

Flamhöjder

- Kv. Arkadien i Jönköping –
Slutrapport 2003-09-22

Brandforskprojekt 320-011

Erik Grahn
Ann-Catrin Sandström

BRANDSKYDDSLAGET

FÖRORD

Arbetet startades på initiativ av Staffan Bengtson och finansierades med pengar från Brandforsk (projektnummer 320-011).

Ett stort tack till Räddningstjänsten i Jönköping, Clas Lövgren och Madelene Söderström som hjälpt oss med bildmaterial och personliga erfarenheter från branden.

Erik Grahn & Ann-Catrin Sandström
BRANDSKYDDSLAGET AB

BRANDSKYDDSLAGET

SAMMANFATTNING

Eftersom det i stort saknas kunskap om hur flammor ur tak på brinnande byggnader ser ut har i denna rapport studerats en brand våren 2001 i gammal trähusbebyggelse, Kv. Arkadien i Jönköping. Arbetet är ett första steg i arbetet kring att skapa mer kunskap kring flammor genom tak från totalbränder i byggnader och belysa metodiken.

Empiriska samband finns mellan kvoten av flamhöjd och sammanhängande båls diameter. Denna kvot varierar beroende på bålets storlek. Vid bränder med en diameter kring 10 meter är kvoten ungefär 1. Sambandet bygger på att branden brinner fritt med väl definierad flambas och god tillgång till syre. Vid brand i byggnad är förutsättningarna ofta annorlunda. Flambasen kan vara svår att definiera då bränsleytan inte alltid är plan. Hur flammorna påverkas av yttertak är också svårt att säga. I Kv. Arkadien hade den studerade byggnaden plåttak vilket, när det föll in, sannolikt dämpade flammorna till viss del.

Branden i Kv. Arkadien var maximalt av storleksordningen 10 meter i diameter och man förväntar sig enligt teorin flammor med en höjd som ungefär sammanfaller med branddiametern. För att uppskatta flamhöjden har studier gjorts från fotografier och videofilmer från brandnatten. Inte bara höjden på flammorna bestämdes, utan också förhållandet mellan flammans höjd och brandens area. Temperaturuppskattningar av flammorna har inte gjorts i detta arbete.

Flamhöjden uppmättes till maximalt ca 5 meter. Flammornas bas antogs vid de flesta mätningarna vara i golvnivå på plan två, vilket motsvarar ungefär 2.5 meter ovan marken. Kvoten flamhöjd dividerat med brandens diameter uppskattades till 0,5-1,5.

Underlaget för att bestämma flamhöjderna vid branden i Kv. Arkadien var mycket omfattande och heltäckande. Svårigheterna i bedömningen ligger i jämförelse med experimentella data och vid bestämning av generaliserbarheten.

Det finns sammanfattningsvis anledning att göra liknande studier för andra väldokumenterade bränder, varvid man också bör skatta temperaturer i flammorna.

Sökord: Flamhöjder (flame heights), kulturbyggnader (heritage buildings)

SUMMARY

There is a big lack of knowledge regarding the height of flames from burning buildings.

It is necessary to know the flame area and its temperature in order to analytically decide safe distances between buildings.

As a small start photographs from some old burning buildings were studied. The heights observed were as a maximum 5 meters measured from the floor at the second floor. The quotient between the diameter and the height of the flames varied between 0,5 and 1,5.

It is also concluded that the method could, for well documented fires, be used to continue the work.

BRANDSKYDDSLAGET

INLEDNING

Vid brandskyddsteknisk dimensionering finns det områden där kunskapsunderlaget är bristfälligt. Ett problem är otillräcklig kunskap om hur flammor från tak ser ut beroende på byggnad. Hur stora blir de, är det en sammanhängande flamma och kan man uttala sig om förhållandet mot flambasens diameter? Kunskapen om flammors utseende är viktig när strålningspåverkan mot andra närliggande byggnader eller byggnadsdelar ska beräknas för att kunna bestämma erforderliga skyddsavstånd.

Det finns idag experimentella försök och utifrån dessa framräknade formler för olika typer av bålbränder. Dessa studier sträcker sig inte hela vägen upp till bränder i storleksordningen husbränder. Ett sätt att få bättre kunskap om flamhöjder vid husbränder är att studera dokumentation från sådana. Material har i detta arbete samlats in och studerats från en brand i gamla trähuskvarter i Jönköping.

För att kunna göra en generell bedömning av flamhöjder krävs en omfattande dokumentation av bränder i olika typer av byggnader. En analys av generaliserbarheten är också viktig. Fler studier av samma karaktär bör utföras för att bestämma hur sambanden ser ut vid bränder i byggnadsstorlek.

Detta arbete initierades för att se om metoden är gångbar och är ett första steg mot en vidare insamling och analys av brandbeskrivningar. Med enbart underlaget i denna rapport bör läsaren ej dra för långtgående slutsatser om liknande objekt.

BRANDSKYDDSLAGET

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	2
SAMMANFATTNING	3
INLEDNING	4
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	5
TEORETISK BAKGRUND	6
FAKTORER SOM PÅVERKAR FLAMHÖJDEN	6
BRANDEN I KV ARKADIEN	7
BYGGNADERNA	7
<i>Byggnaden – Hultgren</i>	7
<i>Byggnaden – Vätterhem</i>	7
BRANDFÖRLOPPET	7
PÅVERKAN PÅ ANGRÄNSANDE BYGGNADER	7
UPPSKATTADE FLAMHÖJDER	8
DISKUSSION	10
LITTERATURSÖKNING	11
REFERENSER	12

BRANDSKYDDSLAGET

TEORETISK BAKGRUND

Det finns ett antal olika vetenskapliga undersökningar gjorda kring flamhöjder. En omfattande sammanställning av olika författares slutsatser finns i SFPE-handboken /1/. De flesta undersökningar baseras på gasformiga bränslen och små bränslediametrar i storleksordningen cm till m. Träbränder i meterklassen och flytande bränslen i 10-metersklassen finns också representerade. Problemet när brandarean blir för stor är att det inte längre finns en enda stor flamma utan den bryts ner i mindre delar och sambanden upphör att gälla eller snarare är dåligt undersökta.

Sambanden finns grafiskt presenterade där H/D, flamhöjd genom branddiameter, varierar med en dimensionslös effektutveckling Q^* . H/D varierar mellan ca 1-500 då Q^* varierar mellan 10^1 - 10^6 . Ett högt värde på Q^* (jetflamnor) ger ett högt värde på H/D vilket säger att flamhöjden är mycket större än diametern. Vid bränder då flammorna endast påverkas av lyftkraften i de uppvärmda gaserna ligger Q^* kring 1. Q^* minskar också då brandarean ökar vilket innebär att flamhöjden blir lägre i förhållande till branddiametern vid större bränder.

Vid en branddiameter kring 10 meter, kan ur diagrammen i /1/ utläsas att H/D skall vara kring 1 och vi förväntar oss alltså flammor med höjden i samma storleksordning som diametern på branden.

FAKTORER SOM PÅVERKAR FLAMHÖJDEN

Ovanstående samband bygger på att branden brinner fritt med väl definierad flambas och god tillgång till syre. Vid brand i byggnad är förutsättningarna ofta annorlunda. Flambasen kan vara svår att definiera, eftersom bränsleytan inte är plan.

Innan taket är helt genombrunnet är branden i underliggande utrymme sannolikt ventilationskontrollerad. Om det produceras stora mängder pyrolysgaser som inte kan förbrännas inomhus på grund av syrebrist bestäms flamhöjden av tiden det tar för dem att förbrännas när de kommer ut. Fenomenet liknar det då flammor slår ut genom fönster och ovanstående samband gäller inte.

Om takmaterialet är obrännbart kan det när det faller in täcka delar av underliggande brännbart material vilket påverkar flambilden. Räddningstjänstens vattenbegjutning kan också dämpa flamhöjder.

BRANDSKYDDSLAGET

BRANDEN I KV ARKADIEN

Byggnaderna

Båda byggnaderna som omfattades av branden var trähusbebyggelse från 1700- och 1800-talet. Husen var U-formade och angränsade till varandra med ca en meters avstånd. Varje hus hade en separat innergård, se bilaga 1. Byggnaderna mätte ca 5 meter till takfoten och hade sadeltak.

Byggnaden – Hultgren

Denna byggnad bestod av tre våningar, botten- och överplan, samt en vind. På bottenplanet låg det mest affärer samt en pizzeria. Övre plan innefattade lägenheter och kontor. Utrymmen på vind användes till största del som förrådsutrymmen. Husets yttertak bestod till stora delar av sticktak, det vill säga tak av spån, som senare belagts med plåt. Vissa delar av byggnaden hade stående brädor till tak som också de senare belagts med plåt. Det var i denna byggnad branden startade.

Byggnaden – Vätterhem

Även denna byggnad bestod av tre plan. Bottenplanet innefattade butiker, kontor och lägenheter. Det övre planet var nästan genomgående lägenheter, och vindsvåningen användes även här till förrådsutrymme. Taket i Vätterhems byggnad var belagt med tegelpannor, underliggande tak var troligtvis sticktak eller stående brädor.

Brandförloppet

Branden utbröt på bottenplan i pizzerian i byggnaden ”Hultgren”, se markering i bilaga 1. Orsaken var en skarvsladd i dåligt skick som kortslöts. Branden spreds vidare åt alla håll från ursprungsplatsen. Brandspridningen mellan byggnaderna ”Hultgren” och ”Vätterhem” gick väldigt fort då det enda som skiljer byggnaderna åt var en knapp meters mellanrum. Båda byggnaderna var dessutom uppförda i trä och ingen av de utvändiga fasaderna hade några åtgärder för förhindrande av brandspridning. Branden spred sig till alla aktuella delar inom ca 20 minuter.

Påverkan på angränsande byggnader

Intill de brandhärjade byggnaderna fanns tre byggnader som utsattes för påverkan av branden, dessa är markerade i bilaga 1. Byggnad 1 är huset ”Vätterhem”, det vill säga samma hus som branden spred sig till. Då huset är U-format med en innergård i mitten är avståndet mellan de båda parallella längorna ungefär åtta meter. Som synes spred sig branden till båda längorna genom den sammankopplande delen på kortsidorna. Den del av byggnaden som klarade sig från brandpåverkan skyddades av räddningstjänsten genom vattenbegjutning från tre strålrör. Byggnad 2 som ligger i direkt anslutning till byggnaden ”Hultgren” är ett tegelhus. Den kortsida som ligger vägg i vägg med ”Hultgren” har endast små fönsterluckor på vindsvåningen, det vill säga femte våningen. Bevakning krävdes för att undvika brandspridning till ”Hultgren”. Byggnad 3 ligger på andra sidan gatan och dess avstånd till den brandhärjade byggnaden överstiger precis åtta meter. Byggnad 3 är av betong, och har normalstora fönster som vetter ut mot branden. Denna gräns bevakades av räddningstjänsten. Bedömningen gjordes att om gränsen inte hade bevakats fanns stor risk för brandspridning till byggnad 3 /2/.

BRANDSKYDDSLAGET

UPPSKATTADE FLAMHÖJDER

För att uppskatta flamhöjder har studier gjorts från fotografier och videofilmer från brandnatten. De flamhöjder som uppskattas här är nästan uteslutande från branden i byggnad "Hultgren", det vill säga med plåttak ytterst och underliggande sticktak eller stående brädor. Hur flammorna påverkas av det infallna plåttaket är svårt att säga men det har sannolikt dämpat lågorna till viss del. Inte bara höjden har varit av intresse, utan också förhållandet mellan flammornas höjd och flambasens diameter. Författarna till de flesta teoretiska sambanden använder sig av kvoten höjd dividerat med diameter.

Flamhöjden uppmättes till maximalt ca 5 meter, se bild 1-3. Flammornas bas antogs vid de flesta mätningarna vara i golvnivå på plan två. Kvoten flamhöjd dividerat med brandens diameter uppskattades till 0,5-1,5.

Flamhöjderna uppskattades i det skede då branden var vid sitt maximum och någorlunda fritt brinnande, d v s taket var totalt nedfallet. Brandens diameter antogs ungefärligen sammanfalla med flammans bredd om måttet inte översteg husets bredd. Ovanstående värden är mycket approximativa och ger endast en översiktlig uppskattning av flamhöjden.



Bild 1. Innergården av byggnaden "Hultgren".

BRANDSKYDDSLAGET



Bild 2. Byggnaden "Hultgren" sedd från korsningen Smedjegatan-Lantmätargränd



Bild 3. Byggnad "Hultgren" sedd från parkering längs med Lantmätargränd.

BRANDSKYDDSLAGET

DISKUSSION

Flamhöjderna vid branden i Kv Arkadien har kunnat bestämmas. Underlaget var mycket omfattande och heltäckande. Svårigheterna i bedömningen ligger i jämförelse med experimentella data och vid bestämning av generaliserbarheten.

Genom att extrapolera i de formler som finns framtagna från experimentella försök uppskattades den förväntade kvoten mellan flamhöjden och flammans diameter till ca 1. Kvoten som erhöles genom studien i denna rapport varierar mellan 0,5 och 1,5. Anledningen till avvikelserna kan vara att det inte går att extrapolera utifrån de data som finns. Sambandet är kanske inte applicerbart för större branddiametrar än de som använts vid experimenten. Vid verkliga bränder är det dessutom många fler faktorer som kan spela in än vid tillrättalagda experimentella försök. Brandbelastningen kan vara svår att definiera men påverkar flamhöjden. Byggnadstekniska faktorer spelar också in, såsom takmaterial. Det brännbara materialets geometri kan vara svårdefinierbart och hur räddningstjänstens vattenbegjutning påverkar bör också reflekteras över. Eventuellt finns det vid större husbränder inte någon exakt kvot att förvänta sig.

Det är svårt att avgöra om ett foto ger en representativ bild av verkligheten och det kan vara komplicerat att avgöra i vilket skede branden befinner sig. För att komma undan dessa problem kan det vara bättre att utgå från videofilmer då de visar det kontinuerliga förloppet.

För att kunna göra en bedömning av hur sambanden ser ut vid bränder i byggnadsstorlek rekommenderas att fler studier av samma karaktär utförs. Med enbart underlaget i denna rapport bör läsaren ej dra för långtgående slutsatser om liknande objekt.

BRANDSKYDDSLAGET

LITTERATURSÖKNING

För att undersöka om det redan finns fler studier gjorda på området flamhöjder från byggnader har en begränsad litteraturstudie gjorts. Följande sökningar har inkluderats i litteratursökningen:

NIST's hemsida (National Institute of Standards and Technology), www.nist.gov

Brandteknik, LTH, www.brand.lth.se

NFPA's hemsida (National Fire Protection Association), www.nfpa.org

Ingen studie hittades som kan liknas med den som gjorts i detta arbete, det vill säga flamhöjder som bildas då gamla trähusbebyggelser brinner.

BRANDSKYDDSLAGET

REFERENSER

1. McCaffrey, B., *Flame Height, Section2, Chapter1, SFPE Handbook of fire protection engineering*, NFPA 1995, ISBN 0-87765-354-2
2. Samtal med Claes Lövgren, Räddningstjänsten i Jönköping
3. Brandplatsundersökningsprotokoll, Brand i kvarteret Arkadien/Smedjegatan-Lantmätargränd-Södra Strandgatan, Jönköping. S 2001-02-12 kl 04.11, Polismyndigheten i Jönköpings Län, Tekniska Roteln, Diariernr: K3171-01