



LUND UNIVERSITY

Bränder i småhus

Ondrus, Julia

1991

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Ondrus, J. (1991). *Bränder i småhus*. (LUTVDG/TVBB--3055--SE; Vol. 3055). Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety, Lund University.

Total number of authors:

1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

LUND UNIVERSITY · SWEDEN
INSTITUTE OF TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF FIRE SAFETY ENGINEERING
CODEN: SE-LUTVDG/TVBB-3055
ISSN 0284-933X

JULIA ONDRUS

BRÄNDER I SMÅHUS

Personrisker och egendomsskador

Lund, mars 1991

"Building structures don't catch fire as frequently as the contents and linings do."

Dr Caird Ramsay

CSIRO

Division of Building, Construction and Engineering

Sydney

Australia

INNEHÅLLSFÖRTECKNING		SIDA
	FÖRORD	2
	SAMMANFATTNING	3
1.	SMÅHUSBESTÅNDET I SVERIGE	5
1.1	Utveckling	5
1.2	Hustyper	6
1.3	Konstruktion	8
1.4	Innerbeklädnader	10
1.5	Försäkringspremier	11
2.	BRÄNDER I SMÅHUS	12
2.1	Bränder i allmänhet	12
2.2	Bostadsbränder	12
2.3	Brandorsaker	13
2.4	Potentiell brandspridning	14
2.5	Brandkårens ankomsttid	16
2.6	Personrisker	16
2.6.1	Dödsbränder	16
2.6.2	Personskadebränder	18
2.7	Egendomsskador	19
2.7.1	Småskador	19
2.7.2	Stora skador	21
2.7.3	Resultat	22
2.8	Brandens storlek	23
2.9	Fallstudie	25
2.10	Experiment med trähus utomlands	26
3.	BRANDUTVECKLING I RUM	28
3.1	Förutsättningar	28
3.2	Brandscenarion	30
3.3	Resultat	31
3.3.1	Rökfyllnad	31
3.3.2	Tid till övertändning	32
4.	SLUTSATSER	34
	REFERENSER	35

FÖRORD

En analys av brandrisker i småhus i relation till byggnadsmaterial i omgivande konstruktion har utförts på beställning av Institutet för träteknisk forskning – TRÅTEK. Syftet var att belysa brandförlopp i småhus samt att studera samband mellan byggnadsmaterial och brand i s k trähus och stenhus för att kunna jämföra dessa två typer av småhus främst vad gäller personrisker och egendoms-skador. För ändamålet har använts dels forskningsresultat och resultat från tidigare utredningar, dels statistiska uppgifter om brandskador i småhus, samt enkla datorberäkningar av brandutveckling i rum beroende av omgivande konstruktion. Datorberäkningarna har utförts av Håkan Frantzich vid Institutionen för brandteknik, LTH.

Julia Ondrus
Lund, mars 1991

SAMMANFATTNING

Resultat från undersökningen visar att **personrisker** (inklusive dödsrisken) vid brand i ett småhus är tämligen **oberoende av husets konstruktion**. **Trähus och stenhus** kan därför klassificeras som **likvärdiga**. **Egendomsskador** påverkas förutom av husets innehåll och beskaffenhet även av **husets utformning och konstruktion**. En brännbar konstruktion, speciellt vindsbjälklag- och yttertakkonstruktion innebär i händelse av brand att skadorna blir mer omfattande och ersättningskostnaderna därmed något högre.

I Sverige inträffar årligen ca 10 000 bränder i bostäder, vilket innebär 2,5 bränder per 1000 bostäder och år. Något mer än hälften inträffar i småhus, ca 3 bränder per 1000 småhus och år. Stora bränder, dvs där branden utvecklas till större än ett övertänt rum, uppstår i 36% av alla småhusbränder. I småhus med ett inre ytskikt av brännbart material (t ex träpanel) leder 48% av alla bränder till stor brand. Uppvärmning, soteld och hantering av eld utgör 50% av brandorsaker i småhus.

Personrisker har bedömts och analyserats genom att studera uppgifter om dödsbränder. I Sverige inträffar p g a brand ca 120 dödsfall per år. Antalet dödsbränder är ca 2 per 100 000 bostäder och år – ungefär lika mycket i småhus som i flerfamiljshus. Uppgifter om skillnader mellan trähus och stenhus saknas. Utländska undersökningar visar att **dödsrisken utgörs i första hand av bostadens innehåll**, alltså den lösa inredningen. Branden behöver inte ens leda till övertändning i initialrummet för att dödsrisken i form av rökförgiftning skall förekomma.

Egendomsskaderisker för småhus återspeglas i försäkringsbolagens andel av små och stora skador p g a brand (småskador < 800 000 kr per skada; stora skador > 800 000 kr per skada) samt ersättningskostnader för dessa. En analys av Länsförsäkringars brandskadestatistik för åren 1987–1989 visar att andelen brandskador ökar med småhusens planyta och höjd. I Länsförsäkringars brandskadestatistik delas småhusen i två grupper. I gruppen "ej sten"-hus ingår trähus med bl a fasadpanel. Trähus med fasadtegel ingår däremot i gruppen "sten"-hus. Denna indelning gör det svårt att med säkerhet särskilja brandskador i trä- resp stenhus i allmänhet. I undersökningen jämförs alltså hus av kategorin "sten"- med kategorin "ej sten"-hus. Analysen visar att andelen egendomsskador skiljer sig något för dessa två kategorier. Skillnaderna mellan andelarna egendomsskador ökar med ökad husstorlek till "ej sten"-husens nackdel.

Kostnad per skada för små brandskador för "sten"- resp "ej sten"-hus uppgår till 20 000 kr resp 24 000 kr per skada inom den aktuella treårsperioden. För stora skador uppgår kostnaden per skada till 1,3 miljoner kr resp 1,4 miljoner kr per skada. Kostnaden per skada för stora brandskador stiger med ökad planyta dock inte med husets höjd! Detta tyder på att det är skador på yttertakkonstruktionen som mest påverkar ersättningskostnaderna.

Att andelen brandskador ökar med ökad husstorlek kan förklaras dels genom att ju större hus, desto flera rum där branden kan börja, dels genom den öppna geometri som möjliggör både horisontell och vertikal brandspridning, framförallt till vindsutrymmet och yttertakkonstruktionen.

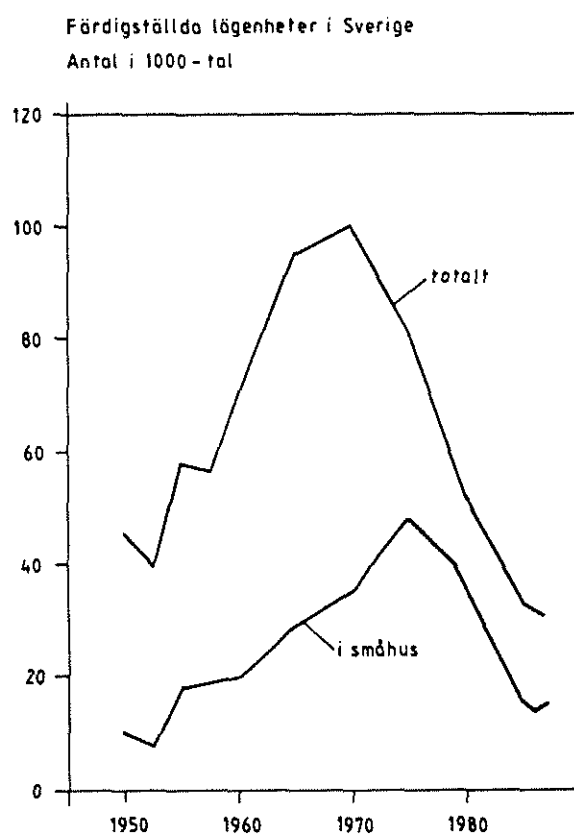
Datorberäkningar visar att i det tidiga skedet av brand i rum har husets konstruktion och dess brännbarhet inte någon nämnvärd inverkan på varken rökfyllnad eller temperaturstegring vid en brand. Rummet blir snabbt rökfyllt även vid små bränder, t ex då en ensam soffa brinner. Om övertändning i rummet inträffar eller inte avgörs av initialbrandens storlek, närvaron av brännbara innerbeklädnader och konstruktionens termiska egenskaper, dock inte av konstruktionens brännbarhet. T ex kan i ett rum med väggar och bjälklag av lättbetong samma initialbrand leda till snabbare övertändning än i ett rum med väggar och bjälklag av träreglar, gipsskivor och mineralull.

Sammanfattningsvis kan konstateras att personriskerna avgörs av husets innehåll i form av den lösa inredningen. **Konstruktionen har föga inverkan på personriskerna.** Egendomsskador påverkas förutom av husets innehåll även av husets beskaffenhet, planlösning och konstruktion.

1. SMÅHUSBESTÅNDET I SVERIGE

1.1 Utveckling

I takt med att befolkningsmängden och levnadsstandarden ökar växer även det totala bostadsbeståndet. Jämfört med drygt 2 miljoner lägenheter 1945 finns det idag totalt ca 4,5 miljoner. Antalet lägenheter i småhus har vuxit från ca 1 miljon år 1945 till nästan 2 miljoner år 1989. I figur 1.1 visas antalet färdigställda lägenheter per år (totalt och i småhus) mellan åren 1945 och 1987.

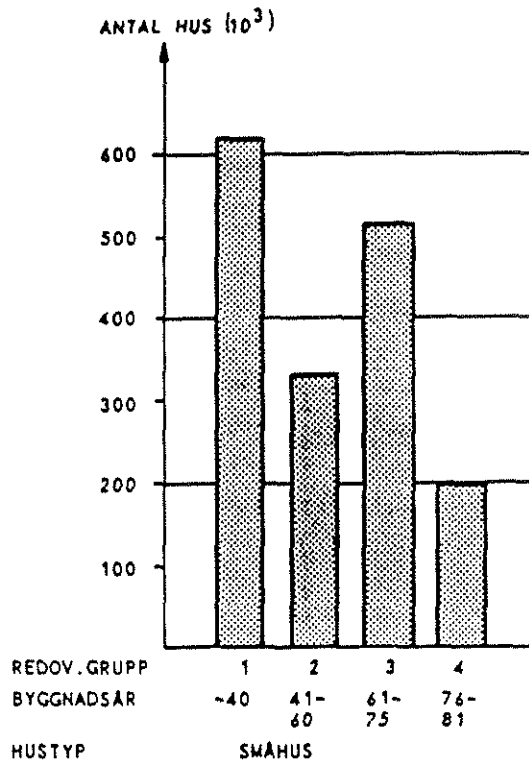


Figur 1.1 Antal färdigställda lägenheter per år mellan åren 1945 och 1987. (Enligt Statistiska centralbyrån, SCB:s statistik)

Efter en kraftig nedgång av bostadsbyggandet sedan slutet av 70-talet vände trenden 1985 uppåt och har sedan dess varit uppåtgående.

Av det totala beståndet i Sverige idag på ca 4,5 miljoner lägenheter uppskattas antalet lägenheter i småhus till 42%, dvs ca 1,9 miljoner.

Antalet småhus fram till 1981 grupperade efter byggnadsår, dvs ålder, visas i figur 1.2.



Figur 1.2 Småhusbeståndets ålder i 10-års perioder (Ur Tolstoy och Svennerstedt, Reparationsbehov i bostäder och lokaler)

Ur figur 1.2 framgår att drygt 50% av alla svenska småhus är byggda före år 1960. Ungefär samma fördelning visar statistiska uppgifter från försäkringsbolaget Länsförsäkringar, som är störst på marknaden med ca 45% av alla villaförsäkringar.

1.2 Hustyper

Från Länsförsäkringars statistik framgår följande fördelning på hustyper:

1 planshus	36%
1,5 planshus	46%
2 planshus	16%
övrigt	2%
	<hr/> 100%

Länsförsäkringar är det försäkringsbolag i landet, som i villaförsäkringen gör en indelning efter byggnadsklass. Försäkrade småhus delas i två klasser — "sten" resp "ej sten". Av den anledningen har här valts Länsförsäkringars statistiska uppgifter (främst brandskadestatistik) för att från brandsynpunkt kunna jämföra trähus med stenhus. Definitionen för indelning av småhus på "sten" resp "ej sten" finns i Länsförsäkringars premieberäkningsregler för villaförsäkring. Den lyder:

- "sten" — samtliga ytterväggar av sten eller trä helt klädda med murat fasadtegel, (gavelspetsar får dock vara klädda av trä)
- "ej sten" — ytterväggar som inte räknas som sten enligt ovan samt reveterad fasad.

Av definitionen framgår att det som avgör om ett hus klassificeras som stenhus eller icke stenhus är fasadbeklädnaden. I gruppen "ej sten"-hus ingår trähus med bl a fasadpanel. Trähus med fasadtegel ingår däremot i gruppen "sten"-hus. Denna indelning försvårar bedömningen av brandegenskaper hos trä- resp stenhus i allmänhet. Indelningen är gjord huvudsakligen med tanke på vattenskador som är större i gruppen "ej sten"-hus p g a att bjälklagskonstruktionen av trä är vanligare där.

Totalt är ca 750 000 småhus registrerade hos Länsförsäkringar. Av dessa är ca 530 000 "ej sten"-hus, dvs ca 70%. Fördelningen på hustyper mellan grupperna "sten"-hus och "ej sten"-hus är följande:

	"sten"-hus	"ej sten"-hus
1 planshus	40%	60%
1,5 planshus	27%	73%
2 planshus	22%	78%
2,5 planshus	31%	69%

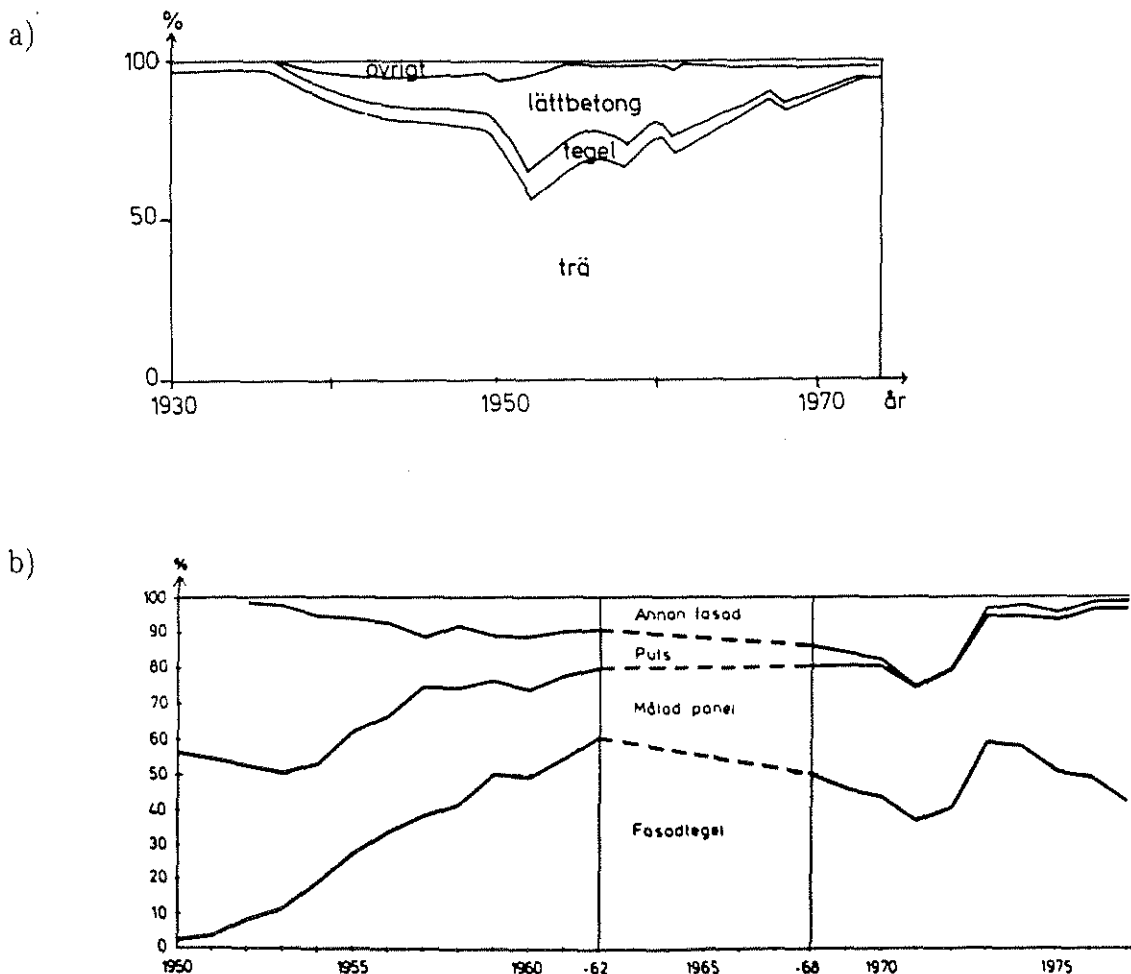
Inom gruppen "sten"-hus respektive "ej sten"-hus är de olika hustyperna representerade enligt följande:

	"sten"-hus	"ej sten"-hus
1 planshus	47%	32%
1,5 planshus	40%	49%
2 planshus	12%	18%
övrigt	1%	1%

Av statistiska uppgifter framgår att 67% av "ej sten"-hus resp 52% av "sten"-hus är i 1,5 plan och högre. Variationer i den öppna planlösningen, speciellt i vertikalled, kan ha betydelse för brandspridningen inuti huset, till vinden och till takkonstruktionen.

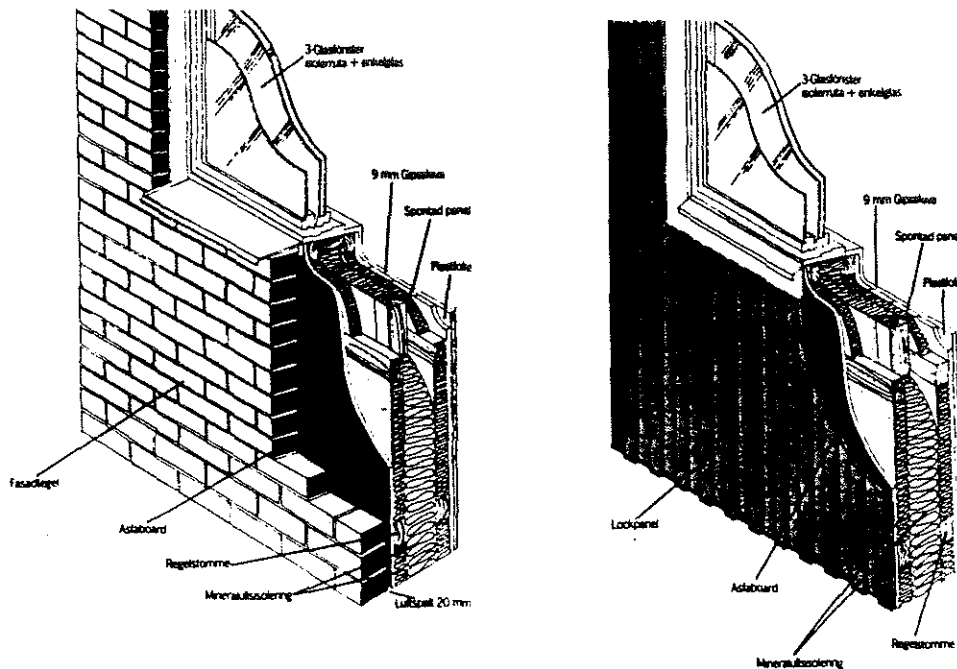
1.3 Konstruktion

Material som används i småhusens stomme och ytterväggar, samt som fasadmaterial fram till 1980-talet framgår av figur 1.3 a) respektive b).



Figur 1.3 a) Material i småhusens stomme och ytterväggar,
b) fasadmaterial
(Ur Leif Jonsson, Från egnahem till villa)

1980-talets ytterväggskonstruktion har en avancerad uppbyggnad. Konstruktionen i figur 1.4 är ett exempel på ett ytterväggselement för monteringsfärdiga småhus. Fasadbeklädnad kan bestå av lockpanel eller fasadtegel.



Figur 1.4 Ytterväggskonstruktion för monteringsfärdiga småhus (Ur Leif Jonsson, Från egnahem till villa)

En sådan ytterväggskonstruktion kan enligt Länsförsäkringars byggnadsklassindelning ingå i både grupp "sten"-hus och "ej sten"-hus, endast beroende på materialet i fasadbeklädnaden. Med träfasad blir huset klassat som "ej sten"-hus, med tegelfasad som "sten"-hus.

Hur mycket trämaterial som ingår i olika delar av en småhuskonstruktion redovisas i en typhuskatalog framtagen vid Försvarets forskningsanstalt, FOA ("Typhuskatalog. Bostäder", M. Broberg, FOA2, 1987). Typhuskatalogen har gjorts i syftet att ge underlag för studier inom totalförsvaret av bl a brandbenägenhet, – uppkomst och – spridning. I katalogen delas småhus i följande fyra typer:

- S 1 friliggande småhus med regelstomme och stenfasad,
- S 2 friliggande småhus med stenstomme,
- S 3 radhus med regelstomme och träfasad och
- S 4 radhus med stenstomme.

Tabell 1.1 visar trä mängder i vägg-, bjälklags-, och yttertakkonstruktionen i de ovannämnda typhusen.

Tabell 1.1 Mängder trä i olika delar av småhus

	Trämateriäl i kg			
	Väggar	Bjälklag	Tak	Totalt
S 1	1800	150	3700	5650
S 2	400	—	4300	4700
S 3	1900	700	900	3500
S 4	700	—	—	700

Av tabellen framgår att i friliggande småhus finns den största mängden trä i yttertakkonstruktionen.

1.4 Innerbeklädnader

Från brandsynpunkt bör innerbeklädnader ägnas en speciell uppmärksamhet. Det är nämligen den del av den fasta inredningen, dvs av husets konstruktion som efter brandens uppkomst först kan delta i branden och som i hög grad har inverkan på brandförloppet i initialbrandrummet och därmed även på spridningen till angränsande utrymmen.

I dagens småhus används till övervägande del gipsskivor som invändig beklädning på både väggar och tak. Vad gäller brandutvecklingen i initialbrandrummet är gipsskivan överlägsen träbaserat material. Tid till övertändning blir t ex mycket längre i ett rum med textiltapet på gipsskiva än med träpanel (se tabell 2.8, sid 25). Gipsskivans massintåg i småhusbyggandet kan dateras till senare 50-tal. Äldre hus hade och har fortfarande till övervägande del träpanel eller träbaserade skivmaterial som invändig vägg- och takbeklädning.

Enligt Länsförsäkringars statistik är mer än 50% av alla småhus och ca 60% av hus i gruppen "ej sten" byggda före 1960. Efter omräkning innebär detta att ca 40% av hela småhusbeståndet kan ha invändiga beklädningar helt eller delvis av brännbart material. Den verkliga andelen småhus med brännbara innerbeklädningar är säkert högre, då även nyare hus har många gånger träpanel både på väggar och speciellt i tak, åtminstone i vissa utrymmen som t ex vardagsrum eller gillestugor.

Några statistiska uppgifter på innerbeklädnaders beskaffenhet i småhus finns inte att tillgå. I en dansk fallstudie utförd av Akademiet for de Tekniske Videnskaber, ATV år 1976, redovisas dock fast inredning i tre olika hustyper. Här jämförs två av dem:

- typ A med ytterväggar av 1/2-stens skalmur + lättbetong och innerväggar av lättbetongelement
- typ B med ytterväggar av 1/2-stens skalmur + träväggar och innerväggar av tråelement.

Typ A kan här kallas för "stenhus" och typ B för "trähus". I den danska studien redovisas bl a invändiga fria ytor av trä i m^2/m^2 golvyta enligt följande:

	Hus typ A	Hus typ B
Innertak (bjälklag)	0,05 m^2/m^2 golv	0,14 m^2/m^2 golv
Byggnadsdelar (väggar, dörrar, fönster m m)	0,55 "	2,13 "
Summa	0,60 "	2,27 "

För svenska förhållanden, där småhusen har i medeltal ca 120 m^2 golvyta innebär detta att i "stenhus" finns ca 70 m^2 och i "trähus" ca 270 m^2 invändig fri yta av trä. Många hus ligger däremellan med vägg- och takytor delvis täckta av t ex träpanel.

1.5 Försäkringspremier

Vad gäller premiesättningen har de flesta av Länsförsäkringars länsbolag samma premie för båda byggnadsklasserna. De länsbolag som har olika premier för de två grupperna, har ca 10% högre premier för gruppen "ej sten"-hus. Skadekostnaderna för brandskador på byggnaden, vilka utgör ca 1/3 av de totala skadekostnaderna, uppskattas av Länsförsäkringar till ca 10% högre för "ej sten"-hus än för "sten"-hus. Orsaken till de högre premierna är dock först och främst att skadekostnaderna p g a vattenskador är högre för denna grupp.

Premiesättningen hos andra försäkringsbolag är lika för alla småhus oavsett husets konstruktion. Skandia och Trygg Hansa skiljer dock på premier för sten-

hus respektive icke stenhus hos äldre hus. Vid premiesättningar av nyproducerade hus tas ingen hänsyn till husets konstruktion.

2. BRÄNDER I SMÅHUS

2.1 Bränder i allmänhet

Årligen inträffar i Sverige ca 18 000 bränder i byggnader, varav ca 10 000 i bostäder. Genomsnittligt antal bränder i bostäder är ca 1,2 per 1000 invånare, eller 2,5 per 1000 bostäder och år.

Orsaker till brandkårernas utryckningar totalt under 1 år (1988), samt utryckningar p g a brand i byggnader till

- allmän byggnad
- bostad
- industri
- annan byggnad och
- övrigt

för vissa kommuner kan utläsas av tabell 2.1. Uppgifterna är sammanställda av Statens räddningsverk och hämtade ur "SRV cirkulär" 4/89 R.

Tabell 2.1 Utryckningsstatistik

Kommun	Antal invånare 880101	Brand			Automat- larm, ej brand	Farligt gods	Trafik- olycka	Utryckning p g a brand till				
		antal döda	antal skadade	allmän byggnad				bostad	industri	annan byggnad	ej i byggnad	
Stockholm	666810	2902	13	94	2054	324	303	403	1224	78	109	1088
Göteborg	431521	2324	4	35	1539			244	537	100	33	1410
Malmö	230838	954	4	28	804	50	119	163	383	61	42	305
Uppsala	159962	555	0	0	343	13	122	148	104	207	33	63
Lund	84342	278	0	1	201	15	65	52	76	32	16	102
Alla kommuner	$8,4 \cdot 10^6$	32002	117	533	22275	1284	7603	3124	9776	2838	2358	-

Av tabell 2.1 framgår att utryckningar p g a brand i byggnader utgör ca 55% av alla utryckningar p g a brand. Drygt hälften av dessa är utryckningar till bostadsbränder.

2.2 Bostadsbränder

I en rapport från Försvarets forskningsanstalt, FOA "Bostadsbrand" av Lars Bowallius, publicerad 1988, redovisas en del statistiska uppgifter baserade på bl a en enkätundersökning från ett 40-tal kommuner. Enkäten fylldes i vid varje

bostadsbrand under ca 1 år. Enkätunderlaget omfattar ca 300 bränder. Uppgifterna om bränder i bostad är i rapporten fördelade på bränder i småhus och i flerfamiljshus. Småhusbränder utgör ca 30% av enkätens bostadsbränder. Enligt FSAB:s statistiska uppgifter är ca hälften av alla bostadsbränder småhusbränder, vilket innebär ca **3 småhusbränder per 1000 småhus och år**. I enkätundersökningen var 87% av småhusen "helt brännbara", 11% "delvis brännbara" och 1% "ej brännbara". (I rapporten definieras "helt brännbart hus" som ett hus där hela stommen är av brännbart material). För flerfamiljshus var motsvarande siffror 12%, 22% och 66%.

I rapporten konstateras att "andelen stora bränder är märkbart större i småhus än i flerfamiljshus" – **36% i småhus mot 21% i flerfamiljshus** enligt enkätunderlaget. (En stor brand definieras som en brand större än ett övertänt rum.) Detta är "närmast självklart med hänsyn till deras (småhusens) större brännbarhet och till de längre insatstiderna". Brandkårens reaktionstid (larmtid + ankomsttid) var 16 minuter längre till enkätens storbränder i småhus. Här måste poängteras att den öppna geometrin i ett småhus där även trappan, vinden och yttertakkonstruktionen ingår i samma brandcell kombinerad med de längre larm- och ankomsttiderna är troligen en bidragande om inte den primära orsaken till den större andelen stora bränder i småhus jämfört med bränder i flerfamiljshus, där varje lägenhet är en egen brandcell i endast ett plan!

I rapporten konstateras vidare "ett ganska starkt samband mellan det inre ytskiktets brännbarhet och brandens omfattning. Av 54 bränder i småhus med ett inre ytskikt av brännbart material ledde 26, dvs 48% till stor brand mot i övriga småhus 4 av 14, dvs 28%. Motsvarande siffror för flerfamiljshus var 8 av 18, dvs 49%, respektive 24 av 118, dvs 20%. Risken för stor brand verkar således vara ca dubbelt så stor i ett hus med ett inre ytskikt av brännbart material". Detta oavsett om det gäller brand i småhus eller i flerfamiljshus.

2.3 Brandorsaker

Någon skillnad vad gäller brandorsaker mellan småhus av sten och av trä kan inte förutsättas. Av den anledningen redovisas här brandorsaker för småhus i sin helhet. Den största brandorsaken i småhus är uppvärmning – 26% av fallen från enkätunderlaget i rapporten "Bostadsbrand". Näst största brandorsaken – i 13% av fallen – är soteld. Sammanlagt utgör uppvärmning, soteld och hantering av eld 50% av brandorsaker i småhus. I flerfamiljshus omfattas brandorsaker i 50% av sammanlagt torrkokning, rökning och anlagd brand. Larmtiden för bränder i

småhus orsakade av uppvärmning var i medeltal ca 10 minuter, för soteld ca 30 minuter. Elektriska fel (förutom hushållsapparater) som kan tänkas bli orsaken till brand med början i själva konstruktionen, var orsak till brand i ca 7% av bränderna i småhus respektive i ca 9% i flerfamiljshus. Detta trots det omvända förhållandet vad gäller brännbart material i husets stomme mellan småhus och flerfamiljshus.

Antal bränder i relation till brandorsak samt andelen stora bränder (de som fått en omfattning på minst ett övertänt rum) av bränder med samma brandorsak visas i tabell 2.2.

Tabell 2.2 Brandorsak – stora bränder (Ur Lars Bowallius, Bostadsbrand)

Brandorsak	Småhus		FF-hus	
	Antal bränder	Andel stora bränder	Antal bränder	Andel stora bränder
Blixtnedslag	3	0,33	0	0
Explosion	4	0,25	2	0,50
Anlagd brand	4	0,50	26	0,15
Rökning	1	0	25	0,12
Uppvärmning	24	0,33	5	0
Torrkökning	3	0	44	0
Fritös, fondue	3	0	3	0
Hushållsapparater	7	0,42	14	0,21
Vårdslös hantering av eld	5	0,40	16	0,06
Övrigt el	4	0,25	7	0
Soteld	12	0	3	0
Okänd brandorsak	8	1,0	18	0,61
Övrigt	14	0,14	20	0,05

Av 24 bränder i småhus orsakade av uppvärmning, där i de flesta fallen var orsaken överhettning av eldstadsanordning och elvärmekälla, samt soteld, ledde 33% till stor brand.

2.4 Potentiell brandspridning

Från den tidigare nämnda rapporten om bostadsbränder kommer figur 2.1 där potentiell brandspridning redovisas. Potentiell brandspridning är "den brandspridning som skulle blivit följden om brandförsvarets släckinsatser blivit avsevärt fördröjda eller helt uteblivit".

Beräkningarna av den potentiella brandspridningen grundar sig på räddningsledarens bedömningar av övergångssannolikheten och övergångstiden i varje enskild brand och utgår från den observerade brandspridningen. Övergångssannolikheten

är den bedömda risken att branden skulle ha övergått från t ex en punktbrand till en inredningsbrand eller från en inredningsbrand till ett övertänt rum osv om släckinsatsen uteblivit. **Övergångstiden** är den bedömda tiden till denna övergång.

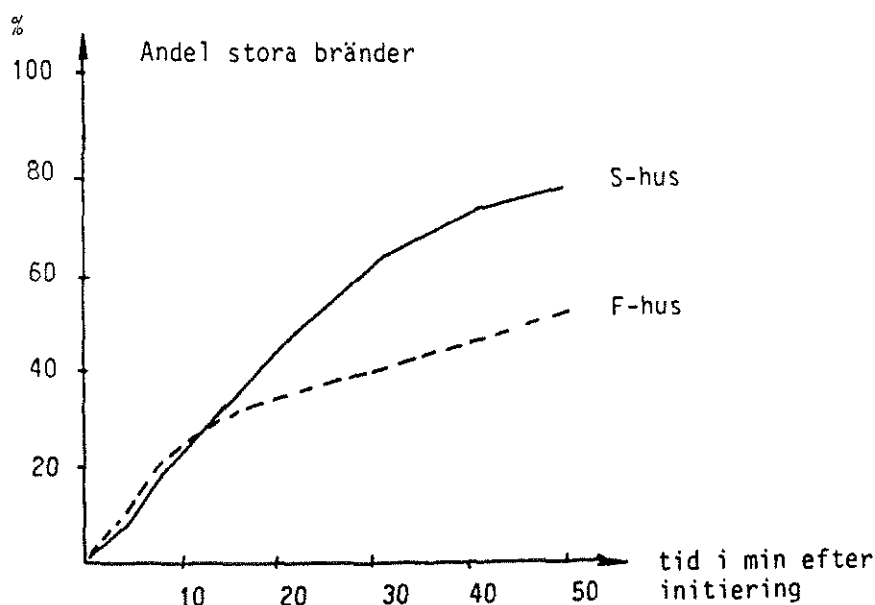
För småhus har antagits övergångssannolikheter enligt nedan:

Potentiell brandspridning

Från	Till	Övergångssannolikhet
Punktbrand	Inredningsbrand	0,73
Inredningsbrand	Ett övertänt rum	0,84
Ett övertänt rum	Fler övertända rum	0,90
Fler övertända rum	Övertänd bostad	1,00
Övertänd bostad	> Övertänd bostad	0,83

Detta innebär att utan brandkårens insats är risken för att t ex en punktbrand övergår till en inredningsbrand 73%.

Den potentiella brandspridningen har i Lars Bowallius rapport god överensstämmelse med utländska resultat.



Figur 2.1 Potentiell brandspridning för småhus och flerfamiljshus. (Ur Lars Bowallius, Bostadsbrand)

I rapporten konstateras att andelen bränder som leder till stor brand inom de första 10 minuterna tycks vara ungefär lika i småhus som i flerfamiljshus men därefter blir skillnaden stor. Tillväxten av andelen stora bränder i småhus ökar med oförminskad takt i 30–40 min. Ur materialet kan även utläsas att 50% av de stora bränderna i moderna flerfamiljshus inträffar inom 15 minuter och i småhus inom 20 minuter.

2.5 Brandkårens ankomsttid

I Lars Bowallius rapport "Bostadsbrand" redovisas även statistiska uppgifter om bl a larmtider, ankomsttider och reaktionstider för brandkåren, vilket kan vara intressant att ställa i relation till den potentiella brandspridningen. Tiden från brandstart till alarmering av brandstyrkan kallas larmtid. Reaktionstid är den sammanlagda tiden från alarmering till brandkårens ankomst till brandplatsen. Enligt uppgifter från enkäten var reaktionstid för brandkåren till småhusbränder ca 18 minuter, varav larmtiden ca 9 minuter. Till storbränder i småhus var reaktionstiden ca 35 minuter, varav larmtiden 24 minuter. 18 minuter i figur 2.1 innebär för småhus en utveckling till storbrand i ca 40% av alla bränder. Vid kortare reaktionstid (larmtid + ankomsttid) blir andelen stora bränder mindre. För t ex 10 minuters reaktionstid utvecklas bara ca 20% av bränderna till storbrand. Detta gäller lika mycket småhus som flerfamiljshus.

2.6 Personrisker

Vid en bedömning av brandrisker sätts alltid personsäkerheten i första rummet. Både den brandförebyggande och den brandsläckande verksamheten syftar till att i händelse av en brand i första hand skydda respektive rädda personer utsatta för fara, i andra hand att skydda respektive rädda egendom och minska brandskadorna.

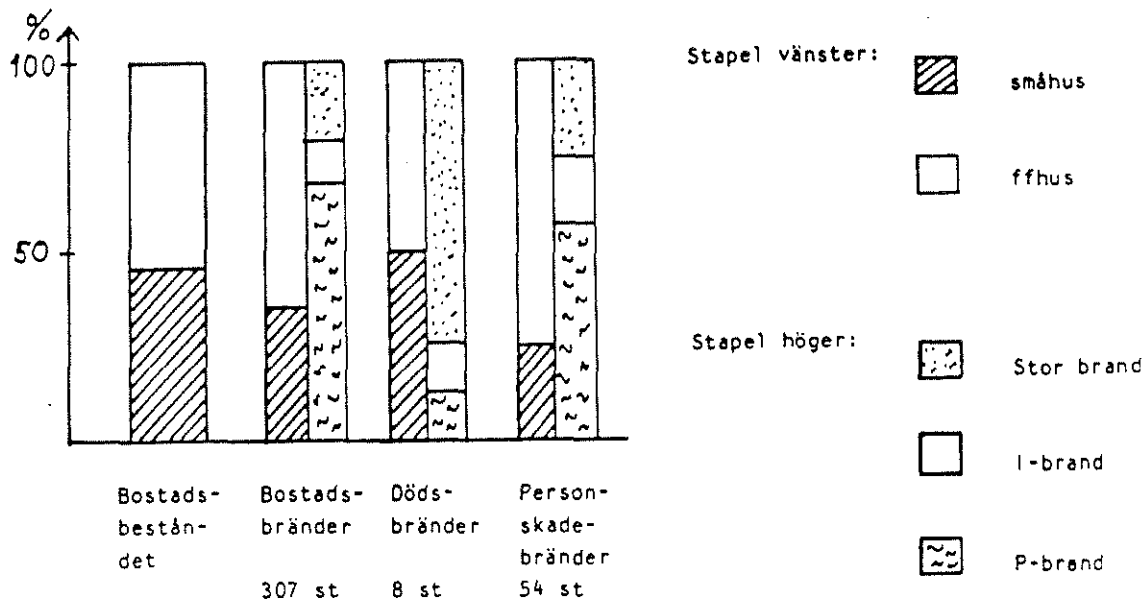
2.6.1 Dödsbränder

I Sverige inträffar omkring 120 dödsfall p g a brand per år. 130 personer omkom vid brand år 1989. Under 80-talet har antalet årligen omkomna i brand varit lägst 105 och högst 140 personer. Bostadsbränderna svarar för flest omkomna vid brand med en relativt jämn fördelning mellan villor och flerfamiljshus. (Uppgifterna är från Svenska Brandförsvarsförningens brandskadestatistik publicerad i Brand & Räddning nr 6-7, 1990).

Bostadsbränder med döda och/eller skadade har analyserats vid Försvarets forskningsanstalt, FOA och publicerats 1988 i en rapport av Christina Szabo "Bostadsbrand - personskador". Resultaten bygger bl a på samma enkätunderlag som uppgifterna om bostadsbränder i övrigt i Lars Bowallius rapport. I enkätunderlaget ingick 8 st dödsbränder. De representerar 2,5% av enkätens bränder.

Dödsbrandrisken, dvs antalet dödsbränder per år i förhållande till antalet bostäder, beräknades till ca 0,02 ‰ (mer exakt 0,021 ‰ för småhus och 0,017 ‰ för flerfamiljshus).

I figur 2.2 visas andelen dödsbränder och personskadebränder och deras fördelning efter brandens storlek. I-brand i figuren innebär en inredningsbrand och P-brand en punktbrand.



Figur 2.2 Bostadsbränders fördelning på hustyper och brandstorlekar. (Ur Christina Szabo, Bostadsbrand – personskador)

Dödsfall konstaterades till övervägande del vid stora bränder (\geq ett övertänt rum). Från rapporten citeras: "Av 4 dödsbränder i småhus är alla av storleken > 1 övertänt rum. Här kan en förklaring vara att dessa 4 bostäder är klassade som brännbara medan flerfamiljshusen är ej brännbara. Anmärkningsvärt är att de två bränderna som lett till död vid rökning i flerfamiljshus endast är punkt- och inredningsbränder." Detta tycks inte vara så anmärkningsvärt vid närmare studier av utländsk litteratur, t ex resultat från engelska undersökningar av dödsbränder.

I en studie utförd av A. Silcock och K. Morris "Deaths in Small Domestic Dwellings: A Study of Some Fire Statistical Information for 1978" publicerad 1981 konstateras att även vid en omfattande brandspridning, vilket är en ofta förekommande företeelse vid en brand, är döden inte nödvändigtvis en följd av denna spridning. I många bränder har en kraftig spridning till andra delar av byggnaden skett efter att personerna redan varit döda. Att rök från den lösa

inredningen (möbler och textilier) utgör den största dödsrisken vid en brand konstateras i flera arbeten av A. Silcock. Bl a konstateras i en rapport av A. Silcock, D. Robinson och N.P. Savage "Fires in Dwellings – an Investigation of Actual Fires" från 1978, där många inverkanse faktorer studerats, att: "Vardagsrum med öppen dörr blir fullt involverade i branden inom 5–7 minuter efter antändning i någon del av dagens moderna stoppmöbler. Fram tills antändning sker kan en sådan brand (som startar som glödbland), utveckla rök i upp till 90 minuter för att sedan mycket snabbt övergå i en rumsbrand."

I England dog i bostadsbränder under året 1978 exakt 733 personer. Av dessa döda hittades majoriteten i det rummet där branden startade, men mer än 200 hittades i andra delar av bostaden. Dödsbränder av denna typ studerades närmare bl a i syftet att avgöra inverkan av brandspridning på dödsrisken. En analys av förhållandet mellan byggnadens konstruktion, brännbara vägg- och takbeklädnader och dödsfall visade att konstruktionen inte hade någon inverkan på brandspridning och att i ytterst få fall var beklädnaden ansvarig för brandutvecklingen. Av 133 fall med brännbara beklädnader var dessa involverade i branden bara i 23 fall. Endast i 7 av dessa fall rapporterades beklädnaden vara ansvarig för brandutvecklingen. Efter närmare undersökning kunde bara 4 av dessa bekräftas.

Brandrisker som leder till död och/eller personskador är alltså inte så mycket förknippade med konstruktionsutformningen eller byggnadens beskaffenhet, utan dödsrisken utgörs i första hand av bostadens innehåll.

Inredningsbränder och punktbränder i exempelvis stoppade möbler kan mycket väl orsaka dödsfall i helt obrännbara flerfamiljshus.

2.6.2 Personskadebränder

Från figur 2.2 kan utläsas att andelen personskadebränder är högre i flerfamiljshus än i småhus. I den rapport varifrån figuren är hämtad, redovisas att 69% av lägenheterna i småhusen med personskadebränder var brännbara, mot 10% i flerfamiljshusen. Trots det är andelen personskadebränder större i flerfamiljshus än i småhus. Inredningsbränder och punktbränder utgör sammanlagt ca 70% av alla personskadebränder i båda kategorierna, vilket ytterligare bekräftar att personskaderisker är i större utsträckning förknippade med bostadens innehåll än med konstruktion eller byggnadsmaterial.

2.7 Egendomsskador

Brandrisker som leder till egendomsskador är av en helt annan karaktär än personriskerna.

Den större andelen stora bränder i enkätunderlaget i rapporten "Bostadsbrand" (stor brand = flera än ett övertänt rum) för småhus jämfört med lägenheter i flerfamiljshus har av allt att döma sin förklaring i brandspridning orsakad av en kombination mellan öppen geometri (hela huset är en enda brandcell), brännbara innerytor och längre insatstider för brandkåren.

För att närmare undersöka inverkan av den öppna geometrin, samt någorlunda belysa skillnaderna mellan stenhus och trähus vad gäller egendomsskador har en del statistiska uppgifter från Länsförsäkringars brandskadestatistik sammanställts. I sammanställningen delas småhusen i två kategorier – kategorin "sten"-hus och kategorin "ej sten"-hus. Som tidigare nämnts motsvarar inte denna indelning helt uppdelningen på sten- respektive trähus, eftersom gruppen "sten"-hus omfattar även småhus med ytterväggar av trä men med stenfasad. Några uppgifter om bjälklagskonstruktioner finns inte i det statistiska underlaget, men man kan förutsätta att i gruppen "ej sten"-hus förekommer träbjälklag i större utsträckning än i gruppen "sten"-hus. Uppgifter om inre beklädnader saknas helt.

I undersökningen ingår uppgifter (från villaförsäkringen) om alla hos Länsförsäkringar registrerade brandskador i bostad under åren 1987, 1988 och 1989, där byggnadsskada på huvudbyggnaden varit aktuell. I sådana fall ingår även lösöreskada. Skadekostnaderna är i nominellt penningvärde för respektive år.

I sammanställningen relateras antalet skador genom brand till antalet försäkrade hus inom respektive storleksgrupp och uttrycks som andel brandskador (i ‰) av antalet försäkrade hus i respektive grupp. Brandskador där skadekostnaden understiger 800 000 kr betecknas som små, där skadekostnaden överstiger 800 000 kr som stora.

2.7.1 Småskador

I tabell 2.3 redovisas andelen småskador av antalet försäkrade hus för treårsperioden 1987 – 89 för hus i fyra storleksgrupper både vad gäller husets planyta (byggnadsyta = bebyggd yta på tomten) och husets höjd.

Andelen små brandskador av antalet försäkrade hus ligger mellan ca 3 ‰ för 1-planshus med byggnadsyta upptill 100 m² och ca 10–25 ‰ för 2,5-planshus med stor byggnadsyta. Andelen **har stigande tendens med ökad planyta** för både "sten"-hus och "ej sten"-hus. (För kategorin "ej sten"-hus även med ökad höjd.)

Tabell 2.3 Andelen brandskador < 800 000 kr, år 1987 – 1989

Byggnads- yta, m ²	Andel skador av antalet försäkrade hus i ‰							
	1 plan		1,5 plan		2 plan		2,5 plan	
	sten	ej sten	sten	ej sten	sten	ej sten	sten	ej sten
0–100	3,1	2,4	4,1	4,6	3,1	4,6	3,5	4,3
101–150	4,3	4,2	5,4	6,5	5,5	8,0	7,3	8,5
151–200	4,0	5,4	7,2	8,9	7,2	8,4	7,8	14,8
201–	6,6	11,7	11,8	12,2	13,4	15,0	9,0	26,3

En förklaring till den stigande tendensen kan vara att ju större hus, vilket innebär större utrymmen med flera rum, desto större sannolikhet att en brand uppstår, speciellt med tanke på att i småhus är det uppvärmningsanordningar som är den största brandorsaken. Den öppna geometrin som möjliggör brandspridning (mer i större hus än i mindre) förstärker säkert denna effekt. Att andelen små brandskador är genomgående högre för kategorin "ej sten"-hus (utom för 1-planshus upp till 150 m² byggnadsyta) och att skillnaden mellan huskategorierna växer med ökad storlek på husen, bekräftar ytterligare påståendet om inverkan av den öppna geometrin. Skador på byggnaden uppstår lättare, då husen kan betraktas som helt av trä. Detta under förutsättning att i hus inom kategorin "ej sten" förekommer bl a brännbara innerbeklädnader som bidrar till en snabb över-tändning i initialrummet i större utsträckning än i kategorin "sten"-hus, samt att de flesta hus i kategorin "ej sten" har bjälklag av trä.

Det statistiska underlag under treårsperioden 1987–1989 som använts för beräkningen av kostnaden per skada omfattade totalt ca 2 900 registrerade småskador i kategorin "sten"-hus och ca 7 500 småskador i kategorin "ej sten"-hus. Dessa visade en kostnad på sammanlagt 63 miljoner kr resp 190 miljoner kr under den aktuella treårsperioden.

Tabell 2.4 visar kostnader per skada för småskador i tusental kronor. Här finns inte något samband mellan husets storlek och kostnad per skada. Kostnaden per

skada är i vissa fall högre, i vissa fall lägre för "ej sten"-hus än för "sten"-hus. Kostnaden för en småskada inom kategorin "sten"-hus är ca 20 000 kr per skada, inom kategorin "ej sten"-hus ca 24 000 kr per skada.

Tabell 2.4 Kostnader för brandskador < 800 000 kr, år 1987 - 1989

Byggnads- yta, m ²	Kostnad per skada, tkr									
	1 plan		1,5 plan		2 plan		2,5 plan		Totalt	
	sten	ej sten	sten	ej sten	sten	ej sten	sten	ej sten	sten	ej sten
0-100	25	44	19	25	24	25	(6)	22	21	28
101-150	22	20	16	18	25	17	22	(50)	20	19
151-200	17	21	19	21	(40)	32	(8)	19	20	23
201	10	23	20	14	12	20	(5)	16	15	19
Totalt	22	29	21	25	(46)	23	(13)	(32)	20	24

() - få redovisade skador

2.7.2 Stora skador

I tabell 2.5 redovisas andelen stora skador, dvs brandskador som överstiger 800 000 kr i ‰ av antalet försäkrade hus inom varje grupp för treårsperioden 1987 - 89 på samma sätt som för småskador i tabell 2.3.

Tabell 2.5 Andelen brandskador > 800 000 kr år 1987 - 1989

Byggnads- yta, m ²	Andel skador av antalet försäkrade hus i ‰							
	1 plan		1,5 plan		2 plan		2,5 plan	
	sten	ej sten	sten	ej sten	sten	ej sten	sten	ej sten
0-100	0,03	0,07	0,05	0,13	0	0,15	0	0
101-150	0,04	0,08	0,12	0,19	0,10	0,22	0	0,70
151-200	0,05	0,14	0,25	0,16	0	0,28	0	0,78
201-	0	0,30	0,66	0,78	0	0,98	0	1,54

0 - inga skador under treårsperioden

Andelen stora brandskador av antalet försäkrade hus har stigande tendens med ökad storlek på husen. Förklaringen måste vara den samma som för småskador.

Andelen är dock mycket mindre än för småskador. Här rör det sig om 0,03 ‰ för 1 plans "sten"-hus med byggnadsyta upp till 100 m² till 1,5 ‰ för 2,5 plans "ej sten"-hus med byggnadsyta större än 201 m².

Kostnader per skada i miljoner kronor för stora skador redovisas i tabell 2.6. Dessa är något större för kategorin "ej sten"-hus och i denna kategorin beroende av husets storlek vad gäller planyta, dock inte av husets höjd. Detta kan möjligen förklaras genom att det är skador på vindsbjälklaget och yttertakkonstruktionen som är avgörande för kostnaderna. En storskada i kategorin "sten"-hus kostar ca 1,3 miljoner per skada och i kategorin "ej sten"-hus ca 1,4 miljoner per skada.

Tabell 2.6 Kostnader för brandskador > 800 000 kr år 1987 - 1989

Byggnads- yta, m ²	Kostnad per skada, milj. kr									
	1 plan		1,5 plan		2 plan		2,5 plan		Totalt	
	sten	ej sten	sten	ej sten	sten	ej sten	sten	ej sten	sten	ej sten
0-100	1,3	1,2	1,1	1,2	0	1,2	0	0	1,2	1,2
101-150	1,2	1,3	1,4	1,4	1,8	1,7	0	2,0	1,4	1,5
151-200	1,3	1,9	1,1	1,6	0	2,2	0	1,3	1,1	1,9
201-	0	1,9	1,2	(5,1)	0	1,9	0	(4,8)	1,2	(3,4)
Totalt	1,2	1,3	1,3	1,4	1,8	1,3	0	(2,5)	1,3	1,4

0 - inga skador under treårsperioden

() - få redovisade skador

Beräkningen av kostnaden per skada för stora skador baseras på statistiskt underlag av 42 stora skador i kategorin "sten"-hus resp 209 stora skador i kategorin "ej sten"-hus under treårsperioden 1987-1989. Den sammanlagda kostnaden var 55 miljoner kr resp ca 290 miljoner kr för denna treårsperiod.

2.7.3 Resultat

Resultat av denna statistiska undersökning tyder på att andelen brandskador i småhus ökar med ökande storlek på husen oavsett om huset tillhör "sten"-hus kategorin eller "ej sten"-hus kategorin. Detta kan tillskrivas den kombinerade effekten av:

- sannolikheten för flera bränder i större utrymmen = flera rum och
- möjligheten för brandspridning genom öppen geometri i både horisontell, men framförallt i vertikal riktning.

Att andelen brandskador för kategorin "ej sten"-hus jämfört med kategorin "sten"-hus är högre kan hänföras till:

- den större andelen brännbara innerbeklädnader i kategorin "ej sten"-hus,
- den större andelen träbjälklag i kategorin "ej sten"-hus och
- den större andelen takkonstruktion av trä i kategorin "ej sten"-hus.

Änverkan av ytterväggskonstruktionen eller husets stomme kan dock inte entydigt bedömas från detta statistiska underlag, eftersom hus med ytterväggar av trä (och därmed även bjälklag av trä) men med fasadbeklädnad av tegel ingår i kategorin "sten"-hus. Denna senare kategori omfattar alltså en blandning av trähus och stenus.

Att andelen småskador i 1-planshus av mindre storlek (upp till 150 m²) är större för "sten"-hus än för "ej sten"-hus (se tabell 2.3) visar att "sten"-hus och "ej sten"-hus är likvärdiga, då den öppna geometrin inte har någon inverkan. Det är alltså inte husets stomme som i första hand påverkar risken för brandskador! Att själva träfasaden inte har någon inverkan på den större andelen brandskador hos kategorin "ej sten"-hus kan också konstateras. Påståendet grundas på att kostnaderna per skada för stora skador inte ökar med ökad hushöjd.

2.8 Brandens storlek

I rapporten "Bostadsbrand" av Lars Bowallius redovisas bl a enkätresultat av "vad som har brunnit", dvs vilka delar av huset var involverade i branden, vid olika brandstorlek i småhus, ej brännbara flerfamiljshus och övriga flerfamiljshus. Brandstorleken sorteras i tre grupper:

- P-brand = punktbrand (ett föremål eller någon kvadratmeter)
- I-brand = inredningsbrand (möbelgrupp eller motsvarande del av ett rum)
- ≥ 1 rum = ett eller flera övertända rum

"Vad som har brunnit" sorteras i fyra grupper:

1 = endast innehåll

2 = endast innehåll + inre ytskikt

3 = endast byggnadsstomme

4 = innehåll + byggnadsstomme

I tabell 2.7 visas procentuell andel av "vad som har brunnit" vid olika stora bränder.

Tabell 2.7 Andelen i branden involverade delar av huset

Brand- storlek	Hustyp	Andel i procent				Antal bränder
		1	2	3	4	
P-brand	S-hus	36	22	28	14	28
	F-hus ej bb	79	19	0	2	43
	" övr	78	14	3	5	37
I-brand	S-hus	27	27	10	36	11
	F-hus ej bb	42	42	0	16	12
	" övr	20	20	20	40	5
≥ 1 rum	S-hus	0	7	3	90	30
	F-hus ej bb	17	56	0	27	18
	" övr	0	33	0	67	12
						196

Av tabellen framgår att vid mindre bränder som punktbrand och inredningsbrand i småhus var innehåll, samt innehåll och inre ytskikt sammanlagt involverade i branden i 50–60% av bränderna. Vid stora bränder var 90% av fallen även byggnadsstommen involverad i branden. Däri måste ha ingått takkonstruktioner som till övervägande del är brännbara.

Flera undersökningar visar att omfattningen av skadorna på byggnaden är direkt beroende av brandutvecklingen i initialrummet och brandspridningen till övriga utrymmen. Brandutvecklingen i initialrummet är i sin tur beroende av den lösa inredningen, samt eventuellt av rummets vägg- och takbeklädnader. Om en brand börjar i den lösa inredningen, deltar möbler, textilier och beklädnader i branden långt innan själva konstruktionen gör det. En brand i den lösa inredningen i dagens moderna lägenheter leder mycket ofta till övertändning i initialrummet oavsett beskaffenheten hos rummets omslutande konstruktion. En del av den omslutande konstruktionen, nämligen innerbeklädnader, om de är brännbara (speciellt i taket) deltar i branden i mycket tidigt skede.

Tid till övertändning med olika beklädnadsmaterial applicerade på väggar och tak har studerats tidigare genom experiment i full skala. Tabell 2.8 visar hur snabbt vissa beklädnadsmaterial leder till övertändning. Tabellen är från tidskriften Fire Safety Journal no 5, 1983 där i artikeln "The Development of a Full-Scale Room Fire Test" av U. Wickström, B. Sundström och G. Holmstedt beskrivs experimenten utförda i ett rum enligt s k "corner test".

Tabell 2.8 Tid till övertändning i rum med olika beklädnadsmaterial

Materials	Thickness (mm)	Density (kg m ⁻³)	Time to f/o (min:s)
g/b	13	700	—
Paper w/p on g/b	0.6 + 13	200*	—
Textile w/p on g/b	0.7 + 13	370*	10:40
PVC w/p on g/b	0.7 + 13	240*	10:15
c/b	10	750	2:30
Hardboard	12	600	2:14
Wood panel	11	530	2:18
Porous board	13	250	1:07
Paper w/p on c/b	0.6 + 10	200*	2:22
Veneer on c/b	2 + 10	810	7:45
Textile w/p on m/w	0.7 + 50	370*/70	0:55
Polystyrene foam	50	20	2:12
Polyurethane foam	30	30	0:14

g/b = gypsum board.

c/b = chip board.

m/w = mineral wool.

w/p = wallpaper.

*Surface density of wallpaper, g m⁻².

I experimentserien ledde alla beklädnadsmaterial utom gipsskiva och papperstapet på gipsskiva till övertändning i rummet. Antändningskälla i experimentserien var i storleksordning ca 100 kW, motsvarande den värmeeffekt som utvecklas från en brinnande papperskorg.

2.9 Fallstudie

Från mitten av 70-talet är den tidigare nämnda fallstudien från Danmark. En arbetsgrupp inom Akademiet for de Tekniske Videnskaper, ATV har i samarbete med brandinspektörer insamlat och sammanställt uppgifter från 19 större bränder, alla inträffade i enfamiljshus inom ett begränsat område med 350 000 invånare och sammanlagt 43 000 enfamiljshus. Syftet var att undersöka orsaker till intensiva, nästan explosiva bränder, samt till den större omfattningen av totalskador i nyare enfamiljshus i jämförelse med äldre. Uppgifter om byggnadsår, byggnads-konstruktion (beklädnadsmaterial på innerväggar och innertak), brandorsak och

brandförlopp m m redovisas i rapporten "Undersögelse af en række brande i eenfamiliehuse" utgiven av ATV i oktober 1976. I rapporten konstateras att:

1. Skadeomfattningen är beroende av husets ålder.
(7 av 9 totalskadade hus var byggda efter 1965. Dessa hus är i allmänhet större än hus byggda före 1965, har öppen planlösning, större fönster, invändiga lätta träväggar och innerbeklädnader av trä $> 2 \text{ m}^2/\text{m}^2$ golvyta plus en nyare inredning.)
2. Brännbar beklädnad i innertak spelar en central roll för en snabb över-tändning i rummet oavsett husets ålder.
(7 av 9 totalskadade hus hade innertak med träbeklädnad.)
3. Inverkan av innerväggar uppdelade på traditionella (tegel, betong) och moderna (lätta regelväggar med skivmaterial och isolering) visar inte någon klar tendens.
4. Syntetiska material i möbler och textilier är avgörande för brandens förlopp.
5. Snabb alarmering är inte tillräcklig för att hindra en totalskada — brandens utveckling är för snabb.
6. En öppen geometri, samt större öppningsfaktor i nyare hus bidrar till snabbare och intensivare förlopp.

För svenska hus visar en jämförelse av andelen brandskador med hänsyn till **husets ålder** (från Länsförsäkringars statistiska underlag), att åldern — brandskador på hus byggda före 1968, mellan 1960 och 1970, 1970 och 1980, samt efter 1980 har studerats — **inte har någon inverkan på andelen brandskador**. Studien visar inte heller någon skillnad mellan "sten"-hus och "ej sten"-hus vad gäller husets ålder. Möjligen kan den minsta andelen småskador för båda huskategorierna hänvisas till hus byggda mellan 1970 och 1980.

2.10 Experiment med trähus utomlands

En omfattande experimentserie i syfte att kartlägga förbränningshastighet, strålningensintensitet, samt risker för brandspridning i samband med bränder i trähus har utförts 1969 i Kalifornien i USA. Resultaten redovisades vid Fourteenth

Symposium on Combustion 1973 i artikeln "Measurements of The Dynamics of Structural Fires" av C.P. Butler, S.B. Martin & S.J. Wiersma. Elva fullskaleförsök utfördes i 13 st identiska (11,6 x 14,6 x 6 m) enplansbaracker av träkonstruktion. Träkonstruktionen innebar träregelstomme, ytterväggar på utsidan av träpanel och på insidan av gipsskivor, innertak av träfiberskivor respektive gipsskivor. Barackerna var placerade på lastceller. Konstruktionen ansågs representera enfamiljshus av trä med en total brandbelastning på ca 90 kg/m² golvyta. I brandrummet placerades ca 250 kg träribbstaplar av avfallsträ. Resultaten kan sammanfattas i följande punkter:

1. Övertändning i initialbrandrummet inträffade i de flesta av försöken inom 2 minuter. Fönster och dörrar var öppna. (I artikeln konstateras, att verkliga bränder oftast utvecklas till övertändning på upptill 30 minuter.)
2. I experimenten med brännbara innertak har branden spridits till vind inom 1 minut.
3. Förbränningshastigheten var i medeltal ca 17 kg/s. När hela byggnaden blev involverad i branden, var maximal förbränningshastighet (efter ca 30 min) ca 40 kg/s; den lägsta förbränningshastigheten (efter ca 20 min) var 14 kg/s.
4. Utbyte av kall luft mot varma gaser genom fönstren skedde vid brännbart innertak i brandrummet under mycket kort tid, sedan brann takkonstruktionen över vindsutrymmet genom och utbyte skedde den vägen. Vid obrännbart innertak varade utbytet genom fönstren i 15 minuter.

*

1987 utfördes i Japan fullskaleförsök i ett tre våningar högt trähus. Försökshuset var ett ordinarie flerfamiljshus för 6 familjer utfört med bärande konstruktion av träregelstomme. Syftet var bl a att observera och med hjälp av uppmätta temperaturer fastställa brandspridning från rum till rum i ett plan, samt från våning till våning inuti huset. Nedan beskrivs de japanska fullskaleförsöken och resultat från dessa. De har analyserats dels med hjälp av en videofilm och dels från en kortfattad rapport av H. Suzuki författad till "The Second Pacific Timber Engineering Conference" 1989 på Nya Zealand.

De flesta rummen i försökshuset hade obrännbara eller halvobrännbara (tydligt med ett tunnt brännbart ytskikt) gipsskivor på innerväggar och i tak (gippski-

vornas tjocklek var 12 mm). Golven var av 15 mm plywood, balkarna i bjälklagen oftast av lättbetong. Golvyta 77 m²/våning. Ytterväggar var isolerade med 50 mm mineralull och putsade på utsidan. Alla rum var möblerade. Antändning skedde i ett rum på 1:a våningen där endast ett högt smalt fönster (0,45 m x 1,8 m) var öppet. Alla andra fönster var stängda. Även dörrar mellan de olika rummen och våningarna utom två dörrar i 2:a våningen och en i 3:e våningen var stängda. I ett av förförsöken släcktes branden efter 10 minuter. I detta fall observerades flammor ut genom fönstren (glasrutor sprack) efter 5 minuter. Efter 7 minuter blev rummet övertänt. Temperaturen bakom gipsskivan i brandrummet var maximalt ca 100°C. I det andra fullskaleförsöket kom efter 3 min och 30 s rök ut genom fönstren från rummet där branden initierades. Övertändning av brandrummet inträffade efter ca 10 minuter. Samtidigt spreds branden till intilliggande rum och vidare till hallen. Efter ca 1/2 timme brann hela 1:a våningen och branden spreds till våning 2 genom bjälklaget. Efter ca 1 timme spreds branden till våning 3 genom trapphuset. Övertändning i första rummet i våning 2 inträffade efter ca 50 minuter. Övertändning i första rummet i våning 3 inträffade efter 57 minuter. Efter 1 timme och 15 min rasade husets tak in.

I rapporten konstateras att utvändiga flammor från fönstren, maximalt ca 4 m höga, inte hade någon direkt inverkan på brandspridning från våning till våning genom öppningarna. Vidare konstateras att **obrännbara** och **halvobrännbara** material om de används som **innerbeklådnader**, samt tillräcklig **röktäthet** mellan olika utrymmen, **effektivt hindrar brandspridning** inuti en byggnad. På detta sätt hindras brandspridning även från den brinnande byggnaden till andra närbelägna byggnader.

3. BRANDUTVECKLING I RUM

3.1 Förutsättningar

Med syftet att studera hur omslutande konstruktion påverkar brandutvecklingen i ett rum har sex olika brandscenarion kombinerats med fyra olika typer av konstruktion. Brandförloppen har simulerats med hjälp av datorprogram dels för beräkning av rökfyllnad i rum, DSLAYV och dels temperaturutveckling, SFIRE. Simuleringen utfördes för ett rum motsvarande ett vardagsrum med väggar och tak av olika konstruktionstyp. Rummets dimensioner valdes till 10 m x 5 m x 2,5 m (l x b x h). Omslutande konstruktion i övre delen av rummet representerar typiska ytterväggs- resp bjälklagskonstruktioner. För nedre delen av rummet valdes betong i samtliga fall. (Datorprogrammet DSLAYV kräver denna uppdel-

ning.) Följande fyra typer av omslutande konstruktion i övre delen av rummet användes:

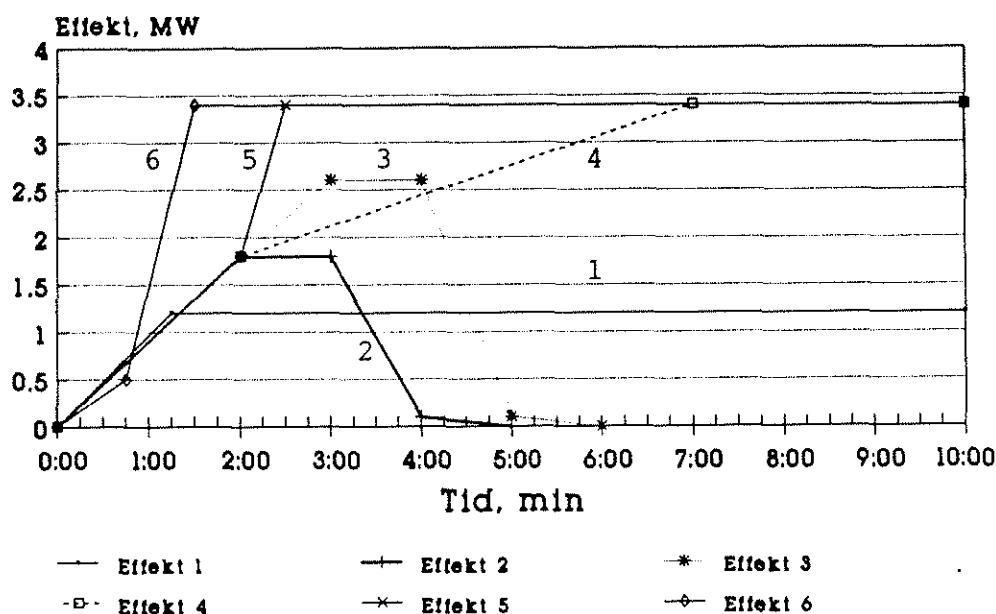
	Inifrån och ut
trä	– 13 mm gipsskiva 150 mm mineralull ($\rho = 30 \text{ kg/m}^3$) mellan träreglar
tegel	– 120 mm tegel 150 mm mineralull som isolering ($\rho = 30 \text{ kg/m}^3$)
betong	– 200 mm betong
lättbetong	– 300 mm lättbetong ($\rho = 500 \text{ kg/m}^3$)

Gipsskiva och mineralull mellan träreglar i konstruktionstypen **trä** förekommer till övervägande del i *rena trähus* eller *hus med stomme av trä*. Värmeövergångskoefficienten $U = 1/R_p$ (där R_p är praktiskt tillämpligt värmemotstånd) är för denna konstruktion ca $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Konstruktionen **tegel** representerar en *tilläggsisolerad äldre tegelvägg* med värmeövergångskoefficienten $U = 4,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Konstruktionen **betong** är ett exempel på en *stenhusyttervägg* av betong med $U = 7,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ och konstruktionen **lättbetong** ytterligare en *yttervägg* av sten dock med en värmeövergångskoefficient $U = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Konstruktionens inverkan på brandförloppet och därmed på rökfyllnaden och temperaturutvecklingen i ett rum bestäms av dess termiska egenskaper. Till exempel en yttervägg som är bäst från värmeisoleringsynpunkt kan vara "sämst" från brandsynpunkt. I grova drag är det kombinationen av värmeledningsförmåga k , densitet ρ och specifik värmekapacitet c , hos ingående material (främst hos materialet närmast innerytan) i en konstruktion som påverkar temperaturutvecklingen i rummet vid en brand och därmed har en relativt stor betydelse för brandens förlopp och rummets rökfyllnad. De ovannämnda materialegenskaperna tillsammans, dvs konstruktionens värmeupptagningsförmåga ($= k\rho c$) avgör alltså konstruktionens inverkan på brandförloppet. Materialegenskaperna ingående i värmeupptagningsförmågan är starkt temperaturberoende. Exempelvis stiger värmeledningsförmågan för mineralull från ca $0,04 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ vid 20°C till ca $0,55 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ vid 1000°C ; för betong sjunker den från ca $1,3 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ vid 20°C till ca $0,5 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ vid 1000°C . Temperaturberoendet hos ingående material skiljer sig alltså från material till material och förändras ständigt under ett brandförlopp. I undersökningen använda datorprogram tar hänsyn till materialegenskapernas temperaturberoende.

3.2 Brandscenarion

Undersökningen omfattar datorberäkningar, där var och en av de fyra typer av omslutande konstruktion kombineras med någon eller några av valda brandscenarion. Urvalet av brandscenarion baseras på sex antagna brandförlopp karakteriserade av den vid branden utvecklade värmeeffekten i MW enligt figur 3.1.



Figur 3.1 Antagna brandförlopp (= utvecklade värmeeffekt)

De brandscenarion undersökningen baseras på är uppbyggda kring de enligt figur 3.1 antagna brandförloppen (= effektutvecklingen) och kan beskrivas på följande sätt:

Scenario 1 Branden börjar i en soffa och sprids till andra delar av inredningen. Den utvecklar maximalt 1,2 MW värmeeffekt efter 1 minut och 30 sekunder och håller sedan konstant nivå under 10 minuter. Rummet har ett fönster med måtten 0,9 m x 0,9 m som "öppnas" när temperaturen i övre rökgaslagret uppnår 100° C. Starttemperatur 20° C.

Scenario 2 En soffa brinner och utvecklar efter 2 minuter maximalt 1,8 MW värmeeffekt. Soffan förbränns helt efter 5 minuter. Inget annat i rummet deltar i branden. Rummet har en dörr med måtten 0,8 m x 2,1 m (b x h) öppen under hela brandförloppet. Starttemperatur 20° C.

- Scenario 3** Branden omfattar en soffgrupp. Efter 3 minuter utvecklas 2,6 MW värmeeffekt. Soffgruppen förbränns helt efter 6 minuter. Inget annat i rummet deltar i branden. Branden har samma ventilationsförhållanden – en öppen dörr – som i scenario 2.
- Scenario 4** Branden börjar i en soffa. Soffan brinner efter 2 min med maximal intensitet och utvecklar 1,8 MW värmeeffekt, sprider branden till andra delar av inredningen. Även brännbara väggbeklädnader deltar i branden och branden utvecklar efter 7 minuter maximalt 3,4 MW värmeeffekt. Denna håller sedan konstant nivå under 10 minuter. Samma ventilationsförhållanden – en öppen dörr – gäller som för scenario 2.
- Scenario 5** Som scenario 4 med den skillnaden att brännbara beklädnader i form av spånskiva finns på både väggar och tak. Dessa deltar i branden. Branden utvecklar efter 2 minuter och 30 sekunder maximalt 3,4 MW värmeeffekt.
- Scenario 6** Som scenario 5, fast beklädnaden på väggar och tak är i form av porösa träfiberskivor och därmed uppnås vid denna brand maximal värmeeffekt (3,4 MW) ännu tidigare – redan efter 1 minut och 30 sekunder.

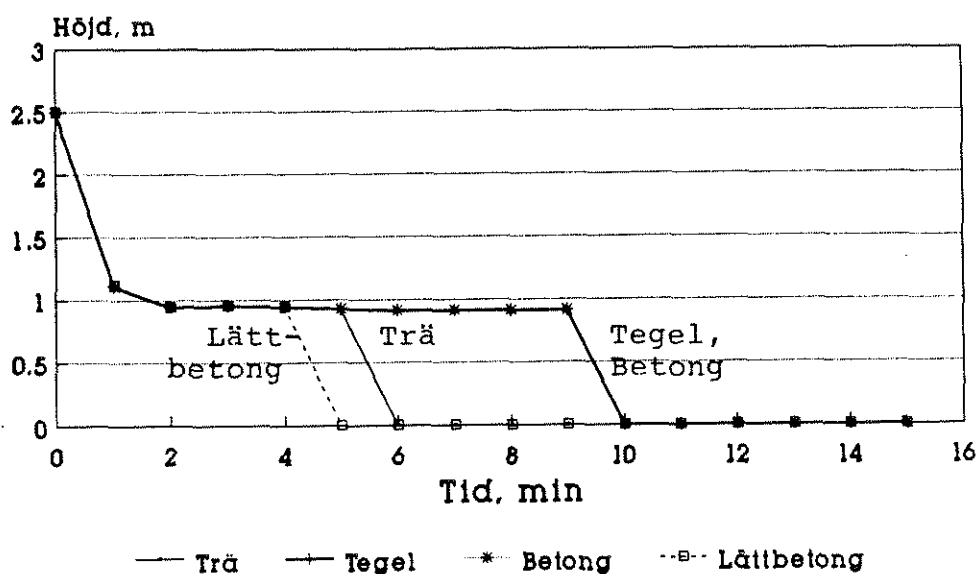
3.3 Resultat

3.3.1 Rökfyllnad

För personsäkerheten, dvs för möjligheten att säkert utrymma ett hus i händelse av brand, är tid tills rummet fylls med rök från tak till en viss nivå över golvet en avgörande faktor.

Av figur 3.2 framgår att rökgaslagret stabiliseras på en höjd ca 1 m över golvet. Denna nivå uppnås efter ca 1 minut och 30 sekunder oavsett den omgivande konstruktionens beskaffenhet. Datorberäkningarna visar att nivån på 1 m över golvet uppnås efter ungefär samma tid även vid de andra scenarion, vilket betyder att en ensam brinnande soffa (scenario 2) ger samma rökfyllnadsförlopp som i figur 3.2, i varje fall under den tid soffan brinner. Övergången till total rökfyllnad i figur 3.2 är orsakad av övertändningen i rummet och är konstruktionsberoende. Någon skillnad vad gäller rökfyllnad då spånskiva eller träfiber-

skiva fanns på väggar och tak (scenario 5 och 6) i jämförelse med de övriga scenarion kunde inte konstateras.



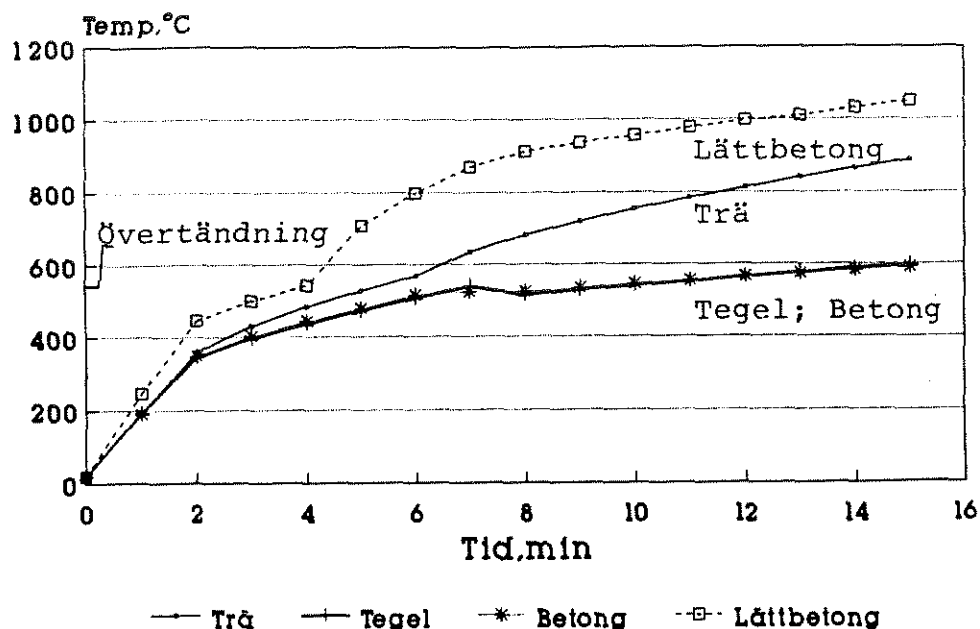
Figur 3.2 Rökgaslagrets höjd över golvet som funktion av tiden. Den omslutande konstruktionens inverkan på rökfyllnad – brandscenario 4

Detta tyder på att rummets innehåll – den lösa inredningen – har ensamt störst inverkan på rökutvecklingen i ett rum.

3.3.2 Tid till övertändning

Från brandspridningssynpunkt – brandspridning som orsakar och bestämmer omfattningen av skador främst på byggnaden, kan tid tills övertändning i brandrummet sker vara en avgörande faktor. I undersökningen bestämdes tid till övertändning med hjälp av temperaturkurvor genom att välja 550°C som kriterium för övertändning.

Resultaten visar att brandförloppen i scenario 1 och 2 inte leder till övertändning i någon av undersökta konstruktioner. Scenario 3 kan orsaka övertändning endast i samband med omgivande konstruktion av lättbetong. Övertändning kan då inträffa efter ca 4 minuter. Brandförlopp i scenario 4 kan leda till övertändning vid samtliga undersökta konstruktionstyper. I figur 3.3 visas temperaturutveckling i rummet för scenario 4 för samtliga konstruktionstyper.



Figur 3.3 Temperaturutveckling för brandförlopp i scenario 4

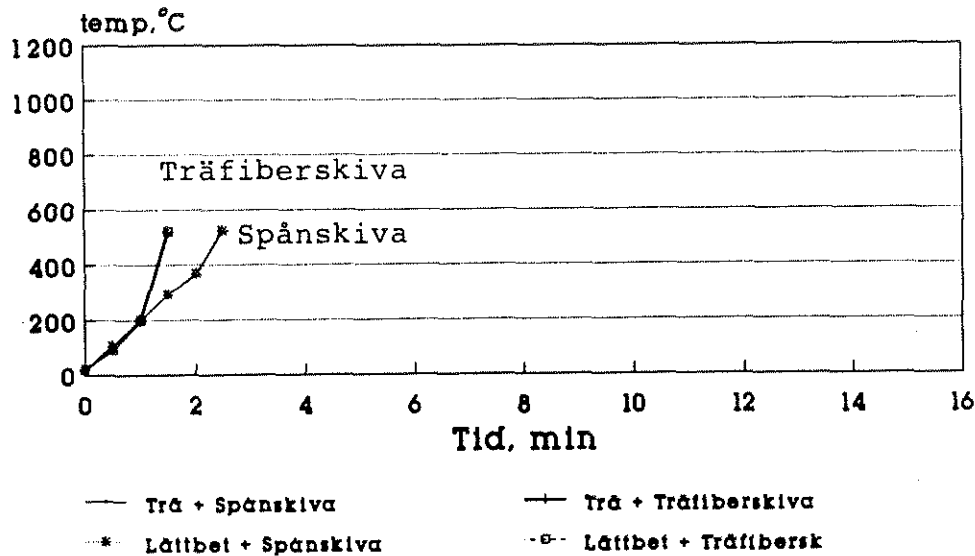
Med kriteriet 550°C inträffar övertändning i scenario 4 i rum med omslutande konstruktion av:

- trä — efter ca 5 min 30 s
- tegel — mellan ca 7 och 9 minuter
- betong — mellan ca 7 och 9 minuter
- lättbetong — efter ca 4 minuter

Övertändning sker snabbast i ett rum med omslutande konstruktion av lättbetong — en konstruktion som symboliserar ett stenhus. Skillnaden i tid till övertändning mellan trä- och lättbetongkonstruktionen är dock så liten att någon utvärdering av konstruktionens inverkan på denna faktor saknar mening. Man kan konstatera att vid en brand som leder till övertändning i brandrummet sker övertändning på några minuter oavsett konstruktionsutformningen.

Inverkan av brännbara beklädnader på temperaturutvecklingen och tid till övertändning framgår av figur 3.4.

Trä- och lättbetongkonstruktionen i figur 3.4, med beklädnadsmaterial av spånskiva respektive porös träfiberskiva uppnår 550°C nästan samtidigt — med träfiberskiva något tidigare än med spånskiva. Temperaturutvecklingen fram till 550°C , alltså till övertändning i rummet visar att temperaturen i rummet är snarare beroende av beklädnads materialet än av konstruktionstypen.



Figur 3.4 Temperaturutveckling för brandförlopp i scenario 5 och 6 för konstruktionstyp trä och lättbetong

4. SLUTSATSER

Vid en analys av brandrisker i småhus är en uppdelning på personrisker och egendomsskador nödvändig. Resultat från undersökningen visar att **personrisker** (inklusive dödsrisken) vid brand i ett småhus är tämligen **oberoende av husets konstruktion**. Trähus och stenhus kan därför klassificeras som likvärdiga. **Personrisker utgörs av husets innehåll** – den lösa inredningen (möbler, textilier och annat brännbart) som vid en brand utvecklar snabbt stora mängder rök.

Egendomsskador påverkas förutom av husets innehåll i hög grad även av **husets beskaffenhet** (t ex material i innerbeklådnader), **planlösning** (storlek, antal våningar, öppen geometri) och **konstruktion** (speciellt vindsbjälklag och yttertak). **Trähus och stenhus är därmed inte likvärdiga**. Brännbara beklådnader leder dock i både stenhus och trähus till snabbare övertändning i initialbrandrummet. I hus med flera plan och stor planyta inträffar fler bränder, samt risken för brandspridning är större. En brännbar konstruktion speciellt vindsbjälklags- och yttertakskonstruktion innebär i händelse av brand att skadorna blir mer omfattande och ersättningskostnaderna därmed något högre.

REFERENSER

- [1] ATV's Brandgruppe, Undersøgelse af en række brande i eenfamiliehuse, Akademiet for de Tekniske Videnskaber, Glostrup, Danmark, Oktober 1976
- [2] Bowallius, L., Bostadsbrand, FOA rapport E 10003 Försvarets forskningsanstalt, Stockholm, juni 1988
- [3] Broberg, M., Typhuskatalog. Bostäder, FOA 2, Rapport C 20669-2.6, Stockholm, 1987
- [4] Brandskadestatistik – brandskadeåret 1989, Brand & Räddning, nr 6-7, 1990
- [5] Butler, C.P., Martin, S.B., Wiersma, S.J., Measurements of the Dynamics of Structural Fires, Stanford Research Institute, The Combustion Institute, Pittsburgh, Pennsylvania, 1973
- [6] Jonsson, L., Från egnahem till villa, Enfamiljshuset i Sverige 1950-1980, Statens Institut för byggnadsforskning, Liberförlag, Stockholm, 1985
- [7] Ondrus, J., Brandspridning och brandförlopp i tät småhusbebyggelse, TVBB-88/3043, Brandteknik, LTH, Lund, 1988
- [8] Silcock, A., Morris, K., Deaths in Small Domestic Dwellings: A Study of Some Fire Statistical Information for 1978, Building Research Establishment, Borehamwood, 1981
- [9] Silcock, A., Robinson, D. and Savage, N.P., Fires in Dwellings – an Investigation of Actual Fires. Part II and III, Building Research Establishment Current Paper CP80/78, Borehamwood, 1978
- [10] Statens räddningsverk, Cirkulär 4/89 R
- [11] Suzuki, H., Full Scale Fire Experiment on Three-storey House of Wood-frame Construction, Building Research Institute, 1 Tatehara, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken, 305, Japan, 1989

- [12] Sveriges officiella statistik, Del 2, Allmän fastighetstaxering 1981, Statistiska centralbyrån, SCB, Stockholm, 1982
- [13] Szabo, Ch., Bostadsbrand – Personskador, FOA rapport D 10098, Försvarets forskningsanstalt, Stockholm, juni 1988
- [14] Tolstoy, N., Svennerstedt, B., Reparationsbehov i bostäder och lokaler, Statens Institut för byggnadsforskning, Meddelande 1984:10, Gävle, 1984
- [15] Wickström, U., Sundström, B., Holmstedt, G., The Development of a Full-Scale Room Fire Test, Fire Safety Journal no 5, 1983