkelt tycka att det är obehagligt att använda denna. Detta kan komma att ha negativ inverkan vid en utrymningssituation. Det observerades under försöken att även då rulltrappan fungerar bildas det snabbt en propp då personantalet är högt. Detta beror delvis på att folk är försiktiga och tar en viss tid på sig att stiga in i den då den är i rörelse. När de sedan klivit på står flertalet stilla, håller sig i räcket och följer rulltrappans hastighet.

Även om flertalet faktorer talar mot användning av dagens rulltrappor i utrymningsstrategin anses det finnas lösningar som kan möjliggöra en användning. Vad gäller problemet med driftsäkerhet bör statistik över denna tas fram, ses över och vägas in. Hur pass driftsäker är egentligen en modern rulltrappa? Vidare så skulle problemet med driftsäkerhet kunna lösas genom redundans, det vill säga att man garderar sig mot störningar genom att dimensionera utrymning via flera rulltrappor. Finns det valmöjligheter störs ej utrymningsstrategin då det fortfarande finns reservtrappor som kan transportera det personantal man dimensionerat för. Viktigt, för att höja driftsäkerheten, är att regelbunden service och underhåll utförs på rulltrapporna. Om reversering av rulltrappor skall ske i en utrymningssituation krävs det tydlig skyltning för att uppmärksamma resenärerna på vad som händer. Utrymning via stillastående rulltrappa, och de problem denna kan medföra, har tidigare diskuterats. För att en smidig utrymning ska kunna ske måste rulltrapporna dimensioneras på annat sätt. Kanske kan en speciell utrymningsrulltrappa projekteras. En rulltrappa som är mer lik en trappa med lägre steghöjd och bredare steg. Rulltrappan bör även ha högre räcken för att förhindra fallolyckor vid trängsel.

6 Slutsatser

Efter att ha granskat erhållna resultat och fört en diskussion kring dessa har följande slutsatser tagits fram:

Det anses ej vara lämpligt att använda rulltrappor vid utrymning såsom rulltrapporna är utformade idag. Det måste finnas alternativa vägar såsom till exempel trappor för att kunna säkerställa en tillfredställande utrymning. Detta baseras på de faktorer som identifierats under framtagandet av denna rapport.

- En rulltrappas driftsäkerhet kan ej garanteras. Rulltrappan kan vara i behov av reparation vilket medför att den tas helt ur drift och att en del utav utrymningsstrategin förloras.
- Vid reversering av rulltrappor finns det risk för att denna sker med ett ryck och att människor då tappar balansen och faller.
- Det finns risk för fallolyckor då stressade personer tränger sig förbi de som rör sig långsammare.
- Rulltrappor är idag maximalt 1000 mm breda. Då människor tar med sig barnvagnar, bagage och dylikt i rulltrappan utgör dessa hinder som medför köbildning och att personflödet minskar. Detta gäller främst då rulltrappan är ur drift.

Det har dock visat sig vid försök att gånghastigheter och personflöden är relativt lika i rulltrappor och trappor. Detta tillsammans med att rulltrappor används i vardagen och att rulltrappor ibland är det enda alternativet, till exempel vid tunnelbanor långt under markplan, gör att om ovanstående punkter tas i beaktning och rulltrappornas utformning ändras bör dessa kunna användas i framtiden.

8 Referenser

ABCB. (2005). *International Fire Engineering Guidelines Edition*. State and Territories of Australia, Canberra; Australian Government, Australian Building Codes Board (ABCB).

ABCB. (2008). *Building Code of Australia 2008, Volume one*. State and Territories of Australia, Canberra; Australian Government, Australian Building Codes Board (ABCB).

Andersson N. (2009). Muntlig referens, ThyssenKrupp Elevator Sverige AB.

Boverket. (2006). *Utrymningsdimensionering*. Karlskrona: Boverket.

Ekström J. (2009) Muntlig referens, SL säkerhetsavdelning, Stockholm.

Frantzich H. (1993). Utrymningsvägars fysiska kapacitet – sammanställning och utvärdering av kunskapsläget. Lunds Tekniska Högskola, Lund.

Frantzich H. (1996). *Study of movement on stairs during evacuation using video analysing techniques*. Lunds Tekniska Högskola, Lund.

KONE (2009) <http://www.kone.com> Hämtat från:
http://www.kone.com/static/ImageBank/GetFile_pdf/0,,fileID=195735,00.pdf

Lebeda D. Saesan P. (2005). *Fastighetsägarnas strategier för köpcentrum – En komparativ studie av två köpcentrum*. Malmö: Malmö Högskola Institutionen för Teknik och Samhälle Fastighetsvetenskap.

McGeehan J. Brenda J. Shields J R. Wilkins III A K. Smith F A. Smith G A. *Escalator-related injuries among children in the United States, 1990–2002*. PEDIATRICS Vol. 118 No. 2 August 2006, pp. e279-e285 (doi:10.1542/peds.2005-1822)

ODPM. (2007). *Building Regulations 2000 Approved Document B-vol. 2 Fire Safety 2:nd edition*. London: National Building Specification (NBS).

O'Neil J. Steele G K. Huisinigh C. Smith G A. *Escalator-related injuries among older adults in the United States, 1991–2005*. Accident Analysis and Prevention 40 (2008) 527–533.

SIS. (2008) <http://www.sis.se>. Hämtat från bygg och anläggning:
<http://www.sis.se/DesktopDefault.aspx?tabname=%40Projekt&PROJID=1301>

Åkerstedt R. (2008). Muntlig referens, SL säkerhetsavdelning, Stockholm.

Bilaga A - Översikt rulltrappor (KONE)

1.1 OVERVIEW & APPLICATION - ESCALATORS					
ITEM	DESCRIPTION OR REFERENCE				
Escalator type	E3C 1.0	E3C 1.5	E3H 1.5	E3X 1.5	E3X 2.7
Incline	30°, 35°	30°		27.3°, 30°, 35°	27.3°, 30°
Horizontal steps	2	2 or 3		2 or 3	3
Transition radii (top/bottom)	1000/1000 mm	1500/1000 mm			2700/2000 mm
Typical market segments	Retail stores, offices, hotels, public access		Transit (airports, lightly used railways/metro stations)	Transit	
Environment	Indoor, semi-outdoor		Indoor, semi-outdoor, outdoor		
Duty cycle	Up to 16 hours/day		Up to 20 hours/day	Up to 24 hours/day	
Typical service life	100,000 hours		150,000 hours	150-200,000 hours	
Maximum vertical rise (Subject to step speed & width restrictions)	EN115=6 m	15 m		12 m (35° = 6 m)	18 m
Minimum vertical rise	2 m			1 m	1 m
Step width	600 mm, 800 mm, 1000 mm				
Step band speed	0.5 m/s		0.5 m/s (Option: 0.65 m/s)		
Balustrade	Standard or standard with handrail lighting profile (Option: vertical stainless steel panels in lieu of glass)		Standard or standard with handrail lighting profile, (Option: vertical stainless steel panels in lieu of glass), solid inclined stainless steel	Standard with handrail lighting profile (Option: stainless steel panels in lieu of glass), solid inclined stainless steel, solid vertical stainless steel	
Handrails	C-handrail		C-handrail (Option: V-handrail - standard with solid inclined balustrades or vertical rises over 11.5 m)	C-handrail (Option: V-handrail - standard with solid inclined balustrades or vertical rises over 8.5 m)	
Step chains	Rollers inside chain links			Rollers outside chain links	

Vid rökutveckling eller brand på station

Vid kraftig rökutveckling eller brand:

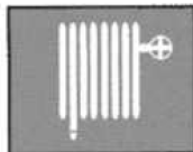
- larma omedelbart TLC
- avbryt inpassering och utrym stationen enligt order från TLC
- informera trafikanterna
- rulltrappor mot rök/brand stängs av, övriga rulltrappor skall vara igång
- kontrollera att hissar är tomma
- öppna katastrofgrind samt ställ upp dörrar och grindar i utrymningsvägen
- uppsök och anmäl dig till räddningsledare/förbindelseman, alternativt polis, och rapportera om eventuellt utförda åtgärder

Vid mindre rökutveckling/brand på station:

- larma omgående till TLC
- tag reda på vad som hänt och bedöm situationen
- använd brandsläckare alternativt vatten eller kväv branden på annat sätt
- rapportera utförda åtgärder till TLC

Vid större händelser utser TLC en **förbindelseman**.

Av de inomhusstationer som bara har en uppgång har de flesta även en **nödutgång**. Vid brand och rökutveckling kan TLC ge order om att nödutgången skall användas för utrymningen.



Dessa skyltar markerar var brandredskap finns.

Det är viktigt, inte minst för Din egen säkerhet, att Du väl känner till nödutgångar och utrymningsvägar på den station Du tjänstgör vid.

Viktiga telefonnummer

TLC 1: 4100

Brandkår, ambulans och polis: 8050, externt 112

Bilaga C - Försök

S3 (Försök 1)	
Tid* (s)	Hastighet (m/s)
15	0,98
16	0,92
17	0,86
17	0,86
18	0,82
18	0,82
18	0,82
18	0,82
19	0,77
19	0,77
19	0,77
19	0,77
19	0,77
20	0,74
21	0,70
21	0,70
21	0,70
21	0,70
22	0,67
24	0,61
31	0,47
34	0,43
77	0,19

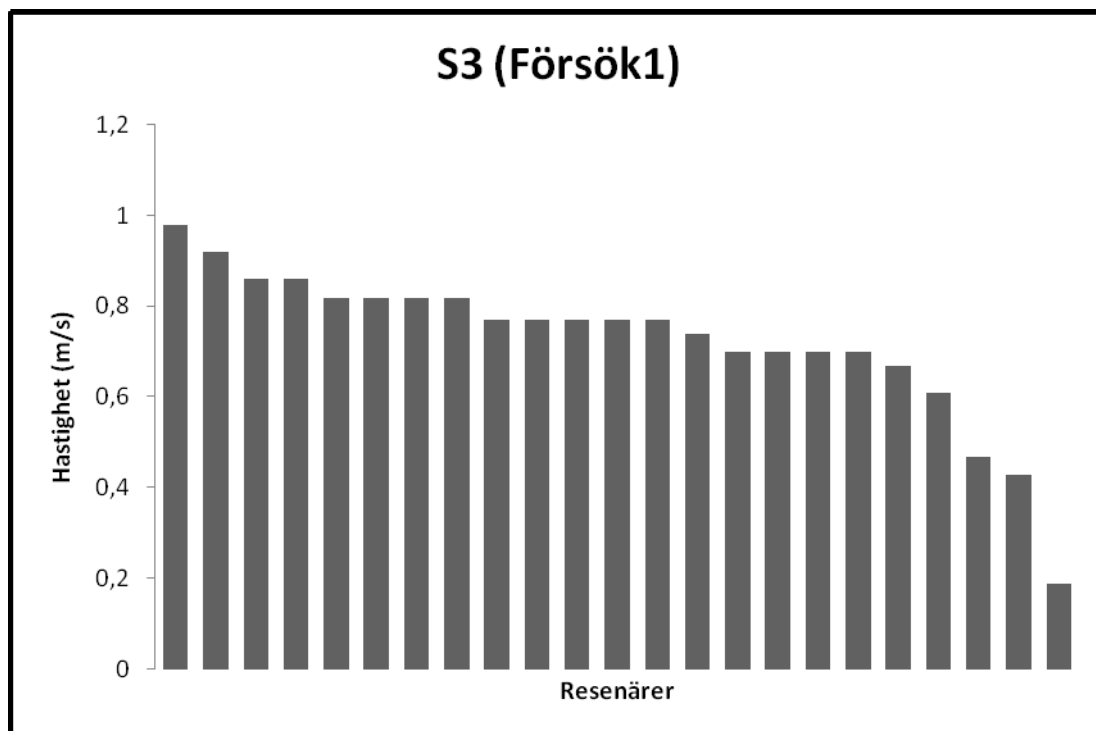
*Tid i rulltrappan

S3 (Försök 2)	
Tid (s)	Hastighet (m/s)
9	1,63
10	1,47
11	1,34
13	1,13
14	1,05
15	0,98
15	0,98
16	0,92
16	0,92
16	0,92
17	0,86
17	0,86
17	0,86
17	0,86
17	0,86
17	0,86
17	0,86
18	0,82
19	0,77
19	0,77
19	0,77
20	0,74
20	0,74
20	0,74
21	0,70
21	0,70
21	0,70
22	0,67
24	0,61
26	0,57
32	0,46
89	0,17

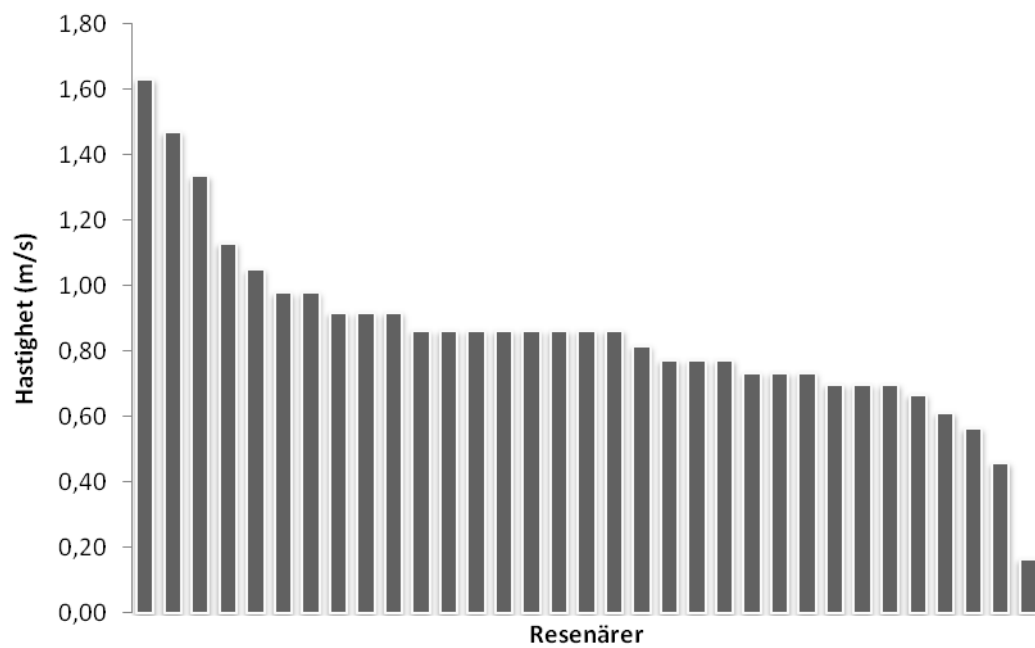
S4 (Försök 2)	
Tid (s)	Hastighet (m/s)
11	1,34
13	1,13
15	0,98
17	0,86
17	0,86
17	0,86
18	0,82
18	0,82
19	0,77
19	0,77
19	0,77
19	0,77
20	0,74
20	0,74
21	0,70
21	0,70
21	0,70
21	0,70
22	0,67
22	0,67
22	0,67
22	0,67
22	0,67
22	0,67
23	0,64
24	0,61
24	0,61
26	0,57
27	0,54
27	0,54
32	0,46

S7 (Försök 1)	
Tid (s)	Hastighet (m/s)
19	0,77
21	0,70
21	0,70
22	0,67
22	0,67
22	0,67
22	0,67
23	0,64
23	0,64
23	0,64
23	0,64
23	0,64
23	0,64
24	0,61
24	0,61
24	0,61
24	0,61
24	0,61
24	0,61
25	0,59
25	0,59
25	0,59
27	0,54
27	0,54
27	0,54
28	0,53
28	0,53
28	0,53
28	0,53
28	0,53
28	0,53
28	0,53
28	0,53
29	0,51
29	0,51
29	0,51
31	0,47
32	0,46

31	0,47
<i>Fortsättning från S7 (Försök2)</i>	
31	0,47
31	0,47
32	0,46
32	0,46
33	0,45
34	0,43



S3 (Försök2)



S4 (Försök2)

