



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Branddörrar i vägtunnlar

Bijan Adl-Zarrabi

Branddörrar i vägtunnlar

Bijan Adl-Zarrabi

Abstract

Fire doors in road tunnels

The fire load on fire doors in tunnels can in many cases be more severe than the fire load on fire doors in buildings due to a high density of goods on lorries and the ventilation in tunnels. Therefore special care is needed in design of fire doors for tunnels. This report compares the technical description of fire doors in tunnels in Sweden with descriptions in other European countries and USA and gives recommendations concerning requirements to be put on fire doors in tunnels to authorities.

Keywords: Fire doors, fire resistance, tunnels

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

SP Rapport 2007:40
ISBN 91-85533-63-7
ISSN 0284-5172
Borås 2007

**SP Technical Research Institute of
Sweden**

SP Report 2007:40

Postal address:
Box 857,
SE-501 15 BORÅS, Sweden
Telephone: +46 10516 50 00
Telefax: +46 33 13 55 02
E-mail: info@sp.se

Innehållsförteckning

| | | |
|----------|---|-----------|
| | Abstract | 2 |
| | Innehållsförteckning | 3 |
| | Förord | 4 |
| | Förord | 4 |
| | Sammanfattning | 6 |
| 1 | Inledning | 7 |
| 1.1 | Syfte | 8 |
| 1.2 | Tillvägagångssätt | 9 |
| 1.3 | Begränsningar | 9 |
| 2 | Standarder, normer och föreskrifter | 10 |
| 2.1 | Brandtekniska klasser | 10 |
| 2.2 | Tunnel 2004 | 11 |
| 2.3 | USA, NFPA | 14 |
| 2.4 | Norge, Håndbok 021 - Vegtunnlar | 14 |
| 2.5 | Frankrike, CETU | 14 |
| 2.6 | Storbritannien, BD 78/99 | 15 |
| 2.7 | Tyskland, RABT | 16 |
| 2.8 | Arbetskyddsstyrelsens föfattningssamling | 16 |
| 2.9 | International Maritime Organisation (IMO) - SOLAS | 17 |
| 2.10 | Hissdirektivet | 17 |
| 2.11 | Jämförelse mellan olika normer | 18 |
| 3 | Brister i Tunnel 2004 | 19 |
| 3.1 | Utrymningsvägar och branddörrar | 19 |
| 3.2 | Isolerings- och integritetskraven | 19 |
| 3.3 | Utformning av utrymningsvägar | 20 |
| 3.4 | Övriga brister i Tunnel 2004 | 21 |
| 4 | Vilket krav bör ställas på branddörrar? | 22 |
| 4.1 | Tid-temperatur kurva | 22 |
| 4.2 | Modifiering av kravet för dörrar | 24 |
| 4.3 | Övriga egenskaper | 26 |
| 5 | Slutsatser | 31 |
| 6 | Forskningsbehov | 32 |
| 7 | Referenser | 33 |

Förord

Föreliggande rapport är en studie om föreskrifter och råd om branddörrar i vägtunnlar i Sverige och andra länder. Studien är fokuserat på Tunnel 2004 som är den svenska föreskrifter. Projektet är initierat och finansierat av Vägverket vilket tacksamt erkännes.

Jag tackar Bernt Feriholtz, Vägverket, för hans intresse och värdefulla synpunkter. Jag tackar också mina kolleger på SP Brandteknik för deras stöd under projektets gång.

Sammanfattning

Geometri och ventilation hos en tunnel samt stor kvantitet av brännbart material och lättantändligt gods på långtradare är bland de faktorer som gör att branddörrar i tunnlar kan utsättas för en högre gastemperatur än branddörrar i byggnader. Branddörrar i vägtunnlar bör därför anpassas med hänsyn tagen till dessa skillnader och de särskilda förhållanden som råder i en tunnel.

En genomgång av föreskrifter i Sverige, Tunnel 2004, samt andra europeiska länder och USA visar att varje land har sina specifika krav/råd för brandmotstånd hos dörrar och avskiljande konstruktioner i tunnlar. Undersökningen har fokuserats på dörrarnas brandmotstånd. Föreskrifter i Tunnel 2004 som berör branddörrar undersöks med antagandet att branddörrens brandmotstånd bör anpassas till utrymningsvägens utformning och brandcellsindelningen av tunneln.

Resultaten av analysen visar att det finns utrymme för att komplettera, förtydliga och ändra i Tunnel 2004 när det gäller brandmotstånd.

1 Inledning

Vid en brand utsätts människor för fara på grund av hög temperatur, rök och farliga gaser. Därför ställer Lagen om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk (1994:847) krav på att byggnadsverk som uppförs eller ändras under en ekonomiskt rimlig livslängd uppfyller väsentliga tekniska egenskapskrav i fråga om säkerhet i händelse av brand, under förutsättning att normalt underhåll utförs.

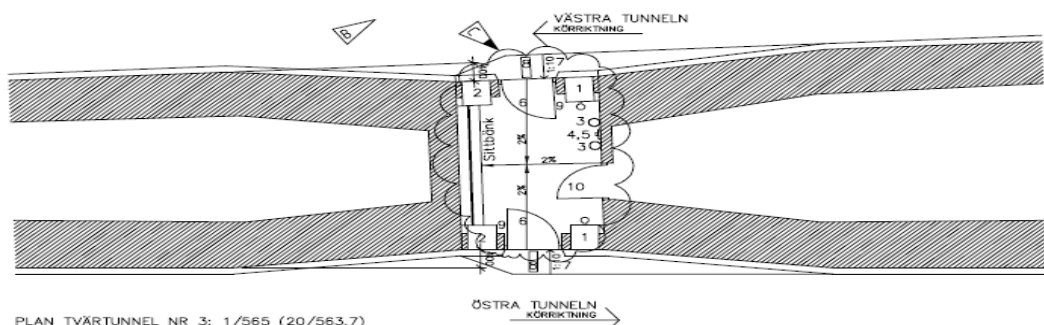
Genom att dela in byggnadsverk i olika brandceller ökas säkerheten. Vid en brand sprids då branden inte vidare utan begränsas till den brandcell där den uppstod. Detta åstadkoms genom val av omslutande väggar, bjälklag och dörrar, d v s brandavskiljande konstruktion.

Branddörrar är en viktig del av den brandavskiljande konstruktionen i en brandcell. En branddörr skall därmed förhindra spridning av branden, men samtidigt skall den även fungera vid utrymning från eller genom brandcellen under det tidiga skedet av branden. Branddörrar används i olika typer av konstruktioner som exempelvis byggverk, båtar och tunnlar. Kraven som ställs på branddörrar varierar med användningsområde.

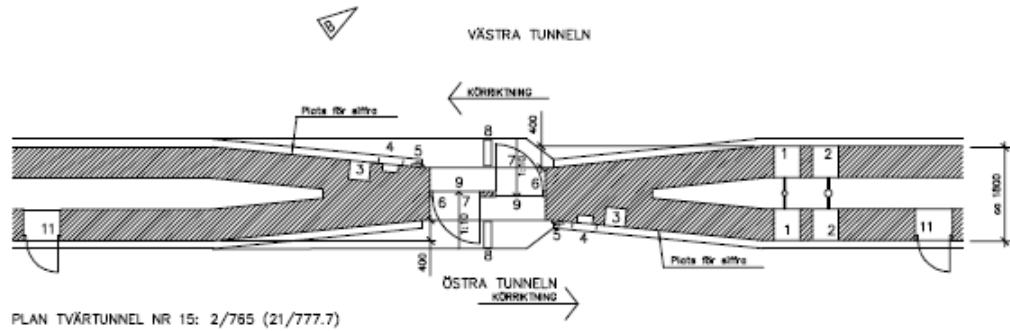
I Europa finns säkerhet och skydd i händelse av brand beskrivna i tre olika direktiv; byggproduktdirektivet [1], marindirektivet [2] samt hissdirektivet [3] som alla tre innehåller krav på branddörrar. När det gäller tunnlar kan förutsättningarna vara markant skilda från de krav som tillämpas i dessa direktiv. Detta gäller exempelvis val av brandbelastning (tid-temperaturkurva) och krav på avskiljande förmåga både avseende brand och rök. Således kan det vara svårt, och i vissa fall även olämpligt, att i en tunnel direkt använda en branddörr utvecklad för en annan applikation.

Branddörrar provas idag normalt mot den så kallade standardbrandkurvan enligt EN 1363-1 [4] och klassificeras enligt EN 13501-2 [5]. Endast i undantagsfall används den hårdare hydrokarbonkurvan (HC) [6] och då framför allt för marina tillämpningar. När det gäller tunnlar bör en anpassning ske mellan de krav som ställs på tunneln och de som tillämpas på branddörrar. Idag ställs i Tunnel 2004 [7] kravet EI 90-C på branddörrar. Hur en sådan dörr fungerar vid en brand motsvarande HC-kurvan eller RWS-kurvan [8] vet man inte, men med stor sannolikhet uppfyller den inte de uppställda funktionskraven under 90 minuter.

De flesta branddörrar som användas i tunnlar i Sverige är sidohängda enkel eller par dörrar av stål, se Figur 1A-B.



Figur 1A. Sidohängda enkel dörrar av stål i Götatunnel, Göteborg



Figur 1B. Sidohängda par dörr av stål i Götatunnel, Göteborg

Skjuddörrar har använts som branddörrar i tunnlar i USA, Danmark och Holland men har ännu inte kommit till användning i Sverige. I USA har skjuddörrar använts i en tågtunnel. I Danmark och Holland har de använts i vägtunnlar, se Figur 2.



a)



b)

Figur 2. a) Skjuddörr i Limfjordtunnel, Danmark. b) Skjuddörr, Nederländerna

1.1 Syfte

Syftet med projektet är att analysera funktionskraven rörande branddörrar i Tunnel 2004 [7] med hänsyn till de särskilda behov som kan förekomma i vägtunnlar. Projektet skall även ge ett underlag för att kunna komplettera och eventuellt ändra funktionskraven i Tunnel 2004.

Projektets fokus ligger på att granska kraven för branddörrar i tunnlar med hänsyn till brandbelastning (tid-temperaturkurva), isolering (I), integritet (E) och röktäthet (S).

1.2 Tillvägagångssätt

Normer och föreskrifter rörande branddörrar i tunnlar i bland annat USA, Norge, Tyskland och England, har granskats med hänsyn till krav och råd avseende branddörrar och dessa har sedan jämförts med de krav och råd om branddörrar som ges i Tunnel 2004. Resultaten från denna jämförelse, samt praktiska och teoretiska erfarenheter från provning av branddörrar, har sedan använts för att analysera de befintliga föreskrifterna i Tunnel 2004. Slutligen har rekommendationer och råd rörande krav på branddörrar i tunnlar utarbetats.

1.3 Begränsningar

Projektet behandlar vägtunnlar generellt och viss speciell problematik med exempelvis enkelrörstunnlar har inte studerats speciellt. Det finns andra viktiga egenskaper för en branddörr till exempel anpassning för funktionshindrade och öppningsbarhet som inte behandlas i denna studie. Vidare har jämförelsen avseende krav och råd i andra länder varit begränsad till ett fåtal länder.

2 Standarder, normer och föreskrifter

I Sverige ställs de brandtekniska kraven i byggnadsverkslagen BVL (1999). Den har utarbetats i enlighet med EU:s direktiv rörande byggprodukter, 89/106/CE, Artikel 24, bilaga 1, 'Väsentliga krav', vilken beskriver hur ett byggverk skall vara utfört i händelse av brand. BVL och direktiven ger följande fem riktlinjer för brandsäkerhet:

- de bärande delarna av byggnaden kan förutsättas bibehålla sin bärförmåga under en bestämd brand,
- utveckling och spridning av brand och rök inom byggnaden skall begränsas,
- spridning av brand till närliggande byggnader skall begränsas,
- personer som befinner sig i byggnaden skall kunna lämna den eller räddas på annat sätt,
- räddningsmanskapets säkerhet skall beaktas.

När det gäller dörrar är de sista fyra riktlinjerna aktuella. Funktionskraven hos en branddörr kan variera under olika faser av en brand. Vid utrymning är branddörrens funktion att möjliggöra utrymning av människor från en brandcell till en annan. Ett exempel på funktionskrav i denna fas är att branddörren skall vara lätt att öppna. Efter utrymningsfasen, när branden är full utvecklat, skall branddörren vara stängd och därmed hindra brandspridningen till närliggande brandceller. Dessutom kan branddörrar användas som insatsväg för räddningstjänsten.

EU-kommissionen har gett CEN uppdraget att ta fram produktstandarder, klassifikationsstandarder och provningsstandarder. Sex olika produktstandarder skall tas fram för dörrar, där tre kommer att behandla olika typer av branddörrar. Klassifikationsstandarder förklarar hur en produkt skall klassificeras med hänsyn till utställda kraven samt vilka klasser som kan användas. Provningsstandarder beskriver om hur produkten skall provas. Resultatet från provningen ligger som underlag för en klassificering.

Byggproduktdirektivet och EN-standarderna för branddörrar avser endast branddörrar i byggnader. De krav som skall användas i olika typer av byggnader specificeras av varje enskilt land. På samma sätt specificerar varje land kraven på branddörrar i vägtunnlar. I Sverige används Tunnel 2004 [7], i Frankrike används CETU [9] och i England används BD 78/99 [10].

2.1 Brandtekniska klasser

I klassifikationsstandarden EN 13501-2 [5] specificeras de europeiska brandklasserna och i standarderna EN 1363-1 [4] och EN 1634-1 [11] beskrivs hur branddörrar skall provas. Vid brandprovet utvärderas branddörrens brandmotstånd med avseende på tid som isolering (I) och/eller integriteten (E) upprätthålls.

2.1.1 Integritet (E)

'E' står för integritet eller täthet och indikerar branddörrens förmåga att avgränsa två brandceller i en byggnad. Det finns tre metoder som används för att kontrollera dörrens integritet, nämligen integritetstest med bomullstuss, integritetstest med tolk och förekomst av lågor.

Integritetstest med bomullstuss görs genom att en bomullstuss placeras där det finns risk för läckage av heta gaser. Om bomullstussen börjar brinna eller glöda inom 10-30 sekunder är integriteten brutet. Integritetstest med tolk går ut på att mäta storleken på

öppningar eller hål genom dörrar. Tolkar med två storlekar används 6 mm och 25 mm i diameter. Tolken med diameter 6 mm används för kontroll av sprickor och kravet är att man inte skall kunna dra den längre än 150 mm. Sporadiska lågor med kort varaktighet är tillåtet. Brott fås när en låga haft en varaktighet längre än 10 sekunder.

2.1.2 Isolering (I)

Temperaturen på den oexponerade sidan av dörren mäts med termoelement i ett antal positioner på dörrbladet och dörrens karm. Isoleringsbrott har definierats som när medeltemperaturökning av dessa termoelement är högre än 140 °C eller ett enstaka termoelement registrerar en temperaturökning större än 180 °C på dörrbladet. På karmen tillåts en temperaturökning av 360 °C.

Idag används i Sverige två alternativa krav på isolering av branddörr; enligt det nationella systemet där kraven definieras i Boverkets riktlinjer för typgodkännande Brandskydd [12] respektive I₁ och I₂ enligt det europeiska systemet EN 13501-2 [5].

2.1.3 Automatisk självstängning (C)

Till branddörrar finns ytterligare en klassning för automatisk självstängning. När denna klass anges skall dörren vara försedd med dörrstängare som tillser att dörren alltid hålls stängd. Provnings avseende automatisk självstängning sker enligt EN 14600 [13].

2.1.4 Röktäthet (S)

I det europeiska systemet finns även möjlighet att klassificera dörrar avseende deras täthet mot rökspridning. Provnings sker mot standarden EN 1634-3 [14] och klassificering enligt EN 13501-2 [5]. Det finns två olika klasser och provningen sker på olika sätt beroende på vilken klass som önskas. Klassen S_a innebär att dörren har en viss täthet vid rumstemperatur, d v s vid 20 °C. Vid prov för klass S_m skall tätheten provas dels vid 20 °C och sedan även vid 200 °C.

I Sverige har ännu inga krav ställts på röktäthet hos dörrar. I och med introduktionen av klassifikationsstandarderna EN 13501-2 [5] har även dessa klasser introducerats i Boverkets byggregler [12].

2.2 Tunnel 2004

Tunnel 2004 är Vägverkets generella tekniska kravspecifikation som bland annat beskriver funktionskrav för branddörrar. Dessa krav beskrivs huvudsakligen i avsnitt 3 och 4 av Tunnel 2004. I detta avsnitt citeras dessa beskrivningar vilket sedan följs av synpunkter och diskussioner i kapitel 4. Citaten från Tunnel 2004 har skrivits med *kursiv* text. Tunnel 2004 är uppdelad i krav samt råd och kommentar till kraven. Råd och kommentarer är understruckna.

2.2.1 Brandbelastning (tid-temperaturkurvor)

Tunnel 2004 specificerar i avsnitt 3.3.4.4 de tid-temperaturkurvor som skall användas i olika fall.

Nedanstående lastvärden skall tillämpas för trafikerade utrymmen i tunnlar.

Gastemperaturen vid brand skall förutsättas följa kurva (I) i figur 3 med följande tider:

- 180 minuter i tunnlar där alla godstransporter utom farligt gods i klass 2 är tillåtna
- 120 minuter i tunnlar där alla godstransporter utom farligt gods i klass 1, 2 och 3 är tillåtna.

Avsvalning behöver inte beaktas.

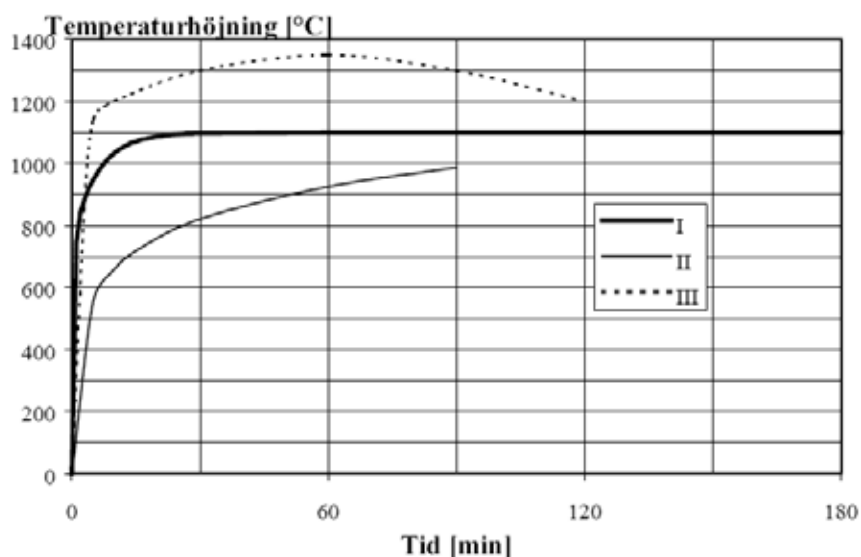
Vid transporter av brandfarlig gas i klass 2 skall brandlasterna fastställas efter särskild utredning.

Klassindelning enligt förordningen SFS 1982:923 om transport av farligt gods tillämpas.

Dörrar som ingår i utrymnings- och angreppsvägar och som gränsar till ett trafikerat utrymme skall dimensioneras för gastemperatur enligt kurva II i figur 3.3-1 med 90 minuters brandvaraktighet.

Lastvärden för sidoutrymmen eller utrymnings- och angreppsvägar där brandbelastningen överstiger 200 MJ/m² skall vara angivna i den tekniska beskrivningen.

Om en tunnel under vatten eller en tunnel direkt under en byggnad skall dimensioneras för kurva III i Figur 3 skall detta vara angivet i den tekniska beskrivningen.



Figur 3. Gastemperatur vid brand. Brandgastemperaturen enligt kurva (I) överstämmer med hydrocarbonkurvan enligt SS-EN 1363-2. Kurva II är enligt SIS 02 48 20 och kurva (III) är den så kallad RWS- kurvan.

2.2.2 Brandmotstånd (Avsnitt 4.2)

I avsnitt 4.2 specificeras olika krav på brandmotstånd. Enligt Tunnel 2004 skall

Bärförmåga, integritet och isolering mot brand skall verifieras enligt BBR, kapitel 5, och BKR, kapitel 10 med nedanstående kompletteringar.

I avsnitt 4.2.1 specificeras förutsättningar som:

Tunnlars trafikutrymmen, utrymningsvägar samt räddningsrum skall utföras enligt krav för byggnader i brandteknisk klass Br 1 enligt BBR. Övriga utrymmen skall utföras enligt krav för byggnad i klass Br 2.

Tunnlar skall utformas så att lättantändlig eller explosiv gas eller vätska inte kan spridas till utrymningsväg eller sidoutrymmen.

Verifiering av brandmotstånd specificeras i avsnitt 4.2.2 som;

Konstruktioner som avskiljer utrymnings- och angreppsvägar samt räddningsrum skall även uppfylla krav på integritet och isolering.

De dörrar mot ett trafikutrymme som ingår i utrymnings- och angreppsvägar bör utföras i klass EI-C90. Alternativt godtas att två dörrar används som tillsammans uppfyller klass EI-C90.

Den korrekta beteckningen för den valda klassen är EI 90-C enligt den europeiska klassifikationsstandarden EN 13501-2 [5].

I avsnitt 4.3.3 beskrivs kraven avseende skydd mot brandgas- och brandspridning.

Utveckling och spridning av brand och brandgas skall kunna begränsas.

Krav på utrustning för brandgaskontroll och släckning skall vara angivet i den tekniska beskrivningen.

Utrymningsväg och räddningsrum skall vara egen brandcell enligt BBR, avsnitt 5:232.

Utrymningsvägs och räddningsrums anslutning till tunnelrör skall utföras som brandsluss enligt BBR 5:231.

När det gäller utrymning specificeras detta i avsnitt 4.4.1. Där kan man läsa följande;

Tillfredsställande utrymning innebär att samtliga personer kan utrymmas antingen till det fria eller till ett räddningsrum i anslutning till tunneln. I det senare fallet förutsätts att skydd mot värme och toxiska gaser kan erhållas under ett fullständigt brandförlopp eller under minst den tid, som i ogynnsammaste fall fordras för att en brand vid aktuella förutsättningar skall vara helt släckt, se BBR, avsnitt 5:31.

Dörrar, trösklar, lutningar och trappor i utrymningsvägar skall anpassas till personer med funktionshinder. Rullstolar och bårar skall kunna transporteras till en säker plats.

Vidare finns det en beskrivning av vad som krävs avseende framkomlighet i avsnitt 4.4.2.3;

Dörr mellan trafikutrymme och utrymningsväg skall öppnas i utrymningsriktningen och vara lätt identifierbar som utgång.

Andra dörrtyper, t ex skjutdörrar, kan användas om de ger likvärdig säkerhet vid utrymning som utåtgående slagdörrar.

Dörrar till eller i utrymningsväg skall vara lätt öppningsbara och självstängande.

Personer med funktionshinder bör kunna öppna dörr till eller i utrymningsväg utan assistans.

2.3 USA, NFPA

National Fire Protection Association (NFPA) är den organisation i USA som har ansvaret för att skapa och upprätthålla minimumkrav för brandsäkerhet och brandfrågor. Dokumentet NFPA 502 [15] handlar om vägtunnlar, broar och motorvägar.

Enligt NFPA bestäms brandbelastningen (tid-temperaturkurvan) genom samråd mellan myndigheter som har ansvaret för tunnelbyggnad. Brandbelastningen definieras med storleken på brandeffekten och maximal temperatur under branden, till exempel 5 MW med en maximal temperatur av 400°C.

Branddörrar tas upp i kapitel 7 av NFPA 502. Denna refererar i sin tur till standarden NFPA 80 [16] för branddörrar och brandfönster. NFPA 80 tar upp brandprovningsprocedurer för två typer av dörrar, sidohängd dörrar med gångjärn och vertikala skjutdörrar.

NFPA rekommenderar självstängande branddörrar med minst 60 minuters brandmotstånd. Erforderlig kraft för att öppna dörren får inte överstiga 222 N och branddörren skall klara både positiva och negativa lufttryck.

2.4 Norge, Håndbok 021 - Vegtunnlar

Håndbok 021, Vegtunnlar [17] är en handbok för konstruktion av tunnlar i Norge. Under avsnitt 603.2 'Gastemperatur, Krav till konstruktioner och utrustning' definierar handboken brandbelastningen med hänsyn till Års Dygns Trafik (ÅDT) och med brandens värmeutveckling, till exempel 5 MW när ÅDT är under 10000.

Lägsta kravet för branddörrar i denna standard är EI 60-C och samtliga brandväggar skall ha ett brandmotstånd som är minst lika med REI 120-M. Här står 'M' för mekanisk påverkan.

2.5 Frankrike, CETU

Ministeriet för infrastruktur, transport, planering och turism, avdelningen för väg, Centre d Etudes des Tunnels (CETU), ger i 'Technical instruction relating to safety measures in new road' [9] instruktioner för tunnelbyggen i Frankrike.

Brandmotstånd för dörrar beskrivs inte explicit i detta dokument, men utrymningsvägars brandmotstånd beskrivs och dessa är beroende av tunnelns utformning. Dokumentet använder uttrycket 'construction elements obstructing communication between two tubes' eller 'construction elements obstructing communication with the tunnel'. Översättningen blir 'Konstruktionselement som förhindrar kommunikation mellan två tunnelrör' eller

enklare sagt dörrar och väggar. Olika typer av utrymningsväg förslås med sjunkande rangordning (avsnitt 2.2):

- 1) Direkt kontakt till omgivningen utanför tunnel
- 2) Tvärrör som förbinder tunnelrören
- 3) Längsgående rör mellan två trafikerade rör
- 4) Utrymningsrum

Brandmotståndet för olika utrymningsalternativ (1-4 ovan) beskrivs i avsnitt 4.3.2 under rubriken sekundära strukturer.

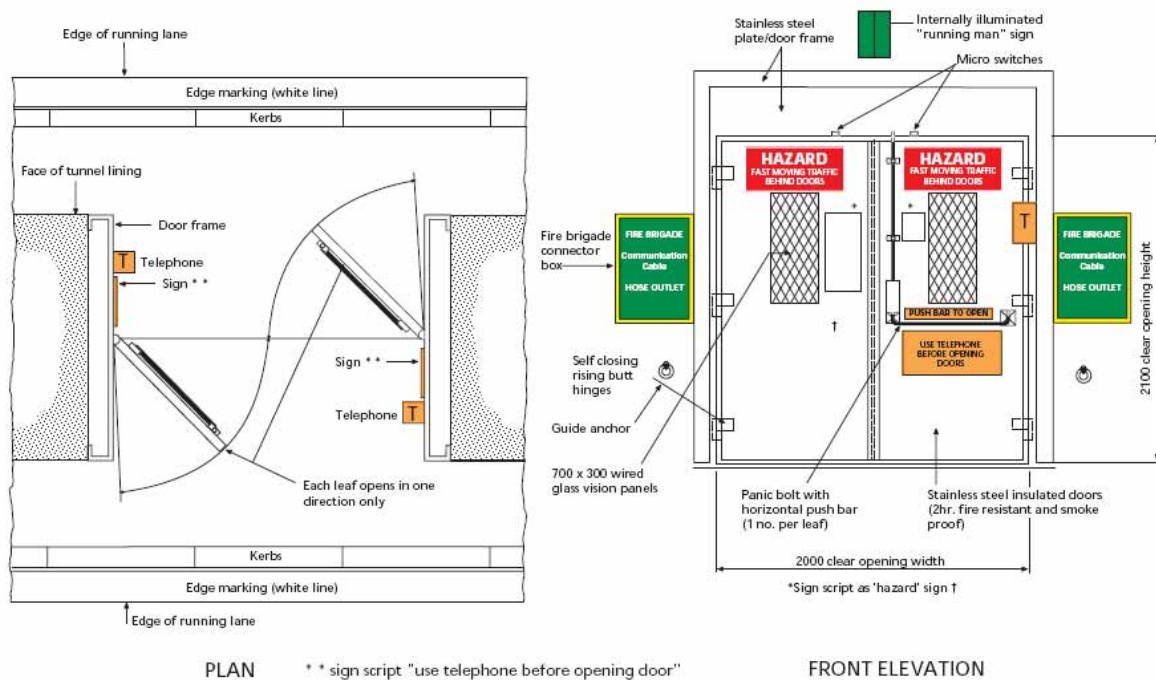
När luftsluss och väggar avskiljer tunneln från omgivningen utanför tunneln (typ 1) bör brandmotståndet vara CN60, det vill säga 60 minuters brandmotstånd med tid-temperaturkurvan enligt ISO 834 [18], standardbrandkurvan. För andra typer av utrymningsvägar (typ 2-4) bör brandmotståndet för dörrar vara av klass N2 vilken är beroende av vägbanans bredd. För en väg bana med bredd större än 3,5 meter ges klass N2 vid 120 minuter brandmotstånd med hydrokarbonkurvan (HC). Om bredden på vägbanan är mindre än 3,5 motsvarar klass N2 ett brandmotstånd av 60 minuter med standardbrandkurvan. Slutligen, om det finns gemensam vägg mellan tunnelrören bör branddörrar ha samma brandmotstånd som väggen. För att uppnå klass N2 för en tunnel med tvärförbindelse mellan två tunnelrör (typ 2) bör dörrar och luftslussen räknas som en enhet.

- I avsnitt 2.2 nämns även att dörrar mellan tunnel och utrymningsväg bör vara stängda och dessa dörrar bör kunna öppnas av alla personer.
- Rullstolsburna personer bör kunna använda dörrar och utrymningsvägar utan hjälp av en annan person.
- Slussen mellan två tunnelrör bör utsättas för ett övertryck av 80 Pa vid brand.

2.6 Storbritannien, BD 78/99

BD 78/99, Volym 2, Sektion 2, del 9, kapitel 8 [10] beskriver kraven på brandsäkerhet i tunnlar. Tunnelns brandmotstånd dimensioneras med hänsyn energimängd som beräknas med avseende på ett valt brandscenario (brandeffekt). Den tänkta brandens varaktighet skall beakta ventilation, dränering och volymen av brännbart material samt räddningstjänstens insattid. När energimängden är känd skall temperaturfördelningen längs tunnel beräknas. Med hjälp av dessa beräkningar kan man bestämma den aktuella temperaturen och tillhörande varaktighet på konstruktionsdelar och tunnelns tekniska utrustning (avsnitt 8.5 och 8.13).

Brandmotståndet för branddörrar är specificerat till 120 minuter vid den beräknade brandbelastningen (tid-temperaturkurvan). Branddörren skall vara en dubbeldörr av rostfritt stål med insynsruta av armerat glas. Insynsrutan ger den utrymmande möjlighet att se trafiken på andra sidan dörren. Dörren skall vara självstängande och röktät (avsnitt 8.47). Ett exempel på en branddörr visas Figur 4 .



Figur 4. Ett exempel på 'Tunnel crossconnection door' [10]

2.7 Tyskland, RABT

Den tyska föreskriften RABT [19] ger riktlinjer för utformning av tunnlar. I avsnitt 2.5.1.3 av denna föreskrift beskrivs nödutgångar och utrymningsvägar.

Enligt RABT skall utrymningsvägar vara utformade på ett sådant sätt att de kan betraktas som en brandcell. Utrymningsvägar skall hållas rökfria. För att åstadkomma rökfritt utrymme skall slussar eller övertryck användas.

Dörrarna i nödutgångar måste stå emot brand i minst 90 minuter (klass F90-enligt det tyska klassifikations systemet) och måste vara lätta att öppna. Tid-temperatur kurvan är i enlighet med EN 1361-1 [4]. Erforderlig kraft för att öppna branddörren får inte överstiga 100 N. Dörrarna skall öppnas i utrymningsriktningen. Dörrarna skall vara försedda med ett fönster och vara placerade i brösthöjd.

2.8 Arbetarskyddsstyrelsens författningssamling

I arbetarskyddsstyrelsens författningssamling (AFS) 1999:3 Byggnads- och anläggningsarbete, med ändringar införda till och med 2000-12-15 [20], beskrivs ett antal krav på dörrar och utrymningsväg.

§ 28 I utrymningsväg inbegrips dörr i utrymningsväg och ut från utrymningsväg till säkert område. Även dörr till utrymningsväg inbegrips i utrymningsväg.

§ 29 Utrymningsvägar samt förbindelseleder och dörrar som leder till dem skall vara fria från hinder så att de när som helst kan användas utan olägenhet.

§ 30 Dörrar för utrymning skall öppnas utåt i utrymningsriktningen. De får inte vara låsta eller reglade på ett sätt som hindrar att de lätt och omedelbart kan öppnas av vem som helst som kan behöva använda dem i en nödsituation.

Dörrar och portar utmed utrymningsvägar skall markeras på lämpligt sätt. Skjutdörrar eller rotédörrar får inte förekomma som dörrar i särskilt anordnade utrymningsvägar.

2.9 International Maritime Organisation (IMO) - SOLAS

Det europeiska sjösäkerhetsarbetet samordnas idag av EU. Ett mål med det gemensamma sjösäkerhetsarbete är att harmonisera tillämpningen av de internationella sjösäkerhetsreglerna som har formulerats i IMO-konventioner. Ministerrådet rekommenderar medlemsländerna vilka IMO-konventioner skall godkännas och implementeras. Därutöver har EU via direktiv byggt upp en egen harmoniserade lagstiftning utifrån konventioner från IMO.

SOLAS är en av dessa konventioner som behandlar säkerhet till sjös. Branddörrar behandlas inte explicit i detta dokument men i kapitel II-2: konstruktion, föreskrifter 2-3 tas tid-temperaturkurvan upp och olika brandklasser för avskiljande konstruktioner.

I denna föreskrift rekommenderas standardbrandkurvan upp till 60 minuter för provning av avskiljande konstruktionsdelar. Tre brandklasser 'A', 'B' och 'C' tillämpas. De brandtekniska krav som ställs för dessa klasser är nästan identisk med de funktionskrav som ställs vid klassifikation av byggnadskonstruktioner. Avskiljande konstruktioner, branddörrar, i klasser 'A' och 'B' skall förhindra genomgången av rök och flammor och dessa dörrar skall tillverkas av stål eller ekvivalent material.

In FTP Code, Resolution A.754(18) [21] beskrivs hur en branddörr kan konstrueras. De mest relevanta råden är:

- Dörrtillbehör sådana som gångjärn, handtag, lås med mera bör tillverkas av material med smältpunkt högre än 950 °C.
- Storlek och placering av öppning i dörrar, insynsruta, regleras.
- På grund av att det är svårt att bestämma viken sida av en skjutdörr som är svagare mot brand bör brandprovning ske mot båda sidor av dörren.

2.10 Hissdirektivet

Bilaga 1, Kapitel 4 i Hissdirektivet [3] handlar om övriga risker. Under sektion 4.2 beskrivs schaktdörrarnas egenskaper som:

Schaktdörrar, däribland dörrar med glaspartier, skall när de avses bidra till att skydda byggnaden mot brand, ha en tillfredsställande isoleringsförmåga, genom att vara täta, hela och oskadade samt genom dörrarnas isolerande (brand får inte sprida sig) och värmeöverförande egenskaper (värmestrålning).

Standarden EN 81-58 [22] beskriver provning och klassificering av hissdörrar. Standard anger en rad klasser som kan användas, se Tabell 1.

Tabell 1. Olika brandklasser för hissdörrar

| | | | | | | | |
|-----|----|----|----|----|----|----|-----|
| E | 15 | - | 30 | 45 | 60 | 90 | 120 |
| EI | 15 | 20 | 30 | 45 | 60 | 90 | 120 |
| EW* | - | 20 | 30 | - | 60 | - | - |

*W används för strålningsklass och enligt denna standard får värmestrålning inte överskrida 15 kW/m².

Integritetskravet i denna standard ställer även krav på gasläckage. Läckagen av rök/gas per meter dörröppning får inte överskrida 3 m³/min.

2.11 Jämförelse mellan olika normer

I det följande görs en jämförelse av föreskrifter och normer avseende krav på branddörrars funktion. Resultaten av jämförelse presenteras i Tabell 2.

Tabell 2. Jämförelse mellan olika normer

| | Tid-temperatur | EI [min] | Självstängare | Röktäthet | Öppningskraft[N] |
|---------------------------|------------------|-----------|---------------|-----------|-------------------------------------|
| Tunnel 2004 (Sverige) | Standard | 90 | X | - | Branddörr skall vara lätt att öppna |
| NFPA (USA) | Funktion baserat | 60 | X | - | 222 |
| Håndbok (Norge) | Funktion baserat | 120 | X | - | - |
| CETU (Frankrike) | Standard HC | 60 120 | X | - | Branddörr skall vara lätt att öppna |
| BD 78/99 (Storbritannien) | Funktion baserat | 120 | X | - | Branddörr skall vara lätt att öppna |
| RABT (Tyskland) | Standard | 90 | X | - | 100 |

X= nämns i normen

. Det finns andra aspekter som tas upp i dess normer till exempel:

- Branddörrar bör öppnas i riktning från branden mot utrymningsväg.
- Branddörrar bör tillverkas av obrännbart material.
- Att branddörren bör klara positiva och negativa lufttryck nämns i NFPA och CETU

3 Brister i Tunnel 2004

Branddörrar har olika funktioner under en brand. I initialskedet av en brand används branddörrar för utrymning. Efter detta skall branddörren avgränsa den brandutsatta delen av tunnel från andra delar av tunneln under en föreskriven tid.

3.1 Utrymningsvägar och branddörrar

Enligt Tunnel 2004, avsnitt 4.2.1, skall utrymningsvägar utföras enligt krav för byggnader i brandteknisk klass Br 1. I Boverkets Byggregler BBR [23] definieras byggnader i klass Br1 som byggnader där brand medför stor risk för personskador. Klass BR1 innebär att de högsta kraven ställs på bland annat ytskikt samt bärande och avskiljande konstruktioner. Enligt BBR avsnitt 5:6211, skall brandteknisk klass på brandcellsskiljande byggnadsdelar för en byggnad i klass Br 1 utföras enligt Tabell 3. Vilken även gäller för branddörrar.

Tabell 3. Föreskrivna brandteknisk klass i avskiljande avseende i en byggnad i klass Br1

| Byggnadsdel | Brandteknisk klass vid brandbelastning f (MJ/m ²) | | |
|--|---|-----------|-----------|
| | $f \leq 200$ | $f < 400$ | $f > 400$ |
| Brandcellsskiljande byggnadsdel i allmänhet, och bjälklag över källare | EI 60 | EI 120 | EI 240 |

I samma avsnitt (5:6211) anges att:

Klassen EI 60 får även användas vid högre brandbelastning än 200 MJ/m², för byggnader som skyddas med automatisk vattensprinkleranläggning eller om förutsättningar finns att en brand, genom räddningstjänstens insats, är helt bekämpad inom 60 minuter efter brandutbrott (BFS 2005:17).

Enligt Tunnel 2004 bör dörrar mot ett trafikutrymme som ingår i utrymnings- och angreppsvägar utföras i klass EI 90-C. Detta medför att utrymningsvägar (brandcellsskiljande byggnadsdelar) inte kommer att vara i samma brandtekniska klass som branddörrar i tunnlar. Detta betyder att branddörrar kan ha högre eller lägre brandteknisk klass än väggen de är monterade i. Dessutom skall branddörrar enligt Tunnel 2004 vara försedd med självstängare och vara rök-, gas-, och vattentäta.

3.2 Isolerings- och integritetskraven

Integritets- och isoleringskraven för en byggnadsdel syftar till att hindra/begränsa brandspridning från en brandcell till nästa brandcell. Brännbart material i en avgränsande brandcell kan antändas om de utsätts för strålningsvärme (isoleringskraven), varma gaser eller flammor (integritetskrav).

Enligt Tunnel 2004 skall utrymningsväg och räddningsrum vara egna brandceller. En stor skillnad mellan utrymningsväg som brandcell och en brandcell i en byggnad är att i en utrymningsväg eller ett räddningsrum existerar få eller inga brännbara material. I de fall där inga brännbara material finns i utrymningsvägen kan det vara möjligt att slopa kravet på isoleringsförmåga.

3.3 Utformning av utrymningsvägar

Kravet på branddörrar i Tunnel 2004 är generellt satt till EI 90-C med brandtemperatur enligt standardbrandkurvan, (kurva II i Figur 3). I Tunnel 2004 tas ingen hänsyn till utrymningsvägens utformning.

Kravet på branddörrar bör variera med utformning av utrymningsväg. En utrymningsväg in en tunnel med dubbla rör kan utformas enligt något av följande alternativ:

- 1) Tvärrör förbinder de trafikerade rören
- 2) Längsgående rör mellan de två trafikerade rören
- 3) Endast en branddörr mellan rören
- 4) Utrymningsrum

1) När ett tvärrör används som utrymningsväg kan branddörrens integritetskrav vara samma som väggen den är monterade i men isoleringskravet kan reduceras. Reducering av isoleringskravet kan accepteras under förutsättning att det inte finns brännbart material i utrymningsvägen.

Isoleringskravet kan här minskas eller ersättas med ett strålningskrav (W). Detta skulle kunna säkerställa människors säkerhet i utrymningsvägen om de inte kan utrymma på grund av till exempel trafiken i det icke utsatta tunnelröret.

För att skaffa sig en uppfattning om värmestrålning kan nämnas att 1 kW/m^2 värmestrålning motsvarar den värmestrålning som en människa kan utsätta naken hud utan att känna smärta. Om huden utsätts för 9 kW/m^2 i cirka 20 sekunder uppstår andra gradens brännskador.

2) Isolerings och integritetskraven för en branddörr i en längsgående utrymningsväg bör normalt ha samma brandmotstånd som väggen den är monterade i. I en längsgående utrymningsväg bör krav på dörrens röktätthet ställas.

3) När det bara finns en branddörr mellan två tunnelrör bör dörren ha samma brandmotstånd som väggen den är monterade i.

4) När det gäller branddörrar till utrymningsrum bör dessa ha samma brandmotstånd som väggen de är monterade i. Dessutom bör branddörren vara röktät under den förskrivna tiden.

3.4 Övriga brister i Tunnel 2004

Två dörrar som samverkar för att tillsammans uppfylla brandklass EI 90-C bör specificeras noggrannare.

Röktäthetskraven för branddörrar tas inte upp. Om transport av farliga kemikalier är tillåtna i tunneln bör rök- och täthetskrav ställas på branddörrarna i samtliga utrymningsalternativ. Detta betyder inte att en röktät branddörr också är gastät men för närvarande finns det inte några föreskrifter för gastäthet.

Branddörrens öppningskraft har inte specificeras. Dörrar till en utrymningsväg skall vara lätt identifierbara som utgångar och vara lätt att öppna för samtliga personer som befinner sig i en tunnel vid händelse av brand. Detta innebär att branddörrens egenskaper vid utrymning bör anpassas till människor med funktionsnedsättningar för att säkerställa utrymning av samtliga personer. Egenskaper i en dörr som kan anpassas för att underlätta funktionshindrade personer är dörrens bredd, dörrtröskel och dörrens öppningssystem och öppningskraft. Det finns inga specifika föreskrifter om dessa egenskaper i Tunnel 2004.

4 Vilket krav bör ställas på branddörrar?

Temperaturen för branddörrar i Tunnel 2004 definieras som temperatur enligt standardbrandkurvan. Det mest påfrestande brandscenariot i en tunnel för branddörrar är när branden uppstår framför en branddörr. Detta medför att andra brandkurvor kan vara aktuella.

Kravet på branddörrar i tunnlar bör anpassas till utrymningsvägarnas utformning som i sin tur är beroende av tunnelkonstruktionens utformning (enkelrör eller dubbelrör) och brandcellsindelningen i tunneln.

För vissa utformningar av utrymningsvägar kan inte branddörrens isolerings- och/eller integritetskrav sänkas. För andra typer av utrymningsvägar behövs normalt inte krav på isolation. I vissa utformningar, till exempel när ett antal tvärrör förbinder de två rören av en tunnel, kan i vissa fall även sänkning av integritetskravet accepteras. Detta är möjligt om en utredning kan visa att den brandavskiljande funktionen är tillräcklig.

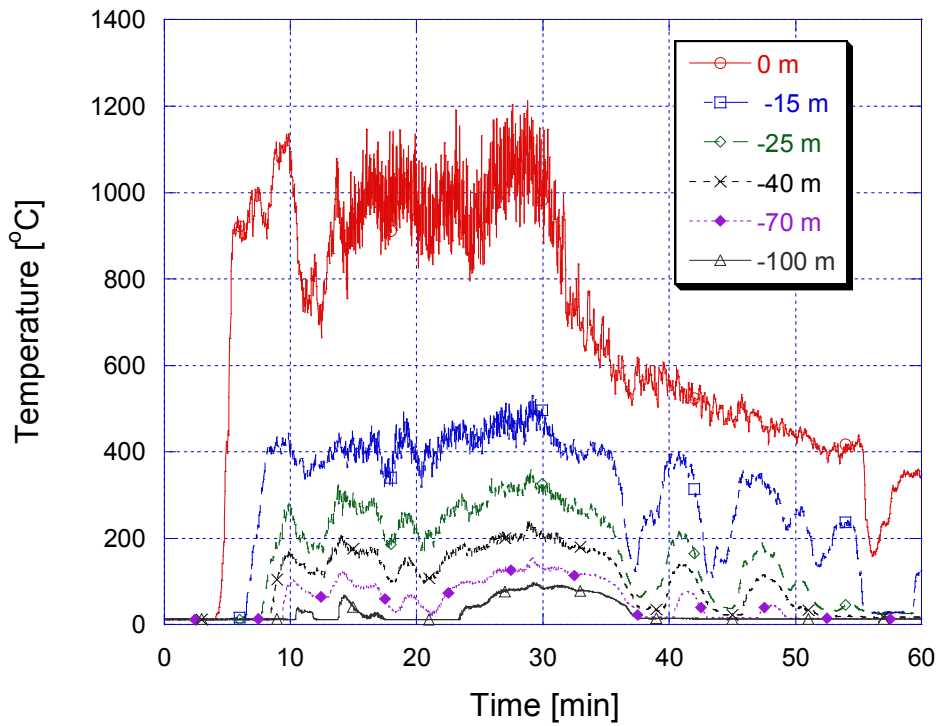
4.1 Tid-temperatur kurva

Tunnelns lutning, öppningar, ventilation, kvantitet av brännbart material (bilbränsle, däck) och brännbart gods på långtradare är faktorer som gör att brandtemperaturen i en tunnel kan bli betydligt högre än vad man normalt får vid rumsbränder. Detta i sin tur innebär att branddörrar i tunnlar kan utsättas för högre temperaturer jämfört med dörrar i exempelvis bostäder eller andra byggnader.

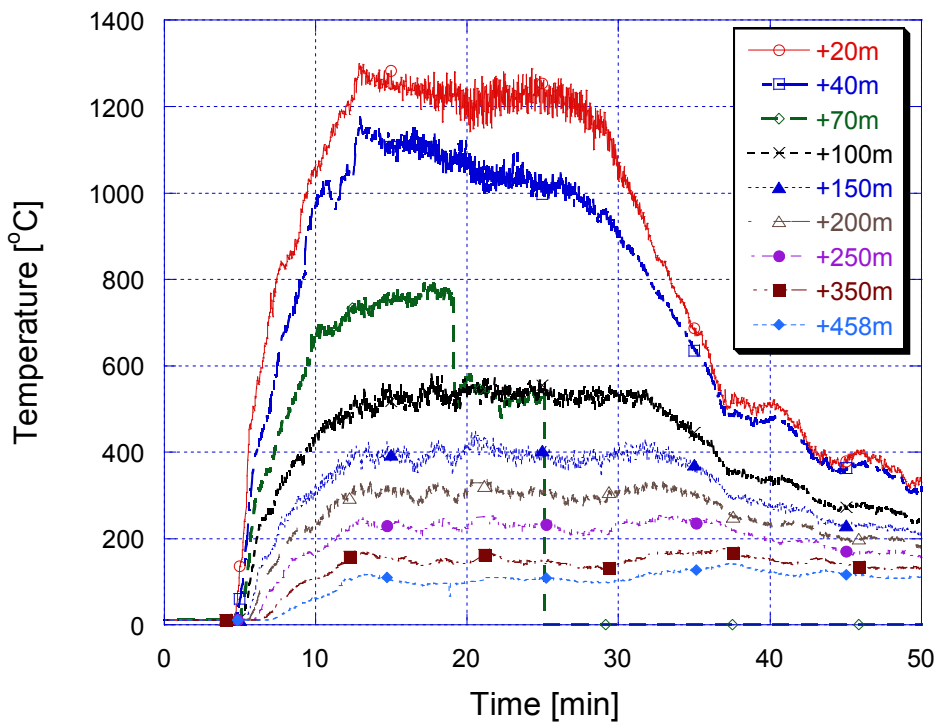
Enligt Tunnel 2004 kan kraven avseende temperaturen vara lägre för branddörrar jämfört med väggen de är monterade i. Dessutom kan kravet på brandmotståndstid hos en branddörr vara mellan 30-150 minuter kortare än kravet på övriga delar av tunneln.

I ett brandscenario motsvarande HC-kurvan eller RWS-kurvan och där branden uppstår framför en branddörr kan användning av standardkurvan för dimensionering av branddörrar i tunnlar ifrågasättas. En högre belastning än standardbrandkurvan kan leda till stora deformationer i dörrbladet och när dörrbladet deformeras kan öppningar uppstå mellan dörrbladet och dörrkarm där varma gaser och rök kan transporteras till den icke brandutsatta sidan av dörren och brandcellens integritet brytas.

Temperaturmätningar i Runehammartunneln [24] visar hur gastemperaturen utvecklas uppströms och nedströms branden, se Figur 5 och Figur 6.



Figur 5. Gastemperaturen 300 mm under taket, vid olika avstånd uppströms branden.



Figur 6. Gastemperaturen 300 mm under taket vid olika avstånd nedströms branden.

Trots att temperaturen minskar med avståndet från branden och andra branddörrar i en tunnel inte utsätts för samma temperatur som branddörren framför branden bör tid-temperatur kurvan vara av samma storleksordning som väggen de är monterade i. I och med att man inte vet var branden kommer att uppstå kan man inte välja att ha olika kriterier för olika dörrar. Alla dörrar i en brandcell måste därför ha samma klassning (om de har samma funktion). Olika delar av tunneln kan däremot ha olika krav.

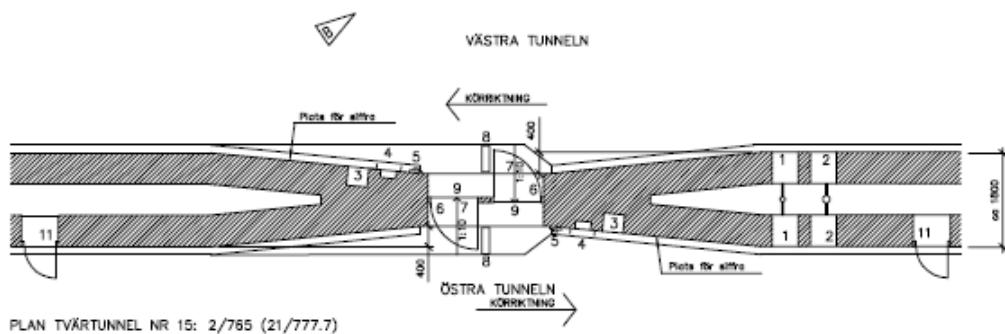
4.2 Modifiering av kravet för dörrar

Dimensionering av branddörrar kan baseras på att brandcellen bör vara intakt under hela brandförloppet i tunneln. Detta medför att branddörrar bör dimensioneras för samma temperatur (tid-temperatur kurva) som väggen de är monterade i, om man inte kan visa att kraven kan vara olika. Om hydrocarbonkurvan (kurva (I) i Figur 3) väljs för 180 minuter brandmotstånd för brandcellen bör branddörren dimensioneras för samma tid-temperatur kurva med 180 minuters brandmotstånd. Dessutom kan röktäthets krav läggas till dörrens brandegenskaper för att minska transporten av rök, brandgaser och eventuella giftiga gaser.

Modifieringarna i detta kapitel avser inte tid-temperaturkurvan. Branddörrar i tunnlar bör dimensioneras för samma tid-temperaturkurva som väggen de är monterade i. Däremot kan kraven för isolering, integritet och tid modifieras med hänsyn till utformningen av utrymningsväg.

4.2.1 En branddörr mellan två rör i en tunnel

En branddörr mellan två rör i en tunnel används normalt inte, men det förekommer. Figur 7 visar en branddörr mellan två rör i Götatunnel, Göteborg.



Figur 7. En branddörr mellan två rör i Götatunneln

I det fall isolerings- och integritetsbrott inte accepteras för övriga delar av tunnelkonstruktionen bör eventuella branddörrar ha samma krav avseende isolering och integritet som väggen de är monterade i.

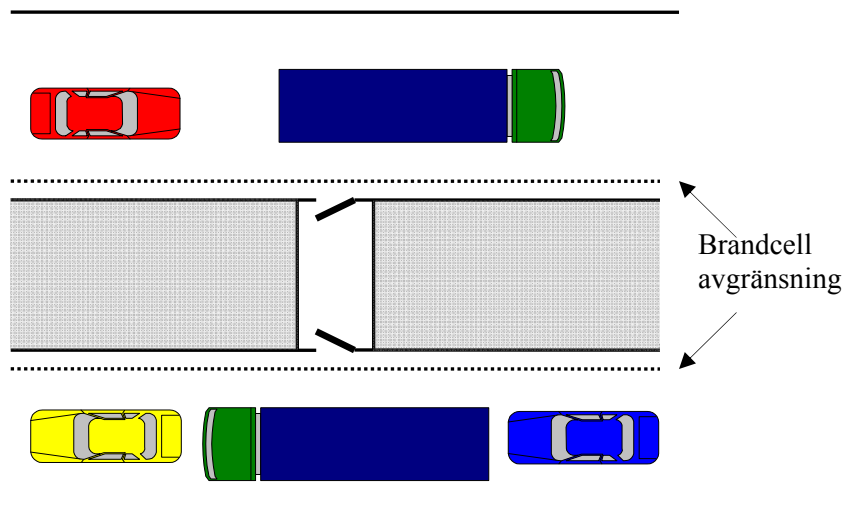
Om förutsättningar finns att en brand, genom räddningstjänstens insats, är helt bekämpad inom en bestämd tid kan branddörrens brandmotstånd anpassas till insatstiden. Det vill säga om räddningstjänstens insatstid är kortare än 60 minuter kan brandklass E90-EI 60 användas istället för EI 90. Brandteknisk klass E90-EI60 definieras som 90 minuters integritets- och 60 minuters isoleringsmotstånd.

4.2.2 Branddörrar till utrymningsrum

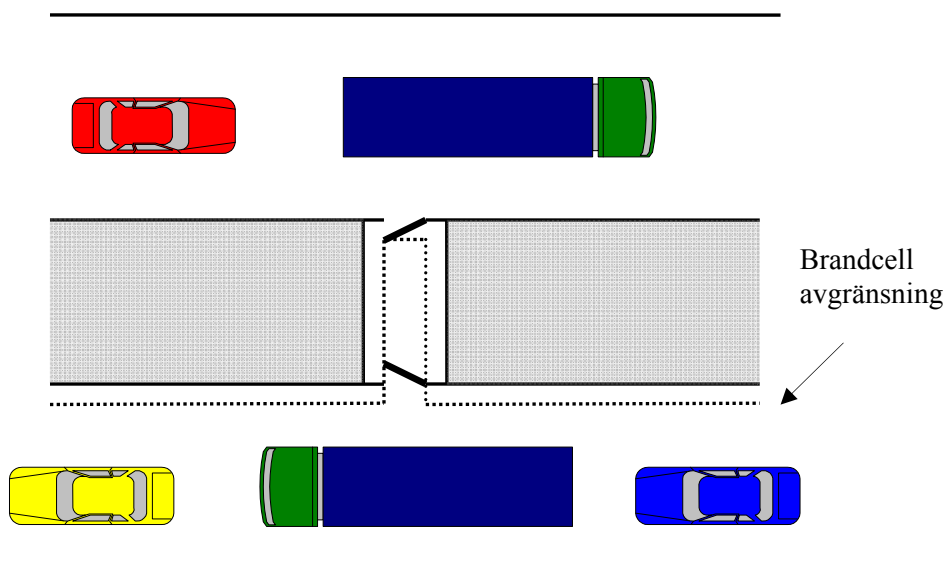
Branddörrar till utrymningsrum bör ha samma isolerings- och integritetskrav som väggen de är monterade i. Här bör även krav på röktäthet läggas till.

4.2.3 Tvärrör som utrymningsväg

Det finns två alternativa sätt att utforma brandcellsgränser i en tunnel med tvärrör. Dessa alternativ presenteras i Figur 8 och Figur 9.



Figur 8. Brandcellsgränser alternativ 1: varje branddörr fungerar för sig som en avgränsande konstruktion.



Figur 9. Brandcellsgränser alternativ 2: Dörrarna samverkar.

I det första alternativet räknas brandslussen och tillhörande dörrar som en brandcell och varje tunnelsektion räknas som en brandcell, se Figur 8. Detta medför att varje branddörr fungerar som en avgränsande konstruktion. Integritetskravet hos branddörren skall vara likvärdigt med väggen den är monterade i. Isoleringskravet kan reduceras under

förutsättning att det inte finns brännbart material i utrymningsvägen. Det vill säga temperaturkravet på den icke brandutsatta sidan av dörren kan minskas eller slopas och eventuellt ersättas med ett lämpligt strålningskrav

I det andra alternativet, Figur 9, samverkar två branddörrar och slussen. Här skall branddörrar och slussen tillsammans klara det önskvärda kravet. Hur två dörrar och en sluss samverkar kan man inte ge något generellt svar på. I vissa fall kan brandmotståndet bli högre än summan av de två dörrarna, och i andra fall tvärt om.

För utrymningsvägar av typen tvärrör mellan två tunnelrör kan isoleringskravet reduceras markant. Detta kan motiveras av:

- det finns få eller inga brännbara material bakom branddörrar i tunnlar. Det vill säga risken för brandspridning är obefintlig.
- under evakuering kan lufttemperaturer av 80 °C tolereras under 15 minuter [8].

Med hänsyn till ovan nämnda faktorer och om en särskild utredning kan påvisa en positiv inverkan av slussen kan brandkravet för branddörrar i tunnlar med tvärrör som utrymningsväg modifieras till exempel från EI 90-C till EI 60 eller lägre och med samma tid-temperatur kurvan som väggen de är monterade i. Krav på röktäthet kan vara aktuellt i vissa fall.

4.2.4 Längsgående tunnelrör mellan två trafikerat tunnelrör

Längsgående tunnelrör för utrymning räknas som en brandcell. Med antagandet att branden uppstår framför branddörren bör denna klara den brandtemperatur som dimensionerar övriga delar av tunnelkonstruktionen. Även i denna typ av utrymningsväg kan i vissa fall isoleringskravet minskas

4.3 Övriga egenskaper

Ingen föreskrift specificerar vilken typ av dörr som skall användas i tunnlar. Men de flesta branddörrar som används är sidohängda ståldörrar. När dessa dörrar öppnas tar de utrymme i utrymningsvägen. Därför finns det intresse av att kunna använda skjutdörrar i stället för gångjärnshängda dörr i tunnlar.

4.3.1 Skjutdörrar

Fördelen med skjutdörrar är att de sparar utrymme i utrymningsvägen. Nackdelen kan vara öppnings- och stängningmekanismen. Om en skjutdörr inte har ett automatiskt öppningssystem kan dörren vara svår att öppna och då speciellt för svaga personer (äldre personer, barn och reumatiker) och handikappade. Självstängningen kan ordnas automatiskt eller med hjälp av dörrens egentygnd. Figur 10 och Figur 11 visar bilder av skjutdörrar i tunnlar.

Enligt AFS (arbetskyddsstyrelsens föreskrifter) får skjutdörrar inte förekomma som dörrar i särskilt anordnade utrymningsvägar. Anledningen till denna föreskrift är inte förklarad i AFS.



Figur 10. Skjuddörr i Limfjordtunneln, Danmark



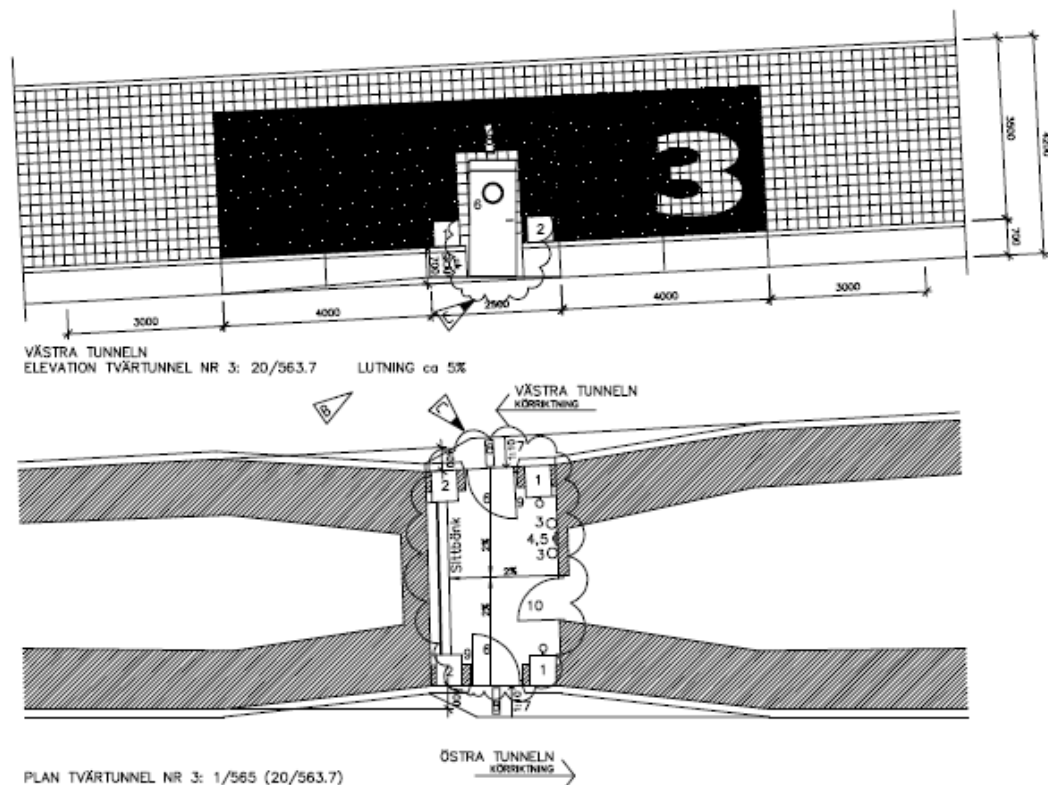
Figur 11. Skjuddörr i tåg tunneln Ted William i Boston

4.3.2 Insynsruta i dörrbladen

Den engelska föreskriften BD 78/99 förslår insynsruta med trådnätarmerade glas i dörrbladen. Insynsrutan skall ge användaren möjligheten att se trafiken eller utrymningsvägen på andra sidan av dörren.

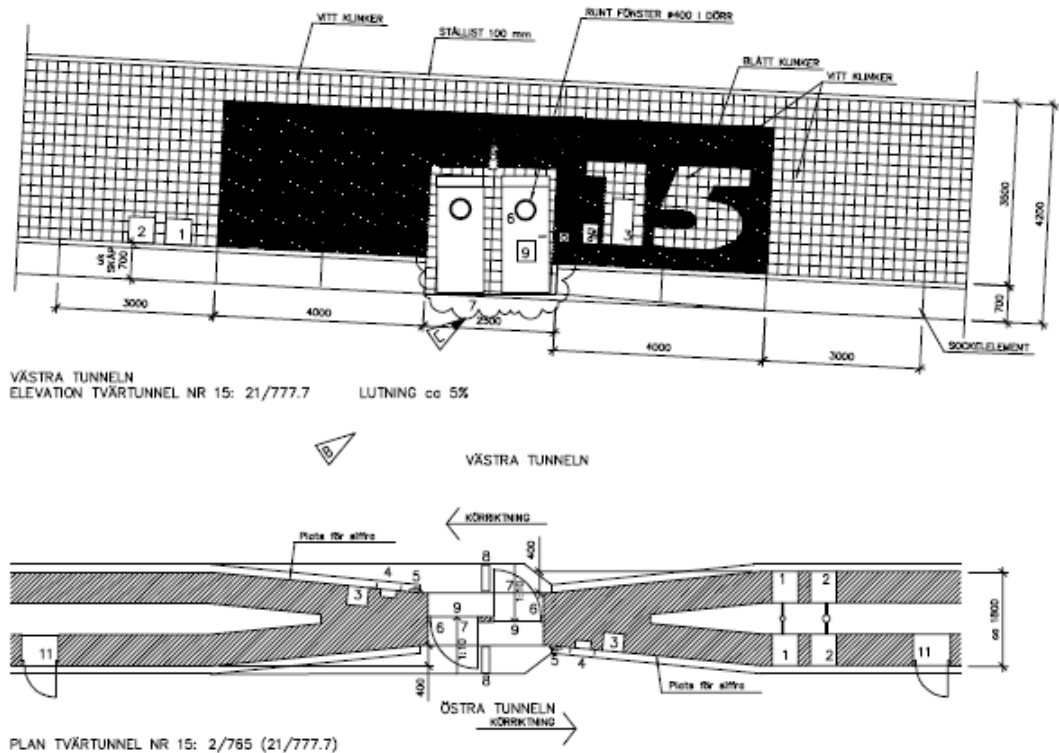
Att ha insynsruta i dörrbladen kan vara en teknisk lösning som kan höja säkerheten vid utrymningen. Till exempel en insynsruta i en branddörr mellan två tunnelrör ger människor möjligheten att granska trafikläget på andra sidan av dörren. Insynsrutan kan locka människors uppmärksamhet till utrymningsvägar.

Branddörrar med insynsruta används i Götatunneln i Göteborg. Principutförande för två branddörrar presenteras i Figur 12 och Figur 13.



Figur 12. En utrymningsväg (tvärtunnel) med tillhörande branddörrar i Götatunneln

En viktig aspekt när det gäller glasrutor i branddörrar är att rätt typ av glas används. Skall dörren vara isolerade krävs speciellt brandglas. Glasen är även mycket känsliga för temperaturgradient varför det är viktigt att den glasade branddörren provas med den tid-temperaturkurva som är dimensionerande.



Figur 13. Branddörr mellan två rör av Götatunneln

4.3.3 Anpassning av branddörrar till funktionshindrade personer

Dörrar till en utrymningsväg skall vara lätt identifierbara som utgångar och vara lätta att öppna. Detta innebär att branddörren bör anpassas till människor med funktionsnedsättningar för att säkerställa utrymning av samtliga personer vilket kan ge speciella krav på dörrens bredd, dörrtröskel och dörrens öppningsystem och öppningskraft. Det finns inga specifika föreskrifter om dessa egenskaper i Tunnel 2004. Här bör nämnas att anpassning till funktionshindrade personer inte får påverka dörrens brandavskiljande egenskaper.

Öppningskraften

Övertryck i utrymningsrum kan kräva större kraft för öppning av dörren och därmed försvåra dörrens öppningsbarhet. Det finns råd om den kraft som behövs för att öppna dörrar och lufttrycket bakom dem i BBR [12], Panik och nöd utrymningsbeslag, Svensk Brandförsvärsförening [25] och Utrymningsdimensionering [26].

Att branddörrar bör vara lätta att öppna och manövrera nämns i samtliga råd, föreskrifter och normer som beskrivs i detta dokument. Det är bara NFPA och BBR som specificerar storleken på öppningskraften. Enligt BBR:s råd 5:342 bör den kraft som behövs för att öppna dörren inte överstiga 130 N och enligt NFPA får kraften inte överstiga 222 N.

I en studie från Japan [27] rekommenderas att öppningskraften inte skall vara mer än 40 N. Denna studie behandlar rullstolsburnas passage genom branddörrar och den tar upp ett antal faktorer som är intressanta. Till exempel att ingen av de rullstolsburna kvinnorna i studien klarade att öppna dörren när öppningskraften var 100 N och att det är stor skillnad mellan gångjärns- eller beslagsida.

Dörröppnare

Erfarenheter från praktiskt arbete indikerar att det beroende på öppningsbeslag och dess utformning kan ta flera minuter att förstå sig på beslaget och öppna den. Första minuterna i en brand har stor betydelse för evakuering av människor i en tunnel. Därför är det viktigt att dörröppnare med alla sina delar är lätt att öppna båda med hänsyn till den minsta nödvändiga öppningskraft och människors kunskap om öppningssystemet [28].

I farliga situationer är det viktigt att man snabbt, intuitivt och med användning av vardagskunskap kan uppfatta hur en dörr skall öppnas. Att det finns många olika beslag och eventuellt nya eller ovanliga beslagsystem försvårar evakueringen [28].

Under utrymning beter människor sig inte rationellt och enligt Tunnel 2004 skall utrymningsrum utsättas för övertryck. Med hänsyn till dessa faktorer är det kanske lämpligt att panikutrymningsbeslag introduceras för branddörrar i tunnlar. Panikutrymningsbeslag används där ett stort antal människor utan god lokalkännedom kan vistas samtidigt.

Panikutrymningsbeslag och tryckplatta kan förenkla utrymningen.

Trösklar

Trösklar och trottoarkanten är stora hinder för rullstolbundna personer. Det skulle vara idealiskt om trottoarkanter mellan nödväg och trafikutrymnen samt dörrtröskel mellan nödväg och utrymningsväg/räddningsrum kan undvikas.

Det är möjligt att undvika trottoarkanter och i stället markera nödvägen med färgade linjer. Detta förbättrar rörligheten för rullstolbundna människor.

Trösklar mellan nödvägen och utrymningsväg/räddningsrum är svåra att undvika. Detta beror på att trösklar mellan nödväg och räddningsrum dels används för att förbättra branddörrars funktion (med hänsyn till täthet) och dels motverka nedsmutsning av räddningsrum. En lösning för detta kan vara fjädrande trösklar. Nackdelen med fjädrande trösklar kan vara att de behöver underhåll och kontinuerlig funktionskontroll.

5 Slutsatser

Branddörrars brandmotstånd i tunnlar bör relateras till bland annat tunnelns utformning och dimensionerande brandbelastning, det vill säga en funktionsbaserade dimensionering. Ett föreskrivet krav, till exempel EI 90-C, tolkas som en föreskriven brandteknisk klass för dörrar i alla typer av tunnlar och tillhörande utrymningsvägar. Detta kan leda till att branddörrar i tunnlar blir över- eller underdimensionerad.

- Branddörrar bör normalt dimensioneras för samma tid-temperaturkurva som den övriga brandavskiljande konstruktioner.
- Kravet på brandegenskaper för branddörrar i tunnlar måste anpassas till utrymningsvägens utformning som i sin tur är beroende av tunnelkonstruktionens utformning (enkelrör eller dubblarör) och brandcellsindelning av tunneln.
- Dagens regler ställer krav på isoleringsförmåga. Dessa krav är anpassade till konstruktioner där det finns brännbart material som kan antändas på den av brand oexponerade sidan av dörren. Med hänsyn till utformningen av utrymningsväg kan isoleringskravet för branddörrar reduceras eller ersättas med strålningskrav (W-klass).
- Brandkravet för dörrar kan utökas med krav på röktäthet. En branddörr är generellt sett inte röktät. I princip finns ett övergripande krav att branddörrar skall vara täta för brandgaser och rök (Tunnel 2004, 4.3.3), men detta täcks normalt inte in vid provning och klassificering av branddörrar. Därmed beaktas inte röktäthet hos branddörrar i Sverige idag. Inom byggproduktdirektivet finns det en standard framtagna för provning av röktäthet hos dörrar, EN 1634-3 [14]. Denna standard borde kunna tillämpas även för tunnlar i de fall röktäthet är ett krav.
- Trottoarkant bör undvikas. Tröskel mellan nödväg och utrymningsväg kan undvikas om branddörrens brandmotstånd inte försämras.
- Branddörrar i tunnlar bör utrustas med panikutrymningsbeslag
- Dörrensöppningskraft kan introduceras i kravspecifikation.

6 Forskningsbehov

- En undersökning av hur slussen (utrymningens vägg) och branddörrar tillsammans kan klara det önskvärda kravet för utrymning av typen tvärrör mellan två tunnelrör bör göras.
- Det är möjligt att ställa olika krav på olika sidor av branddörren. Det vill säga den sida av dörren som vetter mot trafikutrymmen kan dimensioneras för en hårdare brandbelastning än den sida av dörren som vetter mot utrymningsväg. Hur en dubbelsidig branddörr fungerar bör undersökas.
- Det finns en standard för röktäthetsmätningar. Det går inte att jämföra en röktät dörr med en gastät. Behovet av gastäthet bör studeras och om behovet finns bör det preciseras.
- Det behövs ytterligare forskningsinsatser för att klargöra vilka öppningskrafter som kan tillåtas, samt vilka typer av mekanismer som kan användas.
- Panikutrymningsbeslag och tryckplatta kan förenkla utrymningen. Dessa beslag används där ett stort antal människor utan god lokalkännedom kan vistas samtidigt. Möjligheterna att använda detta beslag i tunnlar bör studeras.

7 Referenser

- 1 The Construction Product Directive 89/106/CE
- 2 Recreational Craft Directive 94/25/EC
- 3 Lifts Directive 95/16/EC
- 4 EN 1363-1, Fire resistance tests- Part 1: General requirements
- 5 EN 13501-2, Classification using data from fire resistance tests
- 6 EN 1363-2, Fire resistance tests- Part 2: Alternatives and additional procedures
- 7 Tunnel 2004, Allmän teknisk beskrivning för vägtunnlar
- 8 Ventilation of road tunnels, Royal institute of engineers (KIVI), 1993, Nederland
- 9 Appedix No 2, to inter–ministry circular n 2000-63 of 25 August 2000 relating to the safety of tunnels in the national highways network, Technical Instruction Relating to Safety Measures in New Road tunnels
- 10 Design Manual for Road and Bridges, Volume 2, Section 2, BD 78/99, Design of road tunnels
- 11 EN 1634-1, Fire resistance tests for door and shutter assemblies-Part 1: Fire doors and shutters
- 12 Boverkets byggregler, BFS 1993:57 med ändringar till och med 2006:12
- 13 EN 14600, Doors and operable windows requirements and classification
- 14 EN1634-3, Smoke control doors and shutters
- 15 NFPA 502, National Fire Protection Association, 2004
- 16 NFPA 80, National Fire Protection Association, 2004
- 17 Håndbok 021, Vegtunnlar
- 18 ISO 834, Fire-resistance tests-Elements of building construction-Part1: General requirements
- 19 Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln 'RABT', Utgåva 2003
- 20 Arbetskyddsstyrelsens författningssamling, AFS 1999:3, Byggnads- och anläggningsarbete, (*Ändringar införda t. o. m. 2000-12-15*)
- 21 FTP Code, International Code for Application of Fire Test Procedures, IMO-Resolution A.754(18)

- 22 En 81-58, Safety rules for the construction and installation of lifts-examination and tests
- 23 Boverkets byggregler, BFS 1993:57 med ändringar till och med 2006:12
- 24 A. Lönnemark & H. Ingason, Gas temperature in heavy vehicle fires in tunnels, Fire Safety Journal, Vol.40, 2005
- 25 Panik & Nödutrymningsbeslag, European guideline, Svenska Brandförsvarsförbundet, 2002
- 26 Utrymningsdimensionering, Boverket, 2006
- 27 Tomonori Sano and Ken Nunota, Experimental studies on wheelchair passing through fire doors, Fire science and Technology, Vol.24 No.3, 2005
- 28 Lena Kecklund, Björn Hedskog, Staffan Bengtson, Går det att öppna dörren när det brinner?, 2003, Brandforsk rapport

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut utvecklar och förmedlar teknik för näringslivets utveckling och konkurrenskraft och för säkerhet, hållbar tillväxt och god miljö i samhället. Vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling. Vår forskning sker i nära samverkan med högskola, universitet och internationella kolleger. Vi är drygt 850 medarbetare som bygger våra tjänster på kompetens, effektivitet, opartiskhet och internationell acceptans.



SP är organiserat i åtta tekniska enheter och fyra dotterbolag.



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 BORÅS

Telefon: 010-516 50 00, Telefax: 033-13 55 02

E-post: info@sp.se, Internet: www.sp.se

www.sp.se

SP Rapport 2007:40

ISBN 91-7848-91-85533-63-7

ISSN 0284-5172

A Member of

 United Competence