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

semestr 8

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
forma studiów	stacjonarne
ECTS	5
koordynator	bryg. mgr inż. Grzegorz Ogrodnik

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 Potempski, Anna Wawrzyńczak, "Analiza ryzyka awarii instalacji przemysłowych stwarzających zagrożenie poza terenem zakładu", Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Centrum Analiz Zagrożeń MANHAZ, 2020, 3. Mieczysław Borysewicz, Andrzej Furtek, Sławomir Potempski, „Poradnik metod ocen ryzyka związanego z niebezpiecznymi instalacjami procesowymi”, Instytut Energi 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´ıaz Alonso , Enrique Gonz´alez Ferrad´as, Juan Francisco S´anchez P´erez, Agust´ın Mi˜nana Aznar, Jos´e Ruiz Gimenoa, Jes´us Mart´ınez 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 Leeuven, 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.

treści	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

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 Potempski, Anna Wawrzyńczak, "Analiza ryzyka awarii instalacji przemysłowych stwarzających zagrożenie poza terenem zakładu", Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Centrum Analiz Zagrożeń MANHAZ, 2020, 3. Mieczysław Borysewicz, Andrzej Furtek, Sławomir Potempski, „Poradnik metod ocen ryzyka związanego z niebezpiecznymi instalacjami procesowymi", Instytut Energi 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´ıaz Alonso , Enrique Gonz´alez Ferrad´as, Juan Francisco S´anchez P´erez, Agust´ın Mi˜nana Aznar, Jos´e Ruiz Gimenoa, Jes´us Mart´ınez 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 Leeuven, 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.

treści	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

efekty przedmiotowe

lp	kkod	pkod	efekt przedmiotowy	weryfikacja
1	7W04	7W04-AnRyzwPP1	Zna i rozumie w pogłębionym stopniu zagadnienia związane z identyfikacją, analizą i oceną zagrożeń związanych z uwolnieniami substancji niebezpiecznych, w tym z zagrożeniami natury pożarowej i wybuchowej. Bardzo dobrze zna i rozumie metody i narzędzia wykorzystywane w ilościowych analizach ryzyka w procesach przemysłowych.	Egzamin,Prezentacja,Sprawdzian
2	7U01	7U01-AnRyzwPP1	Potrafi identyfikować kluczowe czynniki wpływające na przebieg zdarzeń niepożądanych, w tym pożarów i wybuchów. Potrafi właściwie dobrać metody i narzędzia analityczne, zdefiniować kluczowe założenia, określić dane wejściowe oraz wykonać obliczenia i symulacje w zakresie oddziaływania zdarzeń niepożądanych w procesach przemysłowych, w tym pożarów i wybuchów.	Dyskusja,Prezentacja,Sprawdzian
3	7K01	7K01-AnRyzwPP1	Jest gotów do krytycznej oceny opracowań z zakresu oddziaływania zdarzeń niepożądanych, w tym pożarów i wybuchów. Jest gotów do krytycznej oceny stopnia wiarygodności, rzetelności i przydatności ww. opracowań. Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy oraz odbieranych treści z zakresu ryzyk występujących w procesach przemysłowych.	Dyskusja,Prezentacja,Sprawdzian

efekty kierunkowe

lp	kkod	efekt kierunkowy
1	7W04	Zna i rozumie w pogłębionym stopniu zagadnienia związane z identyfikacją, analizą i oceną zagrożeń, a także metody i narzędzia wykorzystywane w projektowaniu i wdrażaniu systemów bezpieczeństwa
2	7U01	Potrafi identyfikować, formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy zarządzania bezpieczeństwem poprzez zastosowanie zasad i metod inżynierii i nauki, a także innowacyjnie wykonywać zadania w warunkach nieprzewidywalnych
3	7K01	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy oraz odbieranych treści z zakresu inżynierii bezpieczeństwa, uwzględniając ich aktualność, rzetelność i przydatność w kontekście rozwiązywania problemów technicznych i organizacyjnych

LEGENDA

kkod	kod efektu kierunkowego
pkod	kod efektu przedmiotowego