

# RAPPORT

## **Brandsäkra trähus** – ett Nordic Wood projekt

### **Slutrapport – Fas 1**



**Träteknik**

BRANDSÄKRA TRÄHUS  
– ett Nordic Wood projekt  
Slutrapport – Fas 1

Träteknik, Rapport P 9702014  
ISSN 1102 – 1071  
ISRN TRÄTEK – R – – 97/014 – – SE

Nyckelord

*fire design*  
*fire resistance*  
*floorings*  
*load-bearing capacity*  
*reaction to fire*  
*surface linings*  
*timber frame structures*  
*wood products*  
*wooden building*

Rapporter från Träteknik — Institutet för träteknisk forskning — är kompletta sammanställningar av forskningsresultat eller översikter, utvecklingar och studier. Publicerade rapporter betecknas med I eller P och numreras tillsammans med alla utgåvor från Träteknik i löpande följd.

Citat tillåtes om källan anges.

---

*Reports issued by the Swedish Institute for Wood Technology Research comprise complete accounts for research results, or summaries, surveys and studies. Published reports bear the designation I or P and are numbered in consecutive order together with all the other publications from the Institute.*

*Extracts from the text may be reproduced provided the source is acknowledged.*

Träteknik — Institutet för träteknisk forskning — betjänar de fem industrigrenarna sågverk, trämanufaktur (snickeri-, trähus-, möbel- och övrig träförädlingsindustri), träfiberskivor, spånskivor och plywood. Ett avtal om forskning och utveckling mellan industrin och Nutek utgör grunden för verksamheten som utförs med egna, samverkande och externa resurser. Träteknik har forskningsenheter i Stockholm, Jönköping och Skellefteå.

---

*The Swedish Institute for Wood Technology Research serves the five branches of the industry: sawmills, manufacturing (joinery, wooden houses, furniture and other woodworking plants), fibre board, particle board and plywood. A research and development agreement between the industry and the Swedish National Board for Industrial and Technical Development forms the basis for the Institute's activities. The Institute utilises its own resources as well as those of its collaborators and other outside bodies. Our research units are located in Stockholm, Jönköping and Skellefteå.*

## Innehållsförteckning

	<u>Sid</u>
Förord	2
Sammanfattning	3
Bakgrund	3
Projektets organisation	4
Mål och måluppfyllelse	5
Tekniska mål	5
Resultat från projektet	
Delprojekt 1: Brandteknisk utformning av flervåningshus med trästomme	7
Delprojekt 2: Beräkningsmetoder för bärande konstruktioner	9
Delprojekt 3: Träfasader i flervåningshus	13
Delprojekt 4: Euro-klassificering av trä som ytmaterial	15
Resultatförmedling	18
Rapporter från projektet	20

## Förord

Denna rapport redogör översiktligt för resultaten från första fasen av Nordic Wood projektet Brandsäkra trähus. Nordic Wood är den nordiska träindustrins forsknings- och utvecklingsprogram med målsättning att öka träanvändningen. Nordic Wood har initierats av Nordisk Industrifond och programmet löper under tidsperioden 1993–97 med en budget på 130 miljoner NOK. Programmet finansieras av den nordiska träindustrin, Nordisk Industrifond och de nationella FoU-organen; Erhvervsfremmestyrelsen i Danmark, TEKES i Finland, Islands Forskningsråd, Norges Forskningsråd och NUTEK i Sverige. I programmet ingår ca 20 projekt.

I projekt Brandsäkra trähus har följande företag deltagit:

- I Finland: Finnish Wood Research Ltd, som representerar främst de större sågverken i Finland.
- I Norge: Block Watne AS, Veidekke AS, Norske Skog AS, Norgips, OBOS, BOB, Emil Fjeld AS, Rockwool AS, Glava AS, Johs. Rasmussen AS, Nordisk Kartro AS, Flebu Sandnes AS, Trelastindustiens Landsforening, Wavin, Bygningstekniske etat, Plastindustriforbundet och UNI Storebrand.
- I Sverige: Stiftelsen svensk träteknisk forskning med huvudgrupperna: Sågverkens Riksförbund, industrisågverken, direktanslutna sågverk, skogsägarna och AssiDomän samt byggmaterialindustrin med företagen Byggelit Storuman, Flexator AB, Gullfiber AB, Gyproc AB, Plyfa Handel AB, Rockwool AB och Svenska Träskivor AB. Därutöver har projektet stötts av BFR och Brandforsk.

Projektets styrgrupp har bestått av:

- Birger Åström, Iggesund Timber, ordförande (S)
- Wiran Bjørkmann, Statens bygningstekniske etat (N)
- Odd Kristiansen, Vesta forsikring (N)
- Olavi Lilja, Miljöministeriet (FIN)
- Bjarne Lund Johansen, Træbranschens Oplysningsråd (DK)
- Charlotte Micheelsen, Boligministeriet (DK)
- Pekka Nurro, Finnish Wood Research (FIN)
- Anders Paulsson, Bjerking Ingenjørsbyrå (S)
- Vidar Sjödin, Industrins Byggmaterialgrupp (S).

Arbetet har bedrivits i samverkan mellan Byggforsk – NBI, Norges byggforskningsinstitut, VTT – Statens tekniska forskningscentral i Finland och Träteknik – Institutet för träteknisk forskning i Sverige. Därutöver har en studie utförts av vardera SINTEF i Trondheim och NTI – Norsk Treteknisk Institutt samt ett examensarbete vid LTH/Brandteknik – Lunds tekniska högskola i samverkan med Gullfiber. Omfattande provningar har genomförts vid Aalborgs Universitet i Danmark. Projektet har bedrivits under en tvåårsperiod, 1995 och 1996. En andra fas planeras.

Stockholm februari 1997

Birgit Östman  
Projektkoordinator

## Sammanfattning

Projektets mål har varit att stärka träets ställning som ett ur brandsynpunkt beräkningsbart och ingenjörsmässigt byggnadsmaterial i nordiska och europeiska byggnormer med särskild inriktning på flervånings trähus. Det har bedrivits i fyra delprojekt:

- Brandteknisk utformning av flervåningshus med trästomme.
- Beräkningsmetoder för bärande konstruktionselement.
- Träfasader i flervåningshus.
- Euroklassificering av trä som ytmaterial.

Resultaten har redovisats i ett drygt tjugotal rapporter, i ett flertal översiktsartiklar och föredrag inom och utom Norden, i praktiska anvisningar för byggindustrins behov i pilotbyggsprojekt, i input till byggnormer och standarder, i en skrift om flervånings trähus samt vid ett slutseminarium.

## Bakgrund

Träanvändning grundar sig huvudsakligen på erfarenhet och tradition. I dagens samhälle räcker inte detta. Trä behöver samma ingenjörsmässiga status som andra byggnadsmaterial, t ex stål och betong, för att kunna konkurrera på lika villkor.

Trämaterialets låga ingenjörsmässiga status är särskilt markant inom brandområdet, där begreppet brännbarhet länge varit diskriminerande och ett tecken på att trä är brandfarligt. I verkligheten är trä – rätt använt – ett brandsäkert material med i vissa tillämpningar bättre brandegenskaper än t ex stål, som mjuknar och förlorar sin bärförmåga trots att det är obrännbart. Ett mer nyanserat synsätt behövs därför på de brandtekniska egenskaperna hos trä som byggnadsmaterial.

Möjligheter att beräkna träkonstruktioners brandbeteende är dock hittills starkt begränsade. Detta gäller särskilt lätta sammansatta konstruktioner och deras bärförmåga vid brand.

Trä som invändigt beklädnadsmaterial och som fasadmateriäl är andra viktiga användningsområden, där träets estetiska fördelar kan tillvaratas. Det är därför mycket efterfrågat hos arkitekter. Detta användningsområde hotas av nya regler som arbetas fram inom Europa och där träintressen måste betonas.

Byggnadslagstiftningen i hela Europa inriktas nu snabbt mot funktionella krav, vilket ger möjligheter till ett mer rationellt synsätt på träkonstruktioner, men ställer också krav på att metodik finns tillgänglig.

Nya marknader, t ex högre hus, håller på att öppnas för träkonstruktioner. Situationen är likartad i de olika nordiska länderna, där nya byggnormer förbereds eller just trätt i kraft. Bevisbördan läggs på materialtillverkaren som måste visa att den brandtekniska funktionen uppfylls. För träbranschen är det viktigt att ta tillvara dessa nya möjligheter genom att ta fram ny kunskap om sitt material för nya och mer krävande marknader.

## Projektets organisation

Projektet har organiserats i fem delprojekt med var sin delprojektledare. Fyra av dessa delprojekt är av teknisk natur:

1. Brandteknisk utformning av flervåningshus med trästomme – Nils Forsén, NBI.
2. Beräkningsmetoder för bärande konstruktionselement – Jürgen König, Trätek.
3. Träfasader i flervåningshus – Esko Mikkola, VTT.
4. EURO-klassificering av trä som ytmaterial – Birgit Östman, Trätek/Esko Mikkola, VTT.

Det femte delprojektet – Resultatförmedling och informationsöverföring – har varit en gemensam angelägenhet för hela projektet med Birgit Östman som huvudansvarig. I detta delprojekt ingick ursprungligen försäkringsfrågor, men under arbetets gång överfördes dessa till delprojekt 1.

Delprojekten har bedrivits i nära samverkan mellan de deltagande institutionerna. Detta gäller särskilt delprojekt 1 och 2, som haft gemensamma delar samt delprojekt 4. Delprojekt 1 och 3 har också samverkat främst vad gäller takkonstruktioner. Andra institutioner har involverats för provning eller specialstudier, bl a Aalborgs Universitet, LTH/Brandteknik, NTI och SINTEF.

En projektledningsgrupp bestående av delprojektledarna har lett arbetet med projektkoordinatorn som huvudansvarig. Gruppen har haft fyra separata projektledningsmöten, men det mesta koordineringsarbetet har skett per telefon och korrespondens eller i anslutning till andra möten.

En styrgrupp med representanter för bl a träindustri, byggnadskonstruktion och byggmyndigheter har ansvarat för projektets inriktning. Styrgruppens ordförande har varit Birger Åström, Iggesund Timber AB. Styrgruppen har haft åtta sammanträden, ofta kombinerade med studiebesök i anslutning till delprojekten eller pågående byggprojekt.

Projekt Brandsäkra trähus har samordnats med det parallella Nordic Wood-projektet Trähus i flera våningar med Sven Thelandersson, LTH som projektkoordinator och Thomas Thörnqvist, Södra Timber som styrgruppens ordförande. Detta projekt består dels av en FoU-del med bl a akustik, fuktrörelser och byggnadsfysik och en del med byggprojekt i fyra nordiska länder. De brandtekniska delarna har delvis annan karaktär och har utförts i projekt Brandsäkra trähus. Samordningen har skett genom planering av gemensamma delar och deltagande i varandras styr- och arbetsgrupper, främst i anslutning till byggprojekten.

Slutligen har nationella grupper med företrädare för bygg- och byggmaterialindustri följt projektet och stöttat det även ekonomiskt. Sådana grupper har verkat främst i Norge och i Sverige. I Finland har främst träindustrin varit involverad i projektet genom Finnish Wood Research Ltd. Dansk industri har inte deltagit.



## Mål och måluppfyllelse

Projektet har haft några övergripande mål:

- Trä etablerat som ett ur brandsynpunkt beräkningsbart och ingenjörsmässigt byggnads-material i nordiska och europeiska standarder och bestämmelser.
- Norden ska som träexporterande länder inta en kunskapsmässigt ledande ställning inom området.
- Marknaden för träprodukter ska öka särskilt i exportländer som saknar träbyggnadstradi-tion och därför tvekar att använda trä.
- Trämaterialets miljöfördelar ska kompletteras med säkerhetskunnande om brandteknisk funktion.

Dessa mål är svåra att följa upp, särskilt på kort sikt. Projektet har därför också haft ett antal tekniska mål i anslutning till delprojekten:

### Tekniska mål

- Bidrag med dokumentation till planerade pilotbyggprojekt.
- Bidrag med underlag för byggnormer.
- Regler för brandteknisk utformning av flervåningshus med trästomme.
- Beräkningsmetoder för brandteknisk dimensionering av bärande träkonstruktioner.
- Tillämpning av beräkningsmetoder i normer, t ex Eurocodes.
- Regler för värdering av träfasaders brandbeteende.
- Förslag till Euro-klassificering av trä som ytmaterial i relation till andra material.

De fem första av dessa mål har uppnåtts, det femte dock endast i begränsad omfattning hittills beroende på att Eurocode 5 Timber ännu inte reviderats. Det sjätte målet om träfasader har uppnåtts för sprinklade hus, vilket varit viktigt för de finska pilotbyggprojekten. För osprink-lade hus återstår en hel del arbete för att förstå fenomenen och för att finna tekniskt, ekono-miskt och miljömässigt acceptabla lösningar. Det sjunde och sista målet har inte uppnåtts. Orsaken är främst den långsamma europeiska utvecklingen inom området. Ytterligare för-seningar i EUs program har ägt rum under projekttiden. Omfattande insatser har dock gjorts för att följa det europeiska arbetet och ta fram underlag för träprodukter. Detta gäller särskilt för trägoliv där arbetet kommit längst. Fortsatta insatser krävs inom detta område.

Utöver ovan angivna mål har projektet lett till en positiv uppmärksamhet på frågor kring trä och brandsäkerhet, särskilt i högre byggnader.



## Resultat från projektet

Nedan sammanfattas de viktigaste resultaten från de fyra tekniska delprojekten. Fullständiga resultat redovisas i de rapporter som förtecknas under varje delprojekt. För de tre första delprojekten finns en sammanfattande slutrapport.

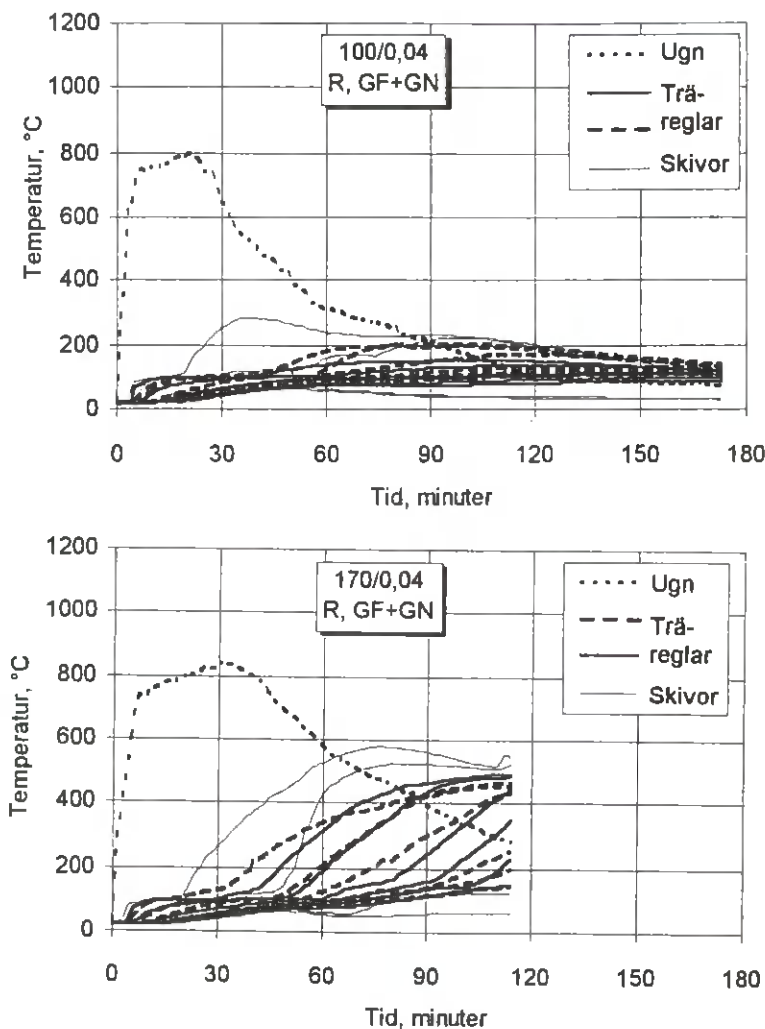
### Delprojekt 1:

#### Brandteknisk utformning av flervåningshus med trästomme

Ansvarig: Nils E. Forsén, NBI

#### Konstruktioners överlevnad vid brand

Huvudsyftet med delprojektet har varit att lösa brandtekniska problem vid projektering av flervåningshus i trä så att krav i de nationella byggnormerna uppfylls. Arbetet har bedrivits främst med inriktning på situationen i Norge. Där har krav på konstruktioner/byggnaders överlevnad vid brand dominerat utvecklingen av ny byggnorm. Studier av fullständiga brandförlopp med s k parametriska bränder, som tidigare använts för stål och betong, har därför introducerats även för träkonstruktioner. Ett omfattande provningsprogram med denna inriktning har genomförts i delprojekt 2. Möjligheten att uppnå överlevnad har påvisats för lätta sammansatta träkonstruktioner /1.9/. Exempel på resultat ges i figur 1.



Figur 1.

Exempel på tid-temperaturförlopp i träregelväggar exponerade vid fullständiga (parametriska) bränder, överst vid 100/0,04 (brandbelastning/öppningsfaktor), under vid 170/0,04. I det första fallet överlever konstruktionen eftersom temperaturen i träreglarna aldrig uppnår 300 °C, då förkolning startar. I det undre fallet bibehålls bärförmågan i nästan två timmar /1.9/.

### ***Fullständiga brandförlopp***

Ett problem är att beräkna tid-temperaturförloppet i lätta konstruktioner. Befintliga modeller är främst baserade på tunga betongkonstruktioner. Detta är ett generellt problem och ingår egentligen ej i projekt Brandsäkra trähus, men frågan är viktig för tillämpningen. Några studier har genomförts vid SINTEF /1.2/ och VTT /1.1/ och i samverkan med delprojekt 2 i form av ett examensarbete vid LTH/Brandteknik, men frågan har inte kunnat klarläggas helt.

### ***Pilotbyggprojekt***

Möjligheterna att uppfylla den norska byggnormens krav på överlevnad har studerats för ett pilotbyggprojekt med ett fyravåningshus i Trondheim /1.3/. Studien har sin utgångspunkt i projektresultaten och konkluderar att kraven uppfylls med en tvåskiktsskivbeklädning. Tolkningen inkluderar en insats från brandväsendet. Speciell vikt har lagts på skydd mot brandspridning till takkonstruktionen.

### ***Brandsäkra takkonstruktioner***

Brandspridning till vindar genom ventilationsöppningar vid takfoten måste undvikas. Några studier har genomförts i samverkan med delprojekt 3. Man har därvid konstaterat att inga öppningar får förekomma, inte ens om de utförs som ett kanalsystem. Andra lösningar måste användas. Några sådana redovisas i delprojekt 2.

Som alternativ kan isolerade takkonstruktioner användas. Brandförsök har genomförts med skumplastisolerade trätak, som visat acceptabel funktion om detaljlösningarna utförs på rätt sätt /1.5, 1.7/.

### ***Risikanalys***

En förstudie till riskanalys har genomförts med den så kallade L-kurvetmetoden, som bygger på bedömd sannolikhet för en räkna händelser som kan leda till brand /1.4/. Metoden är utvecklad i USA och har använts främst för stora byggprojekt, t ex den nya norska storflygplatsen Gardermoen, men har här tillämpats på flervånings trähus och jämförts med en motsvarande betongbyggnad.

### ***Försäkringsfrågor***

En förstudie om statistik från försäkringsbolag i Norge och Sverige har genomförts /1.6/. Den visar att statistiken är bristfällig och inte användbar för jämförelser av byggnadsmaterial och konstruktioner. Kostnader för brandskador på själva byggnaden utgör dock en liten del, ca 20 %, av den totala skadekostnaden. Konklusionen är att rutiner för bättre skadestatistik bör införas.

**Slutrapport för delprojekt 1**

- 1.1 Nils E Forsén: Flervåningshus med trästomme. Byggforsk Rapport O 7067 B, 1997.

**Arbetsrapporter**

- 1.2 J Stensaas, K Opstad: Bestemmelse av virkelig brannforlop. SINTEF/NBL Rapport STF 25 F95046, 1995.
- 1.3 N E Forsén: Fleretasjehus i tre, Solbakken 34, Trondheim. Byggforsk Rapport O 7090, 1996.
- 1.4 V Stenstad: Risikoanalyse av fleretasjes bolighus i trekonstruksjon. Byggforsk Rapport O 7667, 1997.
- 1.5 V Stenstad: Brannforsøk med skumplastisolerte skrå tretak. Byggforsk Rapport O 7663, 1997.
- 1.6 B Roald: Trekonstruksjoner och forsikring. Norsk Treteknisk Institutt, Rapport 369506, 1997.

**Informationsblad**

- 1.7 Byggforsk informerar om brannforsøk med skumplastisolerte tretak, Infoblad 1996.

**Papers/föredrag**

- 1.8 N E Forsén: Brandteknisk utformning av flervåningshus i trä. Trædag'95, Kolding, mars 1995.
- 1.9 J König, J Norén, N E Forsén: Wood construction behaviour in natural/parametric fires. Fire and Materials '95. 4<sup>th</sup> International Conference. Wash. DC, Byggforsk/Träteknisk Rapport I 9512039, 1995. (Ingår även i delprojekt 2)

## Delprojekt 2: Beräkningsmetoder för bärande konstruktionslement

Ansvarig: Jürgen König, Trätec

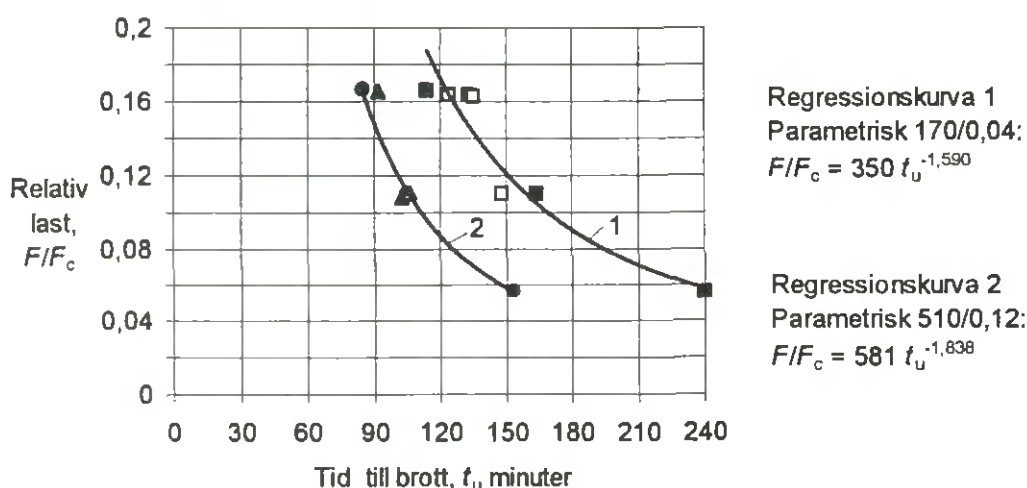
Ett omfattande provningsprogram har genomförts /2.1/. Syftet har först och främst varit att ta fram *samband mellan bärförmåga vid brand och tid* för såväl standardbrand som s k parametrisk brand, d v s fullständiga brandförlopp inklusive avsvalningsfasen. Därmed blir det möjligt att genomföra en branddimensionering, t ex enligt den svenska byggnormen BKR 94, inte bara för ett fullständigt brandförlopp utan också för en del av ett sådant förlopp. Genom över-sättning av resultaten från parametrisk brand till standardbrand blir det även i fortsättningen möjligt att dimensionera genom klassificering dock med bättre anpassning av kravnivåer till underliggande funktionskrav.

Ett stort antal parametrar har studerats vid provningarna, som genomförts dels i pelarugn vid Aalborgs Universitet, dels i Träteks komponentugn:

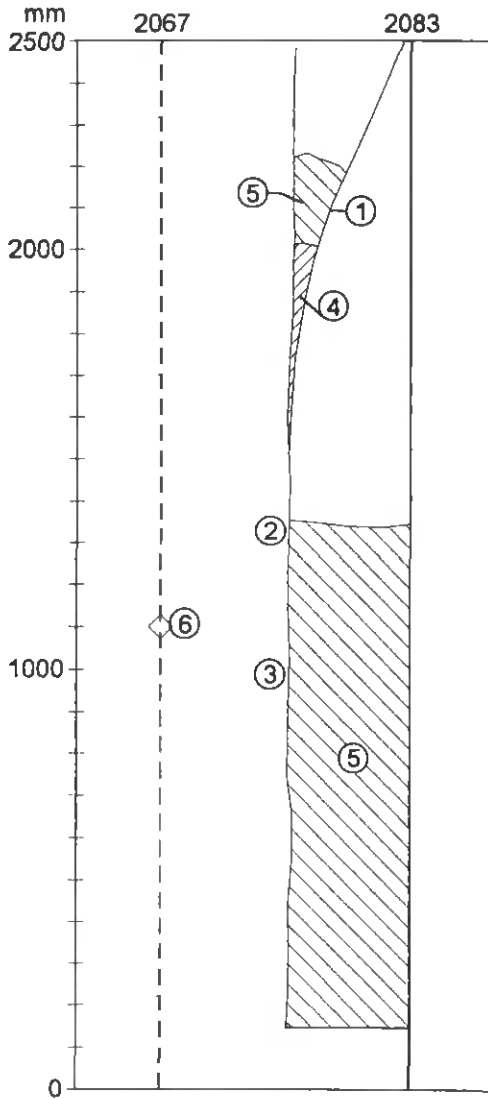
- Termiska laster: dimensionerande brandbelastning och ventilation/öppningsfaktor vid fullständiga brandförlopp samt standardbrand.
- Mekaniska laster i förhållande till bärförmåga vid normal temperatur.
- Skivmaterial: gipsskivor, träbaserade skivor m fl.
- Isolering: stenull, glasull.
- Konstruktioner: väggar, bjälklag.

För att hålla antalet provningar på en genomförbar nivå valdes att utföra fulla serier med väggblock och regler vid böjning för en referenskonstruktion och en termisk referenslast. Kompletterande serier utfördes sedan för att visa inverkan av olika parametrar.

Resultaten visar bl a att lätta sammansatta träkonstruktioner kan överleva fullständiga brandförlopp om den bärande stommen skyddas med skivor så att den inte börjar förkolna, vilket sker vid 300 °C. Dessa resultat har varit viktiga för förslaget till ny norsk byggföreskrift, där kravet på konstruktioners och byggnaders överlevnad vid brand betonats /2.7/. Exempel på resultat ges i figur 1–4.



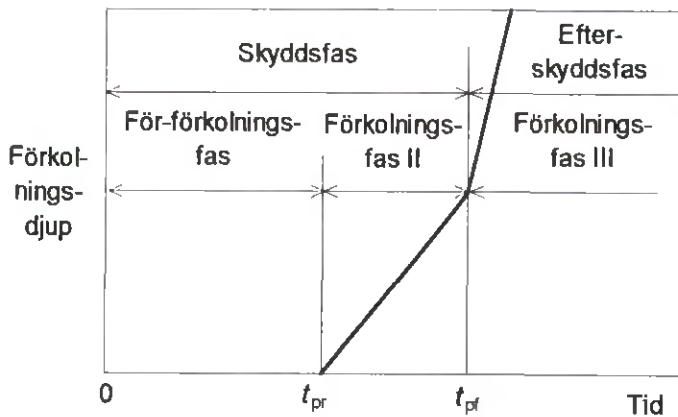
Figur 2. Brandmotstånd (i minuter) hos träregelväggar vid olika relativ mekanisk last och två parametriska bränder (kurva 1 och 2) samt vid standardbrand (trianglar) /2.1/.



- 0 min. Start.  
 6 min. Synlig spricka ①  
 25 min. Spricka ① approx. 15 mm vid ②.  
 44 min. Spricka ① approx. 50 mm vid ③.  
 Högra skivdelen böjde ut. Lag 2 mycket sprucken.  
 79 min. Sektion ④ föll ner  
 80 min. Sektionerna ⑤ föll ner.  
 85 min. Brott i regel 2067 vid ⑥.

**Figur 3.**

Exempel på visuella observationer under brandprovning av träregelväggar exponerade till parametrisk brand 510/0,12. Väg VE 16.  
 /2.1/



**Figur 4.**

Förkolningsfaser hos träregelväggar skyddade med skivor:

- skyddsfas före förkolning (fullständigt skydd)
- skydd från kvarvarande skivor (begränsat skydd)
- förkolning efter skivbortfall (inget skydd)

/2.1/

På basis av provningsresultaten ska en empirisk beräkningsmodell utvecklas. Den innehåller följande moment:

- Inbränningsdjup som funktion av termisk påverkan.
- Reduktionskoefficient för hållfasthet och E-modul.
- Inverkan av skyddande beklädnader.

### *Termisk last*

En viktig fråga som kommit upp under projektet är hur de termiska egenskaperna hos konstruktionerna påverkar det parametriska brandförloppet. Detta problem hör egentligen inte till projektet, men dess lösning är av stor betydelse för den framtida tillämpningen av resultaten. Studier har därför genomförts i samverkan med delprojekt 1 och redovisas huvudsakligen där. Ett examensarbete genomförs dessutom vid LTH /2.3/. Behov av fortsatta insatser förutses. I de genomförda provningarna har den termiska lasten valts så att den täcker det för praktisk tillämpning relevanta området.

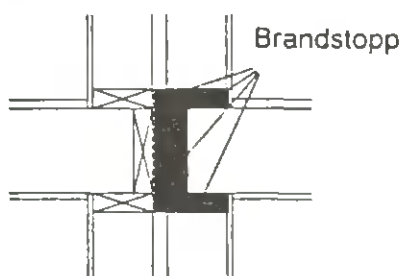
### *Jämförelse med amerikanska konstruktioner*

Från byggprojekten har framförts önskemål om enkla konstruktionslösningar, gärna med ett skivlag. Sådana konstruktioner är brandklassade i Nordamerika. Vi har därför granskat dessa lösningar mer i detalj och kunnat konstatera att flera av dem inte uppfyller europeiska krav om de utförs med t ex nordiska skivmaterial /2.2/. Orsaken är sannolikt att de amerikanska brandklassningarna ofta är gamla, i några fall ända från 1940-talet, och att byggmaterialen förändrats sedan dess och inte längre uppfyller kraven. Detta har uppmärksammats i Kanada som genomfört en revidering av sina brandklassade konstruktioner.

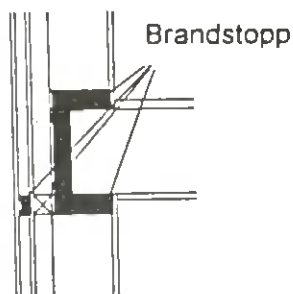
### *Brandstopp och andra byggnadstekniska detaljer*

Det finns många byggnadstekniska detaljer som är viktiga för att den brandtekniska funktionen skall vara uppfylld. Tre åtgärder är särskilt viktiga /2.5/. Den första är att använda s k brandstopp i brandcellsskiljande byggnadsdelar för att förhindra att branden sprids i hålrum inuti en konstruktion från en brandcell till en annan. Den andra är att undvika ventilation vid takfot för att lindra brandspridning till vindsutrymmen. Särskilt viktigt är att undvika ventilationsöppningar rakt ovanför fönsterpartier i fasaden. Den tredje åtgärden är att sektionera vindar så att en eventuell brand begränsas. Några exempel ges i figur 5 och 6.

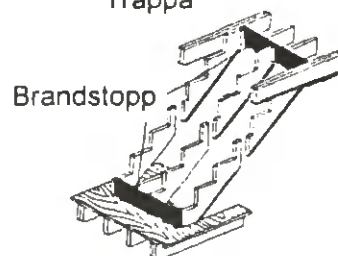
Lägenhetsskiljande vägg och bjälklag



Yttervägg

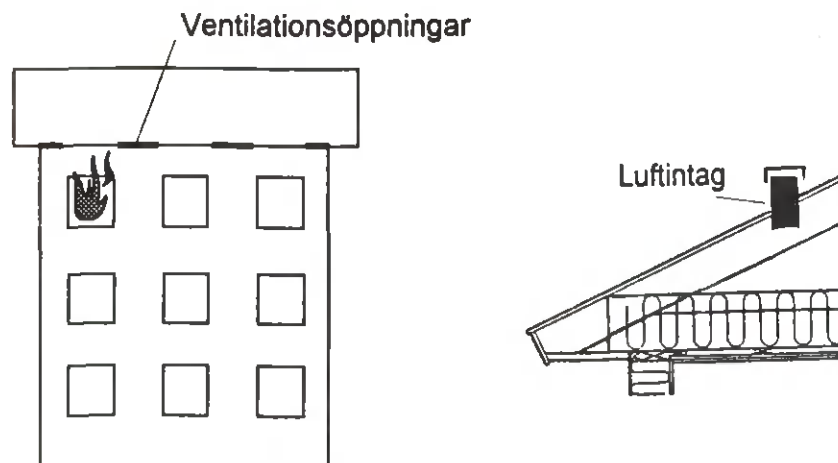


Trappa



Figur 5. Exempel på brandstopp inuti träregelkonstruktioner.





**Figur 6.** Undvik ventilation vid takfot, särskilt över fönster. Flammorna från en övertänd lägenhet når två våningar upp oberoende av fasadbeklädnad. Ventilera i stället t ex genom yttertaket /2.5/.

### **Slutrapport för delprojekt 2**

- 2.1 J König, J Norén, F Bolonius Olesen, F Toft Hansen: Timber frame assemblies exposed to standard and parametric fires. Part 1: Fire tests. Trätekt Rapport I 9702015, 1997.

### **Arbetsrapporter**

- 2.2 J Norén: Brandklassade träkonstruktioner i USA, Kanada och Sverige – några direkta jämförelser. Trätekt Rapport P 9609078, 1996.
- 2.3 J Åberg: Fullständiga brandförlopp. Examensarbete LTH/Brandteknik, 1997.

### **Artiklar i fackpress**

- 2.4 B Östman: Brandsäkra trähus. GyprocNytt 1/96.
- 2.5 J Norén, B Östman: Brandsäkra flervåningshus i trä. Husbyggaren nr 2, april 1996.

### **Papers/föredrag**

- 2.6 J König: Fire safety design. North American Wood Fire Modeling Meeting, Wash. DC, November 1995.
- 2.7 J König, J Norén, N E Forsén: Wood construction behaviour in natural/parametric fires. Fire and Materials '95, 4<sup>th</sup> International Conference, Wash. DC. Byggforsk/Trätekt Rapport I 9512039, 1995. (Ingår även i delprojekt 1).
- 2.8 B Östman, J König, J Norén: Fire behaviour of timber frame structures. Workshop COST Action E 5, Stuttgart. October 1996 (Trätekt Rapport I 9612091).
- 2.9 L Tsantaridis, B Östman: Charring of protected wood studs. Paper submitted to Fire and Materials. November 1996.



### **Delprojekt 3:**

#### **Träfasader i flervåningshus**

Ansvarig: Esko Mikkola, VTT

Höga träfasader kan utgöra en risk för brandspridning uppåt, men inställningen är olika i olika länder, sannolikt beroende på att kunskapen inom området är bristfällig.

Två olika scenarier har studerats inom delprojektet: sprinklade och osprinklade hus. För sprinklade hus är brandscenariet en utvändig brand, t ex en brinnande papperskorg eller container. För osprinklade hus är det i stället en fullt utvecklade brand med lågor ut genom ett fönster. Brandpå känningen är i allmänhet större i detta senare fall.

Sprinklade hus har varit av störst intresse i Finland, där alla pilotbyggprojekt hittills är sprinklade. Delprojektet har därför haft sin tyngdpunkt på denna del.

Ett stort antal fasadprovningar har genomförts för båda scenarierna /3.1/. För sprinklade hus har försöken utförts i både halvstor (1,2 x 2,4 m) och full skala (4,2 x 5,2 m respektive 4,2 x 7,6 m), för osprinklade hus endast i full skala.

#### ***Sprinklade hus***

Det mest effektiva sättet att förebygga brandspridning till nästa våning är konstruktivt skydd genom utskjutande horisontella fasaddelar, som bör vara minst 200 mm och försedda med obrännbart material på undersidan. Kemiskt brandskydd har också effekt, men kan inte rekommenderas generellt p g a odefinierad beständighet vid väderexponering.

Provning i halvstor och full skala överensstämmer relativt väl, men fullskaleprovning behövs för nya produkter.

#### ***Osprinklade hus***

Flammorna från ett fönster ger en kraftig brandexponering på fönstret ovanför oberoende av fasadmaterial. Värmestrålningen på fönstret är av storleksordningen 70 kW/m<sup>2</sup>, vilket gör att detta fönster är förlorat. Frågan är därför om fasadbeklädnaden bidrar till ökad värmestrålning på fönstret två våningar upp.

Provningarna visar att branden spred sig till fönstret ovanför på mindre än 1 minut, till fönstret två våningar upp på ca 3 minuter och därefter sannolikt ca en våning per 10 minuter. Försöken genomfördes dock med en brandöppning som var väsentligt bredare än fönstren ovanför, vilket sannolikt bidragit till den relativt snabba brandspridningen.

Utskjutande fasadelement hade liten effekt för osprinklade hus trots att de stack ut 400 mm från fasaden. Större utskjutande delar av typ balkonger har sannolikt större effekt på brandspridningen.

**Förslag till kravkriterier**

	Sprinklade hus (yttre tändkälla)	Osprinklade hus (flammar genom fönster från övertänt rum)
Provningensbetingelser:		
Max värmefflöde	40 kW/m <sup>2</sup>	70 kW/m <sup>2</sup>
Brinntid	30 min	~ 15 min
Kravkriterier:		
Nedfallande delar	< 0,1 m <sup>2</sup> inga droppar	< 0,1 m <sup>2</sup> inga droppar
Värmefflöde (får överskridas under högst 1 min)	≤ 15 kW/m <sup>2</sup> fönster en våning upp	≤ 20 kW/m <sup>2</sup> fönster två våningar upp
Brandspridning	< fönster en våning upp	< takfot

Resultaten från delprojektet har använts dels industriellt vid projektering av byggprojektet Vik, dels normmässigt i samband med remissvar till förslaget till ny finsk byggnorm. De använda provmetoderna i halvstor och full skala används i pågående internationell standardisering inom ISO TC92: Fire safety.

Ytterligare studier bör genomföras för att förstå fenomenen. Dessa försök bör baseras på realistiska fönsterkonfigurationer och träandelar i fasaden. De bör användas som input till pågående internationell standardisering, så att kommande metodik blir anpassad till trä. Nuvarande nordisk metodik (SP 105) är inte realistisk med hänsyn till använd fönsterkonfiguration. Fortsatta studier bör kombineras med beräkningsmodeller och riskanalyser inklusive räddningstjänstens insatser.

**Slutrapport för delprojekt 3**

- 3.1 T Hakkarainen, T Oksanen, E Mikkola: Fire behaviour of facades in multi-storey wood-framed houses, Summary. VTT Research Note 1823, 1997.

**Arbetsrapport**

- 3.2 T Hakkarainen, T Oksanen, E Mikkola: Fire safety of wooden facades for multi-storey houses. VTT Research Note 1736, 1996. (In Finnish).

**Papers/föredrag**

- 3.3 T Oksanen: Fire safety of timber facades. Träbyggnadsdagen, Stockholm, maj 1995.  
3.4 T Hakkarainen, E Mikkola, T Oksanen, M Kokkala: Flame spread on wooden facades. First European Symposium on Fire Safety Science, Zürich, August 1995.

**Standarder**

- 3.5 Intermediate scale facade test. Draft proposal, ISO WD 13785, Part 1, 1996.

## **Delprojekt 4:**

### **Euro-klassificering av trä som ytmaterial**

Ansvarig: Birgit Östman, Träteknik/Esko Mikkola, VTT

Målet med delprojektet är att främja en rättvisande klassificering av träprodukter som ytmaterial på väggar, tak och golv i de nya system som tas fram inom EU och CEN.

Det europeiska arbetet är långsamt och ytterligare förseningar har inträffat under projektperioden. Principen för klassificering publicerades i september 1994 i Official Journal, som är EUs officiella tidning. Provningsmetodik finns angiven för golvprodukter, men har först under 1996 presenterats för vägg- och takprodukter.

Arbetet inom delprojektet bedrivs dels genom att delta i de europeiska och nationella standardiseringsgrupper som styr eller kan påverka arbetet, dels genom studier av hur trämaterial beter sig enligt föreslagna metodik och hur denna metodik kan utvecklas /4.1/.

#### ***Vägg- och takprodukter***

En ny provningsmetodik kallad SBI (Single Burning Item) har nyligen tagits fram och byggs nu (febr 1997) upp vid ett femtontal laboratorier i Europa. En omfattande provning av 30 produkter ska genomföras. Bland dessa ingår ett tiotal träbaserade produkter, varav flertalet är från Norden. Avsikten med provningen är dels att utvärdera den nya metodiken, dels att få underlag för klassificering enligt de föreslagna Euroklasserna B, C och D. Provningen skall vara genomförd under 1997, därefter vidtar standardisering inom CEN.

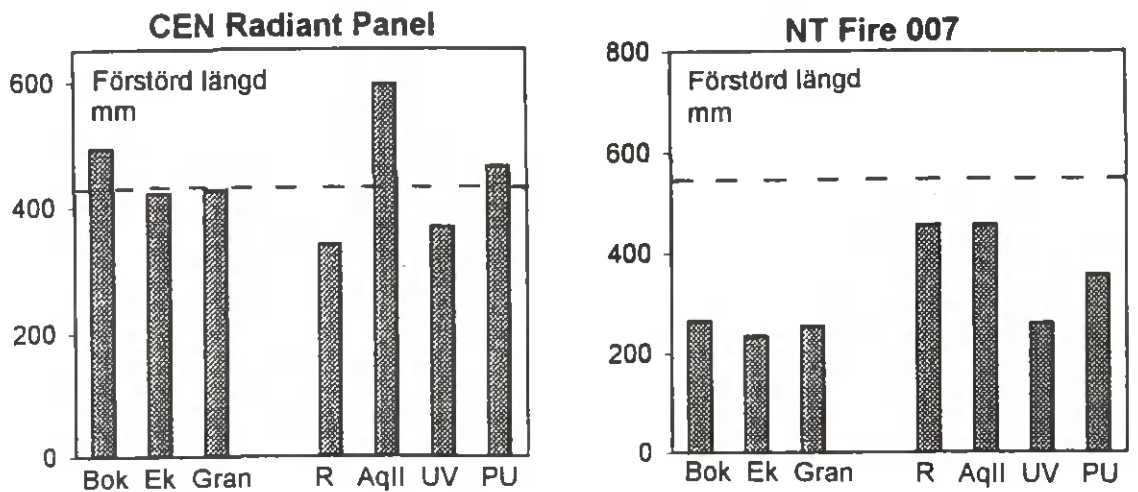
Förutom SBI finns en enkel småskalig antändlighetstest för vägg- och takprodukter, som måste uppfyllas av alla produkter från klass E och uppåt. Den utgör inte något problem för flertalet träprodukter, men tunna, skiktade material och/eller lågdensitetsprodukter, kan vara gränsfall /4.3/.

#### ***Golvprodukter***

För golvbeläggningar finns ett färdigt CEN-förslag kallat Radiant panel. Studier inom delprojektet har visat att trägolv utgör ett gränsfall för att klara klass D, vilket är allvarligt /4.6/. Enligt nuvarande nordisk metodik klarar trägolv den högsta brandklassen, se figur 7 /4.4/. Stora insatser har gjorts inom delprojektet på att uppmärksamma standardiseringsorgan och industri på situationen.

Även för golv finns en enklare metod, den så kallade tablettmetoden, som alla brandklassificerade material måste klara. Provningen i delprojektet har visat att alla träprodukter, även de med låg densitet, klarar denna metod /4.2/.

Målen för delprojektet har inte uppnåtts på grund av den långsamma utvecklingen i europaarbetet. Ytterligare insatser är därför nödvändiga bl a för att hävda trägolvens ställning.



**Figur 7.** Förstörd längd vid brandprovning av tre trägol, varav grangolvet även provats med fyra vanliga golvlacker (R, AqII, UV och PU) enligt föreslagen CEN-metod och enligt nuvarande nordisk metod, NT Fire 007. Samtliga golv klarar den nordiska kravgränsen (streckad linje), men inte den föreslagna Euroclass-gränsen /4.6/.

#### **Arbetsrapporter från delprojekt 4**

- 4.1 E Mikkola, J Rämö: Euroclass methods and wood based products. VTT Report, 1997.
- 4.2 L Tsantaridis: CEN Tablet test for wood flooring. Trätekt Rapport I 9702009, 1997.
- 4.3 L Tsantaridis: CEN Ignitability test for wood products. Trätekt Rapport I 9702010, 1997.

#### **Informationsblad**

- 4.4 Brandklassade trägol. Trätekt Kontenta 9604029, april 1996 samt tilläggsblad på engelska.

#### **Papers/föredrag**

- 4.5 B Östman: European fire tests for floorings. CEN/TC 175/WG-meeting, Stockholm, June 1996.
- 4.6 B Östman, E Mikkola: European fire tests for floorings. Proceedings Interflam '96, Cambridge, Trätekt Rapport I 9604028, 1996.
- 4.7 L Tsantaridis: Wood as wall and ceiling linings. Proceedings Interflam '96, Cambridge, Trätekt Rapport I 9604041, 1996.

## Resultatförmedling

FoU-resultat från delprojekten har redovisats fortlöpande i rapporter och 'papers' från deltagande institutioner. Denna kunskapsbas ligger till grund för övrig förmedling och redovisas under respektive delprojekt.

Därutöver har projektet och dess resultat redovisats i ett antal översiktsartiklar i t ex allmän fackpress och vid flera föredrag inom och utom Norden.

### Artiklar i allmän fackpress

- B Östman Flervåningshus i trä. Träinformation – En tidning om trä, november 1994.  
 B Östman Brandsäkra trähus. Brand & Räddning nr 1, januari 1995.  
 B Östman Brandtekniska funktionskrav möjliggör flervåningshus med trästomme. Husbyggaren nr 2, april 1995.  
 B L Johansen Konstruktionsmaterialet har ringe betydning under brand. TOP Träinfo nr 1, april 1995.  
 B Östman Fire safe wooden buildings. Fire & Flammability Bulletin, augusti 1995.  
 Anonym Norsk press, bl a Byggeindustrin 1/95 och 9/95, dagspress (Aftenposten och Nationen).  
 B Östman Brandsäkra trähus. GyprocNytt 1/96.  
 B Karlsson Det brinner – för säkerhets skull. AssiDomän Natur & Fritid nr 2, 1996.  
 J Norén m fl Brandsäkra flervåningshus i trä. Husbyggaren nr 2, april 1996.  
 E Henocksson Nordic Wood reaches for the sky. New Nordic Technology 2/96.  
 B Rundqvist Trägolvar klarar de högsta brandkraven. Träindustrin 9/96.  
 B L Johansen Grundige analyser af brandrisikon. Træ nr 8. 1996.  
 B Bernardi Saglig debat kan føre til nye brandregler. Træ nr 10, 1996.  
 M Sjöborg Brandsäkra trähus. Brand & Räddning nr 1-2, 1997.  
 K Björnstedt Det brinner så in i Norden olika – trots nordisk enighet om hög brandsäkerhet i trähus. Nordisk Träteknik nr 5-97.

### Föredrag

- B Östman Brandteknisk dimensionering. Träbyggnadsdagen, Stockholm, november 1994.  
 N E Forsén Brandteknisk utformning av flervåningshus i trä. Trädag '95, Kolding, mars 1995.  
 T Oksanen Fire safety of timber facades. Träbyggnadsdagen, Stockholm, maj 1995.  
 B Östman Nordic Wood – Brand. COWIconsult Brandmöte, Köpenhamn, augusti 1995.  
 B Östman Träskivors funktion vid brand. SP Informationsdagar, september 1995.  
 B Östman Brandsäkra trähus. Skanska Träseminarium, Malmö, oktober 1995.  
 J König Fire safety design. N. Am. Wood Fire Modeling Meeting, Wash. DC, November 1995.  
 J König Brandschutzkonzepte im verdichteten Wohnungsbau in Skandinavien. Brandschutz im Holzbau, Würzburg, Feb. 1996 (Träteknik Rapport L 9605048).  
 B Östman Brandsäkra trähus. Nordic Woods styrelsemöte, Växjö, mars 1996.  
 B Östman Fire behaviour of timber frame structures. Södra Timber/LTH Symposium, Växjö, april 1996.



- B Östman Fire safe wooden houses – A Nordic project. Wood & Fire Safety Conference, Slovakia, May 1996 (Träteck Rapport L 9607059).
- B Östman Extern vurdering. Temadag om brandteknisk forhold i etagebygger af træ, Miljø & Energiministeriet, Skog- og Naturstyrelsen, Köpenhamn, september 1996.
- B Östman Fire behaviour of timber frame structures. Workshop COST Action E 5, Stuttgart, October 1996.
- B Östman Brandsäkra trähus. Brandforsk informationsdag för industrin, Stockholm, december 1996.
- B Östman Brandsäkerhet i träbyggnader. Träbyggnadsseminarium, LTH, Lund, februari 1997.

### ***Industrins behov i byggprojekt***

Praktiska anvisningar för industrins behov i pilotbyggprojekten i Norge, Finland och Sverige har förmedlats under hand. Kontakter har etablerats med de förstudier som pågår i Danmark.

### ***Byggnormer***

Input har lämnats till de nya byggnormer som utvecklas i Norge och Finland samt vid revideringar, tolkningar och typgodkännanden.

### ***Standardisering***

Bidrag har lämnats till utveckling av provnings- och beräkningsmetodik inom CEN och ISO för områdena fasader, invändiga ytskikt, tilläggsisolering och brandteknisk dimensionering/Eurocode 5, där projektdeltagarna är aktiva.

### ***Skriften Flervånings trähus***

Brandavsnittet i skriften Flervånings trähus, som utgör slutrapport för Nordic Wood-projektet 'Trähus i flera våningar' har levererats från projekt 'Brandsäkra trähus'. Det omfattar främst delarna:

- Konstruktionslösningar.
- Fasader.
- Brandstopp.

### ***Informationsblad***

Brandsäkra trähus. Träteck projektinformation, mars 1995.

### ***Slutseminarium***

Brandsäkra trähus – ett Nordic Wood projekt, Stockholm, 20-21 februari 1997. Seminariet samlade drygt 100 deltagare från Danmark, Finland, Norge och Sverige.

**Brandkrav i nordiska byggnormer**

Projektet har bidragit till att flervåningshus i trä accepteras i allt högre grad i nordiska byggnormer. Dock återstår många olikheter, vilket exemplifieras i nedanstående tabell, som speglar situationen i februari 1997.

	DK	FIN	N	S
Antal våningar i trä				
- idag	1 generellt 2 för bostäder	2	3	∞ (5-6)
- ny byggnorm	Principbeslut om mer funktionsbaserad byggnorm	4 för bostäder 2 för övrigt	∞ (oklar tolkning)	-
Krav på konstruktioner i flervånings trähus	Ej fastlagt  dispens t v	3-4 vån: - R 60, obrännbar isolering - sprinkling - typgodkänn.	Överlevnad vid fullständig brand; oklar tolkning	R 60/90 standardbrand alt beräkn/provning fullständig brand
Träfasader i flervåningshus	Max 20 % av fasadyta och max 50 % av varje vånings höjd	3-4 våningar: - osprinklat: (max ca 20 %) - sprinklat: 100 % med konstruktivt skydd	Ingen begränsning om åtkomligt för släckning (oberoende av stomme)	- osprinklat: 'i begränsad omfattning' (ca 20 %) - sprinklat: OK

Projektet beräknas därför få en fortsättning.



## Rapporter från Brandsäkra trähus – Fas 1 ett Nordic Wood-projekt

Projektet har bedrivits under två år 1995 och 1996 vid tre nordiska institutioner, NBI i Norge, Trätec i Sverige och VTT i Finland i samverkan med industri, myndigheter och FoU-organisationer samt i nära kontakt med byggprojekt för flervåningshus i trä. Det har finansiellt stötts av industrin (50%), Nordisk Industrifond och nationella fonder. Följande rapporter kan beställas.

### Slutrapport:

- |                          |   |                 |
|--------------------------|---|-----------------|
| <input type="checkbox"/> | <b>Brandsäkra trähus – ett Nordic Wood-projekt – Slutrapport Fas 1</b><br>Byggforsk/VTT/Trätec, Rapport P 9702014, 1997 | Pris<br>SEK 100 |
|--------------------------|---|-----------------|

### Papers:

- |                          |   |        |
|--------------------------|---|--------|
| <input type="checkbox"/> | J König:<br><b>Brandschutzkonzepte im verdichteten Wohnungsbau in Skandinavien</b><br>Brandschutz im Holzbau, Würzburg, Febr. -96, Trätec Rapport L 9607059, 1996 | SEK 90 |
| <input type="checkbox"/> | B Östman:<br><b>Fire Safe Wooden Houses – A Nordic Project</b><br>Wood & Fire Safety Conference, Slovakia, May -96, Trätec Rapport L 9607059, 1996                | SEK 90 |

### Delprojekt 1: Flervåningshus i trä

### Delprojekt 2: Bärande konstruktioner

#### Slutrapporter:

- |                          |  |         |
|--------------------------|--|---------|
| <input type="checkbox"/> | Nils E Forsén:<br><b>Flervåningshus med trästomme</b><br>Byggforsk Rapport O 7067B, 1997   | NOK 250 |
| <input type="checkbox"/> | J König, J Norén, F Bolonius Olesen, F Toft Hansen:<br><b>Timber frame assemblies exposed to standard and parametric fires. Part 1. Fire tests</b><br>Trätec Rapport I 9702015, 1997 | SEK 95  |

#### Arbetsrapporter/Papers:

- |                          |   |         |
|--------------------------|---|---------|
| <input type="checkbox"/> | J König, J Norén, N E Forsén:<br><b>Wood construction behaviour in natural/parametric fires</b><br>Fire and Materials '95, 4th International conference, Washington DC,<br>Byggforsk/Trätec Rapport I 9512039, 1995 | SEK 95  |
| <input type="checkbox"/> | Joakim Norén:<br><b>Brandklassade träkonstruktioner i USA, Kanada och Sverige – några direkta jämförelser</b><br>Trätec Rapport P 9609078, 1996   | SEK 100 |
| <input type="checkbox"/> | B Östman, J König, J Norén:<br><b>Fire behaviour of timber frame structures</b><br>Workshop COST Action E 5, Stuttgart, October 1996, Trätec Rapport I 9612091, 1996  | SEK 95  |
| <input type="checkbox"/> | Vidar Stenstad:<br><b>Risikoanalyse av fleretasjes bolighus i trekonstruksjon</b><br>Byggforsk Rapport O 7667, 1997   | NOK 250 |
| <input type="checkbox"/> | Vidar Stenstad:<br><b>Brannforsøk med skumplastisolerte skrå trestak</b><br>Byggforsk Rapport O 7663, 1997  | NOK 250 |
| <input type="checkbox"/> | B Roald:<br><b>Trekonstruksjoner og forsikring</b><br>Norsk Treteknisk Institutt, Rapport 369506, 1997  | NOK 150 |

#### Informationsblad:

- |                          |  |        |
|--------------------------|--|--------|
| <input type="checkbox"/> | Byggforsk informerer om brannforsøk med skumplastisolerte trestak, Infoblad 1996 | Gratis |
|--------------------------|--|--------|

## Delprojekt 3: Träfasader

### Slutrapport:

T Hakkarainen, T Oksanen and E Mikkola:

- Fire behaviour of facades in multi-storey wood-framed houses**  
VTT Research Notes 1823, 1997 FIM 160

### Arbetsrapporter/Papers

T Hakkarainen, E Mikkola, T Oksanen, M Kokkala:

- Flame spread on wooden facades**  
First Eur. Symp. on Fire Safety Science, Zürich, 1995 Gratis

T Hakkarainen, T Oksanen, E Mikkola:

- Fire safety of wooden facades for sprinkled multi-storey houses**  
VTT Research Note 1736 (in Finnish), 1996 FIM 125

## Delprojekt 4: Euroklassificering av ytmaterial

### Arbetsrapporter/Papers:

B Östman, E Mikkola:

- European fire tests for floorings**  
Proceedings Interflam '96, Cambridge, TräteK Rapport I 9604028, 1996 SEK 95

L Tsantaridis:

- Wood as wall and ceiling linings**  
Proceedings Interflam '96, Cambridge, TräteK Rapport I 9604041, 1996 SEK 95

E Mikkola and J Rämö:

- Euro class methods and wood based products**  
VTT Report, 1997 FIM 50

L Tsantaridis:

- CEN Tablet test results for wood floorings**  
TräteK Rapport L 9702009, 1997 SEK 90

L Tsantaridis:

- CEN Ignitability test results for wood products**  
TräteK Rapport L 9702010, 1997 SEK 90

### Informationsblad:

**Brandklassade trägolv**

- TräteK Kontenta 9604029, 1996 Gratis

### Rapporterna kan beställas från:

NBI-Byggforsk, Norge, fax + 47 (0)22-96 55 42

TräteK, Sverige, fax + 46 (0)8-762 18 01

VTT, Finland, fax + 358 (0)9-456 48 15

### För mer information kontakta:

Birgit Östman, TräteK, projektkoordinator  
tel: + 46 (0)8-762 18 00

Nils Forsén, NBI, nationellt ansvarig i Norge  
tel: + 47 (0)22- 96 55 00

Esko Mikkola, VTT, nationellt ansvarig i Finland  
tel: + 358 (0)9-456 48 25

Detta digitala dokument  
skapades med anslag från  
**Stiftelsen Nils och Dorthi  
Troédssons forskningsfond**

**Träte**

INSTITUTET FÖR TRÄTEKNISK FORSKNING

Box 5609, 114 86 STOCKHOLM  
Besöksadress: Drottning Kristinas väg 67  
Telefon: 08-762 18 00  
Telefax: 08-762 18 01

Åsenvägen 9, 553 31 JÖNKÖPING  
Telefon: 036-30 65 50  
Telefax: 036-30 65 60

Skeria 2, 931 77 SKELLEFTEÅ  
Besöksadress: Laboratorgränd 2  
Telefon: 0910-652 00  
Telefax: 0910-652 65