

CZĘŚĆ 4 : Oprogramowanie dla inżynierii bezpieczeństwa pożarowego

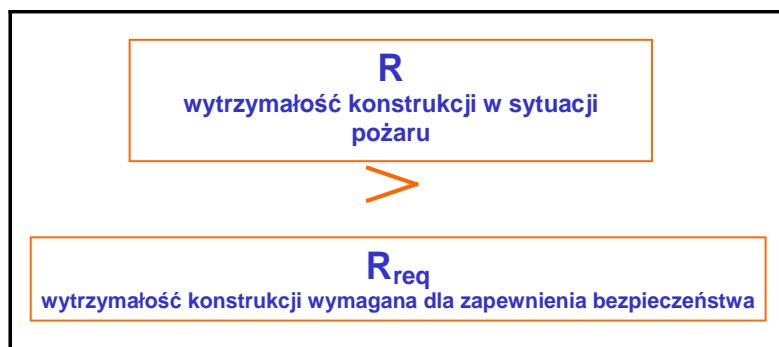
F. Morente; J. de la Quintana

LABEIN TECNALIA Technological Centre, Bilbao, Hiszpania

STRESZCZENIE: Jednym z głównych celów programu DIFISEK+ jest zebranie i ocena powszednie dostępnego oprogramowania dla inżynierii bezpieczeństwa pożarowego. Aby dokonać prawidłowej oceny oprogramowania należy przede wszystkim ustalić podstawowe kryteria. W 1992 roku Friedman przeprowadził przegląd modeli numerycznych inżynierii bezpieczeństwa pożarowego dla Forum for International Co-operation on Fire Research. W 2003 roku Olenick & Carpenter uaktualnili pracę Friedmana, wprowadzając nowe rozwiązania oraz przeprowadzili dyskusję nad przyjętą klasyfikacją. Niniejszy artykuł prezentuje nową klasyfikację, omawiając dostępne na rynku oprogramowanie. Dokonano oceny oprogramowania w taki sposób, by pomóc użytkownikowi dokonać właściwego wyboru narzędzia. W sumie zidentyfikowano 177 istniejących programów, z czego 30 powszechnie dostępnych na rynku.

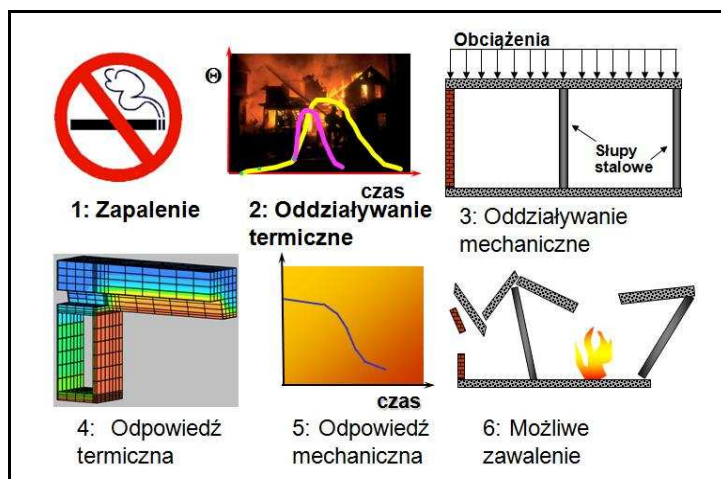
1 WPROWADZENIE

Celem inżynierii bezpieczeństwa pożarowego jest opracowanie skutecznej i sprawdzonej metodologii obliczeń konstrukcji w przypadku pożaru. W obliczeniach należy wykazać, że konstrukcja zachowa swoje właściwości nośne w czasie dłuższym niż wymagany przez projektanta (patrz Rys. 1).



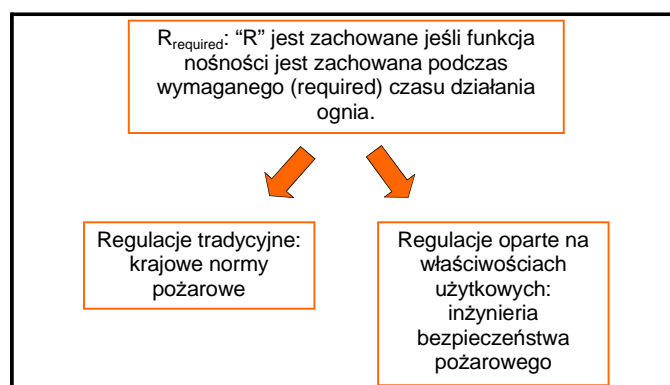
Rysunek 1 Wymagania dla konstrukcji bezpiecznej w przypadku pożaru

Przez ostatnie 20 lat wiele projektów badawczych postawiło sobie za cel stworzenie metod obliczeniowych dla wyznaczenia wytrzymałości konstrukcji w przypadku pożaru. Metody te znalazły odbicie w Eurokodach i odnoszą się do różnych zdarzeń towarzyszących pożarowi (patrz Rys. 2 – łańcuch zdarzeń).



Rysunek 2 Łańcuch zdarzeń w czasie pożaru

Aby dokonać oszacowania bezpieczeństwa konstrukcji należy przede wszystkim poznać wymagania, jakie konstrukcja winna spełnić. Zwykle wymagania te zdefiniowane są w funkcji czasu. W każdym kraju istnieją normy oraz rozporządzenia definiujące wymagania wobec konstrukcji w przypadku pożaru (wymagania normowe). Jednakże stosując inżynierię bezpieczeństwa pożarowego, wymagania te opisuje się w sposób bardziej realistyczny (zalecenia oparte na właściwościach użytkowych). Rysunek 3 przedstawia schematycznie podział wymagań projektowych.



Rysunek 3 Wymagania projektowe

Aby obliczyć parametr R (jako wytrzymałość konstrukcji poddanej działaniu pożaru oraz jako standardowa wytrzymałość konstrukcji), stworzono wiele programów użytkowych. Zdołano ustalić istnienie 177 programów, z czego 30 dostępnych jest na rynku.

W niniejszym opracowaniu nie tylko zebrano dane o różnych programach użytkowych, ale dostarczono wskazówek odnośnie wyboru programu, który najlepiej odpowiadałby potrzebom użytkownika. Ważne jest, by odpowiednio zdefiniować model pożaru, wybrać oprogramowanie oraz ustalić zakres zastosowania modelu i informatycznego narzędzia.

Model pożaru opisuje zdarzenie, jakim jest pożar. Obejmuje czas od rozpoczęcia pożaru do zawalenia konstrukcji włącznie, a więc nie tylko opisuje rozwój pożaru w fazie przed rozgorzeniem czy rozwój warstwy dymu. Modele należy podzielić na eksperymentalne i matematyczne. Modele eksperymentalne działają w sferze fizycznej i ludzkiej i nie są przedmiotem niniejszej dyskusji. Z kolei modele matematyczne dokonują za pomocą serii równań opisu zdarzenia pożaru. Te ostatnie stanowią obiekt zainteresowania naszych rozważań.

Modele matematyczne dzielimy na deterministyczne i statystyczne. Pierwsze oparte są na prawach fizycznych, termicznych i chemicznych, natomiast modele statystyczne odnoszą się do statystycznych

przewidywać wystąpienia danego zjawiska. W związku ze stopniem skomplikowania równań i potrzebą wielu iteracji przy ich rozwiązywaniu, jak również potrzebą otrzymania dokładnego wyniku, komputer stał się narzędziem niezbędnym. Oprogramowanie zaś jest kluczem do rozwiązania równań zarówno deterministycznych, jak i statystycznych.

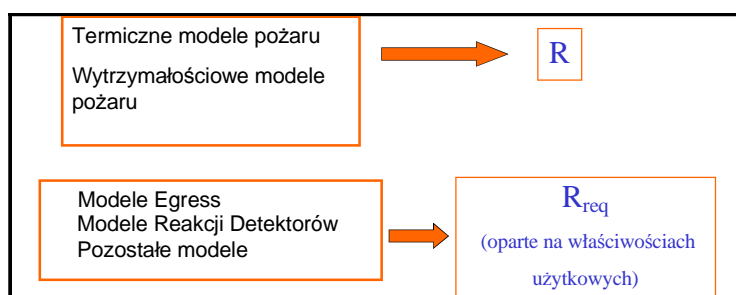
Aby ułatwić ocenę omawianego oprogramowania, zaproponowano jego podział w funkcji różnych zdarzeń związanych z pożarem, definiując jednocześnie obszary ich zastosowań.

2 KLASYFIKACJA OPROGRAMOWANIA

Najpopularniejsze programy opisują przepływ dymu i ciepła w pomieszczeniach. Programy te oparte są na modelach strefowych lub modelach pól. Istnieją jednakże inne programy oparte na teoriach związanych z modelami wytrzymałościowymi w warunkach pożaru czy modelach opisujących reakcje detektorów. Klasyfikacja przyjęta przez Olenick'a i Carpenter'a dzieli się na sześć typów opisujących zakres stosowalności programów: modele strefowe, modele pól (związane z dynamiką płynów), wytrzymałościowe modele pożarowe, modele Egress, reakcji detektorów i pozostałe. Niniejsze opracowanie proponuje zredukowanie tej klasyfikacji do pięciu grup, przyjmując dla dwóch pierwszych klas ogólniejszą nazwę termiczne modele pożarowe. W ten sposób uzyskano podział wyłącznie w funkcji obszaru zastosowania, wyłączając podklasy ze względu na rodzaj metody matematycznej rozwiązującej zagadnienie.

Powyższe klasy można w konsekwencji zgrupować w dwóch podgrupach (patrz Rys. 4):

- Pierwsza jest blisko związana z termiczną i mechaniczną odpowiedzią konstrukcji podczas pożaru (patrz Rys. 2 Łańcuch zdarzeń w czasie pożaru),
- Druga podgrupa skupia się na wyznaczeniu warunków, jakie konstrukcja winna spełnić, by pozostała bezpieczna w przypadku pożaru.



Rysunek 4 Podział modeli pożarowych na grupy

2.1 Termiczne modele pożarowe

W tym zakresie zastosowań znajdzie się wiele programów, które różnią się metodą rozwiązania pól temperatur powstałych w przypadku pożaru. W celu ich sklasyfikowania należy użyć wskazówek zawartych w EN 1991-1-2:2002 dla opisu oddziaływań termicznych w analizie temperatur (patrz Rys. 5).

Termiczne modele pożaru		
Reguły tradycyjne (pożar nominalny)	Krzywa standardowa temperatura - czas	
	Krzywa ognia zewnętrznego	
	Krzywa węglowodorowa	
Naturalne krzywe pożaru (oparte na właściwościach użytkowych)	Proste modele obliczeniowe	Pożary strefowe
		Pożary lokalne
	Zaawansowane modele obliczeniowe	Modele strefowe
		Modele pól (CFD)

Rysunek 5 Termiczne modele pożarowe – oddziaływania termiczne do analizy temperatur

Termiczne modele pożarowe można podzielić w następujący sposób:

- Proste termiczne model pożarowe, wśród których należy wyróżnić pożar w całej strefie ogniowej i pożar lokalny,
- Zaawansowane termiczne modele pożarowe, podzielone dalej na modele strefowe i modele pól.

2.1.1 Proste termiczne modele pożarowe

Modele te oparte są na kilku parametrach fizycznych, a ich zastosowanie jest ograniczone. W przypadku pożarów w całej strefie przyjmuje się jednolitą temperaturę w całym pomieszczeniu, natomiast dla pożarów lokalnych zakłada się nierównomierny rozkład temperatur.

Obszar zastosowania – proste termiczne model pożarowe			
Model	Kraj	Lp	Krótki opis
DIFISEK-CaPaFi	Luksemburg	1	Obliczanie temperatury w elemencie stalowym ograniczonym za pomocą 1-5 źródeł ognia, w oparciu o EN 1991-1-2, EN 1993-1-2 oraz projekty ECSC "Large Compartment" i "Closed Car Parks".
DIFISEK-EN 1991-1-2 Aneks A	Luksemburg	2	Obliczanie parametrycznych krzywych temperatura-czas w strefie pożarowej. Obliczanie temperatury chronionych i niechronionych ogniowo elementów stalowych poddanych działaniu krzywej parametrycznej temperatura-czas. W oparciu o EN 1991-1-2, Aneks A i EN 1993-1-2.
DIFISEK-TEFINAF	Luksemburg	3	Obliczanie pola temperatur w przekroju stalowym przy suficie w funkcji czasu oraz odległości od źródła ognia. W oparciu o raport EUR 18868 "Development of design rules for steel structures submitted to natural fires in large compartments".
Parametrická teplotní křivka	Czechy	174	Wyznacza parametryczną krzywą temperatura-czas. Wymagane dane: wymiary pomieszczenia i otworów, obciążenie ogniowe, dane materiałowe dla ścian; dowolny kształt pomieszczenia, dowolna liczba i rozmiar otworów. Krzywa podana graficznie.
Přestup tepla	Czechy	175	Oblicza temperaturę elementu stalowego. Oparty

			na metodzie inkrementacyjnej opisanej w EN 1993-1-2. Przekroje niechronione lub chronione ogniowo; baza danych przekrojów walcowanych oraz możliwość wprowadzenie własnych przekrojów. Krzywa standardowa, krzywa węglowodorowa, krzywa parametryczna. Wykresy temperatury gazu i elementu stalowego.
--	--	--	---

Trzy pierwsze programy zostały opracowane przez ProfilArbed, a następnie zostały ulepszone przez ProfilArbed Research (PARE) w ramach projektu Difisek.

Pozostałe zostały stworzone przez FINE, CTU Praga i są dostępne na stronie www.access-steel.cz/page-nastroj.

2.1.2 Zaawansowane termiczne modele pożaru

2.1.2.1 Modele strefowe

Model strefowy jest modelem numerycznym, w którym dzieli się pomieszczenie (pomieszczenia) na różne kontrolne objętości lub strefy. Najbardziej popularne modele strefowe rozdzielają pomieszczenie na dwie strefy: gorącą górną i dolną chłodną. Szczególnym przypadkiem tego modelu jest model jednostrefowy. W tym ostatnim przyjmuje się założenie, że brak jest uwarstwienia stref, a strefa pożarowa traktowana jest jak wnętrze pieca z właściwościami homogenicznymi. Niektóre modele posiadają możliwość przejścia z modelu dwustrefowego na jednostrefowy, gdy wymagane warunki zostają spełnione (np. rozgorzenie).

Aby stosować równania opisujące modele strefowe, należy przyjąć kilka założeń. Są one przede wszystkim wynikiem obserwacji eksperymentalnych, a do głównych należy zaliczyć:

- Dym gromadzi się w postaci dwóch różnych warstw (jak można to zaobserwować w rzeczywistych pożarach). Ponadto zakłada się, że warstwy są jednorodne w całej swojej rozciągłości, co nie jest do końca prawdziwe, ale jako rodzaj uproszczenia akceptowalne.
- Płomień ognia działa jako pompa masy (cząsteczek dymu) i ciepła do górnej strefy. Jednakże, objętość płomienia jest niewielka w stosunku do górnej i dolnej strefy, a zatem może być pominięta.
- Większość zawartości pomieszczenia jest pominięta, a zatem ciepło traci się przechodząc przez przegrody pomieszczenia, a nie poprzez pochłanianie przez meble.

Dane wejściowe to: geometria pomieszczenia, konstrukcja pomieszczenia (ściany, stropy), liczba otworów i ich wymiary, charakterystyka umeblowania oraz wielkość uwalnianej energii (co się pali).

Jako wyniki otrzymuje się zwykle rozkład tryskaczy, czas aktywacji detektorów ognia, czas do rozgorzenia, temperatury w górnej i dolnej warstwie dymu oraz grubości tych warstw.

Modele strefowe nie mogą należycie odzwierciedlić radiacji z otoczenia. Ponadto ilość ciepła nie jest wynikiem obliczeń, należy więc wykonać testy, by oszacować wielkość ognia.

Obszar zastosowania – modele strefowe			
Model	Kraj	Lp	Krótki opis
ARGOS	Dania	4	Model strefowy dla kilku pomieszczeń
ASET/ASET-B	USA	5	Model strefowy – jedno pomieszczenie bez wentylacji
ASMET	USA	6	Atria – narzędzie inżynierskie do zarządzania dymem
Branzfire	Nowa Zelandia	7	Model strefowy dla wielu pomieszczeń,

			zintegrowany z modelem rozchodzenia się płomienia i wzrostu ognia
BRI-2	Japonia/USA	8	Dwuwarstwowy model strefowy dla budynków wielopiętrowych; przepływ dymu między pomieszczeniami
CCFM/Vents	USA	9	Model strefowy wielopomieszczeniowy z uwzględnieniem wentylacji
Cfire-X	Niemcy/Norwegia	10	Model strefowy
CiFi	Francja	11	Model strefowy wielopomieszczeniowy
COMPBRN	USA	12	Model strefowy dla pomieszczenia
COMPF2	USA	13	Model strefowy dla pomieszczenia, faza porożgorzeniowa
<i>DACFIR-3</i>	<i>USA</i>	<i>14</i>	<i>Model strefowy dla kabiny samolotu</i>
DSLAYV	Szwecja	15	Model strefowy dla pomieszczenia
FAST/CFAST	USA	16	Model strefowy do opisu warunków w pomieszczeniu
FASTLite	USA	17	Ograniczona wersja CFAST
FFM	USA	18	Model strefowy w fazie przedrożgorzeniowej
FIGARO II	Niemcy	19	Model strefowy
FIRAC	USA	20	Używa FIRIN, włączając skomplikowane systemy wentylacji
FireMD	USA	21	Model dwustrefowy, jedno pomieszczenie
FireWalk	USA	22	Używa modelu CFAST z ulepszoną wizualizacją
FireWind	Australia	23	Model strefowy wielopomieszczeniowy z kilkoma podmodelami
FIRIN	USA	24	Model strefowy wielopomieszczeniowy z przewodami, filtrami itp.
FIRM	USA	25	Model dwustrefowy, jedno pomieszczenie
FIRST	USA	26	Model strefowy z jednym pomieszczeniem i wentylacją
FLAMME-S	Francja	27	Model dwustrefowy
FMD	USA	28	Atria – model strefowy
HarvardMarkVI	USA	29	Wcześniejsza wersja FIRST
HEMFAST	USA	30	Pożar mebli w pomieszczeniu
HYSLAB	Szwecja	31	Model strefowy w fazie przed rozgorzeniem
IMFE	Polska	32	Model strefowy dla pomieszczenia z wentylacją
<i>MAGIC</i>	<i>Francja</i>	<i>33</i>	<i>Model dwustrefowy do elektrowni jądrowych</i>
MRFC	Niemcy	34	Model strefowy wielopomieszczeniowy, przepływ dymu, obciążenia termiczne konstrukcji
NAT	Francja	35	Model strefowy dla pomieszczenia skupiony na analizie odpowiedzi konstrukcji
NBS	USA	36	Model strefowy w fazie przed rozgorzeniem
NRCC1	Kanada	37	Model strefowy dla pomieszczenia
NRCC2	Kanada	38	Model strefowy dla dużych powierzchni biurowych
OSU	USA	39	Model strefowy dla pomieszczenia
Ozone	Belgia	40	Obliczanie temperatury gazów w połączonych jedno- i dwustrefowych modelach w oparciu o naturalne modele pożarowe (EN 1991-1-2). Projektowanie elementów stalowych w oparciu o EN 1993-1-2.
POGAR	Rosja	41	Model strefowy dla pomieszczenia
RADISM	Wielka Brytania	42	Model strefowy zawierający tryskacze i systemy wentylacyjne
RFIRES	USA	43	Model strefowy w fazie przed rozgorzeniem
R-VENT	Norwegia	44	Model strefowy dla pomieszczenia – dotyczy wentylacji
SFIRE-4	Szwecja	45	Model strefowy w fazie po rozgorzeniu
SICOM	Francja	46	Model strefowy dla pomieszczenia

SMKFLW	Japonia	47	Jednowarstwowy model strefowy dla przepływu dymu
Smokepro	Australia	48	Model strefowy dla pomieszczenia – dotyczy dymu
SP	Wielka Brytania	49	Model strefowy w fazie po rozgorzeniu
WPI-2	USA	50	Model strefowy dla pomieszczenia
WPIFIRE	USA	51	Model strefowy wielopomieszczeniowy
ZMFE	Polska	52	Model strefowy dla pomieszczenia

Większość programów zajmuje się opisem przepływu dymu (gazów) i ciepła. Ich zastosowanie w inżynierii bezpieczeństwa pożarowego ogranicza się do wyznaczenia temperatury gazów, by w następnym etapie wyznaczyć temperaturę w elementach konstrukcji. Oprogramowanie, które w tabelach podane jest drukiem pogrubionym, odnosi się do projektowania konstrukcji w przypadku pożaru. Programy opisane kursywą koncentrują się na przypadkach szczególnych i ich zastosowanie do projektowania w przypadku tradycyjnego pożaru jest znikoma. Istnienie trzech innych programów/ modeli zostało ustalone, ale nie uzyskano o nich żadnych konkretnych informacji. Są to: CISNV (Rosja), FirePro (Wielka Brytania) i FireWalk (USA).

2.1.2.2 Modele pól

Modele pól stanowią nowość w inżynierii bezpieczeństwa pożarowego. Za pomocą komputerowej dynamiki płynów (CFD) tworzy się trójwymiarową siatkę kontrolowanych objętości, wypełniających całą analizowaną przestrzeń. Te liczne kontrolowane objętości przypominają te w modelu strefowym, przy czym w modelu strefowym można zdefiniować 2-3 strefy (objętości), podczas gdy w tym przypadku definiować można ich setki tysięcy.

Modelowanie za pomocą CFD polega na rozwiązywaniu równań w funkcji czasu, tzw. równań Navier’a-Stokes’a, dla każdej objętości. Takie podejście jest bardzo trudne i czasochłonne, ale zaletą równań Navier’a-Stokes’a jest, że mają one ograniczenia wyłącznie na powierzchni. Pozwala to na stosowanie mniejszej liczby założeń i bardziej skomplikowaną geometrię pomieszczenia.

Dane wejściowe to: geometria pomieszczenia, konstrukcja (ściany, stropy), liczba otworów i ich rozmiar, charakterystyki umeblowania, charakterystyki paliwa i materiałów palnych, parametry promieniowania.

Wyniki analizy to: opis przemieszczania się i prędkości dymu oraz ciepła, oszacowanie zapotrzebowania tryskaczy oraz czasu aktywacji systemu detekcji pożaru, czas do rozgorzenia, rozkład temperatur, wysokości warstw dymu.

CFD wymaga dużych możliwości obliczeniowych, gdyż wzrost liczby małych elementów objętościowych powoduje szybki wzrost czasu obliczeń. Pewne uproszczenia muszą być więc zastosowane, a model CFD sprawdzony, zanim wyniki zostaną uznane za wiarygodne.

Modele pól (w ramach CFD) mogą być stosowane do skomplikowanych geometrii (np. krzywe ściany). Modelowanie CFD używane jest również w innych inżynierskich obszarach takich jak mechanika czy lotnictwo. Oznacza to, że wielu inżynierów, znacznie więcej niż tych zajmujących się modelami strefowymi, może testować, rozwijać i weryfikować kod CFD.

Obszar zastosowania – modele pól (CFD)			
Model	Kraj	Lp	Krótki opis
<i>ALOFT-FT</i>	<i>USA</i>	53	<i>Przepływ dymu z dużych pożarów zewnętrznych</i>
CFX	Wielka Brytania	54	Program CFD ogólnego przeznaczenia
FDS	USA	55	Kod CFD do opisu przepływów związanych z pożarem
FIRE	Australia	56	Model CFD z tryskaczami oraz paliwem w fazie stałej/płynnej, szacowanie stopnia spalania oraz procesu gaszenia

FISCO-3L	Niemcy/Norwegia	57	Model pól dla jednego pomieszczenia opisujący interakcję między tryskaczami, gazami z wymuszoną lub naturalną wentylacją
FLUENT	USA	58	Program CFD ogólnego przeznaczenia
JASMINE	Wielka Brytania	59	Model CFD opisujący rozprzestrzenianie ognia i dymu
KAMALEON	Norwegia	60	Model CFD połączony z programem metody elementów skończonych przeznaczonym do wyznaczania termicznej odpowiedzi konstrukcji
KOBRA-3D	Niemcy	61	Model CFD do opisu przepływu ciepła i rozprzestrzeniania dymu
MEFE	Portugalia	62	Model CFD dla jednego lub dwóch pomieszczeń
PHOENICS	Wielka Brytania	63	Program CFD ogólnego przeznaczenia
RMFIRE	Kanada	64	Dwuwymiarowy model pól dla obliczania przepływu dymu
SMARTFIRE	Wielka Brytania	65	Model pól
SmokeView	USA	66	Narzędzie do wizualizacji danych FDS
SOFIE	Wielka Brytania/Szwecja	67	Model CFD do opisu rozprzestrzeniania ognia i dymu
<i>SOLVENT</i>	<i>USA</i>	<i>68</i>	<i>Model CFD do opisu przepływu ciepła i rozprzestrzeniania dymu w tunelach</i>
SPLASH	Wielka Brytania	69	Model pól opisujący interakcję pomiędzy tryskaczami i gazami
STAR-CD	Wielka Brytania	70	Program CFD ogólnego przeznaczenia
<i>TUNFIRE</i>	<i>Wielka Brytania</i>	<i>71</i>	<i>Model CFD do opisu przepływu ciepła i rozprzestrzeniania dymu w tunelach</i>
UNSAFE	USA/Japonia	72	Model pól do opisu zewnętrznych i wewnętrznych pożarów

Większość z tych programów skupia się na opisie transportu dymu i ciepła w przypadku pożaru. Ich zastosowanie w inżynierii bezpieczeństwa pożarowego sprowadza się do wyznaczenia temperatury w elementach konstrukcji. Programy zaznaczone czcionką pogrubioną to oprogramowanie ogólnego przeznaczenia. Programy oznaczone kursywą ograniczają się do przypadków szczególnych, zatem ich zastosowanie w inżynierii bezpieczeństwa pożarowego jest niewielkie. Na temat pozostałych trzech programów nie udało się uzyskać informacji. Są to: STREAM (Japonia), VESTA (Holandia) i FLOTRAN (USA).

2.2 Wytrzymałościowe modele pożarowe

Te modele symulują odpowiedź elementów konstrukcyjnych budynku w przypadku pożaru. Podstawowym ich celem jest określenie czasu potrzebnego do zniszczenia konstrukcji w czasie pożaru. Do opisu problemu służą równania termiczne i mechaniczne.

Aby dokonać podziału omawianego oprogramowania, użyto klasyfikacji zawartej w Eurokodach (EN 1991-1-2:2002 oraz EN 1993-1-2:2005) – patrz Rys. 6. W ten sposób modele zostały podzielone na proste i zaawansowane.

Jako dane wejściowe wprowadza się właściwości materiału, warunki brzegowe elementów, w tym obciążenie ogniowe.

Wyniki analizy to wyznaczenie czasu do zniszczenia elementu/konstrukcji oraz pola naprężeń i przemieszczeń.

Procedury projektowania			Dane tabelaryczne	Proste modele obliczeniowe	Zaawansowane modele obliczeniowe
Reguły tradycyjne (pożar nominalny)	Analiza elementu	Określenie oddziaływań mechanicznych i warunków brzegowych	TAK	TAK	TAK
	Analiza części konstrukcji		NIE	TAK (jeśli dostępne)	TAK
	Analiza całej konstrukcji	Wybór oddziaływań mechanicznych	NIE	NIE	TAK
Regulacje oparte na właściwościach użytkowych	Analiza elementu	Określenie oddziaływań mechanicznych i warunków brzegowych	NIE	TAK (jeśli dostępne)	TAK
	Analiza części konstrukcji		NIE	NIE	TAK
	Analiza całej konstrukcji	Wybór oddziaływań mechanicznych	NIE	NIE	TAK

Rysunek 6 Klasyfikacja procedur projektowych

2.2.1 Proste wytrzymałościowe modele pożarowe

Powyższe modele opisują zachowanie się konstrukcji analizując pojedyncze elementy, wyizolowane z konstrukcji. Jednakże niektóre modele mogą być włączone w modele strefowe lub modele pól.

Obszar zastosowania – wytrzymałościowe modele pożarowe			
Model	Kraj	Lp	Krótki opis
AFCB	Luksemburg	73	Projektowanie belek zespolonych w przypadku pożaru wg Eurokodu 4
AFCC	Luksemburg	74	Projektowanie słupów zespolonych w przypadku pożaru wg Eurokodu 4
<i>CIRCON</i>	<i>Kanada</i>	75	<i>Wytrzymałościowy model pożarowy dla słupów żelbetowych o przekroju okrągłym</i>
COFIL	Kanada	76	Wytrzymałość w przypadku pożaru dla stalowych przekrojów okrągłych, wypełnionych betonem
Elefir-EN	Portugalia/ Belgia	173	Wytrzymałość w przypadku pożaru dla elementów stalowych zgodnie z Eurokodem 3
Elefir	Belgia	77	Wytrzymałość w przypadku pożaru dla elementów stalowych zgodnie z Eurokodem 3
H-Fire	Niemcy	78	Obliczanie wytrzymałości elementów zespolonych w przypadku pożaru z użyciem prostych modeli zawartych w EN 1994-1-2
INSTAI	Kanada	79	Wytrzymałość w przypadku pożaru nieosłoniętych słupów okrągłych
INSTCO	Kanada	80	Wytrzymałość w przypadku pożaru dla wypełnionych betonem stalowych przekrojów okrągłych
POTFIRE	Francja	81	Wytrzymałość w przypadku pożaru dla wypełnionych betonem stalowych przekrojów okrągłych w oparciu o Aneks G Eurokodu 4
<i>RCCON</i>	<i>Kanada</i>	82	<i>Wytrzymałościowy model pożarowy dla słupów zespolonych o przekroju prostokątnym</i>
RECTST	Kanada	83	Wytrzymałość w przypadku pożaru izolowanych słupów stalowych o przekroju prostokątnym
<i>SQCON</i>	<i>Kanada</i>	84	<i>Wytrzymałościowy model pożarowy dla słupów zespolonych o przekroju kwadratowym</i>

WSHAPS	Kanada	85	Wytrzymałość w przypadku pożaru stalowych elementów typu W
Pożární odolnost	Czechy	176	Wytrzymałość w przypadku pożaru elementów stalowych wg EN 1993-1-2. Program zawiera bazę danych profili walcowanych, ochrona p-pożarowa przekroju może być uwzględniona. Opis pożaru za pomocą krzywej standardowej, węglowodorowej i parametrycznej. Element może być rozciągany, ściskany, zginany, możliwa interakcja siła osiowa – moment.

Programy wyróżnione kursywą mają zastosowanie wyłącznie do elementów betonowych.

2.2.2 Zaawansowane wytrzymałościowe modele pożarowe

Modele zaawansowane symulują część lub całą konstrukcję w analizie statycznej lub dynamicznej i dostarczają informacji na temat czasu do zniszczenia konstrukcji, jeśli taka sytuacja może wystąpić. Programy oparte są zwykle na metodzie elementów skończonych (MES).

Obszar zastosowania – zaawansowane wytrzymałościowe modele pożarowe			
Model	Kraj	Lp	Krótki opis
ABAQUS	USA	86	Program MES ogólnego przeznaczenia
ALGOR	USA	87	Program MES ogólnego przeznaczenia
ANSYS	USA	88	Program MES ogólnego przeznaczenia
BoFire	Niemcy	89	BoFire jest nieliniowym kodem metody elementów skończonych. Materiały są definiowane z użyciem właściwości mechanicznych i termicznych, opisanych w ENV 1994-1-2. Analiza elementów stalowych, betonowych i zespolonych.
<i>BRANZ-TR8</i>	<i>Nowa Zelandia</i>	90	<i>Program do analizy wytrzymałości pożarowej zbrojonych wstępnie sprężonych systemów stropowych</i>
CEFICOSS	Belgia	91	Wytrzymałościowy model pożarowy
CMPST	Francja	92	Mechaniczna wytrzymałość przekrojów w wysokich temperaturach
<i>COMPSL</i>	<i>Kanada</i>	93	<i>Obliczanie temperatur w wielowarstwowych płytach działających w warunkach pożaru</i>
COSMOS	USA	94	Program MES ogólnego przeznaczenia
FASBUS	USA	95	Mechaniczna wytrzymałość elementów konstrukcji poddanych działaniu pożaru
FIRES-T3	USA	96	Przepływ ciepła jako 1-, 2- i 3-D przewodzenie; metoda elementów skończonych
HSLAB	Szwecja	97	Nieustalona analiza temperatury w podgrzanych płytach składających się z kilku materiałów.
LENAS	Francja	98	Mechaniczne zachowanie konstrukcji stalowych w warunkach pożaru
LUSAS	Wielka Brytania	99	Program inżynierski ogólnego przeznaczenia
NASTRAN	USA	100	Program MES ogólnego przeznaczenia
SAFIR	Belgia	101	Analiza nieustalona oraz mechaniczna analiza konstrukcji w warunkach pożaru
SAWTEF	USA	102	Analiza w warunkach pożaru konstrukcji kratownic drewnianych łączonych za pomocą płytek stalowych
SISMEF	Francja	103	Mechaniczne zachowanie konstrukcji zespolonych w warunkach pożaru
STA	Wielka Brytania	104	Przewodzenie w ogrzanych elementach objętościowych typu „solid”

STELA	Wielka Brytania	105	3-D program metody elementów skończonych, zintegrowany z JASMINE i SOFIE do analizy termicznej odpowiedzi konstrukcji poddanej działaniu gorących gazów
TASEF	Szwecja	106	Program metody elementów skończonych do analizy temperatury w konstrukcji poddanej działaniu pożaru
<i>TCSLBM</i>	<i>Kanada</i>	<i>107</i>	<i>Rozkład temperatur w płaszczyźnie 2-D dla połączeń płyta-belka, poddanych działaniu pożaru</i>
THELMA	Wielka Brytania	108	Program metody elementów skończonych do analizy temperatury w konstrukcji poddanej działaniu pożaru
<i>TR8</i>	<i>Nowa Zelandia</i>	<i>109</i>	<i>Wytrzymałość płyt betonowych oraz systemów stropowych w warunkach pożaru</i>
VULCAN	Wielka Brytania	110	Analiza 3-D ram stalowych i zespolonych, łącznie z płytami stropowymi, w warunkach pożaru
<i>WALL2D</i>	<i>Kanada</i>	<i>111</i>	<i>Model do oszacowania przepływu ciepła w ścianach z trzpieniami drewnianymi w warunkach pożaru</i>
<i>Ocel pożár</i>	<i>Czechy</i>	<i>177</i>	<i>Część systemu statycznego FINE 10. Oblicza wytrzymałość elementów stalowych w przypadku pożaru zgodnie z EN 1993-1-2. Program zawiera bazę danych profili walcowanych, możliwość wprowadzania własnych przekrojów; ochrona p-pożarowa przekroju może być uwzględniona. Opis pożaru za pomocą krzywej standardowej, węglowodorowej i parametrycznej. Element może być rozciągany, ściskany, zginany, możliwa interakcja siła osiowa – moment. Siły wewnętrzne są otrzymywane z analizy wykonanej programem FINE 2D lub FINE 3D. Może być używany samodzielnie, ale w tym przypadku obciążenia muszą być wprowadzone niezależnie.</i>

Programy zaznaczone kursywą nie mają zastosowania do konstrukcji stalowych. Programy wyfłuszczone to programy ogólnego przeznaczenia. Nie uzyskano informacji na temat dwóch kodów: HEATING i TAS (USA).

2.3 Modele Egress

Modele Egress szacują czas potrzebny do ewakuacji budynku. Modele te są zwykle używane do analiz opartych na właściwościach użytkowych jako alternatywa do klasycznego projektowania oraz do wyznaczania miejsc zatłoczonych podczas ewakuacji.

Niektóre modele powiązane są z modelami strefowymi lub modelami pól w celu wyznaczenia czasu powstania niedopuszczalnych warunków użytkowych w budynku.

Najbardziej zaawansowane modele Egress zawierają interesujące opcje, jak na przykład psychologiczny efekt pożaru na użytkowników budynku, toksyczność dymu czy spadek widoczności. Niektóre posiadają rozbudowany moduł graficzny, pozwalający na obserwację ludzi podczas ewakuacji.

Dane wejściowe to opis rozmieszczenia ludzi w budynku, geometria budynku (wyjścia, schody, windy, korytarze itp.).

Wyniki analizy to przede wszystkim czas potrzebny do ewakuacji oraz lokalizacja miejsc zatłoczonych.

Analiza modelem Egress jest zwykle statyczna.

Obszar zainteresowania – model Egress			
Model	Kraj	Lp	Krótki opis
AEA EGRESS	USA	112	Model Egress – analiza rozmieszczenia użytkowników budynku
ALLSAFE	Norwegia	113	Model Egress uwzględniający czynniki ludzkie
ASERI	Niemcy	114	Przemieszczanie ludzi w budynkach o skomplikowanej geometrii; uwzględniane czynniki rozprzestrzeniania się dymu i ognia
BGRAF	USA	115	Model Egress zawierający stochastyczny model podejmowania decyzji przez człowieka
EESCAPE	Australia	116	Ewakuacja budynków wielopiętrowych przez klatki schodowe
EGRESS	Wielka Brytania	117	Model Egress dla skomplikowanych geometrii z wizualizacją
EGRESSPRO	Australia	118	Model Egress zawierający aktywację tryskaczy i detektorów
ELVAC	USA	119	Ewakuacja budynków wielopiętrowych za pomocą wind
EVACNET	USA	120	Określanie optymalnego planu ewakuacji
EVACS	Japonia	121	Model ewakuacji
EXIT89	USA	122	Ewakuacja budynków wysokościowych
EXITT	USA	123	Model Egress z elementami zachowania ludzi
EXODUS	Wielka Brytania	124	Ewakuacja budynków przemysłowych
GRIDFLOW	Wielka Brytania	125	Symulacja Egress – oszacowanie czasu potrzebnego na ewakuację użytkowników każdego piętra budynku oraz całkowitego czasu ewakuacji
PATHFINDER	USA	126	Model Egress
PEDROUTE	Wielka Brytania	127	Symulacja ruchu pieszych
SEVE_P	Francja	128	Model Egress z graficzną prezentacją wyników
SIMULEX	Wielka Brytania	129	Model Egress oparty na współrzędnych
STEPS	Wielka Brytania	130	Symulacja ruchu pieszych – wizualizacja 3D
WAYOUT	Australia	131	Model Egress – część pakietu FireWind

Inne modele/programy istniejące na rynku, ale bez możliwości pełniejszej informacji to: BFIRE, ERM, Magnetic Simulation, Takashi's Fluid Model i VEGAS (Wielka Brytania).

2.4 Modele reakcji detektorów

Modele reakcji detektorów wyznaczają czas potrzebny do aktywacji urządzeń bezpieczeństwa pożarowego, takich jak czujniki ciepła, tryskacze czy detektory dymu.

W modelach tych używa się podziału na strefy, by wyznaczyć przepływ dymu i ciepła. Podmodele używane są w celu określenia odpowiedzi detektorów ciepła na przepływ dymu i ciepła (czasu aktywacji).

Dane wejściowe to charakterystyki detektorów, ich rozmieszczenie i wielkość uwalnianego ciepła. Dla bardziej skomplikowanych modeli wymagane są ponadto dane na temat geometrii pomieszczeń oraz dane materiałowe przegród.

Wynikiem analizy jest czas potrzebny do aktywacji urządzenia. W przypadku złożonych modeli uzyskuje się również opis wpływu aktywacji detektora.

Należy starannie dobierać modele i programy użytkowe, gdyż niektóre posiadają pewne ograniczenia, np. ważne są wyłącznie dla płaskich dachów.

Obszar zastosowania – modele reakcji detektorów			
Model	Kraj	Lp	Krótki opis
ASCOS	USA	132	Analiza systemów kontroli dymu
DETECT-QS	USA	133	Oblicza czas aktywacji detektorów termicznych pod nieograniczonym sufitem, pożar dowolny
DETECT-T2	USA	134	Oblicza czas aktywacji detektorów termicznych pod nieograniczonym sufitem, pożar t2
FPETOOL	USA	135	Zbiór równań inżynierskich do oszacowania zagrożenia pożaru oraz odpowiedzi systemów ochrony przeciwpożarowej
G-JET	Norwegia	136	Model detekcji dymu
JET	USA	137	Model do oszacowania aktywacji detektorów oraz temperatury gazów przy obecności warstwy dymu
LAVENT	USA	138	Odpowiedź połączeń tryskaczy z kurtynami i klapami dymowymi podczas pożaru
PALDET	Finlandia	139	Reakcja tryskaczy i detektorów ognia pod nieograniczonym sufitem
SPARTA	Wielka Brytania	140	Model analizy tryskaczy, zintegrowany z modelem JASMINE do oceny wpływu tryskaczy na gazy powstałe w czasie pożaru
SPRINK	USA	141	Analiza reakcji tryskaczy dla silnych pożarów hurtowni
TDISX	USA	142	Analiza reakcji tryskaczy w budynkach typu hurtownie

Jeden dodatkowy model został wyszukany na rynku, ale nie uzyskano na jego temat informacji: HAD.

2.5 Pozostałe modele

Istnieje kilka modeli związanych z inżynierią bezpieczeństwa pożarowego, które nie zostały zaliczone do żadnej w powyżej opisanych kategorii. Niektóre z nich posiadają cechy zaliczające je do kilku kategorii jednocześnie, a niektóre opisują kwestie pożarowe niezawarte w żadnym z tych modeli. Stworzono więc dodatkową klasę: pozostałe modele.

Wiele z tych modeli ma zastosowanie w programach komputerowych, używanych w wielu obszarach. Istnieją pakiety oprogramowania, które pozwalają na analizę kilku problemów ze względu na wbudowanie kilku modeli jednocześnie.

Obszar zastosowania – pozostałe modele			
Model	Kraj	Lp	Krótki opis
ALARM	Wielka Brytania	143	Optymalizacja ekonomiczna stosowalności kodów
ASKFRS	Wielka Brytania	144	Pakiet modeli zawierający model strefowy
BREAK1	USA	145	Reakcja okien na pożar
BREATH	Wielka Brytania	146	Dyspersja zanieczyszczeń w sieci pomieszczeń przy wentylacji wymuszonej
Brilliant	Norwegia	147	Model CFD połączony z modelami analitycznymi
COFRA	USA	148	Model oszacowania ryzyka w przypadku pożaru
CONTAMW	USA	149	Airflow model
CRISP	Wielka Brytania	150	Model strefowy z modelem Egress wraz z szacowaniem ryzyka
FIERAsystem	Kanada	151	Model szacowania ryzyka
FireCad	USA	152	Kod powiązany z CFAST
FIRECAM	Kanada	153	Oszacowanie ryzyka wystąpienia uszkodzeń
FIREDEMND	USA	154	Wyznaczanie zapotrzebowania na wodę potrzebną do ugaszenia pożaru
FIRESYS	Nowa Zelandia	155	Pakiet programów pracujący na bazie zaleceń opartych na właściwościach użytkowych

FIREX	Niemcy	156	Proste modele strefowe połączone ze związkami empirycznymi
FIVE	USA	157	Wyznaczanie słabych punktów przy wywoływaniu pożaru
FRAME	Belgia	158	Modele oceny ryzyka powstania pożaru
FREM	Australia	159	Modele oceny ryzyka powstania pożaru
FriskMD	USA	160	Oparta na ocenie ryzyka wersja modelu strefowego FireMD
HAZARD I	USA	161	Model strefowy z szerokimi możliwościami modelu Egress
JOSEFINE	Wielka Brytania	162	Zintegrowany interfejs pożarowy z modelem CFD, modelem Egress oraz symulacją ryzyka
MFIRE	USA	163	Systemy wentylacji w kopalniach
RadPro	Australia	164	Model promieniowania w czasie pożaru
Risiko	Szwajcaria	165	Model oszacowania ryzyka
RISK-COST	Kanada	166	Ocena spodziewanego ryzyka dla życia oraz kosztów związanych z pożarem
RiskPro	Australia	167	Model pozycjonowania ryzyka
SMACS	USA	168	Analiza przepływu dymu przez systemy klimatyzacji
SPREAD	USA	169	Szacowanie stopnia spalenia oraz szybkości rozprzestrzeniania pożaru powstałego na ścianie
ToxFED	Wielka Brytania	170	Obliczenia porcji efektywnej (FED) za pomocą koncentracji danej substancji w warstwie dymu
UFSG	USA	171	Opis rozchodzenia się płomienia i jego wzrost
WALLEX	Kanada	172	Obliczanie przepływu ciepła od płomienia w oknie do ściany ponad oknem

Zdefiniowano istnienie kolejnego modelu, ale nie uzyskano na jego temat informacji: Dow indices (USA).

2.6 Ogólnie dostępne oprogramowanie

Spśród wszystkich omawianych programów tylko trzydzieści jest ogólnie dostępnych. Są one wymienione w poniższej tabeli.

Ogólnie dostępne oprogramowanie do projektowania w przypadku pożaru			
Model	Obszar zastosowania	Lp	Dostępne
DIFISEK-CaPaFi	Proste termiczne modele pożarowe	1	www.sections.arcelor.com
DIFISEK-EN 1991-1-2 Annex A	Proste termiczne modele pożarowe	2	www.sections.arcelor.com
DIFISEK-TEFINAF	Proste termiczne modele pożarowe	3	www.sections.arcelor.com
ASET/ASET-B	Termiczne modele pożarowe (modele strefowe)	5	www.fire.nist.gov
ASMET	Termiczne modele pożarowe (modele strefowe)	6	www.fire.nist.gov
CCFM/Vents	Termiczne modele pożarowe (modele strefowe)	9	www.fire.nist.gov
FAST/CFAST	Termiczne modele pożarowe (modele strefowe)	16	www.fire.nist.gov
FIRST	Termiczne modele pożarowe (modele strefowe)	26	www.fire.nist.gov
OZONE	Termiczne modele pożarowe (modele strefowe)	40	www.ulg.ac.be www.sections.arcelor.com
ALOFT-FT	Termiczne modele pożarowe (modele pół)	53	www.fire.nist.gov
FDS	Termiczne modele pożarowe (modele pół)	55	www.fire.nist.gov
SmokeView	Termiczne modele pożarowe (modele pół)	66	www.fire.nist.gov
AFCB	Wytrzymałościowe modele pożarowe (uproszczone)	73	www.sections.arcelor.com

AFCC	Wytrzymałościowe (uproszczone)	modele	pożarowe	74	www.sections.arcelor.com
ELEFIR	Wytrzymałościowe (uproszczone)	modele	pożarowe	77	www.ulg.ac.be
Elefir-EN	Wytrzymałościowe (uproszczone)	modele	pożarowe	173	www.eccspublications.eu
H-Fire	Wytrzymałościowe (uproszczone)	modele	pożarowe	78	www.stahlbau.uni-hannover.de
POTFIRE	Wytrzymałościowe (uproszczone)	modele	pożarowe	81	www.cidect.org
ELVAC	Model Egress			119	www.fire.nist.gov
EVACNET	Model Egress			120	http://www.ise.ufl.edu/kisko/files/evacnet
ASCOS	Modele reakcji detektorów			132	www.fire.nist.gov
DETECT-QS	Modele reakcji detektorów			133	www.fire.nist.gov
DETECT-T2	Modele reakcji detektorów			134	www.fire.nist.gov
FPETOOL	Modele reakcji detektorów			135	www.fire.nist.gov
JET	Modele reakcji detektorów			137	www.fire.nist.gov
LAVENT	Modele reakcji detektorów			138	www.fire.nist.gov
BREAK1	Inne modele			145	www.fire.nist.gov
FIREDEMND	Inne modele			154	www.fire.nist.gov
Parametrická křivka	Proste termiczne modele pożarowe			174	www.access-steel.cz/page-nastroje-pro-navrhovani/
Přestup tepla	Termiczne modele pożarowe			175	www.access-steel.cz/page-nastroje-pro-navrhovani/
Požární odolnost	Wytrzymałościowe (uproszczone)	modele	pożarowe	176	www.access-steel.cz/page-nastroje-pro-navrhovani/

3 KWESTIE DO OCENY

Podstawowe kwestie do oceny oprogramowania są następujące:

- Metodologia obliczeń – używane modele fizyczne i matematyczne
- Dokumentacja programu
- Uwagi na temat użytkowania

3.1 *Metodologia obliczeń – używane modele fizyczne i matematyczne*

Najistotniejsze w metodologii obliczeń są zastosowane formuły. Formuły te są zwykle oparte na prawach termiki czy fizyki lub na teoriach lub wynikach eksperymentalnych. Poziom skuteczności oprogramowania mocno zależy od dokładności i prawdziwości zastosowanych formuł. Nie jest możliwe, by uwzględnić w analizie wszystkie zmienne związane z pożarem, a zatem należy poczynić pewne założenia. Założenia w programie są ważnym elementem skuteczności oprogramowania.

Zarówno zastosowane formuły jak i założenia limitują zakres stosowalności oprogramowania. Ale ograniczenia wynikają nie tylko z tego powodu. Istotny jest również rozmiar zadania czyli wielkość i stopień skomplikowania geometrii pomieszczenia/budynku. Ograniczenia dają odpowiedź czy dany program może być użyty do analizy danego problemu.

3.2 *Dokumentacja oprogramowania*

Podczas użytkowania programu ważne jest posiadanie pełnej informacji na temat używanego narzędzia. Najważniejsze dokumenty to: Poradnik Użytkownika, opis techniczny, artykuły w literaturze fachowej oraz przykłady walidacyjne. Jakość i przejrzystość zawartych w nich informacji

są bardzo istotne dla prawidłowego użycia programu, a w konsekwencji dla jakości otrzymanych wyników.

3.3 *Uwagi na temat użytkowania*

Te kwestie nie mają związku z jakością i dokładnością wyników, ale są bardzo istotne podczas użytkowania programu. Przyjazny interfejs oprogramowania pozwala na łatwe wprowadzenie danych wejściowych. Przejrzyste raporty na temat danych wejściowych oraz wyników ułatwiają analizę, a graficzne przedstawienie wyników daje pełniejszy obraz analizy. Elementy te budują przyjazność oprogramowania i pomagają na zredukowanie błędów oraz zmniejszają czas potrzebny do uzyskania wyników.

4 OCENIONE PROGRAMY

Podczas projektu udało się uzyskać wiele danych na temat istniejącego oprogramowania. Ponieważ liczba istniejących programów jest duża, ograniczono się do oceny czternastu programów. Zostały one ocenione zgodnie z kryteriami omówionymi w punkcie 3 i opisane w Aneksie I niniejszego opracowania. Pozostałe programy opisane są jedynie w skrócie (tabele w punkcie 2). Część informacji dostępna jest na stronie projektu DIFISEK+.

4.1 *Informacje o oprogramowaniu*

- Identyfikacja programu (ogólne informacje): nazwa, wersja, rok, obszar zastosowania, kraj, autorzy, organizacja, wymagania systemu, język programowania, rozmiar, dostępność, kontakt i krótki opis.
- Kwestie do oceny
 - Metodologia obliczeń: formuły, założenia, ograniczenia zastosowania,
 - Dokumentacja: Poradnik Użytkownika, opis techniczny, artykuły i przykłady walidacyjne,
 - Uwagi na temat użytkowania: interfejs, raport dane wejściowe/wyniki, grafika.
- Konkluzje: ocena w/w kwestii i ocena poziomu wymagań dla użytkownika.

4.2 *Piętnaście ocenionych programów*

- Termiczne modele pożarowe (4):
 - Proste termiczne modele pożarowe (1): DIFISEK-EN 1991-1-2 Aneks A
 - Zaawansowane termiczne modele pożarowe (3): FAST/CFAST i OZONE (model strefowy) i FDS (model pól)
- Wytrzymałościowe modele pożarowe (8):
 - Proste wytrzymałościowe modele pożarowe (6): AFCB, AFCC, Elefir, Elefir-EN, H-Fire i Potfire
 - Zaawansowane wytrzymałościowe modele pożarowe (2): Abaqus i BoFire
- Modele Egress (1): Evacnet4
- Modele reakcji detektorów (2): Detact-Qs and Jet

Aneks I przedstawia dokładny opis w/w programów.

5 ANEKS I: OPROGRAMOWANIE

5.1 *DIFISEK-EN 1991-1-2 Aneks A*

5.1.1 *Informacja ogólna (Lp: 2)*

- Nazwa: Difisek-EN 1991-1-2 Aneks A
- Wersja: 1
- Rok: 2004
- Obszar zastosowania: Proste termiczne modele pożarowe
- Kraj: Luksemburg
- Autorzy: L.G. Cajot; M. Haller
- Organizacja: Arcelor LCS Research Centre
- Język: angielski
- System: Windows
- Rozmiar: 2.26 MB
- Koszt: bezpłatny
- Dostępne w: www.sections.arcelor.com

Opis

Wyznaczanie parametrycznych krzywych temperatura-czas w strefie pożarowej oraz wyznaczanie temperatury chronionych i niechronionych pożarowo elementów stalowych poddanych działaniu parametrycznej krzywej temperatura-czas. W oparciu o EN 1991-1-2 Aneks A i prEN 1993-1-2.

5.1.2 *Kwestie do oceny*

Metodologia obliczeń

- Zastosowane formuły: patrz EN 1991-1-2 Aneks A i prEN 1993-1-2
- Założenia: obciążenie ogniowe wypala się w całości.
Jeśli obciążenie ogniowe nie jest sprecyzowane odnośnie właściwości spalania, program powinien być ograniczony do obciążeń ogniowych typu celuloza.
- Ograniczenia: krzywa temperatura-czas ważna dla stref pożarowych do 500 m² powierzchni, bez otworów w dachu i do maksymalnej wysokości 4 m.

Dokumentacja

Patrz EN 1991-1-2 Aneks A i prEN 1993-1-2

Uwagi na temat użytkowania

- Interfejs: Windows, Excel
- Raport dane wejściowe/wyniki w formacie Excela
- Grafika: Excel

5.1.3 *Konkluzje:*

- Sprawdzona metodologia obliczeń
- Dokumentacja: EN 1991-1-2 Aneks A i prEN 1993-1-2

- Przyjazny dla użytkownika
- Wymagany poziom wiedzy użytkownika: niski

5.2 FAST/CFAST

5.2.1 Informacja ogólna (Lp: 16)

- Nazwa: FAST/CFAST
- Wersja: FAST 3.1.7/CFAST 5.1.1
- Rok: 2004
- Obszar zastosowania: model strefowy
- Kraj: USA
- Autor: Walter W. Jones
- Organizacja: NIST – National Institute of Standards and Technology
- Wymagania systemu: A 386 lub nowszy PC; 4 MB wolnej pamięci
- Język oprogramowania: FORTRAN/C
- Rozmiar: FAST 11.1 MB / CFAST 6.73 MB
- Dostępne w: www.fast.nist.gov lub www.nfpa.org
- Kontakt: www.fast.nist.gov lub kontakt do Waltera W. Jones'a (e-mail wwj@nist.gov)

Opis:

FAST jest zbiorem procedur, który tworzy komputerowy model CFAST w celu uzyskania inżynierskiego oszacowania ryzyka powstania pożaru w pomieszczeniu. Zasadnicze funkcje pozwalają otrzymać następujące dane:

- Produkcja entalpii i masy (dym i gazy) przez jeden lub więcej płonących w pomieszczeniu obiektów, oparte na pomiarach w małej lub dużej skali,
- Wymuszony transport energii i masy poprzez serię zdefiniowanych pomieszczeń i połączeń (drzwi, okna, kanały...),
- Temperatury wynikowe, gęstości dymu, koncentracje gazów po uwzględnieniu przepływu ciepła przez przegrody oraz rozrzedzenia dymu przez czyste powietrze.

CFAST jest modelem dwustrefowym, stworzonym do wyznaczenia rozkładu dymu i gazów w budynku podczas pożaru. Wersja 3.1.6 modeluje do 30 pomieszczeń, wentylator i ciągi wentylacyjne w każdym pomieszczeniu, 31 indywidualnych pożarów, wiele płomieni i pożarów, tryskacze i detektory oraz do 10-ciu toksycznych substancji. Geometria obejmuje dowolne wartości stosunku powierzchnia-wysokość. Inne cechy to jednoczesny zapłon kilku obiektów takich jak meble, zapłon przez bariery i kanały wentylacyjne, wiatr, nieszczelność budynku i przepływy przez otwory przy połączeniach między stropem a sufitem.

5.2.2 Kwestie do oceny

Metodologia obliczeń

- Zastosowane formuły: CFAST oparty jest na rozwiązywaniu zestawu równań, które określają zmienne stanu (ciśnienie, temperatura itp.) w oparciu o entalpię i przepływu masy w małych czasowych przyrostach. Równania te są uzyskiwane z równania zachowania energii, momentów oraz z równania gazu idealnego. Ewentualne błędy w analizie nie mogą wynikać z bezpośrednio z równań, ale raczej z numerycznej reprezentacji tych równań oraz zbyt daleko posuniętych uproszczeń.
- Założenia: Głównym założeniem wszystkich modeli strefowych jest podział pomieszczenia na niewielką liczbę kontrolnych objętości, gdzie każda z nich ma wewnątrz siebie stałą temperaturę i skład. W ramach CFAST, wszystkie pomieszczenia mają dwie strefy z wyjątkiem pomieszczenia

z pożarem, gdzie należy wyróżnić dodatkowe strefy na płomień oraz strumień płomienia na suficie. Aby symulować rozwój ognia, system używa stworzony przez użytkownika opis pożaru, wyrażony za pomocą czasu, ilości energii i masy odnoszących się do płonącego paliwa.

- Ograniczenia: Model CFAST nie zawiera opisu rozwoju ognia. Nie ma też możliwości oceny interakcji między temperaturą a toksycznością.

Dokumentacja

- Poradnik Użytkownika:
Poradnik Użytkownika dla FAST: Engineering tools for estimating fire growth and Lsmoke transport NIST-SP-921; 200 p. marzec 2000.
Peacock, R. D.; Reneke, P. A.; Jones, W. W.; Bukowski, R. W.; Forney, G. P.
Dostępne w: www.fire.nist.gov
Poradnik Użytkownika dla CFAST Wersja 1.6.
NISTIR-4985; 106 p. Grudzień 1992.
Portier, R. W.; Reneke, P. A.; Jones, W. W.; Peacock, R. D.
Dostępne w: www.fire.nist.gov
- Opis techniczny:
“Technical reference for CFAST: an engineering tool for estimating fire and smoke transport.”
NIST TN 1431; str. 190.
Jones, W. W.; Forney, G. P.; Peacock, R. D.; Reneke, P. A.
Dostępne w: www.fire.nist.gov
- Artykuły i przykłady walidacyjne:
“A review of four compartment fires with four compartment fire models”, Deal, S. Fire safety Developments and Testing, Proceedings of the annual meeting of the Fire Retardant Chemicals Association. October 21-24, 1990, Ponte Verde Beach, Florida, 33-51.
“Verification of a model of fire and smoke transport”, Peacock, R. D.; Jones, W. W.; Bukowsky, R. W. Fire Safety Journal., 21 89-129 (1993).
“The accuracy of computer fire models: some comparisons with experimental data from Australia”, Duong, D. Q. Fire Safety Journal 1990, 16(6), 415-431.
“Comparison of fire model predictions with experiments conducted in a hangar with a 15 m ceiling”, Davis, W. D.; Notarianni, K. A.; McGrattan, K. B. NIST, NISTIR 5927 (1996).

Uwagi na temat użytkowania

- Interfejs: MS-DOS
- Raport dane wejściowe/wyniki: generator tekstowego raportu
- Grafika: generator graficznego raportu

5.2.3 Konkluzje

- Sprawdzona metodologia obliczeń
- Pełna dokładna dokumentacja
- Przyjazny dla użytkownika
- Wymagany poziom wiedzy użytkownika: średni

5.3 OZONE

5.3.1 Informacja ogólna (Lp: 40)

- Nazwa: OZONE
- Wersja: V2.2.2
- Rok: 2002
- Obszar zastosowania: modele strefowe

- Kraj: Belgium
- Autorzy: J. F. Cadorin i J. M. Franssen z ULG oraz L. G. Cajot; M. Haller i J. B. Schleich z Arcelor
- Organizacja: University of Liege, Inst. de Mécanique el Génie Civil, 1, Chemin des Chevreuils, 4000 Liege 1, Belgium. oraz Arcelor LCS Research Centre
- Wymagania systemu: Windows
- Język oprogramowania: FORTRAN – Visual Basic
- Rozmiar: 5 MB
- Dostępne w: www.ulg.ac.be ; www.sections.arcelor.com
- Kontakt: www.ulg.ac.be lub Jean Marc Franssen (jm.franssen@ulg.ac.be) lub J. F. Cadorin (jf.cadorin@ulg.ac.be)

Opis

Program komputerowy OZONE V2 został opracowany w celu projektowania elementów konstrukcyjnych poddanych panującemu w pomieszczeniu pożarowi. Ozone opary jest na wynikach najnowszych badań, z jednej strony dających obraz pożaru w pełni rozwiniętego, a z drugiej strony opartych na wpływie pożaru lokalnego na konstrukcję. Model pożaru łączy w sobie model dwustrefowy i jednostrefowy. Efekt pożaru lokalnego modelowany jest za pomocą modelu Hasemi, stąd dotyczy fazy przed- i porozgorzeniowej. Program oblicza temperaturę elementu konstrukcji oraz ustala jego wytrzymałość w warunkach pożaru zgodnie z wytycznymi ENV 1993-1-2 dla prostych elementów stalowych. Ozone został opracowany w ramach dwóch europejskich projektów badawczych “Competitive Steel Buildings through Natural fire safety Concept” oraz “Natural Fire Safety Concepts – Full Scale Test, Implementation in the Eurocodes and Development of an User Friendly Design Tool”. Ponadto wprowadzono kilka ulepszeń: model ścian tworzony jest za pomocą elementów skończonych, a modele spalania zostały wzbogacone o dwa nowe, by lepiej oddać rzeczywistość pożaru.

5.3.2 *Kwestie do oceny*

Metodologia obliczeń

- Zastosowane formuły: Numeryczny model dwustrefowy posiada jedenaście zmiennych. Te zmienne mają sześć ograniczeń oraz cztery równania różniczkowe opisujące zasady zachowania masy i energii w strefach. Równanie zachowania masy wyraża zmianę masy gazu w każdej strefie. Równanie zachowania energii wyraża równowagę między energią wyprodukowaną w pomieszczeniu w procesie spalania a energią zużytą na ogrzewanie gazów, stratami ciepła przez otwory (w tym związanym z dostawaniem się powietrza z zewnątrz), stratami w wyniku promieniowania oraz ogrzewania ścian działowych. W przypadku modelu jednostrefowego liczba zmiennych redukuje się do sześciu, liczba ograniczeń do czterech, a równań różniczkowych do dwóch. Ozone zawiera dwa modele spalania.
- Założenia: główne założenie modeli strefowych polega na tym, że pomieszczenie dzielone jest na obszary, w których rozkład temperatur jest równomierny w każdym czasie. Konsekwencją tego jest fakt, iż dla modelu jednostrefowego temperatura jest stała w całym pomieszczeniu. Model jednostrefowy jest ważny dla pożaru w pełni rozwiniętego, podczas gdy model dwustrefowy dla pożaru lokalnego. W tym ostatnim przypadku mamy do czynienia z gorącą warstwą górną (przy suficie) oraz chłodną warstwą dolną (przy podłodze).
- Ograniczenia: Ozone zawiera dwa modele spalania (zewnątrzny i rozszerzony model płomienia), które modyfikują krzywą RHR, definiowaną przez użytkownika, w funkcji równowagi masy tlenu. Geometria pomieszczenia jest ograniczona do czterech ścian i trzech kanałów wentylacyjnych.

Dokumentacja

- Poradnik Użytkownika:

“The design Fire Tool Ozone V2.0 – Theoretical Description and Validation On Experimental Fire Tests”

Rapport interne SPEC/2001_01 University of Liege, Belgium, czerwiec 2001.

J. F. Cadorin; J. M. Franssen; D. Pintea.

Dostępne w: www.ulg.ac.be

- Opis techniczny:
Zawarty w Poradniku Użytkownika
- Artykuły i przykłady walidacyjne:
“Competitive steel buildings through natural fire safety concepts”
Part 2: Natural fire models - The one zone model OZone, Final report
CEC Agreement 7210-SA/125/126/213/214/323/423/522/623/839/937.
Profil ARBED, marzec 1999.
Dostępne poprzez: ecsc-steel@cec.eu.int
“Natural Fire Safety Concepts - Full Scale Test, Implementation in the Eurocodes and Development of an User Friendly design tool”
Part 2: Natural fire models - The one zone model OZone, Final report
CEC Agreement 7210-PA/PB/PC/PE/PF/PR-060.
Draft final report, grudzień 2000.
Dostępne poprzez: ecsc-steel@cec.eu.int
“On the application field of Ozone V2”
Rapport interne N°M&S/2002-003 University of Liege, Belgium, 2002.
J. F. Cadorin
“Compartment fire models for structural engineering”
Doctoral thesis of J. F. Cadorin University of Liege.
J. F. Cadorin
Dostępne w: www.ulg.ac.be

Aby uzyskać więcej informacji należy kontaktować się za pomocą podanych powyżej e-maili.

Uwagi na temat użytkowania

- Interfejs: Visual Basic
- Raport dane wejściowe/wyniki: zawiera tekstowe generowanie wyników
- Grafika: zawiera graficzne generowanie wyników

5.3.3 *Konkluzje*

- Sprawdzona metodologia obliczeń
- Pełna dokładna dokumentacja
- Przyjazny dla użytkownika
- Wymagany poziom wiedzy użytkownika: średni

5.4 *FDS - Fire Dynamics Simulator & Smokeview*

5.4.1 *Informacja ogólna (FDS - Lp: 55 – Lp: 66)*

- Nazwa: FDS – Fire Dynamics Simulator / Smokeview
- Wersja: FDS Wersja 3 / Smokeview Wersja 3.1
- Rok: 2002
- Obszar zastosowania: model pól (CFD)
- Kraj: USA
- Autorzy: FDS - Kevin McGrattan, Glenn Forney. / Smokeview – Glenn Forney
- Organizacja: NIST – National Institute of Standards and Technology
- Wymagania systemu: UNIX lub PC PII 450 lub nowszy

- Język oprogramowania: FORTRAN 90
- Rozmiar: 5.48 MB + 24 MB dla przykładów i dokumentacji
- Dostępne w: www.fire.nist.gov
- Kontakt: www.fire.nist.gov lub kontakt z Kevin'em McGrattan kevin.mcgrattan@nist.com

Opis

Dynamiczny symulator pożaru (Fire Dynamics Simulator - FDS) jest modelem mechaniki płynów (CFD), który posiada cztery wymuszone kierunki przepływu płynu. Program rozwiązuje numerycznie równanie Navier'a-Stokes'a dla niskich prędkości, przepływu wymuszonego, ze szczególnym uwzględnieniem przepływu ciepła i dymu. FDS ma za zadanie rozwiązywanie problemów inżynierskich z jednej strony, a dostarczanie fundamentalnych informacji badawczych z dziedziny dynamiki płynów z drugiej strony.

Smokeview jest programem do wizualizacji wyników otrzymanych za pomocą FDS. Smokeview pokazuje przepływ cząsteczek, przepływ gazów w formacie 2-D lub 3-D (obraz temperatur lub wektory kierunku przepływu). Smokeview przedstawia również dane statyczne dla wybranego czasu analizy, używając obrazów w formacie 2-D lub 3-D.

5.4.2 Kwestie do oceny

Metodologia obliczeń

- Zastosowane formuły: równania Navier'a-Stokes'a. W zastosowanych równaniach dokonano "odfiltrowania" fal akustycznych, ale dopuszcza się duże zmiany temperatur i gęstości. To nadaje równaniom eliptyczny charakter, które są rozwiązywane za pomocą dwóch metod: Direct Numerical Simulation (DNS) lub Large Eddy Simulation (LES). Wybór pomiędzy DNS a LES zależy od celu obliczeń i wielkości siatki. W przypadku modelu FDS program używa dwóch modeli spalania. W przypadku obliczeń metodą DNS, w którym rozchodzenie się paliwa i tlenu może być modelowane bezpośrednio, bardziej odpowiednia wydaje się metoda oparta na reakcjach chemicznych.
- Założenia: równania o niskiej liczbie Mach są rozwiązywane numerycznie poprzez podział przestrzeni fizycznej, w której rozwija się pożar, na wiele małych prostokątnych komórek. W każdej komórce prędkość gazu, temperatura itp. równe w każdym punkcie przestrzeni komórki i zmieniają jedynie w funkcji czasu. Dokładność obliczeń zależy od gęstości komórek.
- Ograniczenia: Obliczenia mogą być wykonywane wyłącznie w obszarach zdefiniowanych przez bloki/komórki prostopadłościowe. Obszary o innych kształtach nie są analizowane. FDS nie posiada preprocesora, w związku z czym należy przygotować tekstowy plik wejściowy. Nie jest to rozwiązanie przyjazne dla użytkownika.

Dokumentacja

- Poradnik Użytkownika
"Fire Dynamics Simulator (Wersja 3) – User's Guide"
NISTIR 6784 2002.
McGrattan K. B., Forney G. P., Floyd J. E., Hostikka S. i Prasad K.
Dostępne w: www.fire.nist.gov
"User's Guide for Smokeview Wersja 3.1 – A Tool for Visualising Fire Dynamics Simulation Data"
NISTIR 6980 2003.
Forney G. P. i McGrattan K. B.
Dostępne w: www.fire.nist.gov
- Opis techniczny
"Fire Dynamics Simulator (Wersja 3) – Technical reference Guide"
NISTIR 6783 2002.

McGrattan K. B., Baum H. R., Rehm R. G., Hamins A., Forney G. P., Floyd J. E., Hostikka S. i Prasad K.

Dostępne w: www.fire.nist.gov

- Artykuły i przykłady walidacyjne
Dostępne w: www.fire.nist.gov

Uwagi na temat użytkowania

- Interfejs: FDS MS-DOS / Smokeview – Windows Open GL view
- Raport dane wejściowe/wyniki: program Smokeview
- Grafika: program Smokeview

5.4.3 Konkluzje

- Sprawdzona metodologia obliczeń
- Pełna dokładna dokumentacja
- FDS mało przyjazny dla użytkownika
Smokeview przyjazny dla użytkownika
- Wymagany poziom wiedzy użytkownika: wysoki

5.5 AFCB (Composite Beam Fire Design)

5.5.1 Informacja ogólna (Lp: 73)

- Nazwa: AFCB (Composite Beam Fire Design)
- Wersja: 3.07
- Rok: 2003
- Obszar zastosowania: wytrzymałościowe modele pożarowe
- Kraj: Luksemburg
- Autor: Henri Colbach
- Organizacja: Arcelor LCS Research Centre
- Wymagania systemu: Windows 95/98/2000/NT, 100 MHz, 32 MB RAM, 6x CD-ROM
- Rozmiar: 3 MB
- Dostępne w: www.sections.arcelor.com.
- Kontakt:
Arcelor LCS Research Centre
66, rue de Luxembourg
L-4221 Esch-sur-Alzette
Phone (+352) 5313-3007
Fax (+352) 5313-3095
E-mail: europofil.dsm@profilarbed.lu
Internet: www.sections.arcelor.com

Opis

Program AFCB oblicza graniczne wartości momentów zginających dla belek zespolonych w temperaturze pokojowej zgodnie z Eurokodem 4 część 1.1 (ENV 1994-1-1) oraz dla przypadków pożaru z krzywą standardową ISO dla klas odporności ogniowej R30, R60, R90, R120 i R180 wg Eurokodu 4 część 1.2 (ENV 1994-1-2).

Program posiada następującą strukturę:

- DANE WEJŚCIOWE

- Projekt: informacje ogólne nt. projektu
- Przekrój: istnieją trzy różne metody zdefiniowania przekroju:
 - a) Wpisać pełną nazwę przekroju np. HE 300 A
 - b) Wybrać serię profili wpisując nazwę serii (IPE, HE, HL, HD, HP, W, UB lub UC), następnie wybrać profil z listy.
 - c) Wybrać profil bezpośrednio z listy.
- Płyta: program nie oblicza płyty, ale wymaga kilku informacji z nią związanych, aby oszacować jej udział w wytrzymałości belki w warunkach pożaru.
- Pręty zbrojeniowe: należy zdefiniować pręty w betonie między półkami oraz w płycie.
- Materiały: właściwości mechaniczne dla wszystkich materiałów (granica sprężystości stali, wytrzymałość betonu/betonów, granice sprężystości prętów zbrojeniowych i siatek).
- Materiałowe współczynniki bezpieczeństwa: mogą być różne dla pracy w normalnych warunkach oraz w wypadku pożaru.
- Typ analizy: istnieją trzy możliwości wykonania obliczeń:
 - a) Wytrzymałość przekroju: wytrzymałość plastyczna danego przekroju.
 - b) Wymiarowanie przy zadanym obciążeniu, najpierw dla sytuacji bez pożaru, następnie w warunkach pożaru. W celu uzyskania poprawnego wyniku w warunkach pożaru, użytkownik dobiera różne kombinacje prętów zbrojeniowych, które opisane są w pliku "rebars.reb". Użytkownik może modyfikować ten plik.
 - c) Wymiarowanie poprzez zadanie przekroju minimalnego, podobne do sytuacji w b). Różnica polega na tym, że wytrzymałość nie jest obliczana, ale podana przez użytkownika. Zastosowanie: maksymalne momenty pochodzą z obliczeń ręcznych lub innych programów.
- WYNIKI: dla sytuacji bez pożaru oraz w warunkach pożaru otrzymywane są następujące wyniki:
 - Maksymalny moment dodatni, M+
 - Maksymalny moment ujemny, M-
 - Maksymalne siły ścinające
 - Dla obliczeń typu b) i c) program oblicza stopień wyężenia oraz pręty zbrojeniowe (jeśli są zdefiniowane).
 - Detale: kompletna lista danych i wyników, włączając warunki brzegowe płyty czy wartości zredukowanych momentów dodatnich i ujemnych.
 - Grafika (w zależności od typu analizy): rysunek przekroju, krzywa momentów, wytrzymałości przekroju.

5.5.2 *Kwestie do oceny*

Metodologia obliczeń

- Zastosowane formuły: metodologia obliczeń zawarta jest w Eurokodzie 4 część 1.1 i 1.2.
- Założenia:
 - Program obejmuje belki ciągłe i wolnopodparte
 - Aneks H z ENV 1994-1-1 nie jest uwzględniony
- Ograniczenia:
 - Weryfikacja sił ścinających nie jest wykonywana. Należy wykonać ją osobno.
 - Oblicza tylko przekroje otwarte.

Dokumentacja

- Poradnik Użytkownika: zawarte w module Help
- Opis techniczny: Eurokod 4 części 1.1 i 1.2.
- Dostępne w: www.sections.arcelor.com
- Artykuły i przykłady walidacyjne: program używa sprawdzonych reguł zawartych w Eurokodzie 4.

Uwagi na temat użytkowania

- Interfejs: Windows
- Raport dane wejściowe/wyniki: użytkownik może wydrukować raport wyników w formie skondensowanej lub jako raport kompletny (maksymalne momenty dodatnie i ujemne, maksymalna siła ścinająca, wytrzymałości przekroju w temperaturze pokojowej i w przypadku pożaru.
- Grafika: Program drukuje rysunek przekroju oraz wykresy dodatnich i ujemnych momentów w warunkach obciążenia bez pożaru oraz w warunkach pożaru.

5.5.3 Konkluzje

- Sprawdzona metodologia obliczeń
- Pełna dokładna dokumentacja
- Przyjazny dla użytkownika
- Wymagany poziom wiedzy użytkownika : średni

5.6 AFCC (*Composite Column Fire Design*)

5.6.1 Informacja ogólna (Lp: 74)

- Nazwa: AFCC (*Composite Column Fire Design*)
- Wersja: 3.05
- Rok: 2003
- Obszar zastosowania: wytrzymałościowe modele pożarowe
- Kraj: Luksemburg
- Autor: Henri Colbach
- Organizacja: Arcelor LCS research centre
- Wymagania systemu: Windows 95/98/2000/NT, 100 MHz, 32 MB RAM, 6x CD-ROM
- Rozmiar: 2,5 MB
- Dostępne w: www.sections.arcelor.com.
- Kontakt:
Arcelor LCS Research Centre
66, rue de Luxembourg
L-4221 Esch-sur-Alzette
Phone (+352) 5313-3007
Fax (+352) 5313-3095
E-mail: europofil.dsm@profilarbed.lu
Internet: www.sections.arcelor.com

Opis

Program AFCC oblicza graniczne wartości obciążeń dla słupów zespolonych AF30/120 w temperaturze pokojowej zgodnie z Eurokodem 4 część 1.1 (ENV 1994-1-1) oraz dla przypadków pożaru z krzywą standardową ISO dla klas odporności ogniowej R30, R60, R90, R120 i R180 wg Eurokodu 4 część 1.2 (ENV 1994-1-2).

Program ma następującą strukturę:

DANE WEJŚCIOWE

- Projekt: informacje ogólne nt. projektu

- Przekrój: istnieją trzy różne metody zdefiniowania przekroju:
 - a) Wpisać pełną nazwę przekroju np. HE 300 A
 - b) Wybrać serię profili wpisując nazwę serii (IPE, HE, HL, HD, HP, W, UB lub UC), następnie wybrać profil z listy.
 - c) Wybrać profil bezpośrednio z listy.
- Pręty zbrojeniowe: użytkownik definiuje średnicę oraz pozycję.
- Materiały: definiuje się mechaniczne właściwości wszystkich materiałów: granicę sprężystości stali dla profili, wytrzymałość betonu, granicę sprężystości dla stali zbrojeniowej.
- Materiałowe współczynniki bezpieczeństwa: mogą być różne dla pracy w normalnych warunkach oraz w wypadku pożaru.
- Długości wyboczeniowe: użytkownik musi zdefiniować długości wyboczeniowe dla obu kierunków słupa AF, zarówno dla działania w warunkach normalnych i pożaru.
- Mimośrod: obciążenia mimośrodowe możliwe w kierunku obu osi (podawać w milimetrach).

WYNIKI: program dokonuje obliczeń dla pięciu warunków: temperatura pokojowa w stanie użytkowania, wytrzymałość po 30. minutach (R30), wytrzymałość po 60. minutach (R60), wytrzymałość po 90. minutach (R90) i wytrzymałość po 120. minutach (R120). Występują następujące obciążenia:

- Maksymalne obciążenie osiowe, wyboczenie względem słabszej osi (pierwszy słup),
- Maksymalne obciążenie osiowe, wyboczenie względem mocniejszej osi (drugi słup),
- Maksymalne obciążenie mimośrodowe w płaszczyźnie prostopadłej do słabszej osi (trzeci słup),
- Maksymalne obciążenie mimośrodowe w płaszczyźnie prostopadłej do mocniejszej osi (czwarty słup),
- Maksymalne obciążenie z mimośrodem w obu płaszczyznach (piąty słup).
- Detale obliczeń: długość wyboczeniowa, obciążenie plastyczne, obciążenie krytyczne, smukłość względna, współczynnik wyboczenia w warunkach użytkowania oraz dla klas ogniowych R30, R60, R90 i R120. Program podaje również ciężar słupa na metr długości z podziałem na profil stalowy, zbrojenie i beton.
- Grafika: przekrój słupa (dane geometryczne profilu stalowego, umiejscowienie zbrojenia...)

5.6.2 Kwestie do oceny

Metodologia obliczeń

- Zastosowane formuły: metodologia obliczeń zawarta jest w Eurokodzie 4 części 1.1 i 1.2.
- Założenia:
 - Program oblicza słupy z obciążeniem dopuszczającym małe, stałe mimośrod
 - Tylko słupy podwójnie symetryczne, częściowe obetonowane ze stałym przekrojem na całej długości słupa.
 - Aneks H normy ENV 1994-1-1 nie jest uwzględniony.
 - Stopień zbrojenia wg ENV 1994-1-1, 4.8.3.1(3e) i 4.8.2.5(3) oraz ENV 1994-1-2, 4.3.6.2(2).
- Ograniczenia
 - Oblicza tylko przekroje otwarte.

Dokumentacja

- Poradnik Użytkownika: zawarty jest w module Help programu
- Opis techniczny: Eurokod 4 części 1.1 and 1.2.
- Dostępne w: www.sections.arcelor.com
- Artykuły i przykłady walidacyjne: program używa sprawdzonych reguł zawartych w Eurokodzie 4.

Uwagi na temat użytkowania

- Interfejs: Windows
- Raport dane wejściowe/wyniki: użytkownik może wydrukować raport wyników w formie skondensowanej lub jako raport kompletny (wszystkie dane wejściowe i wyniki: warunki użytkowania w kierunku obu osi, wytrzymałość dla klas R30, R60, R90 i R120, ciężar na jednostkę długości).
- Grafika: Program drukuje rysunek przekroju.

5.6.3 Konkluzje

- Sprawdzona metodologia obliczeń
- Pełna dokładna dokumentacja
- Przyjazny dla użytkownika
- Wymagany poziom wiedzy użytkownika: średni

5.7 Elefir

5.7.1 Informacja ogólna (Lp: 77)

- Nazwa: Elefir
- Wersja: 2.1
- Rok: 1998
- Obszar zastosowania: wytrzymałościowe modele pożarowe
- Kraj: Belgia
- Autorzy: Dan Pintea, Laurent Miévis, Gilles Gustin, Jean-Marc Franssen
- Organizacja: University of Liege
- Wymagania systemu: Windows 95 lub nowszy
- Rozmiar: 8 MB
- Dostępne w: <http://www.ulg.ac.be/matstruc/Download.html>
- Kontakt: Jean-Marc Franssen (jm.franssen@ulg.ac.be)

Opis

ELEFIR jest programem służącym do obliczania wytrzymałości w warunkach pożaru dla przekrojów dwuteowych w kierunku osi silnej.

- Dostępne typowe przekroje: HD, HE, HL, HP, IPE, UB, UC, W, L.
- Dwa typy działania ognia: z trzech lub czterech stron przekroju.
- Opcje ochrony przeciwpożarowej: brak ochrony, ochrona obwodowa oraz wypełnienie.
- Właściwości dla różnych materiałów ochronnych: wełna mineralna, gips, materiał własny definiowany przez użytkownika.
- Różne krzywe obciążenia ogniem: krzywa standardowa ISO, krzywa pożaru zewnętrznego, krzywa węglowodorowa, krzywa ASTM, możliwość wprowadzenia przez użytkownika dowolnej krzywej.

Program wykonuje następujące obliczenia:

- Czas w którym element osiąga temperaturę krytyczną,
- Temperatura osiągnięta przy zadanym czasie,

- Temperatura krytyczna oraz czas krytyczny w elementach poddanych rozciąganiu, ścisaniu oraz zginaniu ze ścisaniem.

5.7.2 *Kwestie do oceny*

Metodologia obliczeń

- Zastosowane formuły:
 - ENV 1993-1-2 (Eurokod 3)
 - belgijski Załącznik Krajowy NBN ENV 1993-1-2 również może być zastosowany
- Założenia:
 - Temperatura w przekroju równomiernie rozłożona (wartość ekwiwalentna).
- Ograniczenia:
 - Tylko przekroje otwarte
 - Ogień działający tylko z trzech lub czterech boków
 - Tylko przekroje z dwoma osiami symetrii
 - Jeśli podczas analizy w warunkach pożaru przekrój staje się przekrojem klasy 4, program przerywa obliczenia. Nie ma bowiem zastosowania ostatnia poprawka w EN 1993-1-2, która zakłada, że przekrój w warunkach pożaru zachowuje klasę posiadaną w temperaturze pokojowej.

Dokumentacja

- Poradnik Użytkownika: niedostępny, ale program bardzo prosty w użyciu
- Opis techniczny: ENV 1993 1-2 (Eurokod 3)
- Artykuły i przykłady walidacyjne: niedostępne

Uwagi na temat użytkowania

- Interfejs: Windows
- Raport dane wejściowe/wyniki: plik tekstowy z grafiką
- Grafika: program wykonuje krzywe temperaturowe

5.7.3 *Konkluzje*

- Sprawdzona metodologia obliczeń
- Dokumentacja: ENV 1993-1-2 (EC3)
- Przyjazny dla użytkownika
- Wymagany poziom wiedzy użytkownika: niski

5.8 *Elefir-EN*

5.8.1 *Informacja ogólna (Lp: 173)*

- Nazwa: Elefir-EN
- Wersja: 1.0
- Rok: 2008
- Obszar zastosowania: wytrzymałościowe modele pożarowe
- Kraj: Portugalia/Belgia
- Autorzy: Bárbara Pires, Nuno Lopes, Paulo Vila Real, Dan Pintea, Jean-Marc Franssen
- Organizacja: University of Aveiro/University of Liege
- Wymagania systemu: Windows 95 lub nowszy

- Rozmiar: 8 MB
- Dostępne w: podręczniku projektowym Eurokodu "Fire Design of Steel structures" (www.eccspublications.eu)
- Kontakt: Paulo Vila Real (pvreal@ua.pt), (Jean-Marc Franssen (jm.franssen@ulg.ac.be))

Opis

Elefir-EN jest programem użytkowym, obliczającym wytrzymałość w warunkach pożaru dla prostych elementów stalowych typu I, H, L, RHS lub CHS, obciążanych w kierunku obu osi.

- Dostępność typowych przekrojów: HD, HE, HL, HP, IPE, UB, UC, W, L, RHS, CHS.
- Ekspozycja elementu na ogień z trzech lub czterech stron.
- Właściwości kilku materiałów do ochrony ogniowej: wełna mineralna, gips, własny.
- Właściwości termiczne zależne od temperatury.
- Różne krzywe pożarowe: krzywa standardowa ISO, krzywa ognia zewnętrznego, krzywa węglowodorowa, krzywe parametryczne, dowolna krzywa użytkownika.

Wykonuje następujące obliczenia:

- Czas w którym temperatura krytyczna w elemencie zostaje osiągnięta.
- Temperatura osiągnięta po wprowadzonym czasie krytycznym.
- Temperatura krytyczna elementu i czas krytyczny dla elementów rozciąganych, ściskanych, zginanych i ścinanych oraz globalna analiza plastyczna belek ciągłych.
- Grubość warstwy ochrony przeciwpożarowej dla wymaganej wytrzymałości ogniowej.

5.8.2 *Kwestie do oceny*

Metodologia obliczeń

- Zastosowane formuły:
 - Oparty na EN 1991-1-2 i EN 1993-1-2 (Eurokod 3).
- Założenia:
 - Temperatura w przekroju równomierna (wartość ekwiwalentna)
- Ograniczenia:
 - Ogień działający tylko z trzech lub czterech boków
 - Tylko profile z dwoma osiami symetrii dla zginania i ściskania.
 - Tylko klasy 1, 2 i 3 przekroju.

Dokumentacja

- Rozdział podręcznika użytkownika ECCS Eurocode "Fire Design of Steel structures" został napisany z myślą o użytkownikach Elefir-EN

Uwagi na temat użytkowania

- Interfejs: Windows
- Raport dane wejściowe/wyniki: plik tekstowy i grafika.
- Grafika: program plotuje krzywe temperaturowe.

5.8.3 *Konkluzje*

- Sprawdzona metodologia obliczeń
- Podręcznik projektowy dostępny w ECCS

- Przyjazny dla użytkownika
- Wymagany poziom wiedzy użytkownika: niski

5.9 *H-Fire*

5.9.1 *Informacja ogólna (Lp: 78)*

- Nazwa: H-Fire
- Wersja: 04.1
- Rok: 2004
- Obszar zastosowania: proste wytrzymałościowe modele pożarowe
- Kraj: Niemcy
- Autorzy: P.Schaumann, S.Hothan
- Organizacja: University of Hannover, Institute for Steel Construction
- Język: niemiecki, angielski
- Wymagania systemu: Pentium PC, Microsoft Windows, Microsoft Office
- Rozmiar: 12.6 MB
- Koszt: bezpłatny
- Dostępne w: University of Hannover, Institute for Steel Construction
- Kontakt: www.stahlbau.uni-hannover.de

Opis

Obliczenia wytrzymałości elementów zespolonych poddanych działaniu ognia z użyciem prostych modeli obliczeniowych zawartych w EN 1994-1-2.

5.9.2 *Kwestie do oceny*

Metodologia obliczeń

- Zastosowane formuły: proste modele obliczeniowe zawarte w ENV 1994-1-2 (Eurokod 4) z wyjątkiem płyt zespolonych obliczanych wg prEN 1994-1-2
- Założenia: jak w prostych modelach
- Ograniczenia: jak w prostych modelach

Dokumentacja

- Poradnik Użytkownika: krótki opis dostępny na www.stahlbau.uni-hannover.de
- Opis techniczny: obliczenia oparte na prostych modelach opisanych w ENV 1994-1-2 (Eurokod 4) z wyjątkiem płyt zespolonych opartych na prostych modelach zawartych w prEN 1994-1-2
- Dostępne na: www.stahlbau.uni-hannover.de
- Artykuły i przykłady walidacyjne: brak

Uwagi na temat użytkowania

- Interfejs: Windows; Microsoft Excel i Microsoft Access
- Raport dane wejściowe/wyniki: program udostępnia większość danych wejściowych oraz wyników
- Grafika: gdy jest potrzeba, program wykreśla krzywe

5.9.3 *Konkluzje*

- Sprawdzona metodologia obliczeń
- Dokumentacja: pełna
- Przyjazny dla użytkownika
- Wymagany poziom wiedzy użytkownika : średni

5.10 *Potfire (Lp: 81)*

5.10.1 *Informacja ogólna*

- Nazwa: Potfire
- Wersja: 1.11
- Rok: 2001
- Obszar zastosowania: wytrzymałościowe modele pożarowe
- Kraj: Francja
- Autorzy: Geneviève Fouquet, George Tabet, Bin Zhao, Julien Kruppa
- Organizacja: CTICM, TNO, CIDECT
- Wymagania systemu: Pentium 200 MHz, W95, CD-Rom i 24 MB RAM
- Rozmiar: 15 MB
- Dostępne w: www.cidect.org
- Kontakt: www.cidect.org

Opis

Program POTFIRE jest narzędziem opartym na sposobach modelowania zawartych w Aneksie G Eurokodu 4 ENV 1994-1-2.

POTFIRE pozwala na oszacowanie wytrzymałości w warunkach pożaru niezabezpieczonych słupów okrągłych wypełnionych betonem pod zadaniem obciążeniem lub na oszacowanie obciążenia granicznego po zadany czasie działania ognia opisanego przez krzywą ISO.

5.10.2 *Kwestie do oceny*

Metodologia obliczeń

- Zastosowane formuły: podano w Aneksie 2 podręcznika użytkownika "POTFIRE User's Manual", zawartego w programie.
- Założenia: należy zwrócić szczególną uwagę na projektowanie zakończeń słupa lub połączeń belek ciągłych, aby prawidłowo wprowadzić obciążenia, a ich przenoszenie utrzymać podczas symulowania pożaru.
- Ograniczenia: Eurokod 4 część 1.2 Aneks G jest ograniczony do pewnego zakresu rozmiarów (średnica i długość).

Dokumentacja

- Poradnik Użytkownika: tak (zawarty w programie)
- Opis techniczny: porady odnośnie projektowania w sytuacji pożaru zawarte są zarówno w Eurokodzie 4 część 1-2 oraz w CIDECT Design Guide 4 "Design Guide for Structural Hollow Section Columns Exposed to Fire".
- Artykuły i przykłady walidacyjne: brak

Uwagi na temat użytkowania

- Interfejs: Windows
- Raport dane wejściowe/wyniki: program dostarcza pełny raport danych wejściowych oraz wyników
- Grafika: brak informacji graficznych

5.10.3 Konkluzje

- Sprawdzona metodologia obliczeń
- Pełna dokładna dokumentacja
- Przyjazny dla użytkownika
- Wymagany poziom wiedzy użytkownika: niski

5.11 ABAQUS

5.11.1 Informacja ogólna (Lp: 86)

- Nazwa: Abaqus
- Wersja: 6.4
- Rok: 2003
- Obszar zastosowania: zaawansowane wytrzymałościowe modele pożarowe
- Kraj: USA
- Autorzy: David Hibbit, Bengt Karlsson, Paul Sorensen
- Organizacja: Abaqus Inc.
- Język angielski
- Wymagania systemu: dla środowiska Windows:
 - Windows 2000 Professional (SP3 mocno rekomendowane)
 - Procesor Pentium III (lub późniejszy) z prędkością minimum 2 GHz
 - Compaq Visual Fortran 6.0 (Update A)
 - Microsoft Visual C/C++ 6.0 (12.00.8804)
 - Internet Explorer 5.5 lub Netscape 6 (wymagane do dokumentacji online)
- Rozmiar: -
- Koszt: skonsultuj z dystrybutorami programu Abaqus
- Dostępne w: www.abaqus.com
 - Abaqus Inc
 - 1080 Main Street
 - Pawtucket, RI 02860-4847
 - Tel: +1 401 727 4200
 - Fax: +1 401 727 4208
- Kontakt: www.abaqus.com

Opis

Abaqus jest programem opartym na metodzie elementów skończonych. Jest systemem do analizy inżynierskiej, cyfrowej budowy prototypów oraz wspomaganie do projektowania i produkcji.

5.11.2 *Kwestie do oceny*

Metodologia obliczeń

- ABAQUS/Standard: dostarcza bogatej gamy możliwości procedur od podstawowych analiz liniowych do skomplikowanych zadań nieliniowych. Symuluje zjawiska fizyczne takie jak przepływ ciepła, zagadnienia akustyczne, w pierwszej kolejności służąc do analizy naprężeń/odkształceń.
- ABAQUS/Explicit: dostarcza technik do rozwiązywania zadań dynamicznych oraz quasi-statycznych (w szczególności związanych z uderzeniami i problemy silnie nieciągłe). Rozwiązuje nie tylko analizy naprężenia/odkształcenia, ale również m.in. problemy akustyczne czy w pełni sprzężone zadania akustyczno-wytrzymałościowe.
- ABAQUS/CAE: modelowanie elementami skończonymi w przyjaznym środowisku i z funkcjonalnymi narzędziami.

Dokumentacja

- Dostępna dokumentacja:
 - Trening:
 - Początki z programem Abaqus
 - Początki z programem Abaqus/Standard
 - Początki z programem Abaqus/Explicit
 - Wykłady
 - Analiza:
 - Podręcznik do analizy programem Abaqus
 - Modelowanie i wizualizacja:
 - Podręcznik użytkownika do Abaqus/CAE
 - Przykłady:
 - Problemy w przykładach – podręcznik programu Abaqus
 - Podręcznik benchmarków
 - Referencje:
 - Poradnik Użytkownika Abakus: Teoria

Uwagi na temat użytkowania

- Interfejs: Windows
- Raport dane wejściowe/wyniki: dane do zadania dostępne w pliku wejściowym (*.inp), wyniki dostępne w bazie danych pliku (*.odb)
- Grafika: 2D/3D reprezentacja modelu oraz wyników

5.11.3 *Konkluzje*

- Sprawdzona metodologia obliczeń
- Dokumentacja: pełna

- Trudny w użytkowaniu
- Wymagany poziom wiedzy użytkownika: wysoki

5.12 *BoFire*

5.12.1 *Informacja ogólna (Lp: 89)*

- Nazwa: BoFire
- Wersja: 7
- Rok: 2004
- Obszar zastosowania: wytrzymałościowe modele pożarowe
- Kraj: Niemcy
- Autorzy: Peter Schaumann, Jens Upmeyer, Florian Kettner
- Organizacja: Institute for Steel Construction
- Język: niemiecki
- Wymagania systemu: Windows 95/98/2000/NT, 100 MHz, 32 MB RAM
- Rozmiar: 200 kB
- Program obecnie niedostępny

Opis

BoFire jest programem nieliniowym opartym na metodzie elementów skończonych. Mechaniczne i termiczne właściwości materiałów oparte są na ENV 1994-1-2. Dokonuje analizy konstrukcji stalowych, betonowych i zespolonych.

5.12.2 *Kwestie do oceny*

Metodologia obliczeń

- Zastosowane formuły: metoda elementów skończonych, analiza nieliniowa
- Założenia:
 - Program oblicza belki, słupy lub ramy płaskie o dowolnych przekrojach poprzecznych
 - Właściwości materiałów zawarte w normie ENV 1994-1-2 (1994)
- Ograniczenia:
 - Nie obejmuje konstrukcji 3-D
 - Nie dotyczy płyt z dwukierunkowo zginanych
 - Brak odkształceń poprzecznych w przekroju (hipoteza Bernoulli'ego)

Dokumentacja

Brak dokumentacji

Uwagi na temat użytkowania

- System operacyjny: Windows
- Raport dane wejściowe/wyniki jako prosty plik tekstowy. Pracujący pod systemem Windows program HaFront może posłużyć do stworzenia pliku wyjściowego.
- Grafika: kod z biblioteką DISLIN umożliwia generowanie kolorowych wydruków rozkładu temperatur lub 3-D obrazów naprężeń i odkształceń.

5.12.3 *Konkluzje*

- Sprawdzona metodologia obliczeń
- Dokumentacja niedostępna
- Przyjazny dla użytkownika
- Wymagany poziom wiedzy użytkownika: średni

5.13 *Evacnet4*

5.13.1 *Informacja ogólna (Lp: 120)*

- Nazwa: Evacnet4
- Wersja: 1.4
- Rok: 1998
- Obszar zastosowania: modele Egress
- Kraj: USA
- Autorzy: T.M. Kisko, R.L. Francis, C.R. Nobel
- Organizacja: University of Florida
- Wymagania systemu: Windows 95 lub nowszy
- Rozmiar: mniej niż 1 MB
- Dostępne w: <http://www.ise.ufl.edu/kisko/files/evacnet>
- Kontakt: Thomas Kisko, 352-392-1293, kisko@ise.ufl.edu

Opis

EVACNET4 jest interaktywnym programem modelującym ewakuację budynków. Program rozpoczyna analizę na podstawie opisu sieci dróg w budynku i zaludnienia na początku ewakuacji. Jako wynik określa optymalną ewakuację budynku. Optymalizacja polega na wyznaczeniu najkrótszego czasu ewakuacji.

5.13.2 *Kwestie do oceny*

Metodologia obliczeń

- Zastosowane formuły: EVACNET używa modelu sieciowego, który wyznacza plan ewakuacji budynku w minimalnym czasie. Używa zaawansowanego algorytmu do rozwiązywania programistycznych problemów liniowych z konstrukcjami sieciowymi.
- Założenia: formuły użyte w EVACNET wymuszają pewne ograniczenia. Powoduje to, że model jest mniej realistyczny. Główne założenia to:
 - EVACNET jest systemem liniowym.
 - EVACNET nie modeluje aspektów behawioralnych. Jedynym oddziaływaniem, które są modelowane, prowadzą do osiągnięcia minimalnego czasu ewakuacji.
 - EVACNET oparty jest na globalnym punkcie obserwacji, nie na indywidualnym. Wyznaczając optymalny czas ewakuacji, program „widzi” zatem całość budynku. Jednym z głównych celów użycia programu jest trenowanie potencjalnych ewakuowanych osób lub służb ewakuacyjnych.

Dokumentacja

- Poradnik Użytkownika: tak, dostępny na: <http://www.ise.ufl.edu/kisko/files/evacnet>
- Opis techniczny: tak, dostępny na: <http://www.ise.ufl.edu/kisko/files/evacnet>
- Artykuły i przykłady walidacyjne: patrz referencje na: <http://www.ise.ufl.edu/kisko/files/evacnet>

Uwagi na temat użytkowania

- Interfejs: MS-DOS
- Raport dane wejściowe/wyniki: program podaje informacje na temat “wąskich gardeł” przepływu ludzi w krytycznym czasie.
- Grafika: brak

5.13.3 *Konkluzje*

- Metodologia obliczeń nie w pełni sprawdzona
- Pełna dokładna dokumentacja
- Mało przyjazny dla użytkownika
- Wymagany poziom wiedzy użytkownika: niski

5.14 *Detact-QS*

5.14.1 *Informacja ogólna (Lp: 133)*

- Nazwa: Detact-QS
- Wersja: 1.3
- Rok: -
- Obszar zastosowania: model reakcji detektorów
- Kraj: USA
- Autorzy: D.D. Evans
- Organizacja: NIST (National Institute of Standards and Technology)
- Wymagania systemu: PC 286
- Rozmiar: 64K pamięci
- Dostępne bezpłatnie na: www.fire.nist.gov
- Kontakt: www.fire.nist.gov

Opis

DETECT-QS oblicza czas aktywacji urządzeń termicznych umiejscowionych pod nieograniczonym sufitem. Może być również używany do wyznaczania czasu aktywacji stałych detektorów temperaturowych lub tryskaczy w warunkach pożaru zdefiniowanego przez użytkownika. Wymagane przez program dane to wysokość sufitu ponad ogniem, odległość urządzenia termicznego od osi źródła ognia, temperatura aktywacji urządzeń termicznych, czas reakcji urządzenia termicznego (indeks RTI), prędkość uwalniania się ciepła. Wynik to temperatura gazów przy suficie oraz przy urządzeniu zarówno w funkcji czasu jak i wymaganego czasu potrzebnego do jego aktywacji.

5.14.2 *Kwestie do oceny*

Metodologia obliczeń

- Zastosowane formuły: DETACT-QS jest modelem empirycznym, opartym na analizie doświadczeń w dużej skali. Rozwiązuje równania przy założeniu stanu quasi-statycznego. DETACT-QS składa się z algorytmów, które określają maksymalną temperaturę przy nieograniczonym suficie, pod płaskim poziomym sufitem w danej odległości od osi źródła ognia. Używa również mas skupionych, algorytmu konwekcyjnego przepływu ciepła w celu określenia czasu aktywacji detektora termicznego. Związki używane w DETACT-QS zostały opracowane przez Alpert’a i używają indeksu czasu reakcji opracowanego przez Heskestad’a.
- Założenia: DETACT-QS zakłada, że urządzenie termiczne zlokalizowane jest w względnie dużym pomieszczeniu, a zatem wyłącznie ciepło rozchodzące się przy suficie ogrzewa urządzenie (nie ma ogrzewania ciepłem zgromadzonych w całym pomieszczeniu gazów). Detektor umieszczony jest na nieograniczonym, gładkim, płaskim poziomym suficie i zlokalizowany w punkcie o maksymalnej temperaturze i prędkości. Tylko przepływ ciepła przez

konwekcję między detektorem a płomieniem przez strumień ciepła w kierunku sufitu, bez strat przez przewodzenie czy promieniowanie. Detektor traktowany jest jako element masy. Temperatura, prędkość płomienia oraz strumień ciepła na sufit są równomierne i posiadające swoje maksimum w płomieniu. Brak wentylacji oraz uwarstwienia gazów. Nie uwzględnia się czasu transportu gorących gazów z paliwa do detektora.

- Ograniczenia:
 - DETACT-QS podaje zaniżone temperatury dla scenariuszy z niskimi sufitami, gdzie detektor jest za blisko źródła ognia, ale szacowanie temperatury poprawia się w miarę jak odległość pozioma od źródła ognia wzrasta.
 - Istnieje lepsza korelacja wyników programu z wynikami eksperymentów dla urządzeń z wyższym indeksem RTI.
 - Nie nadaje się do małych powierzchni, gdzie powstanie warstwa gazu zanim nastąpi aktywacja.

Dokumentacja

- Poradnik Użytkownika: brak
- Opis techniczny: "Evaluation of the computer fire model DETACT-QS" Morgan J. Hurley, Daniel Madrzykowski
- Dostępne na: www.fire.nist.gov.
- Artykuły i przykłady walidacyjne: porównanie z wynikami doświadczalnymi dostępne w opisie technicznym.

Uwagi na temat użytkowania

- Interfejs: MS-DOS
- Raport dane wejściowe/wyniki: program podaje temperaturę gazów przy suficie, temperaturę urządzenia w funkcji czasu oraz czasu wymaganego do aktywacji.
- Grafika: brak

5.14.3 Konkluzje

- Sprawdzona metodologia obliczeń
- Dokumentacja mało dokładna
- Niezbyt przyjazny dla użytkownika
- Wymagany poziom wiedzy użytkownika: niski

5.15 Jet

5.15.1 Informacja ogólna (Lp: 137)

- Nazwa: Jet
- Wersja: 1.0
- Rok: 1999
- Obszar zastosowania: model reakcji detektorów
- Kraj: USA
- Autor: William D. Davis
- Organizacja: NIST (National Institute of Standards and Technology)
- Wymagania systemu: W95/98/2000. Pentium 166 MHz lub wyższy. 32 MB pamięci RAM.
- Rozmiar: 4 MB
- Dostępne bezpłatnie na: <http://fire.nist.gov>. Aby uzyskać program oraz dokumentację, należy wybrać Fire Modelling Software Online.
- Kontakt:
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

Opis

JET jest dwustrefowym modelem pożarowym, rozwiązującym równania zachowania energii i masy w celu uzyskania temperatury górnej strefy oraz jej wysokość. Straty konwekcyjne i ze względu na promieniowanie używane są, by obliczyć temperaturę sufitu w funkcji odległości od centrum płomienia.

Geometria strefy pożarowej jest reprezentowana za pomocą serii prowizorycznych przegród i ścian. Przy rozważaniu jednego pomieszczenia drzwi mogą być modelowane za pomocą prostej przegrody równej wymiarom drzwi. Gaz przemieszczający się z górnej strefy może przejść pod przegrodą, strumieniem w kierunku sufitu lub za pomocą wymuszonej wentylacji. Wymuszona wentylacja pozwala zarówno na wejście jak i wyjście gazów z pomieszczenia.

Obliczenia za pomocą JET zawierają:

- a) Wyznaczenie czasu aktywacji urządzeń kontrolujących szyby wentylacyjne i tryskacze w pomieszczeniach ograniczonych ścianami, prowizorycznymi przegrodami lub połączeniem obu rozwiązań.
- b) Wyznaczanie wpływu prowizorycznych przegród, kanałów wentylacyjnych w suficie oraz wentylacji wymuszonej na wysokość warstwy dymu oraz czasu aktywacji detektorów.
- c) Wyznaczanie temperatury sufitu w funkcji grubości i temperatury górnej warstwy dymu oraz promienistej odległości od płomienia, z istnieniem lub bez wyciągu wentylacyjnego w suficie oraz wymuszonej wentylacji.
- d) Wyznaczanie maksymalnej temperatury i prędkości strumienia ognia w kierunku sufitu w funkcji wysokości górnej warstwy dymu oraz promienistej odległości od płomienia. Wyciąg wentylacyjny w suficie oraz wentylacja wymuszona może być uwzględniona.

5.15.2 *Kwestie do oceny*

Metodologia obliczeń

- Zastosowane formuły: wyjaśnione w Poradniku Użytkownika.
- Założenia:
 - Rzut pomieszczenia jest prostokątem.
 - JET zawiera model dwustrefowy, gdzie w każdej strefie temperatura i gęstość są stałe w całej objętości. Temperatura i gęstość górnej warstwy odpowiada za wzrost pożaru, podczas gdy dolna warstwa pozostaje w temperaturze pokojowej oraz o normalnym ciśnieniu. Strumień ognia skierowany na sufit rozchodzi się wzdłuż jego płaskiej powierzchni.
 - Ogień charakteryzuje szybkość uwalniania ciepła (RHR) zależna od czasu, zależna od czasu frakcja promieniowania oraz stała lub zmienna średnica pożaru.
 - Płomienie nie dotykają sufitu, a pożar jest zawsze zlokalizowany w centrum pomieszczenia lub oddzielonej powierzchni.
- Ograniczenia:
 - Wpływ kanałów wentylacyjnych na lokalną temperaturę i prędkość strumienia na suficie jest pomijany.
 - Oparty na porównaniu z wynikami eksperymentów zawartych w Poradniku Użytkownika. Wyniki z JET zasadniczo pokrywają się z wynikami eksperymentów dla sufitów do 22 m wysokości. JET może działać prawidłowo również powyżej 22 m, ale nie istnieją wyniki eksperymentalne dla większych wysokości.

Dokumentacja

- Poradnik Użytkownika: “The Zone Fire Model JET: A Model for the Prediction of Detector Activation and Gas Temperature in the Presence of a Smoke Layer” National Institute of Standards and Technology, NISTIR 6324 (1999).
- Opis techniczny: “The Zone Fire Model JET: A Model for the Prediction of Detector Activation and Gas Temperature in the Presence of a Smoke Layer” National Institute of Standards and Technology, NISTIR 6324 (1999).
- Dostępne bezpłatnie na: <http://fire.nist.gov>. Aby uzyskać program oraz dokumentację, należy wybrać Fire Modelling Software Online.
- Artykuły i przykłady walidacyjne: porównanie z wynikami doświadczalnymi dostępne w Opisie technicznym.

Uwagi na temat użytkowania

- Interfejs: Windows
- Raport dane wejściowe/wyniki: wszystkie wyniki zapisywane są w pliku tekstowym.
- Grafika: brak grafiki dla wyników.

5.15.3 Konkluzje

- Sprawdzona metodologia obliczeń
- Pełna dokładna dokumentacja
- Przyjazny dla użytkownika
- Wymagany poziom wiedzy użytkownika: średni

REFERENCJE:

- [1] Olenick S. M. i Carpenter D. J., maj 2003, "An Updated International Survey of Computer Models for Fire and Smoke", *Journal of Fire Protection Engineering*, Vol. 13
- [2] Friedman R., 1992, "An International Survey of Computer Models for Fire and Smoke", *Journal of Fire Engineering* Vol. 4
- [3] Janssens M. L., 2002, "Evaluating Computer Fire Models", *Journal of Fire Protection Engineering*, Vol. 13
- [4] ASTM E 1355; ASTM E 1472; ASTM E 1591; ASTM E 1895
- [5] EC3 – Eurokod 3 część 1.2 (ENV 1993-1-2).
- [6] EC4 – Eurokod 4 część 1.1 (ENV 1994-1-1) oraz część 1.2 (ENV 1994-1-2).
- [7] Twilt L., Hass R., Klingsch W., Edwards M. i Dutta D., 1996, "Design Guide for Structural Hollow Section Columns Exposed to Fire", *CIDECT Design Guide 4*
- [8] Peacock R. D., Reneke P. A., Jones W. W., Bukowski R. W. i Forney G. P., 2000, "User's Guide for Fast: Engineering Tools for Stimating Fire Growth and Smoke Transport", NIST-SP-921
- [9] Portier R. W., Reneke P. A., Jones W. W i Peacock R. D., 1992, "User's Guide for Cfast Version 1.6", NISTIR-4985
- [10] Peacock R. D., Reneke P. A., Jones W. W. i Forney G. P., 2000, "Technical References for Cfast: An Engineering Tool for Stimating Fire Growth and Smoke Transport", NIST-TON-1431
- [11] Peacock R. D., Jones W. W. i Bukowski R. W., 1993, "Verification of a model of fire and smoke transport", *Fire Safety Jaournal* Vol. 21"
- [12] Deal S., 1990, "A review of four compartment fires with four compartment fire models", *Fire Safety Developments and Safety, Proceedings of the annual meeting of Fire Retardant Chemicals Association*
- [13] Duong D. Q., 1990, "The accuracy of Computer Fire models: some comparison with experimental data from Australia", *Fire safety Journal* Vol. 16
- [14] Davis W. D., Notarianni K. A. i McGrattan K.B., 1996, "Comparison of fire model predictions with experiments conducted in a hangar with a 15 m ceiling", NISTIR-5927
- [15] Cadorin J. F., Franssen J. M. i Pintea D., 2001, "The design Fire Tool Ozone V2.0 – Theoretical Opis and Validation On experimental Fire tests", *Rapport interne SPEC/2001_01 University of Liege*
- [16] Schleich J.-B., Cajot L. G., Pierre M., Joyeux D., Aurtenetxe G., Unanua J., Pustorino S., Heise F. J., Salomon R., Twilt L. i Van Oerle J., 2002, "Competitive steel buildings through natural fire safety concepts", *Final Report EUR 20360 EN*
- [17] Cadorin J. F., 2002, "On the application zone of Ozone V2", *Rapport interne N° M&S/2002-003 University of Liege*
- [18] Cadorin J. F., 2003, "Compartment fire models for structural engineering", *Doctoral Thesis of J. F. Cadorin, University of Liege*
- [19] Schleich 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. i Hostikka S., 2002, "Natural Fire Safety Concepts – Full Scale Tests, Implementation in the Eurocodes and Development of an user friendly design tool" *Final Report EUR 20580 EN*
- [20] McGrattan K. B., Forney G. P., Floyd J. E., Hostikka S. i Prasad K., 2002, "Fire Dynamics Simulator (Wersja 3) – User's Guide", NISTIR-6784
- [21] Forney G. P. i McGrattan K. B., 2003, "User's Guide for Smokeview Version 3.1 – A Tool for Visualizing Fire Dynamics Simulation Data", NISTIR-6980
- [22] McGrattan K. B., Baum H. R., Hamins A., Forney G. P., Floyd J. E., Hostikka S. i Prasad K., 2002, "Fire Dynamics Simulator (Wersja 3) – Technical Reference Guide", NISTIR-6783
- [23] Hurley M. J. i Madrzykowsky D., 2002, "Evaluation of the computer fire model DETECT-QS", *Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods, 4th International Conference. Proceedings*
- [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", NISTIR-6324

STRONG INTERNETOWE:

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.europofil.lu
www.fire.nist.gov
www.fire.org
www.firemodelsurvey.com
www.fpe.umd.edu/departement/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
www.fine.cz