Akademia Pożarnicza w Warszawie
Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa i Ochrony Ludności
Karta przedmiotu 2027 -

semestr 9

# Teoria i modelowanie pożarów

Theory and modeling of fires

| | |
|---|---|
| profil | ogólnoakademicki |
| kierunek | inżynieria bezpieczeństwa |
| poziom | jednolite magisterskie |
| program | SM-K: jednolite studia magisterskie dla strażaków w służbie kandydackiej na kierunku inżynieria bezpieczeństwa |
| forma studiów | stacjonarne |
| ECTS | 3 |
| koordynator | dr inż. Anna Szajewska |

**forma zajęć: wykład**

| | |
|---|---|
| godzin | 15 |
| wymagania wstępne | Ma podstawową wiedzę z zakresu matematyki, fizyki, fizykochemii spalania i teorii pożarów niezbędną do zrozumienia problemów związanych z procesami modelowania pożarów. |
| cele | Podstawowym celem dydaktycznym jest zapoznanie studentów zarówno z teoretycznymi podstawami modelowania pożarów (wykład) i ich wykorzystaniem w konkretnych problemach obliczeniowych. |
| metody | Wykład – prezentacja multimedialna |
| praca własna | Studiowanie literatury i materiałów umieszczonych w Internecie. |
| literatura podst. | 1. Gałaj J., Materiały umieszczone w Internecie w formie prezentacji multimedialnych. 2. Gałaj J., Przykładowy zestaw testów umieszczony w Internecie. 3. Gałaj, J., Oleksy M., Przegląd hybrydowych modeli pożaru. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, vol. 32(4), 2013, s. 79-92. |
| literatura uzupeł. | 1. Quintiere J. G., Fundamentals of Enclosure Fire ”Zone” Models, J. of Fire Protection Engineering, 1, 3, s. 99-119, 1989. 2. Karlsson B., Quintiere J. G., Enclosure Fire Dynamics, CRC Press, New York, USA, 1995. 3. McGrattan K. B., Verification and Validation of Selected Fire Models for Nuclear Power Plant Applications. Volume 7 Fire Dynamics Simulator (FDS). NUREG-1824; EPRI 1011999; Volume 7; 205 p. May 2007. 4. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, NFPA, Massachusetts, 1992, 2008. 5. Drysdale D., An Introduction to Fire Dynamics, 3rd edition, John Wiley, New York, USA, 2011 6. Peacock R., Reneke P., Jones W., Forney G., CFAST – Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport (version 6) User’s Guide, Technical Reference, Software and Experimental Validation Guid NIST, 2009. 7. McGrattan K. B., Hostikka S., Floyd J. E., Baum H. R., Rehm R. G., Fire Dynamics Simulator (Version 5): Technical Reference Guide. NIST SP 1018; NIST Special Publication 1018-5; 2007. |

| treści | godziny |
|---|---|
| Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie do przedmiotu. Zasady zaliczenia. Powtórzenie ogólnych wiadomości na temat pożarów wewnętrznych. Parametry pożaru i ich wartości kryterialne. Metody obliczeniowe parametrów pożaru. Modele analityczne – wzory Alperta i Heskestada. Wprowadzenie do modeli strefowych i polowych. Parametry kolumny konwekcyjnej Zukoskiego. Obliczanie parametrów kolumn konwekcyjnych wg NFPA 92. Zasady zachowania masy i energii. | 2 |
| Podstawowe zależności stosowane w modelach analitycznych. Sposoby wyznaczania szybkości wydzielania ciepła, wysokości płomienia, powierzchni strefy spalania, temperatury w warstwie gorącej, położenia górnej warstwy, stężenia tlenu i tlenku węgla, zasięgu widzialności w dymie oraz charakterystycznych czasów trwania poszczególnych faz pożaru. | 2 |
| Założenia i ograniczenia modeli strefowych. Elementy modeli strefowych. Kolumna konwekcyjna McCaffreya i Heskestada. Przepływy przez otwory wentylacyjne. Podmodele wymiany ciepła. Wprowadzenie do programu CFAST. Założenia do programu. Model matematyczny. Dane wejściowe. Przykładowe okna modelu CFAST. | 2 |
| Wprowadzenie do modeli polowych rozwoju pożaru. Podstawowe równania zachowania masy, pędu i energii. Wybór modeli fizycznych procesu spalania, turbulencji oraz wymiany ciepła przez promieniowanie. Określenie właściwości materiałów, warunków początkowych i brzegowych. Przeprowadzanie obliczeń i analiza wyników. Dobór siatki obliczeniowej. Symulator dynamiki pożaru FDS. Ogólny algorytm tworzenia pliku wejściowego. Przykładowe okna z wynikami symulacji przy pomocy programu FDS. | 3 |
| Ogólne wprowadzenie do modeli hybrydowych. Przegląd dotychczas opracowanych na świecie modeli hybrydowych: program FAS 3D, model Chowa, model wielowarstwowy Suzuki i model mieszany strefowo-polowy Hua. Ocena poszczególnych modeli. Rozwój modeli hybrydowych. | 2 |
| Omówienie zastosowania modeli analitycznych, strefowych i polowych do wyznaczania podstawowych parametrów pożaru takich jak: szybkość wydzielania ciepła, temperatura i położenie warstwy gorącej, parametry strumienia podsufitowego, strumienie ciepła wymieniane na drodze promieniowania i konwekcji, stężenia produktów spalania i tlenu oraz ciśnienia w pomieszczeniu a także parametrów związanych z systemami wentylacji naturalnej i mechanicznej oraz aktywacją czujek i tryskaczy. Ogólne metody wyboru modelu pożaru | 2 |
| Metody weryfikacji modelu pożaru. Metody walidacji modelu pożaru. Niepewność danych wejściowych i margines bezpieczeństwa. Porównanie danych obliczeniowych i eksperymentalnych | 2 |

**forma zajęć: ćwiczenia**

| | |
|---|---|
| godzin | 30 |
| wymagania wstępne | Ma podstawową wiedzę z zakresu matematyki, fizyki, fizykochemii spalania i teorii pożarów niezbędną do zrozumienia problemów związanych z procesami modelowania pożarów. |
| cele | Podstawowym celem dydaktycznym jest poszerzenie wiedzy studentów na temat wymiany ciepła oraz zapoznanie studentów z teoretycznymi podstawami modelowania pożarów i ich wykorzystaniem w konkretnych problemach obliczeniowych. |
| metody | Prezentacja. Grupowe rozwiązywanie zadań. |
| praca własna | Studiowanie literatury, rozwiązywanie zadań. |
| literatura podst. | Gałaj, J., Oleksy M., Przegląd hybrydowych modeli pożaru. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, vol. 32(4), 2013, s. 79-92. Konecki M., Wpływ szybkości wydzielania ciepła i emisji dymu na rozwój pożaru w układzie pomieszczeń, wyd. SGSP, Warszawa 2007. |
| literatura uzupeł. | Quintiere J. G., Fundamentals of Enclosure Fire ”Zone” Models, J. of Fire Protection Engineering, 1, 3, s. 99-119, 1989. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, NFPA, Massach usetts, 1992, 2008. Drysdale D., An Introduction to Fire Dynamics, 3rd edition, John Wiley, New York, USA, 2007. |

| treści | godziny |
|---|---|
| Modele pożaru – analityczne i eksperymentalne. Pożary zlokalizowane. Obliczenia parametrów pożarów wewnętrznych w pomieszczeniach małych i dużych przestrzeniach. | 2 |
| Obliczanie parametrów pożaru. Modele analityczne – wzory Alperta i Heskestada. Modele strefowe i polowe. | 2 |
| Modelowanie rozwoju pożaru w pomieszczeniu. Obliczenia temperatury górnej warstwy, jej położenia w czasie pożaru. | 4 |
| Złożona wymiana ciepła – przewodzenie, promieniowanie, konwekcja, stany ustalone. Wymiana ciepła w środowisku pożaru wewnętrznego. | 8 |
| Wprowadzenie do przedmiotu. Powtórzenie wiadomości na temat wymiany ciepła, parametrów pożarów i ich wartości kryterialne. | 4 |
| Parametry kolumny konwekcyjnej Zukoskiego. Obliczanie parametrów kolumn konwekcyjnych. Zasady zachowania masy i energii. Modele strefowe i polowe. Strefa zadymienia – zmiany zasięgu widzialności w czasie trwania pożaru. Parametry strumienia podsufitowego, czas do uruchomienia czujki termicznej. | 6 |
| Fazy pożaru. Charakterystyka szybkości spalania i generacji ciepła w I, II fazie pożaru. Wymiana gazowa, strumienie produktów spalania i powietrza w otworze wentylacyjnym. | 2 |
| Sprawdzian | 2 |

**efekty przedmiotowe**

| lp | kkod | pkod | efekt przedmiotowy | weryfikacja |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 7W01 | 7W01-TePozMPoz1 | Zna i rozumie w pogłębionym stopniu fizyczne podstawy zjawisk związanych z rozwojem pożaru, w tym metody wyznaczania parametrów pożaru. Posiada zaawansowaną wiedzę na temat analitycznych, strefowych, polowych i probabilistycznych modeli pożaru. Zna metody weryfikacji i walidacji modeli. | Egzamin |
| 2 | 7U02 | 7U02-TePozMPoz1 | Potrafi obliczać parametry pożaru z wykorzystaniem metod analitycznych oraz z wykorzystaniem technik komputerowych. | Sprawdzian,Sprawozdania |
| 3 | 7U02 | 7U02-TePozMPoz2 | Potrafi przeprowadzać symulacje komputerowe, interpretować wyniki modelowania z uwzględnieniem przyjętych założeń i ograniczeń modeli. | Sprawdzian,Sprawozdania |

**efekty kierunkowe**

| lp | kkod | efekt kierunkowy |
|---|---|---|
| 1 | 7W01 | Zna i rozumie w pogłębionym stopniu zagadnienia w zakresie nauk ścisłych i innych obszarów nauki oraz dyscyplin inżynieryjno-technicznych, do których przyporządkowano kierunek |
| 2 | 7U02 | Potrafi formułować i testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi występującymi w praktyce inżynierii bezpieczeństwa, planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski |

LEGENDA

| | |
|---|---|
| kkod | kod efektu kierunkowego |
| pkod | kod efektu przedmiotowego |