



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA

Lunds universitet

Brandteknik

Utrymning med hjälp av brandhissar

Joakim Ardenmark

**Department of Fire Safety Engineering
Lund University, Sweden**

**Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet**

Report 5041, Lund 1999

Utrymning med hjälp av brandhissar

Joakim Ardenmark

Report 5041

ISSN: 1402-3504

ISRN: LUTVDG/TVBB-5041-SE

Antal sidor: 80

Illustrationer: Joakim Ardenmark

Keywords:

High rise building, tall building, evacuation, BBR, Fire elevator, stairwell, elevator evacuation, pressurisation, fault-tree analysis, human behaviour

Abstract:

The objective of this study is to increase knowledge in Sweden, concerning elevator use in fire situations. This includes designing hardware and human strategies necessary for people and fire department in their use of fire elevators.

This report addresses an important aspect in making the elevator safe to use during a fire. By using a pressurisation concept, smoke is prevented from reaching the fire elevator and its lobby. Another important aspect is human behaviour and interaction with the fire elevator, which also is addressed in this report.

The use of fire elevators implies a change in risk compared to traditional stairwell evacuation. This report contains a probabilistic comparison between stairwell and fire elevator evacuation.

© Copyright: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, Lunds Universitet, Lund 1999

Brandteknik
Lunds Tekniska Högskola
Lunds Universitet
Box 118
221 00 LUND

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

Telefon: 046-2227360
Telefax: 046-2224612

Department of Fire Safety Engineering
Lund Institute of Technology
Lund University
Box 118
S-221 00 LUND
Sweden

Nomenklaturlista

ρ är densiteten för luft, kg /m³

ρ_e är utströmmande luftens densitet, kg /m³

ΔP är uppkommen tryckskillnad, Pa

A är arean, m²

A_a är den fria tvärsnittsytan runt hisskorgen i schaktet, m²

A_e är effektiv area mellan hisschakt och utomhus, m²

A_{ir} är läckageytan i väggen mellan foajé och övriga byggnaden, m²

A_s är hisschaktets tvärsnittsarea, m²

A_{sr} är läckageytan i väggen mellan foajé och hisschakt, m²

BBR – Boverkets Byggregler, reglerar hur brandskydd i byggnad skall utformas i Sverige

Branddator – En centraldator som övervakar och styr byggnadens automatiska brandskydd

Brandhiss – Utgörs av hiss, foajé och hissmaskinrum och används till utrymning

C_c är flödeskoefficienten för flödet kring hisskorgen

C_d är öppningens flödeskoefficient

C_p är utströmmande luftens värmekapacitet

C_w är en dimensionslös tryckkoefficient som bestämmer vindens påverkan

E-klass – Brandteknisk klass enligt BBR

Foajé – Trycksatt rum som fungerar som väntplats för hissresenärer

h är avståndet till det neutrala laget

Informationstablå – Display på varje våningsplan som förser de utrymmande med information

K_{pe} är en flödeskoefficient som kan ansättas till 1

K_S är en konstant som är 3460

K_w är en konstant som är 0.600 ($\rho_0/2$)

Neutralt lager – Den höjdnivå där flödet i en öppning byter riktning

P_w är genererad tryckskillnad vid den vindpåverkade ytan

Q' är brandens effekt, kW

Q är volymflödet luft genom otätheten/öppningen, m³/s

T_0 är den kallare absoluta temperaturen, K

T_e är utströmmande luftens temperatur, K

T_F är den varmare absoluta temperaturen, K

Trapphus Tr 1 – Trapphus med förhöjd säkerhet, vars utförande regleras i BBR

Trapphus Tr 2 – Trapphus med förhöjd säkerhet (dock lägre än för Tr 1), vars utförande regleras i BBR

V är hisskorgens hastighet

V är vindhastigheten

Översiktstablå – Informationstablå för t ex Räddningstjänst, som visar relevant information från branddatorn

Sammanfattning

Ökad globalisering och internationalisering förutspås ge ett ökat byggande av höga hus. Utrymning av höga byggnader sker traditionellt med hjälp av trappor, vilket kanske inte alltid är den optimala metoden. Ökat brandtekniskt kunnande och starkt förbättrad datorkapacitet föranleder att alternativa eller kompletterande utrymningsmetoder undersöks.

Syftet med detta arbete är att förbättra förutsättningarna för utrymning och räddningstjänstinsatser i höga byggnader. Installation av speciella brandhissar förutspås göra detta. Denna rapport utförs för att kunna användas som stöd vid projektering och utvärdering av utrymning med hjälp av brandhissar. Målet med rapporten har varit att analysera hur brandhissar skall konstrueras för att kunna användas vid utrymning och räddningstjänstinsats.

En förutsättning för fungerande brandhissutrymning är att hissen skyddas mot omständigheter som förväntas uppstå vid brand. Det krävs en kombination av brandteknisk separation och trycksättning för att brandhissen skall kunna fylla sin funktion vid brand. Ytterligare fysiska faktorer som brandhissen kräver skydd emot är vatten, strömbortfall och förlorad funktion hos hissmaskin. Skyddsåtgärderna i denna rapport bedöms skydda brandhissens drift under brand och resultera i en brandhiss med god driftsäkerhet.

I brandhissens skydd mot brand intar trycksättning en central roll, eftersom den är en förutsättning för att hissen inte utsätts för brandgaser. Trycksättningssystemet skall utformas för att fungera under sådana omständigheter som kan förväntas uppstå vid brand. I denna rapport undersöks bl a hur brandhissens trycksättning påverkas av och skyddas mot yttre vindpåverkan, skorstenseffekt, termisk expansion och stignkraft.

Brandhissens funktion är avhängig ett fungerande styrsystem, där en sk branddator spelar en betydande roll. Branddatorn styr brandhissen efter ett förutbestämt mönster som bestäms av byggnadens förutsättningar och information från dess olika skyddssystem. Branddatorn utgör centrum i ett informationsnätverk där branddetektorer, informationstablåer, översiktstablåer m m utgör viktiga beståndsdelar.

För att brandhissen skall fungera måste människorna i den berörda byggnaden agera på ett sätt som överensstämmer med tänkt utrymningsstrategi. Människornas och räddningstjänstens agerande optimeras genom utbildning, tydlig skyltning och fortlöpande information under utrymningskedet. Rapporten innehåller exempel på hur information, utbildning och skyltning på lämpligt sätt utformas för att öka kunskapen om brandhissar hos byggnadens olika aktörer.

Brandhissar uppvisar flera stora skillnader gentemot trapphus, t ex har de ett större teknikberoende. Detta medför att brandhissutrymning bedöms vara förknippat med ett förändrat risktagande jämfört med trapphusutrymning. Denna rapport innehåller en riskjämförelse där sannolikhet för att brandgaser slår ut brandhiss respektive trapphus grovt bestäms. Skillnaden i risk mellan trapphus och brandhissutrymning varierar beroende på om trapphus Tr 1 eller Tr 2 avses. Riskjämförelsen visar att ett Tr 1 trapphus har en överlägsen säkerhet mot utslagning och att skillnaden i säkerhet mellan Tr 2 trapphus och brandhiss är liten. Resultatet är att det anses motiverat för många med funktionshinder att använda brandhissen till utrymning, grundat på en lägre upplevd och/eller verklig risk.

1	INLEDNING	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och mål.....	1
1.3	Metod	1
1.4	Begränsningar	2
1.5	Tillkännagivanden.....	2
1.6	Översikt.....	3
2	FÖRUTSÄTTNINGAR	5
2.1	Kriterier för brandhiss	5
2.2	För- och nackdelar med brandhissar	6
2.3	Identifiering av problem.....	7
3	FYSISK UTFORMNING AV BRANDHISS	11
3.1	Sektionering.....	11
3.2	Trycksättning	11
3.3	Skydd mot vatten	23
3.4	Skydd mot överhettning av maskinrum.....	24
3.5	Skydd mot strömbortfall	24
3.6	Placering av brandhiss i förhållande till trapphus.....	24
3.7	Tekniska felfunktioner.....	25
4	STYRNING OCH ANVÄNDNING AV BRANDHISS	29
4.1	Brandhissens styrningssätt	29
4.2	Brandhissens styrning i olika byggnadstyper	31
4.3	Problem med styrning av brandhiss.....	32
5	MÄNSKLIGT HANDLANDE.....	33
5.1	Beteendepåverkande information till utrymmande	33
5.2	Mänskligt beteende för knippat med olika byggnadstyper	35
5.3	Beteendepåverkande information till räddningstjänstpersonal.....	36

5.4	Felaktigt mänskligt beteende.....	37
5.5	Kommer brandhissen att användas ?.....	38
6	BEFARADE NEGATIVA SEKUNDÄREFFEKTER MED BRANDHISS	39
6.1	Befarad användning av vanliga hissar till utrymning.....	39
6.2	Befarade konsekvenser av trycksättningssystem.....	39
6.3	Ökad risk för grova fel	40
7	UTFORMNING AV BRANDHISSENS TRYCKSÄTTNINGSFUNKTION – EXEMPEL	41
7.1	Dimensionerande förutsättningar för övertrycksättning	43
7.2	Dimensionerande uppbyggt tryck mot brandhiss	46
7.3	Dimensionerande flöde för trycksättningssystem i standardfallet.....	46
7.4	Öppningars inverkan på trycksättningssystemet	48
8	BRANDHISS I JÄMFÖRELSE MED TRADITIONELLA TRAPPHUS.....	51
8.1	Förutsättningar	51
8.2	Analys.....	55
8.3	Resultat	56
9	SAMMANFATTANDE DISKUSSION	59
10	REFERENSER	61
	Bilaga A	63
	Bilaga B	69
	Bilaga C	71

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Utrymning och räddningsinsatser i samband med flervåningsbyggnader sker i dagens Sverige normalt via trapphus, vilket ställer vissa krav på de inblandade personernas fysik. Det finns anledning att undersöka om det finns utrymningsmetoder som är lämpligare i samband med högre hus, t ex ett 80-våningshus. Det har Sverige ännu inte byggts några 80-våningshus, men beståndet av högre hus kommer sannolikt att öka som en följd av ökad globalisering och upprättandet av storstadsregioner. Ett exempel på detta ses i planerna på att uppföra ett drygt 300 meter högt hotell, Scandinavian Tower, i anslutning till Öresundsbron i Malmö.

Att endast använda trapphus till utrymning och insatser i höga hus kanske inte alltid är den bästa lösningen. T ex kan fysiska funktionshinder hos utrymmande eller begränsat medhåvt luftförråd hos insatspersonal kan medföra att trapphuset är mindre lämpligt som utrymningsväg eller insatsväg.

Tekniska framsteg i form av t ex mer kraftfulla datorer har medfört att nya grepp kan tas för att lösa utrymningsproblematiken. En aktuell och intressant fråga är om dagens teknik inte kan prestera ett system som tillåter att insatser och viss utrymning sker med hjälp av datorstyrda hissar.

Detta projektarbete ingår som en del i kursen problembaserad brandteknisk riskhantering. Kursen utgör avslutning på brandingenjörsutbildningen vid Lunds Tekniska Högskola. I kursen skall studenten tillämpa de kunskaper och färdigheter som förvärvats under utbildningen. Studenten skall självständigt analysera och redovisa en uppgift på ett vetenskapligt sätt.

1.2 Syfte och mål

Syftet med detta arbete är att förbättra förutsättningarna för utrymning och räddningstjänstinsatser i samband med höga byggnader, vilket förmodas uppnås genom ökad kunskap om brandhissar. Denna rapport tas fram för att kunna användas som stöd vid projektering och utvärdering av utrymning med hjälp av speciella brandhissar.

Målet med detta projektarbete är att analysera om och hur speciellt utformade hissar, s k brandhissar, kan användas vid utrymningar och räddningstjänstinsatser samt hur de då skall konstrueras. Delmål i arbetet är att identifiera och analysera problem som kan uppstå vid användningen av brandhissar. Ytterligare mål är att ge väl underbyggda lösningar på problem som uppdragats vid den initiala problemlösningen.

1.3 Metod

Arbetet inleddes med studier av lagar och normer (summerade i bilaga A), vidare kompletterade med platsbesök i höga hus och litteraturstudier av dokumenterade utrymningar. Litteraturstudier av tekniska lösningar som finns och används har även utförts. Bakgrundsstudierna har fungerat som en kunskapsbank, vilken utgjort utgångspunkt vid författandet av denna text. Andra länders regler och normer har studerats i syfte att sammanställa deras kunskaper och normer.

Utvecklingen av brandhisskonceptet har inneburit studier av texter skrivna av främst John Klote vid National Institute of Standards and Technology i USA, som anses vara en pionjär på området.

De olika lösningar och metoder som behandlats har granskats kritiskt och objektivt för att ge läsaren en uppfattning om vilka för och nackdelar som föreligger. Krav på och förutsättningar för respektive lösning har utretts för att ge läsaren råd om de olika lösningarnas applicerbarhet.

1.4 Begränsningar

Byggnadens konstruktiva bärrighet har inte behandlats i denna rapport. Rapporten förutsätter att de bärande konstruktionerna står emot brandens effekter under minst den tid brandhissen skall fungera (se 3.1.1). Detta förutsätter sektionering, begränsad brandbelastning och eventuellt sprinkling under utsatt funktionstid. Ovanstående begränsning medför att ingen hänsyn tas till konsekvenser av deformation eller kollaps av konstruktiva komponenter (väggar, bjälklag m m) som påverkar brandhissens funktion.

Rent hisstekniska detaljer kring brandhissen har inte utretts, eftersom kunskap om detta förutsätts finnas hos den hisstillverkare som konstruerar brandhissen. Denna begränsning berör utförandet enligt följande: Brandhissens elektriska och mekaniska komponenter förutsätts kunna tillverkas vattensäkra. Mekaniska komponenter förutsätts i möjligaste mån vara utförda så att de vid felfunktion bidrar till att brandhissen på ett säkert sätt sänks till botten våningen.

De olika lösningar och metoder som behandlas i arbetet skall användas av läsaren under inflytande av brandingenjörsmässig kompetens. Metoderna har framkommit efter studier av utländska normer och texter samt efter författarens egna funderingar. Diskussioner med sakkunniga inom t ex brand och ventilation har spelat en betydande roll.

Denna rapport innehåller ett exempel på hur användning av brandhissar kan se ut då de appliceras på Scandinavian Tower i Malmö (se kapitel 7). Observera att kapitel sju innehåller antaganden beträffande förutsättningarna för Scandinavian Tower. Föreliggande kapitel är således inte bestämmande för hur Scandinavian Tower bör utföras.

Motiven till införande av brandhissar är inte ekonomiska utan främst säkerhetshöjande och därför anses ekonomiska aspekter falla utanför denna rapports omfattning. Rapporten saknar därför ekonomiska ställningstaganden och beräkningar och visar inte vilka ekonomiska konsekvenser installation av brandhissas medför. Tillkommande kostnader för installation av brandhiss bör kunna tas fram och bör i så fall inkludera bl a trycksättningssystem, nya rum (t ex slussar och trycksatt foajé), reglering av läckageytor, utbildning och information till människor, branddator och larmsystem.

1.5 Tillkännagivanden

Jag vill tacka Håkan Frantzich, Brandteknik i Lund, för intressanta och givande synpunkter under rapportens framställande samt Fredrik Jörud, Sycon Energikonsult AB, som gav idén till arbetets utformning och område. Jag vill dessutom tacka Lars Jensen, institutionen för byggkonstruktionslära och Stig Lindberg, ABB, för goda inlägg vid diskussioner kring trycksättning. Tack även till Jan Nählinder, SBF i Malmö och Charlotte Nordh, Wingårdhs Arkitekter i Göteborg, som varit vänliga och låtit mig använda material ifrån förberedande projektering av Scandinavian Tower i Malmö. Tack till Per-Eric Ebbeståhl och Max

Johansson, Malmö Brandkår som visat vänligheten att ta mig på en rundtur i några av Malmös höga hus. Slutligen vill jag tacka min älskade fru Petra Ardenmark, som stöttat mig under hela resans gång.

1.6 Översikt

Arbetet disposition redogörs nedan översiktligt.

Kapitel två inleder denna rapport genom att förklara under vilka förutsättningar en brandhiss enligt detta arbete skall användas och fungera. Kapitlet redogör vidare för motiv till brandhissar samt en sammanställning av argument som anförs mot hiss användning vid brand. Avslutningsvis följer en problemformulering som drar upp riktlinjerna för de problem som i beaktats vid utformningen av brandhissar.

Kapitel tre visar hur en brandhiss fysiskt skall konstrueras för att fungera. Stor tyngd läggs vid tryckbetraktelser, då brandhissen skyddas från brandgaser genom att trycksättas.

Kapitel fyra redogör för hur brandhissen skall styras för att fungera på avsett sätt. Brandhissen fungerar i tre olika lägen; normal hiss användning, utrymnings användning samt räddningstjänst användning. Respektive användningsläge är förknippat med olika förutsättningar för styrning.

Kapitel fem analyserar hur berörda människor skall agera och vilka förutsättningar som krävs för detta agerande. Milstolpar utgörs av utbildning, skyltning samt fortlöpande information till människor.

Kapitel sex analyserar kort de befarade negativa sekundäreffekter som identifierats i samband med användningen av brandhiss.

Kapitel sju utgör ett exempel som syftar till att visa hur tidigare redovisade metoder beträffande trycksättning kan omsättas i praktiken. Principerna appliceras på en tilltänkt byggnad i Malmö, Scandinavian Tower. Syftet med kapitlet är att förtydliga utseendet hos tryckbilder och luftflöden i en byggnad.

Kapitel åtta innehåller en felträdsjämförelse mellan brandhiss och trapphus. Analysen innehåller sannolikheter för att utrymmande i trapphus respektive brandhiss utsätts för brandgaser under brand.

Kapitel nio utgör en sammanfattande diskussion, där författaren tar ställning till och propagerar för införandet av brandhissar som utrymningsmedel för funktionshindrade och som redskap för räddningstjänsten.

2 Förutsättningar

I detta kapitel bestäms förutsättningarna för brandhissar enligt denna rapport. Vidare följer en översiktlig sammanställning av de problem som identifierats i samband med användning av brandhiss under givna förutsättningar.

2.1 Kriterier för brandhiss

Installation av brandhiss i en byggnad bör vara ekonomiskt optimerad. *Brandhissen utformas så att den dels fungerar vid brand och dels som en vanlig hiss och på så sätt minskas kostnaden jämfört med installation av separata brandhissar.*

Ovanstående resonemang innebär inte automatiskt att alla hissar skall utföras som brandhissar. Skillnaden mellan en vanlig hiss och en brandhiss kan vara betydande, vilket medför att det av kostnadsmässiga skäl kan visa sig lämpligt att endast utforma delar av byggnadens hissar som brandhissar. *Av den anledningen förutsätts i detta arbete att endast vissa av hissarna utförs som brandhissar. Detta synsätt medför att metoderna i denna rapport är applicerbara på byggnader som är utrustade med åtminstone en brandhiss.* Principerna i rapporten är således även gångbara för byggnader där alla hissar utförs som brandhissar.

Persontransporten i en byggnad skulle uteslutande kunna skötas av brandhissar om de kunde ersätta de traditionella trapphusen, vilket skulle vara möjligt om hissarnas driftsäkerhet var lika god som för trappor. Brandhissar innehåller emellertid mer mekaniska komponenter som kan felfunkera och bedöms därför ha lägre driftsäkerhet. *I detta arbete används brandhissen därför endast som ett komplement till trapphusen och vid felfunktion i brandhiss förutsätts all utrymning ske via trapphus.* Eftersom brandhissen troligen är mindre säker att använda än trapphuset är det extra viktigt att brandhissen utförs med stor omsorg.

För att uppnå hög säkerhet likställs kraven på brandhissen med de krav som ställs på ett utrymningstrapphus. Av den anledningen är det rimligt att kräva att hissen fungerar som utrymningsväg lika länge som ett trapphus. Kraven på trapphus varierar beroende på byggnadens typ och utseende. T ex kräver Boverket (1998) i BBR att byggnader över åtta våningsplan förses med trapphus utförda som Tr 1 eller Tr 2, vilket innebär ett krav på skydd mot brand och brandgaser under minst 60 minuter. *Brandhiss konstrueras således efter de tidskrav som ställs i BBR på trapphus.*

Brandhissens säkerhet är även beroende av byggnadens planlösning och konstruktion. T ex kan det vara riskabelt att använda brandhiss vid öppna planlösningar, där en komplicerad rökspridningsbild kan fås. *För att inte spänna över ett felaktigt användningsområde begränsas brandhissars användning i denna rapport till byggnader med relativt enkla geometrier.* Med detta menas hotell, kontor, bostäder samt kombinationer av dessa, som har enkla geometrier. Projektering av brandhissar enligt denna rapport torde även vara möjlig i andra sammanhang, men då under inflytande av brandtekniskt kunnande.

En säker brandhiss utformas för att kunna drivas i olika lägen, bl a ett för normaldrift och ett för utrymning, eftersom brandhissens olika användare har olika förutsättningar. T ex kan brandkåren med sin skyddsutrustning under vissa förutsättningar antas använda en brandhiss som påverkats av brandgaser.

Trots att brandhissen bedöms som mindre säker designas den i detta arbete för att kunna nyttjas av alla, men är i första hand avsedd för människor med dåliga förutsättningar för att

utrymma via trapphus (funktionshindrade). Brandhiss bedöms ha större sannolikhet att felfunktionera än trapphus och avses därför i första hand användas av människor som ser den som ett säkrare alternativ. Tänkbara kategorier av sådana människor är synskadade, åldersstigna eller rörelsehindrade. Brandhissar i denna rapport utrustas dock inte med hjälpanordningar som tar hänsyn till olika former av funktionshinder. Är personen beroende av hjälp för att kunna ta sig till hissen eller med hissen ned, förutsätter brandhissens utrymningsstrategi att denna hjälp finns att få av personlig assistent eller liknande (egna hjälpmedel).

2.2 För- och nackdelar med brandhissar

Företagna litteraturstudier har dels visat på motiv till brandhissanvändning och dels på argument mot nyttjandet av hissar vid brand. Dessa finns sammanställda nedan, kompletterade med författarens egna funderingar. Argumenten nedan, mot brandhissar, finns kommenterade i bilaga B.

2.2.1 Motiv till användning av brandhissar

- Det finns risk för att vanliga hissar används vid brand trots att de inte är avsedda för det. Störst sannolikhet för detta torde vara då människor råkar befinna sig i hissen när brand uppstår. Viss risk finns även för att hissen används av människor som inte vet eller inte bryr sig om att det brinner. Risken för ett sådant händelseförlopp sjunker med andelen hissar som är brandhissar. För att generellt minska denna risk krävs dock att alla hissar utförs som brandhissar, vilket kan vara svårt att motivera ekonomiskt.

I en undersökning av Burns (1993) konstaterades att flera av de 99 hissarna i torn 1, World Trade Center, användes då branden bröt ut. Text visade sig en hisskorg innehålla nio avsvimnade passagerare som utsatts för brandgaser under ungefär två timmar. Sherwood (1993) beskriver i en rapport hur en av hissarna i torn 1, som innehöll 62 skolbarn och 10 vuxna, satt fast i sex timmar. World Trade Center olyckan var emellertid mycket speciell eftersom flera olika system slogs ut samtidigt då. Dock visar ovanstående att somliga hissar sannolikt kommer att vara befolkade vid tidpunkten då branden utbryter.

- Det finns idag ett icke försumbart inslag av funktionshindrade i samhället. I en undersökning av Bryan (1995) konstateras att ungefär 3 % av människorna i en hög kontorsbyggnad inte har fysiska förutsättningar för att utrymma med hjälp av trappor på traditionellt sätt. Detta kan bero på tillfälliga eller permanenta handikapp, hjärtproblem, illamående. En annan irländsk undersökning av Shields et al (1996) visar att 12 % av befolkningen har rörelsehinder.
- Vissa länders regler (se bilaga A; Sverige, USA m m) kräver att räddningstjänsten har tillgång till en hiss, en sk brandhiss, i vissa sammanhang. En brandhiss kan i vissa fall vara en förutsättning för att räddningstjänsten skall kunna hinna till brandplatsen i tid. Hissar som fungerar för utrymning bedöms även kunna användas av räddningstjänsten.

2.2.2 Argument mot användning av hissar vid brand

Det finns en rad argument mot att använda hissar vid utrymning (vissa av dessa argument finns kommenterade i bilaga B). Nedan följer argument mot att använda vanliga hissar och brandhissar till utrymning:

NFPA Life safety code (NFPA 101, 1976)

1. Personer som skall utrymma måste i vissa fall stå och vänta på hissen, kanske påverkade av rök och värme, vilket kan ge upphov till att panik sprider sig, med efterföljande negativa konsekvenser.
2. Det finns risk för att hissar automatiskt går till den våning där det brinner, för att sedan stanna där, med följderna att de åkande riskerar utsättas för brand- och/eller brandgaser.
3. Vissa hissar har ljusceller som hindrar dörrarna från att stängas då hissen är full, vilket kan medföra att en hiss fylld med människor, inte kan avgå p g a att dörrarna inte går igen.
4. Ett strömavbrott p g a brandpåverkan på elektriska ledningar eller andra komponenter kan medföra att hissen fastnar. Detta kan i värsta fall leda till att passagerarna utsätts för brand- och/eller brandgaser innan räddningstjänsten hinner ingripa.

Klote et al (1995a):

5. Brand eller brandgaser kan skada komponenter i hissystemet.
6. Vatten från sprinklers eller räddningstjänstens strålrör kan ge upphov till elektriska problem i hissystemet.
7. Om brandhissen är trycksatt för att hindra rökspridning kan detta ge upphov till att hissdörrarna kärvar och inte stänger eller öppnar som avsett och att hissen därför slutar fungera.

Vidare konstateras av författaren:

8. Kolveffekt (se 3.2.5), innebärande att hissen suger med sig luft vid sin förflyttning i schaktet, kan bidra till ökad spridning av brandgaser. Kolveffekten kan även ha negativ inverkan på trycksättningen av brandhissen.
9. En hiss har inte samma utrymningskapacitet som ett trapphus och bedöms inte utrymma människor med samma hastighet som ett trapphus.
10. Traditionellt sett eftersträvas ett system som har hög funktionssannolikhet. Sådana system är normalt förknippade med liten andel teknik. En brandhiss är ett bra exempel på ett system som har många komponenter som kan upphöra att fungera, då i rak motsats till vad som gäller för ett trapphus. Detta förhållande talar mot användandet av brandhiss.
11. Människor vågar helt enkelt inte åka hiss i en brinnande byggnad, eftersom de oftast instruerats att det är farligt och därför olämpligt.

2.3 Identifiering av problem

Mot bakgrund av ovan angivna argument samt avsett användningsområde för hissen, följer en översiktlig sammanställning av problem som identifierats beträffande användning av brandhissar till utrymning och räddningstjänstens insatser.

Nedan nämnda frågeställningar besvaras i görligaste mån i denna rapport.

2.3.1 Teknisk utformning av brandhiss

Brandhissen används samtidigt som det brinner i byggnaden, vilket kräver att passagerarna skyddas mot brand och brandgaser under utrymningen. På samma sätt ställs krav på att brandhissen och alla dess nödvändiga komponenter fungerar under brand och utrymning. *Hur skall en brandhiss utformas för att klara sådana driftsförhållanden ?* De tekniska komponenternas drifttillförlitlighet och konsekvenser av eventuell felfunktion bör beaktas och analyseras. *Vad kan förväntas felfunktionera, hur förebyggs felfunktioner samt hur hanteras konsekvenser av felfunktion ?*

Hur skall brandhissen placeras i förhållande till trapphuset ? Det finns risk för att människor nekas möjlighet att åka med hissen ned och då kan tvingas ta trapphuset istället. Accepteras långa transportsträckor mellan brandhiss och trapphus i detta eventuellt sena skede, eller måste trapphus och hiss ligga i anslutning till varandra ?

En rad hot mot brandhissens tekniska utformning har identifierats, vilka används senare i texten vid utformning av brandhissen. Identifierade hotscenarier enligt följande:

- Flammor och värme orsakar någon del av brandhissen att sluta fungera. T ex för hög temperatur för människor i foajén eller för motorn i maskinrummet
- Brandgasspridning till brandhiss medför att del av eller hela brandhissen inte kan användas
- Brandhissens övertryckssystem undergrävs p g a öppningar och stort luftutflöde. T ex då en öppen dörr eller ett öppet ventilationsspjäll möjliggör utflöde
- Brandhissens övertryck övervinns genom att branden genererar ett övertryck p g a termisk stigningskraft
- Brandhissens övertryck övervinns p g a naturliga temperaturskillnader, d v s skorstoneffekt
- Brandhissens övertryck övervinns genom att branden genererar ett övertryck p g a termisk expansion
- Brandhissens övertryck övervinns p g a kolleffekt, d v s tryckpåverkande hisskorgsrörelser i hisschaktet
- Brandhissen påverkas av vatten, t ex från sprinkler eller läckande vattenrör
- Strömbortfall medförande att hissen inte fungerar
- Tekniska felfunktioner relaterade till brandhissen
- Brand i brandhiss

2.3.2 Styrning av brandhiss

Brandhissen måste styras på lämpligt sätt och vara i rätt driftläge för att fungera. Det är därför viktigt med rutiner kring hur brandhissen styrs och manövreras samt hur utrymningsdriftläget säkerställs. *Hur skall brandhissen styras och manövreras? Vem är huvudansvarig och bestämmer hur brandhissen skall styras ? Skall utrymningsdriftläget aktiveras automatiskt eller via manuella åtgärder ? Skall manuella åtgärder skötas av räddningspersonal, utrymnande eller räddningstjänst ? Hur undviks felfunktioner ?*

2.3.3 Mänskligt handlande

För att brandhissen skall kunna fungera tillfredsställande måste de utrymnande och eventuella räddningspersonal handla enligt vissa principer. *Hur skall t ex människornas utbildning och handlingsplaner se ut ? En förutsättning för brandhisskonceptet är att människor handlar på ett visst sätt. Eftersom människor är individer och ibland inte handlar som förväntat, bör olika typer av mänskligt felhandlande förutsättas och konsekvenser därav analyseras. Med felhandlande avses här ett handlings sätt som inte överensstämmer med brandhissens koncept. Vilket mänskligt felhandlande kan förväntas och vilka åtgärder införs för att hindra eller begränsa konsekvenserna av felhandlande ? Vad krävs för att människorna verkligen skall vilja och våga använda brandhissen ?*

2.3.4 Negativa sekundäreffekter

En funktionell brandhiss ställer krav på utbildning samt avancerade tekniska system och komponenter. Negativa sekundäreffekter på byggnadens brandskydd som följer p g a

brandhissinstallation bör beaktas, analyseras och minimeras, så att brandhissen inte ger upphov till ett sämre totalbrandskydd. Exempel på sådana effekter är ökad brandgasspridning som en följd av trycksättningssystemet eller felaktigt nyttjande av vanliga hissar till utrymning p g a missuppfattning. *Vilka är dessa effekter och hur reduceras eller elimineras sannolikhet för och konsekvens av dem ?*

2.3.5 Sammanfattning problemkategorier

En förutsättning för att brandhissen skall fungera och användas av utrymmande människor är att ovanstående problem beaktas och löses. Sammanfattningsvis kategoriseras identifierade problem enligt nedanstående och behandlas i samma ordning framöver i rapporten:

- Fysisk utformning av brandhiss samt sannolikhet för och konsekvens av tekniska felfunktioner.
- Styrning av brandhiss.
- Mänskligt handlande och bakomliggande utbildning samt sannolikhet och konsekvenser av mänskligt felhandlande.
- Befarade negativa sekundäreffekter med brandhissar

3 Fysisk utformning av brandhiss

För att människorna säkert skall kunna invänta brandhissen krävs en skyddad väntplats. En sådan plats utgörs av ett utrymme direkt i anslutning till brandhissen och benämns foajé och betraktas som en del av brandhissen.

Brandhissen skall fungera under brand och utrymning, vilket ställer krav på dess utförande. Brandhissen och dess passagerare riskerar att påverkas av flammor, värme och brandgaser under utrymningen. För att skydda brandhissen och dess passagerare mot brand och brandgaser används ett skydd som är en kombination av trycksättning och sektionering. Genom att brandhissen trycksätts hindras brandgaserna från att tränga in genom små och stora öppningar. Trycksättningen skall sålunda generera ett tryck i brandhissen som överstiger angränsande rums högsta förväntade tryck vid brand. Sektionering bestående av väggar och bjälklag, utgör dels en förutsättning för trycksättning (med allför stora läckageytor krävs orimliga trycksättningsfläktar) och dels ett strukturellt skydd mot värme.

Brandhissen måste även skyddas mot andra förhållanden som kan förväntas uppstå vid brand. Med detta avses skydd mot inläckande vatten, varmgång i maskinrum eller hisskomponenter, strömbortfall samt brand i brandhiss.

3.1 Sektionering

3.1.1 Flammor och värme

Väggar som omsluter brandhiss (foajé, hisschakt och hissmaskinrum), bör konstrueras för att stå emot flammor och värme, dvs isolera, under samma tid som Boverket (1998) föreskriver för trapphus. Exempelvis skall väggarna kring brandhissen i byggnad över åtta våningar klara brandpåverkan i minst 60 minuter.

3.1.2 Brandgasspridning

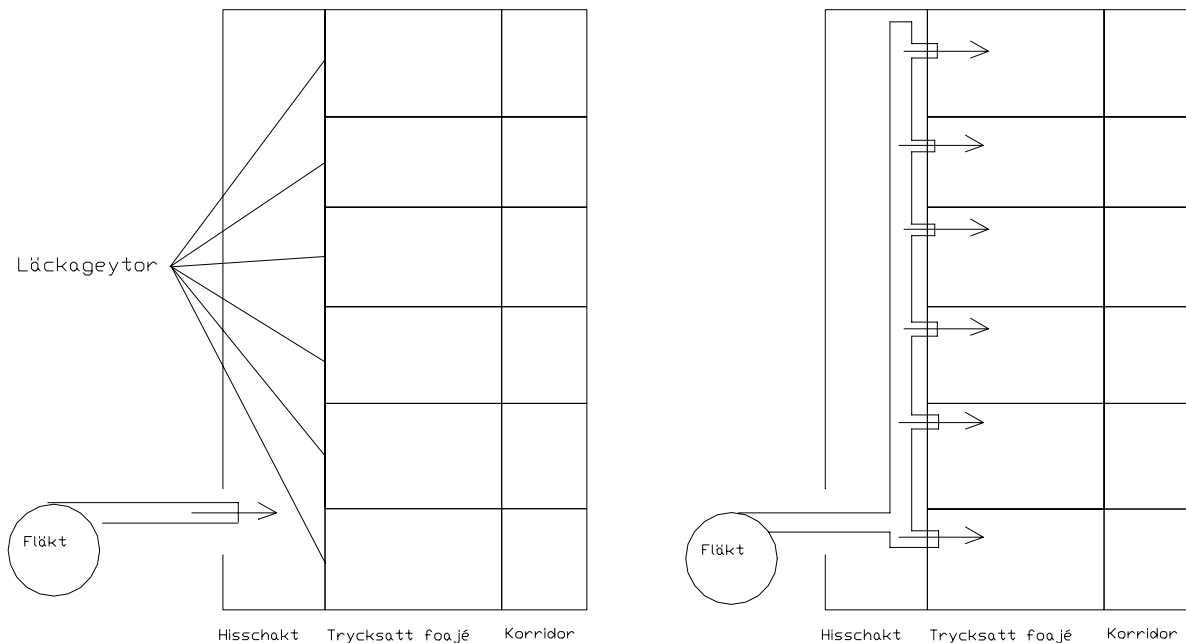
Sektionering förhindrar i viss mån även brandgasspridning, men på öppningar och otätheter i konstruktionen är det svårt att få helt täta rum genom endast sektionering. Sektioneringen är emellertid en förutsättning för trycksättning eftersom trycksättningskonceptet bygger på att läckageytorna hålls på en rimlig nivå. Med rimlig nivå menas att tryckhållningen kan upprätthållas av fläktar som tillverkas till motiverbara kostnader.

Brandgaser kan nå brandhissens schakt antingen genom direkt läckage genom hisschaktets väggar eller via dörr till foajé. Sannolikheten för läckage genom täthetsklassade hisschaktsväggar bedöms som liten eftersom schakt oftast utförs som en helgjuten konstruktion. Således utgör inläckage genom foajéns väggar och dörrar största risken för vidare brandgasspridning till brandhiss.

3.2 Trycksättning

Risken för brandgasspridning till brandhissen minskas genom att den övertrycksätts, så att brandgaser inte ges möjlighet att strömma från angränsande rum till brandhissen. En förutsättning för konceptets funktion är att betryggande tryckskillnad mellan brandhiss och angränsande rum kan upprätthållas under hela utrymningen. Flera faktorer kan påverka denna tryckskillnad, där trycksänkningar i brandhiss och tryckhöjningar i rum som gränsar till brandhiss är de som riskerar undergräva funktionen.

Trycksättning av brandhissen sker antingen via luftinblåsning i hisschakt eller i foajé (Klote, 1992 b). Den förstnämnda kallas indirekt trycksättning (vänstra bilden, figur 3.1) och den sistnämnda för direkt trycksättning (högra bilden, figur 3.1).



Figur 3.1 Exempel på indirekt respektive direkt trycksättning

Indirekt trycksättning innebär att uppbyggt övertryck i hisschakt indirekt ger övertryck även i foajé. Foajéns övertryck byggs upp av att luft tränger igenom öppningar mellan hisschakt och foajé. Dessa otätheter utgörs i huvudsak av springor mellan och runtom hissörrar samt i viss mån av läckageytor i konstruktionen. Vid indirekt trycksättning fungerar hisschaktet som en stor tilluftskanal som p g a sin relativt stora tvärsnittsarea ger relativt små förluster. Noterbart är dock att hisschaktets sammanlagda "tilluftskanalarea" reduceras av hissörrarna då de är belägna mellan tryckhöjningsfläkt och rum som avses trycksättas. En fördel med indirekt trycksättning är mindre åtgång av ventilationskanaler eftersom hisschaktet fungerar som en stor tilluftskanal.

Direkt trycksättning sker genom att luft tillförs foajén direkt. Denna luft trycksätter sedan hisschaktet med överströmning enligt samma princip som vid indirekt trycksättning. För att kunna trycksätta foajén direkt krävs att varje våning matas med en separat ventilationskanal. Detta ger upphov till större åtgång av ventilationsmaterial samt större friktionsförluster. Större friktionsförluster fås eftersom tilluftskanaler oftast understiger hisschaktets tvärsnittsarea. Fördelen med direkt trycksättning är att luften i foajén renas i något större omfattning än vid indirekt trycksättning. Luften i foajén renas enligt Klote mer eftersom större mängder luft strömmar genom foajén vilket resulterar i en något högre utspädning.

Trycksättningen skall ge en tryckskillnad som ligger i ett intervall. Detta intervalls nedre gräns bestäms av den tryckskillnad som krävs för att brandgaserna inte skall komma in i skadlig omfattning. Intervallens övre gräns bestäms av hur stor kraft de utrymmande förväntas klara att utöva i sin strävan att öppna dörren för att komma in i foajén. Det i foajén uppbyggda trycket motverkar den kraft som anbringas på dörren av de utrymmande. Detta resonemang gäller under förutsättning att dörren öppnas i utrymningsriktningen, vilket är lämpligast ur

utrymningssynpunkt. NFPA 101 (1976) rekommenderar att det inte krävs mer än 133 N för att öppna dörren. Enligt råd i Boverket (1998) bör den erforderliga kraften för dörröppning inte överstiga 130 N. I detta sammanhang bör även hänsyn tas till inverkan av dörrstängare.

Tillräcklig tryckskillnad mellan brandhiss och rum som gränsar till brandhiss är en förutsättning för trygg utrymning och skall därför upprätthållas vid brand. Följande faktorer som påverkar tryckskillnad mellan brandhiss och angränsande rum har identifierats:

- Påverkad tryckbild p g a öppningar i brandhiss eller brandrum, kan även figurera i kombination med kontakt med det fria, t ex i form av en trasig ruta, då vindkrafter spelar en betydande roll.
- Påverkad tryckbild p g a termisk stigitkraft i rum som gränsar till brandhiss. Tryckändring genereras av temperaturskillnad (termisk stigitkraft).
- Ökat tryck i rum gränsande till brandhiss p g a termisk expansion som en följd av brand.
- Tryckpåverkan p g a ventilation för husbehov
- Tryckpåverkan p g a kolveffekt, d v s tryckskillnad genererad av hissens rörelser i schaktet.

Nedan följer en mer detaljerad beskrivning av de faktorer som kan påverka tryckskillnaden, följt av åtgärder som syftar till att neutralisera denna påverkan.

3.2.1 Tryckpåverkan p g a öppningar

Öppningar i konstruktionen medför att luft tillåts flöda till och från brandhiss samt till och från rum som gränsar till brandhissen. Flöden genom öppningar i konstruktionen påverkar brandhissens tänkta tryckbild och skall därför beaktas.

Tryckskillnad mellan brandhiss och angränsande rum kan påverkas menligt av öppningar i två olika fall. I ena fallet då luft utan åtgärd tillåts strömma ut genom öppningar i en trycksatt brandhiss vilket medför att dess tryck sjunker och att tryckskillnaden gentemot angränsande rum minskar. I andra fallet då luft strömmar in igenom öppningar i rum som gränsar till brandhiss, vilket medför att dess tryck ökar och att tryckskillnaden gentemot brandhissen minskar.

För att undvika trycksänkning i brandhiss p g a utflöde tillförs motsvarande mängd luft genom inblåsning. Genom att kompensera för utflödande luftmängder bibehålls således trycket på önskad nivå. Luftmängdens storlek är beroende av öppningens area, tryckskillnaden över öppningen samt öppningens flödeskoefficient. Luftflödet genom en godtycklig öppning kan enligt Karlsson et al (1997) bestämmas med uttrycket nedan. Genom att beräkna vilka flöden som förväntas över t ex en öppen dörr, bestäms även den mängd luft som skall tillföras för att upphäva förlusterna som en öppen dörr genererat.

$$Q = C \times A \times \sqrt{\frac{2 \times \Delta P}{\rho}}$$

Där

Q är volymflödet luft genom otätheten/öppningen (m³/s)

C är en flödeskoefficient som sätts till 0.65 (ligger oftast mellan 0.6 och 0.7)

A är arean (m²)

ΔP är tryckskillnaden mellan de olika volymerna

ρ är densiteten för luft 1.2 (kg/m³)

Ovanstående resonemang förutsätter öppningar inom en byggnad där naturligtvis ingen hänsyn behöver tas till vindlast. Om öppningar figurerar i ytterväggen skall eventuell inverkan av vind beaktas.

Tryckpåverkan i samband med öppningar i yttervägg kan ske på fyra sätt

- *Vindtryck i brandrum (reducerar tryckskillnad mellan brandhiss och brandrum)*
- *Vindsug i brandrum (ökar tryckskillnad mellan brandhiss och brandrum)*
- *Vindtryck i brandhiss (reducerar tryckskillnad mellan brandhiss och brandrum)*
- *Vindsug i brandhiss (ökar tryckskillnad mellan brandhiss och brandrum)*

Vindtryck i brandrummet är ett ur trycksättningssynpunkt ogynnsamt förlopp eftersom det ökar trycket i brandrummet ytterligare, vilket kräver ett högre mottryck i brandhissen.

Vindsug i brandrummet är ett gynnsamt förlopp eftersom det resulterar i att brandens tryckökning i rummet motarbetas av ökat luftflöde från brandrummet.

Vindtryck i brandhissen är ett gynnsamt förlopp eftersom det ökar trycket i brandhissen. Noterbart är dock att detta händelseförlopp ger upphov till ökade svårigheter i att vid utrymning öppna dörren till foajén.

Vindsug i brandhissen är ett ogynnsamt förlopp eftersom tryckuppbyggnaden i brandhissen då motverkas av vinden.

Storleken på tryckpåverkan p g a vind är bl a beroende av vindens hastighet. Genererad tryckskillnad över väggöppningen till följd av vind bestäms enligt följande samband (Fang, 1980):

$$P_w = K_w \times C_w \times \rho_0 \times V^2$$

Där

P_w är genererad tryckskillnaden vid den vindpåverkade ytan (Pa)

C_w är en dimensionslös tryckkoefficient som ligger mellan -0.8 och 0.8. Denna koefficient beror på byggnadens geometri och kan hämtas ur skrifter (MacDonald 1975) som behandlar vindars effekter på byggnader. Koefficientens tecken styrs av vindens riktning.

K_w är korrigeringskoefficient som är 0.600 ($\rho_0/2$)

V är vindhastigheten (m/s).

Anmärkning

V bör väljas med ledning av ett karaktäristiskt värde för vindstyrka på den aktuella platsen.

Vid val av karaktäristiskt värde används inom byggnadskonstruktion oftast ett s k 50-årsvärde, vilket innebär att dimensionering sker efter den högsta vindhastighet som inträffat under en femtioårsperiod. Detta tillvägagångssätt är rimligt vid byggnadskonstruktion eftersom t ex fasaden alltid utsätts för vindpåverkan. Samma tillvägagångssätt vid dimensionering av erforderlig tryckskillnad bedöms ge ett mycket konservativt värde.

Sannolikheten för brand kombinerat med att fasadskalet kollapsar samtidigt som vinden antar ett 50-årsvärde bedöms som låg. Som alternativ till 50-årsvärde kan andra värden användas, t ex 80-procentsfraktilen, d v s en hastighet som vinden med 80 procents sannolikhet understiger.

Exempel

För att undvika brandspridning till en brandhiss har den trycksatts med 16 Pa:s övertryck. Ett fönster i brandhissen med ytan 1 m^2 står öppet. Vilket flöde krävs av trycksättningsfläkten för att bibehålla tryckskillnaden om det är vindstilla respektive om vinden blåser med 10 m/s, i riktning från fasaden med fönstret i? Övriga öppningar i brandhissen försummas.

Vid vindstilla förhållanden kommer flödet genom fönstret att bli:

$$Q = 0.65 \times 1 \times \sqrt{\frac{2 \times 16}{1.2}} \approx 3.4 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Detta flöde måste således tilluftsfläkten tillföra brandhissen för att upprätthålla övertrycket trots det öppna fönstret.

Om vinden utövar ett sug på fasaden kommer detta att motsvara ett undertryck på fasadens utsida som uppgår maximalt till

$$P_w = 0.6 \times 0.8 \times 1.2 \times 10^2 \approx 58 \text{ Pa}$$

Den totala tryckskillnaden blir 16 Pa:s övertryck och 58 Pa undertryck, d v s $16+58=74 \text{ Pa}$ och motsvarande flöde

$$Q = 0.65 \times 1 \times \sqrt{\frac{2 \times 74}{1.2}} \approx 7.2 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Fläkten skall således tillföra 3.4 respektive 7.2 m^3/s .

3.2.2 Tryckpåverkan p g a termisk stigkraft

Brandhiss och utrymmen som gränsar till brandhiss kan ha olika temperatur, vilket medför att termiskt genererad tryckskillnad uppstår. Den termiskt genererade tryckskillnaden kan antingen förstärka eller motverka den tryckskillnad som eftersträvas mellan brandhiss och brandrum, beroende på om beräkningspunkten ligger ovan eller under neutrala lagret. Termiskt genererad tryckskillnad ger således alltid ett övertryck och ett undertryck i rummet.

Den termiskt genererade tryckskillnaden är direkt proportionell mot skillnaden i absolut temperatur samt avståndet till neutrala lagret. Neutrala lagret är beläget i gränsskiktet där flödet av luft eller brandgaser mellan brandhiss och angränsande rum byter riktning. Neutrala lagrets läge bestäms av läget och storleken på de öppningar som finns mellan brandhiss och angränsande rum.

Tryckskillnaden mellan brandhiss och övriga ytor kan påverkas av termisk stigkraft i två olika fall. Drivkraften som ger upphov till tryckskillnaden är densamma, men situationerna olika. I ena fallet skapas en tryckskillnad mellan brandhiss och angränsande rum som en följd av att luften i angränsande rummet värms upp av en brand. I det andra fallet skapas en tryckskillnad på grund av klimatinducerad temperaturskillnad (skorstenseffekt). Då drivkraften för de båda fallen är densamma, så bestäms dess storlek enligt Karlsson et al (1997) med samma uttryck:

$$\Delta P = K_s \times \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_F} \right) \times h$$

Där:

ΔP är tryckskillnaden (Pa)

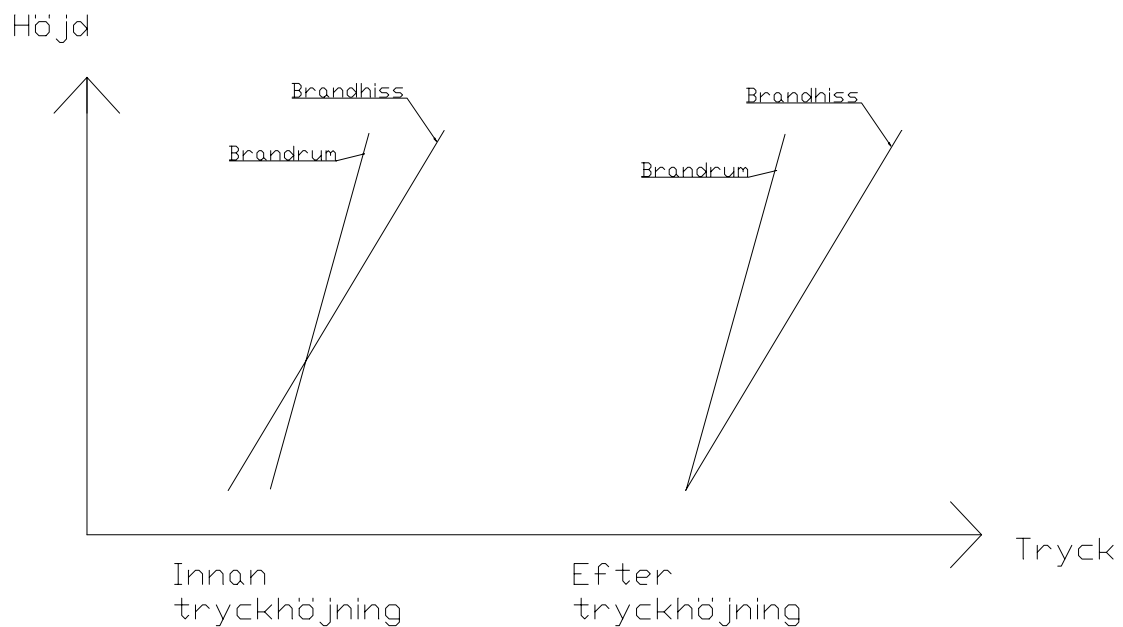
K_S är en konstant som är 3460

T_0 är den kallare absoluta temperaturen (K)

T_F är den varmare absoluta temperaturen (K)

h är avståndet till det neutrala laget (m)

Termiskt genererad tryckskillnad medför som redan nämnts att både undertryck och övertryck uppkommer i de berörda rummen. Brandhissens koncept bygger på övertryckssättning och därför skall uppkomna undertryck upphävas. För att upphäva effekten av termiskt inducerat undertryck ökas således trycket generellt i brandhissen. Konsekvensen av detta blir ett nolltryck där termiken gav ett undertryck och ett ytterligare ökat övertryck där termiken gav ett övertryck, se figur 3.2. Kurvornas olika lutning förklaras av temperaturskillnaden. Skillnaden i tryck illustreras av det horisontella avståndet mellan kurvorna för brandhiss och brandrum.



Figur 3.2 Tryckbild visande tryckskillnad före och efter tryckhöjning i brandhiss

Termisk stigitkraft påverkar tryckbilden i fyra olika fall:

- *Skorstenseffekt i fasadbeläget brandhisschakt*
- *Skorstenseffekt mellan rum som angränsar till brandhissen och det fria*
- *Branduppvärmning av rum som gränsar till brandhissen*
- *Branduppvärmning av schakt som gränsar till brandhissen*

Skorstenseffekt i brandhisschakt beläget i fasad fås då luften i schaktet har en annan temperatur än uteluften. Skorstenseffekt enligt denna princip uppträder endast om hisschaktet är beläget i fasad eftersom det då gränsar till område med annan temperatur. Om schaktet ligger inne i huskroppen värms luften upp av mellanliggande rum, vilket medför att ingen skorstenseffekt uppstår i schaktet. Störst skorstenseffekt fås på vintern eftersom

temperaturskillnaden vanligen är störst då. Skorstenseffekten intar sitt högsta värde längst ifrån neutrala lagret. Med jämnt fördelade öppningar över hela byggnaden kommer neutrala lagret att vara beläget på schaktets halva höjd. Under vintern erhålls störst övertryck högst upp och störst undertryck längst ned. Under sommarens varma störst övertryck längst ned och störst undertryck högst upp. Denna fördelning erhålles beroende på att relativt sett varmare luft är lättare och därför stiger.

Exempel

Vilka tryckskillnader ger skorstenseffekten i ett fasadbeläget schakt? Vilka luftflöden krävs av fläkten för att upphäva maximal skorstenseffekt. Schaktet är 30 våningar á 3 meter. Förutsätt $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ utomhus och $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ inomhus. Öppningar i fasad antas jämnt fördelade över höjden och uppgår till 0.1 m^2 per våningsplan. Neutrala lagret är beläget på byggnadens halva höjd. För få skorstenseffekt antas att den inblåsta luften värms upp till $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ av värmeelement (om lufttemperaturen är samma erhålls ingen skorstenseffekt).

Med jämnt fördelade öppningar och ett neutrallager beläget på byggnadens halva höjd uppgår genererad tryckskillnad p g a skorstenseffekt till:

$$\Delta P = 3460 \times \left(\frac{1}{253} - \frac{1}{293} \right) \times 45 \approx 84 \text{ Pa}$$

Där 84 Pa är maximalt övertryck överst i byggnaden och tillika maximalt undertryck nederst i byggnaden. Från neutrallagret ökar tryckskillnaden linjärt från noll till extremvärdet 84 Pa.

För att helt eliminera undertrycket längst ned i schaktet höjs trycket i hela schaktet med 84 Pa, vilket ger oss nolltryck längst ned och ett övertryck på 168 Pa högst upp.

Medeltryckskillnaden för schaktets övre halva blir 126 Pa, vilket ger följande luftflöde:

$$Q = 0.65 \times 1.5 \times \sqrt{\frac{2 \times 126}{1.2}} \approx 14 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Medeltryckskillnaden för schaktets nedre halva blir 42 Pa, vilket ger följande luftflöde:

$$Q = 0.65 \times 1.5 \times \sqrt{\frac{2 \times 42}{1.2}} \approx 8. \text{ m}^3 / \text{s}$$

Totalt krävs således c:a $22\text{ m}^3/\text{s}$ av fläkten för att eliminera skorstenseffekt. Noterbart är dock att trapphus och brandhissar vanligen placeras inne i huskroppen.

Skorstenseffekt mellan rum som angränsar till brandhissen och det fria erhålls då brandhissen är belägen i huskroppens inre delar. Rummet som angränsar till brandhissen måste dock vara i kontakt med det fria. Skorstenseffekten ger tryckbild enligt samma principer som för

Exempel

Hur stort över- respektive undertryck kan genereras av skorstenseffekt i till brandhissen angränsande rum ? Rummets höjd är 3 meter och temperaturskillnaden gentemot uteluften antas vara 40 ° C.

Maximal tryckskillnad uppgår till:

$$\Delta P = 3460 \times \left(\frac{1}{253} - \frac{1}{293} \right) \times 1.5 \approx 3 \text{ Pa}$$

fasadbeläget trapphus. Den stora skillnaden är att skorstenseffektens verkan är begränsad till en våning, vilket ger ett betydligt kortare avstånd till neutrala lagret.

Branduppvärmning av rum som gränsar till brandhissen medför att termisk drivkraft uppstår till följd av temperaturskillnad. Effekten sker analogt med resonemang för fasadbeläget trapphus men skiljer sig dock i två avseenden. Uppvärmningseffekten verkar endast över en våningshöjd vilket ger ett kortare avstånd till neutrala lagret. Skillnaden i temperatur är emellertid betydligt större än vid skorstenseffekt.

Exempel

Hur stort över- respektive undertryck kan genereras av brandeffekt i till brandhissen angränsande rum ? Rummets höjd är 3 meter och temperaturen p g a brand antas vara 600° C. Neutrala lagret antas vara beläget i golvnivå.

Maximal tryckskillnad uppgår till:

$$\Delta P = 3460 \times \left(\frac{1}{293} - \frac{1}{873} \right) \times 3 \approx 23.5 \text{ Pa}$$

Aktuell tryckskillnad uppträder i takhöjd, i golvhöjd är tryckskillnaden nära noll.

Anmärkning

Fang (1980) har i en serie fullskaleförsök visat att tryckhöjningen aldrig översteg 16 Pa vid brand under normala geometrier och normal brandbelastning. Dessa fullskaleförsök bygger på en normal rumshöjd (2.4 m). Fangs erfarenheter stämmer någotsånär överens med ovanstående resonemang.

NFPA 92A (1976) rekommenderar tumregelmässigt ett minsta övertryck på 12 och 25 Pa för sprinklad respektive osprinklad byggnad, med en takhöjd på 2.74 meter.

Rekommendationen är framtagen för att gälla i en typisk byggnad. Rekommendationen för osprinklad byggnad stämmer väl överens med resultatet i exemplet

Branduppvärmning av schakt som gränsar till brandhissen kan endast uppstå under speciella omständigheter. En förutsättning för detta scenario är att det börjar brinna i ett schakt som angränsar till brandhissens schakt. Under dessa förutsättningar kan en brand höja temperaturen i ett angränsande schakt, d v s i ett utrymme med förutsättningar för stora avstånd till neutrala lagret.

Exempel

Hur stort över- respektive undertryck kan genereras av brandeffekt mellan brandhissens schakt och ett intilliggande brinnande schakt? Schaktets höjd är 90 meter och temperaturen p g a brand antas i genomsnitt vara 300° C. Neutrala lagret antas vara beläget på schaktens halva höjd.

Maximal tryckskillnad uppgår till:

$$\Delta P = 3460 \times \left(\frac{1}{293} - \frac{1}{573} \right) \times 45 \approx 254 \text{ Pa}$$

Vid dessa omständigheter finns således förutsättningar för stora tryckskillnader.

3.2.3 Tryckpåverkan p g a termisk expansion

Termisk expansion uppstår som en följd av att gaserna expanderar när de värms upp av brand. Den förväntade termiska expansionen i brandrummet påverkar den tryckhöjning som krävs i brandhissen. Trycket i brandhissen bör minst uppgå till det tryck som förväntas i brandrummet och på så sätt hindra brandgasspridning.

Tryckskillnaden som uppstår vid termisk expansion kan vara betydande om brandrummet är mycket tätt. Trycket ökar då med kvoten mellan de absoluta temperaturerna, antaget att ideala gasförhållanden gäller och att massavbrinningen från bränslet försummas (Karlsson et al 1997). Tryckskillnader av detta slag uppskattas med handberäkningar eller datorsimuleringar.

Enligt Karlsson kan tryckskillnaden under förenklade omständigheter bestämmas med uttrycket:

$$\Delta P = \frac{1}{2 \times \rho_e} \times \left(\frac{Q}{C_p \times T_e \times A_e \times C_d} \right)^2$$

Där

ΔP är uppkommen tryckskillnad (Pa)

ρ_e är utströmmande luftens densitet (Kg/m³)

Q är brandens effekt (kW)

C_p är utströmmande luftens värmekapacitet (kJ/kg K)

T_e är utströmmande luftens temperatur (K)

A_e är rummets läckageyta (m²)

C_d är öppningens flödeskoefficient

Dessa tryckskillnader är dock oftast försumbara för rum med normala läckageytor d v s sådana rum som dominerar dagens byggande av bostadshus, hotell och kontor (Klote 1995a). Mot bakgrund av detta kan denna form av tryck oftast antas påverka tryckbildningen i försumbar omfattning.

Exempel

Ett rum med läckageytan 0.1 m^2 inhyser en 100 kW brand. Antag att $\rho_e=1.2$, $C_p=1.0 \text{ kJ/kg K}$, $T_e=300 \text{ K}$, $C_d=0.7$.

Uppkommet tryck beräknas till:

$$\Delta P = \frac{1}{2 \times \rho_e} \times \left(\frac{Q}{C_p \times T_e \times A_e \times C_d} \right)^2 = \frac{1}{2 \times 1.2} \times \left(\frac{100}{1 \times 300 \times 0.1 \times 0.7} \right)^2 \approx 9 \text{ Pa}$$

3.2.4 Tryckpåverkan p g a ventilation för husbehov

Dagens höga krav på luftombyte och ventilation innebär att de flesta utrymme utrustas med egna tilluft- och frånluftsdon. Dessa krav medför att även brandhissens foajé och hisschakt kan beröras av tillufts- och/eller frånluftsventilation.

Byggnaders ventilationstekniska lösningar vid brand varierar, allt från full drift av ventilationsfläktar till stängda fläktar och slutna brandspjäll. Oavsett brandteknisk ventilationsstrategi skall speciella överväganden göras så att brandhissens trycksättning inte äventyras. Ventilationen påverkar brandhissens trycksättning analogt med öppningar i kombination med vindpåverkan (se 3.2.1).

För att undvika tryckförluster i brandhissen genom frånluftsventilationen förses denna med spjäll som sluter då hissen börjar användas som brandhiss. Tilluftsventilationen i brandhissen har i huvudsak positiv inverkan på trycksättningssystemet. Problemet med att tillgodoräkna sig tilluftsventilationens tryckhöjande effekt är tillgänglighet och driftsäkerhet. Ett konventionellt ventilationssystem är i regel inte utformat för att fungera under brand, vilket är fallet för brandhissens trycksättningssystem. Mot bakgrund av detta bör således tilluftens tryckhöjande inverkan inte tillgodoräknas. Tilluften behöver dock inte förses med spjäll eftersom dess inverkan endast är positiv avseende brandhissens skydd mot brandgaser.

Öppen frånluft och/eller passerbar fläkt och öppen tilluft i rum som gränsar till brandhissen är gynnsamt ur brandhissperspektiv eftersom de motverkar tryckuppbyggnad. De är oftast inget krav eftersom trycksättningssystemet designas för att övervinna uppkomna tryck i brandrummet. I vissa fall kan dock aktiv frånluftventilation krävas på brandplanet för att tryckavlasta brandrummet, men vid sådana tillämpningar skall aktuellt frånluftssystem dimensioneras speciellt för att kunna fungera under brandgaspåverkan. Notera att vind i samband med öppna tillufts- och frånluftsdon kan ge upphov till tryckhöjning i rum som gränsar till brandhissen.

3.2.5 Tryckpåverkan p g a kolveffekt

En hisskorg som rör sig i ett hisschakt kan liknas vid en kolv. När hissen rör sig i schaktet sugs luft med i rörelsen vilket ger upphov till ett undertryck efter hisskorgen. Samma rörelse innebär att hisskorgen trycker luft framför sig, vilket ger upphov till ett övertryck före hisskorgen. Denna tryckhöjning och trycksänkning kan antingen motverka eller förstärka brandhissens trycksättning mot brandgaser. Tryckhöjningen som genereras kan under korta perioder försvåra dörröppning mot foajé och trycksänkningen kan undergräva brandhissens skydd mot brandgaser. Genom att fläkten blåser in mer luft i brandhissen upphävs det undertryck som kolveffekten genererar och brandgasspridning undviks.

Klote et al (1992b) har härlett ett samband för hur stort tryck som genereras av s k kolveffekt. Uttrycket är härlett från kontinuitetsekvationer och är validerat på en hotellhiss i Ontario, Kanada. Sambandet ser ut på följande sätt:

$$\Delta P_{crit} = \frac{K_{pe} \times \rho}{2} \times \left(\frac{A_s \times A_e \times V}{A_a \times A_{ir} \times C_c} \right)^2$$

Där

ΔP är genererad tryckskillnad i hisschakt (Pa)

K_{pe} är en flödeskoefficient som kan ansättas till 1

ρ är luftens densitet (kg/m^3)

A_s är hisschaktets tvärsnittsarea (m^2)

A_e är effektiv area mellan hisschakt och utomhus, bestäms enligt nedan (m^2)

V är hisskorgens hastighet (m/s)

A_a är den fria tvärsnittsytan runt hisskorgen i schaktet (m^2)

A_{sr} är läckageytan mellan foajé och hisschakt (m^2)

A_{ir} är läckageytan mellan foajé och övrig byggnad (m^2)

C_c är flödeskoefficienten för flödet kring hisskorgen, 0.94 för hisschakt med flera korgar och 0.83 för hisschakt med en korg. Koefficienten är experimentellt framtagen.

A_e bestäms enligt (seriekopplade öppningar):

$$A_e = \left(\frac{1}{A_{sr}^2} + \frac{1}{A_{ir}^2} + \frac{1}{A_{io}^2} \right)^{-0.5}$$

Där

A_{io} är läckageytan mellan övrig byggnad och utomhus

Exempel

En hiss utgörs av ett hisschakt med tvärsnittsarean 9 m^2 och en hisskorg med tvärsnittsarean 7 m^2 . Hisskorgen rör sig med en hastighet av 3 m/s i schaktet. Otätheter och öppningar i mellan hisschakt och foajé uppgår till 1.2 m^2 . Otätheter och öppningar i mellan foajé och övrig byggnad uppgår till 0.4 m^2 . Otätheter och öppningar i mellan övrig byggnad och utomhus uppgår till 1.2 m^2 . Hur stor tryckskillnad ger hissens kolveffekt upphov till ?

Först bestäms hissens effektiva area mot det fria:

$$A_e = \left(\frac{1}{A_{sr}^2} + \frac{1}{A_{ir}^2} + \frac{1}{A_{io}^2} \right)^{-0.5} = \left(\frac{1}{1.2^2} + \frac{1}{0.4^2} + \frac{1}{1.2^2} \right)^{-0.5} \approx 0.4$$

Sedan bestäms kolveffekten:

$$\Delta P_{crit} = \frac{K_{pe} \times \rho}{2} \times \left(\frac{A_s \times A_e \times V}{A_a \times A_{ir} \times C_c} \right)^2 = \frac{1 \times 1.2}{2} \times \left(\frac{9 \times 0.4 \times 3}{2 \times 1.2 \times 0.83} \right)^2 \approx 18 \text{ Pa}$$

3.2.6 Åtgärder för att bibehålla tryckskillnad

Trycknivån i brandhissen upprätthålls med fläktar som kan variera mängden inblåst luft. Det är viktigt att dessa fläktar både kan sänka och höja luftflödet, då det kan finnas behov för båda delar. För låg tryckskillnad gentemot angränsande rum medför risk för inläckage av brandgaser medan för högt tryck i foajé medför att de utrymmande riskerar att inte kunna öppna dörren till foajén.

Efter att ha beaktat förväntade tryck från brandrummet tillsammans med tryckpåverkande faktorer samt erforderliga krafter för dörröppning, bestäms ett dimensionerande minsta och högsta övertryck för brandhissen. Brandhissen förses med givare som aktiveras när brandhissens tryck understiger eller överstiger de dimensionerande värdena. Efter att brand har detekterats går signal till trycksättningsfläkt för aktivering eller ökning alternativt sänkning av varvtalet.

3.2.7 Beräkning av bibehållen tryckskillnad

För att kunna beräkna trycksättningsfläktens kapacitet krävs olika former av indata till de ovan angivna sambanden. Vissa av dessa indata är relativt enkla att kvantifiera, t ex avståndet till neutrala lagret, vilket beräknas med hjälp av öppningars storlek och läge. Andra indata är svårare att bestämma eftersom de är objektsberoende och ibland utgörs av sannolikhetsfördelningar, t ex vindens hastighet. Vid bestämning av dessa indata skall objektets förutsättningar i kombination med ingenjörsmässiga beaktanden utgöra grunden.

Hänsyn skall tas till att de olika faktorerna påverkar i varierande omfattning och riktning. Det är av vikt att systemet även fungerar under ofördelaktiga förhållanden, t ex då flera faktorer samverkar i att upphäva tryckskillnaden mellan brandhiss och rum som gränsar till brandhissen. Systemet bör t ex kunna fungera med ett rimligt antal dörrar öppna samtidigt som skorstenseffekten är betydande. Den kombination som reducerar tryckskillnaden mest mellan brandhiss och övrig byggnad bestämmer vilken kapacitet tryckhöjningsfläktarna kräver.

Analyser av trycksättningssystem är beräkningsintensiva och tidsödande. Av den anledningen finns det datorprogram framtagna för att lösa denna typ av problem. Simuleringar av detta slag kan t ex utföras med datorprogrammet ASCOS, Analysis of smoke control systems (Klote et al 1992b), ett program som dock inte är lämpligt för höga byggnader. Ett annat program, delvis baserat på ASCOS, under benämningen CONTAM96 (Walton, 1997) kan dock användas, vilket dessutom har en mer användarvänlig design. Dessa program bygger på principer om tryckinducerade luftflöden mellan rum i byggnader. Dyliga program tar hänsyn till påverkande faktorer i varierande omfattning. Det är dock viktigt att kontrollera att de beaktar:

- Öppningar och otätheter inklusive vindpåverkan
- Läckage genom byggnadens inner- och ytterväggar
- Ventilation för husbehov
- Tryckskillnad p g a temperaturdifferens
- Kolveffekt
- Tryckåterställande system

Vid intresse att studera en byggnad som analyserats med hjälp av ASCOS så hänvisas till Klote et al (1995a).

3.3 Skydd mot vatten

Dagens hissar drivs normalt med system som inte är avsedda att fungera under påverkan av vatten. Av den anledningen bör vissa känsliga komponenter som t ex hissens drivsystem skyddas mot vatten. Antingen skyddas brandhissen genom att vatten inte tillåts tränga in i skadliga mängder eller så utformas systemet så att det tål vatten.

3.3.1 Driftsskadliga vattenkällor

Brandhiss kan utsättas för vatten från byggnadens eventuella sprinkleranordning, från räddningstjänstens släckningsinsats eller från rörbrott på avloppsrör eller färskvattenrör. Brandhiss bör vara utformad så att den fungerar under sådana förutsättningar som rimligen kan uppstå vid brand. Vattenflöden vid brand kan således variera till storleken beroende på var läckaget uppstår.

Sprinkler konstrueras antingen för att släcka eller för att begränsa branden, där släckande sprinkler medför större vattenflöden. Sprinklerflödenas storlek finns reglerade i olika svenska och utländska regelverk.

Brandbekämpning kan ske internt eller externt, där extern släckning medför större mängder vatten. En intern rökdykarinsats ger i extrema fall upphov till ungefär 200 l/min vid ymnigt sprutande. Detta förutsätter att vattenappliceringen sker intermittent såsom brandmän är instruerade att släcka. Vid externa insatser används mobila strålrör med flöden upp till 1150 l/min och fasta strålrör med mellan 1900 och 7500 l/min. Den i Sverige klart dominerande metoden utgörs dock av interna insatser med mobila strålrör (SRV, 1994).

Vattenmängder från läckande avloppsrör eller färskvattenrör kan variera kraftigt beroende på dimension och är objektsberoende. Vid dimensionering av förväntad vattenmängd bör ingenjörsmässiga avväganden göras. Det är viktigt att beakta läckageaspekten vid projektering av vatten och avlopp för en byggnad med brandhiss. T ex är det olämpligt att förlägga färskvattenserviser i närheten av en brandhiss som inte är vattentålig.

3.3.2 Vattenskydd

Det finns olika metoder att tillgå för att skydda vitala komponenter i brandhiss mot vatten.

En form av vattenskydd fås genom att vissa rum förses med golvbrunnar som för bort överskottsvatten. Ett alternativt tillvägångssätt är att montera en avloppsanslutning uppsamlingsskena som förläggs i tröskeln mellan schakt och foajé. Notera att det krävs avloppsrör av betydande dimension för att evakuera förväntade mängder överskottsvatten. En väl tilltagen golvbrunn evakuerar ungefär 115 l/min (Klote, 1995c). Exempelvis innebär detta en golvbrunn per 20 m² golvyta, förutsatt en installation av vattendimsprinkler med en vattentäthet på 6 l/min. Det kan anses tveksamt ur estetisk synpunkt att installera synliga golvbrunnar i en foajé eller liknande.

Som ett komplement till golvbrunnar kan lutande golv byggas i och vid brandhissen. Genom att luta golv så skapas en buffert där vattnet kan samlas i väntan på att rinna ut genom golvbrunnen.

Ett alternativ till vattenbegränsade åtgärder är att brandhissen konstrueras för att tåla vatten. Detta ställer krav på inkapsling av elektriska komponenter och skydd av brandhissens vattenkänsliga mekaniska komponenter. Mot bakgrund av ovanstående resonemang

beträffande avbördningskapacitet bedöms en brandhiss med vattentåliga komponenter vara det bästa alternativet.

Detta arbete behandlar dock inte hur vattensäkra brandhissar utformas och konstrueras utan förutsätter att de kan tillverkas. Det finns i Sverige och utomlands exempel på utvändiga hissar, vilka kan utsättas för regn och mot bakgrund av detta bedöms även invändiga brandhissar kunna utföras vattensäkra.

3.4 Skydd mot överhettning av maskinrum

Med skydd mot överhettning avses temperaturhöjning som en följd av att hissmaskinrummet överhettas. Det för brandhissen vitala maskinrummet är extra känsligt för temperaturhöjningar. Enligt Klote (1995b) bör temperaturen i maskinrummet inte överstiga 30-35 °C om funktionen skall vara säkerställd. För att maskinrummet inte skall överhettas förses det med någon form av kylanordning. Denna anordning bör vara pålitlig och fungera i händelse av brand. Strömförsörjning till detta system är en vital komponent som detaljbehandlas i nästa stycke.

Om luftkonditioneringens tillförlitlighet anses för låg kan redundant sådan installeras i maskinrummet.

3.5 Skydd mot strömbortfall

Brandhissen kräver att ström tillförs under säkra förhållanden och i tillräcklig mängd. Denna ström säkerställer drift för hiss och hissmaskinrummets kylsystem. Det elektriska systemet riskerar att sluta fungera antingen om strömkällan slutar producera ström i tillräcklig omfattning eller om transportvägarna från strömkälla till brandhiss skadas så att ström inte längre kan överföras.

3.5.1 Huvudström

Det kan av olika anledningar vara lämpligt att förse en byggnad med någon slags reservströmgenerator, t ex för att säkra nödbelysningens strömförsörjning. Detta kan ske genom installation av en bränsle driven generator, som då även bör anslutas så att brandhissen ges tillgång till reservström. Ett centralt strömavbrott samtidigt som brand uppstår bedöms dock som starkt osannolikt, och brandhissen anses därför inte ensamt motivera installation av reservströmgenerator. Anses hisstopp p g a strömbortfall oacceptabelt av ägare eller brukare bör krav på reservströmgenerator ställas.

3.5.2 Strömtillförsel inom byggnad

För att få hög säkerhet kan redundant kabeldragning användas, vilket erhålls om strömtillförsel till hissmaskinrum ombesörjs med hjälp av två oberoende system på alternativa vägar som inte kan slås ut av samma brand. Detta innebär i praktiken två olika brandtekniskt avskilda kabeldragningar från två olika elcentraler. Kabeldragning bör utföras i två separata kanaler med brandteknisk integritet hela vägen från elcentral till brandhiss.

3.6 Placering av brandhiss i förhållande till trapphus

Brandhissens placering i förhållande till trapphuset skall göras på bästa sätt. Trapphus placeras vanligen centralt i byggnaden för att undvika alltför långa gångvägar vid utrymning. Brandhissen fyller vid utrymning samma funktion som trapphuset och bör således placeras centralt i byggnaden, vilket troligen placerar den i trapphusets närhet. Sannolikheten för köbildning ökar dock om brandhiss och trapphus placeras i anslutning till varandra.

Möjligheten till att välja utrymningsväg bör upprätthållas under så lång tid som möjligt. Även om en utrymmandes första infall var att använda trapphuset bör möjligheten till att ändra åsikt vara tillgänglig. En åsiktsändring kan t ex följa om en äldre person inser att brandhissen är ett betydligt säkrare alternativ.

Om brandhissen överbelastas kan passagerarprioritering bli nödvändig, genom att någon som inte behöver brandhissen lika mycket avvisas. Det kan t ex visa sig problematiskt att avvisa någon från brandhissen till trappan, om den är belägen alltför långt ifrån brandhissen. Det är inte troligt att utrymmande vill ta sig från brandhissen genom en brinnande byggnad för att ta trapporna, eftersom det troligen bedöms som riskfyllt.

Risken för ökad köbildning bedöms väga relativt lätt jämfört med ovan angivna fördelar och därför bör brandhiss och utrymningstrapphus placeras i direkt anslutning till varandra.

För att utnyttja trycksättningsfläkten på bästa sätt är det i vissa fall lämpligt att även trycksätta trapphuset. Av pedagogiska skäl antas dock i denna rapport att endast brandhissen är trycksatt.

3.7 Tekniska felfunktioner

De tekniska komponenter som är nödvändiga för brandhissens funktion kan av olika skäl felfunktera. Felfunktionen kan bero på antingen svaghet eller fel hos komponenten eller på att komponenten utsätts för brand.

3.7.1 Brand i brandhiss

En brand kan med viss sannolikhet uppstå inom brandhissens gränser, d v s i hissorg, hisschakt, hissmaskinrum eller foajé. Brandhissen konstrueras enligt förutsättningarna inte för att fungera under påverkan av brand och brandgaser.

För att minska sannolikheten för brand i brandhiss införs restriktioner beträffande mängden brandbelastning. I likhet med resonemang kring utrymningsvägar bör möbler och annan brandbelastning i brandhissen minimeras. Minimering av brandbelastningen medför att risken för brands uppkomst minskar. Skulle en brand trots restriktion uppstå, så är det med reducerad sannolikhet för att utvecklas till en allvarlig brand.

Om brand eller brandgaser når brandhissen skall detta medföra att brandhissen tas ur drift. Om brandhissen används under påverkan av brand eller brandgaser kan utrymmande människor utsättas för livsfara. Genom att installera detektorer i brandhissens olika utrymmen ges möjlighet till brandupptäckt. Val av detektor till brandhissen skall dock ske med omsorg så att alltför hög detektionskänslighet undviks.

En brandhiss som utsätts för mindre mängder brandgaser kan sannolikt fortfarande upprätthålla utrymningsfunktionen. Mindre mängder brandgaser och värme som inte utgör något hot mot människors hälsa eller brandhissens funktion kan läcka in t ex vid dörröppning mot brandrum. Genom att kombinera termiska och optiska detektorer i brandhissen fås säkerhet mot för tidig aktivering och urdrifttagande. Nämnade detektorer utförs med känslighet som med marginal motsvarar människans tålighet mot värme och brandgaser. Som riktvärde för människans tålighet kan Boverkets (1998) gränsvärden användas, d v s ett optiskt gränsvärdet motsvarande fördunklingen 1 dB/m och ett termiskt motsvarande en temperaturstegring på ungefär 60 °C. Notera att termiska detektorer bör utföras med låg termisk tröghet så att temperaturökningen från gaserna snabbt aktiverar detektorn.

Om detektorer enligt ovan aktiveras av brand skall detta resultera i att hissen inte används till fullskalig utrymning (med fullskalig avses att brandhissen används av dimensionerande antal utrymmande). Tillvägagångssättet för detta i detalj samt hur brandhissen skall styras i andra sammanhang beskrivs senare i kapitel 4

Om räddningstjänsten finner det motiverat att använda brandhissen trots att den påverkats av brand riskerar brandmännen att fastna om någon av hissens driftkomponenter förstörs. För att minska risken för att brandmännen fastnar och utsätts för värme och brandgaser bör hissen utrustas med redskap som kan användas för att lämna brandhissen. Detta innebär en kortare stege så att de kan ta sig till närmsta våningsplan samt något slags brytverktyg för att öppna hissdörrar.

Brand i brandhiss kan resultera i ökad brandgasspridning p g a trycksättningssystemet, vilket behandlas i kapitel sex.

3.7.2 Felfunktion knuten till trycksättning

Den fläkt som pumpar in luft och trycksätter brandhissen är en viktig komponent som kan felfunktionera. Om fläkten slutar fungera kan brandgaser tränga in, vilket medför att brandhissen inte kan användas till fullskalig utrymning. Vid avsedd funktion detekterar tryckgivaren ett sjunkande tryck, vilket i sin tur medför att fläktens varvtal ökar.

Om ordinarie fläkt inte fungerar kommer trycket emellertid stanna på en för låg nivå eller fortsätta sjunka. För att minska sannolikheten för detta scenario kan brandhissen förses med en redundant fläkt som aktiveras om ordinarie fläkt inte fungerar. Den redundant fläkten aktiveras sålunda då brandhissens övertryck inte återställs trots aktivering av ordinarie fläkt.

Aktiveringen av redundant fläkt bör ske med viss tidsförskjutning eftersom tryckåterställning med ordinarie fläkt inte alltid sker momentant. Luftens transportsträcka från fläkt till slutpunkt medför att tryckåterställningen tar viss tid från tryckgivares signal. Tidsförskjutningens storlek bör dock begränsas eftersom en trasig och stillastående fläkt snabbt kan medföra brandgaspåverkan på brandhiss. Luftens hastighet från trycksättningsfläkten tillsammans med avstånd till mest avlägsna foajé bestämmer tidsförskjutningens storlek.

Även om systemet designas med hänsyn till tidsförskjutning enligt ovan så kan redundant fläkt med viss sannolikhet aktiveras trots att ordinarie fläkt är funktionell. Spännings- och strömförutsättningar bör därför utformas så fläktarna kan drivas samtidigt. Även den redundant fläktens varvtal skall vara reglerbart så att för högt tryck i foajé undviks även vid samtidig drift av fläktarna.

Då situationer som överstiger dimensionerande förutsättningar uppstår kommer trycksättningskonceptet att misslyckas. Detta kan uppstå t ex om ett tillräckligt stort antal dörrar till brandhissen står öppna eftersom övertrycket i brandhissen trots redundant fläktar sjunker. En brandhiss kan rimligen inte dimensioneras för att fungera under alla tänkbara förutsättningar. För att undvika användning av en brandhiss som inte har tillräckligt övertryck skall brandhissen då inte användas till fullskalig utrymning, se vidare kapitel 4.

3.7.3 Hissmekanik felfungerar

Brandhissen är beroende av mekanisk funktion hos de delar som hissen är uppbyggd av, t ex kan tryckkolvar eller blockspel kärva eller felfungera. Om detta sker kan en brandhiss full med människor stanna och människor utsättas för brand och brandgaser.

Hisskomponenter skall utformas så att sannolikheten för fel minimeras. För att minimera konsekvensen av felfungerande mekaniska komponenter förutsätts de i möjligaste mån vara konstruerade så att de vid felfunktion bidrar till att brandhissen på ett säkert sätt sänks till bottenvåningen. Konstruktion och utförande av sådana mekaniska komponenter behandlas inte i detalj i detta arbete utan förutsätts användas i största möjliga omfattning.

3.7.4 Strömbortfall

Hissens framdrift är beroende av ström och kan som ovan nämnts förses med redundans i form av bränsle driven generator. Vad händer om ordinarie och redundanta system inte fungerar ? Hissen stannar, i värsta fall, fylld av passagerare som riskerar exponering av brand och brandgaser. Brandhissen kan därför förses med ett batteri med en begränsad kapacitet som laddas upp vid drift. Batteriets kapacitet kan begränsas till att vid strömbortfall driva hissen ned till bottenplan. Även detta batteri kan felfungera men utgör en enkel och billig form av extra redundans.

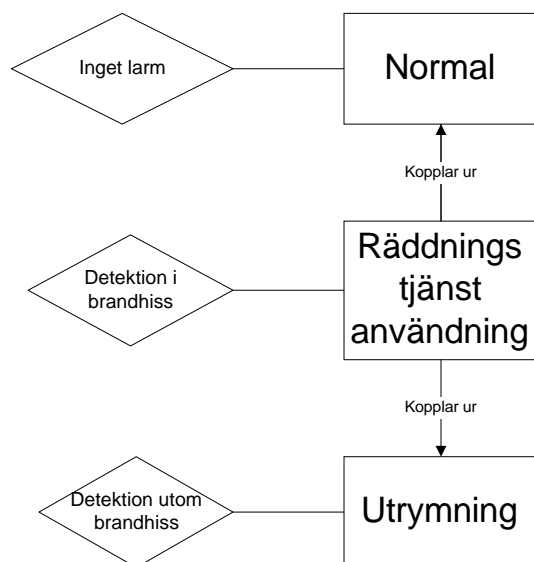
4 Styrning och användning av brandhiss

En brandhiss har av ekonomiska och praktiska skäl olika användningsområden, som vardera ställer olika krav på styrning. Vidare påverkas brandhissens styrningssätt av vilket typ av byggnad som den är avsedd att fungera i.

4.1 Brandhissens styrningssätt

En brandhiss skall i princip kunna fungera under två olika huvudformer, normalanvändning och brandanvändning. Vidare kan brandhissen under brandanvändning användas med eller utan brand och brandgaspåverkan. En brand eller brandgaspåverkad hiss skall endast användas under begränsade förutsättningar och av människor med speciell utrustning, här benämnd räddningspersonal. Brandhissens användning delas således in i följande område:

- Normal användning
- Utrymningsanvändning
- Användning av räddningstjänstpersonal



Figur 4.1 Styrning av brandhiss

4.1.1 Normal användning

Brandhissens huvudsakliga användning kommer att domineras av att fungera som en vanlig hiss

Styrning av brandhiss för normal användning sker helt enligt de principer som råder för vanliga hissar. Hissen styrs genom att människorna trycker på avsedda knappar i hisskorg och på hisschaktsvägg.

4.1.2 Utrymningsanvändning

Det är först under utrymningsanvändning som brandhissen verkligen gör skäl för namnet och skiljer sig från en vanlig hiss. Människorna har nytta av utrymningsanvändning först när brand uppstår eller befaras ha uppstått. Brandhissens styrning bör därför övergå till utrymningsanvändning i samma moment som brand misstänks eller detekteras.

En förutsättning för övergång till utrymningsanvändning är att någon slags signal förmedlas från t ex en aktiverad branddetektor till brandhissen. För att detta skall vara möjligt måste brandhissen kopplas till en styrdator som kan ta emot, vidarebefordra samt utföra vissa kommando på elektriska signaler. Denna branddator förläggs på ett brandtekniskt avskilt ställe där den är skyddad mot brand och brandgaser, t ex i hissmaskinrummet.

Brandhissen styrs vid normalanvändning av utplacerade tryckknappar. Vid utrymningsanvändning skall knappfunktionen kopplas ur, vilket sker på signal från branddatorn, som en konsekvens av branddetektion. Vid normal användning tänds de kallknappar som trycks in, vilket indikerar att hissen är på väg. För att undvika att detta missförstås vid utrymningsanvändning släcks kallknappar på alla våningsplan.

Då brand detekterats skall människorna evakueras i den ordning som medför minst risk för brand och brandgaspåverkan. Brand och brandgaser sprider sig oftast uppåt, vilket skall återspeglas i brandhissens utrymningsstrategi. Mot bakgrund av detta bör branddator först styra brandhiss till våningsplan närmst ovan plan för branddetektion. Därefter utryms samtliga ovanliggande plan följt av samtliga underliggande plan.

Brandhissen designas för att evakuera ett stort antal våningar, vilket innebär att den endast kan tillbringa en viss tid på varje plan. Stopptiden för varje plan skall återspegla planets storlek och människornas transportsträcka samt en rimlig tid för mänsklig varseblivning, reaktion och beslut. Om brandhissen avser evakuera människor med funktionshinder skall deras speciella tider för varseblivning, reaktion, beslut och förflyttning beaktas. Då avsedd stopptid för aktuellt våningsplan är uppnådd ljuder en varningssignal varpå dörrarna stängs. Om dörrarna hindras öppnas de på nytt varefter ny varningssignal ljuder och stängning följer. Brandhissen bör inte stanna för länge på varje våningsplan eftersom väntetiden för andra plan då riskerar bli alltför lång.

Vid stora våningsplan och/eller färre brandhissar kan det krävas flera turer av brandhissen för att helt tömma varje våningsplan. Detta kan hanteras genom att branddatorn programmeras att stanna på varje plan tillräckligt många gånger, vilket möjliggör att rätt antal människor kan evakueras.

Hissar är oftast försedda med ljusceller innanför dörrarna som skall hindra att hissen överfylls med konsekvensen att människor kläms fast i dörrarna. Om brandhissen avser åka flera turer för att kunna utrymma våningsplanet kan varje kvadratmeter golvyta i hisskorgen vara värdefull. Om så är fallet kan det vara lämpligt om branddatorn kopplar ur funktionen som förebygger klämning. Beslut om urkoppling tas från projekt till projekt och bör föregås av en jämförelse mellan risken för klämning och vinsten med att öka golvarean i hisskorgen.

Det är lämpligt att programmera branddatorn så att vissa av hissens säkerhetsfunktioner kopplas ur vid branddetektion. T ex kan funktioner som ger upphov till att hissen stannar av säkerhetsskäl, medföra en större risk för människor än om hissen trots felet fortsätter och sätter utrymmande i säkerhet. För att fastställa om och vilka säkerhetsmekanismer som bör kopplas ur och lämpligheten med detta utreds risken med respektive alternativ.

Om brandhissens säkerhet äventyras skall detta leda till att branddatorn ändrar hissens styrning från utrymningsläge till räddningstjänstanvändning så att människor inte riskerar skadas. Detta sker t ex om brandhissens detektorer aktiveras eller om tryckgivare i brandhissen under en viss tidsrymd detekterar ett för lågt övertryck.

Om byggnaden är försedd med flera hissar och vissa av dem inte är utförda som brandhissar skall de som inte är brandhissar genast gå till bottenvåningen och lämnas med öppna dörrar. Detta för att undvika att vanliga hissar används till nödutrymning. Även om vanliga hissar skyltas med "Observera ej brandhiss" eller liknande, föreligger viss risk för att människor använder dem i tron att de är avsedda för utrymning.

4.1.3 Räddningstjänstanvändning

Om förutsättningarna för utrymningsanvändning försämras skall brandhissen övergå till räddningstjänstanvändning. Räddningstjänstanvändning aktiveras av branddator t ex om brand eller brandgaser når brandhissen och äventyrar dess funktion eller av räddningstjänsten.

Vid aktivering av räddningstjänstanvändning skickas hisskorgen till säker plats följt av att dörrarna öppnas och förblir öppna. Brandhissen bör skickas till säker plats så att människor tryggt kan lämna den och eventuellt fortsätta sin utrymning på annat sätt. Brandhissen stannar på säker plats med öppna dörrar för att ge utrymmande möjlighet att lämna den, för att inte fler utrymmande skall använda den samt för att räddningstjänsten enkelt skall kunna ta den i besittning.

Säker plats kan t ex utgöras av plan som har kontakt med det fria. Säker plats utgörs oftast av husets bottenplan men kan även utgöras av andra platser. Det är dock viktigt att platsen är säker under den tid som människor förväntas nyttja den. Om branden är belägen på bottenplanet dirigeras således hissen till annan säker plats av branddatorn.

Efter att brandhissen skickats till en säker plats, företrädesvis bottenplanet, stannar den där i väntan på räddningstjänsten. Det är endast räddningstjänsten som skall kunna återaktivera brandhissen då branddatorn ställt av den, eftersom räddningstjänstpersonal har vissa förutsättningar för att skydda sig emot brand och brandgaser. Dock är de inte helt skyddade och räddningstjänstanvändning av brandhiss bör därför ske under inflytande av brandtekniskt kunnande.

Aktivering till räddningstjänstanvändning sker med fördel från ett eller flera ställen i byggnaden, som räddningstjänsten känner till. Aktiveringen bör ske med någon typ av nyckel så att otillbörlig manövrering av brandhissen undviks.

I vissa fall kan räddningstjänsten behöva brandhissen till livräddning eller brandbekämpning, vilket innebär att de bör ges möjlighet att försätta brandhissen i räddningstjänstläge även om den inte påverkats av brandgaser. Ett sådant övertagande skall ske efter noggrant övervägande av räddningstjänsten eftersom eventuellt väntande människor då tvingas att ta trapporna. Räddningsledaren skaffar sig underlag för beslut om detta genom att studera hur hissens rörelseschema ser ut, d v s vilka våningar den har kvar att utrymma. Detta kan studeras på översiktstablan, se 5.3.3.

4.2 Brandhissens styrning i olika byggnadstyper

Den styrning av brandhissar som redovisats ovan förutsätter en branddator som tar emot och skickar signaler till och från systemets olika komponenter. I vissa typer av hus finns det förutsättningar för att utnyttja personal till utrymning. T ex kan hotellpersonal vara behjälpliga för att underlätta och snabba på utrymningen.

4.2.1 Personaltäta byggnadstyper

Exempel på personaltäta byggnadstyper är hotell och vissa kontor. Ett hotell har städpersonal, kökspersonal m m som eventuellt kan nyttjas vid brandhissutrymning. Vissa typer av kontorskomplex kan ha personal som ges liknande uppgifter.

Vissa av de styrfunktioner som sköts av branddatorn kan med fördel förstärkas eller övertas av mänskliga resurser. T ex kan hissorgarna förses med speciella förare som styr hissen vid utrymning. Ett annat exempel är människor som ansvarar för att uppsamlingsplatserna, d v s foajéerna, fungerar på ett tillfredsställande sätt.

Människor har en större förmåga att situationsanpassa sitt beteende om något oförutsett inträffar. En branddator har låg flexibilitet och fungerar troligen dåligt i oförutsedda situationer. Människor kan å andra sidan bete sig irrationellt och påverkas ibland negativt av stress. Branddatorns lägre flexibilitet förklaras av att den endast kan hantera situationer som förutsetts vid programmeringen. En människa å andra sidan har en kreativ sida som lämnar utrymme för egna idéer och lösningar.

Tryckskillnad mellan foajé och hissorg kan medföra svårigheter för hissdörrarnas automatik att öppna. Genom att förse hissorgen med verktyg som förenklar dörröppning och dörrstängning reduceras risken för dessa problem.

4.3 *Problem med styrning av brandhiss*

Om branddatorn inte fungerar som avsett kan det få svåra konsekvenser för utrymningsstrategin. Om brandhissens viktigaste funktioner felfungerar skall branddatorn kopplas ur och brandhiss skickas till säker plats och lämnas med öppna dörrar.

För att kunna kontrollera branddatorn kan en stödfunktion installeras, i form av en backupdator. Branddatorn ansluts till en backupdator som övervakar och analyserar de signaler och styrningar som branddatorn tar emot och sänder, vilket möjliggör detektion av felfunktion. Backupdatorn måste då vara försedd med en jämförelsefunktion och en definition på branddatorns beslutskriterier. Om branddatorn utför åtgärder som uppenbarligen är felaktiga kopplar backupdatorn bort branddatorn och övertar dess funktion. Backupdatorn placeras lämpligen på en plats som är fysiskt avskild från branddatorns, för att minska sannolikheten för samtidig utslagning.

Datorer spelar en betydande roll i kärnkraftsindustrin, tåg- och flygtransport, där viktiga styr- och övervakningsfunktioner sköts med hjälp av datorer. I vissa fall kompletteras dessa funktioner av människor, som tack vare sin flexibilitet kan situationsanpassa sitt beteende. Ett sådant komplement är även möjligt i samband med brandhissar.

Eftersom erfarenheten av brandhissanvändning är liten kan det vara svårt att förutse alla de situationer som branddatorn skall programmeras för. Dessutom finns det risk för suboptimering, exempelvis om brandhissen tar flera turer tom innan den når plan med människor som vill åka. Under introduktionsfasen av brandhissar är det därför lämpligt att komplettera branddatorn med mänsklig hjälp. Detta ombesörjs genom att övervakning och möjlighet till styrning av brandhiss kopplas till en kontrollstation med bemanning dygnet runt. En förutsättning för detta är att kameror, som ansluts till kontrollstationen, installeras i foajéer och brandhissar. Personen som övervakar brandhiss skall ges kunskaper som möjliggör korrekta beslut. Notera att det krävs relativt ingående kunskaper om mänskligt beteende och branddynamik för att klara denna uppgift.

5 Mänskligt handlande

För att brandhissen skall fungera krävs en väl genomtänkt utrymningsstrategi som människor verkligen handlar efter.

5.1 Beteendepåverkande information till utrymmande

Konstruktion och installation av brandhissar utgör bara halva jobbet. Människorna måste vara villiga att använda hissen för att den skall vara till nytta. Information är mycket viktig och skall utföras så att den bearbetar människors rädsla. Information skall visa hur systemet fungerar och förklara alla dess reserv- och skyddsfunktioner (Levin et al 1993). Denna information kan delas in i tre kategorier; utbildning och övning, skyltning samt larm och information.

5.1.1 Utbildning och övning

Utbildning sker i syfte att ge människorna tillräcklig kunskap om den utrymningsstrategi som är förknippad med brandhissutrymning. Alla människor som förväntas använda sig av brandhissen i byggnaden bör utbildas i brandhissutrymning.

Målet med utbildningen är att göra människor medvetna om brandhissens existens samt dess användningsområde. Utbildningen bör omfatta information om den ökade risken med att använda brandhiss till utrymning, möjligheten till att välja mellan brandhiss och trapphus m m. Denna information förmedlas för att de utrymmande skall veta hur de skall agera vid brandlarm samt vilka för- och nackdelar hissvalet innebär.

Sannolikheten för framgångsrik brandhissutrymning ökar om de boende är medvetna om brandhissens användningsområde. Alla berörda skall således ha fullgoda och aktuella kunskaper om detta så att ingen tveksamhet råder då det är dags att utrymma. Utbildningen sker troligen lättast i samband med personens första kontakt med byggnaden. Detta kan t ex ske i samband med undertecknande av hyreskontrakt eller vid inskrivning på hotell. Kunskap om hissutrymning säkerställs lämpligen med återkommande kunskapskontroller. Kunskapskontroller utförs främst i syfte att kontrollera kunskapsnivån men utgör även underlag för eventuella beslut om utbildningsförbättringar.

Ett nödvändigt komplement till utbildning är övning som t ex kan ske analogt med metod som används på kryssningsfartyg. Då utrymningslarmet aktiveras skall samtliga utrymma efter bästa förmåga och resultatet utvärderas och eventuellt följas av beslut om förbättrad utbildning. Dylika övningar kan ske på begränsad tid och bör inte vara svårt att motivera. Övningen skall omfatta de moment som de utrymmande förväntas utföra. De som utbildas skall få klargjort för sig hur de kommer att informeras om utrymning och hur de skall utrymma (Levin et al 1993).

Personen eller företaget som ansvarar för byggnadens brandsäkerhet i övrigt ansvarar lämpligen även för att berörda människor ges tillräcklig utbildning och övning.

För att konkretisera och exemplifiera hur utbildningen kan utformas finns i bilaga C ett förslag till informationsformulär med efterföljande kontrollfrågor.

5.1.2 Skyltning

Skyltning är ett viktigt redskap för styrningen av människor, och används generellt för att förenkla utrymning. Tydlig skyltning är extra påkallad i ett högt hus som använder

okonventionella utrymningsmetoder, såsom brandhissar. Skyltningen skall hjälpa människor att identifiera och lokalisera brandhiss med tillhörande foajé.

Dörr till foajé och foajé förses med skyltar, som indikerar den som säker plats och väntstation för brandhiss, t ex ”Brandsäker foajé - väntplats för brandhiss”. Brandhiss förses med liknande skyltar både utanpå hisschakt och inuti hissorg, t ex ”Brandhiss för utrymning”. Skyltar kan läsas dagligen då personer väntar på eller åker i hissen. Förutom att hjälpa människor identifiera och lokalisera brandhiss och foajé, introducerar skyltarna brandhissen som ett utrymningsmedel och motverkar eventuell inneboende vilja mot att utrymma med hjälp av brandhissar.

Vägen till brandhiss bör vara utmärkt på ett tydligt och lättförståeligt sätt motsvarande metoder för ordinära utrymningstrapphus. Skyltar som hänvisar till brandhiss bör utformas på ett pedagogiskt sätt med grafiska symboler föreställande människor som utrymmer via brandhissar. I byggnader med människor som inte förväntas tala svenska, t ex hotell, skall skyltar utföras endast med symboler alternativt på engelska.

Om byggnaden är försedd med flera hissar, varav vissa inte är brandhissar, skall dessa skyltas så att missförstånd undviks, t ex ”Observera ej brandhiss”.

5.1.3 Larm och information

För att kunna utrymma på ett säkert och effektivt sätt behöver människor information om när de skall utrymma samt när och om brandhissen kan användas. Vid branddetektion skall utrymningslarm aktiveras, vilket lämpligen utgörs av ett talat meddelande som aviserar att trapphus och brandhiss finns tillgängligt för utrymning. Talade meddelande har erfarenhetsmässigt visat sig ha bäst genomslagskraft och hörbarhet hos människor.

Normalt sker utrymning genom att hela byggnaden larmas samtidigt, s k okontrollerad utrymning, vilket kan ge upphov till köbildning i trapphus. Beträffande brandhissen blir konsekvensen av denna utrymningsmetodik att människor långt ifrån brandplanet kommer att uppehålla sig i brandhissens foajé under betydande tidsrymd. Fördelen med detta utrymningsförfarande är att människor troligen är säkrare i en trycksatt brandhiss än på andra platser.

Alternativet är s k kontrollerad larmning och utrymning, vilket innebär att våningsplanen ovan brandplanet närmst branden evakueras först, varefter resten av våningsplanen följer. Styr utrymning gör att väntetiden i brandhissens foajé minskas för människor långt ifrån branden. En fördel med denna metod är att människor som väntar på brandhissen inte stressas upp och mår psykiskt dåligt av att vänta på brandhissen.

Om okontrollerad utrymning används skall utrymningslarmet ljuda på byggnadens samtliga våningsplan. Vid kontrollerad utrymning larmas våningsplanen etappvis.

Brandhissen styrs av branddatorn på ett sätt som beror på brandens belägenhet och människor behöver veta när den kommer till deras våningsplan. Genom att visa tiden till hissens ankomst ges bättre underlag vid beslut om val av utrymningsväg. Om de väntande vet när hissen kommer bedöms även väntan bli drägligare eftersom det rör sig om en ändlig tid där målet syns i form av en tid till ankomst.

I foajén informeras människor av branddatoren via en s k informationstablå. Informationstablån utförs t ex digital så att dess tecken är läsbara även i mörker. I samma ögonblick som brandens läge fastställts via detektion skickas signal till branddator. Branddatorn konstaterar brandplanetns läge, lägger upp en färdväg och summerar drifttider till varje våningsplan. Drifttiderna bygger på bedömningar som gjorts av reaktions-, besluts- och evakueringstider samt transporttider inklusive tid för dörrstängning och dörröppning.

Respektive vånings informationstablå visar när hissen förväntas komma alternativt att den redan varit där eller inte kommer dit. Tiden kan variera beroende på hur länge hissen tvingas stanna på varje plan och uppges därför ungefärligt på informationstablån. Anledningar till att brandhissen inte kommer kan vara att den redan varit där eller att räddningstjänsten använder den. Om hissen inte kommer redovisas detta tydligt på informationstablån, t ex ”brandhiss kommer ej – ta trapporna”.

5.2 Mänskligt beteende för knippat med olika byggnadstyper

Brandhissar enligt detta arbete avses användas i byggnader med enkla geometrier, d v s bostäder, hotell och kontor, varje byggnadstyp med sina speciella egenskaper. Varje byggnadstyp präglas av speciella egenskaper t ex beroende på hur den befolkas och nyttjas. Människorna i byggnaden har olika personens egenskaper vilket medför att olika beaktanden måste göras då strategin för mänskligt handlande dras upp. T ex präglas bostäder av att människorna har god lokalkänedom medan hotell oftast präglas av motsatsen.

5.2.1 Hotell

På hotell dominerar kortvarigt boende i form av inhyssning mellan enstaka dagar till ett fåtal veckor, vilket gör att utbildning och övning blir problematisk. Det finns dock möjlighet att i samband med incheckning kort dela ut samt kunskapskontrollera brandhissrelaterad information.

Hotell präglas av att det i varierande omfattning alltid finns personal tillgänglig. Personalen kan variera från enstaka nattportier till flertalet skiftarbetande städpersonal, vakter, servicepersonal mm. För att kompensera för bristande utbildning och övning kan hotellpersonal med fördel utbildas att hjälpa utrymmande genom att vid utrymningslarm informera om brandhissens funktion. Denna personella resurs bedöms dock inte kunna ersätta bristen på utbildning men dock reducera konsekvenserna av den.

Eftersom hotellgäster oftast vistas på hotellet under kortare tid kommer deras lokalkänedom troligen att vara dålig. Dålig lokalkänedom ställer utökade krav på tydlig och pedagogisk skyltning och vägledning under utrymningen. T ex kan informationstablån kompletteras med talad information som förmedlas via högtalare utplacerade i brandhiss. Tätare utplacering av vägvisande skyltar ökar de utrymmandes chanser att hitta rätt i en främmande miljö.

Hänsyn till att alla människor troligen inte talar svenska skall tas vid utformningen av skyltning och information.

5.2.2 Bostäder

I bostadshus finns människor i varierande ålder och det finns troligen en överrepresentation av barn och äldre jämfört med hotell och kontor. Barn och äldre kan i vissa fall ha svårt att förstå förtjänsten med brandhissutrymning samt hur de skall agera för att använda brandhissen. Brandhissen är som tidigare nämnt företrädesvis avsedd för människor som inte kan utrymma enkelt via trapphus, vilket torde gälla i större omfattning just för barn och äldre.

Mot bakgrund av detta är det lämpligt att speciellt utbilda småbarnsföräldrar eller vårdpersonal för äldre i brandhissutrymning. Ett alternativ till detta är att vissa människor i byggnadens absoluta närhet (om sådana finns tillgängliga) utbildas att hjälpa dessa behövande människogrupper. En förutsättning är att dessa människor snabbt larmas så att de snabbt kan komma till de behövandes hjälp.

I motsats till hotell- och kontorsbyggnader finns det ingen naturlig ledningsorganisation i ett bostadshus. På hotellet finns ledning och administration som kan ges ansvar för utbildning och information. I kontorsbyggnaden finns oftast en arbetsgivarorganisation som kan sörja för utbildning och uppföljning på ett naturligt sätt, vilket t ex kan ske med hjälp av skyddsombud vid skyddsronder. För att inte tappa denna viktiga funktion skall bostadshusets brandskyddsansvarige utse ansvariga för utbildning och uppföljning så att goda förutsättningar för framgångsrik brandhissutrymning ges.

Utbildning av människor i bostadshus kan bemötas av motvilja eftersom man tar människors fritid i anspråk. För att komma över detta problem bör de boende informeras väl om brandhissens förtjänster och att den medför ökad personsäkerhet. Som ett extra incitament kan utbildningen ske i samband med en trevlig händelse, t ex kaffe och fika i husets samlingslokal.

5.2.3 Kontor

I kontorsbyggnaden är förutsättningarna goda för framgångsrikt mänskligt handlande och kan i princip ske enligt kapitel 5.1. En god kontrollfunktion för utbildning och övning, skyltning samt larm och information finns som nämnts hos skyddsombudet som kan åläggas ansvaret för utbildning och uppföljning. En förutsättning är att skyddsombudet ges tid för att lösa denna uppgift, lämpligen i samband med skyddsronder så att regelbundenhet erhålls.

5.3 *Beteendepåverkande information till räddningstjänstpersonal*

5.3.1 Utbildning och övning

En förutsättning för att räddningstjänsten skall ges möjlighet att påverka brandhissens styrning är att de utbildas kring detta. Räddningstjänsten kan ta över brandhissens styrning i två olika fall; då branddatorn ställt av den p g a brandpåverkan eller då den används till utrymning, s k utrymningsläge.

Brandhisskonceptet är relativt komplicerat och tiden är ofta kritisk vid räddningsinsatser. Av den anledningen skall räddningstjänsten redan innan larmet går vara väl förberedd vid insatser på byggnader med brandhiss. För att inte förlora värdefull tid skall de redan vid ankomst till platsen veta vilka hissar som är brandhissar samt var de är belägna. Räddningstjänsten skall snabbt kunna lokalisera de ställen de kan överta brandhissens styrning ifrån samt var brandhissens översiktstablå (se 5.3.3) finns. De skall även vara väl inlästa på den utbildande information som de boende har fått enligt kapitel 5.1.1. För att mängden information inte skall bli överväldigande är det lämpligt att information som räddningstjänsten skall hålla reda på standardiseras och på så sätt minimeras.

Räddningstjänsten har möjlighet att driftsätta brandhiss som branddatorn ställt av och skall därför utbildas i vad det innebär. Branddatorn ställer av brandhissen vid brandpåverkan p g a att den riskerar påverkas av brand eller brandgaser och av den anledningen inte är driftsäker. Genom att på översiktstablå studera var detektion skett i brandhissen ges räddningsledaren viss möjlighet att bilda sig en uppfattning om brandhissen bör användas av brandmännen. Om

endast kalla brandgaser påverkar brandhissen är det troligen säkert att använda den med skyddsutrustning och tillhörande luftpaket. Om branden är belägen på betydande avstånd från brandhissen förhåller det sig troligen på detta sätt. Fördelen med att använda brandhissen skall dock vägas mot risken för att fastna i den. Det är tveksamt om räddningsledaren bör använda brandpåverkad brandhiss om det inte rör sig om livräddning, då användning av brandpåverkad brandhiss inte bedöms som riskfri.

Räddningstjänsten skall ges möjlighet att överta brandhissen även om den inte påverkats av brandgaser och försatts i räddningstjänstläge. Om räddningstjänsten bedömer att brandmännen behöver brandhissen mer akut än de utrymmande så skall de ha möjlighet att aktivera räddningstjänstanvändning. Räddningstjänstens bestämmanderätt bygger på att de mer sannolikt hamnar i situationer där brandhissen behövs akut. Exempelvis kan brandhissen vara en förutsättning för att räddningstjänsten skall hinna till ett högt beläget våningsplan för livräddning eller brandbekämpning. Räddningstjänstens övertagande av brandhissen innebär att eventuellt väntande personer i foajén kan tvingas ta trapporna istället.

För att öka räddningstjänstens kompetens på brandhissutrymning kan de kopplas in i samband med att byggnadens människor övar utrymning. Återkommande övningsinsatser ökar kunskapen om brandhissar och dess funktion och bör därför utföras.

5.3.2 Skyltning

Räddningstjänsten skall redan vid ankomst känna till det viktigaste om brandhissen placering, styrning m m men skall även kunna finna denna information på byggnadens insatsplan. Insatsplanen placeras lämpligen bredvid eller i direkt anslutning till brandhissens översiktstablå.

5.3.3 Larm och information

Larm och information samlas på ett ställe i en s k översiktstablå, vilken placeras skyddat från en eventuell brand och så att den snabbt och lätt hittas av räddningstjänsten när de kommer till platsen. Översiktstablåen består av en tavla som vidarebefordrar information som räddningspersonal kan ha nytta av. Översiktstablåen hämtar sin information ifrån branddatorn och ger räddningstjänsten insyn i allt branddatorn registrerar. Översiktstablåen skall ge information om:

- Brandhissars läge, om de fungerar och dess förutbestämda utrymningsmönster
- Var brand detekterats
- Status för trycksättningsfläktar och att brandhissens övertryck gentemot andra rum ligger på inom rätt intervall
- Brandhissar som eventuellt påverkats av brand eller brandgaser
- Om brandhissar är i utrymningsläge eller i räddningstjänstläge
- Hissdörrar som stoppats eller varit öppna för länge
- Eventuellt aktiverade släcksprinklers
- Att branddatorn fungerar och kontrolleras av backupdatorn
- Att informationstablåer på alla våningsplan fungerar

5.4 Felaktigt mänskligt beteende

Felaktigt beteende definieras av att människor handlar i konflikt med tänkt utrymningsstrategi. Felaktigt mänskligt beteende kan förklaras med okunskap eller ovilja att följa de regler som gäller för brandhissen. Felaktigt mänskligt beteende kan även förklaras av

psykologiska faktorer som t ex vana, tidigare erfarenheter, stress m m. Om människor av olika skäl missar brandhissen så kommer de troligen att utrymma via trapphus.

Om det blir trängsel i hisskorgen eller föremål hindrar brandhissens dörrar att stängas, kan brandhissen försenas eller dess funktion gå förlorad. Sannolikheten för detta händelseförlopp reduceras genom att foajén förses med högtalare som avger ljudsignal via branddator. Då branddatorn indikerat problem med dörrstängning eller öppna dörrar i alltför lång tid aktiverar den kraftig ljudsignal för att indikera att dörren inte är stängd. Dörrar som fastnat skall även indikeras på översiktstablån.

5.5 Kommer brandhissen att användas ?

En förutsättning för att brandhissen skall öka byggnadens utrymnings säkerhet är att den används i utrymningen. Sannolikheten för att människor verkligen kommer att använda brandhissen kan ifrågasättas, i synnerhet beträffande hotellbyggnader. Brandhissen är emellertid tänkt som ett komplement för människor som inte gärna använder trapphusen. De människor som tillhör denna grupp har troligen en större benägenhet att ta åt sig information om brandhissens funktionssätt och användning.

Levin et al (1994) konstaterar i en undersökning av personal i flygledartorn att människorna visade stark ovilja att använda brandhissar till utrymning, inte ens som reservutrymningsväg. Ett argument mot brandhissanvändning var dåligt underhåll och relativt tätt mellan hisstillstånden, vilket bör betäckas vid utformning av brandhissens underhållsplan.

Dock konstaterar Levin att det finns faktorer som talar för att brandhissen kommer att användas. Om trapphuset är rökfyllt eller blockerat kan det leda till att hissen används. Vidare menar Levin att människor med funktionshinder tvingas eller uppmuntras att använda den. Levin menar även att människor ofta utrymmer den väg de kom in i byggnaden, vilket talar för utrymning med brandhissar. Levin konstaterar att människor kan läras att använda speciella brandhissar, dock under förutsättning att de ges en bra träning för det.

Resonemanget av Levin ovan berörde fysiskt kapabla människor utan funktionshinder. En funktionshindrad människa bedöms av ren självbevarelsedrift i högre grad än fysiskt kapabla människor informera sig om och använda en utrymningsväg som i vissa fall kan vara den enda. Brandhissens primära målgrupp är funktionshindrade och dessa bedöms använda hissen eftersom den oftast är säkrare och i vissa fall det enda alternativet.

6 Befarade negativa sekundäreffekter med brandhiss

En byggnad förses med brandhiss för att ge en förhöjd brandskyddsnivå, främst i samband med utrymning och räddningstjänstinsats. Användningen av brandhiss innebär att olika relativt obeprövade tekniska system införs. Detta kapitel syftar till att analysera hur brandhissen och dess funktioner påverkar en byggnads traditionella brandskydd.

6.1 Befarad användning av vanliga hissar till utrymning

Traditionellt sett skall hissar inte användas vid utrymning utan all utrymning skall ske via trappor, en kunskap som nog sitter djupt rotad hos de flesta. Genom att börja använda brandhissar så påverkas troligen människors inställning, vilket kan leda till missuppfattningen att alla hissar kan användas som brandhissar.

Genom att noga informera brandhissanvändarna om att denna typ av utrymning endast gäller för särskilt designade brandhissar, bedöms människor förstå skillnaden. Informationen förstärks ytterligare, dock endast i byggnad med brandhiss, genom att brandhissar och vanliga hissar skyltas samt genom att vanliga hissar ställs av vid branddetektion. I vissa fall skyltas vanliga hissar på ett sätt som visar att de inte skall användas till utrymning. På sikt om brandhissar blir vanligare bör alla hissar som inte är brandhissar skyltas så att detta framgår, dvs förebyggande skyltning av alla ordinära hissar, även i hus som saknar brandhissar

6.2 Befarade konsekvenser av trycksättningssystem

6.2.1 Temperatur

För att hindra brandgaserna från att tränga in i brandhissen används övertryckssättning. För att generera övertryck pumpas uteluft in med hjälp av fläktar. Om utrymningen sker en kall vinterdag kan det innebära att luft som är 20 grader kall pumpas in i hisschaktet.

Luften kommer troligen att värmas upp snabbt av omgivande schaktväggar, dock kommer viss temperaturskillnad att föreligga. Denna kalla luft kan påverka brandhissens mekaniska komponenter så att de felfungerar med avstannad brandhiss som följd. Problemet löses genom att brandhissens komponenter utförs så att de klarar drift under kalla förhållanden. Detta bedöms vara en framkomlig väg grundat på de utomhushissar som finns i Sverige och utomlands. En alternativ lösning är att värma uteluften genom att låta den passera värme element eller elektriska element. Kall uteluft kan dessutom upplevas störande av de utrymmande i hiss och foajé samt vid passage genom dörr till foajé. Notera även att kall luft som rör sig upplevs som ännu kallare.

6.2.2 Syresättning av branden

Det är vid brand olämpligt att tillföra syrerik luft eftersom den ökar brandens intensitet. Det är endast brandhissen som tillförs syre direkt men läckageytor och öppningar medför att luften slutligen även riskerar nå brandrummet. En uttryckt målsättning måste därför bli att brandhissen utförs så tät så möjligt. En tät brandhiss kräver mindre fläktflöde samtidigt som risken för syresättning av branden minskar.

För att branden skall kunna syresättas av trycksättningssystemet krävs dock att brandrummet står i kontakt med brandhiss via t ex korridor. Ett sådant scenario medför troligen att branden får tillgång till syre oavsett trycksättning. Korridoren och övriga rum med öppna dörrar innehåller betydande mängder syre och dessutom fönster som då de brister tillhandahåller i princip obegränsat med syre.

Största risken för betydande syresättning av branden fås emellertid då dörr till brandhiss står öppen. Övertrycket i brandhissen kommer då snabbt att sjunka genom att stora mängder luft strömmar ut som i värsta fall syresätter branden. Detta problem kan hanteras genom att ingången till brandhissen sker genom att en sluss passeras. Slussen utformas så att dess båda dörrar inte öppnas samtidigt, vilket innebär att fritt utflöde av luft från brandhiss försvåras.

6.2.3 Brandgasspridning

Trycksättningssystemet designas för att hindra brandgaser från att nå brandhissen men kan även få andra effekter.

Om brand uppstår i brandhissen kommer trycksättningssystemet att bidra till att sprida brandgaserna från brandhissen till övriga delar av byggnaden. Vid brand i brandhiss skall brandhissen ställas av alternativt användas av räddningstjänsten.

Genom att stänga av trycksättningsfläkten vid brand i brandhiss kan risken för ökad brandgasspridning p g a fläktar och trycksättning elimineras. Om fläkten stängs av ökas dock sannolikheten för att branden påverkar brandhissen, vilket medför ökad fara vid räddningstjänstanvändning. Detta är således olämpligt.

Genom att ingången till brandhissen sker via brandsluss reduceras risken för brandgasspridning vid brand i brandhiss. Slussen gör att eventuella brandgaser från brandhissen ej i större mängder kan strömma ut i byggnaden även om trycksättningsfläkten är igång.

Luft som flödar från brandhiss till angränsande utrymme, t ex korridor, kan bidra till ökad brandgasspridning i korridor och mellan korridor och rum. Sannolikheten för även detta händelseförlopp reduceras om brandhissen förses med en brandsluss eftersom luftflöde då sannolikt aldrig uppstår.

6.3 **Ökad risk för grova fel**

Vid alla former av installationer kan olika typer av grova fel uppstå. Detta kan bero på att instruktionen som styr utförandet inte är tillräcklig, vilket kan leda till att felaktiga antaganden görs. Det kan bero på försumlighet eller slarv. Denna typ av fel är svår att styra och kontrollera, men utgör ett allvarligt hot mot personsäkerheten om den drabbar vitala komponenter.

Eftersom brandhissar har ett stort inslag av avancerad teknik är uppkomsten av grova fel extra sannolik. Detta skall beaktas speciellt så att det säkerhetsmässiga avståndet till trapphus inte blir onödigt stort.

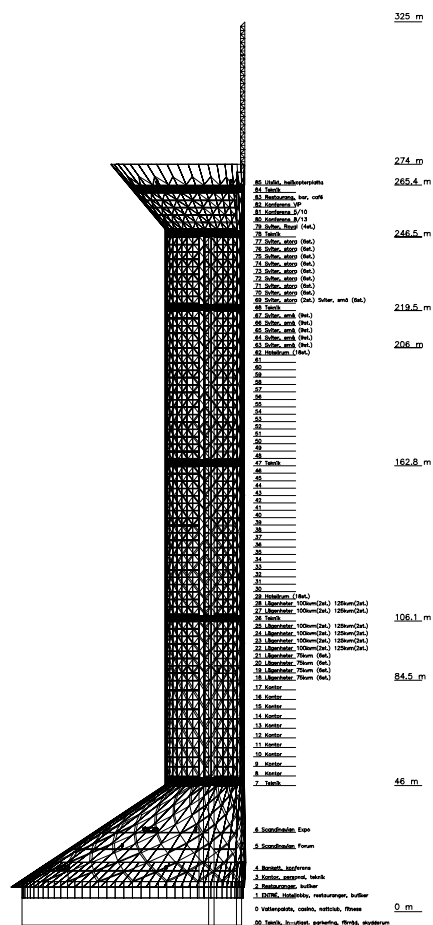
För att undvika grova fel skall ett kvalitetssäkringsprogram implementeras, som syftar till att minimera fel. Ett sådant program bör ta hänsyn till de olika viktiga komponenterna och bör t ex innehålla detaljerade regler för utformningen av hisschaktet. Fristående sakkunnig kontrollant bör fortlöpande under byggtiden kontrollera att konstruktörens ursprungliga avsikter förverkligas. Kontrollprogram bör upprättas, där bl a hissmaskinrummets kylanordning och brandhissens styrning kontrolleras efter service och reparation.

7 Utformning av brandhissens trycksättningsfunktion – exempel

Tryckhållning av brandhissar är en förhållandevis komplicerad process som spelar en central roll i denna rapport. Nedan följer ett kapitel som syftar till att förtydliga hur dimensionering av ett trycksättningssystem kan utföras. Kapitlet innehåller även information om dimensionering av brandhissens trycksättningsfläkt med tillhörande beräkningar. Tillämpningen görs på en tilltänkt byggnad i Malmö, som går under benämningen Scandinavian Tower.

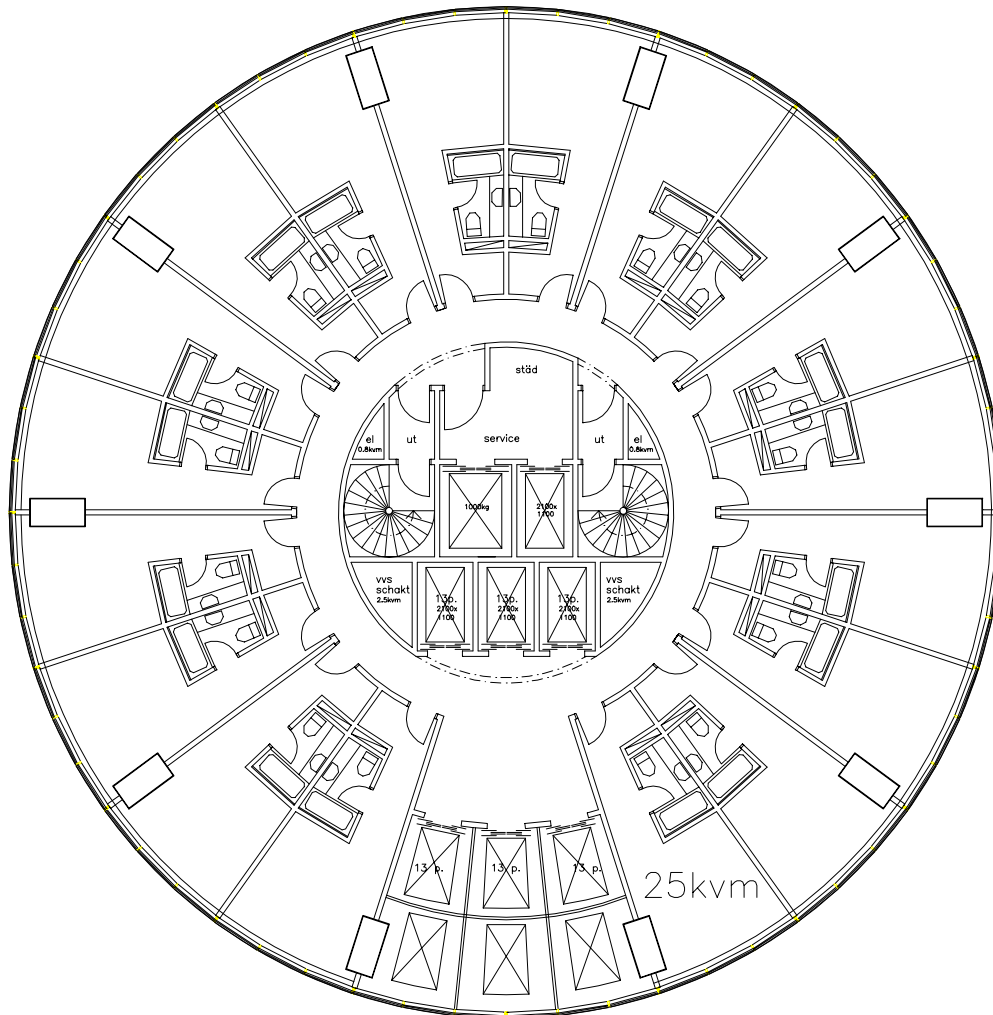
Byggnaden är ännu ej uppförd och dess utseende är av den anledningen inte bestämt i detalj. I de fall information inte har funnits tillgänglig om hur utförandet är tänkt görs antaganden för att fylla dessa luckor och på så sätt fås ett komplett exempel. Observera att stora delar av detta kapitel således är kompletterat med antaganden. Föreliggande kapitel utgör inte bestämmelser för hur Scandinavian Tower skall utföras.

Byggstart för Scandinavian Tower skall ske under 1999. Byggnaden skall uppföras cirka 3 km söder om centrala Malmö i Hyllieområdet. Objektet består av ett 274 meter (utan antenn) högt hus med 85 våningar. De olika våningarna inhyser lägenheter, hotellrum, kontor, teknikutrymmen och konferensrum. Byggnaden är cirkulär och bottenvåningen har en diameter på 80 meter som successivt smalnar av till 28 meter. Större delen av huskroppen har sedan en diameter på 28 meter som avslutningsvis vid toppen successivt ökar till cirka 42 meter och avslutas med en helikopterplatta.



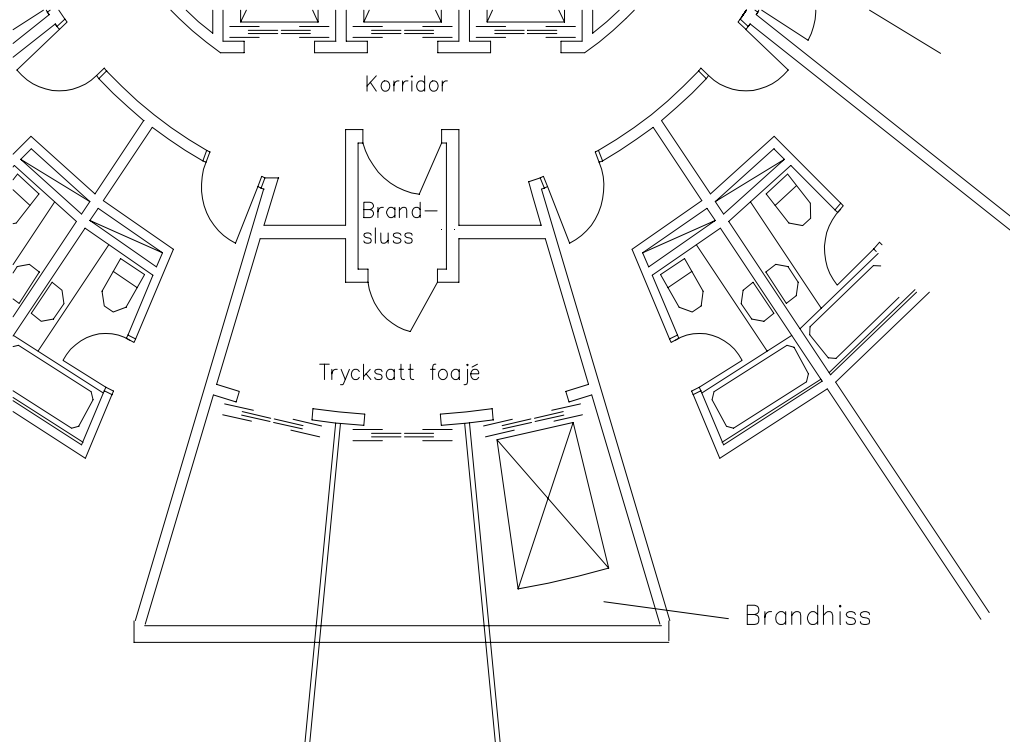
Figur 7.1 Scandinavian Tower

Denna tillämpning begränsar sig till en i höjddled utvald del omfattande våningarna 29-62, som endast innehåller hotellrum med planlösning enligt figur 7.2. Aktuell del av byggnaden kan sålunda liknas vid en 33-vånings byggnad. Varje plan har 18 lägenheter med en golvyta på 25 m² vardera och våningshöjden är 2.7 meter. Byggnadsdelen har valts ut eftersom den utgör ett lämpligt objekt med enkel geometri och stor höjd.



Figur 7.2 Projekterad planlösning

Scandinavian Tower är inte projekterad för att inhysa brandhissar och för att möjliggöra detta inritas en brandhissfoajé som ansluter till korridoren via en brandsluss, se figur 7.3. Foajén fungerar enligt tidigare kapitel som en trycksatt väntplats och brandslussen förebygger brandgasspridning och tryckförluster mellan foajé och korridor.



Figur 7.3 Reviderad planlösning med brandhiss och brandsluss

7.1 Dimensionerande förutsättningar för övertrycksättning

Brandhissens trycksättningsfläktar dimensioneras för att upprätthålla en tillräckligt hög tryckskillnad mot angränsande utrymmen för att förhindra brandgasspridning. Detta krav skall uppfyllas under de omständigheter som rimligen kan uppstå vid brand. Brandhissens tryckskillnad får emellertid inte tillåtas bli för hög eftersom de utrymmande då kan få problem med att öppna dörren till foajén. Brandhissens trycksättningsystem dimensioneras med hänsyn taget till följande faktorer (använda formler förklarar i kapitel 3):

- Öppningar i brandhissens omslutningsytor samt ventilation för husbehov
- Termisk stigkraft vid brand eller vid naturlig temperaturskillnad
- Termisk expansion vid brand
- Kolveffekt från hisschakt
- Vindtryck och fasadöppning i rum som gränsar till brandhiss (brandhissen saknar fasadöppningar)
- Maximal erforderlig dörröppningskraft

7.1.1 Öppningar i brandhissens omslutningsytor samt ventilation för husbehov

Öppningar i brandhissen, t ex dörrar, läckageytor eller ventilationskanaler medför att luft fritt kan strömma ur en trycksatt brandhiss. Om luft obehindrat tillåts flöda ur brandhissen minskar dess tryckskillnad gentemot angränsande rum. Om motsvarande mängder luft blåses in kommer emellertid brandhissens tryck att ligga på oförändrad nivå trots utflödet. Inverkan av öppningar elimineras således genom att trycksättningsfläktarna blåser in lika mycket luft som strömmar ut.

Öppningarna i sig ställer således inga krav på trycknivå, utan endast ett tillflöde av luft för att bibehålla trycket på avsedd nivå. Av den anledningen beaktas öppningars inverkan under sektion 7.3, där trycksättningsfläkten dimensioneras.

7.1.2 Termisk stigkraft vid brand

Brand som riskerar påverka brandhissens tryckskillnad kan uppstå antingen i ett rum av vanlig storlek eller i hisschakt som gränsar till brandhissens schakt. Scenariot med brand i angränsande hisschakt bedöms som osannolikt grundat på låg brandbelastning och medtages därför inte vid denna dimensionering.

Brand i utrymme som gränsar till brandhiss, d v s i korridor eller i angränsande rum, utgör ett sannolikt scenario. Vid dimensionering används här temperaturen 600 grader, en temperatur som ofta anses känneteckna övertändning. Vid högre temperaturer antas fönster gå sönder, vilket ger upphov till utflöde av brandgaser och tryckavlastning. Vid dimensionering av erforderligt tryck antas konservativt en medeltemperatur på 873 K i korridoren och en temperatur på 293 K i foajén. Neutrala lagret kan maximalt uppgå till rummets höjd, d v s 2.7 meter, vilket konservativt ansätts till neutrala lagrets storlek. Dessa förutsättningar ger en maximal tryckskillnad över dörren på:

$$\Delta P = 3460 \times \left(\frac{1}{293} - \frac{1}{873} \right) \times 2.7 \approx 22 \text{ Pa}$$

Branden ger således upphov till en maximal tryckskillnad på ungefär 22 Pa mellan brandhiss och rum alternativt korridor.

7.1.3 Termisk stigkraft vid naturlig temperaturskillnad

Brandhissen är belägen inne i huskroppen vilket innebär att den endast angränsar till utrymmen med samma temperatur. Mellan utrymmen med samma temperatur uppstår inga termiskt genererade tryckskillnader i gränssytorna.

7.1.4 Termisk expansion

Vid brand i korridor eller i rum som gränsar till brandhiss medför temperaturökningen att brandgaserna expanderar. Vid normalt byggande med normala läckageytor kommer tryckupbyggnaden i rummet att bli försumbart liten.

7.1.5 Kolveffekt

Vid hissens rörelse i hisschaktet dras luft med, vilket skapar ett övertryck före hissen och ett undertryck efter hissen, enligt sektion 3.2.5 (insatta värden är realistiskt valda).

$$\Delta P_{crit} = \frac{K_{pe} \times \rho}{2} \times \left(\frac{A_s \times A_e \times V}{A_a \times A_{ir} \times C_c} \right)^2$$

Där:

$$A_e = \left(\frac{1}{A_{sr}^2} + \frac{1}{A_{ir}^2} + \frac{1}{A_{io}^2} \right)^{-0.5} = \left(\frac{1}{1.2^2} + \frac{1}{0.4^2} + \frac{1}{1.2^2} \right)^{-0.5} \approx 0.4$$

Kritisk tryckskillnad uppgår till:

$$\Delta P_{crit} = \frac{K_{pe} \times \rho}{2} \times \left(\frac{A_s \times A_e \times V}{A_a \times A_{ir} \times C_c} \right)^2 = \frac{1 \times 1.2}{2} \times \left(\frac{9 \times 0.4 \times 3}{2 \times 1.2 \times 0.83} \right)^2 \approx 18 \text{ Pa}$$

Dimensionerande tryckskillnad p g a kolveffekt uppgår således till 18 Pa.

7.1.6 Vindtryck och fasadöppning i rum som gränsar till brandhiss

Om ett fönster spricker sönder riskerar luft att flöda in i brandrummet. Kontinuerligt inflödande luft genom ett trasigt fönster medför att trycket stiger i brandrummet, vilket påverkar tryckskillnaden gentemot brandhissen. Tryckskillnaden över en vindpåverkad fasadöppning beräknas enligt följande:

$$P_w = K_w \times C_w \times \rho_0 \times V^2 = 0.6 \times 0.8 \times 1.2 \times 10^2 \approx 60 \text{ Pa}$$

K_w , C_w , och ρ_0 är olika konstanter. Som dimensionerande vindhastighet användes 10 m/s.

7.1.7 Maximal erforderlig dörröppningskraft

Övertrycket i foajén bör ha en övre gräns, vilken bestäms av hur stor kraft som maximalt krävs för att öppna dörren.

Boverket (1998) råder att inte mer än 130 N krävs för att öppna dörren. Kraften som krävs för att öppna dörren beror på trycket i rummet samt vilken kraft dörrstängaren håller emot med. Storleken på dörrstängarens kraft varierar med produkt men i detta exempel antas den vara 50 N.

Maximalt tryck i foajé bestäms enligt följande med moturs moment kring punkten X, se figur 7.4:

$$130 \times 1 - P \times A \times 0.5 - 50 \times 0.5 = 0$$

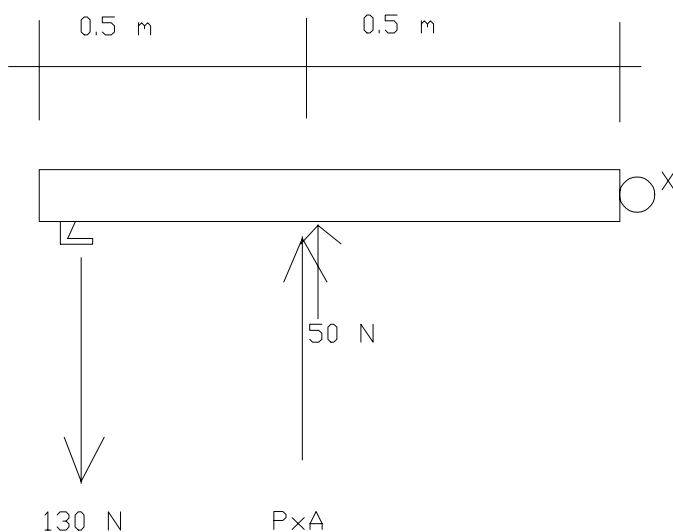
Där

P är rummets tryck i Pa

A är dörrrens area i m² (2)

$$\Rightarrow P = 115 \text{ Pa}$$

Trycket i foajén bör sålunda inte överstiga 115 Pa.



Figur 7.4 Beräkning av maximalt tillåtet foajetryck (50 N är dörrstängarens kraft)

7.2 Dimensionerande uppbyggt tryck mot brandhiss

Enligt ovanstående blir lägsta dimensionerande övertryck i rum som gränsar till brandhiss $22+18+60=100$ Pa och högsta dimensionerande övertryck 115 Pa. För att hindra spridning av brandgaser samtidigt som dörren till brandhissen skall gå att öppna, skall brandhissens övertryck således ligga mellan 100 och 115 Pa. Dimensionerad tryckskillnad upprätthålles sedan genom att de båda fläktarna i trapphuset utförs så att de ger ett konstant tryck under varierat flöde. Vilket tryckskillnad fläktarna skall generera beräknas under 7.3.1.

7.3 Dimensionerande flöde för trycksättningsystem i standardfallet

Detta delkapitel visar ett standardöppningsfall där trycksättningsfläktarnas kapacitet dimensioneras under förutsättning att alla dörrar är stängda och att läckageytorna är enligt 7.3.1. Konsekvenser av förändringar i öppningarnas konfiguration behandlas i 7.4.

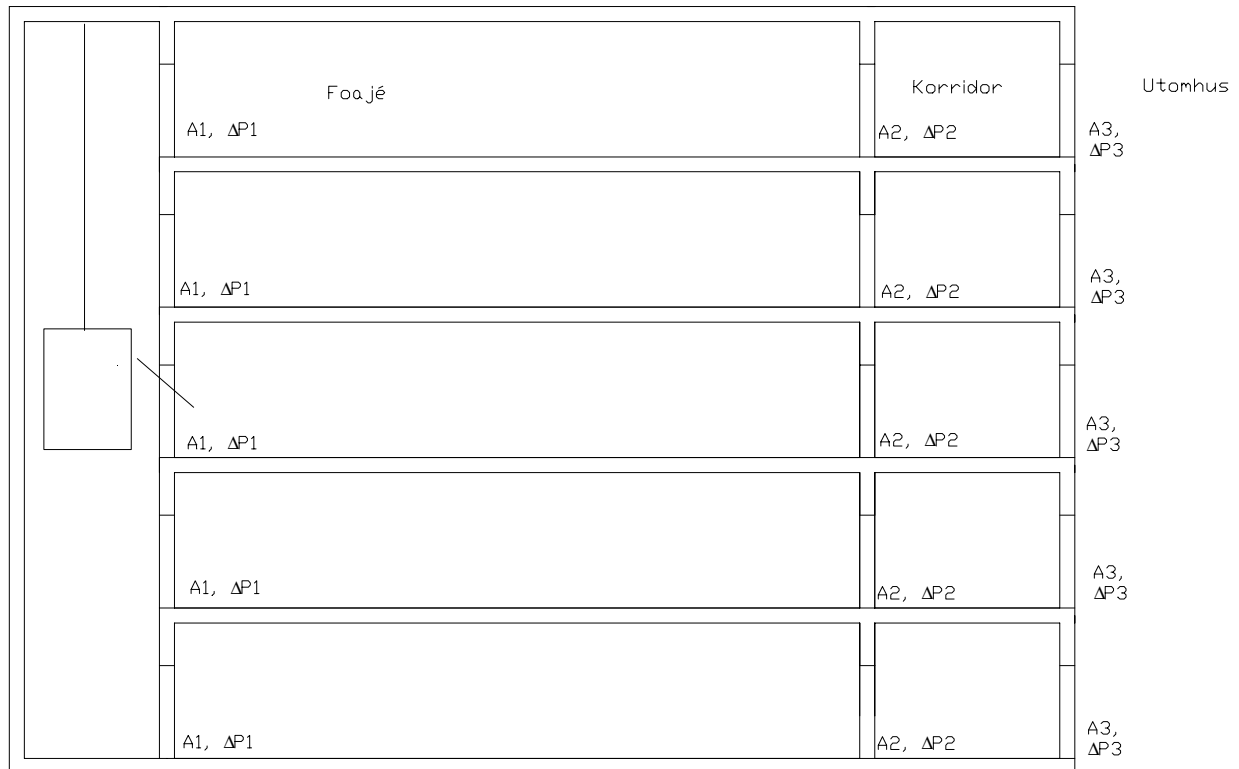
Brandhissens övertryck byggs upp av en fläkt som blåser in luft antingen genom indirekt eller direkt trycksättning. Val av trycksättningsmetod styrs av flera faktorer och fastställs efter en jämförelse av för- och nackdelar (se 3.2). För enkelhetens skull och eftersom detta exempel endast avser att förtydliga, väljs indirekt trycksättning utan vidare diskussioner.

Den inblåsta luften passerar öppningar och drabbas av friktionsförluster på sin väg från fläkten till slutdestinationen, d v s brandhissens foajé. För att uppnå erforderligt tryck i brandhissen krävs kompensation för systemets förluster. Hisskorgens läge i schaktet påverkar luftmotståndets storlek. Om hisskorgen befinner sig mellan trycksättningsfläkten och betraktat våningsplan reduceras luftens genomströmningsarea.

För att få jämnare övertryck i schaktet förses det med två fläktar, en i toppen och en i botten på schaktet. Denna utformning medför att trycket på respektive våningsplan inte påverkas av hissorgens läge i schaktet. Läckagearean till det plan som hissen befinner sig på riskerar trots ovanstående åtgärd att bli mindre än för övriga plan, p g a annan läckagearea. Detta undviks genom att hissen utformas så att läckaget längs med hissorgens sidor blir lika stort som det för stängda hissdörrar. Luften får på så sätt lika stort motstånd till foajéerna på alla våningsplan oavsett hissorgens läge i schaktet. Läckagearean för slutna hissdörrar motsvarar således den för öppna hissdörrar och delvis blockerande hissorg. Läckageytor för konstruktionen framgås av figur 7.5. Med ovanstående förenklande resonemang kommer varje foajé att få ungefär samma övertryck (under förutsättning att foajédörrar är stängda).

7.3.1 Tryckskillnad mellan hisschakt, foajé och korridor

Tryckskillnadernas fördelningar mellan de tre utrymmena styrs av de mellanliggande läckageytornas storlek, se figur 7.5. Läckagearean över hissdörrar ansätts till 0.06 m^2 (A_1) och läckagearean över slussen (endast schematiskt återgiven) ansätts till 0.02 m^2 (A_2). Läckageytor mellan schakt och foajé samt foajé och korridor är valda enligt mätningar återgivna av Klote (1995b). Läckagearean mellan korridor och det fria antas vara 0.5 m^2 (A_3).



Figur 7.5 Konstruktionens läckageytor

För att kunna fastställa tryckskillnadernas fördelning sätts flödet genom rummets läckageöppningar lika:

$$C_1 \times A_1 \times \sqrt{\frac{2 \times \Delta P_1}{\rho}} = C_2 \times A_2 \times \sqrt{\frac{2 \times \Delta P_2}{\rho}} = C_3 \times A_3 \times \sqrt{\frac{2 \times \Delta P_3}{\rho}} \Leftrightarrow A_1 \times \sqrt{\Delta P_1} = A_2 \times \sqrt{\Delta P_2} = A_3 \times \sqrt{\Delta P_3}$$

$$\Leftrightarrow \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 = \frac{\Delta P_2}{\Delta P_1}, \left(\frac{A_2}{A_3}\right)^2 = \frac{\Delta P_3}{\Delta P_2}$$

Med ovanstående blir tryckkvoten:

$$\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 = \left(\frac{0.02}{0.06}\right)^2 = \frac{1}{9} \text{ och } \frac{\Delta P_3}{\Delta P_2} = \left(\frac{A_2}{A_3}\right)^2 = \left(\frac{0.02}{0.5}\right)^2 = 0.0016$$

Som dimensionerande tryckskillnad mellan foajé och korridor (ΔP_2) ansätts enligt ovan 100 Pa. Tryckskillnad mellan foajé och hisschakt (ΔP_1) blir då $100/9 \approx 11$ Pa. Tryckskillnad mellan korridor och det fria (ΔP_3) blir då $100 \times 0.0016 = 0.16$ Pa, vilket innebär att korridorens tryck skiljer sig försumbart från atmosfärstryck. Enligt ovanstående resonemang fås 111 Pa i schaktet, 100 Pa i foajén och atmosfärstryck i korridoren.

Notera att ovanstående beräkning förutsätter en stillastående hissorg. När hissen rör sig i schaktet ökar trycket med 18 Pa före hissen och minskar med lika mycket efter hissen. Denna tryckförändring fortplantas till foajéerna och påverkar storleken på luftflöden genom

öppningar och läckageytor. Eftersom ökning och minskning av trycket är ungefär lika stora kommer totalflödet att vara ungefär lika stort, med lokal tryckökning på våningar belägna före hissen och lokal trycksänkning efter hissen. Då en fläkt monterats i hisschaktets topp och en i dess botten kommer dessa tryckfluktuationer att reduceras. Kolveffekten innebär att trycket under kortare stunder uppgår till 118 Pa, vilket överstiger högsta tillåtna övertryck. Detta anses dock acceptabelt eftersom den endast rör sig om 3 Pa och under kortare tidsrymder.

7.3.2 Fläktens kapacitet

Flödet genom läckageytorna bestäms enligt Karlsson et al (1997) av uttrycket:

$$Q = C \times A \times \sqrt{\frac{2 \times \Delta P}{\rho}}$$

Fläktarnas erforderliga luftflöde beräknas t ex genom att betrakta flödet över läckageytor mellan korridor och foajé (vilket även gäller för flödet mellan hisschakt och foajé) och våning.

Totalt luftflöde uppgår således till $33 \times 0.17 \approx 6 \text{ m}^3/\text{s}$

Ovanstående luftmängd medför att luften kommer att strömma med en hastighet som uppgår till ungefär 8 m/s (0.17/0.02) ifrån hissen till foajén och ungefär 3 m/s (0.17/0.06) från foajén till korridoren. Ett aktiverat trycksättningssystem vintertid kan således ge upphov till att kall luft strömmar genom hissdörrarnas springor med relativt hög hastighet. Kall luft med sådan hastighet kan uppfattas som störande av de människor som står i foajén och väntar. Inblåsning av kall luft medför även att inomhustemperaturen successivt sänks och går emot samma nivå som utomhus. Detta problem elimineras om luften dras igenom ett uppvärmningsaggregat innan den pumpas vidare in i hisschaktet.

7.4 Öppningars inverkan på trycksättningssystemet

Som ovanstående exempel visar är systemets tryckfördelningar starkt styrda av öppningars storlek och läge. Eftersom byggnaden innehåller en stor mängd potentiella öppningar, t ex öppna eller trasiga fönster, dörrar som öppnas eller står uppställda m m, kan många öppningskonfigurationer erhållas. För att genomföra en fullständig dimensionering av brandhissens trycksättning skall alla rimliga scenarier identifieras och beräknas. Detta är emellertid tidskrävande och görs enklast med hjälp av olika datorprogram (se 3.2.7).

Eftersom en fullständig analys är alltför omfattande och tidskrävande visar detta kapitel endast principerna för beräkningsgången. Exemplet under 7.3 som visar ett slags standardfall, där alla dörrar var stängda, kompletteras nedan med en analys som visar hur mycket extra luft som krävs för att kompensera för en öppen sluss.

Hisschaktets övertryck skall enligt ovan uppgå till ungefär 110 Pa. Med öppen dörr till foajé fås med beteckningar enligt ovan; $A_1=0.06$, $A_2=2.02$, $A_3=0.5$. Öppningarna som är seriekopplade kan räknas om till en ekvivalent area:

$$\frac{1}{A_{ekv}} = \frac{1}{A_1} + \frac{1}{A_2} + \frac{1}{A_3} = \frac{1}{0.06} + \frac{1}{2.02} + \frac{1}{0.5} \Leftrightarrow A_{ekv} \approx 0.06 \text{ m}^2$$

Med en tryckskillnad på 111 Pa och en ekvivalent area på 0.06 m^2 erhålls följande flöde:

$$Q = C \times A \times \sqrt{\frac{2 \times \Delta P}{\rho}} = 0.65 \times 0.06 \times \sqrt{\frac{2 \times 111}{1.2}} \approx 0.53 \text{ m}^3 / \text{s per öppen dörr.}$$

Ovanstående värde utgör utgångspunkt vid bestämning av hur många dörrar som antas vara öppna i dimensionerande fall, samt vilken inverkan det har på trycksättningsfläktens prestandakrav. Vid utrymning kommer dörrar att öppnas och stängas på varje våning. Vid stort personflöde till foajéerna kommer eventuellt slussens båda dörrar att vara öppna på något eller några våningsplan. Antalet samtidigt helt öppna slussar kommer sannolikt inte att överstiga tio stycken vilket kräver en ytterligare drygt $5 \text{ m}^3 / \text{s}$ i luftflöde. Vid användning av selektiv larmning och utrymning kan dimensionerande antal öppna dörrar reduceras till antalet samtidigt larmade våningsplan.

Frågan om dimensionerande antal öppna dörrar och dess inverkan är intressant. Genom att förse brandhissen med en sluss med uppställda och självstängande dörrar kan hävdas att sannolikheten för fritt genomflöde av luft är liten. Om sedan slussen utförs med en längd som försvårar eller omöjliggör det för en person att hålla båda öppna, har sannolikheten för fritt genomflöde ytterligare reducerats. Utgångspunkten i detta arbete är att slussarna fungerar och dimensioneringen sker under förutsättning att slussen inte tillåter fritt genomflöde av luft under längre tid.

Om hänsyn skall tas till felaktig uppställning av dörrar tillkommer vissa faktorer. En dörr till sluss som blockeras i uppställt läge får konsekvensen att tryckskillnaden mellan korridor och foajé försvinner. Sker detta på våningsplan som är påverkat av brandgaser blir konsekvenserna troligen allvarliga. Emellertid förväntas människor, om de finns närvarande, stänga dörren, då de upptäcker att brandgaser strömmar emot dem. Ytterligare möjlighet till korrigering ges då branddatorn kan programmeras att larma vid felaktig uppställning. Uppställda dörrar på plan som inte påverkas av brandgaser resulterar endast i ett ökat utflöde av luft, se ovanstående flödesberäkning. Under förutsättning att dimensionerande antal öppna dörrar inte överstigs klaras detta genom att fläktens varvtal höjs.

Vid dimensionering för öppna slussdörrar måste tryckgivare installeras såväl i foajéer på varje våningsplan som i hisschakt. För att trycksättningsystemet skall fungera trots öppen sluss, kan inte lokala tryckfall på plan som inte påverkats av brandgaser tillåtas ställa av brandhiss. Däremot skall tryckfall i hisschakt detekteras och medföra att fläktens varvtal ökas. Det enda scenario som tillåts resultera att brandhiss ställs av är om trycket faller i foajé där brand detekteras.

För att undvika att brandrum trycksätts kan samtliga korridorer försees med fläktstyrd frånluftsventilation. Frånluftssystemet bör då utföras med spjäll på samtliga våningar så att endast brandplanet tryckavlastas så att brandgasspridning förhindras via denna frånluft. Detta scenario ställer högre krav på trycksättningsfläktarnas kapacitet, eftersom större mängd luft då kan flöda fritt över slussen.

8 Brandhiss i jämförelse med traditionella trapphus

Brandhiss ställer höga krav på bl a teknik och mänskligt handlande, vilket intuitivt påskiner stor sannolikhet för att något går fel. Det är av intresse att fastställa vilken förändring i risktagande brandhissutrymning innebär jämfört med traditionell trapphusutrymning.

Boverket (1998) kan sägas fungera som ett rättesnöre för hur tillförlitlig en utrymningsväg skall vara. Boverket fastställer vilka krav som ställs på ett trapphus för att ge det tillräcklig tillförlitlighet. Vad beträffar utförande av brandhissar är bestämmelserna i det närmsta obefintliga, eftersom den typen av konstruktion är sparsamt använd i Sverige. Genom att bestämma de två olika systemens funktionsosäkerhet och sedan jämföra, fås en grov bild av hur brandhiss förhåller sig till trapphus Tr 1 och Tr 2 och Boverket beträffande personsäkerhet.

8.1 Förutsättningar

8.1.1 Metod

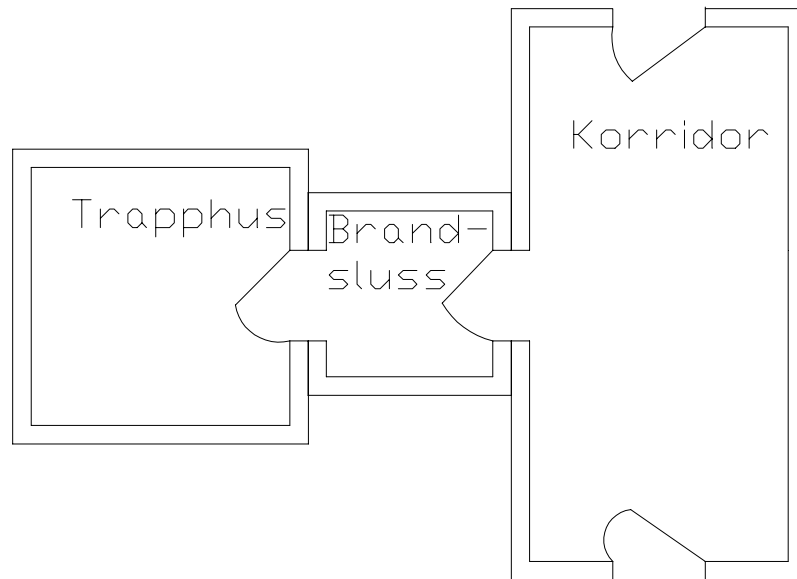
Vid jämförelsen mellan trapphus och brandhiss används felträdsmetodik, vilket innebär att olika felhändelser och dess konsekvenser beaktas. Olika felkällor identifieras, vars funktionssannolikheter sedan uppskattas utifrån statistiska feldata. Ett tal beräknas som kännetecknar respektive systemens totala felfrekvenser, d v s totala risken för felfunktion.

Nedan angiven slutlig felfrekvens förutsätter att branden är belägen i utrymme som gränsar till trapphus respektive brandhiss samt att brandgasernas omfattning är tillräckligt stora för att slå ut utrymningsvägen. Slutfelfrekvenserna skall av den anledningen inte användas som absoluta tal på trappans eller hissens sannolikhet för felfunktion. Målet med felträden är att ge en relativ bild av risken mellan trapphus och brandhiss.

8.1.2 Trapphus Tr 1

Anvisningar om hur trapphus i klasserna Tr 1 och Tr 2 utförs beskrivs i Boverket (1998) kapitel 5:314 och 5:315. Sammanfattningsvis gäller följande:

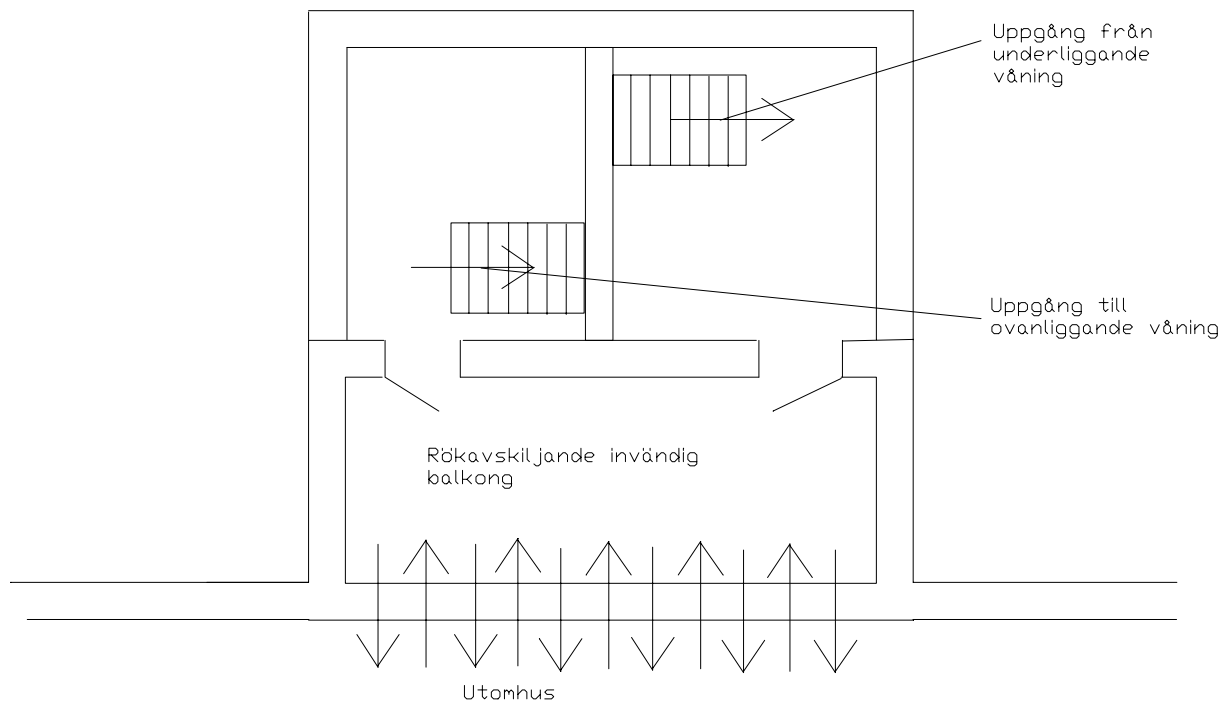
Trapphus Tr 1, se figur 8.1, skall vara skyddat mot brand och brandgaser under minst 60 minuter. Trapphuset får endast ha förbindelse med andra utrymmen genom en brandsluss som förhindrar brandgasspridning till trapphuset. Vidare får varken trapphus eller brandsluss stå i direkt förbindelse med våningsplan som ligger under annat våningsplan, använt för utrymning mot det fria.



Figur 8.1 Trapphus Tr 1

För att ge en komplett bild av Tr 1 trapphuset krävs en redogörelse av hur en brandsluss skall konstrueras och fungera. Enligt Boverkets BBR 5:231 är en brandsluss ett rum som utgör förbindelse mellan utrymmen med särskilt höga krav på skydd mot brandspridning. Brandslussen skall vara utförd minst EI 60, med rumsytor som inte bidrar till risken för brandspridning. Brandslussens dörrar skall vara utförda med dörrstängare och slussen skall vara så stor att den kan passeras utan att mer än en dörr behöver vara öppen samtidigt.

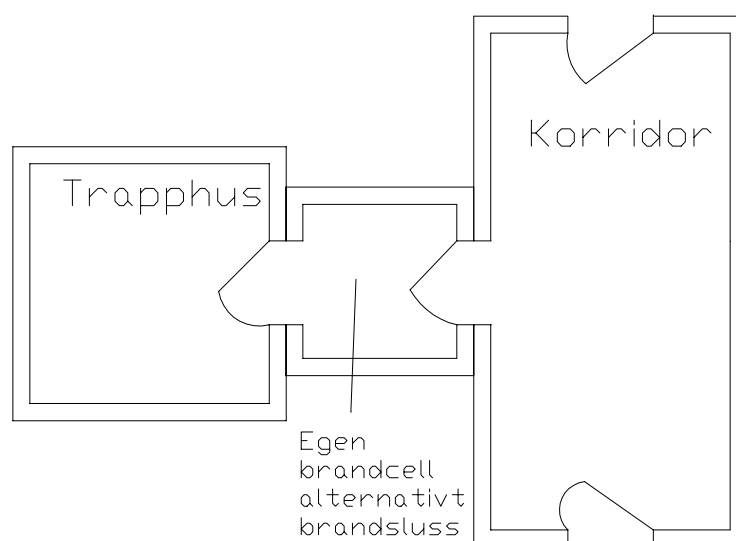
Trapphuset (Tr 1) skall enligt BBR ha kontakt med andra utrymmen via brandsluss. Brandslussen skall antingen vara i kontakt med det fria eller vara försedd med anordning som förhindrar brandgasspridning till trapphus. Trapphuset i jämförelsen förutsätts utfört som ett i kontakt med det fria, se figur 8.2.



Figur 8.2 Trapphus Tr 1 i kontakt med det fria

8.1.3 Trapphus Tr 2

Trapphus Tr 2, se figur 8.3, skall även det vara skyddat i 60 minuter som Tr 1 ovan och dess dörr bör utföras med dörrstängare. Trapphusets förbindelser med andra rum skall utgöras av en brandsluss, utom för kontor och bostäder då den åtminstone skall bestå av ett egen rum som är egen brandcell. Detta rum skall enligt Brandskyddslaget (1994) inte ha någon egentlig verksamhet och bör inte belamras med lös inredning. Rummet får även utgöras av en korridor som separerar brandrum från trapphus. Rummet fungerar som en sluss mellan trapphus och brandrum.

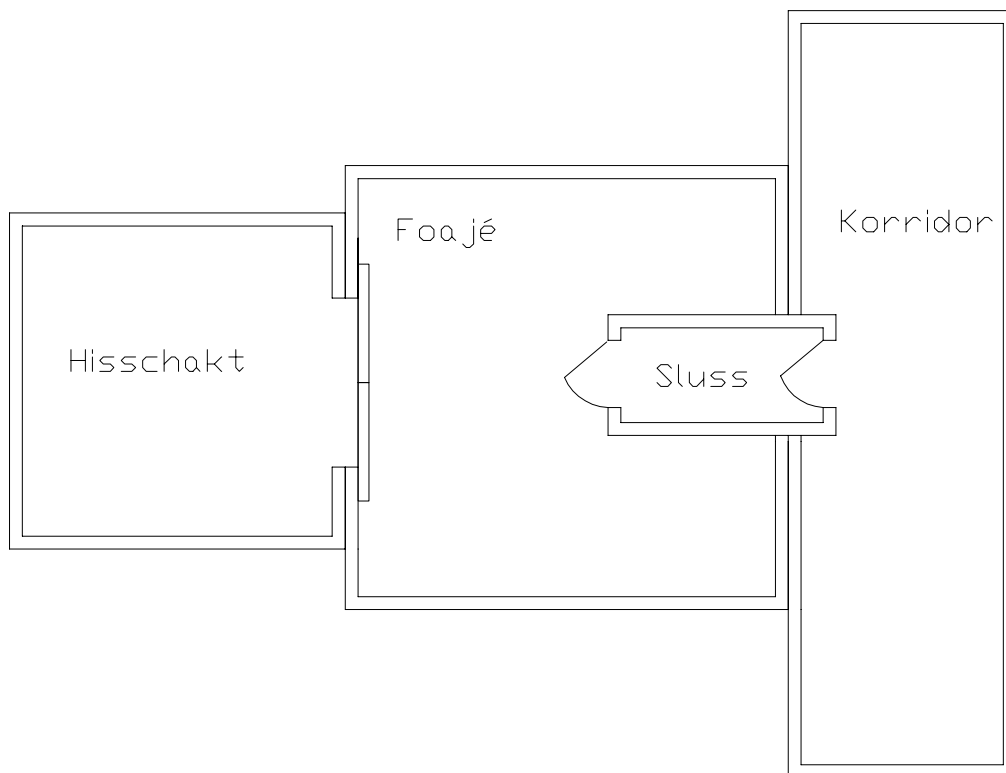


Figur 8.3 Trapphus Tr 2

8.1.4 Brandhiss

Brandhiss utföres enligt tidigare kapitel (se även figur 8.4) och för tydlighetens skull följer en sammanfattad redogörelse av brandhissens utförande i denna jämförelse.

- Brandhiss är utförd som egen brandcell och är skyddad med passiva system under erforderlig tid. Dörrarna till foajéns sluss utföres uppställda med självstängare kopplade till brandlarmet.
- Hela brandhissen är utförd som ett trycksatt system med tillräcklig tryckskillnad mellan foajé och angränsande ytor. Systemet är även försett med anordningar som motverkar tryckförändringar i båda riktningar om sådana skulle inträffa.
- Alla elkrävande komponenter i brandhiss är tillförsäkrade ström genom två oberoende system som inte kan slås ut av samma brand.
- Hissen tas ur utrymningsdrift om säkra förhållanden inte är tryggade inom brandhiss.
- Hissens styrning är beroende av en s k branddator



Figur 8.4 Brandhiss och intilliggande korridor

8.1.5 Branden

För att en jämförelse skall vara meningsfull bör de båda lösningarna jämföras under lika omständigheter. Jämförelsen kommer att ske under förutsättning att det brinner och att branden är belägen i utrymningsvägens absoluta närhet. Med denna förutsättning så kommer de olika lösningarnas säkerhet mot utslagning att värderas rättvist.

8.1.6 Kritiska förhållanden

Trapphuset eller brandhissen betraktas som utslagen då betydande mängder brandgas har trängt in. För att hindra ett sådant förlopp krävs i princip ett trycksättningssystem som begränsar brandgaserna. Ett trycksättningssystem fungerar även i viss mån genom att rena och tunna ut inträngande brandgaser.

8.2 Analys

Samtliga nedan angivna felfrekvenser gäller givet att det brinner i analyserat utrymme absoluta närhet. Felfrekvenserna är angivna i enheten fel per behovstillfälle.

8.2.1 Trapphus Tr 1

Den höga säkerheten hos Tr 1 trapphus bygger på att det har kontakt med det fria vilket i princip omöjliggör brandgasfyllnad och utslagning. Inget felträdd redovisas för Tr 1 eftersom dess felsannolikhet är nära noll. Den är naturligtvis inte noll men i den relativa jämförelsen med Tr 2 och brandhiss ansätts den till noll. Endast en felfunktion har identifierats för trapphus Tr 1, en felfunktion som dock i sig inte medför att trapphuset slås ut:

- Självstängande dörrar i sluss till Tr 1 felfungerar

8.2.2 Trapphus Tr 2

Trapphus Tr 2 skall enligt ovan förse med brandcell och självstängande dörrar i alla verksamheter utom i bostäder och kontor. Trapphus Tr 2 i annan verksamhet, t ex hotell, har en säkerhetsnivå som i praktiken är lika hög som för Tr 1. Enligt resonemanget i 8.2.1 ansätts felsannolikheten i övrig verksamhet därför till noll.

Följande felhändelser har identifierats för trapphus Tr 2:

1. Dörrarna till separerande brandcell (se figur 8.3) står uppställda på båda håll, dvs mot trapphus och korridor
2. Brandgaser tränger igenom inbyggda otätheter i trapphusets väggar eller andra öppningar

Dörr till trapphus Tr 2 skall utföras som en självstängande branddörr. Dörren mellan den egna brandcellen (se figur 8.3) och nästkommande utrymme skall enligt BBR vara en självstängande branddörr. Undantag får göras i konors- och bostadshus, där dörrstängare endast krävs för den ena dörren.

- Felfrekvensen för dörren som inte är självstängande i slussen på Tr 2 kan enligt BSI (1997) uppskattas till 0.3.
- Felfrekvens för att dörrstängarförsedd branddörr felfungerar kan enligt BSI uppskattas till 0.1.
- Passiva system som t ex väggar, bjälklag, dörrar har enligt BSI en felfrekvens på 0.05. Eftersom Tr 2 trapphuset inte är säkrat mot brandgaser kan inläckage resultera i utslagning. Referensen syftar till byggnadsdelar i allmänhet och kan anses ge ett högt värde för trapphus som oftast helgjuts. Händelseträdd kompletteras därför med Tr 2 beräkning där denna felsannolikhet ansätts till 0.01.

8.2.3 Brandhiss

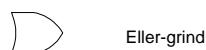
Följande fel i samband med brandhiss har identifierats:

1. Trycksättningsfläktar felfungerar.

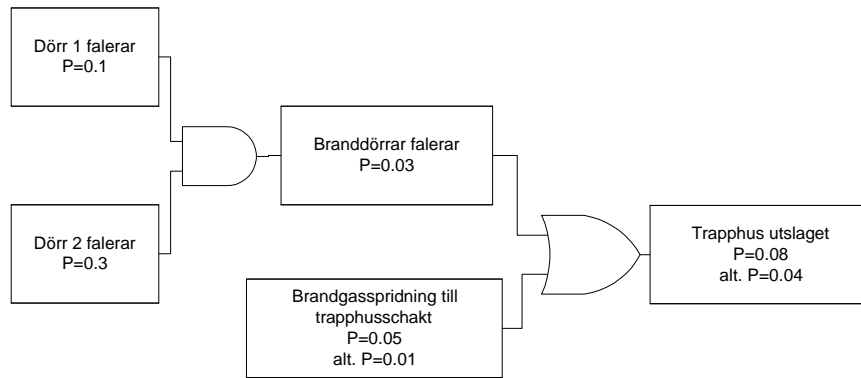
2. Hissens drivsystem felfungerar.
 3. Strömbortfall
 4. Branddatorn felfungerar
 5. Brandslussens felfungerar
- Felfrekvensen för trycksättningsystem i allmänhet anges i BSI (1997) till 0.10. Denna siffra syftar dock till ett helt system, troligen innehållande andra felkällor. Fläkttillverkare bedöms utan problem kunna framställa fläktar som fungerar i 99 fall av 100. Mot bakgrund av detta ansätts felfrekvensen för trycksättningsfläktar till 0.01.
 - Hissens funktion beror på mekaniska komponenter och vad beträffar hissens mekanik så kan hissar som bekant gå sönder. Ett genomsnitt för hissar generellt är enligt Hagelin, Kone hissar (personlig kommunikation, juni 1998) 2-4 dygn per år, där äldre hissar representerande lägre funktionssannolikhet. Denna siffra är tagen från hissar som drivs och fungerar under vanliga omständigheter och inte vid brand. Dock kommer brandhiss att användas under sådana omständigheter eftersom den tas ur drift vid brandpåverkan av någon del inom brandhiss. Mot bakgrund av detta ansätts felfrekvensen till 0.01.
 - För att brandhiss skall kunna fungera krävs säker tillgång till elektricitet. Denna tillgång delas upp i strömkälla och transportvägar för ström. Ström skall tillföras från två olika källor vilket innebär en felfrekvens på $0.05 \times 0.05 = 0.0025$, där 0.05 är felfrekvensen för passiva system enligt BSI (1997). Förekomsten av att strömtillförsel felfungerar på svagströmsnivå är enligt källa på Sydkraft eldistribution Svensson (1998) ungefär fem minuter per kund och år. Detta är ett genomsnitt för olika storlekar på kunder. Det kan i princip variera mellan ett hushåll och en hel byggnad. Då detta medför vissa osäkerheter används en osäkerhetsfaktor på 100. Detta skulle innebära att frekvensen för felfungerande strömtillförsel är $100 \times 5 / (60 \times 24 \times 365) \approx 0.0009$. Mot bakgrund av ovanstående resonemang är frekvensen för strömbortfall $0.0025 + 0.0009 = 0.0034$.
 - Det finns exempel på datorer som används i sammanhang där mycket höga krav ställs på tillförlitlighet, t ex kärnkraftsindustrin och SJ (Fredrik Jörud, Sycon, personlig kommunikation, juni 1999). Mot bakgrund av detta anses det rimligt att kräva att brandhissens styrdator har en felfrekvens på 0.01. Siffran är mycket konservativ i jämförelse med kraven inom kärnkraften, där felsannolikheterna är i storleksordningen $< 10^{-6}$.
 - Sannolikhet för att dörrstängarförsedd branddörr felfungerar ansätts enligt ovan till 0.1. För att slussen skall felfungera måste båda dörrarna felfungera samtidigt, d v s 0.01.

8.3 Resultat

Med ovanstående indata erhålls felträd och resulterande felfrekvenser enligt nedan.

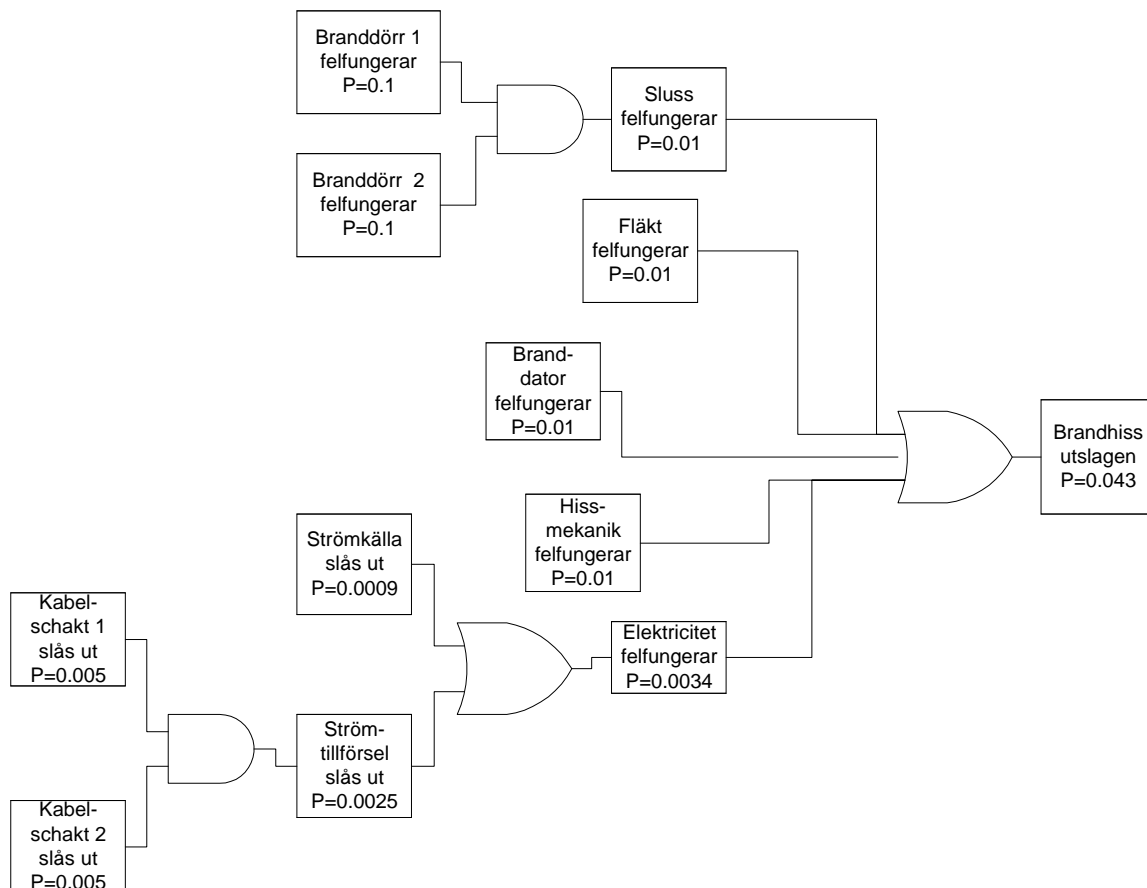


Figur 8.5 Teckenförklaring



Figur 8.6 Felträd för trapphus Tr 2 i kontor och bostadshus

Den totala felfrekvensen för trapphus Tr 2 i kontor och bostadshus blir således 0.08 alternativt 0.04, se figur 8.6.



Figur 8.7 Felträd för brandhiss

Den totala felfrekvensen för brandhiss blir sålunda 0.043, se figur 8.7.

8.3.1 Resultatkommentar

Trapphus Tr 1 och Tr 2 i övrig verksamhet har en säkerhetsnivå som är mycket hög och klarar sannolikt de flesta av de bränder som kan uppstå i en byggnad. Boverkets (1998) BBR föreskriver dock endast minst ett trapphus i Tr 1 medan resterande får utföras som Tr 2. I en byggnad med flera trapphus, vissa av dem Tr 2, kommer alla trapphus sannolikt att användas vid utrymning.

Ovanstående relativt grova jämförelse visar att säkerhetsnivån i ett Tr 2 trapphus, i bostäder och kontor, ligger i samma storleksordning som för en brandhiss. BBR får ses som ett mått på hur säker en utrymning skall vara och tillåter indirekt trapphus Tr 2 utrymning, även för höga byggnader. Tillkomsten av Tr 1 och Tr 2 begreppen har dock några år på nacken och om brandhissar eventuellt skulle införas som utrymningsmetod i BBR skulle troligen högre krav ställas.

9 Sammanfattande diskussion

Syftet med denna rapport har varit att undersöka om och hur utrymningssäkerheten i höga byggnader kan förbättras genom införandet av brandhissar. För att brandhissen skall kunna användas framgångsrikt krävs att både mekaniska komponenter och människor fungerar som tänkt.

Rapporten har visat hur en brandhiss skall konstrueras mekaniskt för att kunna fungera framgångsrikt under omständigheter som kan uppstå vid brand. Att brandhissen fungerar framgångsrikt har visats genom att konstatera ungefär lika god funktionssannolikhet som för Tr 2. Tr 2 accepteras indirekt av Boverket (1998) som utrymningsväg, genom att de tillåts i höga byggnader som är utrustade med minst ett Tr 1 trapphus. I jämförelsen mellan trapphus och brandhiss beaktas dock endast risk för utslagning p g a brandgaser och inte kapacitetsmässig förlust. Den beaktar inte heller funktionshindrede människors sämre förutsättningar för trapphusutrymning. Brandhissens kapacitet då den endast används av funktionshindrede torde inte utgöra något problem då de är relativt begränsade till antalet. Beträffande funktionshindrede människors möjligheter, så förbättrar brandhissen förutsättningarna för många av dem.

Brandhissen är starkt beroende av olika typer av tekniska system, där branddatorn utgör knutpunkten. Ett system med stort inslag av automatiserad teknik kan naturligtvis ifrågasättas beträffande lämplighet. Dock skall betänkas att datorkraften har accelererat enormt och utvecklingshastigheten verkar inte heller stanna av. Denna utveckling bör utnyttjas för att öka utrymningssäkerheten i höga byggnader.

Rapporten beskriver hur goda förutsättningar för lyckosamt mänskligt beteende skapas. Människor är emellertid individer och handlar som sådana, vilket gör det svårt att säkert bestämma deras beteende. Svagheten med och största hindret till brandhissutrymning utgörs således av osäkert mänskligt beteende. Det stora problemet i det mänskliga beteendet utgörs troligen av människors ovilja att använda brandhissen. Människor har i decennier instruerats att inte använda hissar vid brand. Är det trots detta möjligt att införa användning av brandhissar ?

Införandet av brandhissar är både möjligt och nödvändigt. Människor med olika former av funktionshinder torde kunna motiveras genom utbildning och information. Funktionshindrede människor har troligen en stor benägenhet att ta in information som hjälper dem reducera effekterna av deras handikapp eller som t o m kan vara en nödvändighet för deras överlevnad. Om brandhissen underhålls noggrant och sällan eller aldrig felfungerar i den dagliga användningen kommer förtroendet för den som utrymningsväg att öka.

Det anses inte humant att tvinga en funktionshindrede människa, t ex rullstolsbunden, att tillförlita sig på sina grannars eller arbetskamraters goda vilja. Om grannar eller arbetskamrater inte finns i närheten och kan hjälpa, ställs en funktionshindrede inför ett ännu större och nästan oöverstigligt problem, att ta sig ned på egen hand.

Det anses inte heller ur samhällspolitisk synpunkt lämpligt att ha en räddningstjänst som inte är dimensionerad för höga hus, om sådana finns i kommunen. En storbrand på hög höjd kan innebära brandspridning och i värsta fall livsfara p g a långa insatstider. Konsekvenser av brand på höga höjder kan emellertid byggas bort med hjälp av sektionering och säkra platser.

Det anses dock tveksamt om samhället är berett att låta en hel sektion, t ex fyra våningsplan, brinna ut och självslockna.

Införandet av brandhissar är förknippat med god press. Funktionshindrade människor kan se ett mervärde i att byggnaden är försedd med brandhiss och av den anledningen välja att vara hyresgäst eller arbetstagare just där.

10 Referenser

- ACNBC, Associate committee on the national building code., "National building code of Canada", Ottawa, 1985
- AUBRCC, Australian uniform building regulations co-ordinating council., "Building code of Australia", Canberra, 1990
- Boverket, "Boverkets byggregler, BBR", Karlskrona, 1998
- Boverket "Boverkets nybyggnadsregler, föreskrifter och allmänna råd" Stockholm, 1988
- Bryan, J.L., "Behavioural response to fire and smoke", SFPE handbook of fire protection engineering, second edition, Boston, Massachusetts, 1995
- BSI, British standards institute, "Fire safety engineering in buildings. Part 1 Guide to the fire safety engineering principles", Draft for development, DD 240, London, 1997
- Burns, D.J., "The reality of reflex time" WNYF, 54, 3, 26-29, 1993
- Fang, J.B., "Static pressures produced by room fires", NBSIR 80-1984, National bureau of standards, Washington, 1980
- Karlsson, B. Quintiere, J.G., "Enclosure fire dynamics" Brandteknik, Lunds Universitet och Departement of fire safety engineering, University of Maryland 1997
- Klote, J.H., Levin, B.M., Groner N.E., "feasibility and design considerations of emergency evacuation by elevators", National institute of standards and technology, NISTIR 4993, 1992a
- Klote J.H., "Design of smoke management systems", American society of heating refrigerating and air-conditioning engineers, Atlanta, Georgia, 1992b
- Klote, J.H., "Design of smoke control systems for elevator fire evacuation including wind effect", ASME symposium on fire and elevators, American society of mechanical engineers, New York, NY, 1995a
- Klote, J.H., Levin, B.M., Groner N.E., "Emergency elevator evacuation systems", ASME symposium on fire and elevators, American society of mechanical engineers, New York, NY, 1995b
- Levin, B.M., Groner, N.E., Klote, J.H., Deal, S.P. Donoghue, D.A., "Workshop on elevator use during fires" NISTIR 4993, National Institute of Standards and Technology, Fairfax, Virginia, 1993
- Levin, B.M., Groner, N.E., "Human factors considerations for the potential use of elevators for fire evacuation of FAA air traffic control towers", Fairfax, 1994
- MacDonald, A.J., "Wind loading on buildings" Wiley, New York NY 1975

NFPA 101, National fire protection association, "Code for safety for life from fire in buildings and structures", Quincy, MA, 1976.

NFPA 92 A, National Fire Protection Association, "Recommended practise for smoke control systems" Quincy, MA, 1976

NFPA, National fire protection association, National fire protection association., "Life safety code handbook", Quincy, Massachusetts 1991

Pauls J., "Movement of people", SFPE handbook of fire protection engineering, second edition, 1995, Boston, Massachusetts

Sherwoods, J., "Darkness and smoke" WNYF, 54, 3, 56-60.

Shields, Dunlop, Silcock, "Escape of disabled people from fires", BRE Report 301, 1996

SRV, Statens räddningsverk, "Brandvattenförsörjning", 1994, Karlstad

Walton, G.N., "CONTAM96 user manual", NISTIR 6056, Gaithersburg MD, National institute of standards and technology, 1997

Andra länders regelverk

Avsikten med denna bilaga är att sammanställa den kunskap och de erfarenheter som finns samlade i olika former av regler och lagar världen över. Nedanstående framställning är endast en inventering och medtages för att den intresserade läsaren skall låta sig inspireras av övriga länders regelverk. Av den anledningen kommer endast vissa av dessa bestämmelser att kommenteras och användas i senare kapitel. Denna text gör inga anspråk på att beskriva övriga länders bestämmelser i detalj.



Eftersom kunskap om höga hus söks, kommer länder vars byggnadskultur har inslag av höga hus att studeras i första hand. Dock kommer inte alla länder med höga hus att inkluderas utan endast länder som har en säkerhetskultur liknande den i Sverige. Inga övriga nordiska länder har studerats vilket kan tyckas märkligt eftersom det i norden råder tämligen likartade värderingar beträffande säkerhetstänkande och moral. Anledningen till att endast Sverige finns representerat i denna inventering är att de övriga nordiska länderna, precis som Sverige har en relativt liten erfarenhet av att bygga och dimensionera höga byggnader.

Denna litteraturstudie har inga formella begränsningar, beträffande val av källor eftersom avsikten endast är att sammanställa delar av vad som finns. Inga anspråk på att vara allomfattande och representativ finns, sammanställningen omfattar endast vad författaren har ansett vidkommande i sammanhanget. Allt är inte av intresse, utan selektivitet gällande kvalitet och relevans tillämpas.

Omfattning

För att ge en fullgod bild av regler, normer och standarder från länder med säkerhetskultur lik vår egen, samt med ett betydande bestånd av höga hus, har ett antal länder med dessa egenskaper valts ut. Vissa av nedanstående skrifter kommer inte att användas i resultatet, men återges ändå för att klargöra vad som har studerats. Följande urval har gjorts:

1. Boverket (1998), gällande föreskrift i Sverige. En föreskrift som innehåller ett kapitel helt tillägnat brand. BBR har karaktären av en funktionsbaserad norm, dock lever vissa råd och regler kvar från tidigare versioner av bygglagstiftning, vilket innebär inslag av preskriptiva regler.
2. Life safety code handbook (NFPA, 1991), en handbok innehållande USA:s mest använda och omfattande standard. Boken innehåller standarden Life safety code i sin helhet, kompletterad med kommentarer och råd.

3. National building code of Canada (ACNBC, 1985), den i Kanada rådande lagen. Den senaste versionen har inte studerats, men är ändå användbar i detta sammanhang.
4. Building code of Australia (AUBRCC, 1990) samt Fire engineering guidelines.

Sammanställning

Sverige

Boverkets (1998) BBR är det regelverk som avgör hur brandskyddet skall vara utformat vid bygglovspliktiga ingrepp. BBR är en lag som till viss del är präglad av funktionsbaserade regler och föreskriver därför oftast inte på detaljnivå. Av den anledningen är höga byggnader sparsamt reglerade i denna text. Det går dock att hitta vissa punkter som syftar till att styra utförandet av brandskyddet vid denna typ av byggnad. Nedan följer en redovisning av de regler och definitioner som specifikt kan användas vid projektering av höga byggnader.

- 5:21 Byggnader med tre eller flera våningsplan skall utföras i klass Br 1.
- 5:234 Med brandhiss avses en hiss vilken vid brand enbart kan användas av räddningspersonal vid insats och utrymning.
- 5:31 (råd) I höga byggnader skall antingen fullständig utrymning av samtliga personer vara tryggad alternativt en förflyttning till säker plats som är skyddad mot effekter av brand i minst den tid det tar för räddningstjänsten att släcka.
- 5:311 Byggnader med mer än 16 våningsplan skall ha tillgång till minst ett trapphus klass Tr 1. Övriga skall vara utförda minst Tr 2.
- 5:911 Om räddningstjänsten inte kan förväntas nå yttertaket med sin stegutrustning skall en brandtekniskt avskild inre tillträdesväg ordnas.
- 5:93 I byggnader med stora nivåskillnader skall fasta anordningar finnas som underlättar släckningsinsatser. I byggnader med fler än åtta våningsplan skall stigarledningar för tillförsel av vatten till brandsläckning anordnas i alla trapphus.

USA

I USA heter det idag mest använda regelverket Life safety code och finns utgiven med tillhörande handbok i Life safety code handbook. Detta regelverk har inslag av funktionsbaserad dimensionering men innehåller även praktiska föreskrifter. Det kapitel som är aktuellt för dimensionering av höga byggnader är 30-8. Kriteriet för benämningen hög byggnad i kapitel 30-8 är högre än 23 meter, dock högre än 45 meter för kontorsbyggnader. Kapitel 30-8 berör utförandet av samlingslokaler, hotell, bostäder och kontor. Detta kapitel i sig ställer inga krav på utförande utan fungerar som en meny för olika åtgärder som helt eller delvis föreskrivs i tidigare kapitel av Life safety code handbook. Nedan följer ett utdrag av i sammanhanget intressanta punkter.

- 30-8.2.1 Byggnaden skall skyddas av automatiskt sprinklersystem enligt sektion 7-7.
- 30-8.2.2 Byggnaden skall förses med stigarrör enligt sektion 7-7.

- 30-8.3.1 Ett brandlarm med utrymningslarm enligt sektion 7-6 skall finnas installerat.
- 30-8.3.2 Ett tvåvägs kommunikationssystem enligt NFPA 72 mellan viktiga (m a p brandsäkerhet) punkter i byggnaden skall finnas installerat.
- 30-8.4.1 Byggnaden skall förses med nödbelysning enligt sektion 5-9.
- 30-8.4.2 Byggnaden skall förses med nödström enligt NFPA 110 och NFPA 70, som försörjer nödbelysning, brandlarm, brandpump, minst en hiss, mekanisk utrustning för upprätthållandet av röksäkra utrymmen samt den centrala kontrollstationen
- 30-8.5.1 I byggnaden skall finnas en kontrollstation där så föreskrivs som skall innehålla:
- Kontroll och övervakning av talat brandlarm.
 - Kontroll och övervakning av brandkårens kommunikation.
 - Indikatorer som visar detektion av brand och utlöst brandlarm.
 - Indikatorer som visar om hissar fungerar samt var de är belägna.
 - Indikatorer som visar utlöst sprinkler och dess vattenflöde.
 - Indikatorer som visar nödströmmens funktion.
 - Kontroll över automatisk upplåsning av dörrar till trappor.
 - Indikatorer som visar brandpumps funktion.
 - En telefonlinje till brandkåren med kontrollerad tillgång till allmänna telefonnätet.

Kanada

National building code of Canada heter regelverket som refereras. Det står att läsa om tillkommande krav på höga byggnader i kapitel 3.2.6 i denna kod. Detta kapitel gäller bl a för byggnader som är över 36 meter höga.

- 3.2.6.2.(2) Förutom där undantag gäller enligt nedan (3.2.6.2.(5)), skall byggnader designas så att alla våningar, som ligger över den lägsta våningen med en utgång, inte kommer att innehålla mer än 1 volym-% av förgiftad luft , under loppet av två timmar efter brandens uppkomst.
- 3.2.6.2.(3) Förutom där undantag gäller enligt nedan, skall byggnaders utrymningstrappor inte innehålla mer än 1 volym-% av förgiftad luft under loppet av två timmar efter brands uppkomst.
- 3.2.6.2.(4) Förutom där undantag gäller enligt nedan, skall byggnader designas så att schakt för insatshissar inte innehåller mer än 1 volym-% av förgiftad luft under loppet av två timmar efter brands uppkomst.
- 3.2.6.2.(5) Undantag från ovanstående får i vissa fall göras om säkra flyktplatser av olika slag upprättas i byggnaden. Krav på dessa är:
- Säkra platser skall vara identifierade som sådana och finnas med på planerna över byggnaden.
 - Skall finnas på minst var femte våning om inte byggnaden är en klass C byggnad som är högre än 75 meter. Då skall säkra platser finnas på varje våning.

- De skall ha minst 0.5 m² golvyta för varje rörlig person och 1.5 m² för varje rörelsehindrad person.
 - De skall ha tillträdeskorridorer med en effektiv bredd på minst 550 mm för varje 150:e personer som skall bruka dem.
 - Om nivåskillnader föreligger skall trappor finnas som har en bredd på minst 550 mm för var 100:e personer som skall bruka dem.
 - Andelen förgiftad luft på dessa platser skall inte överstiga 1 volym-% inom 2 timmar efter brands uppkomst.
- 3.2.6.2.(1) Undantag från vissa av reglerna ovan gällande förgiftad luft får göras om sprinkler installeras i kombination med:
- Automatisk branddetektion av något slag
 - Om trapphusen har kontakt med det fria vid dess botten
 - Om speciella rökförflyttande fläktar installeras
- 3.2.6.2.(8) Undantag från vissa av reglerna ovan gällande förgiftad luft får göras om det finns en balkong som står i kontakt med det fria.
- 3.2.6.3.(1) Hissar vars automatiska öppninganordningar som kan påverkas av brandgaser, skall sluta att reagera då dörrarna har hållits öppna i mer än 10 sekunder. Detta gäller dock ej på bottenvåningen.
- 3.2.6.3.(2) En kontrollbrytare som kräver nyckel skall sitta på ett iögonenfallande ställe utanför hissen eller i ett kontrollrum. Denna brytare skall kunna styra alla hissar i byggnaden och även göra nödstoppknappen verkningslös.
- 3.2.6.3.(3) I varje hiss skall finnas möjlighet att styra den oberoende av andra hissar och utan att andra kan kalla på den med tryckknappar. Det skall också finnas möjlighet att kontrollera de elektriska dörrarna oberoende av yttre påverkan.
- 3.2.6.3.(4) Nycklar enligt ovan skall finnas i en lättidentifierbart nyckelskåp som skall finnas utanför hissen eller i ett kontrollrum.

Minst en av hissarna skall vara utförda så att de kan användas av brandmän. Detta innebär bl a att:

- Hissen skall ha en yta på minst 2.2 m² och klara att transportera 900 kg från marknivå till dess högsta nivå, på högst 1 minut.
- Hissens säkerhetsspärr och tillhörande kablar skall vara avskilda så att de är funktionella efter att ha utsatts för en kanadensisk standardbrand (CAN4-S104) i en timme.
- I anknytning till hissen skall finnas antingen en skyddad korridor eller foajé som är fri från människor och som skall vara brandtekniskt avskild i 45 respektive 60 minuter.
- Endast ett hissbyte skall erfordras för att nå godtycklig del av byggnaden.
- Elektriska komponenter som berör hissens funktion skall vara installerade i utrymmen som är fria från brännbart material och som garanterar att deras funktion upprätthålls i en timme funktionella efter att ha utsatts för en kanadensisk standardbrand.

- 3.2.6.5. Det skall finnas möjlighet att vädra ut en våning så att brandmän kan ingripa effektivt, hisschakt får dock ej användas för detta ändamål.
- 3.2.6.7. Det skall finnas en alarm- och kontrolltablå på gatunivå som är lätt tillgänglig för brandmän och som i sitt utförande tar hänsyn till de ljud- och ljusstörande inslag som karaktäriserar en nödsituation. Från denna tablå skall följande kunna utföras:
- Sända meddelanden över högtalarsystemet till alla högtalare eller till vissa separata våningar och utrymningstrappor.
 - Övervakning av ljud- och ljuslarm och att även kunna stänga av ljudlarmindikatorer.
 - Kontakta brandkåren.
 - Stänga foajéns uppställda branddörrar.
 - Kunna aktivera och avaktivera ljudlarm.
 - Kunna få igång utrustning som möjliggör kontakt med huvudkontrollrummet.
- 3.2.6.8. Om byggnadens höjd överstiger 36 meter skall ett system installeras som möjliggör röstkommunikation.
- 3.2.6.9. Elektriska ledare för brandskyddssystem skall vara brandtekniskt avskilda i minst 60 minuter.
- 3.2.6.10. Det skall finnas nödströmsystem som säkerställer följande systems funktion i minst två timmar:
- Röstkommunikation.
 - Alla hissar samt minst en brandhiss i taget.
 - Vattentillförsel i fall att elektricitet behövs.
 - Fläktar som ventilerar ut brandgaser

Australien

De skrifter som har studerats är dels Building code of Australia och dels Fire engineering guidelines. Den förstnämnda är en byggkod och därför till största del preskriptiv. Dock innehåller den inget kapitel som är avsett att styra endast utförande av höga hus. Vad beträffar Guidelines så består de av utpräglad funktionsbaserade regler som inte ger något i detta sammanhang. Ingen inspiration finns alltså att hämta i dessa australiska skrifter.

Varför inte utrymma med hjälp av hissar - svaren

I tidigare kapitel anfördes följande argument mot utrymning med hissar. Nedan följer kommentarer till några av dessa.

1. Personer som skall utrymma måste i vissa fall stå och vänta på hissen, kanske påverkade av rök och värme, vilket kan ge upphov till att panik sprider sig med efterföljande negativa konsekvenser.

De människor som står och väntar på hissen kommer sannolikt inte att utsättas för brand och brandrök tack vare trycksättning och sektionering.

2. Det finns risk för att hissar automatiskt går till den våning där det brinner, för att sedan stanna där med följden att de åkande utsätts för kritiska förhållanden.

Under förutsättning att brandhissens trycksättningssystem fungerar och upprätthåller dimensionerande övertryck kommer brandgaser sannolikt inte nå brandhiss eller foajé. Skulle brandgaser trots trycksättning nå brandhissen skall branddatorn ställa av hissen med öppna dörrar efter att ha skickat den till säkert våningsplan i byggnaden. Installation av detektorer kopplade till branddatorn medför även att branddatorn kan identifiera brandplanet för att avställning sker dit.

3. Vissa hissar har ljusceller som hindrar att dörrarna från att stängas då hissen är full, vilket kan medföra att en hiss fylld med människor, inte kan avgå eftersom dörrarna inte går igen.

Brandhissens klämningshinderfunktion kan kopplas ur av branddator om så anses lämpligt. En förutsättning för en sådan programmering av branddatorn är att risken för klämningsanalyseras och jämförs med den riskminskning urkopplingen medför. Urkoppling kan minska väntetid tack vare att fler människor ryms i hissen per tur.

Då urkoppling visar sig olämplig bör hisskorgen förses med tablå eller högtalare så att branddatorn kan uppmärksamma de utrymmande på att hissen är överfull, så att de utrymmande kan åtgärda felet.

4. Ett strömavbrott p g a brandpåverkan på elektriska ledningar eller andra komponenter kan medföra att hissen fastnar. Detta kan i värsta fall få som konsekvens att passagerarna utsätts för kritiska förhållanden och skadas eller dör innan räddningstjänsten hinner ingripa.

Risk för strömavbrott går inte att eliminera, men sannolikheten för detta är mycket liten. Brandhissen bör utrustas med hjälpmedel så att passagerarna med hjälp av brandkår kan lämna en hiss som fastnat.

5. Brand eller brandgaser kan skada komponenter i hissystemet.

Om brand- eller brandgaser når brandhiss skall denna tas ur bruk och endast kunna användas av räddningstjänst. Trycksättning av brandhiss förebygger förhoppningsvis detta scenario.

6. Vatten från sprinklers eller räddningstjänstens strålrör kan ge upphov till problem i hissystemet.

Genom att brandhissen utformas med komponenter som tål vatten minskas sannolikheten för att hissen slås ut av vatten.

7. Överhettning som en följd av brand kan ge upphov till att någon del i hissystemet slutar fungera.

Under förutsättning att trycksättningssystemet fungerar kommer brandhissens sannolikt inte att sluta fungera. Om så sker ställer branddatoren av hissen på säkert ställe.

8. Om hisschaktet är trycksatt för att hindra rökspridning kan detta ge upphov till dörrarna inte stängs och att hissen därför slutar fungera.

Undersökningar av Klote visar att det krävs betydande tryckskillnader uppåt 75 Pa (Klote, 1992b) för att detta problem skall uppstå. Genom att indirekt trycksättning används är möjligheterna goda till betydligt mindre tryckskillnader.

9. Kolveffekter, innebärande att hissen suger med sig luft vid sin förflyttning i schaktet, och på så sätt bidrar till ökad rökspridning.

Risken för detta händelseförlopp elimineras om trycksättningssystem fungerar.

10. En hiss har inte samma utrymningskapacitet som ett trapphus och kan följaktligen inte utrymma människor med samma hastighet.

Hissar bör endast användas i den omfattning de kan utrymma den mängd människor de är avsedda för. Om brandhissarna endast används av människor med funktionshinder kommer problemen med lägre kapacitet att minska i betydelse.

11. Traditionellt sett så strävar man efter system som har liten risk för att inte fungera. Dessa system är normalt förknippade med liten andel teknik och rörliga delar. En brandhiss är ett bra exempel på ett system som har många komponenter som kan upphöra att fungera, då i rak motsats till förhållandena för ett trapphus. Detta förhållande talar mot ett användande av ett så tekniskt avancerat system som brandhiss.

Det är mycket tradition och gamla vanor som talar mot ett sådant system. Felträdsanalysen gav vid handen att säkerheten hos brandhiss är i samma storleksordning som hos trapphus Tr 2.

12. Människor vågar helt enkelt inte åka hiss i en brinnande byggnad, eftersom de oftast instruerats att det är farligt och därför olämpligt.

Människor är i regel väl medvetna om att hissar inte skall användas om det brinner, vilket troligen även har konsekvensen att många avstår från att använda brandhissar. Brandhissen är emellertid i första hand avsedd för att hjälpa människor med funktionshinder. Olika former av handikapp är sannolikt en påtaglig del av livet för de människor som berörs. Människor med funktionshinder är troligen därför mer lyhörda för information om brandhissar och dess fördelar eftersom de är personligen berörda.

Informationsformulär

Ni har valt att bo/vistas i en byggnad som är försedd med en sk brandhiss. Brandhissen används dels som en vanlig hiss och dels som en utrymningshiss vid utrymning av denna byggnad. Brandhissen är skyltad brandhiss i hissfoajén och inuti hisskorgen. Observera att endast brandhissar kan användas till utrymning och inte vanliga hissar.

Brandhissen är försedd med en foajé som är belägen direkt i anslutning till hissens ingång. I foajén kan du tryggt invänta hissen, eftersom foajén är utförd brand- och röksäker. Om störande mängder rök trots detta tränger in i foajé eller brandhiss skall du omedelbart utrymma via trapphus.

Brandhissen är i första hand avsedd för de som ogärna utrymmer via trapphus, t ex rörelsehindrade eller äldre. Om du är vid god hälsa bör du använda trapporna och brandhissen skall främst användas om du inte anser dig klara, att på ett säkert sätt utrymma via trapporna. Observera att du inte på något sätt är tvungen att använda brandhissen till utrymning, utan är fri att ta trapporna.

Då utrymningslarm ljuder skall du snarast bege dig till brandhissfoajé eller trapphus, beroende på vilken utrymningsväg du avser använda. Utrymningslarmet består av ett talat meddelande där du uppmanas att lämna byggnaden.

Observera att du inte kan påverka brandhissens styrning under utrymning eftersom brandhissen är programmerad att stanna under en viss tid på varje våningsplan. Ovanför brandhissens dörrar finns en informationstablå som meddelar om och när brandhissen kommer till ditt våningsplan. Om informationstablå indikerar att brandhissen inte kommer skall du utrymma via närmsta trapphus.

Observera att brandhissen i första hand är avsedd för de med fysiska begränsningar. Var vänlig respektera detta vid eventuell köbildning.

För att kontrollera att du tillgodogjort dig ovanstående information kan kunskapstester eller övningsutrymningar företas. Dessa tester och övningar syftar till att ge en god säkerhetsnivå för dig och andra människor som befinner sig i byggnaden.

Om du hyr ut, lånar ut eller på annat sätt vidarebefordrar din lägenhet/kontorsplats skall du vidarebefordra ovanstående information.

Kontrollfrågor:

Var finns byggnadens brandhiss ?

Är du tvungen att utrymma via brandhiss och om inte, vilket är ditt alternativ ?

Kan du styra brandhissen under utrymning ?

Var hittar du information beträffande när och om brandhissen kommer till ditt våningsplan ?

Vad gör du om du får reda på att brandhissen inte kommer till ditt våningsplan ?