



Sudhara International

+48 32 724 35 86



info@sudharapolska.com

www.sudharapolska.com

ANALIZA PRZYCZYN I SKUTKÓW NIEZGODNOŚCI PROJEKTU/KONSTRUKCJI DFMEA

PROGRAM SZKOLENIA

Cel szkolenia

Celem szkolenia jest przekazanie uczestnikom kompleksowej wiedzy teoretycznej i praktycznej z zakresu analizy przyczyn i skutków potencjalnych niezgodności konstrukcyjnych (DFMEA), z uwzględnieniem najnowszych standardów branżowych oraz dobrych praktyk inżynierskich. Szkolenie umożliwi uczestnikom efektywne identyfikowanie, ocenę i ograniczanie ryzyk projektowych już na etapie konstrukcji, zwiększając tym samym niezawodność i jakość wyrobu.

Program szkolenia:

Pre test

1. Zakres DFMEA – diagram graniczny - Analiza rozpoczyna się od określenia granic systemu, podsystemów i komponentów. Diagram graniczny umożliwia wizualizację powiązań pomiędzy analizowanym wyrobem a jego otoczeniem (elementami sąsiadującymi, użytkownikiem, środowiskiem). W ramach tego punktu omówione zostaną:
 - a) Cel i struktura diagramu granicznego.
 - b) Identyfikacja interfejsów systemowych (mechanicznych, elektrycznych, środowiskowych).
 - c) Przypadki użycia i znaczenie dla dalszych etapów DFMEA.
2. Matryca wzajemnego oddziaływania - To narzędzie służy do identyfikacji zależności między komponentami systemu. Umożliwia ocenę, które elementy wpływają na inne i jak silne są te zależności. Omawiane zagadnienia:
 - a) Tworzenie matrycy zależności (krok po kroku).
 - b) Oznaczanie typów interakcji (mechaniczne, funkcjonalne, energetyczne).
 - c) Identyfikacja sprzężeń i potencjalnych punktów propagacji błędów.
 - d) Znaczenie matrycy dla poprawności analizy trybów błędów.
3. P diagram - Diagram parametrów to narzędzie wspierające identyfikację zmiennych wpływających na funkcjonowanie systemu. Pomaga oddzielić sygnały sterujące, zakłócenia i czynniki projektowe. Omawiane aspekty:
 - a) Budowa P-Diagramu – elementy wejściowe, wyjściowe, zakłócenia, funkcje systemowe.
 - b) Rola w analizie funkcjonalnej i identyfikacji potencjalnych błędów projektowych.
 - c) Integracja P-Diagramu z metodą 3 ścieżek.
 - d) Praktyczne zastosowanie – kiedy i jak stosować.





4. Metoda 3 ścieżek w DFMEA - Ta część szkolenia skupia się na rdzeniu analizy DFMEA - identyfikacji funkcji, trybów błędów, przyczyn i skutków, oraz ocenie ryzyka. Każda z trzech ścieżek pełni inną rolę:
 - a) Definiowanie funkcji:
 - Typy funkcji: podstawowe, wspomagające, zabezpieczające.
 - Jak precyzyjnie definiować funkcje z punktu widzenia użytkownika i wymagań projektowych.
 - Błędy najczęściej popełniane przy definiowaniu funkcji i ich konsekwencje.
 - b) Definiowanie stanów błędu:
 - Co to jest tryb błędu i jak odróżniać go od przyczyny lub skutku.
 - Klasyfikacja błędów wg AIAG.
 - Znaczenie trybów błędu w kontekście funkcji systemu.
 - c) Określanie krytyczności (Severity, Occurrence, Detection):
 - Jak oceniać wagę skutków błędów (Severity).
 - Sposoby określania częstotliwości występowania (Occurrence) - dane z pola, testów, doświadczeń.
 - Ocena skuteczności kontroli projektowych (Detection).
 - Metody redukcji poziomu ryzyka - działania projektowe.
 - d) Ocena efektywności kontroli projektu - prewencja, detekcja:
 - Rozróżnienie działań zapobiegawczych i detekcyjnych.
 - Hierarchia skuteczności działań kontrolnych.
 - Przykłady efektywnych mechanizmów prewencyjnych na etapie projektu.
 - Sposoby dokumentowania i uzasadniania ocen D (Detection).
5. DFMEA - praktyczne przykłady - rzeczywiste analizy DFMEA, aby lepiej zrozumieć, jak dokument wygląda w praktyce. W tej części omawiane będą:
 - a) Różnice między dobrze a źle wykonaną analizą.
 - b) Typowe błędy dokumentacyjne i merytoryczne.
 - c) Dyskusja nad decyzjami projektowymi na podstawie wyników DFMEA.
6. Korelacja pomiędzy DFMEA (FMEA projektu) a PFMEA (FMEA procesu) - Zrozumienie powiązań między analizą projektową a procesową jest kluczowe dla płynnego transferu wiedzy od konstrukcji do produkcji. W ramach tego punktu:
 - a) Granice odpowiedzialności: konstruktor vs. inżynier procesu. Przykłady błędów nieuwzględnionych w DFMEA, które ujawniają się w procesie.
 - b) Jak przenieść wiedzę z DFMEA do PFMEA - zasady i narzędzia.
 - c) Ujednolicenie języka ryzyka w całym cyklu życia wyrobu.
7. Projektowanie dla wykonawstwa (DFM):
 - a) Poka yoka w projekcie:
 - Rola błędoodporności w fazie projektowania.
 - Przykłady zabezpieczeń konstrukcyjnych - asymetrie, blokady fizyczne, kolory, prowadzenia.
 - Poka Yoke jako element prewencji w DFMEA.
 - Ograniczenia i ryzyka nadmiernego polegania na Poka Yoke.
 - b) Analiza zmienności tolerancji:
 - Zasady analizy skumulowanych tolerancji w złożeniach mechanicznych.
 - Metody obliczania tolerancji: Worst Case, RSS, Monte Carlo.
 - Jak uwzględniać tolerancje w DFMEA jako potencjalne przyczyny błędów.



- Wpływ tolerancji na montaż, funkcjonalność i niezawodność produktu.
- 8. Projektowanie dla montażu (DFA) - Skuteczne DFA zmniejsza liczbę błędów montażowych i obniża koszty produkcji. W tym punkcie omawiane są:
 - a) Zasady upraszczania konstrukcji z punktu widzenia montażu (redukcja części, symetrie).
 - b) Unikanie błędów ludzkich – projektowanie intuicyjne.
 - c) Katalog typowych błędów konstrukcyjnych utrudniających montaż.
 - d) Integracja zasad DFA z analizą DFMEA.
- 9. Optymalizacja rozwiązania konstrukcyjnego (projektu) - Końcowym celem DFMEA jest nie tylko identyfikacja ryzyk, ale **optymalizacja projektu**. Omawiane będą:
 - a) Przegląd strategii zmniejszania ryzyka – zmiany konstrukcyjne, materiałowe, koncepcyjne.
 - b) Wykorzystanie analizy DFMEA jako narzędzia ciągłego doskonalenia.
 - c) Jak DFMEA wspiera decyzje „make or change” w projektowaniu.
 - d) Dokumentowanie działań optymalizacyjnych w zgodzie z AIAG.

Post test

Szkolenie ma charakter warsztatowy.

Zestaw ćwiczeń praktycznych - DFMEA: Przykłady ćwiczeń:

Ćwiczenie 1: Analiza diagramu granicznego (Boundary Diagram).

Cel: Uczestnicy nauczą się identyfikować granice systemu, komponenty powiązane oraz interfejsy konstrukcyjne.

Opis: Uczestnicy otrzymują schemat uproszczonego wyrobu (np. mechanizm zamka drzwi samochodu). Zadanie polega na zidentyfikowaniu granic funkcjonalnych systemu oraz powiązań z otoczeniem (np. użytkownik, inne komponenty).

Efekt: Zrozumienie zakresu analizy DFMEA i identyfikacja kluczowych interfejsów.

Ćwiczenie 2: Matryca zależności (Interaction Matrix).

Cel: Pokazanie powiązań między elementami systemu.

Opis: Na podstawie przygotowanego rysunku montażowego, zespoły tworzą matrycę zależności (np. element A wpływa na element B). Zadaniem zespołów jest ocena siły interakcji między komponentami.

Efekt: Uczestnicy uczą się rozpoznawać sprzężenia i ryzyka przeniesienia błędów między komponentami.

Ćwiczenie 3: Definiowanie funkcji, trybów i skutków błędów (Function-Error-Failure Mode Mapping).

Cel: Zastosowanie trzech ścieżek DFMEA do analizy funkcjonalnej.

Opis: Każda grupa analizuje inny podzespół i tworzy mapę: funkcje → potencjalne błędy → skutki. Nacisk na precyzyjne definiowanie funkcji oraz ich znaczenie dla użytkownika końcowego.

Efekt: Rozwijanie myślenia przyczynowo-skutkowego w projektowaniu.

Ćwiczenie 4: Ocena istniejącego DFMEA - audyt dokumentacji.

Cel: Doskonalenie umiejętności krytycznego przeglądu DFMEA.

Opis: Uczestnicy otrzymują fragment istniejącej analizy DFMEA (np. historyczny przypadek z błędem). Zadanie polega na zidentyfikowaniu nieprawidłowości, luk w prewencji/detekcji, błędnych założeń.

Efekt: Umiejętność oceny jakości i kompletności analizy.

Ćwiczenie 5: Poka Yoke w projekcie - weryfikacja wykonalności zabezpieczeń projektowych.

Cel: Rozwijanie kreatywności w zakresie zabezpieczania konstrukcji przed błędami.

Opis: Uczestnicy analizują konkretną funkcję lub błąd i proponują rozwiązanie typu "Poka Yoke" na poziomie





Sudhara International

+48 32 724 35 86



info@sudharapolska.com

www.sudharapolska.com

konstrukcyjnym. Przykład: zabezpieczenie przed odwrotnym montażem złącza.

Efekt: Lepsze zrozumienie projektowania pod kątem jakości i montażu.

Ćwiczenie 6: Korelacja DFMEA ↔ PFMEA.

Cel: Uświadomienie zależności między projektowaniem a produkcją.

Opis: Uczestnicy analizują jeden przypadek błędu w DFMEA i wskazują, jak powinien być ujęty w PFMEA. Dyskusja, gdzie kończy się odpowiedzialność konstruktora, a zaczyna inżyniera procesu.

Efekt: Zrozumienie granic odpowiedzialności i komunikacji między działami.

Grupa docelowa

Szkolenie jest skierowane do:

- Inżynierów konstruktorów odpowiedzialnych za rozwój produktu.
- Inżynierów ds. jakości i niezawodności.
- Liderów projektów i zespołów R&D.
- Managerów działów inżynierskich i technicznych.
- Audytorów wewnętrznych oraz specjalistów ds. ciągłego doskonalenia.
- Osób odpowiedzialnych za wdrażanie norm i standardów branżowych,



Korzyści po szkoleniu

Uczestnicy po ukończeniu szkolenia:

- Będą potrafili samodzielnie tworzyć i aktualizować analizę DFMEA zgodnie z metodyką AIAG.
- Zrozumieją, jak skutecznie identyfikować funkcje, błędy, przyczyny oraz mechanizmy detekcji na poziomie konstrukcji.
- Nauczą się stosować narzędzia wspomagające DFMEA, takie jak diagram graniczny, macierz zależności, P-diagram.
- Zrozumieją związek pomiędzy DFMEA a PFMEA oraz wymaganiami produkcyjnymi.
- Poznają zasady projektowania pod kątem wykonawstwa (DFM) i montażu (DFA).
- Zwiększą kompetencje w zakresie zarządzania ryzykiem projektowym i jakościowym.
- Uzyskają praktyczne umiejętności dzięki analizie rzeczywistych przypadków i ćwiczeniom warsztatowym.



Metodyka szkolenia

Szkolenie ma **warsztatowy charakter** i opiera się na aktywnej pracy uczestników z dokumentacją i rzeczywistymi przykładami z przemysłu. Wykorzystane metody:

- Studium przypadków z praktyki inżynierskiej.
- Praca zespołowa nad analizą DFMEA.
- Interaktywne prezentacje z omówieniem narzędzi i technik.
- Dyskusje moderowane w grupach.
- Praktyczne ćwiczenia z tworzenia i oceny DFMEA.
- Konsultacje i wskazówki eksperckie trenera.

Czas trwania szkolenia - 2 dni



Park Technologiczny Woda Energia Bezpieczeństwo, Żeliwna 38A, 40-599 Katowice