

Analiza ryzyka w procesach przemysłowych

Risk analysis in industrial processes

profil	ogólnoakademicki
kierunek	inżynieria bezpieczeństwa
poziom	jednolite magisterskie
program	SM-K: jednolite studia magisterskie dla strażaków w służbie kandydackiej na kierunku inżynieria bezpieczeństwa
semestr	8
forma studiów	stacjonarne
ECTS	5
koordynator	bryg. mgr inż. Grzegorz Ogrodnik

forma zajęć: ćwiczenia

godzin	30
wymagania wstępne	Wiedza zdobyta w ramach przedmiotów realizowanych podczas studiów w zakresie matematyki, fizyki, chemii, termodynamiki, podstaw spalania cieczy i gazów, kinetyki reakcji chemicznych, parametrów charakteryzujących właściwości palne cieczy i gazów oraz dyspersji par cieczy i gazów.
cele	Celem kształcenia jest zapoznanie z podstawowymi modelami i metodami obliczeniowymi wykorzystywanymi w analizach ryzyka w procesach przemysłowych, w analizach skutków zdarzeń niebezpiecznych, pożarów rozlewisk, pożarów strumieniowych, pożarów kulistych, wybuchów fizycznych typu BLEVE, wybuchów chemicznych chmur gazowo- i parowo-powietrznych, w tym zapoznanie z parametrami charakteryzującymi ww. zjawiska, takimi jak: nadciśnienie wybuchu, podciśnienie wybuchu, czas trwania fazy dodatniej i ujemnej wybuchu, impuls dodatni i ujemny wybuchu, ciśnienie dynamiczne wybuchu, natężenie promieniowania cieplnego i inne.
metody	Ćwiczenia audytoryjne (rachunkowe) polegające na indywidualnym i/lub grupowym rozwiązywaniu problemów (zadań) przy wykorzystaniu metod analitycznych bazujących na empirycznych modelach obliczeniowych opracowanych dla wybuchów VCE i BLEVE oraz pożarów kulistych, strumieniowych i pożarów rozlewisk. Prezentacja i uzasadnienie przyjętych założeń oraz uzyskanych wyników obliczeń. Dyskusja w grupie dotycząca uzyskanych wyników obliczeń oraz ocen.
praca własna	Studiowanie literatury. Rozwiązywanie problemów obliczeniowych. Przygotowanie do zaliczenia.

literatura podst.	1. Mieczysław Borysiewicz, Adam S. Markowski, „Kryteria akceptowalności ryzyka poważnych awarii przemysłowych”, CIOP-PIB, 2002, 2. Mieczysław Borysiewicz, Sławomir Potemski, Anna Wawrzyńczak, "Analiza ryzyka awarii instalacji przemysłowych stwarzających zagrożenie poza terenem zakładu", Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Centrum Analiz Zagrożeń MANHAZ, 2020, 3. Mieczysław Borysiewicz, Andrzej Furtek, Sławomir Potemski, „Poradnik metod ocen ryzyka związanego z niebezpiecznymi instalacjami procesowymi”, Instytut Energii Atomowej, 2000, 4. TNO Yellow Book, 2005. Methods for the calculation of physical effect, CPR 14E, 5. Van den Berg, A.C., 1985, The multi-energy method: a framework for vapor cloud explosion blast prediction, Journal of Hazardous Materials, 12, 1-10, 6. Guidelines for Vapor Cloud Explosion, Pressure Vessel Burst, BLEVE and Flash Fire Hazards, 2nd ed., CCPS, John Wiley & Sons, 2010, 7. Fernando D'íaz Alonso, Enrique González Ferradás, Juan Francisco Sánchez Pérez, Agustín Miñana Aznar, José Ruiz Gimeno, Jesús Martínez Alonso, Characteristic overpressure-impulse-distance curves for vapour cloud explosions using the TNO Multi-Energy model, Journal of Hazardous Materials A137 (2006) 734-741, 8. M.J. Tang, Q.A. Baker, A new set of blast curves from vapour cloud explosion, Process Safety Prog. 18 (3) (1999) 235-240, 9. Q.A. Baker, M.J. Tang, E.A. Scheier, G.J. Silva, Vapour cloud explosion analysis, Process Safety Prog. 15 (2) (1996) 106-109, 10. Arizal, Development of methodology for treating pressure waves from explosions accounting for modeling and data uncertainties, 2012, 11. A Review of the State-of-the-Art in Gas Explosion Modelling, HSL/2002/02, 12. Timothy A. Melton and Jeffrey D. Marx, Estimating Flame Speeds for Use with the BST Blast Curves, Wiley InterScience, 2008, 13. Q.A. Baker, C.M. Doolittle, G.A. Fitzgerald, and M.J. Tang, Recent developments in the Baker-Strehlow VCE analysis methodology, Process Saf. Progr. 17 (1998), 297-301, 14. A.J. Pierorazio, J.K. Thomas, Q.A. Baker, and D.E. Ketchum, An update to the Baker-Strehlow-Tang vapor cloud explosion prediction methodology flame speed table, Process Saf Progr 24 (2005), 59-65.
literatura uzupeł.	1. Domino Effects in the Process Industries, 1st ed., Elsevier, 2013, 2. Ulrich Hauptmanns, Prozess- und Anlagensicherheit, Heidelberg, 2013, 3. Bevi, Reference Manual Bevi Risk Assessments Version 3.1, National Institute of Public Health and Environment (RIVM), Centre for External Safety, the Netherlands, 2009, 4. Gilbert F. Kinney and Kenneth J. Graham, Explosive shocks in air, 2-nd edition, 1985, 5. Eggen, J.B.M.M., 1998, GAME: Development of guidance for the application of the multienergy method, TNO Prins Maurits Laboratory, ISBN 0717616517, 6. Werex, W.P.M., van den Berg, A.C. and van Leeuwen, D. 1998, Application of correlations to quantify the source strength of vapour cloud explosions in realistic situations, Final report the project: 'GAMES'. TNO report PML 1998-C53, 7. Van den Berg, A.C. and Mos, A.L., 2002, "RIGOS The Critical Separation Distance", TNO PML 2002-C50, Rijswijk, NL, 8. A.C. van den Berg and A.L. Mos, Research to improve guidance on separation distance for the multi-energy method (RIGOS), HSE Research Report 369, 2005.
weryfikacja efektów	

treści	efekty	godziny
Wybrane modele i metody obliczeniowe stosowane w ilościowych analizach ryzyka. Wprowadzenie.		2
Modele pożarów rozlewisk. Obliczanie parametrów pożaru rozlewiska cieczy palnej. Zastosowanie modelu źródła punktowego i modelu źródła powierzchniowego.		2
Modele pożarów kulistych. Obliczanie parametrów pożaru kulistego. Zastosowanie modelu statycznego i modelu dynamicznego.		4
Modele pożarów strumieniowych. Obliczanie parametrów pożaru strumieniowego. Zastosowanie modelu Chamberlain'a.		2
Wybuchy typu BLEVE. Obliczanie parametrów wybuchu fizycznego zbiornika.		4
Wybuchy chemiczne. Modele wybuchów chmur parowo-powietrznych. Obliczanie parametrów wybuchu. Zastosowanie metod TNT, BST, MEM.		10

Zastosowanie funkcji probitowych do oceny skutków uwolnień substancji niebezpiecznych, pożarów, wybuchów.		2
Wyznaczanie krzywych F-N dla wybranych kombinacji scenariuszy zdarzeń awaryjnych.		2
Sprawdzian (kolokwium zaliczeniowe).		2

forma zajęć: wykład

godzin	30
wymagania wstępne	Wiedza zdobyta w ramach przedmiotów realizowanych podczas studiów - semestr I do VI - m. in. w zakresie matematyki, fizyki, chemii, termodynamiki, rysunku technicznego, grafiki inżynierskiej, fizykochemii spalania, podstaw konstrukcji maszyn, elektrotechniki i elektroniki, technicznych systemów zabezpieczeń
cele	Zapoznanie studentów z metodyką wykonywania analiz oraz wybranymi metodami analiz zagrożeń i ryzyka z nim związanego. Przygotowanie studentów do przeprowadzania analizy i oceny ryzyka pożarowo - wybuchowego, w tym pozyskiwania, zbierania niezbędnych informacji (danych do analizy), przetwarzania, analizowania i wykorzystywania informacji do celów analizy, realizacji poszczególnych etapów analizy oraz właściwego jej dokumentowania. Wykształcenie podstawowych umiejętności w zakresie doboru odpowiednich technicznych i organizacyjnych środków ochrony z uwzględnieniem występującego poziomu ryzyka.
metody	wykład - prezentacja multimedialna, dyskusja ze studentami nt. wybranych zagadnień
praca własna	studiowanie literatury, wyszukiwanie, zbieranie i analiza danych
literatura podst.	1. Mieczysław Borysiewicz, Adam S. Markowski, „Kryteria akceptowalności ryzyka poważnych awarii przemysłowych”, CIOP-PIB, 2002, 2. Mieczysław Borysiewicz, Sławomir Potemski, Anna Wawrzyńczak, "Analiza ryzyka awarii instalacji przemysłowych stwarzających zagrożenie poza terenem zakładu", Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Centrum Analiz Zagrożeń MANHAZ, 2020, 3. Mieczysław Borysiewicz, Andrzej Furtek, Sławomir Potemski, „Poradnik metod ocen ryzyka związanego z niebezpiecznymi instalacjami procesowymi”, Instytut Energii Atomowej, 2000, 4. TNO Yellow Book, 2005. Methods for the calculation of physical effect, CPR 14E, 5. Van den Berg, A.C., 1985, The multi-energy method: a framework for vapor cloud explosion blast prediction, Journal of Hazardous Materials, 12, 1-10, 6. Guidelines for Vapor Cloud Explosion, Pressure Vessel Burst, BLEVE and Flash Fire Hazards, 2nd ed., CCPS, John Wiley & Sons, 2010, 7. Fernando D'íaz Alonso, Enrique González Ferradás, Juan Francisco Sánchez Pérez, Agustín Miñana Aznar, José Ruiz Gimeno, Jesús Martínez Alonso, Characteristic overpressure-impulse-distance curves for vapour cloud explosions using the TNO Multi-Energy model, Journal of Hazardous Materials A137 (2006) 734-741, 8. M.J. Tang, Q.A. Baker, A new set of blast curves from vapour cloud explosion, Process Safety Prog. 18 (3) (1999) 235-240, 9. Q.A. Baker, M.J. Tang, E.A. Scheier, G.J. Silva, Vapour cloud explosion analysis, Process Safety Prog. 15 (2) (1996) 106-109, 10. Arizal, Development of methodology for treating pressure waves from explosions accounting for modeling and data uncertainties, 2012, 11. A Review of the State-of-the-Art in Gas Explosion Modelling, HSL/2002/02, 12. Timothy A. Melton and Jeffrey D. Marx, Estimating Flame Speeds for Use with the BST Blast Curves, Wiley InterScience, 2008, 13. Q.A. Baker, C.M. Doolittle, G.A. Fitzgerald, and M.J. Tang, Recent developments in the Baker-Strehlow VCE analysis methodology, Process Saf. Progr. 17 (1998), 297-301, 14. A.J. Pierorazio, J.K. Thomas, Q.A. Baker, and D.E. Ketchum, An update to the Baker-Strehlow-Tang vapor cloud explosion prediction methodology flame speed table, Process Saf Progr 24 (2005), 59-65. 15. Obowiązujące akty prawne, normy techniczne, standardy, wytyczne branżowe.

literatura uzupeł.	1. Domino Effects in the Process Industries, 1st ed., Elsevier, 2013, 2. Ulrich Hauptmanns, Prozess- und Anlagensicherheit, Heidelberg, 2013, 3. Bevi, Reference Manual Bevi Risk Assessments Version 3.1, National Institute of Public Health and Environment (RIVM), Centre for External Safety, the Netherlands, 2009, 4. Gilbert F. Kinney and Kenneth J. Graham, Explosive shocks in air, 2-nd edition, 1985, 5. Eggen, J.B.M.M., 1998, GAME: Development of guidance for the application of the multienergy method, TNO Prins Maurits Laboratory, ISBN 0717616517, 6. Werex, W.P.M., van den Berg, A.C. and van Leeuwen, D. 1998, Application of correlations to quantify the source strength of vapour cloud explosions in realistic situations, Final report the project: 'GAMES'. TNO report PML 1998-C53, 7. Van den Berg, A.C. and Mos, A.L. , 2002, "RIGOS The Critical Separation Distance", TNO PML 2002-C50, Rijswijk, NL, 8. A.C. van den Berg and A.L. Mos, Research to improve guidance on separation distance for the multi-energy method (RIGOS), HSE Research Report 369, 2005.
weryfikacja efektów	

treści	efekty	godziny
Unormowania formalno-prawne w zakresie analizy i oceny ryzyka w aspekcie zagrożeń pożarowo-wybuchowych (Kodeks Pracy, Dyrektywy Seveso i ATEX, przepisy przeciwpożarowe). Ogólne zasady bezpieczeństwa.		2
Fazy katastrofy. Fazowy model awarii technicznych. Fazowy model katastrof naturalnych.		2
Źródła zagrożeń. Zagrożenia pożarowo-wybuchowe występujące w przemyśle. Charakterystyka właściwości palnych surowców, produktów i odpadów jako wskaźnik zagrożenia pożarem i wybuchem.		2
Zagrożenia bezpieczeństwa powstające w wyniku eksploatacji, uszkodzenia lub niewłaściwej obsługi urządzeń z palnymi substancjami – powstawanie atmosfer palnych i wybuchowych wewnątrz i w otoczeniu urządzeń technologicznych, w normalnych i awaryjnych warunkach pracy. Procesy prowadzące do uszkodzeń i awarii urządzeń technologicznych. Źródła zapłonu w procesach technologicznych.		2
Źródła informacji (bazy danych). Lekcje z historii. Zapobieganie i ochrona przed zagrożeniami procesowymi.		4
Ryzyko. Pojęcie ryzyka, wskaźniki ryzyka. Kryteria akceptacji ryzyka zawodowego i procesowego. Analiza, ocena i kontrola ryzyka. Jakościowe, półilościowe i ilościowe metody analizy ryzyka. Przegląd metod identyfikacji zagrożeń.		6
Wprowadzenie do metod analizy zagrożeń. Metody PHA (Wstępna Analiza Zagrożeń), Przeglądu Stanu Bezpieczeństwa, Kontrolnych, F&EI (Indeks Pożarowo-Wybuchowy), CEI (Indeks Zagrożenia Chemicznego), „Co, Jeżeli”, Hazop, FTA (Analiza Drzewa Błędów), ETA (Analiza Drzewa Zdarzeń), AWZ (Analiza Warstw Zabezpieczeń), ExAWZ, itp.		10
Metody tworzenia scenariuszy wypadkowych i awaryjnych. Zastosowania praktyczne.		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
W02	Zna i rozumie wybrane działy z matematyki, obejmujące analizowanie i interpretację danych statystycznych oraz narzędzi statystycznych, elementy programowania matematycznego, grafów, sieci, teorii gier i zbiorów rozmytych oraz metod matematycznych podejmowania decyzji

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
W06	Zna i rozumie zagadnienia z zakresu identyfikacji, analizy, oceny i hierarchizacji ryzyka w inżynierii środowiska i inżynierii bezpieczeństwa, analizy niezawodności i skuteczności elementów systemów bezpieczeństwa
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
W11	Zna i rozumie zagadnienia dotyczące przyczyn powstawania zagrożeń, niebezpiecznych zdarzeń i ich analizowania z uwzględnieniem wskaźników ekonomicznych, społecznych i profilaktycznych bezpieczeństwa
W12	Zna i rozumie zagadnienia z zakresu budowy i działania technicznych systemów zabezpieczeń obiektów, obszarów i infrastruktury technicznej oraz infrastruktury krytycznej, a także wiedzę o materiałach i zasadach ich doboru do zastosowań technicznych
W25	Zna i rozumie zagadnienia w zakresie prawa krajowego i międzynarodowego dotyczącą ochrony ludności, zarządzania i reagowania kryzysowego, działań ratowniczych, ochrony przeciwpożarowej, ochrony środowiska, współpracy z administracją publiczną oraz międzynarodowej współpracy ratowniczej
U01	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
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
U04	Potrafi wykonywać analizy bezpieczeństwa i ryzyka oraz w oparciu o nie zarządzać bezpieczeństwem i ryzykiem
U05	Potrafi kontrolować przestrzeganie przepisów i zasad bezpieczeństwa, w tym kontrolować warunki pracy i standardy bezpieczeństwa
U07	Potrafi opracować dokumentację związane z planami i organizacją działań ratowniczych, operacyjno-technicznym zabezpieczeniem terenu i obiektów, organizacją szkoleń i ćwiczeń, a także identyfikować systemy bezpieczeństwa technicznego obiektów, obszarów i infrastruktury krytycznej
U08	Potrafi prowadzić badania okoliczności pożarów, awarii i wypadków
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
U29	Potrafi analizować i interpretować dane statystyczne, używać metod, narzędzi statystyki i wnioskować statystycznie
U30	Potrafi identyfikować parametry systemów bezpieczeństwa, ich projektowania, testowania, wdrażania i potrafi przeprowadzić kontroling systemów bezpieczeństwa
U31	Potrafi pozyskiwać, aktualizować dane SIP i wykorzystywać dane SIP/GIS 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
K02	Jest gotów do formułowania wniosków i opinii na temat zagadnień z zakresu inżynierii środowiska i inżynierii bezpieczeństwa oraz komunikatywnego ich przekazania w sposób powszechnie zrozumiały