

ANALIZY CFD W PROCESIE PROJEKTOWANIA SYSTEMÓW OCHRONY PRZECIWIPOŻAROWEJ

Paweł WRÓBEL*, Lesław DEC*, Jakub OKÓLSKI***, Łukasz OSTAPIUK****,
Paweł SULIK**, Tomasz DRZYMAŁA*

* Szkoła Główna Służby Pożarniczej, ul. Słowackiego 52/54, 01-629 Warszawa, e-mail: pwsfsp@o2.pl, t.drzymala@sgsp.edu.pl

** Instytut Techniki Budowlanej, ul. Ksawerów 21, 02-656 Warszawa, e-mail: p.sulik@itb.pl

*** Inżynier bezpieczeństwa pożarowego, e-mail: j.okolski@protect.pl

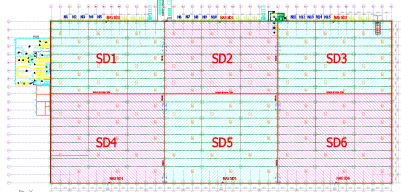
**** Inżynier bezpieczeństwa pożarowego, e-mail: l.ostapiuk@wp.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono wybrane przykłady wykorzystania analiz CFD w procesie projektowania systemów ochrony przeciwpożarowej w budynkach. Obecnie symulacje CFD wykorzystywane są najczęściej w związku z projektowaniem grawitacyjnych i mechanicznych systemów oddymiania. Przydatność tego typu analiz jest jednak znacznie większa, czego dowodem maja być przedstawione przykłady.

Słowa kluczowe: pożar, analizy CFD, symulacje pożaru, odporność ognia konstrukcji.

1. PRZYKŁAD 1. OCENA SKUTECZNOŚCI GRAWITACYJNEGO SYSTEMU ODDYMIANIA ZAPROJEKTOWANEGO WG. NFPA 204 [9]

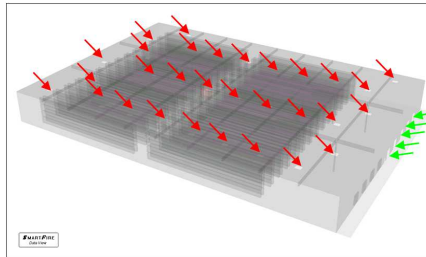
Przytoczony jako pierwszy przykład pokazuje możliwość wykorzystania analiz CFD przy projektowaniu systemów oddymiania grawitacyjnego obiektów wielokubaturowych. Przeprowadzona analiza miała na celu weryfikację rozwiązania, polegającego na rezygnacji z kurtyny dymowej dzielącej przestrzeń każdej z trzech stref pożarowych magazynu na dwie strefy dymowe.



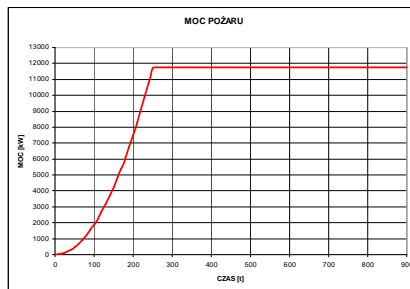
Rys. 1. Wymagany podział na strefy dymowe.



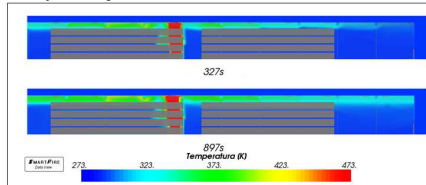
Rys. 2. Niestandardowe rozwiązanie podziału na strefy dymowe podlegające analizie.



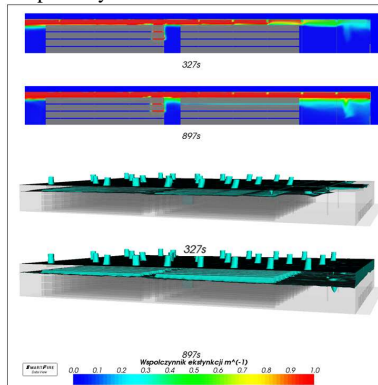
Rys. 3. Model 3D dla scenariusza z systemem oddymiania. (strzałki czerwone – oddymianie, strzałki zielone – napowietrzanie)



Rys. 4. Wartość mocy pożaru w czasie trwania symulacji.



Rys. 5. Wyniki symulacji dla kryterium temperatury.

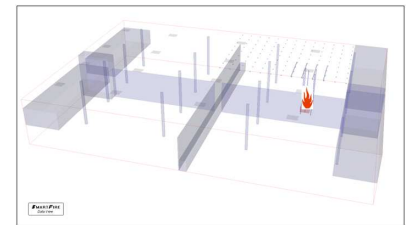


Rys. 6. Wyniki symulacji dla kryterium wysokości warstwy dymu oraz widoczności. Wartości 0,3 oraz 0,8 dla współczynnika

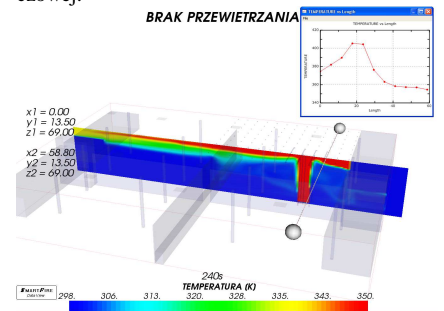
ekstynkcji światła odpowiadają zasięgowi widoczności dla elementów odbijających światło odpowiednio około 10m i 5m

2. ANALIZA PORÓWNAWCZA DOTYCZĄCA WSPÓLDZIAŁANIA INSTALACJI ODDYMIANIA ORAZ INSTALACJI TRYSKACZOWEJ W BUDYNKU MAGAZYNOWYM. [10]

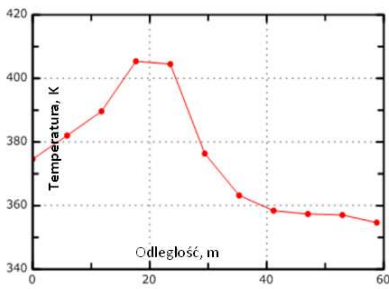
Kolejny przykład obrazujący przydatność analiz numerycznej mechaniki płynów w procesie projektowania dotyczy problemu współdziałania instalacji oddymiania oraz instalacji tryskaczowej w budynku magazynowym z wymaganą funkcją przewietrzania. Problem ten pojawia się coraz częściej, m.in. w związku z występowaniem wzajemnie wykluczających się zapisów w stosowanych na coraz większą skalę standardów NFPA 204 oraz NFPA 13.



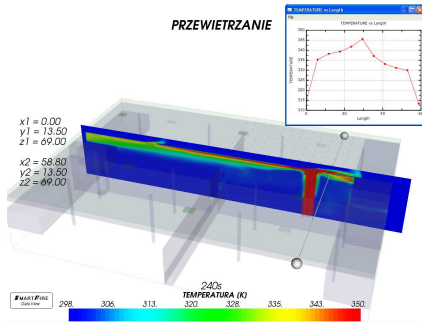
Rys. 7. Model 3D – analiza wpływu funkcji przewietrzania na działanie instalacji tryskaczowej.



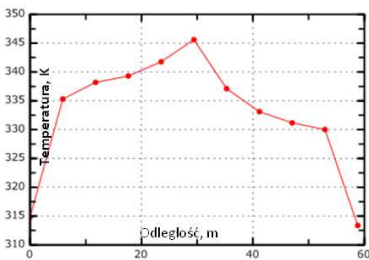
Rys. 8a. Brak przewietrzania. Temperatura w przekroju podłużnym przez źródło pożaru.



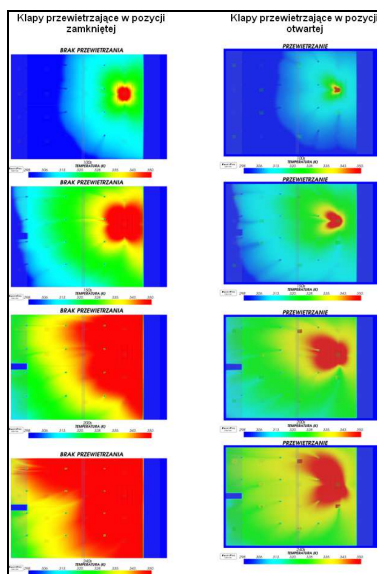
Rys. 8b. Brak przewietrzania. Temperatura na wysokości montażu tryskaczki wzdłuż linii pomiarowej widocznej na rys. 8a.



Rys. 9a. Przewietrzanie (System w trybie przewietrzania?). Temperatura w przekroju podłużnym przez źródło pożaru.
Fig. 9a. System in ventilation mode. A longitudinal section of temperature distribution by fire source.

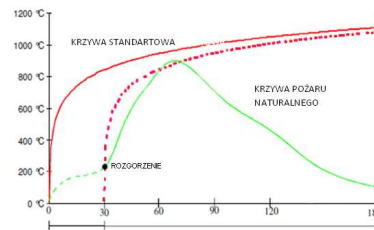


Rys. 9b. Przewietrzanie. Temperatura na wysokości montażu tryskaczki wzdłuż linii pomiarowej widocznej na rys. 9a.



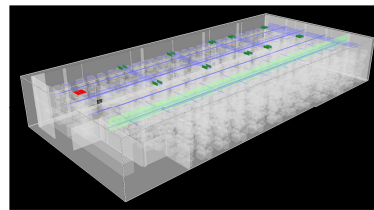
Rys. 10. Wyniki symulacji - porównanie temperatur w strefie podsufitowej.

3. PRZYKŁAD 3. ANALIZA ROZKŁADU TEMPERATUR NA POTRZEBY ODPORNOŚCI OGNIOWEJ STAŁOWYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCJI DACHU [11]

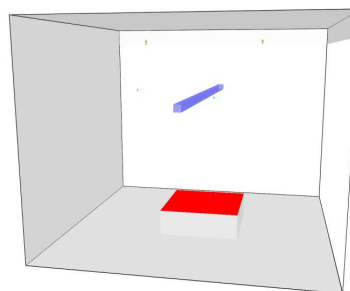


Rys. 11. Naturalne fazy rozwoju rzeczywistego w porównaniu z krzywą pożaru standardowego [2].

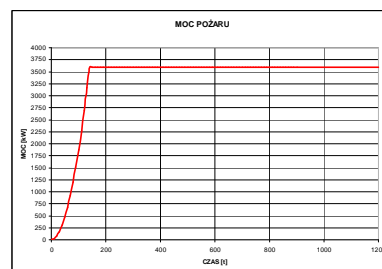
Ostatni prezentowany przykład stosowania symulacji obejmuje swoim zakresem dwa pierwsze etapy. Tym razem symulację CFD wykorzystano na potrzeby oceny możliwości rezygnacji z zabezpieczenia stalowej konstrukcji nośnej dachu w budynku magazynu z zachowaniem przez tę konstrukcję wymaganej odporności ogniowej R15, poprzez potwierdzenie, iż w wymaganym czasie nie zostanie przekroczone kryterium temperatury krytycznej wyznaczonej zgodnie z [7].



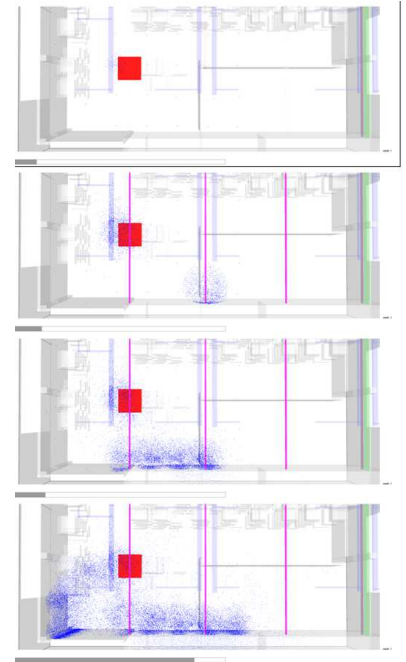
Rys. 12. Model 3D strefy dymowej magazynu będącej przedmiotem analizy.



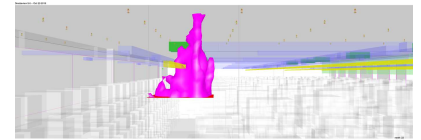
Rys. 13. Przykładowy „mały” model (kalibracyjny).



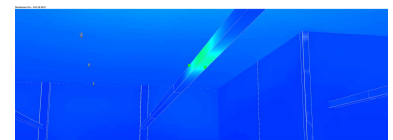
Rys. 15. Wykres mocy pożaru dla scenariusza pożaru w magazynie.



Rys. 16. Ilustracja ukazująca aktywację kolejnych tryskaczki. Pierwszy tryskacz aktywował się ponad pożarem, natomiast kolejne aktywowały się przy ścianach co związane jest z kumulacją ciepła.



Rys. 17. . Izopowierzchnia reprezentująca punkty o temperaturze 400 °C. Dolna belka kratownicowa znajduje się w zasięgu obszaru o temperaturze przekraczającej 400 oC.



Rys. 18. Odczyt temperatury z powierzchni elementu.

4. PODSUMOWANIE

Przedstawione przykłady pokazują szeroki zakres możliwości wykorzystania analiz numerycznej mechaniki płynów w procesie projektowania systemów w ochronie przeciwpożarowej. W najbliższym czasie można spodziewać się wzrostu wykorzystania symulacji w związku z możliwością projektowania konstrukcji na warunki pożarowe zgodnie z przytoczoną procedurą wynikającą z eurokodów. Należy jednak pamiętać, że w ślad za coraz większym stopniem szczegółowości i zaawansowania wykonywanych analiz numerycznych musi iść również kwalifikacje osób je wykonujących.