Akademia Pożarnicza w Warszawie
Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa i Ochrony Ludności
Karta przedmiotu 2026 - 2028

semestr 6

Podstawy modelowania pożarów

Fundamentals of fire modelling

profil	praktyczny
kierunek	bezpieczeństwo i higiena pracy
poziom	pierwszego stopnia
program	NP-BHP: studia niestacjonarne pierwszego stopnia na kierunku bezpieczeństwo i higiena pracy
forma studiów	niestacjonarne
ECTS	5
koordynator	mł. bryg. dr inż. Andrzej Krauze

forma zajęć: ćwiczenia projektowe

godzin	18
wymagania wstępne	Ma podstawową wiedzę z zakresu matematyki, fizyki, fizykochemii spalania oraz 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 jak i praktycznymi umiejętnościami posługiwania się wybranymi programami komputerowymi wykorzystującymi modele strefowe oraz polowe (ćwiczenia projektowe).
metody	Ćwiczenia projektowe - rozwiązywanie zadań oraz realizacja projektu obliczeniowego.
praca własna	Studiowanie literatury i materiałów umieszczonych w Internecie, zapoznanie się z instrukcjami obsługi programów CFAST i FDS dostępnymi w Internecie. Rozwiązywanie dostępnych w literaturze zadań, celem ugruntowania zdobytej wiedzy.
literatura podst.	1. Krauze A., Materiały umieszczone w Internecie w formie prezentacji multimedialnych. 2. Krauze A., Przykładowy zestaw testów umieszczony w Internecie. 3. Karlsson B., Quintiere J. G., Enclosure Fire Dynamics, CRC Press, New York, USA, 1995. 4. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, NFPA, Massachusetts, 2016. 5. Krauze, A., Fliszkiewicz, M., Maciak, T., 2013. Możliwości stosowania programów komputerowych w inżynierii bezpieczeństwa pożarowego. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza, Nr 1, s. 47–60.
literatura uzupeł.	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. Drysdale D., An Introduction to Fire Dynamics, 3rd edition, John Wiley, New York, USA, 2011 5. 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. 6. Peacock R., Reneke P., Jones W., Forney G., CFAST – Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport (version 6) Technical Reference, NIST, April 2009. 7. Peacock R., Reneke P., Jones W., Forney G., CFAST – Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport 8. McGrattan, K., Hostikka, S., Floyd, J., McDermott, R., Vanella, M., Mueller, E., 2024. Fire Dynamics Simulator Technical Reference Guide, Volume 1: Mathematical Model. U.S. Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology, Special Publication 1018-1, Gaithersburg.

treści	godziny
Wymiana ciepła, parametry pożaru. Złożona wymiana ciepła - przewodzenie, promieniowanie, konwekcja, stany ustalone. Wymiana ciepła w środowisku pożaru wewnętrznego. Moc pożaru. Wyznaczanie szybkości wydzielania ciepła.	2
Obliczanie parametrów pożaru. Modele analityczne - wzory Alperta i Heskestada. Obliczanie parametrów kolumn konwekcyjnych. Parametry kolumny konwekcyjnej Zukoskiego. Zasady zachowania masy i energii. Parametry strumienia podsufitowego. Czas do uruchomienia czujki termicznej.	2
Strefa zadymienia - zmiany zasięgu widzialności w czasie trwania pożaru. Wymiana gazowa, strumienie produktów spalania i powietrza w otworze wentylacyjnym.	2
Fazy pożaru. Charakterystyka szybkości spalania i generacji ciepła w I, II fazie pożaru. Określenie mocy pożaru i czasu do rozgorzenia. Modelowanie rozwoju pożaru w pomieszczeniu. Obliczenia temperatury górnej warstwy i jej położenia w czasie.	2
Modele pożaru - analityczne i eksperymentalne. Pożary zlokalizowane. Obliczenia parametrów pożarów wewnętrznych w pomieszczeniach małych i dużych przestrzeniach, warunki adiabatyczne i z wymianą ciepła.	2
Modelowanie deterministyczne (strefowe). Zastosowanie modeli. Programy do symulacji pożarów. Przykłady programów komputerowych opartych na prostych i złożonych modelach strefowych. Możliwości i ograniczenia modelowania strefowego.	2
Wprowadzenie do komputerowego modelowania pożaru. Model strefowy pożaru - CFAST. Wykorzystanie deterministycznego modelowania matematycznego pożarów do identyfikacji stopnia zagrożenia ludzi podczas pożaru. Przykłady zastosowań. Nieliniowe modelowanie pożaru. Określenie obszarów krytycznych ze względu na kumulację ciepła, dymu i toksyczności.	2
Wprowadzenie do metody CFD. Równanie ciągłości, równanie ruchu Naviera-Stokesa i zasada zachowania pędu. Modelowanie turbulencji. Submodele spalania i promieniowania Zaawansowane modele pożaru.	2
Model polowy pożaru - FDS. Analiza skuteczności wentylacji pożarowej z wykorzystaniem polowego modelu pożaru – CFD.	2

forma zajęć: wykład

godzin	9
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 jak i praktycznymi umiejętnościami posługiwania się wybranymi programami komputerowymi wykorzystującymi modele strefowe i polowe (ćwiczenia projektowe).
metody	Prezentacja multimedialna
praca własna	Studiowanie literatury i materiałów umieszczonych w Internecie, zapoznanie się z instrukcjami obsługi programów CFAST i FDS dostępne w Internecie. Rozwiązywanie dostępnych w literaturze zadań celem ugruntowania zdobytej wiedzy.
literatura podst.	1. Gałaj J., Materiały umieszczone w Internecie w formie prezentacji multimedialnych. 2. Gałaj J., Przykładowy zestaw testów umieszczony w Internecie. 3. Materiały dydaktyczne z przedmiotu „Laboratorium z modelowania pożarów”, SGSP, Warszawa 2012. 4. 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 Fire Phenomena, John Wiley & Sons Ltd., 2006. 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. Konecki M., Wpływ szybkości wydzielania ciepła i emisji dymu na rozwój pożaru w układzie pomieszczeń, wyd. SGSP, Warszawa 2007. 5. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, NFPA, Massachusetts, 1992, 2008. 6. Drysdale D., An Introduction to Fire Dynamics, 3rd edition, John Wiley, New York, USA, 2011 7. 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. 8. Peacock R., Reneke P., Jones W., Forney G., CFAST – Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport (version 6) Technical Reference, NIST, April 2009. 9. Peacock R., Reneke P., Jones W., Forney G., CFAST – Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport

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.	1
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.	1
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.	2
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.	1
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.	0
Metody weryfikacji modelu pożaru. Metody walidacji modelu pożaru. Niepewność danych wejściowych i margines bezpieczeństwa. Porównanie danych obliczeniowych i eksperymentalnych	1
Test zaliczeniowy.	1