

Metodologia FMEA

Zajęcia 8

dr inż. Piotr T. Mitkowski

piotr.mitkowski@put.poznan.pl

Plan zajęć

- **FMEA: Failure Mode and Effect Analysis
Analiza Przyczyn i Skutków Wad**
- **Przykład FMEA**

FMEA – analiza przyczyn skutków i wad

FMEA wykorzystywana jest do identyfikacji potencjalnych wad i wywołujących je przyczyn.

Wady dotyczą:

- wykorzystania wyrobu,
- produkowania właściwych (zgodnych ze specyfikacją) produktów,
- produkowania wyrobów bezpiecznych dla użytkowników,
- zmniejszenie wydajności i skuteczności procesów,
- zmniejszenie bezpieczeństwa prowadzonych procesów,
- strat materialnych, utraty zdrowia lub życia.

FMEA – analiza przyczyn skutków i wad

Wyróżniamy:

- **FMEA wyrobu/konstrukcji: analiza dotyczy tego samego obiektu, ale inaczej odbierana przez użytkownika (jako wyrób – FMEA wyrobu) lub konstruktora (jako konstrukcja – FMEA konstrukcji); dot. urządzeń procesowych.**
- **FMEA procesu: analiza dotyczy procesu produkcyjnego, sposobu prowadzenia operacji przemysłowych, kontroli procesu, ale także usług.**

Etapy prowadzenia analizy

<p>Etap 1 Przygotowanie Określenie problemu i wywołujących go przyczyn</p>	<p>Etap 2 Właściwa analiza Obliczenie wskaźników liczbowych dla zdefiniowanych przyczyn</p>	<p>Etap 3 Wprowadzenie i nadzorowanie działań zapobiegawczych</p>
<ul style="list-style-type: none"> •Powołanie zespołu •Zdefiniowanie problemu i jego skutków •Zdefiniowanie obszaru, który ma objąć FMEA •Określenie granic systemu, w których problemy będą analizowane, i dekompozycja systemu •Wybranie elementów i funkcji wyrobu lub działań w procesie, które będą poddawane analizie 	<ul style="list-style-type: none"> •Wskazanie, dla wybranych elementów i funkcji wyrobu lub działań w procesie, potencjalnych wad, ich przyczyn oraz wywołanych przez nie skutków. •Określenie reakcji: Wada -> Skutek -> Przyczyna •Opisanie działań stosowanych w celu wykrycia wskazanych wad i ich przyczyn •Przypisanie wadom, skutkom i przyczynom tworzącym wyróżnione relacje liczb określających: Znaczenie wady – Z Ryzyko wystąpienia wady/przyczyny – R Możliwości wykrycia wady/przyczyny – W •Obliczenie wskaźnika priorytetu: $WPR = Z * R * W$ 	<ul style="list-style-type: none"> •Przeprowadzenie rankingowania wad i ich przyczyn •W odniesieniu do wad, które uzyskały najwyższą rangę, zaplanowanie i podjęcie działań zapobiegawczych •Nadzór nad realizacją zaplanowanych działań

Wskaźówki do przyjmowania wskaźnika Z

Z	Znaczenie Wady	Opis
1	Brak wpływu	Brak zatrzymania produkcji, brak wpływu na jakość produktu i przebiegu produkcji
2	Znaczące	Zakłócenie procesu produkcji, ale brak konieczności zatrzymania produkcji. Brak wpływu na bezpieczeństwo pracowników.
3	Poważne	Zatrzymanie produkcji i wykrycie usterki. Małe lub średnie niebezpieczeństwo dla pracowników i osób trzecich
4	Bardzo poważne	Produkcja zatrzymana trwale. Bardzo duże niebezpieczeństwo dla pracowników i duże dla osób trzecich i środowiska.

Wskazówki do przyjmowania wskaźnika R

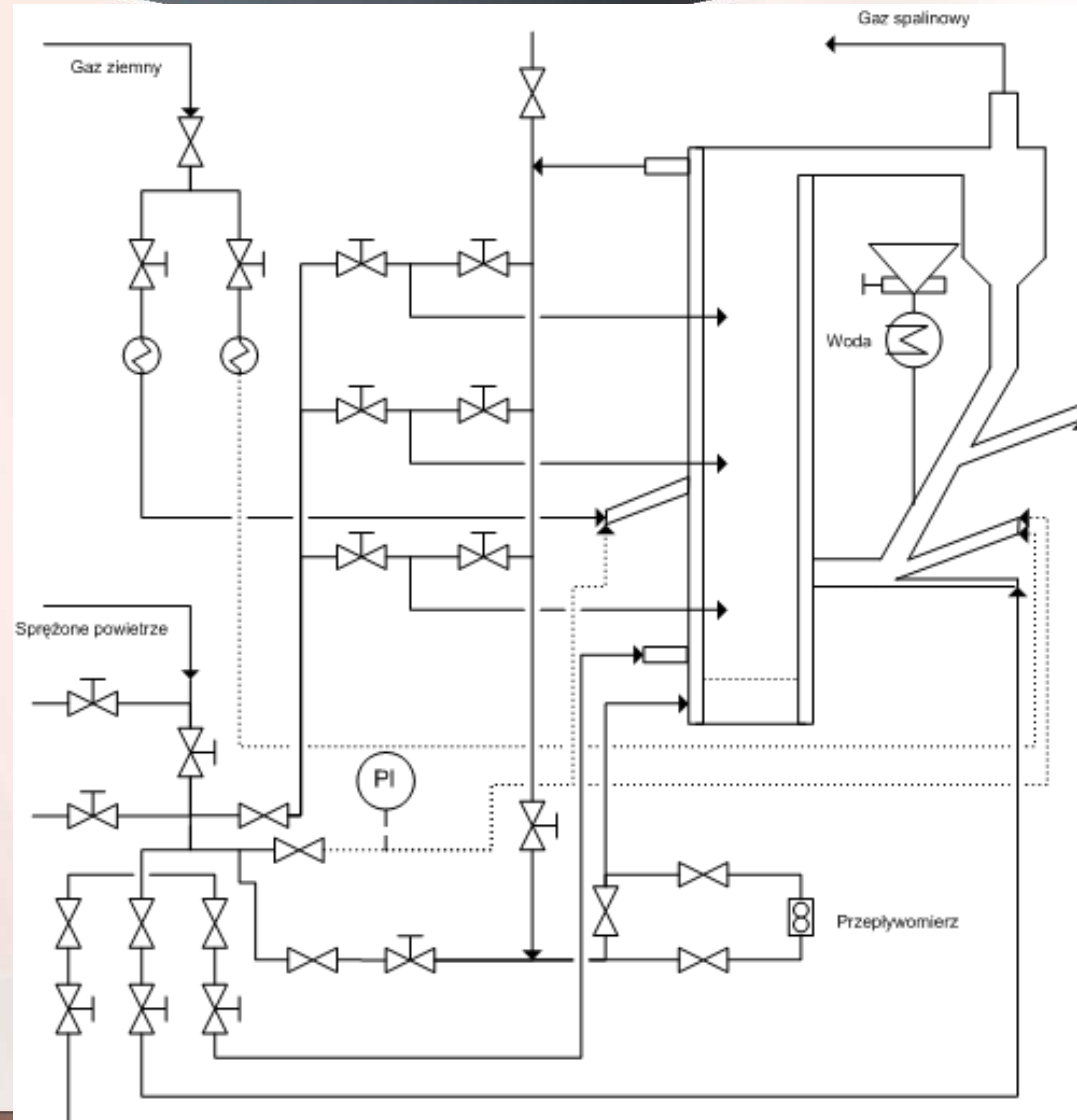
R	Ryzyko (prawdopodobieństwo lub częstotliwość)	Opis
1	Bardzo małe/nikłe/żadne	Bardzo małe prawdopodobieństwo wystąpienia wady (mniej niż raz na 6 lat)
2	Małe	Małe prawdopodobieństwo wystąpienia wady (raz – dwa razy na 6 lat)
3	Średnie	Średnie prawdopodobieństwo wystąpienia wady (raz na rok)
4	Duże	Duże prawdopodobieństwo wystąpienia wady (kilka razy do roku)

Wskaźówki do przyjmowania wskaźnika W i WPR

W	Wykrywalność	Opis
1	Bardzo łatwe	Symptom ostrzegawczy. Alarm automatyczny
2	Średnio wykrywalne	Symptom ostrzegawczy. Brak alarmu automatycznego
3	Mała wykrywalność	Symptom ostrzegawczy trudno wykrywalny
4	Niska wykrywalność / żadna	Brak wykrywania symptomu.

WPR	Wskaźnik priorytet	Opis
1	Minimalny	Najczęściej pomijalny w analizie
8		
27	Punkt krytyczny	Konieczna interwencja i zmiany w procesie/instalacji
64	Maksimum	Prowadzenie bezpiecznej produkcji niemożliwe

Analiza przykładu: pilotażowa spalarnia biomasy



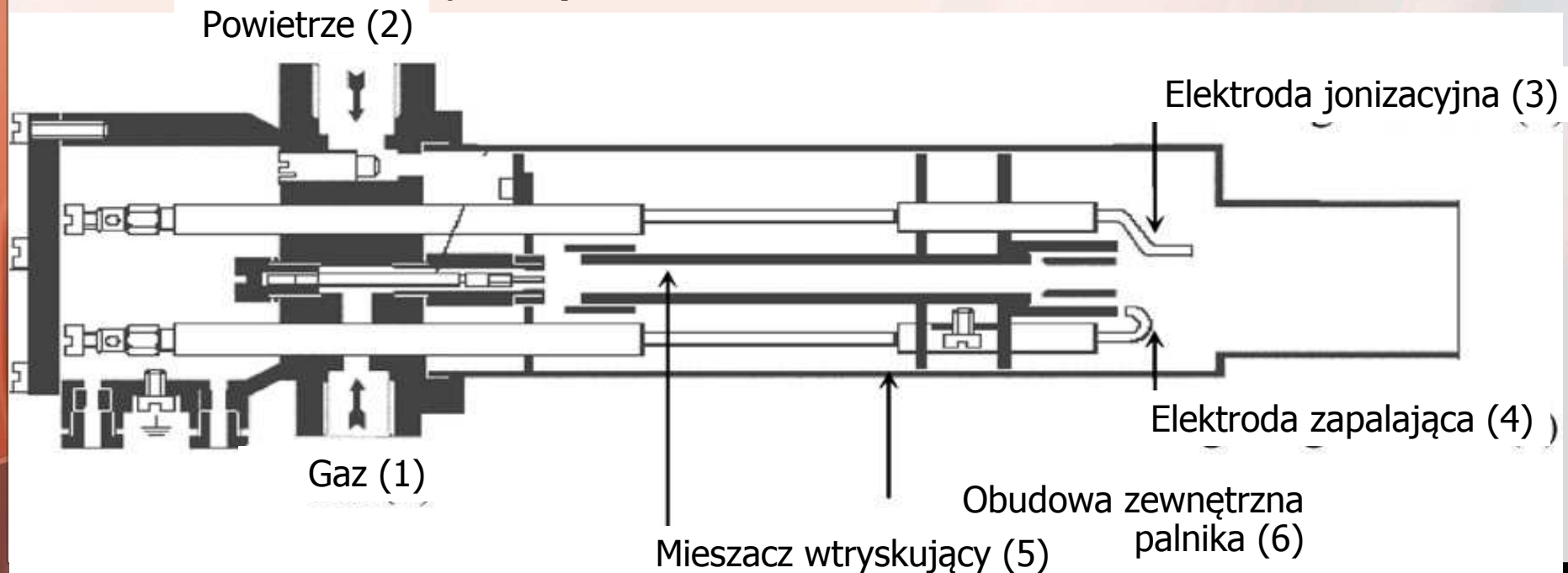
Na podstawie (based on): Risk analysis of a biomass combustion process using MOSAR and FMEA methods, P.-X. Thivel, Y. Bultel, F. Delpech, Journal of Hazardous Materials 151 (2008) 221–231

Analiza przykładu: pilotażowa spalarnia biomasy

Tylko PALNIK poddano analizie FMEA. Palnik inicjuje spalanie i podtrzymuje temperaturę spalania, jeżeli nie jest ona samoistnie podtrzymywana.

Zidentyfikowane podsystemy:

1. Połączenie gazu ziemnego,
2. Połączenie powietrza sprężonego,
3. Elektroda jonizacyjna,
4. Elektroda zapalająca,
5. Mieszacz wtryskujący,
6. Obudowa zewnętrzna palnika.



Na podstawie (based on): Risk analysis of a biomass combustion process using MOSAR and FMEA methods, P.-X. Thivel, Y. Bultel, F. Delpech, Journal of Hazardous Materials 151 (2008) 221–231

Analiza funkcjonalności palnika

Składnik systemu	Funkcja wykonywana	Funkcyjność techniczna i projektowa
Połączenie gazu ziemnego	Dostarczenie gazu ziemnego	Zabezpieczenie dostarczenia gazu
Połączenie powietrza sprężonego	Dostarczenie powietrza	Zabezpieczenie dostarczania powietrza
Elektroda jonizacyjna	Kontroluje obecność płomienia	Kontroluje obecność wolnych elektronów
Elektroda zapalająca	Dostarcza energii do spalania	Wytworzenie łuku elektrycznego
Mieszacz wtryskujący	Mieszanie gazów spalinowych	Kontaktuje ze sobą gazy, miesza je poprzez wtrysk zanim ulegną spaleni
Obudowa zewnętrzna palnika	Ochrona, izolacja i zamknięcie aparatury	Wytrzymuje temperaturę i ciśnienie, izoluje gazy

Na podstawie (based on): Risk analysis of a biomass combustion process using MOSAR and FMEA methods, P.-X. Thivel, Y. Bultel, F. Delpech, Journal of Hazardous Materials 151 (2008) 221–231

Analiza FMEA palnika

Składnik	Funkcja	Wada (skutki wady, symptom uszkodzenia)	Przyczyny (mechanizm wady)	Potencjalna wada	Sposób wykrywania (detekcja)	R	Z	W	W P R
Połączenie gazu ziemnego	Dostarczanie gazu ziemnego	Wyciek na zewnątrz	Nieszczelność połączenia, zniszczone połączenia, kiepskie połączenie z rurą dostarczającą gaz	Niemożliwość prowadzenia procesu spalania, zatrucie gazem, pożar	Zapach, zatrzymanie procesu spalania	2	3	2	12
Połączenie powietrza sprężonego	Dostarczanie powietrza	Wyciek na zewnątrz	Nieszczelność połączenia, zniszczone połączenia, kiepskie połączenie z rurą dostarczającą gaz	Brak lub słabe spalanie	Zatrzymanie procesu spalania	2	2	2	8

Na podstawie (based on): Risk analysis of a biomass combustion process using MOSAR and FMEA methods, P.-X. Thivel, Y. Bultel, F. Delpech, Journal of Hazardous Materials 151 (2008) 221–231

Analiza FMEA palnika

Składnik	Funkcja	Wada (skutki wady, symptom uszkodzenia)	Przyczyny (mechanizm wady)	Potencjalna wada	Sposób wykrywania (detekcja)	R	Z	W	W P R
Elektroda zapalająca	Dostarcza energii do spalania	Brak łuku elektrycznego	Wada transformatora	Brak spalania inicjującego, gaz podany bezpośrednio do komory spalania, pożar, eksplozja	Temperatura reaktora	1	4	2	8
Elektroda jonizująca	Kontroluje obecność płomienia	Utrata funkcji	Spadek napięcie podwplywem prądów błędzących	Brak możliwości wykrycia płomienia	Brak	1	2	4	8
Obudowa zewnętrzna palnika	Izolacja gazów	Pogorszenie się funkcjonalności	Zewnętrzne uderzenie, korozja, kiepskie uszczelnienie	Wyciek gazu i powietrza na zewnątrz, ryzyko pożaru, zatrucia	Zapach Zatrzymanie spalania	1	4	1	4

Na podstawie (based on): Risk analysis of a biomass combustion process using MOSAR and FMEA methods, P.-X. Thivel, Y. Bultel, F. Delpech, Journal of Hazardous Materials 151 (2008) 221–231

Analiza FMEA: Rekomendacje

Składnik	Zalecenie	Krytyczność			
		R	Z	W	WPR
Połączenie gazu ziemnego	Sprawdzanie połączeń uszczelnianych, określenie czasu użytkowania połączeń i okresowa wymiana	1	3	1	3
Połączenie powietrza sprężonego	Sprawdzanie połączeń uszczelnianych, określenie czasu użytkowania połączeń i okresowa wymiana	1	2	1	2
Elektroda zapalająca	Okresowe demontowanie w celu sprawdzenia transformatora	1	4	1	4
Elektroda jonizacyjna	Okresowe demontowanie w celu sprawdzenia sondy i styków elektrycznych	1	2	2	4
Obudowa zewnętrzna palnika	Sprawdzenie uszczelki obudowy palnika, farba antykorozyjna	1	4	1	3

Na podstawie (based on): Risk analysis of a biomass combustion process using MOSAR and FMEA methods, P.-X. Thivel, Y. Bultel, F. Delpech, Journal of Hazardous Materials 151 (2008) 221–231

Podsumowanie formularzy

Funkcjonalność

Składnik systemu	Funkcja wykonywana	Funkcyjność techniczna i projektowa

Analiza FMEA

Składnik	Funkcja	Wada (skutki wady, symptom uszkodzenia)	Przyczyny (mechanizm wady)	Potencjalna wada	Sposób wykrywania (detekcja)	R	Z	W	W P R

Zalecenia

Składnik	Zalecenie	Krytyczność			
		R	Z	W	W P R