

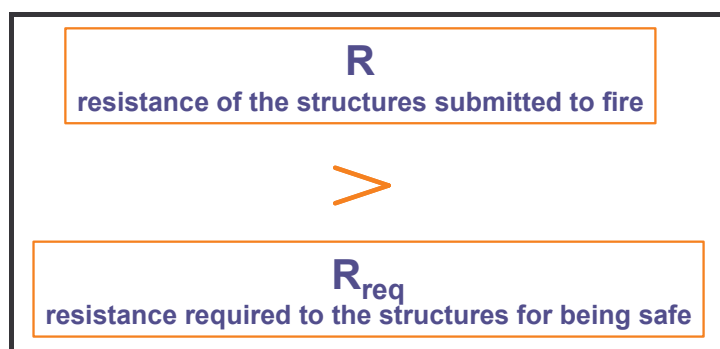
DEL 4: DIFISEK-programvara för branddimensionering

J.J. Martínez de Aragón; F. Rey och J.A. Chica
LABEIN, teknologiskt centrum, Bilbao, Spanien

SAMMANFATTNING: Ett av huvudmålen med RFCS-projektet DIFISEK (RFS-C2-03048) är sammanställning och utvärdering av allmänt tillgängliga programvaror för branddimensionering. För att utvärdera programmen på ett korrekt sätt är det nödvändigt att klassificera dem och att fastställa ett utvärderingskriterium. Under 1992 utförde Friedman en undersökning av branddatormodeller för Forum for International Co-operation on Fire Research. Under 2003 uppdaterade Olenick och Carpenter den undersökningen och införde fler programvaror liksom en diskussion om kategorier för dem. I detta dokument presenterar vi en ny klassificering som beaktar den klassificering de fastställde och uppdaterar förteckningen över programvaror, med fokus på allmänt tillgängliga brandprogramvaror. I detta dokument fastställer vi de viktigaste aspekterna att tänka på vid utvärderingen av brandprogramvaror. På så sätt ges vägledning i valet av den brandprogramvara som bäst passar användarens behov. Totalt 172 programvaror har hittats, av dem är 27 allmänt tillgängliga.

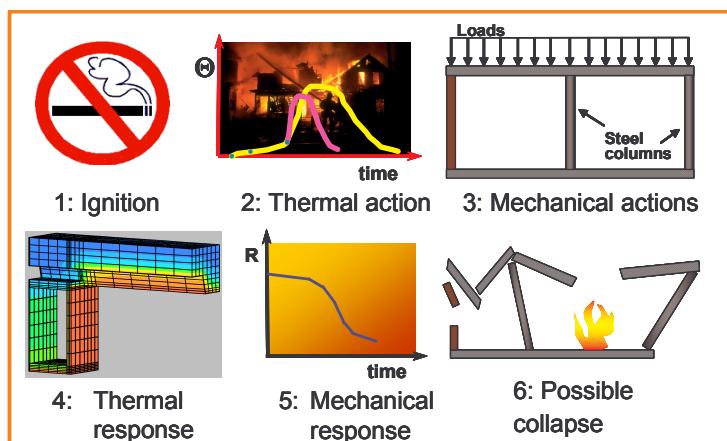
1 INLEDNING

Målet med avancerade ingenjörsmetoder för brandsäkerhet är att erhålla tillförlitliga beräkningsmetoder för dimensionering av säkra bärverk i händelse av brand. För att uppnå detta mål är det nödvändigt att med dessa metoder visa att bärverket bibehåller sin lastbärande funktion under en tidsperiod som är längre än den tid som krävs för att bärverket ska anses säkert (se figur 1).



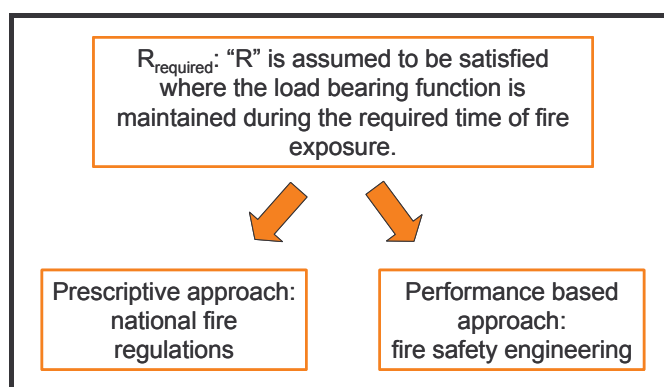
Figur 1 Krav som måste uppfyllas för att ett bärverk ska anses säkert

Under de senaste 15 åren har många projekt utförts för att utveckla beräkningsmetoder för att fastställa bärförmågan hos bärverket när det utsätts för brand. Alla dessa metoder har återspeglats i Eurokoderna och relaterar till olika händelser som sker under en brand (se figur 2 – Händelsekedja).



Figur 2 Händelsekedja under en brand

För att kunna fastställa säkerheten hos ett bärverk är det även nödvändigt att ha tydliggjort de krav som bärverket ska uppfylla. Normalt fastställs dessa krav såsom en funktion av tiden. I varje land finns det regelverk och föreskrifter som specificerar dessa krav (föreskrivande krav). Med hjälp av avancerade ingenjörsmetoder för brandsäkerhet har olika metoder utvecklats för att fastställa dessa krav på ett mer realistiskt sätt (prestandabaserade krav, se figur 3 – Krav).



Figur 3 Krav

För att erhålla dessa två parametrar ($R_{\text{motstånd}}$ hos bärverk utsatt för brand och R_{krav} för säkerhet), har många brandprogramvaror utvecklats. Totalt 172 programvaror har hittats, för närvarande är 27 av dem allmänt tillgängliga.

I detta dokument vill vi inte bara göra en sammanställning över brandprogramvaror, utan också ge vägledning i valet av den brandprogramvara som bäst överensstämmer med användarens behov. Det är mycket viktigt att veta vad en brandmodell är, vad en brandprogramvara är och vilket användningsområde som dessa brandmodeller har, för att utvärdera dem.

En brandmodell är ett verktyg som beskriver en händelse i förhållande till brand, från förbränning till evakuering och bärverkskollaps (inte endast brandtillväxtprocessen och rökutbredningsprocessen). Alla modeller kan delas upp i experimentella modeller och matematiska modeller. De experimentella modellerna är modeller för fysiska verklighetsbaserade provningar. Dessa modeller omfattas inte av detta dokumentets tillämpningsområde. De matematiska modellerna är serier av ekvationer som beskriver någonting, i vårt fall en händelse i förhållande till brand. Det är de sistnämnda modellerna som undersöks här och ingår i tillämpningsområdet för detta dokument.

Matematiska modeller uppdelas i deterministiska och statistiska modeller. De förstnämnda styrs av fysiska, termiska och kemiska lagar, medan de sistnämnda inte direkt styrs av dessa lagar, utan endast gör statistiska förutsägelser om en händelse. På grund av dessa ekvationers komplexitet och det stora

antalet iterationer som krävs för att erhålla korrekta resultat är det nödvändigt att använda datorer. Programvara för branddimensionering är endast ett verktyg som utvecklats för att lösa dessa matematiska ekvationer, både deterministiska och statistiska.

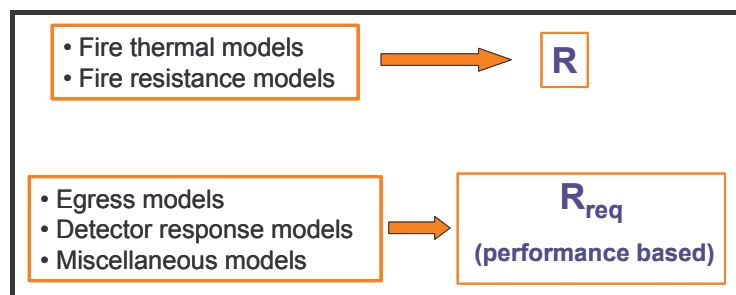
Det finns många händelser som hör till en brand. För att förenkla utvärderingen av programvaran har vi antagit en funktionsklassificering av de vanligaste händelserna som de löser (programvarans tillämpningsområde).

2 KLASSIFICERING AV PROGRAMVAROR:

De vanligaste programvarorna beskriver utbredningen av rök och värme i brandceller. Bland dessa programvaror finns så kallade zonmodeller och fältmodeller. Men det finns fler typer av modeller med olika tillämpningsområden, såsom modeller för bärverks brandmotstånd och detektorresponsmodeller. Den klassificering som antogs av Olenick och Carpenter har en uppdelning på sex typer av tillämpningsområden. Bärverks brandmotstånd, zon, fält, utrymning, detektorrespons och diverse. Vi minskar antalet tillämpningsområden till fem genom att sortera ihop zon- och fältmodellerna i en mer allmän grupp med namnet ”brandtermiska modeller”. På detta sätt erhåller vi en klassificering enbart som en funktion av programvarans tillämpningsområde och inte som en funktion av den matematiska metod som används för att lösa de olika händelserna.

I denna klassificering kan vi särskilja två olika grupper (se figur 4):

- Den första hör intimt ihop med den termiska och mekaniska responsen i bärverket under en brand (se figur 2 – Händelsekedja).
- Den andra fokuserar på att fastställa de krav som ett bärverk måste uppfylla för att anses säkert i händelse av brand.



Figur 4 Grupper av tillämpningsområden

2.1 Brandtermiska modeller:

Inom detta tillämpningsområde kan vi hitta olika typer av programvaror som bygger på metoder för att lösa den termiska responsen orsakad av brand. För att klassificera dem följer vi klassificeringen i EN 1991-1-2:2002 för ”Thermal actions for temperature analysis” (termiska laster för temperaturanalys) (se figur 5).

Fire thermal models		
Nominal temperature – time curves (Prescriptive rules)	Standard temperature – time curve	
	External fire curve	
	Hydrocarbon curve	
Natural fires (Performance based rules)	Simplified fire models	Compartment fires
		Localised fires
	Advanced fire models	Zone models
		Field models

Figur 5 Termiska laster för temperaturanalys – Brandtermiska modeller

På så sätt får man följande klassificering av brandtermiska modeller:

- Förenklade brandtermiska modeller: uppdelade i rumsbränder och lokala bränder.
- Avancerade brandtermiska modeller: uppdelade i zonmodeller och fältmodeller.

2.1.1 Förenklade brandtermiska modeller

Dessa modeller är baserade på specifika fysiska parametrar med ett begränsat tillämpningsområde. För rumsbränder antas en likformig temperaturfördelning och för en lokal brand antas en olikformig temperaturfördelning.

Tillämpningsområde: Förenklade brandtermiska modeller			
Modell	Land	ID-nummer	Kort beskrivning
DIFISEK-CaPaFi	Luxemburg	1	Beräkning av temperaturen i en stålkomponent upphettad med 1 till 5 lokala brandkällor. Baserad på EN 1991-1-2, prEN 1993-1-2 och ECSC-projekten ”Large Compartments” (stora brandceller) och ”Closed Car Parks” (parkeringshus).
DIFISEK-EN 1991-1-2 bilaga A	Luxemburg	2	Beräkning av parametrisk temperatur-tid-kurva i en brandcell och temperaturen i en skyddad och oskyddad stålkomponent utsatt för den parametriska temperatur-tid-kurvan. Baserad på EN 1991-1-2 bilaga A och prEN 1993-1-2.
DIFISEK-TEFINAF	Luxemburg	3	Beräkning av temperaturfältet i en stålprofil under innertaket som en funktion av tiden och det radiella avståndet från branden. Baserad på rapporten EUR 18868 ”Development of design rules for steel structures submitted to natural fires in large compartments” (utveckling av dimensioneringsregler för stålbärverk utsatta för naturlig brand i stora brandceller).

Dessa tre programvaror har utvecklats av Profil-Arbed och har uppdaterats av Profile Arbed Researchers (PARE) för detta projekt.

2.1.2 Avancerade brandtermiska modeller

2.1.2.1 Zonmodeller:

En zonmodell är en datormodell som delar upp den eller de brandceller som undersöks i olika kontrollvolymmer eller zoner. De vanligaste zonmodellerna delar upp en brandcell i två delar, en övre het zon och en undre kall zon. Ett särskilt fall av zonmodeller är en-zonsmodellerna. Dessa baseras på antagandet att det inte finns någon temperaturstratifiering och att brandcellen kan betraktas såsom en ugn med homogena egenskaper. I vissa zonmodeller ingår möjligheten att växla från en två-zonsmodell till en en-zonsmodell när villkoren för detta uppfylls (dvs. vid övertändning).

För att kunna använda de styrande ekvationerna som utgör basen för dessa modeller måste brandskyddsingenjörer göra flera antaganden. Många av dessa antaganden baseras på observationer från experimentella provningar och modeller. De viktigaste antagandena är följande:

- Rök skiktar sig i två skilda lager (såsom kan ses vid verkliga bränder). Lagren antas även vara likformiga rakt igenom, vilket inte är sant, men skillnaden inom varje lager är så liten jämfört med skillnaden mellan lagren att detta antagande är acceptabelt.
- Rökplymen fungerar som en massapump (rökpartiklar) och värmepump till den övre zonen. Plymvolymen antas dock vara liten jämfört med den övre och den undre zonen och detta är därför försumbart.
- Huvuddelen av brandcellens innehåll bortses från. Värmet förloras till brandcellens ytterskal, inte till möblerna. (Vissa zonmodeller kan fastställa flammans spridning till ett litet antal inredningsdetaljer.)

Ingångsdata är vanligen brandcellens geometri och konstruktion (inklusive alla väggar, golv och innertak), antal ventilationsöppningar (eller hål) och deras storlekar, inredningens egenskaper och värmeutvecklingens hastighet (det som brinner).

Utgångsdata är vanligtvis aktiveringstider för sprinklers och branddetektorer, tid till övertändning, temperatur i övre och undre lager, röklagrets höjd samt ämnen som avges.

Zonmodeller kan inte korrekt beakta återstrålning från omgivningarna. Värmeutvecklingens hastighet är inte ett slutresultat, provningar måste utföras för att kvantifiera brandens storlek och ingenjörskunskap krävs för att bygga modellen på rätt sätt under undersökningen.

Tillämpningsområde: zonmodeller			
Modell	Land	ID-nummer	Kort beskrivning
ARGOS	Danmark	4	Zonmodell med mer än en brandcell
ASET/ASET-B	USA	5	Zonmodell med en brandcell, utan ventilation
ASMET	USA	6	Atria rökhanteringsverktyg
Branzfire	Nya Zeeland	7	En zonmodell med mer än en brandcell, helt integrerad med en flamspridnings- och brandtillväxtmodell tillämplig på rumsbrandscenarier.
BRI-2	Japan/USA	8	Tvålagers zonmodell för rökutbredning i flervåningshus med flera brandceller
CCFM/Vents	USA	9	Zonmodell med mer än en brandcell, med ventilation
Cfire-X	Tyskland/Norge	10	Zonmodell för rumsbränder, särskilt bränder i bassänger med flytande kolväten
CiFi	Frankrike	11	Zonmodell med mer än en brandcell
COMPBRN	USA	12	Brandcellszonmodell
COMPF2	USA	13	Brandcellsmodell för enskilt rum efter övertändning
<i>DACFIR-3</i>	<i>USA</i>	<i>14</i>	<i>Zonmodell för flygplanskabin</i>
DSLAYV	Sverige	15	Zonmodell med en brandcell
FAST/CFAST	USA	16	Zonmodell för att förutsäga miljön i en brandcellsstruktur
FASTLite	USA	17	Egenskapsbegränsad version av CFAST
FFM	USA	18	Zonmodell för lokal brand (före övertändning)

<i>FIGARO II</i>	<i>Tyskland</i>	19	<i>Zonmodell för fastställande av obebolighet</i>
FIRAC	USA	20	Använder FIRIN, inklusive komplexa ventilationssystem
FireMD	USA	21	Två-zonsmodell med en brandcell
FireWalk	USA	22	Använder CFAST-modell med förbättrad visualisering
FireWind	Australien	23	Zonmodell med mer än en brandcell, med flera undermodeller
FIRIN	USA	24	Zonmodell med mer än en brandcell, med rörledning, fläktar och filter
FIRM	USA	25	Två-zonsmodell med en brandcell
FIRST	USA	26	Zonmodell med en brandcell, med ventilation
FLAMME-S	Frankrike	27	Två-zonsmodell
FMD	USA	28	Zonmodell för Atria
HarvardMarkVI	USA	29	Tidigare version av FIRST
HEMFAST	USA	30	Möbelbrand i en brandcell
HYSLAB	Sverige	31	Zonmodell för lokal brand (före övertändning)
IMFE	Polen	32	Zonmodell med en brandcell, med ventilationsöppningar
<i>MAGIC</i>	<i>Frankrike</i>	33	<i>Två-zonsmodell för kärnkraftverk</i>
MRFC	Tyskland	34	Zonmodell med mer än en brandcell, rökrörelser och termisk last på bärverk
NAT	Frankrike	35	Zonmodell med en brandcell, fokuserad på bärverkets respons
NBS	USA	36	Zonmodell för lokal brand (före övertändning)
NRCC1	Kanada	37	Zonmodell med en brandcell
NRCC2	Kanada	38	Zonmodell för stora kontorsutrymmen
OSU	USA	39	Zonmodell med en brandcell
Ozone	Belgien	40	Zonmodell fokuserad på bärverkets respons
POGAR	Ryssland	41	Zonmodell med en brandcell
RADISM	Storbritannien	42	Zonmodell med ingående neråtgående stråle från innertaket i det stigande lagret, sprinklers och ventilationsöppningar
RFIRES	USA	43	Zonmodell för lokal brand (före övertändning)
R-VENT	Norge	44	Rökventilationsmodell med en brandcell
SFIRE-4	Sverige	45	Zonmodell för fullt utvecklad brand
SICOM	Frankrike	46	Zonmodell med en brandcell
SMKFLW	Japan	47	Enlagers zonmodell för rökutbredning i byggnader
Smokepro	Australien	48	Rökzonsmodell med en brandcell
SP	Storbritannien	49	Zonmodell för fullt utvecklad brand
WPI-2	USA	50	Zonmodell med en brandcell
WPIFIRE	USA	51	Zonmodell med mer än en brandcell
ZMFE	Polen	52	Zonmodell med en brandcell

De flesta av dessa programvaror fokuserar på utbredningen av rök och värme. Deras tillämpning inom avancerade ingenjörsmetoder för brandsäkerhet begränsas endast till fastställande av gastemperaturen (för att i nästa steg, kunna beräkna temperaturen i bärverkskomponenten). Programvarorna i fet stil är direkt fokuserade på bärverksdimensionering i händelse av brand. Programvarorna i kursiv stil är fokuserade på särskilda fall och deras tillämpning inom avancerade ingenjörsmetoder för brandsäkerhet är mycket begränsad. Ytterligare tre modeller har hittats, men ingen information om dem har erhållits: CISNV (Ryssland), FirePro (Storbritannien) och FireWalk (USA).

2.1.2.2 Fältmodeller

En fältmodell utgör spjutspetstekniken inom ingenjörsmetoder för brandskydd. CFD-modellen tillämpar en tredimensionell matris med enkla kontrollvolymmer runt den studerade brandcellen. Dessa

kontrollvolymen är lika de som används vid zonmodellbyggande, men där zonmodellbyggandet kan ha två eller tre zoner har en CFD-modell hundratusentals kontrollvolymen.

CFD-modellbyggande löser tidsberoende differentialekvationer (kända som Navier-Stokes-ekvationer) för varje kontrollvolym. Detta detaljerade synsätt är betydligt svårare och mer tidskrävande, men Navier-Stokes-ekvationerna är bara begränsade av problemets randyta. Detta medger färre antaganden och en mer komplex brandcellsgeometri.

Ingångsdata är den detaljerade brandcellsgeometrin, brandcellens konstruktion (inklusive alla väggar, golv och innertak), antal ventilationsöppningar (eller hål) och deras storlekar, inredningens egenskaper, bränsle-/förbränningssegenskaper, turbulensparametrar och strålningsparametrar.

Utgångsdata är rök- och värmerörelse/hastighet, förutsägelser om sprinklers och branddetektorers aktiveringstid, tid till övertändning, temperaturer i området, hastigheter, röklagrets höjd och ämnen som avges.

CFD kräver stora mängder datortid, när antalet kontrollvolymen stiger ökar erforderlig datortid. Vissa parametrar antas. CFD-modeller måste valideras innan man helt kan lita på dem.

CFD-modeller kan användas för komplex geometri (såsom böjda väggar). CFD-modellbyggande används i stor utsträckning inom andra ingenjörsområden (såsom mekanik och flyg), vilket innebär att många ingenjörer, många fler än med zonmodellbyggande, kan testa, utveckla och verifiera CFD-standarder.

Tillämpningsområde: Fältmodeller (CFD)			
Modell	Land	ID-nummer	Kort beskrivning
<i>ALOFT-FT</i>	USA	53	<i>Rökutbredning från stora utomhusbränder</i>
CFX	Storbritannien	54	Allmän användning CFD-programvara
FDS	USA	55	CFD-standard, specifik för brandrelaterade flöden
FIRE	Australien	56	CFD-modell med spritsvatten och kopplad till fast/flytande bränsle för att kunna förutsäga brinnhastighet och släckningstid
FISCO-3L	Tyskland/Norge	57	Fältmodell med en brandcell för beskrivning av samspelet mellan sprinklersprejer och brandgaser vid forcerad eller naturlig ventilation
FLUENT	USA	58	Allmän användning CFD-programvara
JASMINE	Storbritannien	59	CFD-modell för brand och rökspridning
KAMALEON	Norge	60	CFD-modell för brand kopplad till en finit element-program för bärverkets termiska respons
KOBRA-3D	Tyskland	61	CFD-modell för värmeöverföring och rökspridning
MEFE	Portugal	62	CFD-modell för en eller två brandceller, tidsrespons med termoelement ingår
PHOENICS	Storbritannien	63	Allmän användning CFD-programvara
RMFIRE	Kanada	64	Tvådimensionell fältmodell för transient beräkning av rökrörelser
SMARTFIRE	Storbritannien	65	Brandfältmodell
SmokeView	USA	66	Verktyg för visning av FDS-data
SOFIE	Storbritannien/Sverige	67	CFD-modell för brand och rökspridning
<i>SOLVENT</i>	USA	68	<i>CFD-modell för värmeöverföring och rökspridning i en tunnel</i>
SPLASH	Storbritannien	69	Fältmodell för beskrivning av samspelet mellan sprinklersprejer och brandgaser
STAR-CD	Storbritannien	70	Allmän användning CFD-programvara
<i>TUNFIRE</i>	<i>Storbritannien</i>	<i>71</i>	<i>CFD-modell för värmeöverföring och rökspridning i en tunnel</i>
UNSAFE	USA/Japan	72	Fältmodell för bränder inomhus och utomhus

De flesta av dessa programvaror fokuserar på utbredningen av rök och värme i händelse av brand. Deras tillämpning inom avancerade ingenjörsmetoder för brandsäkerhet är endast kopplad till fastställande av temperaturen i bärverkskomponenter. Programvarorna i fetstil är CFD-standarder för allmän användning. Programvarorna i kursiv stil är fokuserade på särskilda fall och deras tillämpning inom avancerade ingenjörsmetoder för brandsäkerhet är mycket begränsad. Ytterligare tre modeller har hittats, men ingen information om dem har erhållits: STREAM (Japan), VESTA (Nederländerna) och FLOTRAN (USA).

2.2 Modeller för bärverks brandmotstånd:

Dessa modeller simulerar responsen hos byggnadens bärverkskomponenter när de exponeras för brand. Deras huvudsyfte är att fastställa den tid det tar innan komponenter som utsätts för brand går till brott. Termiska och mekaniska lagar styr dem.

Liksom för brandtermiska modeller kan vi hitta olika typer av fungerande programvaror för metoden som används för att beräkna den mekaniska responsen orsakad av brand. För att klassificera dem följer vi klassificeringen i Eurokoderna (EN 1991-1-2:2002 och prEN 1993-1-2:2003) för dimensioneringsförfarandet (se figur 6).

På detta sätt innebär klassificeringen av modeller för bärverks brandmotstånd en uppdelning i förenklade och avancerade programvaror för bärverks brandmotstånd.

Ingångsdata är vanligen materialegenskaperna och randvillkor för bärverkskomponenterna (inklusive brandbelastningar).

Utgångsdata är brottiden, spänningen och komponenternas förskjutning

Structural design procedure			Tabulated data	Simple calculation methods	Advanced methods
Prescriptive based rules	Member analysis	Calculation of mechanical actions and boundaries	YES	YES	YES
	Analysis of part of the structure		NO	YES (if available)	YES
	Analysis of entire structure	Selection of mechanical actions	NO	NO	YES
Performance based rules	Member analysis	Calculation of mechanical actions and boundaries	NO	YES (if available)	YES
	Analysis of part of the structure		NO	NO	YES
	Analysis of entire structure	Selection of mechanical actions	NO	NO	YES

Figur 6 Klassificering av bärverksdimensioneringsförfaranden

2.2.1 Förenklade modeller för bärverks brandmotstånd

Dessa modeller beräknar beteendet hos komponenterna på ett individuellt sätt, där varje bärverkskomponent är isolerad från resten av bärverket. Dessa modeller är baserade på förenklade metoder. Vissa av dessa ingår i zon- eller fältmodeller.

Tillämpningsområde: Förenklade modeller för bärverks brandmotstånd			
Modell	Land	ID-nummer	Kort beskrivning
AFCB	Luxemburg	73	Branddimensionering av samverkansbalk enligt Eurokod 4

AFCC	Luxemburg	74	Branddimensionering av samverkanspelare enligt Eurokod 4
<i>CIRCON</i>	<i>Kanada</i>	75	<i>Brandmotståndsmodell för armerade betongpelare med cirkulärt tvärsnitt</i>
COFIL	Kanada	76	Brandmotstånd för cirkulära rörprofiler av stål fyllda med vanlig betong
Elefir	Belgien	77	Brandmotstånd för stålärverkskomponenter enligt Eurokod 3
H-Fire	Tyskland	78	Beräkning av dimensionerande bärförmåga för samverkanskomponenter exponerade för brand med användning av enkla beräkningsmodeller från EN 1994-1-2
INSTAI	Kanada	79	Brandmotstånd för isolerade cirkulära rörprofiler av stål
INSTCO	Kanada	80	Brandmotstånd för betongfyllda cirkulära rörprofiler av stål
POTFIRE	Frankrike	81	Brandmotstånd för betongfylld rörprofil – baserad på bilaga G i Eurokod 4
<i>RCCON</i>	<i>Kanada</i>	82	<i>Brandmotståndsmodell för armerade betongpelare med rektangulärt tvärsnitt</i>
RECTST	Kanada	83	Brandmotstånd för isolerade pelare av rektangulära rörprofiler i stål
<i>SQCON</i>	<i>Kanada</i>	84	<i>Brandmotståndsmodell för kvadratiska armerade betongpelare</i>
WSHAPS	Kanada	85	Brandmotstånd för skyddade W-formade stålpelare

Programvarorna i kursiv stil gäller endast för bärverkskomponenter av betong

2.2.2 Avancerade modeller för bärverks brandmotstånd

Dessa modeller kan simulera en del av eller ett helt bärverk i statiska eller dynamiska lägen och tillhandahålla kollapstid för hela byggnaden om kollaps uppstår. Dessa programvaror är finita element program och kan ofta användas för allmänna ändamål.

Tillämpningsområde: Avancerade modeller för bärverks brandmotstånd			
Modell	Land	ID-nummer	Kort beskrivning
ABAQUS	USA	86	Finit element program för allmänna ändamål
ALGOR	USA	87	Finit element program för allmänna ändamål
ANSYS	USA	88	Finit element program för allmänna ändamål
BoFire	Tyskland	89	BoFire är ett transient, olinjärt, inkrementellt datorprogram baserad på metoden med finita element. För materialegenskaperna har de termiska och mekaniska definitionerna i ENV 1994-1-2 införts. Stålkonstruktioner och samverkanskonstruktioner i stål och betong kan analyseras.
BRANZ-TR8	Nya Zeeland	90	<i>Detta program är avsett för analys av brandmotståndet hos armerade eller förspända betonggolvsystem</i>
CEFICOSS	Belgien	91	Brandmotståndsmodell
CMPST	Frankrike	92	Mekanisk bärförmåga hos profiler vid förhöjda temperaturer
COMPSTL	Kanada	93	<i>Temperaturer i bjälklag uppbyggt av flera lager vid exponering för brand</i>
COSMOS	USA	94	Finit element program för allmänna ändamål
FASBUS	USA	95	Mekanisk bärförmågemodell för bärverkskomponenter exponerade för brand
FIRES-T3	USA	96	Finita element, värmeöverföring, för 1, 2 eller 3D-överföring
HSLAB	Sverige	97	Transient temperaturutveckling i upphettad platta bestående av ett eller flera material
LENAS	Frankrike	98	Mekaniskt beteende hos stålbärverk exponerade för brand
LUSAS	Storbritannien	99	Allmän programvara för ingenjörsanalys
NASTRAN	USA	100	Finit element program för allmänna ändamål
SAFIR	Belgien	101	Transientanalys och mekanisk analys av bärverk exponerade för brand
SAWTEF	USA	102	Bärverksanalys av träfackverk med förbindningar av metall exponerade för brand
SISMEF	Frankrike	103	Mekaniskt beteende hos samverkanskonstruktioner i stål och betong utsatta för brand
STA	Storbritannien	104	Transient överföring i upphettade fasta ämnen
STELA	Storbritannien	105	Tredimensionell finit volymmodell, integrerad i JASMINE och SOFIE, för beräkning av bärverkskomponenters termiska respons på brandgaser
TASEF	Sverige	106	Finit element program för temperaturanalys av bärverk exponerade för brand
TCSLBM	Kanada	107	<i>Tvådimensionella temperaturfördelningar för brandexponerade system av betongplattor/balkar</i>
THELMA	Storbritannien	108	Finit element program för temperaturanalys av bärverk exponerade för brand
TR8	Nya Zeeland	109	<i>Brandmotstånd hos betongplattor och golvsystem</i>
VULCAN	Storbritannien	110	Tredimensionellt ramanalysprogram, som har utvecklats med huvudsyfte för att modellera beteendet hos ramav stål och samverkansstommar av stål och betong, inklusive golvplattor, under brandförhållanden
WALL2D	Kanada	111	<i>Modell för att förutsäga värmeöverföringen genom</i>

Programvarorna i kursiv stil är inte giltiga för stålbärverk. Programvarorna i fet stil är finita element program för allmän användning. Ytterligare två modeller har hittats, men ingen information om dem har erhållits: HEATING och TAS (USA).

2.3 Utrymningsmodeller:

Utrymningsmodeller förutsäger den tid som krävs för att evakuera en byggnad. Dessa modeller används vanligen i prestandabaserade dimensioneringsanalyser för alternativ dimensionering och för att bestämma stockningsområden vid evakuering.

Vissa av dessa modeller är kopplade till zon- eller fältmodeller för att fastställa tiden för inträde av ohållbara förhållanden i en byggnad.

I de mest sofistikerade ingår även intressanta egenskaper såsom brandens psykologiska effekt på personer i byggnaden, lufttoxiska effekter och effekten av försämrad sikt. Vissa av dessa har även användbara grafiska funktioner som visar hur personer rör sig under ett evakueringsförfarande.

Ingångsdata är vanligen byggnadens användning, byggnadens geometri (utgångar, trappor, hissar, korridorer etc.).

Utgångsdata är vanligen den tid som krävs för att evakuera byggnaden och var stockningar uppträder.

Dessa är vanligen statistiska modeller.

Tillämpningsområde: Utrymning			
Modell	Land	ID-nummer	Kort beskrivning
AEA EGRESS	USA	112	Analys av utrymningen för personer i byggnad
ALLSAFE	Norge	113	Utrymningsmodell inklusive mänskliga faktorer
ASERI	Tyskland	114	Personrörelser i komplex geometri, inklusive rök- och brandspridningsfaktorer
BGRAF	USA	115	Nödutrymningsmodell som omfattar en stokastisk modell av mänskliga beslut
EESCAPE	Australien	116	Evakuering av flervåningsbyggnader via trapphus
EGRESS	Storbritannien	117	Utrymningsmodell för komplex geometri inklusive visualisering
EGRESSPRO	Australien	118	Utrymningsmodell inklusive aktivering av sprinklers och detektorer
ELVAC	USA	119	Evakuering av flervåningsbyggnader via hissar
EVACNET	USA	120	Fastställer den optimala utrymningsplanen
EVACS	Japan	121	Evakueringsmodell för fastställande av optimal utformning
EXIT89	USA	122	Evakuering av höghus
EXITT	USA	123	Utrymningsmodell av noder och bågar-typ omfattande mänskligt beteende
EXODUS	Storbritannien	124	Evakueringsverktyg för säkerhetsindustrin
GRIDFLOW	Storbritannien	125	Utrymningsmodellering av erforderlig tid för personer i byggnad att komma från varje våning i flervåningsbyggnader och totala tiden för evakuering av byggnaden
PATHFINDER	USA	126	Utrymningsmodell
PEDROUTE	Storbritannien	127	Simuleringsmodell för fotgängare
SEVE_P	Frankrike	128	Utrymningsmodell med grafiska utgångar inklusive hinder
SIMULEX	Storbritannien	129	Samordningsbaserad utrymningsmodell

STEPS	Storbritannien	130	Simuleringsprogramvara för fotgängares rörelser – tredimensionell visualisering
WAYOUT	Australien	131	Utrymningsdel av FireWind-paketet

Ytterligare fem modeller har hittats, men ingen information om dem har erhållits: BFIRE, ERM, Magnetic Simulation, Takashis Fluid Model och VEGAS (UK).

2.4 Detektorresponsmodeller:

Detektorresponsmodeller fastställer tiden för aktivering av en aktiv brandsäkerhetsanordning, som värmedetektorer, sprinklers och rökdetektorer.

Dessa modeller antar ett zonsynsätt för att beräkna utbredningen av rök och värme och använder undermodeller för att fastställa responsen hos värmedetektorer för värme- och rökflödet. Kort sagt använder dessa modeller ett förenklat modellbyggande och beräknar värmeutbredningen till detektorkomponenten för att fastställa tiden till aktivering.

Ingångsdata är vanligen egenskaper hos den detektorkomponent som ska analyseras, dess placering och värmeutvecklingens hastighet från branden. För de mest sofistikerade modellerna krävs brandcellernas geometri och materialen i dem.

Utgångsdata är tiden för aktivering av anordningen och i de mest sofistikerade modellerna effekten av anordningens aktivering.

Det är nödvändigt att vara försiktig vid valet av modell eftersom vissa av dessa endast är giltiga för plana innertak eller fria innertak.

Tillämpningsområde: Detektorresponsmodeller			
Modell	Land	ID-nummer	Kort beskrivning
ASCOS	USA	132	Analys av rökkontrollsystem
DETECT-QS	USA	133	Beräknar tiden för aktivering av värmedetektor under fria innertak, godtycklig brand
DETECT-T2	USA	134	Beräknar tiden för aktivering av värmedetektor under fria innertak, t2-brand
FPETOOL	USA	135	Uppsättning av ingenjörsekvationer som kan användas vid uppskattning av möjlig brandrisk och responsen från brandceller och brandskyddssystem på riskutvecklingen.
G-JET	Norge	136	Rökdetekteringsmodell
JET	USA	137	En modell för att förutsäga aktivering av detektorer samt gastemperatur vid förekomst av ett röklager
LAVENT	USA	138	Respons från sprinklerkopplingar vid rumsbränder med gardiner och takventilation
PALDET	Finland	139	Respons från sprinklers och branddetektorer under fria innertak
SPARTA	Storbritanni en	140	Spårningsmodell för sprinklerpartiklar, integrerad i JASMINE, för utvärdering av sprinklers effekt på brandgaser
SPRINK	USA	141	Sprinklerrespons vid bränder i höglager
TDISX	USA	142	Respons från sprinklers i varuhus

Ytterligare en modell har hittats, men ingen information om den har erhållits: HAD.

2.5 Diverse:

Det finns vissa modeller som hör till brandteknik men som inte ingår i ovan nämnda kategorier. Vissa av dessa har egenskaper som uppfyller fler än en av föregående kategorier och andra behandlar specifika brandaspekter som inte ingår i de andra kategorierna. Dessa modeller har benämnts diverse.

Många av dessa modeller är datorprogram, som innehåller många underprogram och därför kan användas för flera av de tillämpningsområden som tidigare listats. Det finns datorpaket som bildats av separata modeller som vardera behandlar en enskild brandaspekt.

Tillämpningsområde: Diverse modeller			
Modell	Land	ID-nummer	Kort beskrivning
ALARM	Storbritannien	143	Ekonomisk optimering av åtgärder som krävs för uppfyllande av standard
ASKFRS	Storbritannien	144	Paket med modeller inklusive en zonmodell
BREAK1	USA	145	Fönsters respons på brand
BREATH	Storbritannien	146	Spridning av föroreningar i ett nätverk av brandceller, med forcerad ventilation
Brilliant	Norge	147	CFD-modell kombinerad med analytiska modeller
COFRA	USA	148	Brandriskbedömningsmodell
CONTAMW	USA	149	Luftflödesmodell
CRISP	Storbritannien	150	Brandzonsmodell med utrymnings- och riskbedömning
FIERAsystem	Kanada	151	Riskbedömningssystem omfattande en serie med korrelationer
FireCad	USA	152	Frontdel för CFAST
FIRECAM	Kanada	153	Riskskadebedömning
FIREDEMND	USA	154	Fastställer vattenbehovet för att släcka en brand
FIRESYS	Nya Zeeland	155	Programpaket för arbete under prestandabaserade standarder
FIREX	Tyskland	156	Enkla zonmodeller kombinerade med empirisk korrelation
FIVE	USA	157	Utvärdering av brandinducerad sårbarhet
FRAME	Belgien	158	Brandriskbedömningsmodell
FREM	Australien	159	Brandriskutvärderingsmodell
FriskMD	USA	160	Riskbaserad version av zonmodellen FireMD
HAZARD I	USA	161	Zonmodell med omfattande utrymningskapacitet
JOSEFINE	Storbritannien	162	Integrerat brandgränssnitt till zon- och CFD-modeller och utrymnings- och risksimuleringsmodeller
MFIRE	USA	163	Gruvventilationssystem
RadPro	Australien	164	Brandstrålningsmodell
Risiko	Schweiz	165	Riskbedömningsmodell
RISK-COST	Kanada	166	Förväntad livsrisk och brandkostnader
RiskPro	Australien	167	Riskrankningsmodell
SMACS	USA	168	Rökutbredning genom luftkonditioneringsystem
SPREAD	USA	169	Förutsäger brinnhastighet och spridningshastighet för en brand tänd mot en vägg
ToxFED	Storbritannien	170	Beräkning av effektiv fraktionsdos (FED) från ämneskoncentrationer i röklager
UFSG	USA	171	Förutsäger spridning av uppåtgående flamma och tillväxt på ej kolande och kolande material
WALLEX	Kanada	172	Beräkning av värmeöverföring från fönsters brandplym till vägg ovanför fönster

Ytterligare en modell har hittats, men ingen information om den har erhållits: Dow indices (USA).

2.6 Allmänt tillgängliga brandprogramvaror

Bland alla upptagna programvaror i denna undersökning finns 27 som är allmänt tillgängliga. Dessa programvaror förtecknas i följande tabell:

Allmänt tillgängliga brandprogramvaror			
Modell	Tillämpningsområde	ID-nummer	Tillgänglig via
DIFISEK-CaPaFi	Förenklade brandtermiska modeller	1	www.sections.arcelor.com
DIFISEK-EN 1991-1-2 bilaga A	Förenklade brandtermiska modeller	2	www.sections.arcelor.com
DIFISEK-TEFINAF	Förenklade brandtermiska modeller	3	www.sections.arcelor.com
ASET/ASET-B	Zonbrandtermiska modeller	5	www.fire.nist.gov
ASMET	Zonbrandtermiska modeller	6	www.fire.nist.gov
CCFM/Vents	Zonbrandtermiska modeller	9	www.fire.nist.gov
FAST/CFAST	Zonbrandtermiska modeller	16	www.fire.nist.gov
FIRST	Zonbrandtermiska modeller	26	www.fire.nist.gov
OZONE	Zonbrandtermiska modeller	40	www.ulg.ac.be www.sections.arcelor.com
ALOFT-FT	Fältbrandtermiska modeller	53	www.fire.nist.gov
FDS	Fältbrandtermiska modeller	55	www.fire.nist.gov
SmokeView	Fältbrandtermiska modeller	66	www.fire.nist.gov
AFCB	Bärverks brandmotstånd – Förenklad	73	www.sections.arcelor.com
AFCC	Bärverks brandmotstånd – Förenklad	74	www.sections.arcelor.com
ELEFIR	Bärverks brandmotstånd – Förenklad	77	www.ulg.ac.be
H-Fire	Bärverks brandmotstånd – Förenklad	78	www.stahlbau.uni-hannover.de
POTFIRE	Bärverks brandmotstånd – Förenklad	81	www.cidect.org
ELVAC	Utrymning	119	www.fire.nist.gov
EVACNET	Utrymning	120	http://www.ise.ufl.edu/kisko/files/evacnet
ASCOS	Detektorrespons	132	www.fire.nist.gov
DETECT-QS	Detektorrespons	133	www.fire.nist.gov
DETECT-T2	Detektorrespons	134	www.fire.nist.gov
FPETOOL	Detektorrespons	135	www.fire.nist.gov
JET	Detektorrespons	137	www.fire.nist.gov
LAVENT	Detektorrespons	138	www.fire.nist.gov
BREAK1	Diverse	145	www.fire.nist.gov
FIREDEMND	Diverse	154	www.fire.nist.gov

3 ASPEKTER ATT UTVÄRDERA:

De aspekter av branddimensioneringsprogramvaran som är viktigast att utvärdera är följande:

- Beräkningsmetodik – Fysiska och matematiska modeller som används.
- Programvarans dokumentation.
- Användaraspekter.

3.1 Beräkningsmetodik – Fysiska och matematiska modeller som används:

Det viktigaste konceptet för beräkningsmetodiken är de *formler som används* av programvaran för att utföra beräkningarna. Dessa formler baseras normalt på fysiska eller termiska lagar eller experimentella uppgifter och teorier. Programvarans tillförlitlighet beror starkt på den använda formelns noggrannhet och överensstämmelse med verkligheten.

Det är omöjligt att beakta alla variablerna i förhållande till en händelse vid beräkningen. För att kunna utföra beräkningarna måste vi göra antaganden. *De antaganden som görs* av programvaran för att utföra beräkningarna är ett viktigt koncept vid utvärderingen av dess noggrannhet.

Både den formel som används och de antaganden som görs begränsar programvarans mångsidighet. *Programvarans begränsningar* beror inte enbart av dessa koncept. Det finns andra koncept, såsom modellstorlek och geometris komplexitet som också begränsar programvaran. Dessa begränsningar kommer att visa ifall programvaran passar bra i vår undersökning eller inte.

3.2 Programvarans dokumentation:

När vi börjar använda programvaran är det mycket viktigt att det finns en tydlig information om den. De viktigaste dokumenten är *handbok, tekniska manualer, dokumentation och valideringsexempel*. Dessa dokumenters kvalitet och tydlighet kommer att vara mycket viktiga för korrekt användning av programvaran och därigenom för erhållna resultatets tillförlitlighet och noggrannhet.

3.3 Användaraspekter:

Dessa aspekter har inget förhållande till programvarans tillförlitlighet och noggrannhet, men har stor betydelse när vi använder den. Ett bra *programvarugränssnitt* gör det möjligt för oss att ange ingångsdata på ett enkelt sätt och undvika fel under förfarandet; *in- och utrapportering* är mycket viktigt för att underlätta analysen av resultaten och bra *grafik* ger en bättre bild av den simulerade händelsen. Dessa tre koncept gör programvaran användarvänlig och kan minska felen och korta resultatrapporteringstiden.

4 UTVÄRDERADE PROGRAMVAROR

Under detta projekt har stora mängder uppgifter insamlats om olika programvaror för branddimensionering. På grund av den stora mängden programvaror som hittats, har vi begränsat vår undersökning till fjorton programvaror. För dessa programvaror har vi insamlat uppgifter för en djupgående utvärdering (se avsnitt 3) och vi har sammanställt dessa i textformat (bilaga I). Dessutom har vi skapat en databas med all denna information plus de ej utvärderade programvarorna (för sistnämnda har vi insamlat allmän information). Denna databas kommer att vara tillgänglig på DIFISEK-partners hemsidor.

4.1 Insamlade uppgifter om varje programvara i textformat:

- Programvaruidentifikation (allmän information): namn, version, år, tillämpningsområde, land, författare, organisation, systemkrav, datorspråk, storlek, tillgänglig från, kontaktinformation och beskrivning.
- Utvärderingsaspekter:
 - Beräkningsmetodik: tillämpade formler, antaganden och begränsningar
 - Dokumentation: handbok, tekniska manualer, dokumentation och valideringsexempel.
 - Användaraspekter: gränssnitt, in- och utrapportering och grafik.
- Slutsatser: Utvärdering av utvärderingsaspekterna som listats ovan och krav på användarnivå.

4.2 Fjorton programvaror har utvärderats ingående:

- Brandtermiska modeller (4):

- Förenklade brandtermiska modeller (1): DIFISEK-EN 1991-1-2 bilaga A.
- Avancerade brandtermiska modeller (3): FAST/CFAST och OZONE (zon) och FDS (fält)
- Modeller för bärverks brandmotstånd (7):
 - Förenklade modeller för bärverks brandmotstånd (5): AFCB, AFCC, Elefir, H-Fire och Potfire
 - Avancerade modeller för bärverks brandmotstånd (2): Abaqus och BoFire
- Utrymningsmodeller (1): Evacnet4
- Detektorresponsmodeller (2): Detact-Qs och Jet

Se bilaga I och databas.

5 BILAGA I: PROGRAMVAROR

5.1 DIFISEK-EN 1991-1-2 bilaga A

5.1.1 Allmän information (ID-nummer: 2)

- Namn: Difisek-EN 1991-1-2 bilaga A
- Version: 1
- År: 2004
- Tillämpningsområde: Brandtermiska modeller – Förenklade
- Land: Luxemburg
- Författare: L.G. Cajot; M. Haller
- Organisation: **Arcelor LCS Research Centre**
- Språk: Engelska
- Systemkrav: Windows
- Storlek: 2,26 Mb
- Kostnad: Gratis
- Tillgänglig via: www.sections.arcelor.com

Beskrivning:

Beräkning av parametrisk temperatur-tid-kurva i en brandcell och temperaturen i en skyddad och oskyddad stålkomponent utsatt för den parametriska temperatur-tid-kurvan. Baserad på EN 1991-1-2 bilaga A och prEN 1993-1-2.

5.1.2 Utvärderingsaspekter:

Beräkningsmetodik:

- Formler: Se EN 1991-1-2 bilaga A och prEN 1993-1-2.
- Antaganden: Det antas att brandbelastningen i brandcellen är helt förbränd.
Om brandbelastningsintensiteten anges utan att specifikt beakta förbränningsbeteendet, bör detta synsätt begränsas till brandceller med brandbelastningar huvudsakligen av cellulosaplast.
- Begränsningar: Temperatur-tid-kurvorna som används är giltiga för brandceller med upp till 500 m² golvyta, utan öppningar i taket och med en största höjd av 4 m.

Dokumentation:

Se EN 1991-1-2 bilaga A och prEN 1993-1-2.

Användaraspekter:

- Gränssnitt: Windows, Excel
- In- och utrapportering sker med enkla Excel-filer.
- Grafik: Excel-grafik

5.1.3 Slutsatser:

- Tillförlitlig beräkningsmetodik
- Dokumentation: EN 1991-1-2 bilaga A och prEN 1993-1-2.

- Användarvänlig
- Nödvändig användarkunskap: Låg

5.2 FAST/CFAST:

5.2.1 Programvaruidentifikation (ID-nummer 16):

- Namn: FAST/CFAST
- Version: FAST 3.1.7/CFAST 5.1.1
- År: 2004
- Tillämpningsområde: Zonmodell
- Land: US
- Författare: Walter W. Jones
- Organisation: NIST – National Institute of Standards and Technology
- Systemkrav: En 386 eller senare kompatibel PC, 4 Mb fritt utvidgat minne, VGA-kompatibel grafikdisplay.
- Datorspråk: FORTRAN/C
- Storlek: FAST 11,1 Mb/CFAST 6,73 Mb
- Tillgänglig via: www.fast.nist.gov eller www.nfpa.org
- Kontaktinformation: www.fast.nist.gov eller kontakta Walter W. Jones via e-post wwj@nist.gov

Beskrivning:

FAST är en samling förfaranden, som bygger på datormodellen CFAST för att tillhandahålla ingenjörsmässiga uppskattningar av brandrisken i brandcellsstrukturer. Bland huvudfunktionerna ingår beräkning av följande:

- Produktionen av entalpi och massa (rök och gaser) från ett eller flera brinnande föremål i en brandcell, baserad på små- eller storskaliga mätningar.
- Den upptrycksdrivna så väl som forcerade utbredningen av denna energi och massa genom en serie av specificerade brandceller och anslutningar (dörrar, fönster, rör ...).
- Den resulterande temperaturen, rökens optiska täthet och gaskoncentration efter beaktande av värmeöverföringen till ytor och utspädning genom inblandning av ren luft.

CFAST är en två-zonsmodell som används för att beräkna utbredningen av rök och brandgaser och temperaturen i en hel byggnad under en brand. Version 3.1.6 klarar modeller med upp till 30 brandceller, en fläkt och ett rörsystem i varje brandcell, 31 enskilda bränder, upp till ett flamspridande objekt, multipla plymer och bränder, multipla sprinklers och detektorer och de tio ämnen som anses mest viktiga för bränders giftighet inklusive effektiv dödlig dos. I geometrin ingår variabla förhållanden mellan yta och höjd, tändning av multipla objekt såsom möbler, termofysiska databaser och porylusdatabaser, väggar med flera lager, tändning genom barriärer och ventilationsöppningar, vind, staplingseffekt, läckage från byggnad och flöde genom hål i anslutningar mellan golv och innertak.

5.2.2 Utvärderingsaspekter:

Beräkningsmetodik:

- Formler: CFAST baseras på lösning av en uppsättning ekvationer som förutsäger tillståndvariablerna (tryck, temperatur och så vidare) baserat på entalpi och massflöde under korta tidssteg. Dessa ekvationer är härledda från bevarandeekvationerna för energi, massa och rörelseenergi och den ideella gaslagen. De fel, som kan göras, kan inte komma från dessa

ekvationer, utan snarare från numerisk återgivning av ekvationerna eller från förenklande antaganden.

- Antaganden: Det grundläggande antagandet för alla zonbrandmodeller är att varje brandcell kan delas in i ett litet antal kontrollvolymmer, vilkas innehåll är helt enhetligt vad gäller temperatur och sammansättning. I CFAST har alla brandceller två zoner med undantag för den brinnande brandcellen som har extra zoner för brandplym och takström, vilka beräknas separat för att beakta överföringen av massa och värme mellan zonerna och mellan zonen och brandcellens ytor. För att simulera brandtillväxten använder systemet en specificerad brand, uttryckt i termer av angivna mängder energi och massa som frigörs av det föremålet eller de föremålen som brinner. Individuella fastställanden görs för både oförmåga och dödlighet från temperatur och giftighet, tillsammans med möjlig oförmåga orsakad av brännskador av exponering för värmefflöde.
- Begränsningar: I CFAST-modellen ingår inte en brandtillväxtmodell. För närvarande ingår det inget samspel mellan temperatur och giftighet.

Dokumentation:

- Handbok:
User's Guide for FAST: Engineering Tools for Estimating Fire Growth and Smoke Transport, NIST-SP-921; 200 sid, mars 2000.
Peacock, R. D.; Reneke, P. A.; Jones, W. W.; Bukowski, R. W.; Forney, G. P.
Tillgänglig via: www.fire.nist.gov
User's Guide for CFAST Version 1.6.
NISTIR-4985; 106 sid, december 1992.
Portier, R. W.; Reneke, P. A.; Jones, W. W.; Peacock, R. D.
Tillgänglig via: www.fire.nist.gov
- Tekniska manualer:
Technical Reference for CFAST: An Engineering Tool for Estimating Fire and Smoke Transport NIST TN 1431, 190 sid, mars 2000.
Jones, W. W.; Forney, G. P.; Peacock, R. D.; Reneke, P. A.
Tillgänglig via: www.fire.nist.gov
- Dokumentation och valideringsexempel:
"A review of four compartment fires with four compartment fire models" (en granskning av fyra rumsbränder med fyra rumsbrandsmodeller), Deal, S., Fire Safety Developments and Testing, protokoll från Fire Retardant Chemicals Associations årsmöte, 21–24 oktober 1990, Ponte Verde Beach, Florida, s. 33–51.
"Verification of a model of fire and smoke transport" (verifiering av en modell för brand- och rökutbredning), Peacock, R. D., Jones, W. W. och Bukowsky, R. W., Fire Safety Journal, 21, s. 89–129 (1993).
"The accuracy of computer fire models: some comparisons with experimental data from Australia" (datorbrandmodellernas noggrannhet: några jämförelser med experimentella uppgifter från Australien), Duong, D. Q., Fire Safety Journal 1990, 16(6), s. 415–431.
"Comparison of fire model predictions with experiments conducted in a hangar with a 15 m ceiling" (jämförelse mellan brandmodellförutsägelser och experiment utförda i en hangar med 15 m till innertaket), Davis, W. D., Notarianni, K. A. och McGrattan, K. B., NIST, NISTIR 5927 (1996).

Användaraspekter:

- Gränssnitt: MS-DOS
- In- och utrapportering: En textrapportgenerator ingår.
- Grafik: En grafikrapportgenerator ingår.

5.2.3 *Slutsatser:*

- Tillförlitlig beräkningsmetodik
- Mycket detaljerad dokumentation
- Användarvänlig
- Nödvändig användarkunskap: Medel

5.3 OZONE

5.3.1 Programvaruidentifikation (ID-nummer 40):

- Namn: OZONE
- Version: V2.2.2
- År: 2002
- Tillämpningsområde: Zonmodell
- Land: Belgien
- Författare: J. F. Cadorin och J. M. Franssen från ULG och L. G. Cajot; M. Haller och J. B. Schleich från Arcelor
- Organisationer: Universitetet i Liège, Inst. de Mécanique el Génie Civil, 1, Chemin des Chevreuils, 4000 Liège 1, Belgien. och Arcelor LCS research centre
- Systemkrav: Windowsbaserad PC.
- Datorspråk: FORTRAN – Visual Basic
- Storlek: 5 Mb
- Tillgänglig via: www.ulg.ac.be ; www.sections.arcelor.com
- Kontaktinformation: www.ulg.ac.be eller kontakt med Jean Marc Franssen (jm.franssen@ulg.ac.be) eller J. F. Cadorin (jf.cadorin@ulg.ac.be)

Beskrivning:

Datorprogrammet Ozone V2 har utvecklats för att hjälpa ingenjörer vid dimensioneringen av bärverkskomponenter utsatta för rumsbränder. Programmet är baserad på flera nya upptäckter, om modellbyggande av rumsbränder å ena sidan och om lokala bränders effekt på bärverk å andra sidan. I den ingår en enkel rumsbrandsmodell som kombinerar en två-zonsmodell och en en-zonsmodell. Den beaktar även en brands lokala effekter med hjälp av Hasemis modell. Den är alltså en modell för lokal brand och fullt utvecklad brand. Den beräknar temperaturen i en stålprofil utsatt för den rumsbranden och, slutligen, utvärderar brandmotståndet för enkla stålkomponenter i enlighet med EC3 ENV 1993-1-2. Den har utvecklats inom tillämpningsområdet för två europeiska undersökningar ”Competitive Steel Buildings through Natural fire safety Concept” (konkurrenskraftiga stålbyggnader enligt konceptet om säkerhet mot naturlig brand) och ”Natural Fire Safety Concept – Full Scale Test, Implementation in the Eurocodes and Development of a User Friendly design tool” (konceptet om säkerhet mot naturlig brand – fullskaleprovningar, införande i Eurokoderna och utveckling av ett användarvänligt dimensioneringsverktyg). I Ozone har flera förbättringar gjorts: väggmodellen är gjord av finita element (är implicit) och två olika förbränningsmodeller har utvecklats för att täcka olika användningsförhållanden för programmet.

5.3.2 Utvärderingsaspekter:

Beräkningsmetodik:

- Formler: Numeriska två-zonsmodeller baseras på elva fysiska variabler. Dessa variabler kopplas ihop med sex begränsningar och fyra differentialekvationer beskriver mass- och energibalansen i varje zon. Ekvationen för massbalansen uttrycker massans variation i gasen i varje zon, som är lika med massan av förbränningsgaserna som skapats av branden, plus massan som kommer in i brandcellen via ventilationsöppningarna minus den massa som lämnar brandcellen via ventilationsöppningarna. Ekvationen för energibalansen mellan den energi som alstras i brandcellen av förbränningen och det sätt på vilket energin förbrukas: av uppvärmningen av

gaserna i brandcellen, av massförlusterna av het luft genom öppningarna (inklusive en negativ term beaktande energin i inkommande luft), av strålningsförluster genom öppningarna och av uppvärmningen av skiljeväggarna. I fallet en-zonsmodell reduceras antalet variabler till sex, antalet begränsningar till fyra och differentialekvationerna blir två. I Ozone ingår en skiljeväggmodell och två förbränningsmodeller.

- Antaganden: Huvudhypotesen för två-zonsmodeller är att brandcellen är uppdelad i zoner i vilka temperaturfördelningen alltid är likformig. I en-zonsmodellen anses temperaturen vara likformig i hela brandcellen. Denna typ av modell är därför giltig i fallet med fullt utvecklade bränder, i motsats till två-zonsmodellen, som är giltig för fallet med lokala bränder. I den sistnämnda modellen finns ett hett lager nära innertaket och ett kallt lager nära golvet.
- Begränsningar: I Ozone ingår ingen pyrolysmo-
dell, men två förbränningsmodeller (externa och utvidgade flammmodeller) som kan modifiera kurvan för värmeutvecklingens hastighet (RHR – definierad av användaren) som funktion av syrgasmassbalansen. Brandcellsgeometrin är begränsad till fyra väggar och tre ventilationsöppningar.

Dokumentation:

- Handbok:
”The design Fire Tool Ozone V2.0 – Theoretical Description and Validation On Experimental Fire Tests” (utformningen av brandverktyget Ozone V2.0 – teoretisk beskrivning och validering med experimentella brandprovningar)
Internrapport SPEC/2001_01, universitetet i Liège, Belgien, juni 2001.
J. F. Cadorin; J. M. Franssen; D. Pintea.
Tillgänglig via: www.ulg.ac.be
- Tekniska manualer:
Ingår i handboken.
- Dokumentation och valideringsexempel:
”Competitive steel buildings through natural fire safety concept” (konkurrenskraftiga stålbyggnader enligt konceptet om säkerhet mot naturlig brand).
Del 2: ”Natural fire models - The one zone model OZone, Final report” (naturliga brandmodeller – en-zonsmodellen OZone, slutrapport).
CEC Agreement 7210-SA/125/126/213/214/323/423/522/623/839/937.
Profil ARBED, mars 1999.
Tillgänglig via kontakt: ecsc-steel@cec.eu.int
”Natural fire safety concept –Full scale tests, implementation in the Eurocodes and development of a user-friendly design tool” (konceptet om säkerhet mot naturlig brand – fullskaleprovningar, införande i Eurokoderna och utveckling av ett användarvänligt dimensioneringsverktyg).
Del 2: ”Natural fire models - The one zone model OZone, Final report” (naturliga brandmodeller – en-zonsmodellen OZone, slutrapport).
CEC Agreement 7210-PA/PB/PC/PE/PF/PR-060.
Utkast till slutrapport, december 2000.
Tillgänglig via kontakt: ecsc-steel@cec.eu.int
”On the application field of Ozone V2” (om tillämpningsområdet för Ozone V2)
Internrapport N°M&S/2002-003, universitetet i Liège, Belgien, juni 2002.
J. F. Cadorin
”Compartment fire models for structural engineering” (rumsbrandsmodeller för bärverksdimensionering)
Doktorsavhandling av J. F. Cadorin, universitetet i Liège.
J. F. Cadorin.
Tillgänglig via: www.ulg.ac.be

Sänd e-post till kontakter för mer information

Användaraspekter:

- Gränssnitt: Visual Basic.
- In- och utrapportering: En textrapportgenerator ingår.
- Grafik: En grafikrapportgenerator ingår.

5.3.3 *Slutsatser:*

- Tillförlitlig beräkningsmetodik.
- Mycket detaljerad dokumentation.
- Användarvänlig.
- Nödvändig användarkunskap: Medel.

5.4 *FDS - Fire Dynamics Simulator & Smokeview (branddynamisk simulator och rökvisualisering):*

5.4.1 *Programvaruidentifikation (FDS - ID-nummer: 55 – ID-nummer: 66):*

- Namn: FDS – Fire Dynamics Simulator & Smokeview (branddynamisk simulator och rökvisualisering)
- Version: FDS version 3/Smokeview version 3.1
- År: 2002
- Tillämpningsområde: Fältmodell (CFD)
- Land: USA
- Författare: FDS - Kevin McGrattan, Glenn Forney /Smokeview – Glenn Forney
- Organisation: NIST – National Institute of Standards and Technology
- Systemkrav: UNIX eller PC med PII 450 eller bättre.
- Datorspråk: FORTRAN 90
- Storlek: 5,48 Mb + 24 Mb för exempel och dokumentation
- Tillgänglig via: www.fire.nist.gov
- Kontaktinformation: www.fire.nist.gov eller kontakta Kevin McGrattan kevin.mcgrattan@nist.com

Beskrivning:

Fire Dynamics Simulator (Branddynamisk simulator) (FDS) är en hydrodynamisk datormodell (CFD) för branddriven vätskeströmning. Programvaran löser numeriskt en form av Navier-Stokes ekvationer anpassad för långsamt gående, termiskt driven strömning med tyngdpunkt på rök- och värmeutbredning från bränder. FDS är inriktat på att lösa praktiska brandproblem vid brandsäkerhetsdimensionering och samtidigt tillhandahålla ett verktyg för att studera grundläggande branddynamik och förbränning.

Smokeview är ett visualiseringsprogram som används för att visa resultatet av FDS-simulering. Smokeview visualiserar FDS-modellbyggandets resultat genom att visa följande: partikelflöde, 2D- eller 3D-skuggad kontur av gasströmningsdata såsom temperatur- och strömningsvektorer som visar strömningsriktning och storleksordning. Smokeview visualiserar även statistiska uppgifter vid särskilda tidpunkter med 2D- eller 3D-konturer.

5.4.2 *Utvärderingsaspekter:*

Beräkningsmetodik:

- Formler: En approximativ form av Navier-Stokes ekvationer anpassade för långsamt strömmande tillämpningar används i denna modell. I approximationen ingår utfiltrering av akustiska vågor medan däremot större variationer i temperatur och densitet medges. Detta ger ekvationen en elliptisk karaktär, överensstämmande med långsamma termiska konvektionsprocesser. Beräkningen kan antingen hanteras såsom en direkt numerisk simulering (DNS), i vilken

absorberande termer beräknas direkt, eller såsom stora virvelsimuleringar (LES), i vilket de storskaliga virvlarna beräknas direkt samt småskalig matrismodell för absorptionsprocesser. Valet mellan DNS och LES beror på syftet med beräkningen och beräkningsmatrisens upplösning. Det finns två förbränningsmodeller i FDS. För en DNS-beräkning där spridningen av bränsle och syrgas kan modelleras direkt, i totalt ett steg, är kemiska reaktioner med finit hastighet mest passande. Vid en LES-beräkning där matrisen inte är tillräckligt fin för att lösa spridningen av bränsle och syrgas, används en fraktionsbaserad brandförbränningsmodell.

- Antaganden: De långsamma ekvationerna löses numeriskt genom att dela upp den fysiska brandcell där branden ska simuleras, i ett stort antal rektangulära celler. Inuti varje cell antas gashastighet, temperatur etc. vara likformig och endast ändras med tiden. Noggrannheten med vilken branddynamiken kan simuleras beror på antalet celler som ingår i simuleringen.
- Begränsningar: Beräkningen måste utföras inom det område som består av rektangulära block, vardera med sin egen rätlinjiga matris. Ej rektangulära områden kan inte modelleras. FDS saknas förprocessor, alstring av en textinmatningsdatafil krävs (ej användarvänlig).

Dokumentation:

- Handbok:
”Fire Dynamics Simulator (Version 3) – User’s Guide” (branddynamisk simulator (version 3) – handbok)
NISTIR 6784 2002.
McGrattan K. B., Forney G. P., Floyd J. E., Hostikka S. och Prasad K.
Tillgänglig via: www.fire.nist.gov
”User’s Guide for Smokeview Version 3.1 – A Tool for Visualising Fire Dynamics Simulation Data” (handbok för Smokeview version 3.1 – ett verktyg för visualisering av data från branddynamisk simulering)
NISTIR 6980 2003.
Forney G. P. och McGrattan K. B.
Tillgänglig via: www.fire.nist.gov
- Tekniska manualer:
”Fire Dynamics Simulator (Version 3) – User’s Guide” (branddynamisk simulator (version 3) – handbok)
NISTIR 6783 2002.
McGrattan K. B., Baum H. R., Rehm R. G., Hamins A., Forney G. P., Floyd J. E., Hostikka S. och Prasad K.
Tillgänglig via: www.fire.nist.gov
- Dokumentation och valideringsexempel:
Dokumentation och exempel är tillgängliga via www.fire.nist.gov

Användaraspekter:

- Gränssnitt: FDS MS-DOS/Smokeview – Windows Open GL view.
- In- och utrapportering: Smokeview-program.
- Grafik: Smokeview-program.

5.4.3 Slutsatser:

- Tillförlitlig beräkningsmetodik.
- Mycket detaljerad dokumentation.
- FDS är inte användarvänligt.
Smokeview är användarvänligt.
- Nödvändig användarkunskap: Hög.

5.5 AFCB (Composite Beam Fire Design (Branddimensionering av samverkansbalk))

5.5.1 Programvaruidentifikation (ID-nummer 73):

- Namn: AFCB, Composite Beam Fire Design (branddimensionering av samverkansbalk)
- Version: 3.07
- År: 2003
- Tillämpningsområde: Modeller för bärverks brandmotstånd
- Land: Luxemburg
- Författare: Henri Colbach
- Organisation: Arcelor LCS forskningscenter
- Systemkrav: Windows 95/98/2000/NT, 100 MHz, 32 Mb RAM, 6x CD-ROM-läsare.
- Storlek: 3 Mb
- Tillgänglig via: Programvaran är tillgänglig för gratis nedladdning via www.sections.arcelor.com.
- Kontaktinformation:
 - Arcelor LCS forskningscenter
 - 66, rue de Luxembourg
 - L-4221 Esch-sur-Alzette
 - Tfn (+352) 5313-3007
 - Fax (+352) 5313-3095
 - E-post: europrofil.dsm@profilarbed.lu
 - Internet: www.sections.arcelor.com

Beskrivning:

Programmet AFCB beräknar brottböjmoment för samverkansbalkar vid rumstemperatur enligt EUROKOD 4 del 1.1 (ENV 1994-1-1) och för ISO-brandklasserna R30, R60, R90, R120 och R180 enligt överensstämmelse med EUROKOD 4 del 1.2 (ENV 1994-1-2).

Programvaran har följande struktur:

- **INGÅNGSDATA:**
 - Projekt: allmän information om projektet.
 - Profil: det finns tre olika sätt att ange profilen:
 - a) Skriv profilens kompletta namn med versaler (t.ex. HE 300 A).
 - b) Välj profilen serie genom att ange seriens namn (IPE, HE, HL, HD, HP, W, UB eller UC) och välj sedan profilen i listan.
 - c) Välj profilen direkt i listan.
 - Platta: fastän programmet inte gör några beräkningar för plattan, behöver det viss information om den för att fastställa dess bidrag till balkens motstånd och de reduktioner som ska göras i brandfallet.
 - Armeringsjärn: användaren måste ange armeringsjärn i betongen mellan flänsarna och armeringsjärn i plattan.
 - Material: ange de mekaniska egenskaperna för varje material: Stålprofilens sträckgräns, karakteristisk cylinderhållfasthet för betongen i profilen och i plattan och sträckgränsen för armeringsjärnen i profilen och nätet i plattan.
 - Materialsäkerhetsfaktorer: användaren kan välja de faktorer som gäller för varje materials bärförmåga under de båda fallen: driftsförhållanden och brandförhållanden.
 - System: användaren kan välja mellan tre möjliga beräkningstyper:
 - a) Beräkning av tvärsnittets bärförmåga: fastställer de plastiska bärförmågevärdena för en given profil.
 - b) Dimensionering under given last: användaren kan ange laster. Balken kommer först att undersökas under kalla förhållanden och om dess motstånd är otillräckligt, måste användaren modifiera profilen. Om den är tillfredställande i det kalla fallet följer

beräkningen av brandfallet efter den första beräkningen. Om profilen är otillräcklig under brandfallet försöker programmet med andra armeringsjärns kombinationer för att finna den som ger profilen tillräckligt motstånd. Armeringsjärns kombinationer finns i filen "rebars.reb". Användaren kan modifiera denna fil.

- c) Dimensionering med angivet minsta bärförmåga för tvärsnitt: likadan som b). Huvudskillnaden är att i detta fall beräknas inte de erforderliga bärförmågevärdena för profilen med laster utan införs direkt. Använd denna typ av beräkning om du använder momentets bärförmåga som beräknats för hand eller med ett annat program.
- RESULTAT: programmet beräknar följande resultat för det kalla fallet och brandfallet:
 - Positivt brottmoment, M+
 - Negativt brottmoment, M-
 - Skjuvbrottkrafter
 - För beräkningstyperna b) och c) beräknar programmet utnyttjandegraden och förstärkningar (om några gjordes).
 - Detaljer: De kompletta beräkningsdetaljerna under driftförhållanden och för den valda brandklassen skrivs ut på detta ark. Användaren kan hitta alla införda uppgifter till den övre kanten av betongplattan. Dessutom innehåller det även alla reducerade värden för de positiva momenten och alla reducerade värden för de negativa momenten.
 - Grafik: Beroende på beräkningstypen kan följande grafik visas: profilgrafik, momentkurva, grafik för beräkning av böjmotståndet.

5.5.2 Utvärderingsaspekter:

Beräkningsmetodik:

- Formler: beräkningsmetodiken är den som ingår i Eurokod 4, del 1.1 och 1.2.
- Antaganden:
 - Detta program hanterar fritt upplagda och kontinuerliga balkar.
 - Bilaga H i ENV 1994-1-1 beaktas inte.
 - De visade förstärkningarna för armeringsjärnen i profilen återger endast armeringsjärnets definitionstext vid beräkningen. Dessa kan avvika från de armeringsjärn som används vid beräkningen. Kontrollera under "Detaljer" eller i grafiken vilka armeringsjärn som verkligen placerades ut och användes vid beräkningen.
- Begränsningar:
 - Verifieringen av skjuvkrafterna ingår inte i detta program. Detta måste göras separat.
 - Endast öppna tvärsnitt är tillgängliga för beräkningar.

Dokumentation:

- Handbok: ingår i programvarans hjälpmodul.
- Tekniska manualer: Eurokod 4, delarna 1.1 och 1.2.
- Tillgänglig via: Programvaran är tillgänglig för gratis nedladdning via www.sections.arcelor.com
- Dokumentation och valideringsexempel: programvaran är tillräckligt utvärderad eftersom den följer samma beräkningsmetodik som Eurokod 4.

Användaraspekter:

- Gränssnitt: Windows.
- In- och utrapportering: användaren kan skriva ut resultatet i komprimerad form eller i komplett form. I den kompletta formen skrivs alla ingångsdata och resultat (resultat för positivt och negativt brottmoment och för skjuvbrottkraft och bärförmågevärden för det positiva och negativa moment under kalla förhållanden och brandförhållanden) ut.
- Grafik: Programmet plottar en ritning av profilen och fördelningen av bärförmågemoment för positiva och negativa moment under kalla förhållanden och brandförhållanden.

5.5.3 Slutsatser:

- Tillförlitlig beräkningsmetodik.
- Mycket detaljerad dokumentation.
- Användarvänlig.
- Nödvändig användarkunskap: Medel.

5.6 AFCC, Composite Column Fire Design (branddimensionering av samverkanspelare)

5.6.1 Programvaruidentifikation (ID-nummer 74):

- Namn: AFCC, Composite Column Fire Design (branddimensionering av samverkanspelare)
- Version: 3.05
- År: 2003
- Tillämpningsområde: Modeller för bärverks brandmotstånd
- Land: Luxemburg
- Författare: Henri Colbach
- Organisation: Arcelor LCS forskningscenter
- Systemkrav: Windows 95/98/2000/NT, 100 Mhz, 32 Mb RAM, 6x CD-ROM-läsare.
- Storlek: 2,5 Mb
- Tillgänglig via: Programvaran är tillgänglig för gratis nedladdning via www.sections.arcelor.com.
- Kontaktinformation:
Arcelor LCS forskningscenter
66, rue de Luxembourg
L-4221 Esch-sur-Alzette
Tfn (+352) 5313-3007
Fax (+352) 5313-3095
E-post: europrofil.dsm@profilarbed.lu
Internet: www.sections.arcelor.com

Beskrivning:

Programmet AFCC beräknar brottbelastning för samverkanspelare AF 30/120 vid rumstemperatur enligt EUROKOD 4 del 1.1 (ENV 1994-1-1) och för ISO-brandklasserna R30, R60, R90 och R120 i överensstämmelse med EUROKOD 4 del 1.2 (ENV 1994-1-2).

Programvaran har följande struktur:

- INGÅNGSDATA:
 - Projekt: allmän information om projektet.
 - Profil: det finns tre olika sätt att ange profilen:
 - a) Skriv profilens kompletta namn med versaler (t.ex. HE 300 A).
 - b) Välj profilen serie genom att ange seriens namn (IPE, HE, HL, HD, HP, W, UB eller UC) och välj sedan profilen i listan.
 - c) Välj profilen direkt i listan.
 - Armeringsjärn: användaren måste ange armeringsjárnens diameter och position.
 - Material: ange de mekaniska egenskaperna för varje material: stålprofilens sträckgräns, karakteristisk cylinderhållfasthet för betongen i profilen och sträckgränsen för armeringsjärnen i profilen.
 - Materialsäkerhetsfaktorer: användaren kan välja de faktorer som gäller för varje materials bärförmåga under de båda fallen: driftsförhållanden och brandförhållanden.

- Knäckningslängder: användaren måste ange knäckningslängder för styv och vek riktning i AF-pelaren både under driftsförhållanden och brandförhållanden.
- Excentriciteter: lastens excentricitet för profilen veka axel och styva axel (båda i mm)
- RESULTAT: programmet beräknar för 5 förhållanden – rumstemperatur för driftsförhållanden, brandmotståndstid 30 minuter (R30), brandmotståndstid 60 minuter (R60), brandmotståndstid 90 minuter (R90) och brandmotståndstid 120 minuter (R120) – följande belastningar:
 - Brottlast för normalkraft, knäckning i profilens veka riktning (första kolumnen)
 - Brottlast för normalkraft, knäckning i profilens syva riktning (andra kolumnen)
 - Excentrisk brottlast i den veka riktningen (tredje kolumnen)
 - Excentrisk brottlast i den styva riktningen (fjärde kolumnen)
 - Excentrisk brottlast i profilens båda riktningar (femte kolumnen)
- Detaljer: kompletta beräkningsdetaljer (knäckningslängd, flytlast, kritisk last, slankhetstal, knäckningskoefficient) under driftsförhållanden och för brandklasserna R30, R60, R90 och R120 skrivs ut. Pelarens vikt per meter anges även, inklusive separata informationer om profilen, betongen och armeringsjärnen.
- Grafik: denna del av programmet visar en allmän vy över tvärsnittsprofilen som angetts av användaren (geometrisk uppgifter om stålprofilen, armeringsjärnets position ...)

5.6.2 Utvärderingsaspekter:

Beräkningsmetodik:

- Formler: beräkningsmetodiken är den som ingår i Eurokod 4, del 1.1 och 1.2.
- Antaganden:
 - Detta program beräknar pelare under last med små konstanta excentriciteter.
 - Detta program beräknar endast dubbelsymmetriska, delvis inneslutna pelare med likformig profil längs pelarens hela längd.
 - Bilaga H i ENV 1994-1-1 beaktas inte.
 - Andelen armeringsjärn ska uppfylla följande regler: ENV 1994-1-1, 4.8.3.1(3e) och 4.8.2.5(3) och ENV 1994-1-2, 4.3.6.2(2).
- Begränsningar:
 - Endast öppna tvärsnitt är tillgängliga för beräkningar.

Dokumentation:

- Handbok: handboken ingår i programvarans hjälpmodul.
- Tekniska manualer: Eurokod 4, delarna 1.1 och 1.2.
- Tillgänglig via: Programvaran är tillgänglig för gratis nedladdning via www.sections.arcelor.com
- Dokumentation och valideringsexempel: programvaran är tillräckligt utvärderad eftersom den följer samma beräkningsmetodik som Eurokod 4.

Användaraspekter:

- Gränssnitt: Windows
- In- och utrapportering: användaren kan skriva ut resultatet i komprimerad form eller i komplett form. I den kompletta formen skrivs alla ingångsdata och resultat (driftsförhållanden vek och styv riktning, brandklasserna R30, R60, R90, R120, vek och styv riktning och vikten per längdenhet för stålprofilen, betong, huvudarmeringsjärn och total vikt) ut.
- Grafik: Programmet plottar en skiss över profilen.

5.6.3 Slutsatser:

- Tillförlitlig beräkningsmetodik.
- Mycket detaljerad dokumentation.
- Användarvänlig.
- Nödvändig användarkunskap: Medel.

5.7 Elefir:

5.7.1 Programvaruidentifikation (ID-nummer 77):

- Namn: Elefir
- Version: 2.1
- År: 1998
- Tillämpningsområde: Modeller för bärverks brandmotstånd
- Land: Belgien
- Författare: Dan Pintea, Laurent Miévis, Gilles Gustin, Jean-Marc Franssen
- Organisation: Universitetet i Liège
- Systemkrav: Windows 95 eller senare.
- Storlek: 8 Mb
- Tillgänglig via: Universitetet i Liège (<http://www.ulg.ac.be/matstruc/Download.html>)
- Kontaktinformation: Jean-Marc Franssen (jm.franssen@ulg.ac.be)

Beskrivning:

ELEFIR är en datorprogramvara som beräknar brandmotståndet hos enkla stålkomponenter tillverkade av I-profiler belastade i den styva riktningen.

- Typiska profilformer finns tillgängliga: HD, HE, HL, HP, IPE, UB, UC, W, L.
- Två alternativ för brandexponering: tre eller fyra sidor av komponenten.
- Alternativ för profilskydd: Inget skydd, konturinklädning och ihålig inklädning.
- Egenskaper för flera skyddsmaterial finns tillgängliga: sten-/glasull, gips och medger även införande av nya material som anges av användaren.
- Flera uppvärmningskurvor finns tillgängliga: ISO-kurva, extern brandkurva, kolvätekurva, ASTM-kurva och det finns även möjlighet att införa en användarangiven kurva.

Följande beräkningar kan utföras:

- Beräkning av den tid då komponentens kritiska temperatur uppnås.
- Uppnådd temperatur efter den införda kritiska tiden.
- Beräkning av komponentens kritiska temperatur och den kritiska tiden för komponenter utsatta för dragning, tryck samt böjning och tryck.

5.7.2 Utvärderingsaspekter:

Beräkningsmetodik:

- Formler:
 - Beräkningarna baseras på ENV 1993-1-2 (Eurokod 3).
 - Det belgiska nationella ansökningsdokumentet (NBN ENV 1993-1-2) kan även användas.
- Antaganden:
 - Temperaturen i profilen anses ha en ekvivalent likformig fördelning.
- Begränsningar:
 - Endast öppna profiler är tillgängliga.
 - Brandexponering endast på 3 eller 4 sidor av komponenten.

- Endast för dubbelsymmetriska profiler.
- Om profilen ändras till klass 4 under uppvärmningen stannar programvaran. Den tillämpar inte den senaste ändringen av EN 1993-1-2 som medger att man kan beakta att profilens klass bibehålls under brandförhållanden såsom vid rumstemperatur.

Dokumentation:

- Handbok: saknas, men behövs inte (lätt att använda).
- Tekniska manualer: ENV 1993 1-2 (Eurokod 3).
- Dokumentation och valideringsexempel: ej tillgängliga.

Användaraspekter:

- Gränssnitt: Windows.
- In- och utrapportering: Textfil och grafik ingår.
- Grafik: Programmet plottar temperaturkurvorna.

5.7.3 Slutsatser:

- Tillförlitlig beräkningsmetodik.
- Dokumentation: ENV 1993-1-2 (EC3).
- Användarvänlig.
- Nödvändig användarkunskap: Låg.

5.8 *H-Fire*

5.8.1 Allmän information (ID-nummer: 78)

- Namn: H-Fire
- Version: 04.1
- År: 2004
- Tillämpningsområde: Förenklade modeller för bärverks brandmotstånd
- Land: Tyskland
- Författare: P.Schaumann, S.Hothan
- Organisation: Universitetet i Hannover, Stålbyggnadsinstitutet
- Språk: Tyska, engelska
- Systemkrav: Pentium PC, Microsoft Windows, Microsoft Office
- Storlek: 12,65 Mb
- Kostnad: Gratis
- Tillgänglig via: Universitetet i Hannover, Stålbyggnadsinstitutet
- Kontaktinformation: www.stahlbau.uni-hannover.de

Beskrivning:

Beräkning av dimensioneringsmotstånd för samverkanskomponenter exponerade för brand med användning av enkla beräkningsmodeller från EN 1994-1-2.

5.8.2 Utvärderingsaspekter:

Beräkningsmetodik:

- Formler: Beräkningarna baseras på enkla beräkningsmodeller i ENV 1994-1-2 (Eurokod 4), utom för samverkansbjälklag som baseras på den enkla beräkningsmodellen i prEN 1994-1-2.
- Antaganden: liksom för enkla beräkningsmodeller.

- Begränsningar: liksom för enkla beräkningsmodeller.

Dokumentation:

- Handbok: Kort beskrivning tillgänglig via www.stahlbau.uni-hannover.de
- Tekniska manualer: Beräkningarna baseras på enkla beräkningsmodeller i ENV 1994-1-2 (Eurokod 4), utom för samverkansbjälklag som baseras på den enkla beräkningsmodellen i prEN 1994-1-2.
- Tillgänglig via: Gå till www.stahlbau.uni-hannover.de för att hämta en version.
- Dokumentation och valideringsexempel: Inga

Användaraspekter:

- Gränssnitt: Windows; Microsoft Excel och Microsoft Access.
- In- och utrapportering: Programmet rapporterar de mesta av ingångsdata och alla resultatdata.
- Grafik: Programmet plottar kurvor när så krävs.

5.8.3 *Slutsatser:*

- Tillförlitlig beräkningsmetodik.
- Dokumentation: Mycket detaljerad.
- Användarvänlig.
- Nödvändig användarkunskap: Medel.

5.9 *Potfire (ID-nummer 81):*

5.9.1 *Programvaruidentifikation:*

- Namn: Potfire
- Version: 1.11
- År: 2001
- Tillämpningsområde: Modeller för bärverks brandmotstånd
- Land: Frankrike
- Författare: Geneviève Fouquet, George Tabet, Bin Zhao, Julien Kruppa
- Organisation: CTICM, TNO, CIDECT
- Systemkrav: Pentium 200 Mhz, W95, CD-rom och 24 Mb RAM
- Datorspråk:
- Storlek: 15 Mb
- Tillgänglig via: www.cidect.org
- Kontaktinformation: www.cidect.org

Beskrivning:

Datorprogrammet POTFIRE är ett dimensioneringsverktyg baserat på den modellbyggnadspraxis som beskrivs i bilaga G i EC4 ENV 1994-1-2 "General rules – Calculation of behaviour to fire" (allmänna regler – beräkning av brandbeteende).

POTFIRE medger antingen utvärdering av brandmotståndets varaktighet för en oskyddad betongfylld pelare med ihålig profil under känd dimensioneringslast eller utvärdering av bärförmågelasten efter en given exponeringstid för standard ISO-brand.

5.9.2 Utvärderingsaspekter:

Beräkningsmetodik:

- **Formler:** Den fulla uppsättningen generaliserade ekvationer som används i denna modell för att beskriva termiskt, mekaniskt och bärverkets beteende ges i bilaga 2 i "POTFIRE User's Manual" (handbok för POTFIRE).
- **Antaganden:** Användare av POTFIRE bör observera att det krävs en noggrann detaljdimensionering av över- och underdel av våningshöga pelare liksom anslutningsdetaljerna för kontinuerliga pelare, för att säkerställa att lasterna införs korrekt på pelaren och att lastöverföringen bibehålls under brandförhållanden.
- **Begränsningar:** Eurokod 4, del 1.2, bilaga G är begränsad till en serie pelarstorlekar (diameter och längd).

Dokumentation:

- Handbok: Ja (ingår i programvaran).
- Tekniska manualer: Råd om bra branddimensioneringsdetaljer ges både i Eurokod 4, del 1-2 och i CIDECT dimensioneringsguide 4 ”Design Guide for Structural Hollow Section Columns Exposed to Fire (Dimensioneringsguide för bärande pelare av rörprofiler exponerade för brand)”.
- Dokumentation och valideringsexempel: Nej.

Användaraspekter:

- Gränssnitt: Windows, alla ingångs- och resultatdata visas på en kalkylatorlik skärm.
- In- och utrapportering: Programvaran tillhandahåller full rapportering av ingångs- och resultatdata.
- Grafik: Programvara tillhandahåller inte grafisk information.

5.9.3 Slutsatser:

- Tillförlitlig beräkningsmetodik.
- Mycket detaljerad dokumentation.
- Användarvänlig.
- Nödvändig användarkunskap: Låg.

5.10 ABAQUS

5.10.1 Allmän information (ID-nummer: 86)

- Namn: Abaqus
- Version: 6.4
- År: 2003
- Tillämpningsområde: Avancerade modeller för bärverks brandmotstånd
- Land: USA
- Författare: David Hibbit, Bengt Karlsson, Paul Sorensen
- Organisation: Abaqus Inc.
- Språk: Engelska
- Systemkrav: För Windows-miljö
 - Windows 2000 Professional (SP3 rekommenderad starkt)
 - Pentium© III (eller senare) processor med hastigheten 2 GHz eller högre rekommenderas
 - Compaq Visual Fortran 6.0 (uppdatering A)
 - Microsoft Visual C/C++ 6.0 (12.00.8804)
 - Internet Explorer 5.5 eller Netscape 6 (krävs för online-dokumentation)
- Storlek: -
- Kostnad: Konsultera Abaqus distributörer
- Tillgänglig via: www.abaqus.com
 - Abaqus Inc.
 - 1080 Main Street
 - Pawtucket, RI 02860-4847
 - Tfn: +1 401 727 4200
 - Fax: +1 401 727 4208
- Kontaktinformation: www.abaqus.com

Beskrivning:

Abaqus programvara är en svit med samordnade tillämpningar för finit elementanalys. Den tillhandahåller ett enhetligt system för dimensioneringsanalys och digitala prototyper som stöd för dimensionering och tillverkning.

5.10.2 Utvärderingsaspekter:

Beräkningsmetodik:

- ABAQUS/Standard: tillhandahåller en omfattande blandning av analysförfaranden som medger att problem från enkla linjära analyser till komplexa multi-steps olinjära analyser kan lösas effektivt och säkert. Det kan simulera en mångfald fysiska fenomen såsom värmeutbredning, massspridning och akustik, förutom analyser av spänning/töjning.
- ABAQUS/Explicit: Tillhandahåller finita elementlösningar för att simulera ett brett spektrum av dynamiska och kvasi-statiska händelser (särskilt de som omfattar slag och andra starkt diskontinuerliga händelser) på ett korrekt, säkert och effektivt sätt. Det stöder inte bara analys av spänning/töjning utan även fullt kopplade transienta temperatur-förskjutningar, akustik och kopplade akustiskt-strukturella analyser.
- ABAQUS/CAE: finit elementmodellbyggnadsmiljö med funktionalitet organiserad i moduler och verktygssatser.

Dokumentation:

- Tillgänglig dokumentation:
 - Utbildning:
 - Komma igång med Abaqus
 - Komma igång med Abaqus/Standard: Nyckelordsversion
 - Komma igång med Abaqus/Explicit: Nyckelordsversion
 - Föreläsningssanteckningar
 - Analys:
 - Abaqus analyshandbok
 - Modellering och visualisering:
 - AbaqusCAE-handbok
 - Exempel:
 - Abaqus manual med problemexempel
 - Abaqus referensmanual
 - Referens:
 - Abaqus teorimanual

Användaraspekter:

- Gränssnitt: Windows
- In- och utrapportering: Rapportering av ingångsdata via input-fil (*.inp) och rapportering av resultatdata via resultatdatabasfilen (*.odb).
- Grafik: 2D/3D-återgivning av modellen och av resultatdatabasen.

5.10.3 Slutsatser:

- Tillförlitlig beräkningsmetodik.

- Dokumentation: Mycket detaljerad.
- Ej användarvänlig.
- Nödvändig användarkunskap: Hög.

5.11 BoFire

5.11.1 Allmän information (ID-nummer: 89)

- Namn: BoFire
- Version: 7
- År: 2004
- Tillämpningsområde: Modeller för bärverks brandmotstånd
- Land: Tyskland
- Författare: Peter Schaumann, Jens Upmeyer, Florian Kettner
- Organisation: Stålbyggnadsinstitutet
- Språk: Tyska
- Systemkrav: Windows 95/98/2000/NT, 100 Mhz, 32 Mb RAM
- Storlek: 200 kb
- Programvaran är för tillfället inte tillgänglig

Beskrivning:

BoFire är en transient, olinjär, inkrementellt datorprogram baserad på metoden med finita element. För materialegenskaperna har de termiska och mekaniska definitionerna i ENV 1994-1-2 införts. Stålkonstruktioner, betongkonstruktioner och samverkanskonstruktioner i stål och betong kan analyseras.

5.11.2 Utvärderingsaspekter:

Beräkningsmetodik:

- Formler: En transient, olinjär, inkrementellt datorprogram baserad på metoden med finita element.
- Antaganden:
 - Detta program hanterar balkar, pelare och plana ramar med alla tvärsnitt.
 - Materialelegenskaperna i ENV 1994-1-2 (1994) är införda.
- Begränsningar:
 - Inga tredimensionella bärverk.
 - Inga panelskivor med tvåaxlig bärförmåga.
 - Inga skjuvningsdeformationer av tvärsnitt (Bernoullis hypotes).

Dokumentation:

Ingen dokumentation finns för närvarande tillgänglig.

Användaraspekter:

- Gränssnitt: Windows.
- In- och utrapportering sker med enkla textfiler. Windows-baserade gränssnittet HaFront kan användas för att skapa en indatafil.
- Grafik: I koden ingår ett dataplottningsbibliotek DISLIN som ger möjlighet att producera färgade konturplotningar av temperaturfördelningen eller tredimensionell grafik av spänningar och töjningar.

5.11.3 *Slutsatser:*

- Tillförlitlig beräkningsmetodik.
- Dokumentation inte tillgänglig än.
- Användarvänlig.
- Nödvändig användarkunskap: Medel.

5.12 *Evacnet4:*

5.12.1 *Programvaruidentifikation (ID-nummer 120)*

- Namn: Evacnet4
- Version: 1.4
- År: 1998
- Tillämpningsområde: Utrymning
- Land: USA
- Författare: T.M. Kisko, R.L. Francis, C.R. Nobel
- Organisation: Universitetet i Florida
- Systemkrav: Windows 95 eller senare.
- Storlek: Mindre än 1 Mb
- Tillgänglig via: <http://www.ise.ufl.edu/kisko/files/evacnet>
- Kontaktinformation: Thomas Kisko, 352-392-1293, kisko@ise.ufl.edu

Beskrivning:

EVACNET4 är ett interaktivt datorprogram som modellerar evakuering från byggnader. Programmet accepterar en nätverksbeskrivning av en byggnad och information om dess initiala innehåll när evakueringen inleds. Ur denna information producerar EVACNET4 resultat som beskriver en optimal evakuering av byggnaden. Varje evakuering är optimal med avseende på att den minimerar tiden för att evakuera byggnaden. Folk evakueras så snabbt som möjligt.

5.12.2 *Utvärderingsaspekter:*

Beräkningsmetodik:

- **Formler:** EVACNET tar den nätverksmodell som användaren tillhandahåller och fastställer en optimal plan för att evakuera byggnaden på "kortaste" möjliga tid. Detta utförs med en avancerad kapacitiv nätverksflödesalgorithm, en specialiserad algorithm som används för att lösa linjära programmeringsproblem med nätverksstruktur.
- **Antaganden:** Formulerna i en EVACNET-modell framtvingar vissa antaganden. Dessa antaganden kan orsaka att resultatet av modelleringen blir mindre realistiska. Ju bättre förståelse användarna har av dessa antaganden desto bättre är deras möjlighet att producera giltiga resultat. De principiella antagandena som användaren bör vara medveten om omfattar:
 - EVACNET är ett linjärt modelleringssystem. Dynamisk bågkapacitet och bågrörelsetider förändras inte med tiden.
 - EVACNET modellerar inte beteendenaspekter. De enda händelser som modelleras är de som leder till uppnående av kortaste evakueringstid.
 - EVACNET baseras på en global synvinkel och inte på en individuell synvinkel. Detta innebär att när det gäller att uppnå en optimal evakueringsplan har EVACNET kapaciteten att "se" allt. Vid en verklig evakuering försöker individerna oberoende av varandra uppnå det optimala. En huvudsaklig användning av EVACNET kan vara att träna möjlig evakueringspersonal och/eller våningsvakter om optimala evakueringsplaner.
- **Begränsningar:**

Dokumentation:

- Handbok: Ja (tillgänglig via: <http://www.ise.ufl.edu/kisko/files/evacnet>)
- Tekniska manualer: Ja (tillgängliga via: <http://www.ise.ufl.edu/kisko/files/evacnet>)
- Dokumentation och valideringsexempel: Se valideringsreferenser via: <http://www.ise.ufl.edu/kisko/files/evacnet>

Användaraspekter:

- Gränssnitt: MS-DOS.
- In- och utrapportering: programmet ger information om flaskhalsar och personer i byggnaden när den kritiska tiden uppnås.
- Grafik: programmet plottar ingen grafik.

5.12.3 Slutsatser:

- Mindre tillförlitlig beräkningsmetodik.
- Mycket detaljerad dokumentation.
- Ej användarvänlig.
- Nödvändig användarkunskap: Låg.

5.13 Detact-QS:

5.13.1 Programvaruidentifikation (ID-nummer 133)

- Namn: Detact-QS
- Version: 1.3
- År: -
- Tillämpningsområde: Detektorrespons
- Land: USA
- Författare: D.D. Evans
- Organisation: NIST – National Institute of Standards and Technology
- Systemkrav: PC 286
- Storlek: 64 kb fritt minne
- Tillgänglig via: Datorprogrammet är tillgängligt via NIST kostnadsfritt www.fire.nist.gov
- Kontaktinformation: www.fire.nist.gov

Beskrivning:

DETECT-QS är ett program för beräkning av aktiveringstiden för termiska anordningar placerade under fria innertak. Det kan användas för att förutsäga aktiveringstiden för värmedetektorer med fast temperatur och sprinklerhuvuden utsatta för en av användaren angiven brand. Nödvändig programindata är takhöjd över branden, avståndet mellan den termiska anordningen och brandaxeln, aktiveringstemperatur för den termiska anordningen, responstidsindexet (RTI) för anordningen och värmeutvecklingens hastighet från branden. Programmets utdata är gastemperatur vid innertaket och anordningens temperatur, båda som en funktion av tiden det krävs för aktivering av anordningen.

5.13.2 Utvärderingsaspekter:

Beräkningsmetodik:

- Formler: DETACT-QS är en empirisk modell, som baseras på datakorrelationer från en serie storskaliga brandexperiment. Modellen löser en definit integral med hjälp av ett kvasi-stationärt antagande. Det löser flera algebraiska ekvationer för att producera förutsägelser. DETACT-QS är

sammansatt av en algoritm som förutsäger maximal temperatur och hastighet i en fri takström, under ett jämnt, plant, horisontellt innertak på en given radie från brandens mittlinje. Det använder även punktvis massa, algoritm för värmeutbredning genom konvektion för att förutsäga aktiveringstiden för en termisk detektor. De korrelationer som används i DETACT-QS utvecklades av Alpert och använder ett responstidsindex som utvecklades av Herkestad.

- Antaganden: DETACT-QS antar att den termiska anordningen är placerad inom ett ganska stort område och därför är det endast brandens takflödesströmning som värmer upp anordningen och det finns ingen uppvärmning orsakad av ackumulerade heta gaser i brandcellen. Modellen antar att den detektor som analyseras är monterad på ett fritt, hinderfritt, jämnt, plant, horisontellt innertak och att detektorn är placerad på punkter där takflödets hastighet och temperatur är maximal. Endast konvektiv värmeutbredning beaktas mellan takflödet och den termiska detektorn, inga konduktiva förluster eller strålningsvärme beaktas. Detektorn behandlas såsom en punktformig massa. Plymens och takströmmens temperaturer och hastigheter är likformiga och antas vara maximivärdet i plymen. Bränslepaketet och plymen antas befinna sig på en hinderfri vertikal axel. Inga ventilations- eller stratifieringseffekter beaktas. Ingen transporttid eller (förseningstid) beaktas för de heta gasernas transport från bränsle till detektor. För varje ingångsintervall för värmeutvecklingens hastighet används medelvärdet över intervallet, som antas konstant.
- Begränsningar:
 - DETACT-QS underförutsäger temperaturer i scenarier med låga innertak när detektorn är nära brandens mittlinje, men temperaturförutsägelserna förbättras när det radiala avståndet från detektorn ökar. När takhöjden ökar, förbättras överensstämmelsen mellan förutsägelserna och uppmätta data.
 - Det blir bättre överensstämmelse mellan förutsägelser och experimentella resultat för anordningar med högre RTI-värden än för anordningar med lägre RTI-värden.
 - Användningen av DETACT-QS är inte lämplig inom små områden där ett gaslager byggs upp före aktivering.

Dokumentation:

- Handbok: Nej
- Tekniska manualer: "Evaluation of the computer fire model DETACT-QS" (utvärdering av datorbrandmodellen DETACT-QS) Morgan J. Hurley, Daniel Madrzykowski
- Tillgänglig via: NIST Publications via NIST hemsida www.fire.nist.gov.
- Dokumentation och valideringsexempel: Jämförelse med experimentella resultat tillgängliga i det tekniska guide-dokumentet.

Användaraspekter:

- Gränssnitt: MS-DOS.
- In- och utrapportering: Programmets utdata är gastemperatur vid innertaket och anordningens temperatur, båda som en funktion av tiden det krävs för aktivering av anordningen.
- Grafik: programmet plottar ingen grafik.

5.13.3 Slutsatser:

- Tillförlitlig beräkningsmetodik.
- Lågdetaljerad dokumentation.
- Ej användarvänlig.
- Nödvändig användarkunskap: Låg.

5.14 Jet:

5.14.1 Programvaruidentifikation (ID-nummer 137)

- Namn: Jet
- Version: 1.0
- År: 1999
- Tillämpningsområde: Detektorrespons
- Land: USA
- Författare: William D. Davis
- Organisation: NIST – National Institute of Standards and Technology
- Systemkrav: W95/98/2000. Pentium 166 MHz eller högre rekommenderas. 32 Mb RAM.
- Storlek: 4 Mb
- Tillgänglig via: Datorprogram är tillgängliga via NIST kostnadsfritt (<http://fire.nist.gov>). Programvara och dokumentation hittas under valet Fire Modelling Software Online.
- Kontaktinformation:
 - William D. Davis
 - National Institute of Standards and Technology
 - 100 Bureau Dr. Stop 8642
 - Gaithersburg, Md., 20899-8642
 - 301-975-6884
 - william.davis@nist.gov

Beskrivning:

JET är en två-zons rumsbrandsmodell som löser bevarandeeckvationerna för massa och energi för att erhålla temperatur i övre lagret och lagrets höjd. Konvektiva förluster till innertaket från takflödet och strålningsförluster från branden används för att beräkna innertakstemperatur såsom en funktion av avståndet från plymens mittlinje. Korrelationer som är känsliga för övre lagrets temperatur och djup tillhandahåller innertakstemperaturen vid plymens mittlinje och maximal temperatur och hastighet i takflödet såsom en funktion av radien.

Brandcellsgeometrin kan återges med hjälp av en serie tillfälliga draperier och väggar. En brandcell bestående av ett rum med en dörr kan modelleras med hjälp av ett enkelt tillfälligt draperi med samma längd och bredd som dörren. Gasflöden från det övre lagret kan komma ut antingen under det tillfälliga draperiet, via takflödena eller med forcerad ventilation. Alternativet med forcerad ventilation medger att gasflödet kan komma in eller ut ur brandcellen.

Smältlänkar används för att kontrollera öppningarna i takventilationen. I uppvärmningen av smältlänkar ingår en balans mellan den konvektiva uppvärmningen av länken och den konduktiva kylningen av länken såsom värmeflöden från länken till det stödjande bärverket.

I tillämpningar som är lämpliga för JET ingår följande:

- a) Fastställande av aktiveringstider för smältlänkar som styr ventilationsöppningar och sprinklers i brandceller avgränsade av väggar, tillfälliga draperier eller kombinationer av väggar och tillfälliga draperier för användarangivna brandstorlekar och tillväxthastigheter. Brandceller med en eller fler fria sidor kan modelleras.
- b) Fastställande av påverkan från tillfälliga draperier, takventilationer och forcerad ventilation på röklagrets djup och aktiveringen av smältbara länkar.
- c) Fastställande av innertakstemperatur såsom en funktion av övre lagrets tjocklek och temperaturen och det radiella avståndet från plymens mittlinje med eller utan takventilation och forcerad ventilation.

- d) Fastställande av maximal takflödesstemperatur och takflödeshastighet såsom en funktion av övre lagrets tjocklek och det radiella avståndet från plymens mittlinje med eller utan takventilation och forcerad ventilation.

5.14.2 *Utvärderingsaspekter:*

Beräkningsmetodik:

- Formler: De använda formlerna förklaras i handboken.
- Antaganden:
 - Brandcellen har en rektangulär utformning.
 - JET är en två-zonsmodell där vardera zonen eller lagret antas ha likformig temperatur och täthet. Det övre lagrets temperatur och täthet svarar mot en växande brand medan det undre lagret antas bibehållas vid omgivande temperatur och tryck. Ett branddrivet takflöde antas flöda längs med det plana innertaket.
 - Branden karakteriseras av en tidsberoende värmeutvecklingshastighet, HRR, en tidsberoende strålningsfraktion och antingen en konstant branddiameter eller en variabel branddiameter som använder HRR per ytenhet för det brinnande materialet.
 - Flammorna från branden berör inte innertaket och branden är alltid lokaliserad nära brandcellens mittpunkt eller det draperade området.
- Begränsningar:
 - Takventilationens påverkan på den takflödets lokala temperatur och hastighet försummas.
 - Baserad på jämförelse med experimentella uppgifter som finns i handboken överensstämmer JET:s förutsägelser normalt med experimentella uppgifter för brandceller med takhöjder upp till 22 m. JET kan fortsätta att prestera bra för takhöjder högre än 22 m, men det saknas experimentella jämförelser för dessa högre höjder.

Dokumentation:

- Handbok: "The Zone Fire Model JET: A Model for the Prediction of Detector Activation and Gas Temperature in the Presence of a Smoke Layer" (zonbrandmodellen JET: En modell för förutsägelse av detektoraktivering och gastemperatur vid förekomst av ett röklager), National Institute of Standards and Technology, NISTIR 6324 (1999).
- Tekniska manualer: "The Zone Fire Model JET: A Model for the Prediction of Detector Activation and Gas Temperature in the Presence of a Smoke Layer" (zonbrandmodellen JET: En modell för förutsägelse av detektoraktivering och gastemperatur vid förekomst av ett röklager), National Institute of Standards and Technology, NISTIR 6324 (1999).
- Tillgänglig via: Datorprogram är tillgängliga via NIST kostnadsfritt (<http://fire.nist.gov>). Programvara och dokumentation hittas under valet Fire Modelling Software Online.
- Dokumentation och valideringsexempel: Jämförelse med experimentella resultat tillgängliga i det tekniska guide-dokumentet.

Användaraspekter:

- Gränssnitt: Windows.
- In- och utrapportering: alla resultat som alstras av programmet skrivs i en textfil.
- Grafik: programmet plottar ingen grafik i resultatfilen där resultatet skrivs.

5.14.3 *Slutsatser:*

- Tillförlitlig beräkningsmetodik.
- Mycket detaljerad dokumentation.
- Användarvänlig.

- Nödvändig användarkunskap: Medel.

REFERENSER:

- [1] Olenick S. M. och Carpenter D. J., maj 2003, "An Updated International Survey of Computer Models for Fire and Smoke" (en uppdaterad internationell undersökning av datormodeller för brand och rök), *Journal of Fire Protection Engineering*, vol. 13.
- [2] Friedman R., 1992, "An International Survey of Computer Models for Fire and Smoke" (en internationell undersökning av datormodeller för brand och rök), *Journal of Fire Engineering* vol. 4.
- [3] Janssens M. L., 2002, "Evaluating Computer Fire Models" (utvärdering av branddatormodeller), *Journal of Fire Protection Engineering*, vol. 13.
- [4] ASTM E 1355; ASTM E 1472; ASTM E 1591; ASTM E 1895.
- [5] EC3 – Eurokod 3, del 1-2 (ENV 1993-1-2).
- [6] EC4 – Eurokod 4, del 1-1 (ENV 1994-1-1) och del 1-2 (ENV 1994-1-2).
- [7] Twilt L., Hass R., Klingsch W., Edwards M. och Dutta D., 1996, "Design Guide for Structural Hollow Section Columns Exposed to Fire" (dimensioneringsguide för bärande ihåliga profilpelare exponerade för brand), CIDECT dimensioneringsguide 4.
- [8] Peacock R. D., Reneke P. A., Jones W. W., Bukowski R. W. och Forney G. P., 2000, "User's Guide for Fast: Engineering Tools for Stimating Fire Growth and Smoke Transport" (handbok för Fast: Ingenjörsvrktyg för uppskattning av brand- och rökutbredning), NIST-SP-921.
- [9] Portier R. W., Reneke P. A., Jones W. W och Peacock R. D., 1992, "User's Guide for Cfast Version 1.6" (handbok för Cfast Version 1.6), NISTIR-4985.
- [10] Peacock R. D., Reneke P. A., Jones W. W. och Forney G.P, 2000, "Tecnical References for Cfast: An Engineering Tool for Stimating Fire Growth and Smoke Transport" (tekniska referenser för Cfast: Ett ingenjörsvrktyg för uppskattning av brand- och rökutbredning), NIST-TON-1431.
- [11] Peacock R. D., Jones W. W. och Bukowski R. W., 1993, "Verification of a model of fire and smoke transport" (verifiering av en modell för brand- och rökutbredning), *Fire Safety Journal*, vol. 21.
- [12] Deal S., 1990, "A review of four compartment fires with four compartment fire models" (en granskning av fyra rumsbränder med fyra rumsbrandsmodeller), *Fire Safety Developments and Testing*, protokoll från Fire Retardant Chemicals Associations årsmöte.
- [13] Duong D. Q., 1990, "The accuracy of Computer Fire models: some comparison with experimental data from Australia" (datorbrandmodellernas noggrannhet: några jämförelser med experimentella uppgifter från Australien), *Fire safety Journal*, vol. 16.
- [14] Davis W. D., Notarianni K. A. och McGrattan K.B., 1996, "Comparison of fire model predictions with experiments conducted in a hangar with a 15 m ceiling" (jämförelse mellan brandmodellförutsägelser och experiment utförda i en hangar med 15 m till innertaket), NISTIR-5927.
- [15] Cadorin J. F., Franssen J. M. och Pintea D., 2001, "The design Fire Tool Ozone V2.0 – Theoretical Description and Validation On experimental Fire tests" (utformningen av brandverktuget Ozone V2.0 – teoretisk beskrivning och validering med experimentella brandprovningar), internrapport SPEC/2001_01, universitetet i Liège.
- [16] Sleich J. B., Cajot L. G., Pierre M., Joyeux D., Aurtenetxe G., Unanua J., Pustorino S., Heise F. J., Salomon R., Twilt L. och Van Oerle J., 2002, "Competitive steel buildings through natural fire safety concepts" (konkurrenskraftiga stålbyggnader enligt konceptet om säkerhet mot naturlig brand) slutrapport EUR 20360 EN.
- [17] Cadorin J. F., 2002, "On the application field of Ozone V2" (om tillämpningsområdet för Ozone V 2), internrapport N° M&S/2002-003, universitetet i Liège
- [18] Cadorin J. F., 2003, "Compartment fire models for structural engineering" (rumsbrandmodeller för bärverksdimensionering), doktorsavhandling av J. F. Cadorin, universitetet i Liège.
- [19] Sleich J. B., Cajot L. G., Pierre M., Joyeux D., Moore D., Lennon T., Kruppa J., Hüller V., Hosser D., Dobbernack R., Kirchner U., Eger U., Twilt L., Van Oerle J., Kokkala M. och Hostikka S., 2002, "Natural Fire Safety Concept – Full Scale Tests, Implementation in the Eurocodes and Development of a user friendly design tool" (konceptet om säkerhet mot naturlig

- brand – fullskaleprovningar, införande i Eurokoderna och utveckling av ett användarvänligt dimensioneringsverktyg), slutrapport EUR 20580 EN.
- [20] McGrattan K. B., Forney G. P., Floyd J. E., Hostikka S. och Prasad K., 2002, "Fire Dynamics Simulator (Version 3) – User's Guide" (branddynamisk simulator (version 3) – handbok), NISTIR-6784.
- [21] Forney G. P. och McGrattan K. B., 2003, "User's Guide for Smokeview Version 3.1 – A Tool for Visualizing Fire Dynamics Simulation Data" (handbok för Smokeview version 3.3 – ett verktyg för visualisering av data från branddynamisk simulering), NISTIR-6980.
- [22] McGrattan K. B., Baum H. R., Hamins A., Forney G. P., Floyd J. E., Hostikka S. och Prasad K., 2002, "Fire Dynamics Simulator (Version 3) – Technical Reference Guide" (branddynamisk simulator (version 3) – teknisk referensguide), NISTIR-6783.
- [23] Hurley M. J. och Madrzykowski D., 2002, "Evaluation of the computer fire model DETECT-QS" (utvärdering av datorbrandmodellen DETECT-QS), protokoll från 4:e internationella konferensen om "Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods".
- [24] Davis W. D., 1999, "The Zone Fire model JET: A Model for the prediction of detector activation and gas temperature in presence of a smoke layer" (zonbrandmodellen JET: en modell för förutsägelse av detektoraktivering och gastemperatur vid förekomst av ett röklager), NISTIR-6324.

LÄNKAR:

www.arcelor.com
www.branz.co.nz/main.php?page=Fire%20Software
www.bre.co.uk/frs/software.jsp
www.cidect.org
www.cticm.com
www.doctorfire.com
www.europrofil.lu
www.fire.nist.gov
www.fire.org
www.firemodelsurvey.com
www.fpe.umd.edu/department/modeling/index.html
www.framemethod.be/modeling.html
www.fseg.gre.ac.uk
www.irc.nrc-cnrc.gc.ca
www.ise.ufl.edu/kisko/files/evacnet
www.labein.es
www.nfpa.org
www.rautaruukii.com
www.sections.arcelor.com
www.tno.nl
www.ulg.ac.be
www.uni-hannover.de