Akademia Pożarnicza w Warszawie
Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa i Ochrony Ludności
Karta przedmiotu 2025 -

semestr 5

Teoria i modelowanie pożarów

Theory and modeling of fires

UWAGA: 9. Sposób zaliczenia: Wykład: Zaliczenie. Student oceniany jest według ogólnej skali ocen. Ćwiczenia laboratoryjne: Zaliczenie na podstawie frekwencji oraz średniej z ocen uzyskanych z testów wiedzy. Egzamin: 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 30 pytań teoretycznych obejmujących materiał z wykładu i po 15 pytań praktycznych obejmujących materiał z ćwiczeń audytoryjnych i laboratoryjnych. Skala ocen jest następująca: od 51% do 65% - 3; od 66% do 70% - 3,5; od 71% do 80% - 4; od 81% - 90% - 4,5; od 91% - 5.

profil	ogólnoakademicki
kierunek	inżynieria bezpieczeństwa
poziom	pierwszego stopnia
program	SP-IB: studia stacjonarne pierwszego stopnia na kierunku inżynieria bezpieczeństwa
forma studiów	stacjonarne
ECTS	2
koordynator	dr inż. Anna Szajewska

forma zajęć: wykład

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 zapoznanie studentów zarówno z teoretycznymi podstawami modelowania pożarów (wykład) i ich wykorzystaniem w konkretnych problemach obliczeniowych (ćwiczenia) jak i praktycznymi umiejętnościami posługiwania się wybranymi programami komputerowymi wykorzystującymi modele strefowe i polowe (laboratorium)
metody	Wykład – prezentacja multimedialna. Ćwiczenia – polegają na grupowym rozwiązywaniu zadań rachunkowych w oparciu o metody analityczne. Laboratoria – zajęcia komputerowe związane z obliczeniami analitycznymi pożarów, a także praktycznym wykorzystaniem programów FPETool (ASET), CFAST oraz FDS.
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.	Konecki M., Wpływ szybkości wydzielania ciepła i emisji dymu na rozwój pożaru w układzie pomieszczeń, 2. wyd. SGSP, Warszawa 2007. Krasuski A. (red. nauk.), Krauze A., Dorsz A., Zugaj M., Łącki W., Zawrotniak A., 2024. Wytyczne weryfikacji instalacji wentylacji strumieniowej garaży zamkniętych za pomocą symulacji CFD. Akademia Pożarnicza, Warszawa. Krauze A., Krasuski A., 2020. Symulacje komputerowe z wykorzystaniem zaawansowanych modeli numerycznych pirolizy i gaszenia wodą = Computer Simulations Using Complex Numerical Pyrolysis and Suppression Models. Zeszyty Naukowe SGSP, 2020, nr 74, s. 7–26.
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. 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 (version 6) Software and Experimental Validation Guide, NIST , June 2009. 10. 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. 8. Literatura uzupełniająca: 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. 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 (version 6) Software and Experimental Validation Guide, NIST , June 2009. 10. 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. 11. 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.

treści	godziny
Teoria pożarów w inżynierii bezpieczeństwa pożarowego. Definicje takich pojęć jak: nisko- i wysokotemperaturowe środowisko pożaru, cechy pożarowe materiałów, parametry stanu pożaru. Mechanizmy wymiany ciepła w środowisku pożaru wewnętrznego – przewodzenie, promieniowanie, konwekcja, określanie strumieni ciepła i rozkładu temperatury. Prawo Bernoulliego. Ruch gazów w warunkach pożaru w budynku. Określanie różnic ciśnień hydrostatycznych i prędkości gazów. Podstawowe mechanizmy rozprzestrzeniania się dymu w budynku - ciągi kominowe, oddziaływanie wiatru.	5
Parametry (cechy) pożarowe materiałów. Masowa szybkość spalania i właściwa masowa szybkość spalania. Zależność właściwej masowej szybkości spalania od czasu dla pożaru w pomieszczeniu i na otwartej przestrzeni. Wpływ masowej szybkości spalania na szybkość zwęglania drewna. Podstawowe równanie rozprzestrzeniania płomienia po materiałach. Bezwładność cieplna materiałów a dynamika pożaru. Powierzchnia pożaru a powierzchnia spalania. Moc (szybkość wydzielania ciepła, HRR) pożaru i gęstość mocy pożaru. Metody określania HRR. Przykłady przebiegu mocy pożaru w czasie – meble. Klasyfikacja pożarów wg ISO. Pożar „t2”. Wpływ działań gaśniczych na moc pożaru.	5
Struktura pożaru w pomieszczeniu. Definicje stref pożaru. Czynniki zagrożenia pożarem związane ze strefami pożaru. Strefa spalania – średnia wysokość płomienia, ugięcie płomienia pod stropem pomieszczenia. Charakterystyka osiowosymetrycznej kolumny konwekcyjnej ognia. Oddziaływanie kolumny konwekcyjnej z granicami pomieszczenia – parametry strumienia podsufitowego. Czas do uruchomienia czujki termicznej. Strefa oddziaływania promieniowania cieplnego – model strumienia promieniowania od płomienia. Strefa zadymienia. Zmiany zasięgu widzialności w czasu trwania pożaru.	5
Zmiany stężeń gazów (tlen, tlenek węgla, cyjanowodór) w czasie pożaru pomieszczenia. Wymiana gazowa w pomieszczeniu z dwoma małymi otworami i otworem drzwiowym – określanie strumieni gazów wypływających i powietrza wpływającego do pomieszczenia. Wymiana gazowa w pomieszczeniu w czasie pożaru do momentu ugaszenia.	5
Podstawowe warunki przejścia spalania w fazę rozwoju pożaru (I faza). Przebieg rozwoju pożaru w pomieszczeniu. Fazy pożaru. Charakterystyka szybkości spalania i generacji ciepła w czasie pożaru. Pożar kontrolowany przez paliwo, pożar kontrolowany przez wentylację. Wpływ różnych czynników na dynamikę pożaru. Szybkość wydzielania ciepła w fazie I, II fazie pożaru oraz w otworze wentylacyjnym pomieszczenia. Emisje produktów spalania. Zasady zachowania masy, składnika i energii.	4
Zjawiska nieliniowe pożaru wewnętrznego – rozgorzenie (flashover) i ciąg wsteczny płomieni (backdraft). Symptomy, mechanizmy i zagrożenia od rozgorzenia i ciągu wstecznego płomieni. Przykłady pożarów rzeczywistych z tymi efektami – analiza przebiegu. Wpływ zmian wentylacji i gaszenia na moc pożarów słabo wentylowanych. Sposoby niedopuszczenia do rozgorzenia i ciągu wstecznego płomieni a także uniknięcia skutków tych efektów. Podobieństwa i różnice między obu efektami.	3
Teoria naukowa a modelowanie. Podział modeli pożaru, definicje i cele modelowania. Modele fizyczne i matematyczne. Modelowanie deterministyczne – strefowe i polowe. Założenia i przykłady analitycznych modeli pożaru. Podstawy modelowania strefowego pożaru – założenia, układ równań modelu. Programy komputerowe oparte na modelach strefowych (ASET, CFAST). Przykłady zastosowań modelowania do obliczeń parametrów pożaru.	2
Sprwdzian	1

efekty przedmiotowe

lp	kkod	pkod	efekt przedmiotowy	weryfikacja
1	6W01	6W01-TePozMPoz1	Zna i rozumie czym jest model kolumny konwekcyjnej doskonałej bazującej na podstawach termodynamiki, fizyki i matematyki.	Egzamin
2	6W02	6W02-TePozMPoz1	Zna i rozumie metody obliczania masowego przepływu dymu w kolumnie konwekcyjnej na podstawie zależności analitycznych.	Egzamin
3	6U01	6U01-TePozMPoz1	Potrafi omówić ideę projektowania wentylacji oddymiającej bazując na publikacjach zwartych oraz normach projektowych. Potrafi ocenić poprawność fizyczną funkcjonowania założeń wentylacji.	Egzamin
4	6U02	6U02-TePozMPoz1	Potrafi omówić zasadę działania modeli strefowych pożaru, użyć je oraz wskazać ograniczenia tych modeli w zakresie ich stosowania.	Egzamin
5	6K01	6K01-TePozMPoz1	Jest w stanie ocenić poprawność wyników symulacji rozwoju pożaru oraz dokonać ich weryfikacji za pomocą metod analitycznych oraz odnieść poprawność wyników do eksperymentów badawczych.	Egzamin

efekty kierunkowe

lp	kkod	efekt kierunkowy
1	6W01	Zna i rozumie w zaawansowanym stopniu zagadnienia w zakresie nauk ścisłych i innych obszarów nauki oraz dyscyplin inżynieryjno-technicznych, do których przyporządkowano kierunek
2	6W02	Zna i rozumie zagadnienia z zakresu stosowania podstawowych metod analitycznych, technik i narzędzi służących rozwiązywaniu zadań inżynierskich w inżynierii środowiska i inżynierii bezpieczeństwa
3	6U01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł, powiązywać z sobą, dokonywać ich krytycznej analizy i interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie
4	6U02	Potrafi stosować podstawowe metody symulacyjne i analityczne, techniki i narzędzia służące rozwiązywaniu zadań inżynierskich w zakresie kierunku studiów
5	6K01	Jest gotów do opisu i interpretacji wyników prac własnych, formułowania wniosków i opinii na temat zagadnień z zakresu kierunku studiów, w tym ich wpływu na środowisko społeczne

LEGENDA

kkod	kod efektu kierunkowego
pkod	kod efektu przedmiotowego