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

# Teoria i modelowanie pożarów

Theory and modeling of fires

UWAGA: Sposób zaliczenia: Wykład: Zaliczenie na podstawie obecności na zajęciach. Student oceniany jest według ogólnej skali ocen. Egzamin podsumowujący efekty wiedzy i umiejętności uzyskane w czasie wykładu i poszerzone oraz uzupełnione w trakcie ćwiczeń rachunkowych i laboratoryjnych. Egzamin ma formę testu komputerowego trwającego 30 minut i składającego się z 60 pytań, w tym pytania teoretyczne obejmujące materiał z wykładu i pytania praktyczne obejmujące materiał z ćwiczeń audytoryjnych i laboratoryjnych. Skala ocen jest następująca: od 51% do 60% - 3; od 61% do 70% - 3,5; od 71% do 80% - 4; od 81% - 90% - 4,5; od 91% - 5.

| | |
|---|---|
| profil | ogólnoakademicki |
| kierunek | inżynieria bezpieczeństwa |
| poziom | jednolite magisterskie |
| program | SM-K: jednolite studia magisterskie dla strażaków w służbie kandydackiej na kierunku inżynieria bezpieczeństwa |
| semestr | 9 |
| forma studiów | stacjonarne |
| ECTS | 3 |
| koordynator | dr inż. Anna Szajewska |

## 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 | Rozwiązywanie zadań przez studentów. |
| 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. 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. |
| literatura uzupeł. | Quintiere J. G., Fundamentals of Enclosure Fire ”Zone” Models, J. of Fire Protection Engineering, 1, 3, s. 99-119, 1989. |

| | |
|---|---|
| weryfikacja efektów | Sprawdzian |

| treści | efekty | godziny |
|---|---|---|
| Modele pożaru – analityczne i eksperymentalne. Pożary zlokalizowane. Obliczenia parametrów pożarów wewnętrznych w pomieszczeniach małych i dużych przestrzeniach. | K01,U23,W03 | 2 |
| Obliczanie parametrów pożaru. Modele analityczne – wzory Alperta i Heskestada. Modele strefowe i polowe. | K01,U23 | 2 |
| Modelowanie rozwoju pożaru w pomieszczeniu. Obliczenia temperatury górnej warstwy, jej położenia w czasie pożaru. | K01,U23 | 4 |
| Złożona wymiana ciepła – przewodzenie, promieniowanie, konwekcja, stany ustalone. Wymiana ciepła w środowisku pożaru wewnętrznego. | K01,U23,W03 | 8 |
| Wprowadzenie do przedmiotu. Powtórzenie wiadomości na temat wymiany ciepła, parametrów pożarów i ich wartości kryterialne. | K01,U23,W03 | 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. | K01,U23 | 6 |
| Fazy pożaru. Charakterystyka szybkości spalania i generacji ciepła w I, II fazie pożaru. Wymiana gazowa, strumienie produktów spalania i powietrza w otworze wentylacyjnym. | K01,U23 | 2 |
| Sprawdzian | K01,U23 | 2 |

# 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. | 8. Literatura uzupełniająca: 1. Quintiere J. G., Fundamentals of Fire Phenomena, John Wiley & Sons Ltd., 2006. 2. 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. 3. Konecki M., Wpływ szybkości wydzielania ciepła i emisji dymu na rozwój pożaru w układzie pomieszczeń, wyd. SGSP, Warszawa 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, NIST, December 2008. 7. Peacock R., Reneke P., Jones W., Forney G., CFAST – Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport (version 6) Technical Reference, NIST, April 2009. 8. Peacock R., Reneke P., Jones W., Forney G., CFAST – Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport (version 6) Software and Experimental Validation Guide, NIST , June 2009. 9. 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; October 2007. 10. McGrattan K. B., Klein B., Hostikka S., Floyd J. E., Fire Dynamics Simulator (Version 5): User's Guide. NIST SP 1019-5; NIST Special Publication 1019-5; 206 p., October 2007. |
| weryfikacja efektów | Egzamin |

| treści | efekty | 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. | W01,W09 | 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. | W01,W09 | 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. | W01,W09 | 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. | W01,W09 | 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. | W01,W09 | 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 | W01,W09 | 2 |
| Metody weryfikacji modelu pożaru. Metody walidacji modelu pożaru. Niepewność danych wejściowych i margines bezpieczeństwa. Porównanie danych obliczeniowych i eksperymentalnych | W01,W09 | 2 |

# realizowane efekty

| | |
|---|---|
| W01 | Zna i rozumie wybrane działy z matematyki, fizyki i chemii, mechaniki i wytrzymałości materiałów – niezbędne dla zrozumienia problemów związanych z inżynierią środowiska i inżynierią bezpieczeństwa i ich rozwiązywaniem |
| W03 | Zna i rozumie podstawowe zjawiska z zakresu termodynamiki i mechaniki płynów, umożliwiające zrozumienie problematyki wymiany ciepła i masy, a także z zakresu mechaniki i wytrzymałości materiałów, umożliwiające zrozumienie problematyki nauk technicznych |
| W04 | Zna i rozumie zagadnienia z zakresu stosowania podstawowych metod analitycznych, technik i narzędzi służących rozwiązywaniu zadań inżynierskich związanych z bezpieczeństwem konstrukcji, urządzeń i instalacji |
| W09 | Zna i rozumie zagadnienia z zakresu rozpoznawania i identyfikowania oraz przyczyn zjawisk niepożądanych w szczególności zagrożeń pożarowych, wybuchowych, zagrożeń związanych z awariami przemysłowymi i klęskami żywiołowymi oraz modeli rozprzestrzeniania się zagrożeń; a także zagadnień o sposobach zabezpieczenia przeciwpożarowego oraz sposobach i środkach gaszenia pożarów, a także likwidacji skażeń |
| W10 | Zna i rozumie zagadnienia w zakresie modeli rozwoju i rozprzestrzeniania się pożarów, wybuchów i dyspersji gazów |
| U02 | Potrafi stosować terminologię i język techniczny, korzystać z metod symulacyjnych, porozumiewać się z wykorzystaniem nowoczesnych technologii informacyjnych |
| U03 | Potrafi stosować podstawowe metody analityczne, techniki i narzędzia służące rozwiązywaniu zadań inżynierskich związanych z bezpieczeństwem konstrukcji, urządzeń i instalacji |
| U16 | Potrafi napisać sprawozdanie z przeprowadzonych działań |
| U21 | Potrafi korzystać z profesjonalnego oprogramowania, prowadzić badania, analizować, oceniać i porównywać alternatywne rozwiązania z zakresu inżynierii środowiska i inżynierii bezpieczeństwa |
| U22 | Potrafi proponować i optymalizować nowe rozwiązania oraz samodzielnie analizować problemy z zakresu inżynierii środowiska i inżynierii bezpieczeństwa |
| U23 | Potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne — w razie potrzeby odpowiednio je modyfikując — do analizy i rozwiązywania zadań z inżynierii środowiska i inżynierii bezpieczeństwa |
| U24 | Potrafi zaproponować ulepszenia (usprawnienia) istniejących rozwiązań technicznych stosowanych w inżynierii środowiska i inżynierii bezpieczeństwa |
| U25 | Potrafi formułować, symulować i testować hipotezy związane z zadaniami inżynierii bezpieczeństwa i prostymi problemami badawczymi występującymi w inżynierii środowiska i inżynierii bezpieczeństwa |
| U35 | Potrafi korzystać z modeli matematycznych i fizycznych rozwoju i rozprzestrzeniania się pożarów i wybuchów oraz dyspersji gazów |

| | |
|---|---|
| K01 | Jest gotów do opisu i interpretacji wyników prac własnych, odpowiedzialnej i rzetelniej analizy i oceny wyników prac własnych |