

057-941

Brandsimulering med fältmodellen SOFIE

Simulation of Fires in Enclosures

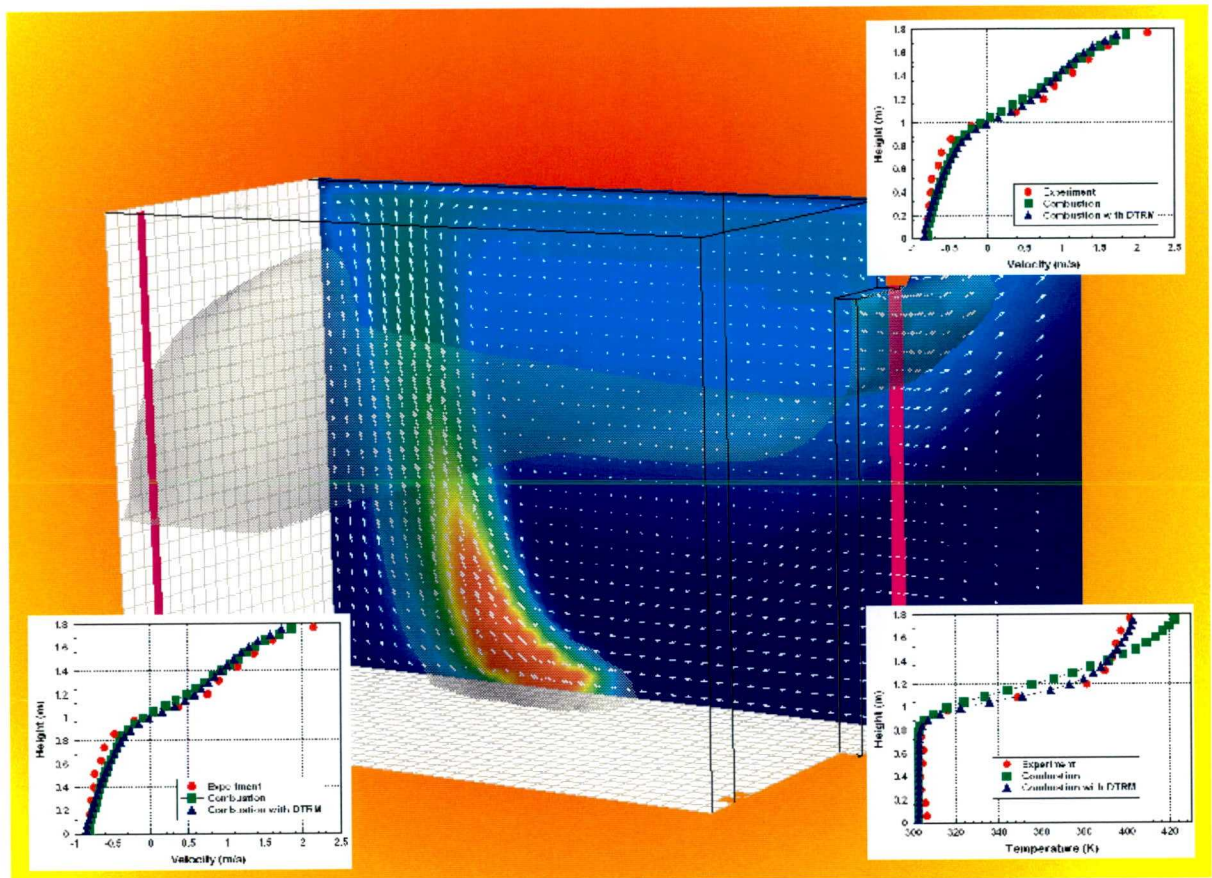


Fig. 1 Rumsbrand, jämförelse simulering och experimentella data

Bakgrund

Användningen av fältmodeller (CFD-program) för att simulera bränder har fått en ökad betydelse för att värdera konsekvenser av en eventuell brand och för att utreda orsakerna till inträffade brandförlopp. Allt eftersom modellerna blir mer pålitliga och tillgången till datakraft ökar kan också mer komplexa tillämpningar behandlas. Mer komplexa simuleringar kräver å andra sidan både förbättrade fysikaliska modeller och en omsorgsfull validering av modellerna. En beräkningsmodell, fritt distribuerad bland brandmodellerare, ger möjlighet till utveckling av en beräkningskod till gagn för alla som arbetar med brandforskning.

Det är mot denna bakgrund som SOFIE har utvecklats under ledning av ett konsortium som består av ett antal europeiska brandlaboratorier och universitet, FRS, HSE, Cranfield University och Home Office från England, SP i Borås och Lunds Universitet från Sverige, VTT från Finland och CSTB från Frankrike. BRANDFORSK har stött SP och LTH med medel för den svenska medverkan.

Utvecklingen av SOFIE har tre huvudmål

- Att utveckla en speciell fältmodell för att förutsäga bränder i byggnader, som innefattar huvuddragen av existerande kommersiella "general purpose" CFD koder.
- Att förutsäga mer komplexa brandfenomen som vanligen inte är tillgängliga i kommersiella koder t.ex. brandtillväxt och brandspridning, toxiska emissioner och rök samt representativa materialegenskaper.
- Att göra koden tillgänglig för det brandtekniska forskningssamfundet som en robust fältmodell som kan användas för brandriskbedömningar, för jämförelse med andra beräkningsprogram och för vidare utveckling.

Fältmodeller - vad är de?

Fältmodeller är baserade på en fullständig, tidsberoende och tredimensionell lösning av grundläggande konserveringslagar. I motsats till sk. zonmodeller är det inte nödvändigt i fältmodeller att introducera empiriska antaganden om luftinträngning i brandplymen, oändligt snabb temperaturutjämning i övre gaslagret etc. Fältmodellen beräknar istället inträngning, flödeshastighet, temperatur, bränsle- och sotkoncentration etc i ett antal "kontrollvolym" genom att hålla reda på in- och utgående flöden av massa mm. i kontrollvolymen. Med dagens datorer är det fullt realistiskt att dela in ett rum i upp till 1 million kontrollvolym.

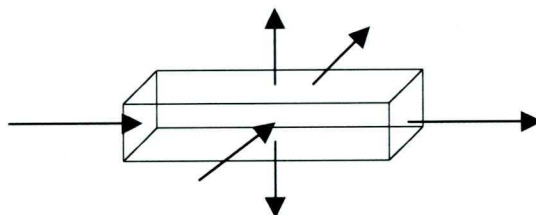


Fig. 2 kontrollvolym

Man löser de lokala konserveringslagarna för bevaring av massa, rörelsemängd, energi och kemiska ämnen, Fig. 2. Ekvationerna har formen:

$$[\text{ackumuleringshastighet}] = [\text{diffusion}] + [\text{konvektion}] + [\text{källor}]$$

Lösningar till motsvarande ekvationer är centrala för den moderna utvecklingen av flygplan, motorfordon och kemisk teknologi. Fältmodellerna innehåller olika delmodeller för turbulens, strålning, konvektion, förbränning mm. Brandteknikern är inte ensam.

Fältmodeller - behövs de?

Det finns många olika nivåer av sofistikerad i brandmodellering. Den enklaste modellen, t.ex. zonmodellen, är mest önskvärd om antagandena i modellen är giltiga för den aktuella tillämpningen. Zonmodellen är i huvudsak utvecklad för att i enkla brandscenarier i mindre rum ge ett grovt mått på rökgaslagrets läge, en information som är mycket betydelsefull för att bedöma möjligheten att utrymma lokalen. I större rum med komplex geometri som har sneda tak, takbalkar, porösa undertak, sprinkler mm bör zonmodeller användas med stor försiktighet då många modellantagande inte är giltiga.

Fältmodeller, å andra sidan, kräver avsevärt större datorkapacitet än zonmodeller men ger istället en mycket mer detaljerad bild av brandförloppet. Eftersom

fältmodeller dessutom bygger på grundläggande fysikaliska principer kan man bygga vidare och inkludera t.ex. brandspridning, släckverkan med sprinkler, produktion av toxiska ämnen etc. Att bygga vidare på zonmodeller medför stora svårigheter då zonmodellen i sig inte ger den detaljerade information om t.ex.; infallande värmefflöde mot en yta som behövs för en flamspridningsmodell; uppehållstider temperatur och gaskoncentrationer som behövs för en modell för produktion av toxiska gaser. I Fig.3 och 4 ges några exempel på brandsimuleringar med fältmodellen SOFIE. Motsvarande beräkningar med en zonmodell skulle suddat ut den detaljerade informationen och gett ett medelvärde för rummets övre del och ett för den nedre.

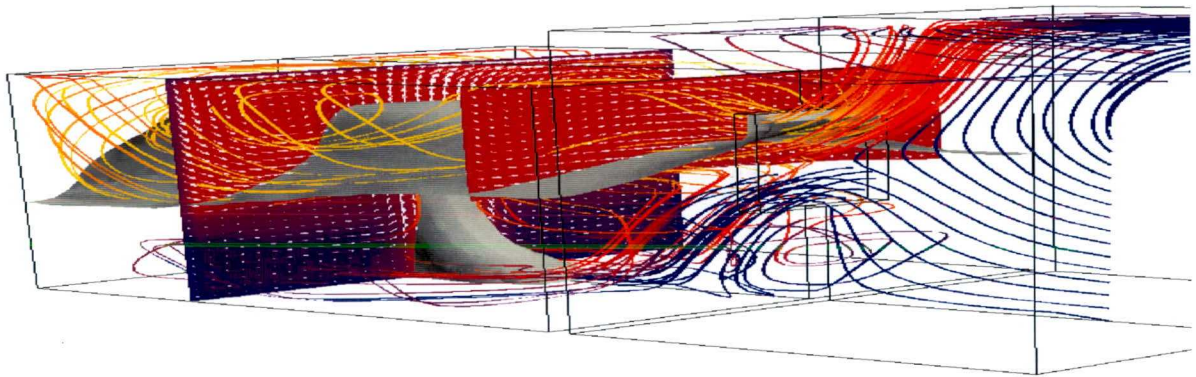


Fig. 3 Brand i ett trerums-scenarie med komplicerade strömningsförhållanden.

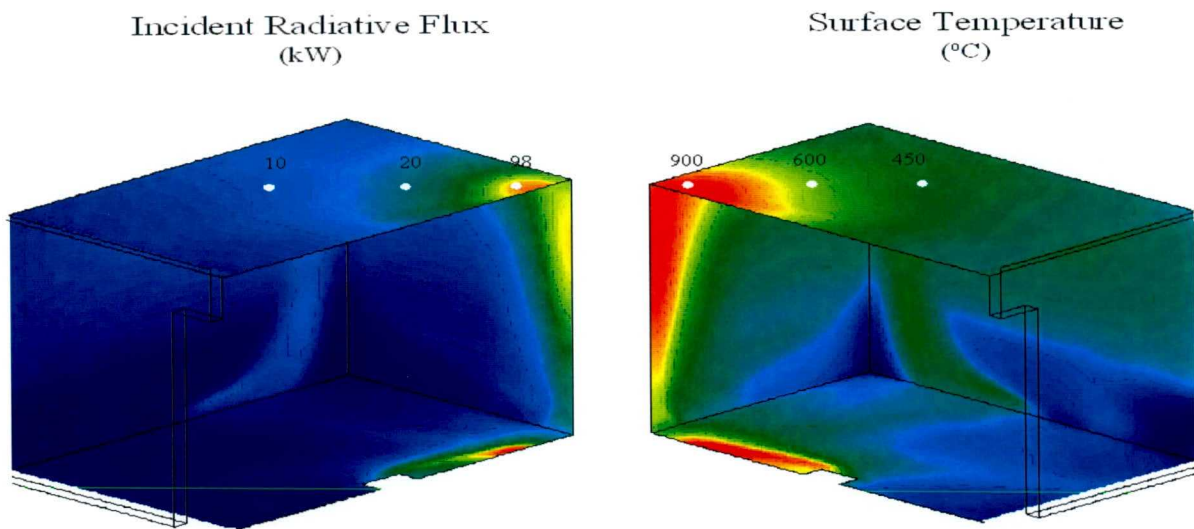
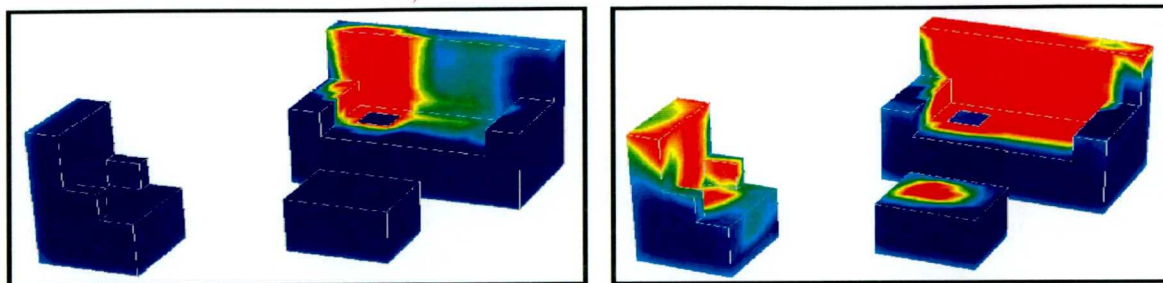


Fig. 4 Strålning mot väggarna och yttemperaturen vid en rumsbrand.

Var används fältmodeller för brandsimulering idag?

Fältmodellberäkningar har tidigare betraktats som relativt dyra och jämförbara i kostnad med byggnadsteknisk strukturanalys. Kostnaderna har dock minskat avsevärt och förväntas minska med ytterligare utveckling av mjukvara och hårdvara. En 300 MHz Pentium 2 är idag en tillräckligt kraftfull dator för att utföra avancerade CFD-beräkningar för en mängd brandscenarier med beräkningstider från timmar till

några dagar. På grund av kostnadsaspekten används CFD- simuleringar i dag oftast för större komplicerade objekt som atrier, mycket stora byggnader med komplicerad struktur, tunnlar, offshore anläggningar eller vid större brandorsaksutredningar mm.



Early Fire Growth

Later Flame Spread

Fig. 5 Exempel på en brandspridningsberäkning i möbler vid rumsbrand.

Med CFD ges även studera helt nya möjligheter för brandteknisk dimensionering efter funktion. I Fig. 5 visas en simulering av brandspridning vid en rumsbrand efter en antändning av en soffa.

SOFIE finns nu tillgänglig på Internet for PC

Sofie finns nu tillgängligt i en PC-version på Internet. För icke kommersiellt bruk är kostnaden ringa. Information kan erhållas från Internet

<http://cranfield.ac.uk/sme/sofie>.

SOFIE finns även tillgänglig för andra datorer

Vid Brandteknik, LTH, bedrivs forskning för att förbättra delmodeller för flamspridning, sotförutsägelser, turbulens och strålning.

Brandteknik vid LTH planerar att under 1999 ge en kurs för brandforskare och brandkonsulter i fältmodellering av brandförlopp med SOFIE. För mer information hänvisas till Internetadressen och till Göran Holmstedt, Bitr. Professor vid Brandteknik, LTH

Lund 8/4 1998 Göran Holmstedt, Bitr. Professor
(Bilderna som visas är simulerade av SOFIE vid Cranfield, UK)