



Upphöjda gångbanor i spårtunnlar

Eva-Sara Carlson,
Mia Kumm,
Anne Dederichs,
Artur Zakirov

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Upphöjda gångbanor i spårtunnlar

Eva-Sara Carlson, Mia Kumm, Anne Dederichs, Artur Zakirov

Sammanfattning

I tunnlar för spårbunden trafik har allt fler upphöjda gångbanor projekterats de senaste åren. Upphöjda gångbanor har framhållits som en personsäkerhetshöjande åtgärd, då gångbanorna bidrar till en minskad höjdskillnad jämfört mot utrymning från ett tåg direkt ner på spårområdet. Kunskapen om vilken påverkan upphöjda gångbanor egentligen har på säkerhetsnivån är dock baserad på mycket begränsade erfarenheter och osäkert underlag.

Syftet med utfört försök har varit att studera människors beteende och förflyttning vid utrymning på upphöjda gångbanor. Det övergripande projekt målet har varit att utveckla förslag till riktlinjer (beslutsunderlag) angående hur olika faktorer som påverkar utrymningsförloppet på upphöjda gångbanor ska hanteras vid brandteknisk projektering. Målet med försöken har varit att få utökade kunskaper om hur upphöjda gångbanor påverkar säkerhetsnivån vid utrymning.

Försöket genomfördes på Skarpnäcks tunnelbanestation, Stockholm, under hösten 2016. Det var 111 personer av blandad population som deltog i försöket och totalt genomfördes fem delförsök. I delförsök 1, 3 och 5 förflyttade sig hela försöksgruppen från ena änden av gångbanan till den andra. I delförsök 2 och 4 delades försöksgruppen upp i två grupper. Den ena gruppen förflyttade sig, likt tidigare delförsök, längs med gångbanan och den andra gruppen startade i det tåg som fanns parkerat intill gångbanan och anslöt sedan till flödet på gångbanan. Utöver de fem testscenariona genomfördes referensförsök och en enkätstudie.

Resultaten från försöket visar att personflödet sjönk med gångbanebredden. Detta gällde samtliga punkter där flödet mättes. Flödet längs gångbanan var högre på den del där tåget var parkerat intill gångbanan, jämfört med den del där det var öppet mot spårområdet. Detta ger en indikation om att höjdskillnaden mellan gångbanan och spårområdet påverkade försöksdeltagarna, vilket också bekräftades i enkätstudien. Analysen av det insamlade videomaterialet visade att gångbanans bredd nyttjades i högre utsträckning där tåget var parkerat intill gångbanan jämfört med den del av gångbanan där det var öppet mot spårområdet, vilket också ger en indikation om höjdskillnadens påverkan på försöksdeltagarna.

I enkätstudien framgick det att nästan hälften av försökspersonerna upplevde problem med att passera andra på gångbanan som gick långsammare än de själva.

En av de tre rullstolsburna som deltog i försöket upplevde obehag orsakat av gångbanans höjd och bredd. I enkätstudien underströk denna person hur viktig gångbanans bredd var för att denne skulle känna sig säker. Det faktum att personen under försöket stannade och tvekade just där tåget tog slut och det blev öppet mot spårområdet, ger en indikation om att höjdskillnaden också kan påverka förflyttningen längs gångbanan för rullstolsburna personer.

Nyckelord: upphöjd gångbana, förhöjd gångbana, utrymningsförsök, spårtunnel, järnvägstunnel

Abstract

In recent years an increasing amount of elevated platforms in railway tunnels has been designed. Due to the reduced height difference compared to evacuating a train directly down to the track area, elevated platforms have been highlighted as a method to increase personal safety. However, the knowledge on the actual impact of elevated platforms is based on limited experience, why there is a need of complementary basic data for input and validation within this field.

The purpose of the performed experiment presented in this paper, was to study human behavior when evacuating along an elevated platform for different scenarios. The overall project objective was to develop basic data for guidelines regarding fire safety design concerning evacuation along elevated platforms.

The experiment was carried out at the subway station at Skarpnäck, Stockholm, during autumn 2016. There was a mixed population of 111 participants and in total five test scenarios were conducted. In scenario 1, 3 and 5 all the participants walked from one end of the walkway to the other. In scenario 2 and 4 the participants were divided into two groups, where one group walked (as in scenario 1, 3 and 5) from one end of the walkway to the other, while the other group started inside the train parked next to the elevated platform and joined the flow on the walkway as the first group passed the train doors. In addition to these five tests scenarios, reference tests and a survey study was performed.

The results from the experiment show that the flow rate along the elevated platform decreased as the walkway was getting narrower. This was true for all the areas where the flow was measured. The flow rate on the walkway was higher where the train was parked next to the platform, compared to where the platform was open to the track area. Together with information collected in the survey study, this indicated that the height difference between the elevated platform and the track area affected the participants. The video analysis showed that the entire width of the walkway was used to a larger extent when a train was parked next to the walkway, compared to when one side was open to the track area. This also gives an indication of the significance of the height difference.

When the participants were asked how they perceived their ability to pass others walking slower than themselves, nearly half of those who took part of the survey study reported problems.

One of the three wheelchair users who participated in the test felt discomfort caused by the height and width of the elevated platform. In the survey, the test person indicated that the width of the walkway was of great importance for the sense of safety. The fact that the point of hesitation was at the point where the train ended, indicates that the height difference between the platform and the track area also can affect the movement along an elevated walkway for persons using wheelchairs.

Key words: elevated platform, elevated walkway, evacuation test, flow rate, railway tunnel

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

SP Technical Research Institute of Sweden

SP Rapport 2017:11

ISSN 0284-5172

Borås 2017

Innehållsförteckning

1	Inledning	8
1.1	Syfte	8
1.2	Mål	8
1.3	Avgränsning	8
2	Områdesöversikt	9
2.1	Regelverk och rekommendationer	9
2.1.1	EU-kommissionens förordnings: TSD avseende ”säkerhet i järnvägstunnlar”	9
2.1.2	UIC:s rekommendation om säkerhet i järnvägstunnlar	10
2.1.3	UNECE:s rekommendation om säkerhet i järnvägstunnlar	10
2.1.4	Trafikverkets krav och råd för väg- och järnvägstunnlar	10
2.1.5	NFPA® 130	10
2.2	Allmänt om utrymning	11
2.2.1	Människor som befinner sig i byggnadsverk	11
2.2.2	Förflyttningshastighet	12
2.2.3	Personflödesmodeller	13
2.3	Utrymning i järnvägstunnlar	14
2.3.1	Tågutrymning	14
2.3.2	Tunnelutrymning	15
2.3.2.1	Tunnelutrymning på gångbana	15
2.3.2.1.1	Försök Lund 2012	15
2.3.2.1.2	Försök Korsør 2012	17
3	Beskrivning av utförda försök	19
3.1	Pilotstudie	19
3.2	Försöksplatsen	21
3.3	Försökspersoner	23
3.3.1	Rekrytering	23
3.3.2	Generell information om försöksdeltagarna	23
3.4	Genomförande	24
3.5	Dokumentation	26
4	Resultat	27
4.1	Personflöden	27
4.2	Kommentarer kring flödet ut ur tåget	28
4.3	Nyttjande av gångbanebredden	29
4.3.1	Nyttjande av gångbanebredden med tåg på intilliggande spår	30
4.3.2	Nyttjande av gångbanebredden utan tåg på intilliggande spår	31
4.3.3	Nyttjande av gångbanebredden – jämförelse	31
4.4	Människors förutsättningar att passera långsamgående	31
4.5	Möjlighet till utrymning för rullstolsburna	32
4.6	Generella kommentarer	34
5	Diskussion	36
6	Förslag till fortsatt arbete	37
7	Litteraturförteckning	38
Bilaga A I		
Bilaga B I		
Bilaga C I		

Förord

Denna studie ingår i projektet ”Förhöjda gångbanor i spårtunnlar”, ett samarbete mellan SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut och Brandskyddslaget utfört på uppdrag av Trafikverket. Projektet baseras på ett storskaligt försök utfört på Skarpnäcks tunnelbanestation i Stockholm.

Försöket skedde med stöd av MTR Nordic AB (MTR), Stockholms Lokaltrafik (SL) och Storstockholms Brandförsvår (SSBF).

Ett speciellt tack riktas till Karl Fridolf som gjort en stor del av förarbetet till denna studie. Karl lade grunden för projektidén, var drivande vid arbetet med ansökan om forskningsanslag och genomförde en väl genomarbetad förstudie samt inledande pilotförsök, vilka försåg oss med värdefullt underlag inför genomförandet av huvudförsöket.

Ett stort tack riktas också till fotograf och brandingenjör Per Rohlén för alla värdefulla foton som togs under försöket och som använts i rapporten.

Tack också till alla de som hjälpt till att sprida information om försöket vid rekryteringen av försökspersoner samt de som på ett eller annat sätt deltog vid försökstillfället.

1 Inledning

På senare år har allt fler upphöjda gångbanor projekterats i spårtunnlar. Med upphöjda gångbanor menas här gångbanor avsedda för utrymning som sträcker sig längs med spårtunneln och är belägna lägst i jämnhöjd med rälsöverkanten och som högst i nivå med tågets golvnivå. På grund av den minskade utstegshöjden vid utrymning av ett tåg, har upphöjda gångbanor framhållits som en personsäkerhetshöjande åtgärd. I en utrymningssituation kan tågets passagerare kliva ut på gångbanan och följa den ut ur tunneln och därmed undvika en situation där passagerarna tvingas hoppa ner på spårområdet för att ta sig ut. Dagens kunskap om hur upphöjda gångbanor faktiskt påverkar säkerhetsnivån är dock baserad på mycket begränsade erfarenheter och ett osäkert beräkningsunderlag, varför behovet av mer forskning inom detta område är stort.

Detta dokument utgör en av två tekniska rapporter inom ramen för projektet ”Förhöjda gångbanor i spårtunnlar”. Rapporten innehåller en beskrivning av det försök som utförts inom projektet och utgör underlag till de teoretiska resonemang och riktlinjer för brandteknisk projektering av upphöjda gångbanor som presenteras i Brandskyddslagets rapport inom ramen för samma projekt.

1.1 Syfte

Syftet med det utförda försöket har varit att studera människors beteende och förflyttning vid utrymning på upphöjda gångbanor.

1.2 Mål

Målet med försöket har varit att få utökade kunskaper om hur upphöjda gångbanor påverkar säkerhetsnivån vid utrymning.

Det övergripande projektmålet har varit att utveckla förslag till riktlinjer och ge ett beslutsunderlag för hur olika faktorer som påverkar utrymningsförloppet på upphöjda gångbanor ska hanteras vid brandteknisk projektering.

1.3 Avgränsning

Studien har utförts primärt kvalitativt, med kvantitativa analyser gällande flöden och nyttjande av gångbanebredden.

Vid bearbetningen av det material som samlats in under utfört försök har analysen begränsats till att behandla flödesberäkningar, nyttjande av gångbanebredden, människors förutsättningar att passera långsamtgående samt möjlighet till utrymning för rullstolsburna.

2 Områdesöversikt

I detta kapitel har en sammanfattning av kunskapsläget inom utrymning på upphöjda gångbanor gjorts. Områdesöversikten har varit vägledande i det fortsatta arbetet med planeringen av huvudförsöket.

2.1 Regelverk och rekommendationer

Upphöjda gångbanor i järnvägstunnlar förekommer i flera regelverk och rekommendationer. Nedan följer en sammanställning av vad dessa föreskriver.

2.1.1 EU-kommissionens förordnings: TSD avseende ”säkerhet i järnvägstunnlar”

År 2014 antog den Europeiska kommissionen *kommissionens förordning (EU) nr 1303/2014 (TSD 2014)* [1]. Förordningen började tillämpas i samtliga medlemsstater den 1 januari 2015 och ersatte därmed den tidigare TSD:n från 2008 [2].

Förordningen utgör en lägsta kravnivå avseende säkerheten i järnvägstunnlar i Europa och det står medlemsstaterna fritt att själva föreskriva högre krav än vad som anges i förordningen.

I Tabell 1 redovisas i korthet de krav som ställs på utformning av gångbanor i TSD 2014. Kraven gäller för tunnlar längre än 500 m. I tunnlar som är kortare än 500 m ställs inga motsvarande krav.

Tabell 1: Krav enligt TSD 2014

Tillgång	På åtminstone ena sidan av enkelspåriga tunnlar och på båda sidorna i dubbelspåriga tunnlar.
Höjd över mark	I jämnhöjd med eller högre än rälsöverkanten.
Bredd	Minst 0,8 m.
Fri höjd över gångbanan	Minst 2,25 m
Ledstång	Ska sättas upp på en höjd av 0,8 m till 1,1 m längs gångbanor som leder till säker plats. Ledstänger ska placeras utanför gångbanans minimibredd.

I Tabell 2 redovisas på motsvarande sätt de krav som ställdes på utformningen av gångbanor i tidigare gällande TSD 2008. Även här gällde kraven för tunnlar längre än 500 m och inga motsvarande krav ställdes för tunnlar kortare än 500 m.

Tabell 2: Krav enligt TSD 2008

Tillgång	På åtminstone ena sidan av enkelspåriga tunnlar och på båda sidorna i dubbelspåriga tunnlar.
Höjd över mark	Lägsta nivå ej under rälsunderkanten.
Bredd	Minst 0,75 m.
Fri höjd över gångbanan	Minst 2,25 m
Ledstång	Ska sättas upp på en höjd av ca 1,0 m längs gångbanor som leder till säker plats. Ledstänger ska placeras utanför gångbanans minimibredd.

TSD 2014 ger ingen information om orsaken till de ändringar som infördes.

2.1.2 UIC:s rekommendation om säkerhet i järnvägstunnelar

En arbetsgrupp inom *Union International de Chemin de fer eller the International Union of Railways* (UIC), bestående av totalt fjorton representanter från ägare av infrastruktur och operatörer, levererade år 2002 en rekommendation om säkerhet i järnvägstunnelar [3]. Den kan ses som en reaktion på tidigare inträffade olyckor, med åtgärder för att höja säkerheten inom verksamhetsområdet.

Rekommendationen föreskriver ingen höjd på gångbanan, utan anger istället att detta måste bedömas från fall till fall med avseende på lokala förhållanden. Däremot framgår att bredden bredvid rälsen optimalt bör uppgå till 1,2 m och inte bör understiga 0,7 m. Referens som motiverar angivna bredder anges inte. I rekommendationen framgår dessutom att det i tunnelar med dubbla spår ska finnas gångbanor på båda sidorna av tunneln och att dessa ska förses med handledare. Rekommendationen gäller för tunnelar längre än 1,0 km och det står uttryckligen att den inte är avsedd att tillämpas på tunnelbanesystem.

2.1.3 UNECE:s rekommendation om säkerhet i järnvägstunnelar

United Nations Economic Commission for Europe har utfärdat rekommendationen *United Nations Economic and Social Council* avseende säkerhet i järnvägstunnelar, också som svar på tidigare inträffade olyckor [4]. Rekommendationen avser i huvudsak tunnelar med en längd mellan 1,0 och 15,0 km, och den baseras bl.a. på en omfattande inventering av väg- och järnvägstunnelar i Europa inom detta längdintervall. Liksom UIC:s rekommendation förespråkar UNECE särskilda gångbanor för utrymning med en minsta bredd motsvarande 0,7 m, men gärna så breda som 1,2 m. Referens som motiverar angivna bredder saknas även här. I UNECE föreskrivs inte någon höjd på gångbanan, utan anger, likt UIC:s rekommendation, att höjden måste bedömas från fall till fall med avseende på lokala förhållanden. Enligt UNECE bör gångbanorna utrustas med handledare på ”lämplig” höjd ovan gångbanan och i tunnelar med dubbla spår rekommenderas gångbanor på tunnelns båda sidor.

2.1.4 Trafikverkets krav och råd för väg- och järnvägstunnelar

I Sverige har Trafikverket publicerat egna krav och råd som tillämpas vid projekteringen och byggnation av myndighetens tunnelar [5] [6]. I TRVK Tunnel 11: Trafikverkets Tekniska Krav Tunnel [5] citeras texten från TSD:n som publicerades 2008, men med följande kompletteringar:

- I tunnelar med en längd mellan 100 m till och med 500 m ska gångbanan bredd vara minst 0,9 m. I övrigt ska TSD 2008 gälla.
- I tunnelar längre än 500 m ska gångbanans bredd vara minst 1,2 m, med undantag för trånga passager där kravet i TSD 2008 godtas. I övrigt ska TSD 2008 gälla.
- Tunnelar längre än 100 m ska ha gångvänliga ytor på gångbanan. Tunnelns markplan ska dessutom utjämnas så långt som möjligt, så att nivåskillnaderna mellan gångbanor och spårområde minimeras.

Referenser som motiverar dessa krav saknas i sin helhet.

2.1.5 NFPA® 130

NFPA® 130 är en standard som används främst i USA i samband med brandteknisk projektering, verifiering och utformning av stationer och spårområden i järnvägstunnelar. I

standardens sjätte avsnitt avhandlas de delar som ligger i själva spårområdet, bl.a. tekniska specifikationer för utrymningsvägar [7]. En sammanfattning av innehållet återges i Tabell 3.

Tabell 3: Krav enligt NFPA® 130

Avsnitt i standarden	Sammanfattning av avsnittets innehåll
6.3.2.1	Det ska finnas en utrymningsväg/gångbana som har en fri bredd om 0,61 m i fotnivå.*
6.3.3.3	I de fall där själva spårområdet utgör del av utrymningsvägen ska detta ha en obetydlig lutning och vara fri från hinder.
6.3.3.4	Med undantag för 6.3.3.3 ska samtliga utrymningsvägar ha en enhetlig, halksäker design.
6.3.3.5	Gångbanor högre än 0,76 m ska utrustas med ett skydd mot den öppna sidan för att förhindra fallrisken ner på spårområdet.
6.3.3.6	Skydd enligt 6.3.3.5 krävs inte om det i botten av spårområdet finns en grind eller däck installerad, som avskiljer spårområdet från gångbanan.
6.3.3.8	Gångbanor högre än 0,76 m ska utrustas med handledare på den sidan som inte är öppen mot spårområdet.
6.3.3.9	Upphöjda gångbanor belägna mellan två spår och <u>som</u> är bredare än 1,12_m behöver inte utrustas med handledare enligt 6.3.3.8.

* Ytterligare mått finns specificerade i nämnda NFPA-standard gällande mått ovan gångbana i axel- och huvudhöjd.

2.2 Allmänt om utrymning

För att uppfylla kravet på säkerhet i händelse av brand som anges i 8 kap. 4 § 1 st. 2 p. i Plan- och bygglagen (SFS 2010:900), ska ett byggnadsverk vara projekterat och utfört på ett sätt som (bland annat) innebär att personer som befinner sig i byggnadsverket vid brand kan lämna det eller räddas på annat sätt (3 kap. 8 § 1 st. 4 p. i Plan och byggförordningen (SFS 2011:338)). Lag- och förordningstexten är inte på något sätt unik för Sverige, utan går att hitta i motsvarande internationell lagstiftning. Människors förmåga att utrymma i händelse av brand har av internationella experter pekats ut som den i särklass viktigaste aspekten av en byggnads säkerhet [8].

2.2.1 Människor som befinner sig i byggnadsverk

I Sverige har mer än 17 % av befolkningen en permanent fysisk funktionsnedsättning som påverkar hörsel, syn eller rörelse, se Tabell 4 [9]. Vid försök har det visats att det innebär en markant skillnad i förflyttningshastighet då personer med funktionsnedsättning inkluderas i utrymningsförloppet. I försök utförda av Sørensen och Dederichs tog det dubbelt så lång tid att evakuera ett tåg i en tunnel med blandad population (personer med funktionsnedsättning inkluderade) jämfört med utrymning av en homogen population (inga personer med fysisk funktionsnedsättning inkluderade). [10]

Tabell 4: Antal personer med funktionshinder i Sverige [9]

	Funktionsnedsättning	Hjälpmedelberoende	Funktionshinder
Nedsatt hörsel	100 0000		
Hörselapparat		400 000	
Döva			15 000
Nedsatt syn	180 000		
Blinda			13 000
Rörelsehindrad	500 000		
Rullstol		80 000	
Nedsatt arm-och handfunktion			250 000

För väg- och järnvägstunnlar verifieras personers möjlighet att lämna tunneln vid brand ofta med beräkningar och/eller simuleringar av utrymningsförlopp. Det ställer stora krav på kännedom om och hur människor uppfattar och tolkar information i en brandsituation, men också hur människor reagerar på denna. För att kunna utföra beräkningar på utrymningsförlopp är det dessutom nödvändigt med kunskap om hur fort människor förflyttar sig i olika miljöer och situationer samt vad som påverkar denna förflyttningshastighet. För teorier och modeller som beskriver människans beteende i tunnelbränder hänvisas läsaren till annan litteratur, se [10], [11] och [12]. I detta avsnitt avhandlas istället översiktligt de viktigaste begreppen förknippade med förflyttning i utrymningssituationer (förflyttningshastighet, persontäthet och personflöden). Den intresserade läsaren hänvisas till annan litteratur, se [13] och [14] för en fördjupning i ämnet.

2.2.2 Förflyttningshastighet

Människors förflyttningshastighet kan definieras som den tid det tar en individ att gå en viss sträcka. Den kan uttryckas på fyra olika sätt:

1. Fågelvägen mellan två punkter A och B, inklusive eventuella pauser
2. Fågelvägen mellan två punkter A och B, exklusive eventuella pauser
3. Den faktiska gångvägen mellan två punkter A och B, inklusive eventuella pauser
4. Den faktiska gångvägen mellan två punkter A och B, exklusive eventuella pauser

Det finns ett samband mellan människors förflyttningshastighet och den rådande persontätheten, där den senare vanligen definieras som antal personer per ytenhet, t.ex. personer/m². Persontäthet kan också uttryckas som förhållandet mellan den horisontellt projicerande arean som personerna på en viss yta upptar och den totala area som de vistas på. I det senare fallet anges persontätheten som en dimensionslös storhet. Tidigare genomförda studier har visat att människors förflyttningshastighet är förhållandevis konstant till dess att tätheten överstiger ca 0,5 personer/m². Därefter avtar den med ökande persontäthet, vilket är en följd av att personerna får svårare att röra sig ohindrat.

Vid persontäthet motsvarande ca 4 personer/m² brukar det antas att den teoretiska maxgränsen är nådd, och att förflyttningshastigheten är 0 m/s [15]. Detta beror på att människor inte längre kan förflytta sig vid så trånga förhållanden. Däremot rekommenderas det inte att ingenjörer i den praktiska tillämpningen ska dimensionera exempelvis utrymningsvägar för så höga persontätheter, eftersom det då föreligger en stor risk för tramp- och klämningsolyckor. Istället anges ofta gränsen 2 personer/m² som ett maximalt referensvärde. Det är också vid den nivån som det teoretiskt högsta personflödet uppstår, även om inte den faktiska förflyttningshastigheten då är som högst.

2.2.3 Personflödesmodeller

Som ett komplement till människors förflyttningshastighet används oftast termen personflöde för att representera hur många personer som passerar en viss punkt per tidsenhet. I huvudsak kan personflödet uttryckas med två olika modeller:

$$1. \quad F = D \times v \times B$$

där F anger personflödet [personer/s], D persontätheten [personer/m²], v förflyttningshastigheten [m/s] och B utrymningsvägens bredd [m]. Denna variant benämns ibland som ett dynamiskt personflöde.

$$2. \quad F_s = D \times v$$

där F_s anger personflödet per meter bredd [personer/(s·m)], D persontätheten [personer/m²] och v förflyttningshastigheten [m/s]. Denna variant benämns ibland som ett specifikt personflöde.

Som kan ses i modellerna ovan regleras personflödet, oberoende av hur det mäts, av persontätheten. Låga persontätheter renderar ett lågt personflöde, men detsamma gäller även för höga persontätheter. Förklaringen ligger i sambandet mellan persontäthet och förflyttningshastighet som nämnts i föregående avsnitt; vid persontätheter som överstiger ca 0,5 personer/m² avtar människors förflyttningshastighet från ca 1,25 m/s i genomsnitt ner till 0 m/s vid ca 4 personer/m². Vid så höga persontätheter som 4 personer/m² blir det resulterande flödet alltså 0 p/s, precis som i situationen då persontätheten är 0 personer/m². Den teoretiskt högsta personflödesnivån brukar antas uppstå vid en persontäthet motsvarande ca 2 personer/m².

Oavsett modell avses den verkliga bredden på utrymningsvägen. Det är dock allmänt känt att människor sällan utnyttjar hela den verkliga bredden när de förflyttar sig i utrymningssammanhang. Istället uppstår ett smalt gränsskikt närmast väggen som inte utnyttjas, vilket bl.a. beror på att människor pendlar i sidled vid sin förflyttning. Gränsskiktets storlek varierar beroende på utrymningsvägens utformning, men som exempel kan nämnas att korridorer med släta väggar medför ett gränsskikt motsvarande ca 0,2 m per sida [15]. Vad som gäller i tunnelmiljöer avseende effektiv bredd, t.ex. för upphöjda gångbanor där ena sidan består av berg/tunnelvägg och andra sidan är fri, råder det viss osäkerhet kring. Det förekommer skrivelser om att den verkliga och den effektiva bredden är densamma om personerna kan pendla med överkroppen över avgränsningen, t.ex. över en stolsrad [16]. Situationen skulle möjligen kunna jämföras med förflyttning på en upphöjd gångbana i en tunnel. En motsättning till det påståendet går dock att hitta i avsnitt fem i NFPA® 130 [7]. Visserligen är avsnitt fem i NFPA® 130 avgränsat till själva stationsområdet, men likväl framgår det i avsnitt 5.3.4.2 att den effektiva bredden för en plattform, korridor eller ramp (inom stationsområdet) ska beräknas med avdrag om 0,3 m för en sidovägg och 0,45 m för en plattformskant. Det bör noteras att uppgiften 0,3 m inte motsvarar det som anges i andra källor, och att ursprunget till uppgiften 0,45 m inte går att spåra i forskningen. Motiveringen till användningen av just dessa värden saknas. I praktiken innebär detta att en plattform som i verkligheten är 1,12 m bred har en effektiv bredd motsvarande 0,37 m (1,12 – 0,3 – 0,45). Det kan dock konstateras att motsvarande skrivelser inte förekommer i det sjätte avsnittet i NFPA® 130, d.v.s. i det avsnitt som omfattar själva spårområdet, och det råder därmed en osäkerhet kring hur den effektiva bredden för en upphöjd gångbana på spårområdet ska beräknas.

2.3 Utrymning i järnvägstunnelar

Utrymning i spårtunnelar kan delas in i två steg:

1. Utrymning från tåg till tunnel
2. Utrymning från tunnel till en säker plats

Vid denna indelning bortses från beteendet innan förflyttningen startar, dvs. beteendet under varseblivning och förberedelse inför utrymningen. För att kunna förutse ett utrymningsförlopp i tunnelar är därmed kunskap om båda dessa steg nödvändig. Nedan presenteras en mycket översiktlig sammanfattning av ämnet. Den intresserade läsaren hänvisas till originalpublikationerna.

2.3.1 Tågutrymning

Att utrymma ett tåg i en tunnel är inte ett önskvärt scenario. Vid brand i tåg som befinner sig i en tunnel är det därför vanligt förekommande att riktlinjerna är att köra tåget ut ur tunneln, alternativt till nästa station, och utrymma därifrån. Ändå har flera tidigare inträffade olyckor visat att det förekommit situationer där människor tvingats utrymma tåg i tunnelmiljöer, såväl p.g.a. av brand som av andra orsaker [17] – [18]. Detta motiverar att utrymning av tåg i tunnelmiljöer är intressant att studera i projekteringsfasen av nya spårtunnelar. Idag finns det dock mycket begränsad data att tillgå avseende utrymning från tåg. Tillgänglig data har sammanställts i Tabell 5. Tabellen inkluderar genomförda försök såväl med som utan höjdskillnad till den gångbana/plattform som försökspersonerna utrymt till. Försöken kommenteras inte vidare i denna rapport utan kan studeras i originalpublikationerna. Det gäller i synnerhet om datamängden ska tillämpas praktiskt, t.ex. vid projektering, eftersom projektören bör vara insatt i de förutsättningar som gällt vid försökets genomförande.

Tabell 5: En sammanställning av genomförda utrymningsförsök vilka fokuserar på tågutrymning

Referens	Typ	Miljö	Info fp	Flöde [p/s]	Dörrbredd [m]	Höjdskillnad [m]
[19] [20] [21]	Fält	Fri	Helt	0,57	0,81	-
[22]	Fält	Tunnel	Ingen Delvis	0,1-0,2 0,4-0,6	1,2 1,2	- -
[23] [24]	Lab	Tunnel	Helt	0,3-0,5	1,7	0,7-1,4
[25]	Fält	Tunnel	Ingen	0,19-0,22	1,4	1,4
[26] [27]	Lab	Fri	Helt Helt	0,9 0,3-0,65	- -	0 Trappa
[28]	Fält	Fri	- -	0,5-1,1 1,6	0,7-1,4 1,2	0 0
[29] [30] [31]	Lab	Fri Tunnel	Helt	1,2 0,25*	0,7 1,3	0,65-1 1,15
[32]	Endast kvalitativ information					

I tabellen anger "Typ" om försöket genomförts i lab- eller fältmiljö, "Miljö" om försöket genomförts i det fria eller i en tunnelmiljö, "Info fp" hur mycket information försökspersonerna fick innan deltagande i försöket och "Dörrbredd [m]" den verkliga dörrbredden. "-" innebär att informationen saknas, d v s inte framgår av referensen. * innebär att informationen är osäker.

Information avseende om, och i så fall i vilken utsträckning, personflödet i tågdörren påverkas av persontätheten på gångbanan är bristfällig. Fridolf [23] spekulerar i ett sådant samband som skulle innebära att personflödet minskar med ökad persontätheten på gångbanan. Oswald m.fl. [29] – [31] antyder samma sak, och redovisar effekten tydligast i den senast publicerade referensen. I ett av försöken tömdes ett närmast fullsatt passagerartåg. Försökspersonerna var då tvungna att ta sig ner från tåget till en smal

gångbana i marknivå. Under försöket observerades att det blev så trångt på gångbanan att försökspersonerna som var kvar på tåget inte kunde ta sig ut, varefter utgången närmast tågfronten tömdes först samtidigt som de försökspersoner som stod ”bakom” på gångbanan väntade. Därefter tömdes utgången näst närmast tågets front, varefter den tredje närmaste dörren tömdes, o.s.v. Personflödet var alltså nära noll för övriga tågutgångar som låg nedströms flödesriktningen från den tågdörr som för tillfället utrymdes.

2.3.2 Tunnelutrymning

Likt tågutrymning, är underlaget för att förutse utrymningsförloppet ur en tunnel mycket begränsat. Avseende förflyttning i järnvägstunnlar på andra ytor än särskilt dedikerade gångbanor finns tre studier, se Tabell 6.

Tabell 6: En sammanställning av genomförda utrymningsförsök vilka fokuserar på tunnelutrymning

Referens	Typ	Miljö	Info fp	Belysning	Rök	Gånghastighet [m/s]
[22]	Fält	Tunnel	Ingen	Ingen	Tunn	0,9-1,1
				Ingen	Tät	0,5-1,0
				Nöd	Tät	1,0-1,8
			Delvis	Hög	Tunn	1,0-1,2
[33] [34]	Lab	Tunnel	Delvis	Ingen	Tjock	0,9
[25]	Fält	Tunnel	Ingen	Mer än nöd	Ingen	1,1-1,2

*I tabellen anger ”Typ” om försöket genomförts i labb- eller fältmiljö, ”Miljö” om försöket genomförts i det fria eller i en tunnelmiljö, ”Info fp” hur mycket information försökspersonerna fick innan deltagande i försöket och ”Dörrbred [m]” den verkliga dörrbredden. ”-” innebär att informationen saknas, d v s inte framgår av referensen. * innebär att informationen är osäker.*

2.3.2.1 Tunnelutrymning på gångbana

Få studier har gjorts på människors möjlighet att förflytta sig på gångbanor i järnvägstunnlar [10] [16] [35]. I detta avsnitt återges de refererade försöken i korthet.

2.3.2.1.1 Försök Lund 2012

Försöket syftade primärt till att studera hur en upphöjd gångbanas bredd påverkar människors förflyttningshastighet vid utrymning, för såväl gående som rullstolsburna. Därutöver syftade försöket till att redogöra för hur människor upplever utrymning på upphöjda gångbanor, och då i synnerhet hur faktorer som exempelvis gångbanans höjd påverkar denna upplevelse.

I försöket ingick tre olika försöksserier:

1. Försöksserie 1 syftade till att undersöka hur rullstolsburna individer förflyttar sig och påverkas av olika bredder på den upphöjda gångbanan. Totalt ingick två försökspersoner, 23 respektive 24 år, som hade någon funktionsvariation, men som i försöket använde en rullstol för att förflytta sig. Försöket genomfördes i dagsljus. Rullstolarnas bredd var 0,64 respektive 0,67 m.
2. Försöksserie 2 syftade till att undersöka hur personer förflyttar sig längs gångbanan samt påverkas av gångbanans bredd. Totalt ingick 50 försökspersoner mellan 18 och 27 år, varav två utgjordes av de rullstolsburna från försöksserie 1. De rullstolsburna från försöksserie 1 deltog dock endast i ett av scenarierna. Försöket genomfördes kvällstid, d.v.s. i mörker.
3. Försöksserie 3 syftade till att undersöka effekten av två olika underlättande installationer, en handledare respektive en kilformad kantlist fäst utmed gångbanans ytterkant (mot spårområdet). Totalt ingick 24 försökspersoner mellan 18 och 30 år. Försöket genomfördes i dagsljus.

De tre försöksserierna genomfördes alla på en 18 m lång gångbana placerad 1,3 m över mark. Konstruktionen utgjordes av släta väggar och slätt underlag. Belysningsarmaturer var placerade på väggarna.

Datainsamlingstekniken utgjordes av observationer under pågående försök samt en efterföljande enkätstudie, vilken majoriteten av försökspersonerna deltog i. I scenario 1 genomfördes dessutom en intervjustudie under pågående försök.

I försöksserie 1 studerades totalt fem gångbanebredder, se Tabell 7. De två försökspersonerna deltog individuellt och förflyttade sig längs gångbanan en gång var för varje studerad bredd. Av den efterföljande enkätstudien framgick att ingen av dem upplevde höjden som något problem, oavsett gångbanebredden. Däremot angavs väggen som ett rent fysiskt problem då den försvårade framförandet av rullstolen.

Tabell 7: Försök Lund 2012, Försöksserie 1

Scenario	Bredd [m]	Hastighet [m/s]	
		Försöksperson 1	Försöksperson 2
1.1	1,35	1,8	1,8
1.2	1,20	1,9	1,5
1.3	1,05	1,6	1,5
1.4	0,90	1,4	1,5
1.5	0,75	0,7	0,9

I försöksserie 2 studerades totalt sex olika gångbanebredder, se Tabell 8. Scenariot med den bredaste gångbanan upprepades två gånger – en extra gång där de rullstolsburna försökspersonerna från försöksserie 1 deltog. Samtliga scenarion upprepades fem gånger, vilket innebär att försökspersonerna (med något enskilt undantag) 5 (de rullstolsburna från försöksserie 1) respektive 35 (övriga deltagare) gånger.

Tabell 8: Försök Lund 2012, Försöksserie 2

Scenario	Bredd	Hastighet [m/s]	Dynamiskt flöde [p/s]
2.1	0,60	1,40	0,93
2.2	0,75	1,34	1,02
2.3	0,90	1,40	1,16
2.4	1,05	1,53	1,36
2.5	1,20	1,61	1,63
2.6	1,35	1,62	1,82
2.7	1,35	1,16	1,87

I Tabell 8 framgår att den genomsnittliga gånghastigheten ökade med bredden. Det ska dock åter poängteras att försökspersonerna deltog 35 respektive 5 gånger, varför inlärningseffekten kan ha påverkat hastigheten. Avseende det dynamiska flödet konstaterades i den tekniska rapporten att det ökar i det närmaste linjärt från ca 0,9 p/s vid bredden 0,6 m till ca 1,8 p/s vid bredden 1,35. ($R^2 = 0,96$, vilket innebär att hela 96 % av personflödesvariationen förklaras av gångbanans bredd).

Enkätstudien från försöksserie 2 gav en intressant inblick i hur försökspersonerna upplevde gångbanans höjd och hur detta påverkade deras förflyttning. Enkätsvaren visar bl.a. att det upplevda obehaget orsakat av höjden avtog med ökande gångbanebredd. Vid bredden 0,75 m uppgav 56 % av de som deltog i enkätstudien att de inte upplevde något obehag p.g.a. höjdskillnaden, vid 0,9 m bredd uppgav 83 % att de inte upplevde något obehag och vid 1,35 m bredd svare 98 % att de inte upplevde obehag till följd av höjdskillnaden. Enkätsvaren avseende osäkerhet följer samma trend. Vid 0,75 m gångbanebredd uppgav 85 % av de som deltog i enkätstudien att gångbanan var fullt tillräcklig att gå på. Försökspersonerna angav också att de för samtliga gångbanebredder

förflyttade sig försiktigare än i normala fall p.g.a. höjdskillnaden ner till marken, dock med ett linjärt avtagande samband med ökande gångbredd.

Försöksserie 3 innefattade tre scenarion. Bredden var densamma i samtliga scenarion, men de underlättande installationerna (ledstång respektive kantlist) varierade, se Tabell 9. Samtliga scenarion upprepades fem gånger, vilket innebär att försökspersonerna (med något enskilt undantag) deltog 15 gånger.

Tabell 9: Försök Lund 2012, Försöksserie 3

Scenario	Bredd	Hastighet [m/s]	Dynamiskt flöde [p/s]	Installation(er)
3.1	0,85	1,57	1,16	Ledstång och golvkantlist
3.2	0,85	1,53	1,17	Golvkantlist
3.3	0,85	1,54	1,16	-

Av Tabell 9 framgår att förflyttningshastigheter och personflöden var relativt okänsliga avseende de underlättande installationerna. Trots det svarade 11 personer i enkätstudien att närvaron av handledaren var positiv. I enkätstudien framgick också att 8 personer inte tyckte att handledaren gjorde någon skillnad och 2 personer angav att den hade en negativ inverkan, eftersom den inkräktade på gångbanans bredd.

I enkätstudien framgick att 13 personer tyckte att det kändes säkrare då gångbanan försågs med kantlist, 5 personer märkte ingen skillnad och 2 personer tyckte att gångbanan upplevdes bredare med kantlist. 2 personer angav att det kanske inte var kantlisten i sig som gjorde att det kändes säkrare, utan det faktum att kanten syntes bättre.

2.3.2.1.2 Försök Korsør 2012

Försöken genomfördes i en testtunnel, uppbyggd som en del av (60 m) Stora Belt Link-projektet (den tunnel som förbinder Sjælland och Fyn). Testtunneln är belägen på räddningsskolan (RESC) i Korsør, Danmark. Tunneln är konstruerad med två tvärgående tunnlar placerade med ett inbördes avstånd om 40 m. De tvärgående tunnlarna är avskilda från huvudtunneln med dubbeldörrar av stål och kan dessutom stängas från utsidan med dörrar. De tvärgående tunnlarna är försedda med nödbelysning. Huvudtunneln är utrustad med utrymningsskyltar, nödtelefoner och nödbelysning likt den verkliga tunneln.

Under försöken placerades en tågagn av modell IC3 i ena änden av tunneln. En vagn av denna modell har 20 sittplatser fördelade på fem sittgrupper om fyra platser vardera. Utöver dessa platser, finns det dessutom tre fällbara säten intill utgången. Det finns 13 ståplatser i tågagnen och ytterligare 10 ståplatser i lobbyn. En fullsatt tågagn inrymmer därmed 46 personer.

Från tågets lobby till den upphöjda gångbanan var det en 1,25 m bred trappa med tre trappsteg. I försöket skulle försökspersonerna ta sig från vagnen, ner för trappan och ut på den 1,3 m breda gångbanan. Därefter skulle de följa gångbanan 4,4 m och därefter svänga höger, in i en av de tvärgående tunnlarna. De ansågs befinna sig i säkerhet då de lämnat den 6,8 m långa tvärgående tunneln och befann sig utanför testtunneln.

Syftet med försöken var att studera effekten av heterogena populationer vid evakuering samt uppmärksamma effekten av sårbara grupper i evakueringsprocessen.

Sammansättningen av den grupp försökspersoner som deltog vid försöken baserades på den demografiska profilen för Danmark. I tre av fyra försöksserier utgjordes populationsammansättningen av en blandad population och den fjärde försöksserien (referensgruppen) utgjordes enbart av arbetsföra vuxna, se Tabell 10. Varje försöksserie upprepades fem gånger, varför totalt 20 försök genomfördes.

Tabell 10: Fördelning av populationssammansättningarna i de olika försöksserierna

Försöksrunda	Arbetsföra vuxna	Kognitiv funktionsnedsättning	Äldre	Nedsatt hörsel	Nedsatt syn	Nedsatt rörelse	Barn
1	23	2	7	3	2	-	-
2	22	2	7	2	-	3	8
3	27	2	8	3	2	3	10
4	39	-	-	-	-	-	-

Försökspersonerna rekryterades lokalt. Totalt deltog 96 personer. De arbetsföra vuxna var i åldrarna 17 till 64 år. De hade stor varierad fysik form. De äldre var mellan 65 och 84 år och hade inga funktionsnedsättningar. Med undantag för barnen, hade försökspersonerna ingen tidigare relation till varandra.

Datainsamlingstekniken bestod av observationer under försöket samt en efterföljande enkätundersökning.

De totala evakueringstiderna för respektive försöksrunda har sammanställts i Tabell 11.

Tabell 11: Total evakueringstid

Försöksrunda	Total evakueringstid [s]
1	108,53
2	88,69
3	103,08
4	50,15

3 Beskrivning av utförda försök

I detta kapitel beskrivs de utrymningsförsök som utfördes inom ramen för det aktuella projektet. Kapitlet är indelat i fem avsnitt, där det första avsnittet utgörs av en beskrivning av pilotstudien från Hallandsåsen. Resterande avsnitt beskriver försöksplatsen för huvudförsöken samt ger information om försökspersonerna, en beskrivning av genomförandet samt information om försökens dokumentering.

3.1 Pilotstudie

En pilotstudie genomfördes på en ca 180 m lång gångbana i Hallandsåstunneln. Gångbanan var bredare än de gångbanebredder som studerades i det efterföljande utrymningsförsöket (ca 1,5 m jämfört med 1,2 m samt 1,05 m respektive 0,9 m). Gångbanan var dessutom placerad lägre än tågets golvnivå och med ett relativt stort avstånd från rälsen (se Figur 1), vilket också skiljer sig från det efterföljande försöket.



Figur 1: Pilotstudie Hallandsåstunneln

Pilotstudien var indelad i fyra försöksomgångar:

1. I den första försöksomgången instruerades hela försöksgruppen att i samlad trupp förflytta sig längs gångbanan från punkt A till punkt B. Inga ytterligare instruktioner gavs.
2. I den andra försöksomgången ombands alla försöksdeltagare utom två att likt försöksomgång 1 förflytta sig längs gångbanan, denna gång från punkt B till punkt A. En person (man) ombands att gå uppenbart långsammare och en person (kvinna) ombads att passera den förstnämnda personen genom att hoppa ner på makadammen.
3. I den tredje försöksomgången instruerades vissa försöksdeltagare att likt försöksomgång 1 förflytta sig längs gångbanan från punkt A till punkt B (grupp 1). Övriga deltagare (grupp 2) ombads ta plats inne i det tåg som stod uppställt intill gångbanan. När grupp 1 passerade tågdörrarna anslöt grupp 2 till flödet på gångbanan.
4. I den fjärde försöksomgången var upplägget detsamma som i försöksomgång 3, med undantag för att försöksdeltagarna förflyttade sig från punkt B till punkt A samt att de tre personer som gick längst fram på gångbanan instruerades att ”blockera” genom att gå uppenbart långsammare.

Avslutningsvis ombads försökspersonerna att delta i en efterföljande enkätstudie.

Det var totalt 31 personer som deltog i pilotstudien med efterföljande enkätundersökning. I Tabell 12 och Tabell 13 har deltagarnas ålder respektive könsfördelning sammanställts.

Tabell 12: Åldersfördelning

Åldersintervall	Antal [st.]	Procent [%]
18 t.o.m. 20	-	-
21 t.o.m. 30	3	9,7
31 t.o.m. 40	1	3,2
41 t.o.m. 50	8	25,8
51 t.o.m. 60	11	35,5
61 t.o.m. 70	5	16,1
71 t.o.m. 77	3	9,7

Tabell 13: Könsfördelning

Män		Kvinnor	
Antal [st.]	Procent [%]	Antal [st.]	Procent [%]
24	77,4	7	22,6

I enkätundersökningen tillfrågades deltagarna hur de upplevde sina möjligheter att passera långsamgående. I Tabell 14 har enkätsvaren sammanställts.

Tabell 14: Människors förutsättningar att passera långsamgående

	När du gick i tunneln, kunde du gå om/passera personer framför dig som gick långsammare än du själv?		
	Ja	Nej	
		...men jag hade velat	...och jag hade inget behov av det
Antal [st.]	18	4	9
Procent [%]	58,1	12,9	29,0

Av pilotstudien framgick det att strax under hälften (41,9 %) av försökspersonerna inte passerade någon som gick långsammare än de själva under försöket. Av dessa var det 12,9 % som hade velat göra det, men av någon anledning inte ansåg sig ha möjlighet till det. Det framgick också att 58,1 % av försökspersonerna någon gång under försöket passerade personer som gick långsammare än de själva, men frågan i enkäten var ställd så att det inte var möjligt att utläsa huruvida de passerade utan svårigheter eller om de upplevde några komplikationer kring detta. Därför lades ytterligare ett svarsalternativ till i den enkät som efterföljde huvudförsöket. Svarsalternativet innebar att svaret *Ja* på ovan ställda fråga byttes ut mot *Ja, utan problem* och *Ja, men med vissa svårigheter*.

På tunnelväggen längs med gångbanan var en handledare monterad. I enkätundersökningen tillfrågades deltagarna om de nyttjade handledaren. Svaren har sammanställts i Tabell 15.

Tabell 15: Nyttjande av handledare

	När du gick i tunneln, använde/höll du i den handledare (handrücke) som fanns monterad på tunnelns högersida?		
	Ja		Nej
	...hela tiden	...ibland	...det fanns inget behov
Antal [st.]	-	4	27
Procent [%]	-	12,9	87,1

I pilotstudien framgick att det endast var ett fåtal (12,9 %) som nyttjade handledaren. Då det på den plats som användes för huvudförsöket krävdes att en gångbana byggdes upp specifikt för försökstillfället prioriterades monteringen av handledare därför bort med stöd av resultaten från pilotstudien. Istället lades fokus på de punkter som presenteras i avsnitt 4.

3.2 Försöksplatsen

Inför valet av försöksplats studerades flera alternativ. Den plats som slutligen valdes var Skarpnäcka tunnelbanestation. Stationen är belägen norr om Stockholm och ägs av Stockholms lokaltrafik (SL).

Då stationen inte naturligt har någon upphöjd gångbana längs spårområdet, byggdes i samband med försöket en 93,6 m lång skärmvägg längs med den norra perrongkanten, se Figur 2. Denna lösning blev fördelaktig jämfört mot en fast gångbana, då gångbanans bredd kunde justeras under försökets genomförande. Ett tåg var parkerat längs med gångbanans första del. Plattformen på Skarpnäcks tunnelbanestation är belägen i samma nivå som golvnivån i tunnelbanetågen, vilket medförde en höjdskillnad om 1,4 m mellan gångbanan och spårområdet.



Figur 2: Skärmvägg gångbana

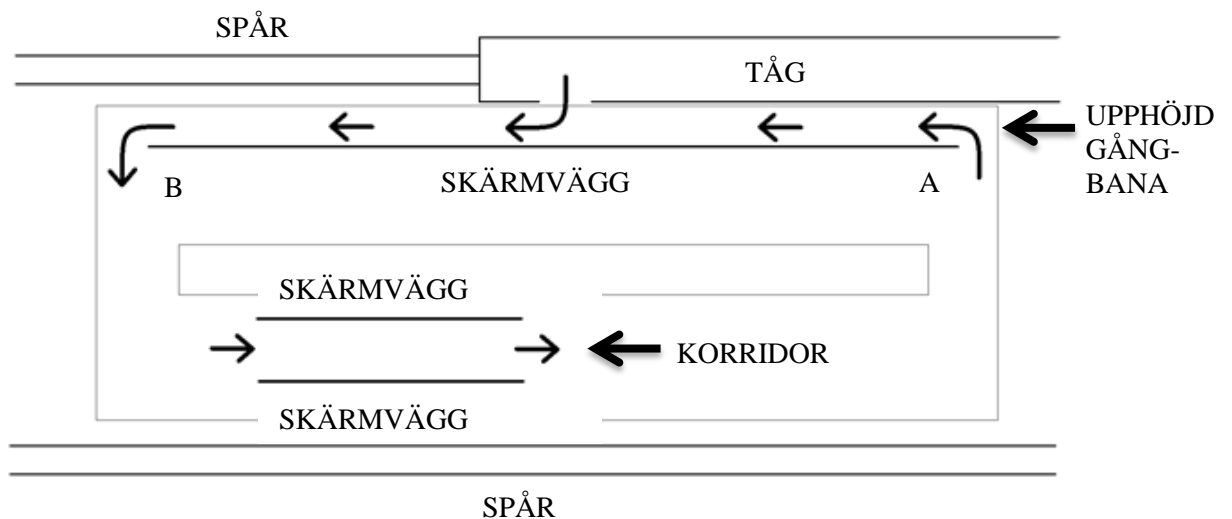
Då försöket genomfördes nattetid var tågtrafiken avstängd och hela stationen (biljetthall och perrong) tillgänglig för försöket. Den södra delen av perrongen kunde därmed nyttjas för att med skärmväggar, likt den vägg som byggdes upp längs den norra perrongkanten, bygga upp en ca 30 m lång korridor där referensförsök kunde genomföras, se Figur 3. Tack vare att korridoren var uppbyggd med skärmväggar kunde bredden varieras även här.



Figur 3: Skärmväggar korridor

Under försöket var spårn på båda sidor om perrongen avstängda för trafik och spårområdena gjorts strömlösa.

Figur 4 visar principskiss över försöksplatsen.



Figur 4: Försöksplatsen – Principskiss

Försöksplatsen var försedd med tre stråk med belysningsarmaturer – ett vid respektive kant mot spårområdena samt ett stråk i mitten av perrongen. Innan försöken mättes belysningsstyrkan på gångbanan samt i referenskorridoren. Belysningsstyrkan varierade, men var i genomsnitt ca 300 lux längs gångbanan och ca 30 lux i korridoren.

3.3 Försökspersoner

I detta avsnitt presenteras rekryteringsprocessen samt generell information om försöksdeltagarna.

3.3.1 Rekrytering

Försökspersonerna rekryterades från allmänheten. För att sprida information om försöket användes radio (lokalradio i Stockholm och rikstäckande), lokaltidningar och sociala medier. Försöket registrerades även på webbplatsen studentkaninen.se och föreningar som tidigare visat intresse av att vara engagerade i den här typen av evenemang (exempelvis Statistföreningen och Missing People) kontaktades. Information om försöket skickades också ut till Mälardalens högskola (MDH) i Västerås och Eskilstuna samt Kungliga Tekniska högskolan (KTH) i Stockholm.

Anmälan till försöket gjordes via en för försöket speciellt upprättad webbsida. Efter att ha anmält sitt intresse på webbsidan, skickades mer ingående information om försöket ut per mail (se Bilaga A). Försökspersonerna bekräftade sen sitt fortsatta intresse av att delta genom att svara på detta mail, och blev då registrerade som deltagare. De 200 som först besvarade mailet antogs som ordinarie deltagare och de 100 nästkommande antogs som reserver. Totalt var alltså 300 personer anmälda till försöket.

3.3.2 Generell information om försöksdeltagarna

Av de 300 anmälda var totalt 111 personer närvarade vid försökstillfället. I Tabell 16 har antalet försökspersoner per delförsök sammanställts.

Tabell 16: Generell information om deltagande försökspersoner - Antal deltagande per delförsök

Delförsök	Antal försökspersoner [st.]	Kommentar
1	111	-
2	111	-
3	110	En av de rullstolsburna valde att avstå
4	110	En av de rullstolsburna valde att avstå
5	106	Rullstolsburna ombads att inte delta p.g.a. säkerhetsskäl. Två personer avbröt sin medverkan innan detta delförsök genomfördes.

I Tabell 17 t.o.m. Tabell 19 har försökspersonernas ålder, könsfördelning och eventuella funktionsnedsättning sammanställts. Dessa sammanställningar baseras på den enkätundersökning som genomfördes i samband med försöket. En person valde att inte delta i enkätundersökningen, varför denne har exkluderats från statistiken.

Tabell 17: Generell information om deltagande försökspersoner – Åldersfördelning

Åldersintervall	Antal [st.]	Procent [%]
18 t.o.m. 20	9	8,3
21 t.o.m. 30	34	31,5
31 t.o.m. 40	19	17,6
41 t.o.m. 50	27	25
51 t.o.m. 60	7	6,5
61 t.o.m. 70	9	8,3
71 t.o.m. 71	3	2,7

Av de som deltog i enkätundersökningen var det två personer som inte uppgav ålder. Dessa har exkluderats ur statistiken i Tabell 17.

Tabell 18: Generell information om deltagande försökspersoner – Könsfördelning

Män		Kvinnor	
Antal [st.]	Procent [%]	Antal [st.]	Procent [%]
59	54,5	49	45,4

Av de som deltog i enkätundersökningen var det två personer som inte uppgav kön. Dessa har exkluderats ut statistiken i Tabell 18.

Tabell 19: Generell information om deltagande försökspersoner – Funktionsnedsättning

Rullstolsburna		Synskadade		Hörselskadade		Kognitiv nedsättning	
Antal [st.]	Procent [%]	Antal [st.]	Procent [%]	Antal [st.]	Procent [%]	Anta [st.]	Procent [%]
3	2,7	9	8,2	5	4,5	7	6,4

Av de 110 försökspersoner som deltog i enkätundersökningen var det en person som svarade att han/hon hade både syn- och hörselskada och en annan person som svarade att han/hon hade kognitiv, syn- och hörselskada. Dessa två personer har därmed räknats med två respektive tre gånger i sammanställningen i Tabell 19.

3.4 Genomförande

Samtliga försökspersoner instruerades att anlända till Centralhallen i Stockholms Centralstation vid angiven tidpunkt. I samband med ankomsten tilldelades de det informationsblad som de tidigare fått skickat till sig per mail, se Bilaga A, och gavs möjlighet att ställa frågor om dess innehåll. Samtliga försökspersoner som anlände till Centralhallen valde att delta i försöket efter genomgången av informationsbladet och signerade samtyckesblanketten som fanns bifogad längst bak i informationsbladet. Därefter försågs de med nummerlappar och instruerades att sätta dem utanpå ytterkläderna.

När registreringen av försökspersonerna var klar fick försökspersonerna en gemensam genomgång av hur transporten till Skarpnäcks tunnelbanestation skulle gå till samt vad som väntade dem där när de kom fram.

Då försökspersonerna anlände till Skarpnäcks tunnelbanestation inleddes delförsök 1. I denna del av försöket förflyttade sig försökspersonerna, först individuellt och sedan i grupp, längs korridoren som byggts upp på perrongens södra del. Korridorens bredd var justerad till 1,2 m, både för det individuella försöket och i gruppörsöket.

Efter att delförsök 2 inleddes, observerade försökspersonerna att försökspersonerna blev mer hemtama i försöksmiljön. För att undvika att referensförsöken i korridoren, vilka var de första att genomföras efter att försökspersonerna anlände till försöksplatsen, inte skulle vara missvisande upprepades delförsök 1. Denna gång genomfördes endast individuella försök, men försöken gjordes för tre olika bredder; 1,2 m, 1,05 m respektive 0,9 m.

Syftet med delförsök 1 var att få ett referensvärde att jämföra med förflyttningen längs gångbanan.

Delförsök 2 var indelat i fem försöksomgångar:

1. I den första försöksomgången instruerades hela försöksgruppen att i samlad trupp förflytta sig från punkt A till punkt B, se Figur 4. Inga ytterligare instruktioner gavs. Gångbanans bredd var här 1,2 m.
2. I den andra försöksomgången ombads halva försöksgruppen att ta plats inne i det tåg som stod uppställt längs gångbanan (grupp 1). Den andra halvan av gruppen (grupp 2) instruerades att förflytta sig i samlad trupp från punkt A till punkt B, liksom delförsök 1. När grupp 2 passerade tågdörrarna anslöt grupp 1 till flödet på gångbanan. Gångbanans bredd var här 1,2 m.
3. I den tredje försöksomgången återupprepades scenariot i försöksomgång 1. Gångbanans bredd var här 1,05 m.
4. I den fjärde försöksomgången återupprepades scenariot i försöksomgång 2. Gångbanans bredd var här 1,05 m.
5. I den femte försöksomgången återupprepades scenariot i försöksomgång 1. Gångbanans bredd var här 0,9 m. I denna försöksomgång ombads de rullstolsburna försökspersonerna att inte delta på grund av säkerhetsskäl.

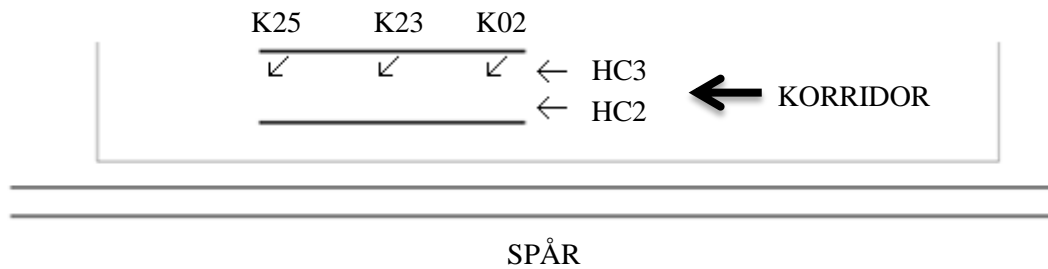
För att det skulle vara lättare att på videomaterialet kunna avgöra om försökspersonerna passerade varandra, uppmanades de att ställa upp sig i nummerordning innan varje försöksomgång. Detta gäller för både delförsök 1 (referensförsöken i korridoren) och delförsök 2 (försöken längs gångbanan). Försökspersonerna blev tydligt informerade om att detta endast var deras startposition och att de under försöksomgångarna skulle hålla sin egen takt och passera personerna framför om de kände att de ville och hade möjlighet till det. Undantaget från detta var personerna som befann sig inne i tåget i scenario 2 respektive 4 (grupp 1), vilka slumpmässigt placerade sig i tåget utan inverkan från försökspersonalen.

För att undvika att försökspersonerna skulle gå för glest och därmed inte påverkas av varandra klumpades de ihop så att de stod trångt innan försöksomgångarna startade (gäller både delförsök 1 och 2).

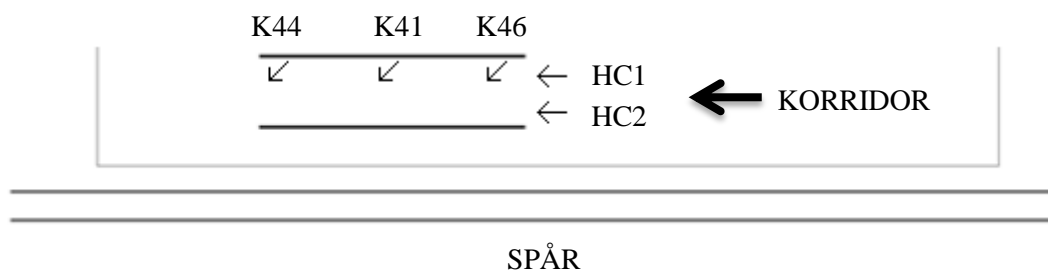
När samtliga försöksomgångar var genomförda ombads hela försöksgruppen att fylla i en enkät med frågor om sina upplevelser under försöket samt generella uppgifter om dem själva, se Bilaga B. Avslutningsvis, på tåget tillbaka till Stockholms Centralstation gavs försökspersonerna möjlighet att lyssna på en kortare brandskyddsutbildning innehållande information om hur man bör agera vid brand i byggnad respektive tunnel. Försökspersonerna gavs möjlighet att ställa frågor om utbildningens innehåll och det genomförda försöket.

3.5 Dokumentation

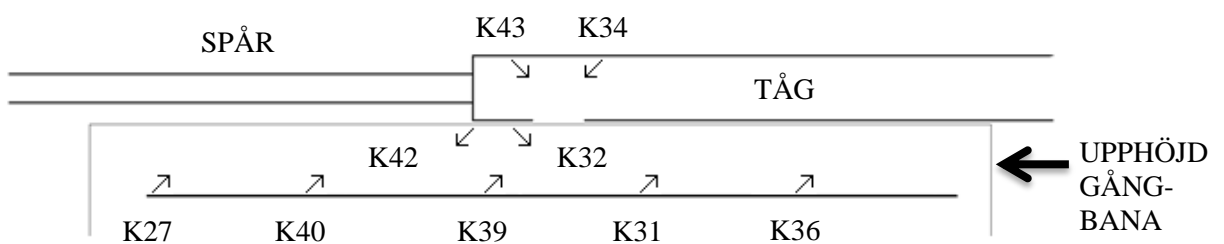
Försöket dokumenterades i huvudsak med videokameror, se Bilaga B. Kamerornas placering kan ses i Figur 5, Figur 6 och Figur 7.



Figur 5: Dokumentation - Placering kameror delförsök 1, del 1



Figur 6: Dokumentation - Placering kameror delförsök 1, del 2



Figur 7: Dokumentation - Placering kameror delförsök 2

Utöver kamerorna observerades försöket av utplacerade observatörer. Försökspersonerna ombads dessutom att delta i en efterföljande enkätstudie med frågor om sina upplevelser under försöket samt generella uppgifter om dem själva, se Bilaga B.

4 Resultat

Nedan redovisas en sammanställning av resultaten från de huvudförsök som utförts inom denna studie.

4.1 Personflöden

För att ta fram personflöden i korridoren och längs gångbanan nyttjades insamlat videomaterial. Markeringar (linjer tvärs över korridoren/gångbanan) sattes ut och antalet personer som passerade markeringarna varje femsekundersintervall summerades. Summeringen av det första femsekundersintervallet startades då den första personen passerade markeringen. En person ansågs ha passerat markeringen då denne överskridit markeringen med någon kroppsdel.

När videomaterialet granskades i samband med att flödena togs fram, upptäcktes att försökspersonerna ibland skymmer varandra så att de inte syns på filmerna. De har därmed inte kunnat räknas in i flödet.

I Tabell 20 presenteras flödena för referens- och delförsöken i form av medelvärden och värden för spridning. I de försök där strömmen av försökspersoner tog slut mitt i sista femsekundersintervallet, har detta intervall exkluderats från presentationen av flödena nedan, då dessa inte är representativa för flödet. I Bilaga C återfinns de summeringar enligt ovan som personflödena baseras på, sammanställda i graf- och tabellform.

Tabell 20: Personflöden

Försök	Flöden	
	Medelvärde [personer/femsekundersintervall]	Spridning [personer/femsekundersintervall]
Korridor <i>(Referensvärden från korridoren)</i>		
Bredd 1,2 m	7,1	4 – 10
Bredd 1,05 m	6,2	4 – 8
Bredd 0,9 m	4,5	2 – 6
Gångbana med tåg intill <i>(Värden hämtade från den del av gångbanan där tåget parkerats intill gångbanan)</i>		
Bredd 1,2 m	7,9	5 – 10
Bredd 1,05 m	6,8	5 – 10
Bredd 0,9 m	5,3	4 – 7
Gångbana utan tåg intill <i>(Värden hämtade från den del av gångbanan där det var öppet ut mot spårområdet)</i>		
Bredd 1,2 m	6,1	2 – 10
Bredd 1,05 m	5,0	2 – 10
Bredd 0,9 m	4,2	2 – 5
Flöde ut ur tåget		
(Gångbanans) Bredd 1,2 m	5,0	3 – 8
(Gångbanans) Bredd 1,05 m	3,1	1 – 7

I Tabell 21 presenteras, likt ovan, flödena för referens- respektive delförsöken, men omräknade till personer/s.

Tabell 21: Personflöden

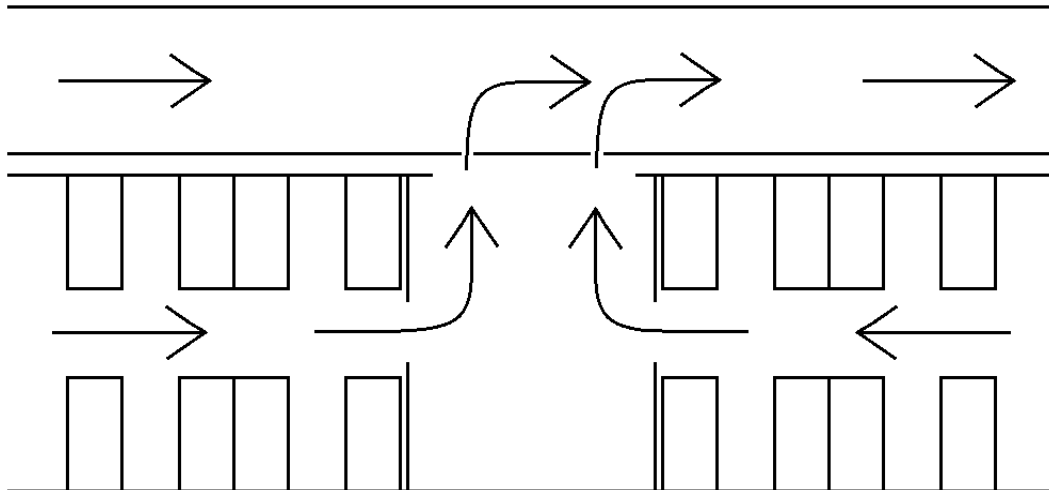
Försök	Flöden	
	Medelvärde [personer/s]	Spridning [personer/s]
Korridor <i>(Referensvärden från korridoren)</i>		
Bredd 1,2 m	1,42	0,80 – 2,00
Bredd 1,05 m	1,24	0,80 – 1,60
Bredd 0,9 m	0,9	0,40 – 1,20
Gångbana med tåg intill <i>(Värden hämtade från den del av gångbanan där tåget parkerats intill gångbanan)</i>		
Bredd 1,2 m	1,58	1,00 – 2,00
Bredd 1,05 m	1,36	1,00 – 2,00
Bredd 0,9 m	1,06	0,80 – 1,40
Gångbana utan tåg intill <i>(Värden hämtade från den del av gångbanan där det var öppet ut mot spårområdet)</i>		
Bredd 1,2 m	1,22	0,40 – 2,00
Bredd 1,05 m	1,00	0,40 – 2,00
Bredd 0,9 m	0,84	0,40 – 1,00
Flöde ut ur tåget		
(Gångbanans) Bredd 1,2 m	1,00	0,60 – 1,60
(Gångbanans) Bredd 1,05 m	0,62	0,20 – 1,40

4.2 Kommentarer kring flödet ut ur tåget

De försökspersoner som i delförsök 2 och 4 startade inne i tåget placerade sig, sittande eller stående, i närheten av det dörrpar som i försöket användes för utrymning av tåget. Deras placering var inte styrd från försöksledningen, mer än att de ombads att placera sig på samma plats i delförsök 4 som de haft i delförsök 2.

Då respektive delförsök startade öppnades tågdörrarna först då personerna på gångbanan befann sig utanför dem. I samband med att dörrarna öppnades påbörjades utrymningen av tåget.

Flödet inne i tåget åskådliggörs i Figur 8. I mittgången, mellan sätena, gick försökspersonerna generellt en och en i bredd, medan de framför dörrarna radade upp sig två och två eller tre och tre i bredd. Detta gällde fram till dess att det endast var ett fåtal personer kvar inne i tåget, då personerna istället behöll strukturen om en och en i bredd hela vägen ut ur tåget.



Figur 8: Principskiss över flödet ut ur tåget

För att få en indikation om fördelningen i den punkt där flödet ut ur tåget sammanstrålade med flödet på gångbanan togs blandningsförhållandet fram. Detta gjordes genom att utifrån insamlat videomaterial summera antalet personer som under ett 10-sekundersintervall passerade tågdörrarna, och jämföra det med hur många personer som klev ut ur tåget under samma tidsintervall. Blandningsförhållandet visade att generellt var flödet ut ur tåget större än flödet längs gångbanan. Detta gällde för både försöksomgång 2 och 4.

I den efterföljande enkäten tillfrågades försökspersonerna om de tillhörde den grupp som startade på gångbanan eller inne i tåget. Därefter fick de besvara frågan om de upplevde att personerna som klev ut ur tåget respektive befann sig på gångbanan begränsade möjligheterna att förflytta sig framåt/kliva ut ur tåget. I enkätsvaren återspeglades att de personer som befann sig på gångbanan hade en något mer negativ inställning gentemot de som klev ut ur tåget än tvärt om. Av de som befann sig på gångbanan var det betydligt fler som uttryckte att problemen som uppstod berodde på den grupp som klev ut ur tåget, än det var personer som befann sig på tåget som uttryckte att problemet låg hos dem som befann sig på gångbanan.

4.3 Nyttjande av gångbanebredden

Vid försöket placerades markeringar (linjer på golvet längs med gångbanans kant) ut, vilka delade in gångbanan i intervall om 10 cm, se Figur 9. Dessa markeringar användes för att bedöma hur stor del av gångbanans bredd som nyttjades av försökspersonerna under försöket.



Figur 9: Utnyttjande av gångbanebredden

Följande intervall studerades:

- – 0,1 m från gångbanans kant
- 0,1 – 0,2 m från gångbanans kant
- 0,2 – 0,3 m från gångbanans kant
- 0,3 – 0,4 m från gångbanans kant
- 0,4 –

Utifrån insamlat videomaterial sammanställdes hur många försökspersoner som satte ytterfoten (foten närmast spårområdet) inom respektive intervall i delförsök 1, 3 respektive 5. Anledningen till att endast dessa delförsök analyserades är att i delförsök 2 och 4, där hälften av försöksgruppen började inne i tåget, blev flödet oregelbundet och flera stopp förekom i samband med att personerna klev ut ur tåget. Förhållandena innan och efter de öppna tågdörrarna blev därför inte desamma, vilket gör en jämförelse mellan gångbana med och utan tåg på intilliggande spår blir osäker.

I de fall en försöksperson placerade foten så att den hamnade inom två intervall räknades försökspersonen till det inre intervallet, såvida inte större delen av foten tydligt hamnade i det yttre intervallet, då försökspersonen istället räknades dit. Då en försöksperson tydligt befann sig inom något av intervallen ovan, men det inte var möjligt att utifrån insamlat videomaterial bedöma inom vilket intervall personen placerade ytterfoten, exkluderades denne från resultatpresentationen.

4.3.1 Nyttjande av gångbanebredden med tåg på intilliggande spår

I Tabell 22 har mängden försökspersoner (angett i antal och procent) inom respektive intervall summerats för de olika delförsöken.

Tabell 22: 1.1.1 Nyttjande av gångbanebredden med tåg på intilliggande spår

Del-försök	- 0,1		0,1 - 0,2		0,2 - 0,3		0,3 - 0,4		0,4 -	
	Antal [st.]	%	Antal [st.]	%	Antal [st.]	%	Antal [st.]	%	Antal [st.]	%
1	0	0	3	3,19	14	14,89	9	9,57	68	72,34
3	0	0	4	4,35	17	18,48	5	5,43	66	71,74
5	0	0	3	3,37	11	12,36	21	23,6	54	60,67

Ur delförsök 1, 3 respektive 5 exkluderades 17, 19 respektive 17 personer till följd av att det utifrån insamlat videomaterial inte var möjligt att bedöma inom vilket intervall de placerade ytterfoten.

4.3.2 Nyttjande av gångbanebredden utan tåg på intilliggande spår

I Tabell 23 har mängden försökspersoner (angett i antal och procent) inom respektive intervall summerats för de olika delförsöken.

Tabell 23: 1.1.1 Nyttjande av gångbanebredden utan tåg på intilliggande spår

Del-försök	- 0,1		0,1 - 0,2		0,2 - 0,3		0,3 - 0,4		0,4 -	
	Antal [st.]	%	Antal [st.]	%	Antal [st.]	%	Antal [st.]	%	Antal [st.]	%
1	0	0	1	0,94	6	5,66	16	15,09	83	78,30
3	0	0	4	4,26	11	11,70	8	8,51	71	75,53
5	0	0	2	1,96	7	6,86	12	11,76	81	79,41

Ur delförsök 1, 3 respektive 5 exkluderades 5, 17 respektive 4 personer till följd av att det utifrån insamlat videomaterial inte gick att bedöma inom vilket intervall de placerade ytterfoten.

4.3.3 Nyttjande av gångbanebredden – jämförelse

I Tabell 24 har mängden försökspersoner (angivet i procent) inom respektive intervall sammanställts. Värdena för tåg intill gångbanan jämförs med värden utan tåg intill gångbanan. Det yttre intervallet (- 0,1) är inte med i denna tabell, då det inte nyttjades av försökspersonerna i något av delförsöken.

Tabell 24: Nyttjande av gångbanebredden – jämförelse

Delförsök	0,1 - 0,2		0,2 - 0,3		0,3 - 0,4		0,4 -	
	Med tåg	Utan tåg	Med tåg	Utan tåg	Med tåg	Utan tåg	Med tåg	Utan tåg
1	3,19	0,94	14,89	5,66	9,57	15,09	72,34	78,30
3	4,35	4,26	18,48	11,70	5,43	8,51	71,74	75,53
5	3,37	1,96	12,36	6,86	23,6	11,76	60,67	79,41

4.4 Människors förutsättningar att passera långsamgående

I enkätundersökningen, se Bilaga B, tillfrågades försökspersonerna hur de upplevde sina möjligheter att passera långsamgående. I Tabell 25 har enkätsvaren sammanställts.

Tabell 25: Människors förutsättningar att passera långsamgående

	När du gick längs gångbanan, gick du då om/passerade personer framför dig som gick långsammare än du själv?			
	Ja		Nej	
	Utan problem	Med viss svårighet	Nej, men jag hade velat kunna	Nej och jag hade inget behov av det
Antal	10	16	36	46
Procent	9,1	14,5	32,7	41,8

En person av de 110 som deltog i enkätstudien besvarade inte denna fråga och en person fyllde i flera, motsägande alternativ. Dessa två har därför exkluderats från resultaten presenterade i Tabell 25 ovan.

På insamlat videomaterial kan ses att försökspersonerna inte trängdes för att passera varandra. Generellt passerade de endast varandra om en lucka uppstod och det blev naturligt att gå om. Ibland nyttjades utrymmet närmast kanten mot spårområdet. I de fall då två personer som gick i bredd var långsammare än personen bakom, valde personen bakom generellt att sakta in istället för att passera.

4.5 Möjlighet till utrymning för rullstolsburna

Av försökspersonerna var totalt tre stycken rullstolsburna. Deras ålders- och könsfördelning kan ses i Tabell 26.

Tabell 26: Ålders- och könsfördelning

Försöksnummer	Ålder	Kön
619	64	Man
628	48	Kvinna
675	30	Kvinna

I enkätundersökningen fick försökspersonerna besvara frågor om hur gångbanans höjd och bredd påverkade deras förflyttning under försöket. En sammanfattning av hur de rullstolsburna försöksdeltagarna besvarade dessa frågor kan ses i Tabell 27.

Tabell 27: Påverkan av gångbanans höjd och bredd

Påstående	Försöks- person	Instämmer helt	Instämmer delvis	Tar delvis avstånd	Tar helt avstånd
Jag tyckte att höjden från gångbanan ner till spårområdet kändes obehaglig.	619				x
	628	x			
	675				x
Jag kände mig osäker eftersom jag tyckte att gångbanan var smal.	619				x
	628	x			
	675			x	
Jag upplevde att gångbanans höjd inte påverkade mig nämnvärt.	619	x			
	628				x
	675	x			
Jag anser att gångbanans bredd var fullt tillräcklig att gå på.	619	x			
	628				x
	675	x			
Höjden på gångbanan gjorde att jag gick försiktigare än vanligt.	619			x	
	628	x			
	675				x
Gångbanans bredd gjorde att jag gick försiktigare än vanligt.	619				x
	628	x			
	675		x		
Jag var rädd att komma till skada under försöket.	619				x
	628		x		
	675				x
Jag kände mig säger på att jag inte skulle ramla ner från gångbanan.	619	x			
	628			x	
	675	x			
Gångbanans höjd påverkade inte min gånghastighet.	619	x			
	628				x
	675	x			
Gångbanans bredd påverkade inte min gånghastighet.	619	x			
	628				x
	675	x			

I Tabell 27 framkommer att försöksperson nummer 628 kände obehag under försöket, orsakat av gångbanans höjd och bredd. I dennes enkätsvar framgick att gångbanans bredd var av stor vikt för om personen skulle känna sig trygg eller inte. Personen förespråkade en bredare gångbana än den bredaste varianten som studerades i aktuellt försök och föreslog dessutom att en upphöjd list skulle monteras på gångbanans kant, för att förhindra att rullstolens hjul rullar över kanten.

På insamlat videomaterial kan ses att de rullstolsburna generellt valde att förflytta sig längs med gångbanans innerkant (mot skärmväggen). Detta gällde oberoende av gångbanans bredd och hur trångt det var på gångbanan. Exempel på detta kan ses i Figur

10, där det i den vänstra delen av bilden är relativt trångt och i den högra delen av bilden finns mer plats.



Figur 10: Exempel ur insamlat videomaterial

På videofilmerna från försöket syns att det ofta uppstod en lucka i flödet innan och efter de rullstolsburna, vilket också kan ses i Figur 10. Luckans storlekt varierade med densiteten på gångbanan. Den blev större då densiteten var låg och minskade med ökad trängsel.

Övriga försökspersoner visade överlag respekt för de rullstolsburna genom att ha uppsikt och ge plats. Exempel på detta är i delförsök 1 och 2, där en av de rullstolsburna stannade och tvekade där tåget tog slut och det blev öppet ut mot spårområdet. I delförsök 1 stannade försökspersonerna som gick bakom och kontrollerade att personen mådde bra. I delförsök 2 stanna samma personer hos den rullstolsburne tills denne kände sig redo att fortsätta längs gångbanan mot punkt B och tog sedan följe resten av vägen.

Ytterligare ett tydligt exempel på att övriga försökspersoner hade uppsikt och gav plats till de rullstolsburna var i delförsök 2 och 4. I den punkt där flödet från gångbanan strålade samman med flödet ut ur tåget stannade personer i båda riktningarna upp för att ge plats åt den rullstolsburne som skulle ta sig ut ur tåget. Försökspersonerna inne i tåget gav dessutom plats för den rullstolsburne som befanns sig på gångbanan då denne passerade tågdörrarna.

4.6 Generella kommentarer

Då det var tillräckligt med utrymme för att försöksdeltagarna skulle kunna gå oberoende av varandra valde de generellt att förflytta sig nära skärmväggen. De som kände varandra sedan innan valde ofta att gå bredvid varandra medan övriga deltagare generellt föredrog att gå en och en. När det blev trängre på gångbanan strukturerade sig försöksdeltagarna olika beroende på gångbanans bredd. I de delförsök där gångbanans bredd var 1,2 m gick personerna två och två. I de delförsök där gångbanan smalnats av till 1,05 m gick deltagarna fortfarande två och två, men omlott, och i det delförsök där gångbanan var 0,9 m bred strukturerade sig försöksdeltagarna på en linje om en och en. Figur 11, Figur 12 och Figur 13 åskådliggör detta.



Figur 11: Förflyttning längs gångbanan – Gångbanans bredd 1,2 m



Figur 12: Förflyttning längs gångbanan – Gångbanans bredd 1,05 m



Figur 13: Förflyttning längs gångbanan – Gångbanans bredd 0,9 m

I enkätundersökningen framkom att i delförsök 2 och 4 separerades personer från varandra där flödet längs gångbanan och flödet ut ur tåget sammanstrålade. I försöket valde dessa personer då att fortsätta gå, men de kommenterade i enkäten att om det hade varit en verklig utrymningssituation hade de stannat och kontrollerat att närstående inte lämnades kvar.

5 Diskussion

Resultatet visade tydligt att personflödet minskade med gångbanebredden. Detta gällde för samtliga mätpunkter.

Flödet var som störst på den del av gångbanan där tåget var parkerat intill. Detta gällde både vid en jämförelse med den del av gångbanan som var öppen mot spårområdet och referenskorridoren. Det framkom i insamlat videomaterial och i enkätundersökningen att höjdskillnaden mellan gångbana och spårområde påverkade försöksdeltagarna, varför flödesskillnaden mellan de olika delarna av gångbanan kan antas bero på just höjdskillnaden. Varför flödet var lägre i referenskorridoren har inte utretts vidare inom ramen för aktuell studie, men en förklaring skulle kunna vara att ljusförhållandena var olika. Ljusarmaturerna var placerade mitt ovanför gångbanan, vilket medförde en belysningsstyrka om ca 300 lux, medan ljusstyrkan i referenskorridoren uppmättes till ca 30 lux.

Efter att ha studerat insamlat videomaterial kan konstateras att försökspersonerna under försöket inte nyttjade de 10 cm närmast gångbanans kant (mot spårområdet). Detta gällde längs hela gångbanans längd oberoende av dess bredd. I övrigt kan ses att försökspersonerna gick närmare kanten där tåget var parkerat intill gångbanan, jämfört med gångbanans andra del där det var öppet ut mot spårområdet.

När deltagarna tillfrågades hur de upplevde sin förmåga att under försöket passera andra som gick långsammare än de själva, svarade 41,8 % av de som deltog i enkätundersökningen att de inte hade känt något behov av att passera någon. I en verklig utrymningssituation, till följd av exempelvis brand, kan antas att behovet av att passera andra ökar. Detta delvis till följd av att anhöriga sannolikt försöker hålla ihop i en större utsträckning än vad deltagarna i försöket gjorde. I enkätundersökningen framkom att vissa försöksdeltagare, som under försöket valde att hålla sitt eget tempo trots att det innebar att de kom ifrån sina anhöriga, trodde att de i en verklig situation hade anpassat sin egen förflyttning för att hålla ihop med vänner och familj.

Nära en tredjedel av försöksdeltagarna (32,7 %) svarade att de under försöket inte passerade någon som gick långsammare än dem själva, men att de vid ett eller flera tillfällen hade velat passera andra om de haft möjlighet. Tillsammans med dem som svarade att de passerade andra – men med viss svårighet – under försöket (14,5 %), var det nära hälften av deltagarna (47,2 %) som uttryckte att de upplevde en problematik kring passeringen av andra.

Av de tre rullstolsburna som deltog i försöket var det en som kände obehag orsakat av gångbanans bredd och/eller höjdskillnaden mellan gångbana och spårområde. Därför deltog denne person endast i delförsök 1 och 2 (där gångbanans bredd var 1,2 m) och avstod att delta i övriga delförsök där gångbanans bredd var mindre. I enkätundersökningen antydde personen att gångbanans bredd var av stor betydelse för trygghetskänslan. Det faktum att personen i de båda delförsök som denne deltog i stannade och tvekade där tåget tog slut och det blev öppet ut mot spårområdet, indikerar dock att även höjdskillnaden var av stor betydelse.

Resultaten från försöket bygger till stor del på insamlat videomaterial och den efter försöken genomförda enkätundersökningen. Eftersom det förekom att vissa försökspersoner skymde varandra för kamerorna, samt det faktum att alla försökspersoner inte besvarade hela eller delar av enkätundersökningen, exkluderades dessa från delar av dem statistik som dessa delar grundar sig på, vilket i mindre omfattning kan ha påverkat resultatbilden.

6 Förslag till fortsatt arbete

För att effektivisera utrymningen längs upphöjda gångbanor bör möjligheten för personer att passera långsamgående ses över. Då nästan hälften av försökspersonerna som deltog i försöken ansåg att det inte var möjligt, alternativt var möjligt men innebar en viss svårighet, att passera långsamgående är förslag till fortsatt arbete att utreda hur utformningen av gångbanan skulle kunna förbättras så att passage av långsamgående underlättas.

Höjdskillnaden mellan gångbanan och spårområdet påverkade försökspersonerna ur flera aspekter. Flödet längs gångbanan sjönk och gångbanebredden nyttjades inte i samma utsträckning där det var öppet mot spårområdet, jämfört med den del av gångbanan där tåget var parkerat. Höjdskillnaden påverkade även en av de rullstolsburna i sådan grad att personen i två delförsök tvekade kring sin medverkan, samt i två delförsök valde att inte delta alls. Förslag till fortsatt arbete är att utreda hur gångbanan ska utformas samt med vilka hjälpmedel den skulle kunna förse för att höjdskillnaden till spårområdet i mindre grad ska påverka de utrymmande.

7 Litteraturförteckning

- [1] European Commission, "COMMISSION REGULATION (EU) No 1303/2014 of November 2014 concerning the technical specification for interoperability relating to "safety in railway tunnels" of the rail system of the European Union," *Official Journal of the European Union*, vol. 57, pp. 394-420, 2014.
- [2] European Commission, "2008/163/EC: Commission Decision of 20 December 2007 concerning the technical specification of interoperability relating to safety in railway tunnels in the trans-European conventional and high-speed rail system," *Official Journal of the European Union*, vol. L 64, 2008.
- [3] UIC, "Safet in Railway Tunnels (779-9)," 2002.
- [4] United Nations Economic and Social Council, "Recommendations of the Multidisciplinary group of experts on safety in tunnels (rail)," 2003.
- [5] Trafikverket, "TRVK Tunnel 11: Trafikverkets tekniska krav Tunnel," Trafikverket, Borlänge, TRV publ nr 2011:087, 2011.
- [6] Trafikverket, "TRVR Tunnel 11: Trafikverkets tekniska krav Tunnel," Trafikverket, Borlänge, publ nr 2011:088, 2011.
- [7] *NFPA 130: Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems*, N. F. P. Association, 2014.
- [8] M. Kobes, I. Helsloot, B. d. Vries och J. G. Post, "Building safety and human behaviour in fire: A literature review," *Fire Safety Journal*, vol. 45, pp. 1-11, January 2010.
- [9] S. Bengtson, *Förstudie, BBR 20XX, implementering av brandskydd för personer med funktionsnedsättningar*, Brandskyddslaget AB, 2007-01-25 (rev.2007.10-11).
- [10] J. Sørensen och A. Dederichs, "Evacuation from a Complex Structure - The effect of Neglecting Heterogeneous Populations," *Transportation Research Procedia*, vol. 2, pp. 792-800, 2014.
- [11] K. Fridolf, D. Nilsson och H. Frantzich, "Fire Evacuation in Underground Transportation Systems: A Review of Accidents and Empirical Research," *Fire technology*, vol. 49, pp. 451-475, 2011.
- [12] K. Fridolf, "Rail Tunnel Evacuation," Department of fire Safety Engineering, Lund University, Lund, Doctoral thesis, 2015.
- [13] H. Frantzich, "Utrymningsvägars fysiska kapacitet - Sammanställning och utvärdering av kunskapsläget," Lund University, Lund, 1993.
- [14] S. M. V. Gwynne och K. E. Boyce, "Engineering Data," i *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, vol. III, London, Springer, 2016.
- [15] S. M. V. Gwynne och E. Rosenbaum, "Employing the Hydraulic Model in Assessing Emergency Movement," i *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, Quincy, Massachusetts, National Fire protection Agency, 2008.
- [16] J. Ahlfont och F. V. Lundström, "Tunnelutrymning: Effekten av gångbanans bredd på förflyttningshastighet vid utrymning i en spårtunnel," Lunds universitet, Lund, Bachelor thesis 5398, 2012.
- [17] A. Bergqvist, "Rapport ifrån besöket vid brandplatsen i kaprun, Österrike," Stockholms Brandförsvär, Stockholm, 2001.
- [18] C. Fermaud, P. Jenne och W. Müller, *Fire in a Commuter Train - Rescue Procedures as Perceived by Passengers*, Granada: presented at the second International Conference on Safety in Road and Rail Tunnels, 1995.
- [19] J. Capote, D. Alvear, O. Abreu och A. Cuasta, "Analysis of evacuation procedures in high speed trains fires," *Fire Safety Journal*, vol. 49, pp. 35-46, Apr 2012.
- [20] J. Capote, D. Alvear, O. Abreu, A. Cuesta och V. Alonso, "A Stochastic Approach

- for Simulating Human Behaviour During Evacuation Process in Passenger Trains,” *Fire Technology*, vol. 48, pp. 911-925, Oct 2012.
- [21] J. Capote, D. Alvear, O. Abreu, M. Lázaro och A. Cuesta, *An Evacuation Model for High Speed Trains*, Gaithersburg, USA: presented at the 5th International Conference on Pedestrian and Evacuation Dynamics, 2010.
- [22] H. Frantzich, ”Utrymning av tunnelbanetåg: Experimentell utvärdering av möjligheten att utrymma i spårtunnel,” Statens räddningsverk, Karlstad, 2010.
- [23] K. Fridolf, D. Nilsson och H. Frantzich, ”The flow rate of people during train evacuation in rail tunnels,” *Safety Science*, vol. 62, pp. 515-529, 2014.
- [24] K. Fridolf, D. Nilsson och H. Frantzich, *Train evacuation inside a tunnel: An interview study with senior citizens and people with disabilities*, Cambridge: presented at the fifth International Symposium on human Behaviour in Fire, 2012.
- [25] K. Fridolf, D. Nilsson och H. Frantzich, ”Evacuation of a Metro Train in an Underground rail Transportation System: Flow Rate Capacity of Train Exits, Tunnel Walking Speeds and Exit Choice,” *Fire Technology*, nr 2015/03/13, pp. 1-38, 2015.
- [26] E. Galea, D. Blackshields, P. Lawrence, K. Finney och D. Cooney, *The Development and Validation of a Rail Car Evacuation Model*, Egham: presented at the thirteenth International Fire Science and Engineering Conference, 2013.
- [27] E. Galea, D. Blackshields, K. Finney och D. Cooney, ”Passenger Train Emergency Systems Development of Prototype railEXODUS Software for U.S. Passenger Rail Car Egress,” U.S. Department of Transportation, Washington, 2014.
- [28] A. Norén och J. Winér, ”Modelling Crowd Evacuation from Road and Train Tunnels - Data and design for faster evacuations,” Lund University, Lund, 2003.
- [29] M. Oswald, C. Lebeda, U. Schneider och H. Kirchberger, *Full-Scale Evacuation Experiments in a smoke filled Rail Carriage - a detailed study of passenger behaviour under reduced visibility*, Vienna: presented at the third International Conference on Pedestrian and Evacuations Dynamics, 2005.
- [30] M. Oswald, H. Kirchberger och C. Lebeda, *Evacuation of a High Floor Metro Train in a Tunnel Situation: Experimental Findings*, Wuppertal: presented at the fourth International Conference on Pedestrian and Evacuation Dynamics, 2008.
- [31] M. Oswald, N. Schjerve och C. Lebeda, *Carriage Evacuation in local, public rail transportation systems in case of fire: Experiments, Findings and Human Behavior*, Santander: presented at the Advanced Research Workshop on Evacuation and Human Behavior in Emergency Situations, 2011.
- [32] S. Petterson, ”En studie om evakuering från tåg: Identifiering av problem-och förbättringsområden,” Linköpings universitet, Linköping, 2009.
- [33] K. Fridolf, ”Evacuation of a Smoke Filled Tunnel: Human Behaviour, Movement Speed and Exit Choice,” Lund University, Lund, 2013.
- [34] K. Fridolf, E. Ronchi, D. Nilsson och H. Frantzich, ”Movement speed and exit choice in smoke-filled rail tunnels,” *Fire Safety Journal*, vol. 59, pp. 8-21, 2013.
- [35] F. V. Lundström, J. Ahlfont och D. Nilsson, *The Effect of Raised Walkway Design on Evacuation Behaviour in Rail Tunnels*, Christchurch: presented at the eleventh International Symposium on Fire Safety Science, 2014.
- [36] J. Sorensen och A. Dederichs, ”Evacuation from a Complex Structure – The Effect of Neglecting Heterogeneous Populations,” i *The Conference on Pedestrian and Evacuation Dynamics 2014*, Delft, 2014.
- [37] H. Schupfer, *Fire disaster in the tunnel of the Kitzsteinhorn funicular in Kaprun on 11 Nov. 2000*, Madrid: presented at the fourth international Conference on Safety in Road and Rail tunnels, 2001.
- [38] P. Rohlén och B. Wahlström, ”Tunnelbaneolyckan i Baku, Azerbajjan 28 oktober

- 1995,” Statens räddningsverk, Karlstad, 1996.
- [39] S. Petterson, M. Arvidsson och L. Kecklund, ”Förbättrad hantering vid evakuering från tåg; Kommunikation och samverkan mellan inblandade aktörer,” MTO Säkerhet, Stockholm, 2012.
- [40] S. Larsson, Tunnelolyckan i Kaprun 2000, Stockholm: Försvarshögskolan, 2004.

Bilaga A

I denna bilaga presenteras den information som gick ut till försökspersonerna efter att de anmält sitt intresse på försökshemsidan.

Information till försökspersoner

Natten mellan den 20:e och 21:a oktober ska vi genomföra ett utrymningsförsök på Skarpnäcks tunnelbanestation, Stockholm. Syftet med försöket är att studera människors förflyttning på upphöjda gångbanor i spårtunnlar. Med upphöjda gångbanor avses särskilt dedikerade ytor, ofta längs med ena eller båda väggarna i spårtunnlar, avsedda att användas då passagerare måste utrymma ett tåg som tvingats stanna inne i tunneln, t ex i händelse av brand. Försöket genomförs av SP Fire Research vid SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (SP).

Du får denna information eftersom att du har anmält ditt intresse att delta i försöket och nu valts ut som en av våra försökspersoner. Vänligen läs igenom detta dokument. Om du fortfarande vill delta i försöket efter att du tagit del av informationen ber vi dig att bekräfta det genom att meddela projektledare Eva-Sara Carlson (SP) på e-post eva-sara.carlson@sp.se senast den 10:e oktober 2016. Försöket är helt frivilligt och du deltar naturligtvis bara om du själv vill. Om vi inte får in din bekräftelse innan den 10:e oktober kommer du att strykas från deltagarlistan och din plats kommer att tilldelas någon annan.

Den här typen av försök görs alltför sällan av den enkla anledningen att det är tidskrävande att planera och kostsamt att genomföra dem. Vi är därför tacksamma att du har valt delta och därmed hjälpa oss att möjliggöra detta. Din medverkan är viktig för oss! Om du, efter att du meddelat att du kommer att delta, får förhinder eller av annan anledning väljer att inte medverka i försöket är det viktigt att du meddelar oss om detta snarast, så att vi ges möjlighet att hitta en reserv som kan överta din plats. Detta gör du genom att kontakta Eva-Sara. Du blir inte skyldig att betala någon ersättning om du avanmäler dig, men vi vill återigen poängtera att ditt deltagande är viktigt för försökets genomförande.

Har du ytterligare frågor är du också välkommen att kontakta Eva-Sara på e-post eller telefon.

Bakgrund och syfte

På senare år har allt fler upphöjda gångbanor projekteras för att underlätta utrymningen från tåg till tunnel. Med upphöjda gångbanor avses gångbanor avsedda för utrymning som sträcker sig längs med spårtunneln, så att om en utrymningssituation uppstår kan tågets passagerare kliva ut på gångbanan och följa den ut ur tunneln. På så sätt undviks situationen där passagerarna tvingas hoppa ner på spårområdet för att ta sig ut ur tåget. Erfarenheten av hur människor förflyttar sig på upphöjda gångbanor är dock begränsad, varför det är viktigt med forskning inom detta område.

Syftet med försöket är därför att studera och dokumentera människors förflyttning på upphöjda gångbanor. Målet är att presentera resultatet både kvantitativt, d v s med siffror (t ex ”så här snabbt rörde sig försöksgruppen i m/s”), och kvalitativt, d v s med kompletterande beskrivning.

Hur går försöket till?

Kvällen/natten den 20:e oktober ska du infinna dig på Stockholms Centralstation. *Information om exakt tid och uppsamlingsplats kommer att läggas ut på vår hemsida (tunnelutrymning.se) samt skickas ut på mail ca en vecka innan försökets genomförande.*

Där kommer du och övriga försökspersoner att mötas upp av projektledare Eva-Sara Carlson (SP). Informationen i detta dokument kommer att repeteras och du kommer att ges möjlighet att ställa frågor om försökets genomförande. Därefter ska samtyckesblanketten (se sista sidan i detta dokument) signeras. Samtliga försökspersoner kommer att tilldelas en nummerväst som ska sättas utanpå ytterkläderna. Därefter ska alla försökspersoner tillsammans med försökspersonalen gemensamt ta tunnelbanan till Skarpnäcks tunnelbanestation.

I den första delen av försöket kommer du att få förflytta dig en viss sträcka på ett plant underlag under normala förhållanden. Din förflyttning dokumenteras med två videokameror, och materialet sparas för senare analys. I den andra delen av försöket kommer du och övriga försökspersoner att i grupp få gå på en upphöjd gångbana intill ett tunnelbanespår. Förflyttningen längs gångbanan kommer att upprepas ett flertal gånger. Sträckan som ni kommer att förflytta er är ca 150 m.

När den andra delen av försöket är avslutad kommer du att få fylla i en enkät om dina upplevelser under försöket. Avslutningsvis ges ytterligare information om försökets syfte samt en kortare brandskyddsutbildning innehållande information om hur du bör agera vid brand i byggnad respektive tunnelmiljö.

Efter försökets färdigställande kommer samtliga försökspersoner att gemensamt åka tillbaka till Stockholms Centralstation. Där samlas nummerlapparna in i samband med avprickning. Ingen får lämna försöket utan att först meddela SP:s personal och bli avprickad!

Under försöket gäller följande:

- Du får inte vara alkohol- eller drogpåverkad.
- Du måste under hela försöket (från att du anmäler din ankomst på Stockholms Centralstation tills du återvänt till Stockholms Centralstation efter försökets färdigställande) hålla dig till försöksgruppen. Du får inte lämna gruppen eller på eget initiativ bege dig utanför det försöksområde som du kommer att anvisas till.
- Du får inte beträda spårområdet.
- Du får inte filma eller ta kort under försöket.

Vilka är riskerna?

Den största risken är förknippad med fysisk skada. Den upphöjda gångbanan ligger ca 1,4 m ovan marknivå och är ca 1,2 m bred, och ett fall från den höjden skulle kunna innebära att du skadar dig. För att minska sannolikheten för att situationen uppstår kommer det flera gånger att poängteras att ni som deltar i försöket ska röra er försiktigt på gångbanan. Det kommer inte att ingå någon form av tävlingsmoment och ni ska heller inte springa på gångbanan. Om olyckan ändå är framme kommer det att finnas första förbandsutrustning på plats. En av de medverkande forskarna har dessutom genomgått en särskild utbildning i första hjälpen.

Under försöket kommer varken brand eller brandrök att simuleras. Trots det kan tunnelmiljön upplevas som obehaglig att vistas i. Om du vill avbryta försöket kan du därför när som helst ge signal till närvarande försökspersonal, som då kommer att hjälpa dig.

På försöksplatsen kommer trafiken naturligtvis att vara avstängd. Detsamma gäller strömförsörjningen. Några risker förknippade med dessa två källor är således uteslutna.

Finns det några fördelar?

Den viktigaste fördelen är att du får kunskap och erfarenhet av hur det är att gå längs en upphöjd gångbana i en tunnelmiljö under utrymningsliknande förhållanden. Vidare kommer du att få en kortare genomgång om bränder och hur du bör agera i händelse av

brand, såväl i en byggnad som i en tunnel. Genom att du får denna information och får en möjlighet till övning i en förhållandevis realistisk miljö kommer du att vara bättre förberedd om du någon gång råkar ut för en verklig incident eller olycka.

Sekretess och hantering av data

Hela försöket kommer att dokumenteras med hjälp av videokamerautrustning. Det inspelade materialet kommer att användas i analysen av försöket. När materialet inte används kommer det att förvaras inlåst i ett för ändamålet avsett säkerhetsskåp tillsammans med dina enkätsvar. Filmerna kommer bara att analyseras av de forskare som medverkar i studien och dina svar och resultat kommer att behandlas konfidentiellt. Utvalda stillbilder kan komma att ingå i resultatpresentationen, dock i förekommande fall med oidentifierade försökspersoner (t ex grovupplöst). Övrig information och resultat som ingår i resultatpresentationen kommer att vara kodad, och det kommer inte att vara möjligt att identifiera enskilda personer.

Dina kontaktuppgifter kommer att samlas in i samband med rekryteringen till försöket. De sparas i maximalt en månad efter försöket för att vi ska kunna administrera utbetalningen av din ersättning samt för att sortera det insamlade materialet. Det är viktigt att du anger till vilket bankkonto du vill att ersättningen ska betalas ut.

Vid ankomst till försöksplatsen kommer dina kontaktuppgifter att kopplas till ett särskilt ID-nummer (numret på din väst som du får vid ankomst på Stockholms Centralstation). Från tillfället då dina kontaktuppgifter raderas kommer det inte längre att gå att koppla ihop dina kontaktuppgifter med ditt ID-nummer.

Hur får jag information om studiens resultat?

De resultat som framställs inom forskningsprojektet kommer att publiceras i SP:s publikationsdatabas som kan hittas på <http://www.sp.se/sv/publications>. Avsikten är att resultaten ska vara nyttigjorda i en teknisk rapport senast i slutet av år 2016.

Försäkring och ersättning

Under försöket, inklusive resan till och från försöksplatsen, är du försäkrad i en särskild personskadeskyddsförsäkring. Försäkringen är en olycksfallsförsäkring som täcker alla delar av försöket.

Du kommer att erhålla 250 kr (innan skatt) för att du deltar, och utbetalningen av din ersättning administreras av SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. Det är viktigt att du vid försökstillfället kan ange till vilket bankkonto du vill att ersättningen ska betalas ut.

Frivillighet

Deltagande i försöket är frivilligt, och du kan när som helst avbryta din medverkan. Om du väljer att avbryta under pågående försök ska du signalera till någon av SP:s personal som då hjälper dig. Du kommer att erhålla ersättningen på 250 kr även om du väljer att avbryta din medverkan under pågående försök.

Om du efter försöket känner ett obehag av att ha deltagit i försöket, och inte längre vill ingå i studien, tar du kontakt med projektledaren Eva-Sara Carlson (SP). Det är då en förutsättning att du kommer ihåg ditt ID-nummer eftersom vi inte längre kommer att ha information om vilka som deltagit i försöket. Om du vill kan vi då oidentifiera de delar av det insamlade materialet i vilket du förekommer.

Ansvariga

Försöken genomförs av forskare på SP Fire Research vid SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. Huvudansvarige forskare är Anne Dederichs och projektledare är Eva-Sara Carlson. Du är välkommen att kontakta oss om du har några frågor. Detta gäller både före och efter genomförandet av försöket.

Eva-Sara Carlson
eva-sara.carlson@sp.se
010-516 54 97

Anne Dederichs
anne.dederichs@sp.se
010-516 51 17

Samtycke – Utrymningsförsök på en upphöjd gångbana i en järnvägstunnel

Jag har tagit del av ovanstående information om försöket som ska utföras på Skarpnäcks tunnelbanestation natten mellan den 20:e och 21:a oktober 2016. Jag har dessutom fått möjlighet att ställa frågor och fått svar på de frågor jag hade. Jag är därför insatt i vad försöket innebär och samtycker härmed till att delta.

- Jag samtycker även till att ingå i en eller flera stillbilder i resultatpresentationen, förutsatt att det då inte går att identifiera mig som person.

Signatur

Ort och datum

Namnförtydligande

Detta dokument upprättas i två likalydande exemplar, varav försökspersonen behåller ett och ansvarig forskare ett.

Bilaga B

I denna bilaga presenteras den enkätundersökning som försökspersonerna ombads delta i efter försökets utförande.

Enkät: Utrymningsförsök på en upphöjd gångbana

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

Kom ihåg att dina svar kommer att behandlas konfidentiellt. Resultatet av försöken kommer att redovisas så att ingen enskild person kan identifieras.

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

Namn (för- och efternamn)

Försöksnummer

På raden nedanför fyller du i det försöksnummer som du tilldelats under försöket (numret på din väst).

Försöksnummer

På raden nedanför fyller du i det försöksnummer som du tilldelats under försöket (numret på din väst).

Del 1: Allmän information

1. Hur gammal är du?

Ålder: _____ år

2. Kön?

- Man
 Kvinna

3. Har du någon av följande funktionsnedsättningar?

- Rullstolsburen
 Nedsatt syn
 Nedsatt hörsel
 Kognitiv nedsättning

4. Hur lång är du (ungefär)?

Längd: _____ cm

5. Vad väger du (ungefär)?

Vikt: _____ kg

6. Är du höger- eller vänsterhänt?

- Högerhänt
 Vänsterhänt

7. Har du vid något tillfälle gått på spårområdet i en tunnelbana eller annan järnvägstunnel?

- Ja
 Nej

Om ja, beskriv i vilket sammanhang:

Del 2: Försöket

7. När du gick längs gångbanan,

a) gick du då om/passerade personer framför dig som gick långsammare än du själv?

- Ja, utan problem
- Ja, men med vissa svårigheter
- Nej, men jag hade velat kunna
- Nej, och jag hade inget behov av det

b) vem var det som bestämde din gånghastighet (d v s hur snabbt du kunde gå)?

- Du själv
- Den eller de som gick framför dig

8. Använde du någon särskild taktik eller teknik för att förflytta dig på gångbanan?

- Ja
- Nej

Om ja, beskriv och berätta varför:

BIV

9. Markera det påstående som passar dig bäst i nedan frågor:	Instämmer helt	Instämmer delvis	Tar delvis avstånd	Tar helt avstånd
a) Jag tyckte att höjden från gångbanan ner till spårområdet kändes obehaglig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Jag kände mig osäker eftersom jag tyckte att gångbanan var smal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Jag upplevde att gångbanans höjd inte påverkade mig nämnvärt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Jag anser att gångbanans bredd var fullt tillräcklig att gå på.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Höjden på gångbanan gjorde att jag gick försiktigare än vanligt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Gångbanans bredd gjorde att jag gick försiktigare än vanligt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) Jag var rädd att komma till skada under försöket.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) Jag kände mig säker på att jag inte skulle ramla ner från gångbanan.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i) Gångbanans höjd påverkade inte min gånghastighet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j) Gångbanans bredd påverkade inte min gånghastighet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. I fyra av scenarierna hoppade vissa personer ut ur tåget samtidigt som andra gick på gångbanan.

Svara till vänster om du tillhörde de som hoppade ut ur tåget, och till höger om du tillhör de som gick på gångbanan.

När du hoppade ut ur tåget, upplevde du att personerna på gångbanan begränsade dina möjligheter att ta dig ut?

- Ja
- Nej

Om ja, på vilket sätt?

b) Utöver människorna på gångbanan, upplevde du några andra svårigheter med att ta dig ut från tåget?

- Ja
- Nej

Om ja, vilka?

När du gick på gångbanan, upplevde du att personerna som hoppade av tåget hindrade din förflyttning framåt?

- Ja
- Nej

Om ja, på vilket sätt?

11. Baserat på dina upplevelser under försöket, hur tror du att din förflyttning längs den upphöjda gångbanan hade påverkats om tunneln hade varit fylld med brandrök?

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

13. Är det något annat du vill kommentera eller ge dina synpunkter på? Om ja, ange det nedan:

Bilaga C

I denna bilaga presenteras de tabeller och grafer som flödesberäkningarna baseras på.

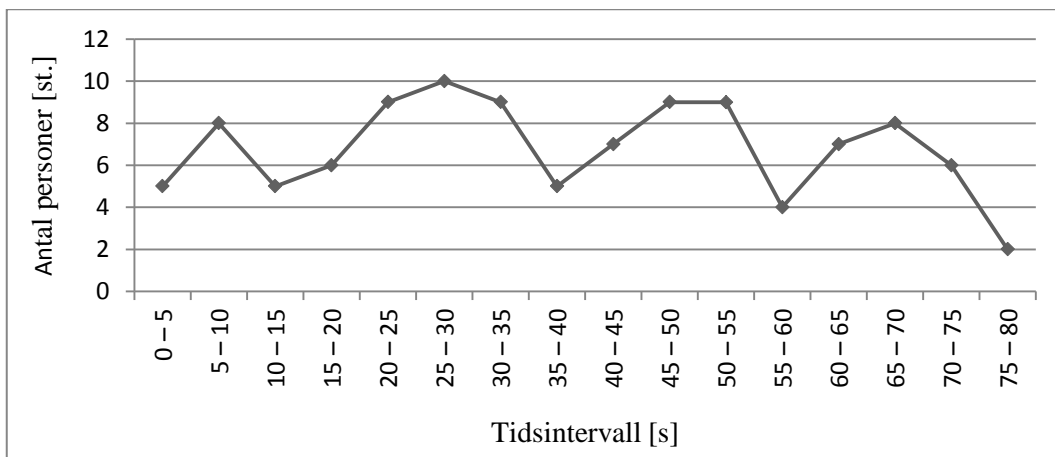
C1 Flöden i korridoren

C1.1 Korridorrens bredd 1,2 m

Tabell 28: Flöde i korridoren – Bredd 1,2 m

Tidsintervall [s]	Antal personer [st.]
0 – 5	5
5 – 10	8
10 – 15	5
15 – 20	6
20 – 25	9
25 – 30	10
30 – 35	9
35 – 40	5
40 – 45	7
45 – 50	9
50 – 55	9
55 – 60	4
60 – 65	7
65 – 70	8
70 – 75	6
75 – 80	2

I detta referensförsök deltog samtliga 111 försökspersoner, men endast 109 av dem syns på det videomaterial som använts för att beräkna flödet.



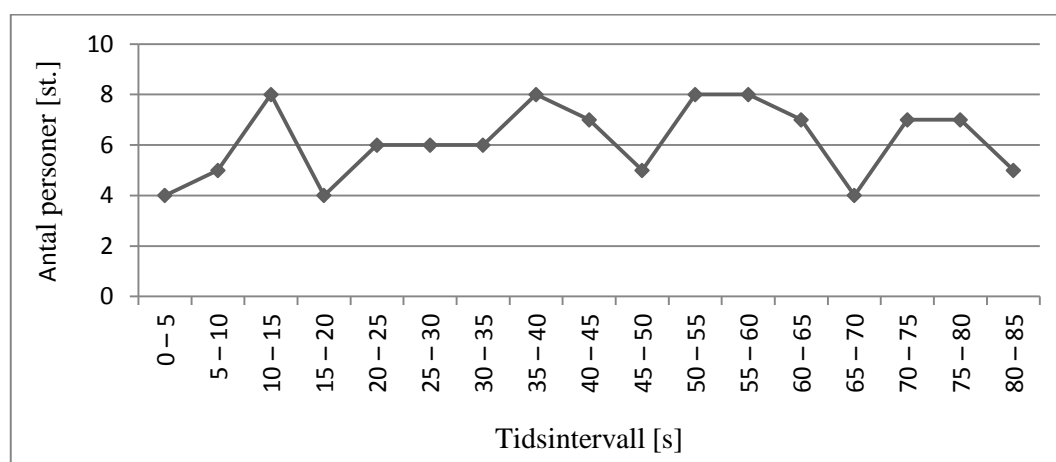
Figur 14: Flöde i korridoren – Bredd 1,2 m

C1.2 Korridorrens bredd 1,05 m

Tabell 29: Flöde i korridoren – Bredd 1,05 m

Tidsintervall [s]	Antal personer [st.]
0 – 5	4
5 – 10	5
10 – 15	8
15 – 20	4
20 – 25	6
25 – 30	6
30 – 35	6
35 – 40	8
40 – 45	7
45 – 50	5
50 – 55	8
55 – 60	8
60 – 65	7
65 – 70	4
70 – 75	7
75 – 80	7
80 – 85	5

I detta referensförsök deltog samtliga 111 försökspersoner, men endast 105 av dem syns på det videomaterial som använts för att beräkna flödet.



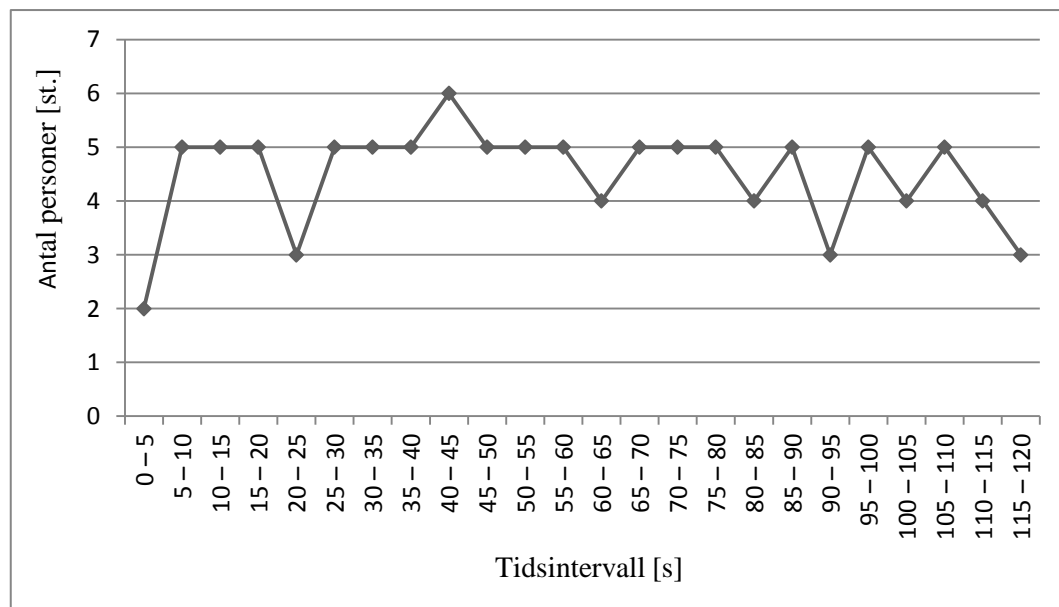
Figur 15: Flöde i korridoren – Bredd 1,05 m

C1.3 Korridorrens bredd 0,9 m

Tabell 30: Flöde i korridoren – Bredd 0,9 m

Tidsintervall [s]	Antal personer [st.]
0 – 5	2
5 – 10	5
10 – 15	5
15 – 20	5
20 – 25	3
25 – 30	5
30 – 35	5
35 – 40	5
40 – 45	6
45 – 50	5
50 – 55	5
55 – 60	5
60 – 65	4
65 – 70	5
70 – 75	5
75 – 80	5
80 – 85	4
85 – 90	5
90 – 95	3
95 – 100	5
100 – 105	4
105 – 110	5
110 – 115	4
115 – 120	3

I detta referensförsök deltog samtliga 109 försökspersoner, men endast 108 av dem syns på det videomaterial som använts för att beräkna flödet.



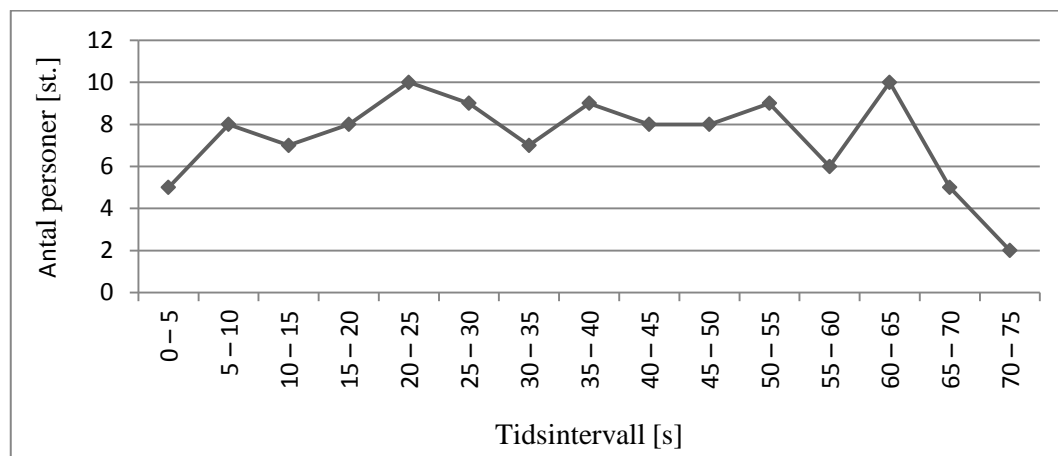
Figur 16: Flöde i korridoren – Bredd 0,9 m

C2 Flöde längs gångbanan med tåg stående på intilliggande spår

C2.1 Gångbanans bredd 1,2 m

Tabell 31: Flöde längs gångbanan– Bredd 1,2 m

Tidsintervall [s]	Antal personer [st.]
0 – 5	5
5 – 10	8
10 – 15	7
15 – 20	8
20 – 25	10
25 – 30	9
30 – 35	7
35 – 40	9
40 – 45	8
45 – 50	8
50 – 55	9
55 – 60	6
60 – 65	10
65 – 70	5
70 – 75	2

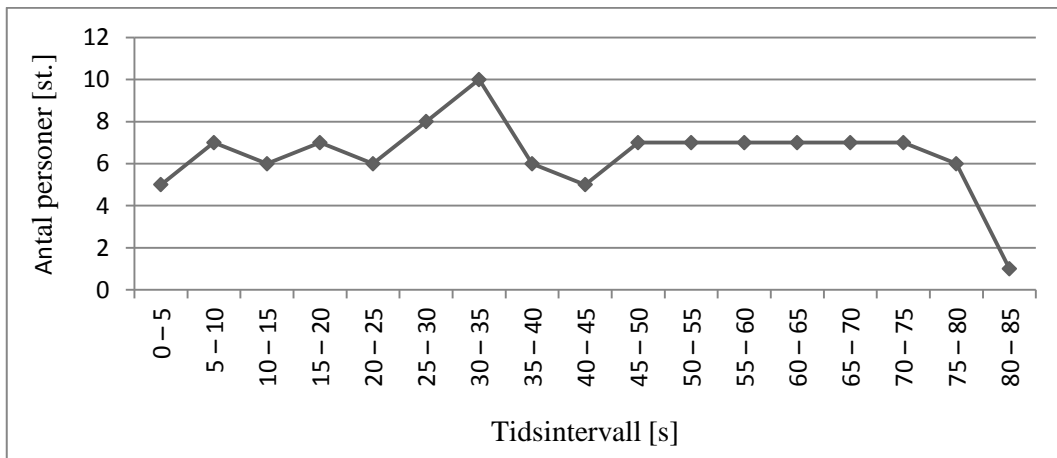


Figur 17: Flöde längs gångbanan– Bredd 1,2 m

C2.2 Gångbanans bredd 1,05 m

Tabell 32: Flöde längs gångbanan– Bredd 1,05 m

Tidsintervall [s]	Antal personer [st.]
0 – 5	5
5 – 10	7
10 – 15	6
15 – 20	7
20 – 25	6
25 – 30	8
30 – 35	10
35 – 40	6
40 – 45	5
45 – 50	7
50 – 55	7
55 – 60	7
60 – 65	7
65 – 70	7
70 – 75	7
75 – 80	6
80 – 85	1



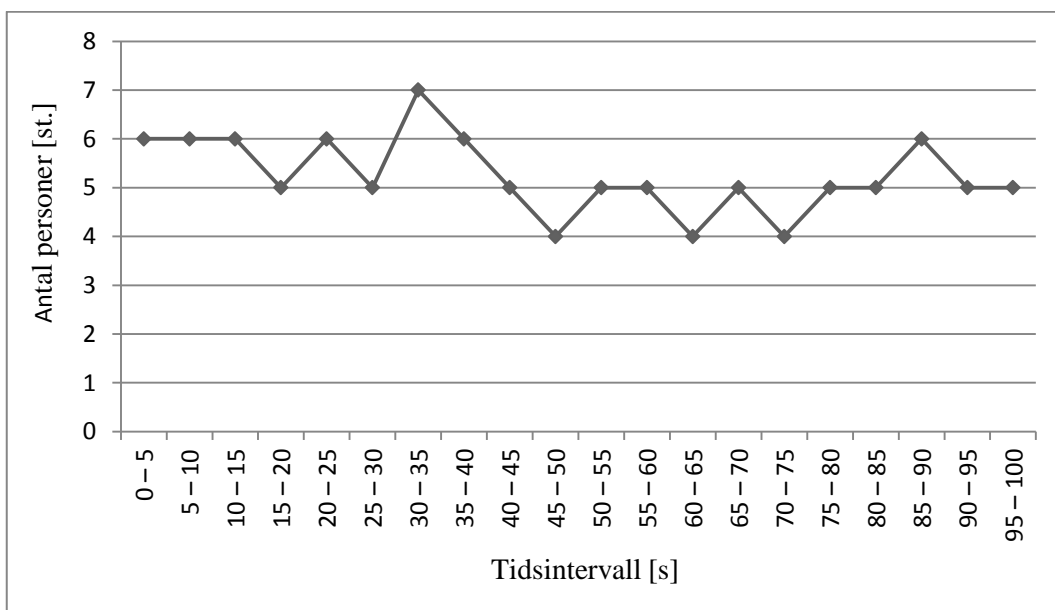
Figur 18: Flöde längs gångbanan– Bredd 1,05 m

C2.3 Gångbanans bredd 0,9 m

Tabell 33: Flöde längs gångbanan– Bredd 0,9 m

Tidsintervall [s]	Antal personer [st.]
0 – 5	6
5 – 10	6
10 – 15	6
15 – 20	5
20 – 25	6
25 – 30	5
30 – 35	7
35 – 40	6
40 – 45	5
45 – 50	4
50 – 55	5
55 – 60	5
60 – 65	4
65 – 70	5
70 – 75	4
75 – 80	5
80 – 85	5
85 – 90	6
90 – 95	5
95 – 100	5

I detta delförsök deltog samtliga 106 försökspersoner, men endast 105 av dem syns på det videomaterial som använts för att beräkna flödet.



Figur 19: Flöde längs gångbanan– Bredd 0,9 m

C3 Flöde längs gångbanan utan tåg stående på intilliggande spår

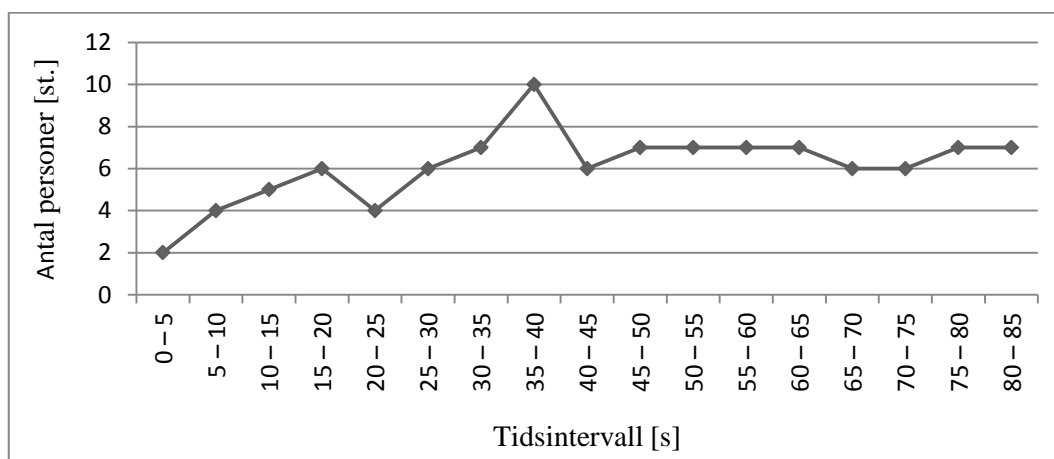
C3.1 Gångbanans bredd 1,2 m

Tabell 34: Flöde längs gångbanan– Bredd 1,2 m

Tidsintervall [s]	Antal personer [st.]
0 – 5	2
5 – 10	4
10 – 15	5
15 – 20	6
20 – 25	4
25 – 30	6
30 – 35	7
35 – 40	10
40 – 45	6
45 – 50	7
50 – 55	7
55 – 60	7
60 – 65	7
65 – 70	6
70 – 75	6
75 – 80	7
80 – 85	7

Flödesberäkningen avbröts innan samtliga försökspersoner passerat. Detta för att ett stopp uppstod i samband med att en grupp försökspersoner stannade till.

I detta delförsök deltog samtliga 105 försökspersoner (borträknat de som stannade och därmed inte räknats in i flödet), men endast 104 av dem syns på det videomaterial som använts för att beräkna flödet.

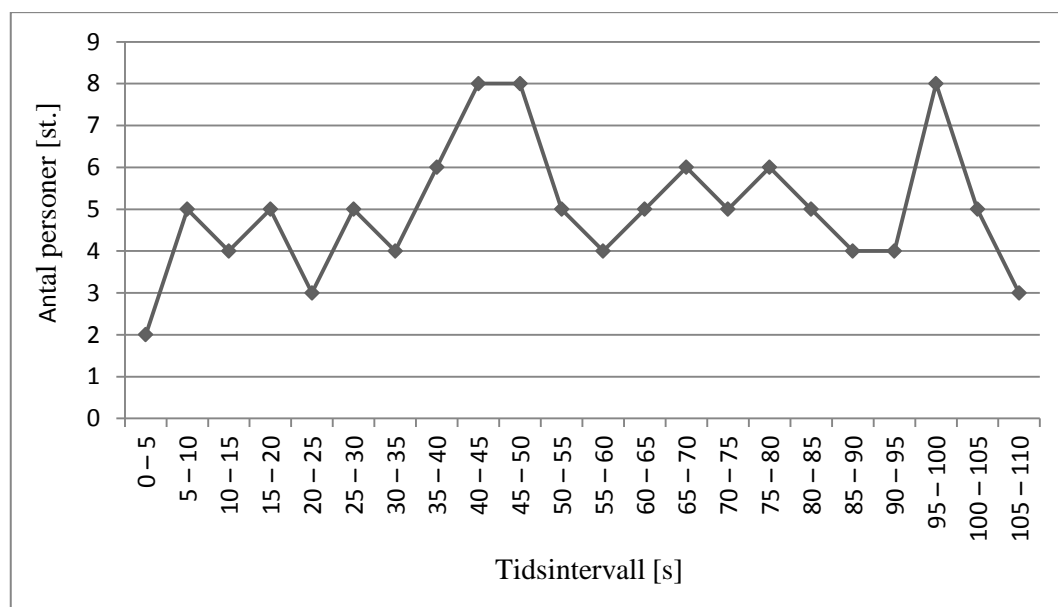


Figur 20: Flöde längs gångbanan– Bredd 1,2 m

C3.2 Gångbanans bredd 1,05 m

Tabell 35: Flöde längs gångbanan– Bredd 1,05 m

Tidsintervall [s]	Antal personer [st.]
0 – 5	2
5 – 10	5
10 – 15	4
15 – 20	5
20 – 25	3
25 – 30	5
30 – 35	4
35 – 40	6
40 – 45	8
45 – 50	8
50 – 55	5
55 – 60	4
60 – 65	5
65 – 70	6
70 – 75	5
75 – 80	6
80 – 85	5
85 – 90	4
90 – 95	4
95 – 100	8
100 – 105	5
105 – 110	3



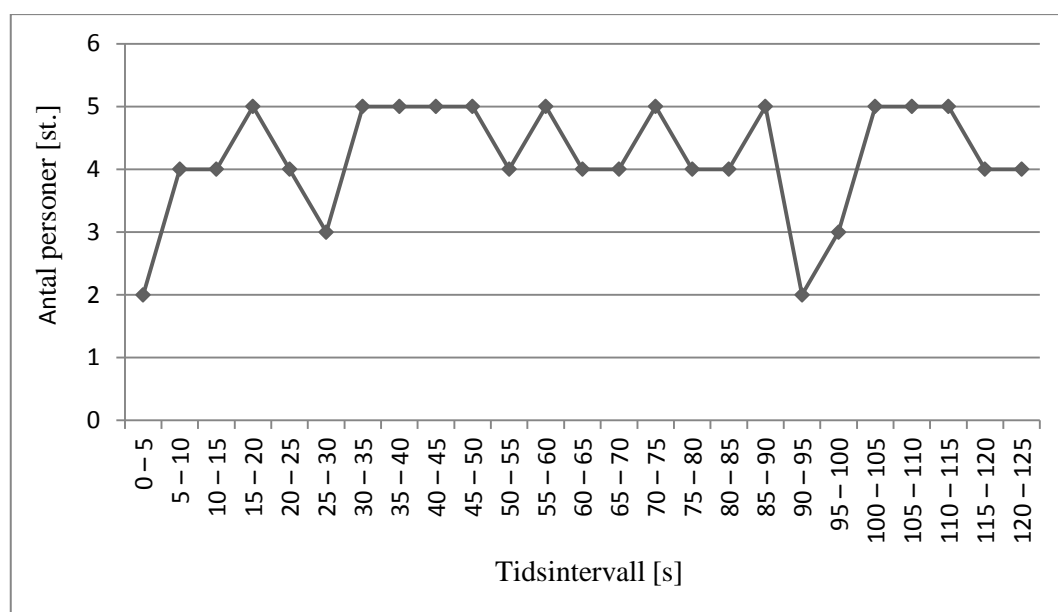
Figur 21: Flöde längs gångbanan– Bredd 1,05 m

C3.3 Gångbanans bredd 0,9 m

Tabell 36: Flöde längs gångbanan– Bredd 0,9 m

Tidsintervall [s]	Antal personer [st.]
0 – 5	2
5 – 10	4
10 – 15	4
15 – 20	5
20 – 25	4
25 – 30	3
30 – 35	5
35 – 40	5
40 – 45	5
45 – 50	5
50 – 55	4
55 – 60	5
60 – 65	4
65 – 70	4
70 – 75	5
75 – 80	4
80 – 85	4
85 – 90	5
90 – 95	2
95 – 100	3
100 – 105	5
105 – 110	5
110 – 115	5
115 – 120	4
120 – 125	4

I detta delförsök deltog samtliga 106 försökspersoner, men endast 105 av dem syns på det videomaterial som använts för att beräkna flödet.



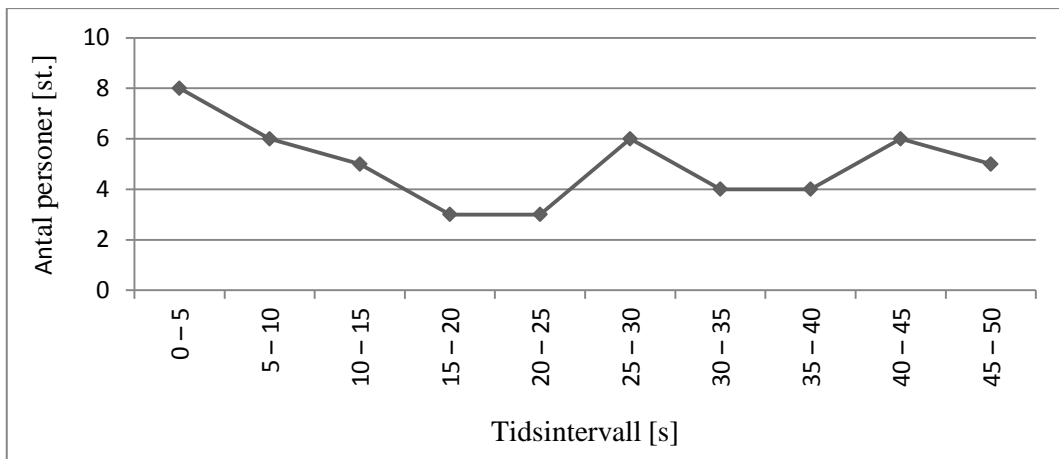
Figur 22: Flöde längs gångbanan– Bredd 0,9 m

C4 Flöde ut ur tåget

C4.1 Gångbanans bredd 1,2 m

Tabell 37: Flöde ut ur tåget– Gångbanans bredd 1,2 m

Tidsintervall [s]	Antal personer [st.]
0 – 5	8
5 – 10	6
10 – 15	5
15 – 20	3
20 – 25	3
25 – 30	6
30 – 35	4
35 – 40	4
40 – 45	6
45 – 50	5

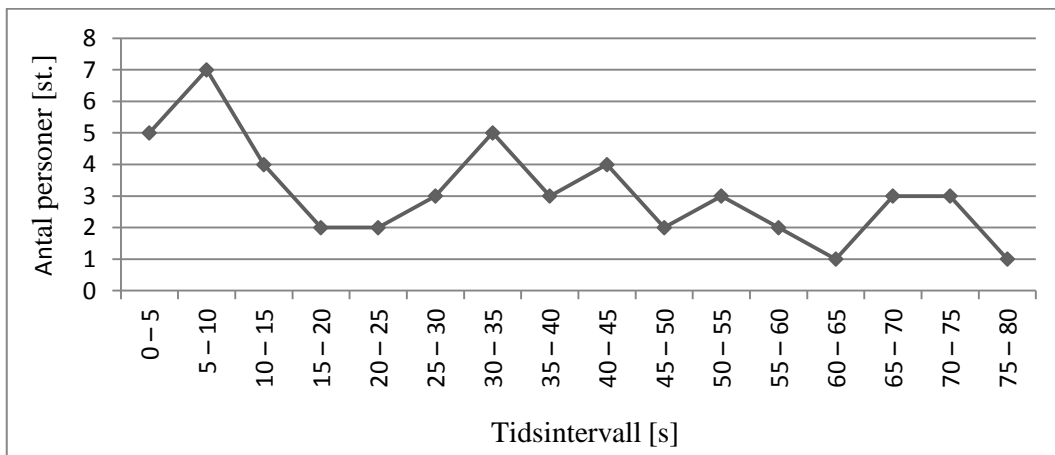


Figur 23: Flöde ut ur tåget– Gångbanans bredd 1,2 m

C4.2 Gångbanans bredd 1,2 m

Tabell 38: Flöde ut ur tåget– Gångbanans bredd 1,05 m

Tidsintervall [s]	Antal personer [st.]
0 – 5	5
5 – 10	7
10 – 15	4
15 – 20	2
20 – 25	2
25 – 30	3
30 – 35	5
35 – 40	3
40 – 45	4
45 – 50	2
50 – 55	3
55 – 60	2
60 – 65	1
65 – 70	3
70 – 75	3
75 – 80	1



Figur 24: Flöde ut ur tåget– Gångbanans bredd 1,05 m

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

SP-koncernens vision är att vara en internationellt ledande innovationspartner. Våra 1 400 medarbetare, varav över hälften akademiker och cirka 380 med forskarutbildning, utgör en betydande kunskapsresurs. Vi utför årligen uppdrag åt fler än 10 000 kunder för att öka deras konkurrenskraft och bidra till hållbar utveckling. Uppdragen omfattar såväl tvärtekniska forsknings- och innovationsprojekt som marknadsnära insatser inom provning och certifiering. Våra sex affärsområden (IKT, Risk och Säkerhet, Energi, Transport, Samhällsbyggnad och Life Science) svarar mot samhällets och näringslivets behov och knyter samman koncernens tekniska enheter och dotterbolag. SP-koncernen omsätter ca 1,5 miljarder kronor och ägs av svenska staten via RISE Research Institutes of Sweden AB.

SP Technical Research Institute of Sweden

Our work is concentrated on innovation and the development of value-adding technology. Using Sweden's most extensive and advanced resources for technical evaluation, measurement technology, research and development, we make an important contribution to the competitiveness and sustainable development of industry. Research is carried out in close conjunction with universities and institutes of technology, to the benefit of a customer base of about 10000 organisations, ranging from start-up companies developing new technologies or new ideas to international groups.



SP Sveriges tekniska forskningsinstitut

Box 857, 501 15 Borås

Telefon +46 (0)10 516 50 00

www.sp.se

www.sp.se/publ

SP Fire Research
SP Rapport 2017:11
ISSN 0284-5172

PART OF **RISE**