

Teoria i modelowanie pożarów

Theory and modeling of fires

UWAGA:

profil	ogólnoakademicki
kierunek	inżynieria bezpieczeństwa
poziom	jednolite magisterskie
program	SM-K: jednolite studia magisterskie dla strażaków w służbie kandydackiej na kierunku inżynieria bezpieczeństwa
semestr	5
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., Łacki 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. 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.
weryfikacja efektów	

treści	efekty	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 czasie 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 fazy 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

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 rzetelnej analizy i oceny wyników prac własnych