

Spis treści

Cel FMEA	5
Zasady obowiązujące w czasie wykonywania FMEA.....	6
Zaangażowanie kierownictwa wyższego szczebla	7
Strategia przejścia	8
Kiedy należy stosować FMEA?	9
5T	10
Podejście w 7 krokach	11
FMEA konstrukcji – krok 1.: planowanie i przygotowanie	12
FMEA konstrukcji – krok 2.: analiza struktury	13
FMEA konstrukcji – krok 2.: przykład diagramu blokowego/granic.....	14
FMEA konstrukcji – krok 3.: analiza funkcji	15
FMEA konstrukcji – krok 3.: przykład drzewa struktury dla analizy funkcji	16
FMEA konstrukcji – krok 3.: przykład formularza analizy funkcji	17
FMEA konstrukcji – krok 4.: analiza błędu	18
FMEA konstrukcji – krok 4.: przykład drzewa struktury dla analizy błędu	19
FMEA konstrukcji – krok 4.: przykład formularza analizy błędu	20
FMEA konstrukcji – krok 5.: analiza ryzyka	21
FMEA konstrukcji – krok 5.: bieżące kontrole zapobiegawcze	22
FMEA konstrukcji – krok 5.: bieżące kontrole wykrywające	23
FMEA konstrukcji – krok 5.: przykład formularza analizy ryzyka DFMEA.....	24
FMEA konstrukcji – krok 5.: tabela DFMEA – znaczenie	25
FMEA konstrukcji – krok 5.: tabela DFMEA – występowanie	26
FMEA konstrukcji – krok 5.: tabela DFMEA – wykrywanie	28
FMEA konstrukcji – krok 5.: tabela DFMEA – priorytet działania	29
FMEA konstrukcji – krok 6.: optymalizacja	32
FMEA konstrukcji – krok 6.: przykład formularza optymalizacji DFMEA z nową oceną ryzyka	33
FMEA konstrukcji – krok 7.: dokumentowanie wyników	34
FMEA procesu – krok 1.: planowanie i przygotowanie	35
FMEA procesu – krok 2.: analiza struktury	36

Spis treści

FMEA procesu – krok 2.: przykład drzewa struktury dla analizy struktury.....	37
FMEA procesu – krok 3.: analiza funkcji.....	38
FMEA procesu – krok 3.: przykład drzewa struktury dla analizy funkcji	39
FMEA procesu – krok 3.: przykład formularza analizy funkcji	40
FMEA procesu – krok 4.: analiza błędu	41
FMEA procesu – krok 4.: przykład drzewa struktury dla analizy błędu.....	42
FMEA procesu – krok 4.: przykład formularza analizy błędu.....	43
FMEA procesu – krok 5.: analiza ryzyka	44
FMEA procesu – krok 5.: bieżące kontrole zapobiegawcze	45
FMEA procesu – krok 5.: bieżące kontrole wykrywające.....	46
FMEA procesu – krok 5.: przykład formularza PFMEA z analizą ryzyka	47
FMEA procesu – krok 5.: tabela PFMEA – znaczenie	48
FMEA procesu – krok 5.: tabela PFMEA – występowanie.....	50
FMEA procesu – krok 5.: tabela PFMEA – wykrywanie.....	51
FMEA procesu – krok 5.: tabela PFMEA – priorytet działania	53
FMEA procesu – krok 6.: optymalizacja	56
FMEA procesu – krok 6.: przykład formularza optymalizacji PFMEA z nową oceną ryzyka	57
FMEA procesu – krok 7.: dokumentowanie wyników	58
FMEA MSR – krok 1.: planowanie i przygotowanie.....	59
FMEA MSR – krok 2.: analiza struktury.....	60
FMEA MSR – krok 2.: przykład formularza analizy struktury w FMEA-MSR.....	61
FMEA MSR – krok 3.: analiza funkcji	62
FMEA MSR – krok 3.: przykład drzewa struktury z funkcjami	63
FMEA MSR – krok 3.: przykład formularza analizy funkcji w FMEA-MSR	64
FMEA MSR – krok 4.: analiza błędu.....	65
FMEA MSR – krok 4.: teoretyczny model łańcucha błędu – DFMEA i FMEA-MSR	66
FMEA MSR – krok 4.: scenariusze błędu	67
FMEA MSR – krok 4.: przykład sieci błędu.....	68
FMEA MSR – krok 4.: przykład formularza analizy błędu w FMEA-MSR.....	69

Spis treści

FMEA MSR – krok 5.: analiza ryzyka	70
FMEA MSR – krok 5.: ocena	71
FMEA MSR – krok 5.: przykład analizy ryzyka FMEA-MSR – formularz oceny bieżącego ryzyka	72
FMEA MSR – krok 5.: tabela FMEA MSR - znaczenie	73
FMEA MSR – krok 5.: tabela FMEA MSR - częstotliwość	74
FMEA MSR – krok 5.: tabela FMEA MSR - monitorowanie	75
FMEA MSR – krok 5.: tabela FMEA MSR – priorytet działania	77
FMEA MSR – krok 6.: optymalizacja	79
FMEA MSR – krok 6.: przykład formularza optymalizacji FMEA-MSR z nową oceną ryzyka	80
FMEA MSR – krok 7.: dokumentowanie wyników	81
Tabela alternatywna i podstawowa – DFMEA – Występowanie (O)	82
Tabela alternatywna i podstawowa – PFMEA – Występowanie (O)	86
Terminy i definicje	87
Wykaz skrótów	91
Notatki	94

Materiały szkoleniowe SQD Alliance Sp. z o.o.

SQD Alliance Sp. z o.o.

PL 43-200 Pszczyna, ul. Batorego 19

tel.: +48 32 326 30 08

fax: +48 32 447 09 18

e-mail: office.poland@sqda.pl

www.sqda.pl

Zdjęcie na okładce: © Antiv3D / iStockphoto.com

wydanie 5., lipiec 2025

Materiały uwzględniają erratę oraz poprawki w treści wydane przez AIAG/VDA.
Aktualne erraty do Podręcznika można pobrać bezpośrednio ze stron autorów.

Cel FMEA

- Określenie funkcji wyrobu lub kroków procesu i powiązanych potencjalnych rodzajów błędu, skutków i przyczyn.
- Ocena zaplanowanych kontroli zapobiegawczych i wykrywających oraz zarekomendowanie dodatkowych działań.
- Dokumentowanie i monitorowanie działań podjętych w celu redukcji ryzyka.
- Pomoc w ustaleniu inżynierom priorytetów i skoncentrowaniu się na zapobieganiu występowania problemów związanych z wyrobem i/lub procesem.

Zasady obowiązujące w czasie wykonywania FMEA

- Zrozumiałość: potencjalne rodzaje błędów są opisane przy pomocy precyzyjnych technicznie i konkretnych pojęć, umożliwiających ocenę przyczyny błędów i możliwych skutków.
- Prawdziwość: konsekwencje potencjalnych błędów są precyzyjnie opisane.
- Realizm: przyczyny błędów są zasadne. Nie uwzględnia się ekstremalnych przypadków.
- Kompletność: nie ukrywa się przewidywalnych potencjalnych błędów.

Zaangażowanie kierownictwa wyższego szczebla

- Aktywne uczestnictwo właścicieli wyrobów i procesów oraz zaangażowanie kadry kierowniczej wyższego szczebla są istotne dla pomyślnego rozwoju FMEA.
- Kadra kierownicza wyższego szczebla ponosi odpowiedzialność za:
 - stosowanie FMEA,
 - zatwierdzenie ryzyk,
 - działania minimalizujące ryzyko określone w FMEA.

Strategia przejścia

- Istniejące FMEA mogą pozostać w pierwotnej formie do dalszych rewizji.
- Zaleca się, aby organizacja rozważyła zaplanowanie przejścia od bieżącego procesu i metod FMEA do nowych procesów i narzędzi AIAG i VDA FMEA.
- Jeśli zespół ustali, że nowy program stanowi drobną zmianę dotychczasowego wyrobu, może podjąć decyzję o pozostawieniu FMEA w istniejącym formacie.
- Zaleca się, aby nowe projekty przeprowadzać według nowej metody FMEA.
- Zaleca się określenie przez firmy daty przejścia na stosowanie nowego podejścia.

Kiedy należy stosować FMEA?

Przypadek 1.: Nowe konstrukcje, nowa technologia lub nowy proces.

W zakresie FMEA jest kompletna konstrukcja, technologia lub proces.

Przypadek 2.: Nowa aplikacja istniejącej konstrukcji lub procesu.

W zakresie FMEA jest istniejąca konstrukcja lub proces w nowym środowisku, lokalizacji, aplikacji lub profilu użytkowania.

Przypadek 3.: Zmiany inżynierskie w istniejącej konstrukcji lub procesie.








Przegląd lub rewizja FMEA, wynikająca z konieczności wprowadzenia zmian w konstrukcji i/lub procesie, powodowanych np. nowym rozwojem technicznym, nowymi wymaganiami, kampaniami nawrotowymi itd.

5T

5T to pięć kwestii, których omówienie zaleca się na początku DFMEA i PFMEA w celu osiągnięcia najlepszego rezultatu w ustalonym terminie i uniknięcia przeróbek FMEA. Kwestie te mogą znaleźć zastosowanie jako element spotkania otwierającego projekt.

- FMEA InTent (cel) – Dlaczego robimy FMEA?
- FMEA Timing (harmonogram) – Do kiedy należy przeprowadzić FMEA?
- FMEA Team (zespół) – Kto powinien być w zespole?
- FMEA Task (zadanie) – Jaka praca musi zostać wykonana?
- FMEA Tool (narzędzie) – Jak przeprowadzamy analizę?

Podjęcie w 7 krokach

Analiza systemu			Analiza błęd i ograniczenie ryzyka			Zakomunikowanie ryzyka
Krok 1. Planowanie i przygotowanie	Krok 2. Analiza struktury	Krok 3. Analiza funkcji	Krok 4. Analiza błęd	Krok 5. Analiza ryzyka	Krok 6. Optymalizacja	Krok 7. Dokumentowanie wyników
						
Identyfikacja projektu	Wizualizacja zakresu analizy	Wizualizacja funkcji	Ustanowienie łańcucha błęd	Przypisanie istniejących i/lub planowanych kontroli i ocena błędów	Identyfikacja działań niezbędnych do zredukowania ryzyka	Zakomunikowanie wyników i wniosków z analizy
Plan projektu: cel (In Tent), harmonogram (Timing), zespół (Team), zadania (Tasks), narzędzia (Tools) (5T)	DFMEA: Drzewo struktury lub odpowiednik: diagram blokowy, diagram granic, model cyfrowy, fizyczna część PFMEA: Drzewo struktury lub odpowiednik: diagram przepływu procesu	DFMEA: Drzewo/siec funkcji lub odpowiednik: matryca funkcji i diagram parametrów (diagram p) PFMEA: Drzewo/siec funkcji lub odpowiednik: diagram przepływu procesu	DFMEA: Potencjalne skutki błęd, rodzaje błęd, przyczyny błęd dla każdej funkcji wyrobu PFMEA: Potencjalne skutki błęd, rodzaje błęd, przyczyny błęd dla każdej funkcji procesu FMEA-MSR: Przyczyny błęd, monitorowanie, odpowiedź systemu, ograniczony skutek błęd	DFMEA i PFMEA: Przypisanie kontroli zapobiegawczych do przyczyny błęd. Przypisanie kontroli wykrywających do przyczyn błęd i/lub rodzajów błęd FMEA-MSR: Przypisanie uzasadnienia dla oceny częstotliwości. Przypisanie kontroli monitorujących. Analiza przepisów/warunków dotyczących bezpieczeństwa funkcjonalnego i zgodności z przepisami	Przypisanie odpowiedzialności i terminów wdrożenia działania	Ustanowienie zawartości dokumentacji
Ustalenie, co jest uwzględnione, a co wyłączone z FMEA	DFMEA: Określenie powiązań konstrukcyjnych, interakcji bliskiego przyłożenia, PFMEA: Określenie kroków procesu i podprocesów	DFMEA: Kaskadowanie funkcji klienta (zewnętrznego i wewnętrznego) wraz z powiązanymi wymaganiami DFMEA i PFMEA: Powiązanie wymagań lub charakterystyk z funkcjami	DFMEA: Określenie przyczyn błęd wyrobu przy użyciu diagramu parametrów lub siatki błęd PFMEA: Określenie przyczyn błęd procesu przy użyciu diagramu rybiej ości (4M) lub siatki błędów	DFMEA i PFMEA: Ocena znaczenia, występowania i wykrywania każdego łańcucha błęd FMEA-MSR: Ocena znaczenia, częstotliwości i monitorowania dla każdego łańcucha błędów	Wdrożenie i udokumentowanie podjętych działań wraz z potwierdzeniem skuteczności wdrożonych działań i oceną ryzyka po podjętych działaniach	Udokumentowanie podjętych działań wraz z potwierdzeniem skuteczności wdrożonych działań i oceną ryzyka po podjętych działaniach
Określenie bazowego FMEA wraz z lessons learned	Współpraca pomiędzy zespołami inżynierskimi klienta i dostawcy (odpowiedzialności za powiązania)	Współpraca pomiędzy zespołami inżynierskimi i komponenty	Współpraca pomiędzy klientem i dostawcą (skutki błędów)	Współpraca pomiędzy klientem i dostawcą (znaczenie)	Współpraca pomiędzy zespołem FMEA, kierownictwem, klientami i dostawcami odnośnie potencjalnych błędów	Zakomunikowanie działań mających na celu redukcję ryzyka w organizacji oraz odpowiednio do klientów i/lub dostawców
Podstawa dla kroku analizy struktury	Podstawa dla kroku analizy funkcji	Podstawa dla kroku analizy błęd	Podstawa do udokumentowania błęd w formularzu FMEA i do kroku analizy ryzyka	Podstawa dla kroku optymalizacji wyrobu lub procesu	Podstawa do ulepszenia wyrobu i kontroli zapobiegawczych oraz wykrywających	Zapis analizy ryzyka i jego redukcja do akceptowalnego poziomu

FMEA konstrukcji – krok 1.: planowanie i przygotowanie

Główne cele planowania i przygotowania FMEA konstrukcji to:

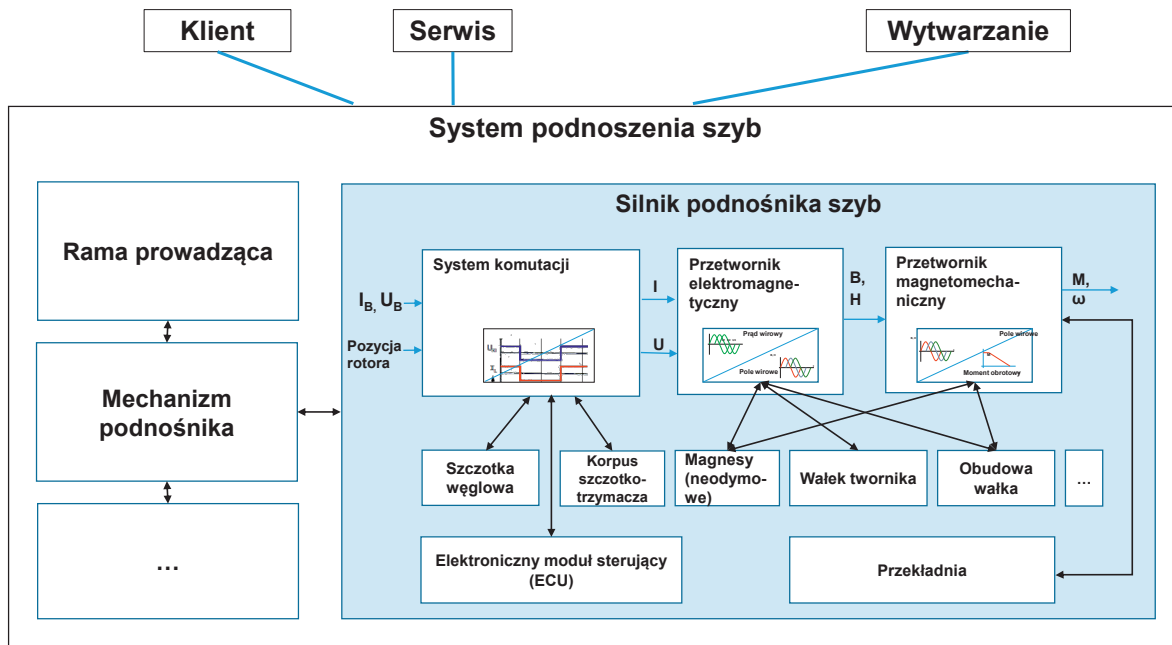
- Określenie projektu
- Plan projektu: InTent (cel), Timing (harmonogram), Team (zespół), Tasks (zadania), Tools (narzędzia) (5T)
- Analiza granic: co jest uwzględnione, a co wyłączone z analizy
- Określenie FMEA bazowego przy wykorzystaniu lessons learned
- Podstawa dla kroku analizy struktury

FMEA konstrukcji – krok 2.: analiza struktury

Główne cele analizy struktury konstrukcji to:

- Wizualizacja zakresu analizy
- Drzewo struktury lub jego odpowiednik: diagram blokowy, diagram granic, model cyfrowy, fizyczna część
- Określenie powiązań konstrukcyjnych, interakcji, wzajemnych powiązań
- Współpraca pomiędzy zespołami inżynierskimi klienta i dostawcy (odpowiedzialność za powiązania)
- Podstawa dla kroku analizy funkcji

FMEA konstrukcji – krok 2.: przykład diagramu blokowego/granic

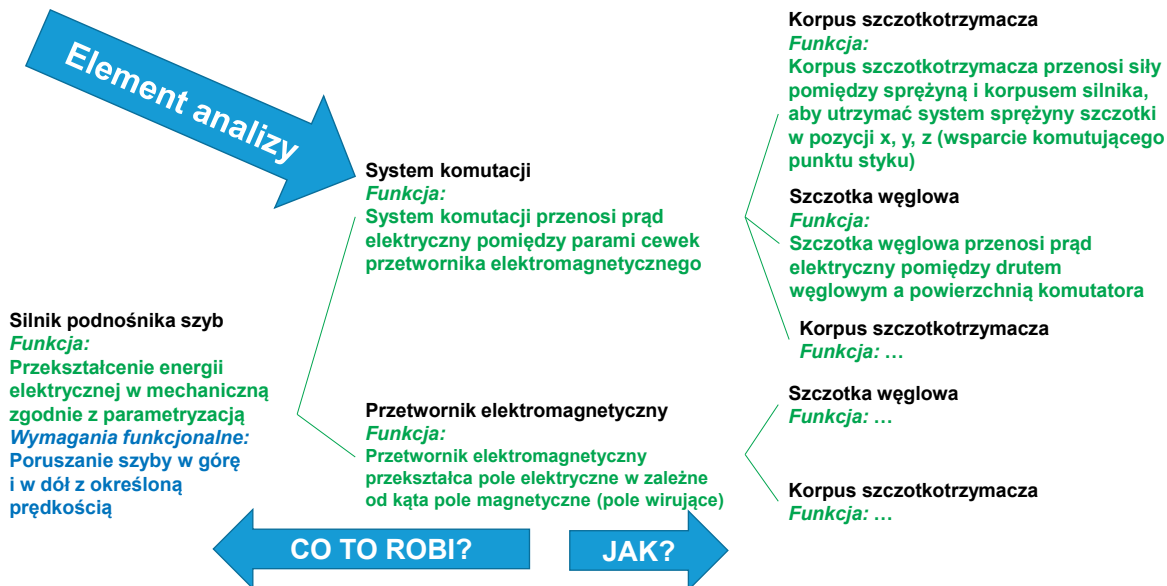


FMEA konstrukcji – krok 3.: analiza funkcji

Główne cele analizy funkcji konstrukcji to:

- Wizualizacja funkcji wyrobu
- Drzewo/sieć funkcji lub formularz analizy funkcji i/lub diagram parametrów (diagram p)
- Kaskadowanie funkcji klienta (zewnętrznego i wewnętrznego) wraz z powiązanymi wymaganiami
- Powiązanie wymagań lub charakterystyk z funkcjami
- Współpraca pomiędzy zespołami inżynierskimi (systemy, bezpieczeństwo i komponenty)
- Stworzenie podstawy dla kroku analizy błędów

FMEA konstrukcji – krok 3.: przykład drzewa struktury dla analizy funkcji



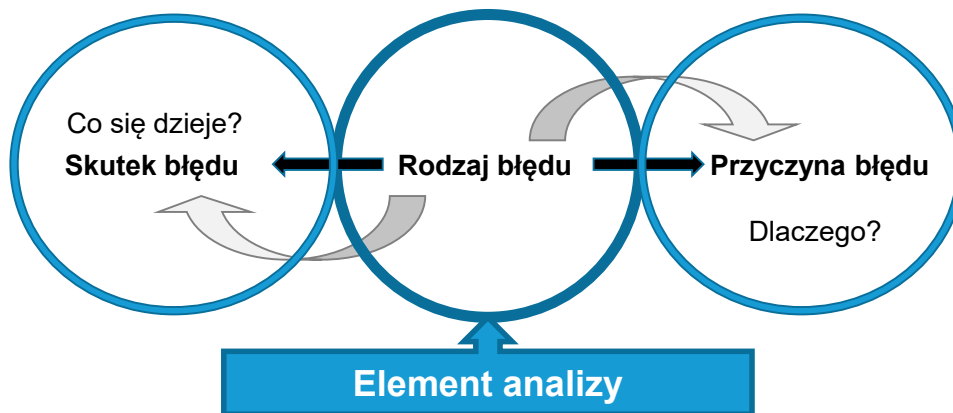
FMEA konstrukcji – krok 3.: przykład formularza analizy funkcji

ANALIZA FUNKCJI (KROK 3.)		
1. Następny wyższy poziom Funkcja i wymaganie	2. Element analizy Funkcja i wymaganie	3. Następny niższy poziom Funkcja i wymaganie lub charakterystyka
Przekształcenie energii elektrycznej w mechaniczną zgodnie z parametryzacją	System komutacji przenosi prąd elektryczny pomiędzy parami cewek przetwornika elektromagnetycznego	Szczotkotrzymacz przenosi siły pomiędzy sprężyną i korpusem silnika, aby utrzymać system sprężyny szczotki w pozycji x, y, z (wsparcie komutującego punktu styku)

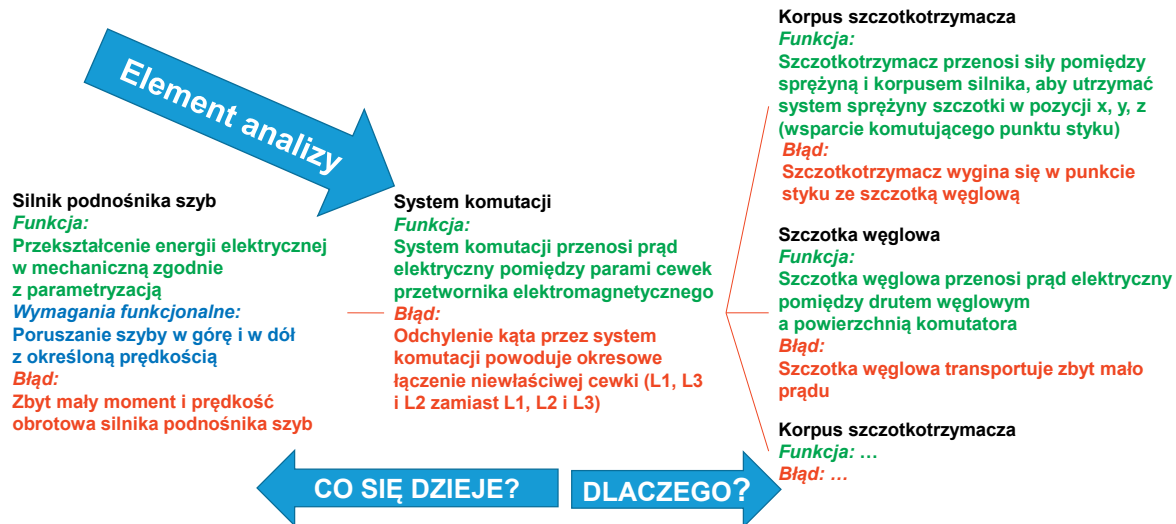
FMEA konstrukcji – krok 4.: analiza błędu

Główne cele analizy błędu konstrukcji to:

- Ustanowienie łańcucha błędu
- Opisanie potencjalnych skutków błędu, rodzajów błędu, przyczyn błędu dla każdej funkcji wyrobu
- Określenie przyczyn błędu wyrobu przy użyciu diagramu parametrów lub sieci błędu
- Współpraca pomiędzy klientem i dostawcą (skutki błędu)
- Podstawa do dokumentowania błędów w formularzu FMEA i kroku analizy ryzyka



FMEA konstrukcji – krok 4.: przykład drzewa struktury dla analizy błęd



FMEA konstrukcji – krok 4.: przykład formularza analizy błędu

ANALIZA BŁĘDU (KROK 4.)		
1. Skutki błędu (FE) dla następnego wyższego poziomu elementu i/lub użytkownika końcowego	2. Rodzaj błędu (FM) elementu analizy	3. Przyczyna błędu (FC) następnego niższego elementu lub charakterystyki
Zbyt mały moment i prędkość obrotowa silnika podnośnika szyb	Odchylenie kąta przez system komutacji powoduje okresowe łączenie niewłaściwej cewki (L1, L3 i L2 zamiast L1, L2 i L3)	Szczotkotrzymacz wygina się w punkcie styku ze szczotką węglową

FMEA konstrukcji – krok 5.: analiza ryzyka

Główne cele analizy ryzyka konstrukcji to:

- Wyznaczenie istniejących i/lub planowanych kontroli oraz ocena błędów
- Wyznaczenie kontroli zapobiegawczych dla przyczyn błędu
- Wyznaczenie kontroli wykrywających dla przyczyn błędu i/lub rodzajów błędu
- Ocena znaczenia, występowania i wykrywania dla każdego łańcucha błędu
- Ocena priorytetu działania
- Współpraca pomiędzy klientem a dostawcą (znaczenie)
- Stworzenie podstawy dla kroku optymalizacji

FMEA konstrukcji – krok 5.: bieżące kontrole zapobiegawcze

Przykłady bieżących kontroli zapobiegawczych:

- Opublikowany standard konstrukcyjny dla klasy gwintów
- Specyfikacja obróbki cieplnej na rysunku
- Specyfikacje funkcjonowania czujnika
- Redundancja mechaniczna (niezawodność)
- Konstrukcja zapewniająca testowalność
- Standardy dla konstrukcji i materiału (wewnętrzne i zewnętrzne)
- Dokumentacja (np. zapisy dotyczące najlepszych praktyk, lessons learned itd.) z podobnych konstrukcji
- Error proofing (projektowanie poka-yoke, tj. geometrii części zapobiegającej złej orientacji)

FMEA konstrukcji – krok 5.: bieżące kontrole wykrywające

Przykłady bieżących kontroli wykrywających:

- Sprawdzenie funkcji
- Badanie rozrywające
- Badanie środowiskowe
- Badanie drogowe
- Badanie wytrzymałościowe
- Badanie zakresu ruchu
- Projektowanie eksperymentów
- Pomiary laboratoryjne napięcia wyjściowego

FMEA konstrukcji – krok 5.: przykład formularza analizy ryzyka DFMEA

ANALIZA BŁĘDU (KROK 4.)				ANALIZA RYZYKA DFMEA (KROK 5.)					
1. Skutki błędu (FE) dla następnego wyższego poziomu elementu i/lub użytkownika końcowego	Znaczenie (S) FE	2. Rodzaj błędu (FM) elementu analizy	3. Przyczyna błędu (FC) następnego niższego elementu lub charakterystyki	Bieżąca kontrola zapobiegawcza (PC) FC	Występowanie (O) FC	Bieżąca kontrola wykrywająca (DC) FC lub FM	Wykrywanie (D) FC/FM	DFMEA AP	Kod filtru (opcjonalnie)
Zbyt mały moment i prędkość obrotowa silnika podnośnika szyb	6	Odchylenie kąta przez system komutacji powoduje okresowe łączenie niewłaściwej cewki (L1, L3 i L2 zamiast L1, L2 i L3)	Szczotkotrzy- macz wygina się w punkcie styku ze szczotką węglową	Symulacja sił dynamicznych na szczotko- trzymańcu wg FEM 6370	2	Test próbki: pomiar skutków odkształcenia sprężystego i plastycznego szczotko- trzymańca wg specyfikacji testowej MRJ82/60	2	N	

FMEA konstrukcji – krok 5.: tabela DFMEA – znaczenie

Ogólne kryteria oceny wyrobu – znaczenie (S)			
Potencjalne skutki błędu ocenione zgodnie z poniższymi kryteriami.			Puste pola (wypełnia użytkownik)
S	Skutek	Kryteria znaczenia	Przykłady korporacyjne lub linii wyrobów
10	Bardzo znaczny	Wpływa na bezpieczną eksploatację pojazdu i/lub innych pojazdów, zdrowie kierowcy albo pasażera (pasażerów), bądź użytkowników dróg lub pieszych	
9		Niezgodność z przepisami	
8	Znaczny	Utrata pierwszorzędnej funkcji pojazdu, niezbędnej do normalnego prowadzenia w czasie oczekiwanego okresu użytkowania	
7		Pogorszenie pierwszorzędnej funkcji pojazdu, niezbędnej do normalnego prowadzenia w czasie oczekiwanego okresu użytkowania	
6	Umiarkowany	Utrata drugorzędnej funkcji pojazdu	
5		Pogorszenie drugorzędnej funkcji pojazdu	
4		Bardzo niepożądany wygląd, dźwięk, wibracje, szorstkość lub wrażenia dotykowe	
3	Nieznaczny	Umiarkowanie niepożądany wygląd, dźwięk, wibracje, szorstkość lub wrażenia dotykowe	
2		Nieznacznie niepożądany wygląd, dźwięk, wibracje, szorstkość lub wrażenia dotykowe	
1	Bardzo nieznaczny	Brak dostrzegalnego skutku błędu	

Tabela D1 – DFMEA – ZNACZENIE (S)

FMEA konstrukcji – krok 5.: tabela DFMEA – występowanie cz. 1

Potencjalne występowanie (O) dla wyrobu			
Potencjalne przyczyny błędu ocenione zgodnie z poniższymi kryteriami. Należy uwzględnić doświadczenie dotyczące wyrobu oraz kontrole zapobiegawcze podczas określania najlepszych oszacowań dla występowania (ocena jakościowa).			Puste pola (wypełnia użytkownik)
O	Przewidywanie wystąpienia przyczyny błędu	Kryteria znaczenia - DFMEA	Przykłady korporacyjne lub linii wyrobów
10	Ekstremalnie wysokie	Pierwsze zastosowanie nowej technologii w dowolnym miejscu bez doświadczenia operacyjnego i/lub w niekontrolowanych warunkach eksploatacji. Brak doświadczeń związanych z weryfikacją i/lub walidacją wyrobu. Normy nie istnieją, a najlepsze praktyki nie zostały jeszcze określone. Kontrole zapobiegawcze nie są w stanie przewidzieć wyników działania na rynku lub nie istnieją.	
9	Bardzo wysokie	Pierwsze użycie w firmie konstrukcji z innowacjami technicznymi lub materiałowymi. Nowe zastosowanie lub zmiana w cyklu pracy/warunkach eksploatacji. Brak doświadczeń związanych z weryfikacją i/lub walidacją wyrobu. Kontrole zapobiegawcze, których celem nie jest określenie wyników w stosunku do określonych wymagań.	
8		Pierwsze użycie konstrukcji z innowacjami technicznymi lub materiałowymi w nowym zastosowaniu. Nowe zastosowanie lub zmiana w cyklu pracy/warunkach eksploatacji. Brak doświadczeń związanych z weryfikacją i/lub walidacją wyrobu. Nieliczne istniejące standardy oraz najlepsze praktyki, niemające bezpośredniego zastosowania dla tej konstrukcji. Kontrole zapobiegawcze nie są wiarygodnym wskaźnikiem wyników działania na rynku.	
7	Wysokie	Nowa konstrukcja oparta na podobnej technologii i materiałach. Nowe zastosowanie lub zmiana w cyklu pracy/warunkach eksploatacji. Brak doświadczeń związanych z weryfikacją i/lub walidacją wyrobu. Standardy, najlepsze praktyki oraz zasady dotyczące projektowania odnoszą się do konstrukcji bazowej, ale nie do innowacji. Kontrole zapobiegawcze dostarczają ograniczonych wskazówek dotyczących wyników.	
6		Podobna do poprzednich konstrukcji, z wykorzystaniem istniejących technologii i materiałów. Podobne zastosowanie ze zmianami cyklu pracy lub warunków eksploatacji. Wcześniejsze doświadczenie w testowaniu lub na rynku. Standardy i zasady dotyczące projektowania istnieją, ale są niewystarczające, aby zapewnić, że przyczyna błędu nie wystąpi. Kontrole zapobiegawcze dostarczają pewnej zdolności do zapobiegania przyczynie błędu.	
5	Umiarkowane	Drobne zmiany w stosunku do poprzedniej konstrukcji, z wykorzystaniem sprawdzonej technologii i materiałów. Podobne zastosowanie cyklu pracy lub warunki eksploatacji. Wcześniejsze doświadczenie w testowaniu lub na rynku albo nowa konstrukcja z pewnym doświadczeniem w testowaniu związanym z błędem. Konstrukcja uwzględnia lessons learned z poprzednich konstrukcji. Najlepsze praktyki ocenione ponownie dla tej konstrukcji, ale nie zostały jeszcze sprawdzone. Kontrole zapobiegawcze mogące wykryć nieprawidłowości w wyrobie, związane z przyczyną błędu, i dostarczyć pewne wskazówki dotyczące wyników.	

Tabela D2 – DFMEA – WYSTĘPOWANIE (O)

FMEA konstrukcji – krok 5.: tabela DFMEA – występowanie cz. 2

Potencjalne występowanie (O) dla wyrobu			
Potencjalne przyczyny błędu ocenione zgodnie z poniższymi kryteriami. Należy uwzględnić doświadczenie dotyczące wyrobu oraz kontrole zapobiegawcze podczas określania najlepszych oszacowań dla występowania (ocena jakościowa).			Puste pola (wypełnia użytkownik)
O	Przewidywanie wystąpienia przyczyny błędu	Kryteria znaczenia - DFMEA	Przykłady korporacyjne lub linii wyrobów
4	Umiarkowane	<p>Prawie identyczna konstrukcja z krótkoterminową ekspozycją na rynek. Podobne zastosowanie z drobną zmianą w cyklu pracy lub w warunkach eksploatacji. Wcześniejsze doświadczenie w testowaniu lub na rynku.</p> <p>Poprzednia konstrukcja i zmiany w nowej konstrukcji zgodne z najlepszymi praktykami, standardami i specyfikacjami. Kontrole zapobiegawcze mogące wykryć nieprawidłowości w wyrobie, związane z przyczyną błędu, i wskazywać na prawdopodobną zgodność konstrukcji.</p>	
3	Niskie	<p>Drobne zmiany w stosunku do znanej konstrukcji (to samo zastosowanie z drobną zmianą w cyklu pracy lub w warunkach eksploatacji) i doświadczenie związane z testowaniem lub na rynku w porównywalnych warunkach eksploatacji albo nowa konstrukcja z pomyślnie ukończoną procedurą testową.</p> <p>Od konstrukcji oczekuje się zgodności ze standardami i najlepszymi praktykami, uwzględniającymi lessons learned z poprzednich konstrukcji. Kontrole zapobiegawcze mogące wykryć nieprawidłowości w wyrobie, związane z przyczyną błędu, i przewidywać zgodność projektowania produkcji.</p>	
2	Bardzo niskie	<p>Prawie identyczna, dojrzała konstrukcja z długoterminową ekspozycją na rynek. To samo zastosowanie w porównywalnym cyklu pracy i warunkach eksploatacji. Doświadczenie w testowaniu lub na rynku w porównywalnych warunkach eksploatacji.</p> <p>Od konstrukcji oczekuje się zgodności ze standardami i najlepszymi praktykami, uwzględniającymi lessons learned z poprzednich konstrukcji, ze znacznym marginesem zaufania.</p> <p>Kontrole zapobiegawcze mogące wykryć nieprawidłowości w wyrobie, związane z przyczyną błędu, i wykazywać pewność co do zgodności konstrukcji.</p>	
1	Ekstremalnie niskie	Błąd wyeliminowany przez kontrolę zapobiegawczą i niemożliwe wystąpienie przyczyny błędu ze względów konstrukcyjnych.	
<p>Doświadczenie z wyrobem: Historia użytkowania wyrobu w firmie (nowość w zakresie konstrukcji, aplikacji lub przypadku zastosowania). Wyniki już zakończonych kontroli wykrywających dostarczają doświadczenie z konstrukcją.</p> <p>Kontrole zapobiegawcze: Użycie najlepszych praktyk dla konstrukcji wyrobu, zasady projektowania, standardy firmowe, lessons learned, standardy przemysłowe, specyfikacje materiałowe, regulacje rządowe i skuteczność narzędzi analitycznych zorientowanych na zapobieganie, z uwzględnieniem inżynierii wspomaganiej komputerowo, modeli matematycznych, studium symulacji, sumowania tolerancji i marginesów bezpieczeństwa przy projektowaniu.</p> <p>Uwaga: Obniżenie wartości (O) dla 10, 9, 8 i 7 jest możliwe w oparciu o działania związane z walidacją wyrobu.</p>			

Tabela D2 – DFMEA – WYSTĘPOWANIE (O)

FMEA konstrukcji – krok 5.: tabela DFMEA – wykrywanie

Potencjalne wykrywanie (D) dla walidacji konstrukcji wyrobu				
Kontrole wykrywające oceniane zgodnie z dojrzałością metody wykrywania i możliwością wykrywania.				Puste pola (wypełnia użytkownik)
D	Zdolność wykrywania	Dojrzałość metody wykrywania	Możliwość wykrywania	Przykłady korporacyjne lub linii wyrobów
10	Bardzo niska	Procedura testowa wciąż do opracowania	Metoda testowa niezdefiniowana	
9		Metoda testowa niezaprojektowana specjalnie w celu wykrycia rodzaju błędu lub przyczyny	<i>Pass-Fail,</i> <i>Test-to-Fail,</i> test degradacji	
8	Niska	Nowa metoda testowa, niesprawdzona	<i>Pass-Fail,</i> <i>Test-to-Fail,</i> test degradacji	
7			<i>Test Pass-Fail</i>	
6	Umiarkowana	Sprawdzona metoda testowa dla weryfikacji funkcjonalności lub walidacji wydajności, jakości, niezawodności, trwałości; w cyklu rozwoju wyrobu planowane terminy są późniejsze, tak że błędy testowe mogą powodować opóźnienia produkcji z powodu przeprojektowania konstrukcji lub ponownego opracowania narzędzi	<i>Test-to-Failure</i>	
5			Test degradacji	
4	Wysoka	Sprawdzona metoda testowa dla weryfikacji funkcjonalności lub walidacji wydajności, jakości, niezawodności, trwałości; planowane terminy są wystarczające, aby dokonać modyfikacji oprzyrządowania produkcyjnego przed zwolnieniem do produkcji	<i>Test Pass-Fail</i>	
3			<i>Test-to-Failure</i>	
2			Test degradacji	
1	Bardzo wysoka	Wcześniejsze testy potwierdziły, że rodzaj błędu lub przyczyna nie mogą wystąpić albo sprawdzono, że metody wykrywania zawsze wykrywają rodzaj błędu lub przyczynę błędu		

Tabela D3 – DFMEA – WYKRYWANIE (D)

FMEA konstrukcji – krok 5.: tabela DFMEA – priorytet działania cz. 1

Wysoki priorytet (W): Najwyższy priorytet dla przeglądu i działania. Zespół musi albo określić odpowiednie działanie w celu poprawy kontroli zapobiegawczych i/lub wykrywających, albo uzasadnić i udokumentować, dlaczego obecne kontrole są odpowiednie.

Średni priorytet (Ś): Średni priorytet dla przeglądu i działania. Zaleca się, aby zespół określił odpowiednie działania w celu poprawy kontroli zapobiegawczych i/lub wykrywających lub, według uznania firmy, uzasadnił i udokumentował, dlaczego kontrole są odpowiednie.

Niski priorytet (N): Niski priorytet dla przeglądu i działania. Zespół może określić działania w celu poprawy kontroli zapobiegawczych lub wykrywających.

Priorytet działania (AP) dla DFMEA i PFMEA							
Priorytet działania jest oparty na kombinacji ocen znaczenia, występowania i wykrywania w celu ustalenia priorytetów działań dla redukcji ryzyka.							Puste pola (wypełnia użytkownik)
Skutek	S	Przewidywanie wystąpienia przyczyny błędu	O	Zdolność wykrywania	D	PRIORYTET DZIAŁANIA (AP)	Komentarze
Bardzo znaczny skutek dla wyrobu lub zakładu	9-10	Bardzo wysokie	8-10	Niska - bardzo niska	7-10	W	
				Umiarkowana	5-6	W	
				Wysoka	2-4	W	
				Bardzo wysoka	1	W	
		Wysokie	6-7	Niska - bardzo niska	7-10	W	
				Umiarkowana	5-6	W	
				Wysoka	2-4	W	
				Bardzo wysoka	1	W	
		Umiarkowane	4-5	Niska - bardzo niska	7-10	W	
				Umiarkowana	5-6	W	
				Wysoka	2-4	W	
				Bardzo wysoka	1	Ś	
		Niskie	2-3	Niska - bardzo niska	7-10	W	
				Umiarkowana	5-6	Ś	
				Wysoka	2-4	N	
				Bardzo wysoka	1	N	
		Bardzo niskie	1	Bardzo wysoka - bardzo niska	1-10	N	

Tabela AP – DFMEA i PFMEA – PRIORYTET DZIAŁANIA

FMEA konstrukcji – krok 5.: tabela DFMEA – priorytet działania cz. 2

Priorytet działania (AP) dla DFMEA i PFMEA							Puste pola (wypełnia użytkownik)
Priorytet działania jest oparty na kombinacji ocen znaczenia, występowania i wykrywania w celu ustalenia priorytetów działań dla redukcji ryzyka.							
Skutek	S	Przewidywanie wystąpienia przyczyny błędu	O	Zdolność wykrywania	D	PRIORYTET DZIAŁANIA (AP)	Komentarze
Znaczny skutek dla wyrobu lub zakładu	7-8	Bardzo wysokie	8-10	Niska - bardzo niska	7-10	W	
				Umiarkowana	5-6	W	
				Wysoka	2-4	W	
				Bardzo wysoka	1	W	
		Wysokie	6-7	Niska - bardzo niska	7-10	W	
				Umiarkowana	5-6	W	
				Wysoka	2-4	W	
				Bardzo wysoka	1	S	
		Umiarkowane	4-5	Niska - bardzo niska	7-10	W	
				Umiarkowana	5-6	S	
				Wysoka	2-4	S	
				Bardzo wysoka	1	S	
		Niskie	2-3	Niska - bardzo niska	7-10	S	
				Umiarkowana	5-6	S	
				Wysoka	2-4	N	
				Bardzo wysoka	1	N	
Umiarkowany skutek dla wyrobu lub zakładu	4-6	Bardzo wysokie	8-10	Bardzo wysoka - bardzo niska	1-10	N	
				Niska - bardzo niska	7-10	W	
				Umiarkowana	5-6	W	
				Wysoka	2-4	S	
		Wysokie	6-7	Bardzo wysoka	1	S	
				Niska - bardzo niska	7-10	S	
				Umiarkowana	5-6	S	
				Wysoka	2-4	S	
		Umiarkowane	4-5	Bardzo wysoka	1	N	
				Niska - bardzo niska	7-10	S	
				Umiarkowana	5-6	N	
				Wysoka	2-4	N	
		Niskie	2-3	Bardzo wysoka	1	N	
				Niska - bardzo niska	7-10	N	
				Umiarkowana	5-6	N	
				Wysoka	2-4	N	
		Bardzo niskie	1	Bardzo wysoka	1	N	
				Bardzo wysoka - bardzo niska	1-10	N	

Tabela AP – DFMEA i PFMEA – PRIORYTET DZIAŁANIA

FMEA konstrukcji – krok 5.: tabela DFMEA – priorytet działania cz. 3

Priorytet działania (AP) dla DFMEA i PFMEA							Puste pola (wypełnia użytkownik)
Priorytet działania jest oparty na kombinacji ocen znaczenia, występowania i wykrywania w celu ustalenia priorytetów działań dla redukcji ryzyka.							
Skutek	S	Przewidywanie wystąpienia przyczyny błędu	O	Zdolność wykrywania	D	PRIORYTET DZIAŁANIA (AP)	Komentarze
Nieznacznym skutek dla wyrobu lub zakładu	2-3	Bardzo wysokie	8-10	Niska - bardzo niska	7-10	S	
				Umiarkowana	5-6	S	
				Wysoka	2-4	N	
				Bardzo wysoka	1	N	
		Wysokie	6-7	Niska - bardzo niska	7-10	N	
				Umiarkowana	5-6	N	
				Wysoka	2-4	N	
				Bardzo wysoka	1	N	
		Umiarkowane	4-5	Niska - bardzo niska	7-10	N	
				Umiarkowana	5-6	N	
				Wysoka	2-4	N	
				Bardzo wysoka	1	N	
		Niskie	2-3	Niska - bardzo niska	7-10	N	
				Umiarkowana	5-6	N	
				Wysoka	2-4	N	
				Bardzo wysoka	1	N	
Niedostrzegalny skutek	1	Bardzo niskie	1	Bardzo wysoka - bardzo niska	1-10	N	
		Bardzo niskie - bardzo wysokie	1-10	Bardzo wysoka - bardzo niska	1-10	N	

Tabela AP – DFMEA i PFMEA – PRIORYTET DZIAŁANIA

FMEA konstrukcji – krok 6.: optymalizacja

Główne cele optymalizacji konstrukcji to:

- Określenie działań niezbędnych do zredukowania ryzyka
- Przypisanie odpowiedzialności i terminów wdrożenia działań
- Wdrożenie i dokumentacja podjętych działań, w tym potwierdzenie skuteczności wdrożonych działań i ocena ryzyka po podjęciu działań
- Współpraca między zespołem FMEA, kierownictwem, klientami i dostawcami w zakresie potencjalnych błędów
- Podstawa udoskonalenia wymagań dotyczących wyrobu oraz kontroli zapobiegawczych i wykrywających

FMEA konstrukcji – krok 6.: przykład formularza optymalizacji DFMEA z nową oceną ryzyka

ANALIZA RYZYKA DFMEA (KROK 5.)						OPTYMALIZACJA DFMEA (KROK 6.)										
Bieżąca kontrola zapobiegawcza (PC) FC	Występowanie (O) FC	Bieżąca kontrola wykrywająca (DC) FC lub FM	Wykrywanie (D) FC/FM	DFMEA AP	Kod filtru (opcjonalnie)	DFMEA Działanie zapobiegawcze	DFMEA Działanie wykrywające	Nazwisko osoby odpowiedzialnej	Docelowa data zakończenia	Status	Podjęte działanie ze wskazaniem dowodu	Data zakończenia	Znaczenie (S)	Występowanie (O)	Wykrywanie (D)	DFMEA AP
Symulacja sił dynamicznych na szczotko-trzymaczu wg FEM 6370	2	Test próbki: pomiar skutków odkształcenia sprężystego i plastycznego szczotko-trzymacza wg specyfikacji testowej MRJ82/60	2	N		Brak	Test wyrobu gotowego: pomiar prądu w najgorszych warunkach wg spec. testowej MRJ1140	Inż. ds. testów Max Mueller	dd. mm. rrrr	Zaplanowano			6	2	1	N

FMEA konstrukcji – krok 7.: dokumentowanie wyników

Główne cele dokumentowania wyników projektowania to:

- Zakomunikowanie wyników i wniosków z analizy
- Ustalenie zawartości dokumentacji
- Dokumentacja podjętych działań, w tym potwierdzenie skuteczności wdrożonych działań i ocena ryzyka po podjętych działaniach
- Zakomunikowanie działań podjętych w celu zredukowania ryzyka, w tym w ramach organizacji, a także do klientów i/lub dostawców, jeżeli ma to zastosowanie
- Zapis dotyczący analizy ryzyka i redukcji ryzyka do akceptowalnych poziomów

FMEA procesu – krok 1.: planowanie i przygotowanie

Główne cele planowania i przygotowania procesu to:

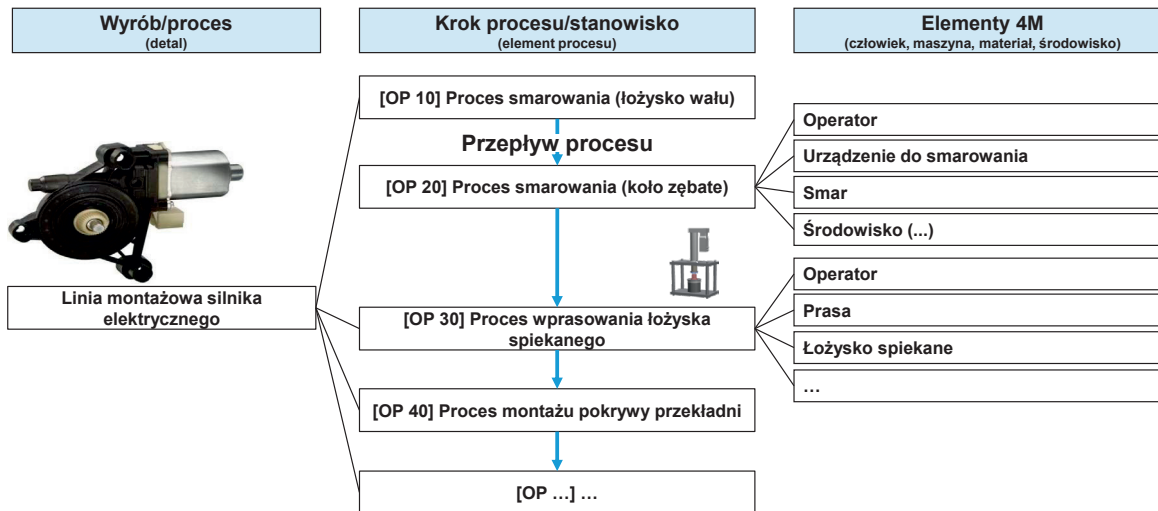
- Określenie projektu
- Plan projektu: InTent (cel), Timing (harmonogram), Team (zespół), Tasks (zadania), Tools (narzędzia) (5T)
- Analiza granic: co jest uwzględnione, a co wyłączone z analizy
- Określenie FMEA bazowego przy wykorzystaniu lessons learned
- Podstawa dla kroku analizy struktury

FMEA procesu – krok 2.: analiza struktury

Główne cele analizy struktury procesu to:

- Wizualizacja zakresu analizy
- Drzewo struktury lub jego odpowiednik: diagram przepływu procesu
- Określenie kroków i podetapów procesów
- Współpraca pomiędzy zespołami inżynierskimi klienta i dostawcy (odpowiedzialność za powiązania)
- Podstawa dla kroku analizy funkcji

FMEA procesu – krok 2.: przykład drzewa struktury dla analizy struktury

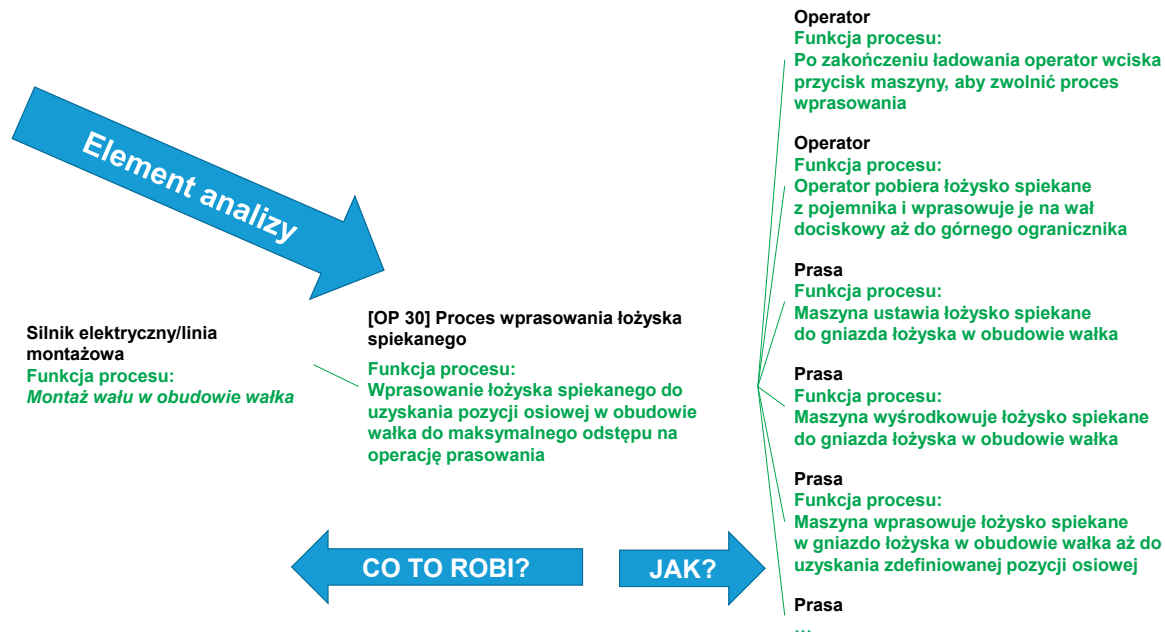


FMEA procesu – krok 3.: analiza funkcji

Główne cele analizy funkcji procesu to:

- Wizualizacja funkcji procesu
- Drzewo/sieć funkcji lub jego odpowiednik: diagram przepływu procesu
- Powiązanie wymagań lub charakterystyk z funkcjami
- Współpraca pomiędzy zespołami inżynierskimi (systemy, bezpieczeństwo i komponenty)
- Podstawa dla kroku analizy błędów

FMEA procesu – krok 3.: przykład drzewa struktury dla analizy funkcji



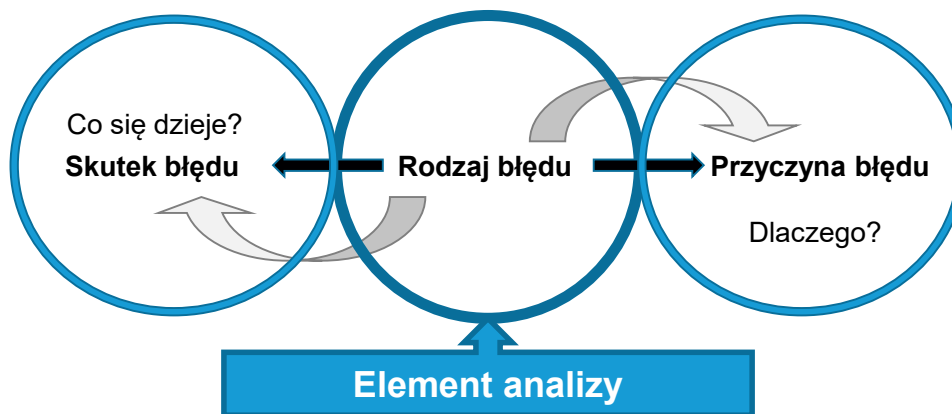
FMEA procesu – krok 3.: przykład formularza analizy funkcji

ANALIZA FUNKCJI (KROK 3.)		
1. Funkcja elementu procesu Funkcja systemu, podsystemu, elementu części lub procesu	2. Funkcja kroku procesu i charakterystyki wyrobu (wartość ilościowa jest opcjonalna)	3. Funkcja elementu pracy procesu i charakterystyka procesu
<u>Własny zakład:</u> Montaż wału w podzespół obudowy wałka <u>Zakład odbiorcy:</u> Montaż silnika w drzwiach pojazdu <u>Użytkownik końcowy:</u> Szyba podnosi się i opuszcza	Wprasowanie łożyska spiekanego do uzyskania pozycji osiowej w obudowie wałka do maksymalnego odstępu na operację prasowania	Maszyna wprasowuje łożysko spiekane w gniazdo łożyska w obudowie wałka aż do uzyskania zdefiniowanej pozycji osiowej

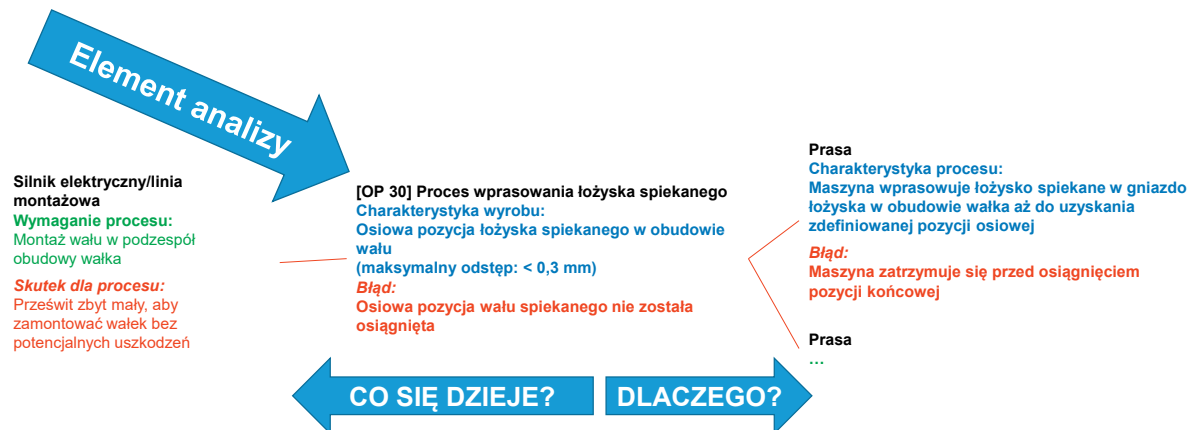
FMEA procesu – krok 4.: analiza błędów

Główne cele analizy błędów procesu to:

- Ustanowienie łańcucha błędów
- Opisanie potencjalnych skutków błędów, rodzajów błędów, przyczyn błędów dla każdej funkcji procesu
- Określenie przyczyn błędów procesu przy użyciu diagramu Ishikawy (4M) lub sieci błędów
- Współpraca pomiędzy klientem i dostawcą (skutki błędów)
- Podstawa do dokumentowania błędów w formularzu FMEA i kroku analizy ryzyka



FMEA procesu – krok 4.: przykład drzewa struktury dla analizy błędów



FMEA procesu – krok 4.: przykład formularza analizy błędu

ANALIZA BŁĘDU (KROK 4.)		
1. Skutki błędu (FE) dla następnego wyższego poziomu elementu i/lub użytkownika końcowego	2. Rodzaj błędu (FM) elementu analizy	3. Przyczyna błędu (FC) elementu pracy
<p><u>Własny zakład:</u> Prześwit zbyt mały, aby zamontować wałek bez potencjalnych uszkodzeń</p> <p><u>Zakład odbiorcy:</u> Montaż silnika w drzwiach pojazdu wymaga dodatkowej siły przy wkładaniu i istnieje możliwość uszkodzenia</p> <p><u>Użytkownik końcowy:</u> Komfortowy czas zamykania jest zbyt długi</p>	Osiowa pozycja łożyska spiekanego nie została osiągnięta	Maszyna zatrzymuje się przed osiągnięciem pozycji końcowej

FMEA procesu – krok 5.: analiza ryzyka

Główne cele analizy ryzyka procesu to:

- Wyznaczenie istniejących i/lub planowanych kontroli oraz ocena błędów
- Wyznaczenie bieżących kontroli zapobiegawczych dla przyczyn błędu
- Wyznaczenie bieżących kontroli wykrywających dla przyczyn błędu i/lub rodzajów błędu
- Ocena znaczenia, występowania i wykrywania dla każdego łańcucha błędu
- Ocena priorytetu działania
- Współpraca pomiędzy klientem a dostawcą (znaczenie)
- Podstawa dla kroku optymalizacji

FMEA procesu – krok 5.: bieżące kontrole zapobiegawcze

Zapobieganie wadliwie wyprodukowanym częściom w zakładzie produkcyjnym:

- Obsługa oburęczna maszyn
- Kolejna część nie może być zamocowana (poka-yoke)
- Pozycja zależna od formy
- Utrzymanie ruchu wyposażenia
- Utrzymanie ruchu na poziomie operatora
- Instrukcje pracy/pomoce wizualne
- Sterowanie maszyną
- Zwolnienie pierwszej sztuki

FMEA procesu – krok 5.: bieżące kontrole wykrywające

Przykłady bieżących kontroli wykrywających:

- Kontrola wizualna
- Kontrola optyczna z systemem kamer
- Test atrybutowy z trzpieniem
- Sprawdzenie wymiarów za pomocą suwmiarki
- Kontrola losowa
- Monitorowanie momentu obrotowego
- Monitorowanie obciążenia prasy
- Kontrola funkcji na końcu linii

FMEA procesu – krok 5.: przykład formularza PFMEA z analizą ryzyka

ANALIZA BŁĘDU (KROK 4.)				ANALIZA RYZYKA PFMEA (KROK 5.)						
1. Skutki błędu (FE) dla następnego wyższego poziomu elementu i/lub użytkownika końcowego	Znaczenie (S) FE	2. Rodzaj błędu (FM) elementu analizy	3. Przyczyna błędu (FC) elementu pracy	Bieżąca kontrola zapobiegawcza (PC) FC	Występowanie (O) FC	Bieżąca kontrola wykrywająca (DC) FC lub FM	Wykrywanie (D) FC/FM	PFMEA AP	Charakterystyki specjalne	Kod filtru (opcjonalnie)
<p>Własny zakład: Niemożliwy montaż wałka ze względu na zbyt mały prześwit <u>Zakład odbiorcy:</u> Brak <u>Użytkownik końcowy:</u> Komfortowy czas zamykania jest zbyt długi</p>	8	Osiowa pozycja łożyska spiekanego nie została osiągnięta	Maszyna zatrzymuje się przed osiągnięciem pozycji końcowej	Siła dostosowana zgodnie z kartą danych	5	100-procentowe sprawdzenie krzywej wydajności silnika zgodnie ze specyfikacją MRKJ5039	2	Ś		

FMEA procesu – krok 5.: tabela PFMEA – znaczenie cz. 1

Ogólne kryteria oceny procesu – znaczenie (S)					
Potencjalne skutki błędu ocenione zgodnie z poniższymi kryteriami.					Puste pola (wypełnia użytkownik)
S	Skutek	Wpływ na własny zakład	Wpływ na zakład odbiorcy (jeżeli jest znany)	Wpływ na użytkownika końcowego (jeżeli jest znany)	Przykłady korporacyjne lub linii wyrobów
10	Znaczny	Błąd może skutkować zagrożeniami dla zdrowia i/lub bezpieczeństwa pracownika produkcji lub montażu	Błąd może skutkować zagrożeniami dla zdrowia i/lub bezpieczeństwa pracownika produkcji albo montażu	Wpływa na bezpieczną pracę pojazdu i/lub innych pojazdów, zdrowie kierowcy albo pasażera (pasażerów) bądź użytkowników dróg albo pieszych	
9		Błąd może skutkować niezgodnością z przepisami wewnątrzzakładowymi	Błąd może skutkować niezgodnością z przepisami wewnątrzzakładowymi	Niezgodność z przepisami	
8	Umiarkowanie znaczny	Konieczne może być złomowanie 100% zainfekowanego biegu produkcyjnego.	Przestój linii dłuższy niż pełna zmiana produkcyjna; możliwe zatrzymanie wysyłki; wymagana naprawa lub wymiana na rynku (montaż u użytkownika końcowego) inna niż dla niezgodności z przepisami.	Utrata pierwszorzędnej funkcji pojazdu, niezbędnej do normalnego prowadzenia w czasie oczekiwanego okresu użytkowania	
7		Wyrób może wymagać sortowania i częściowego zezłomowania (mniej niż 100%); odchylenie od pierwotnego procesu; zmniejszona prędkość linii lub dodatkowa siła robocza	Przestój linii od 1 godziny do pełnej zmiany produkcyjnej; możliwe zatrzymanie wysyłki; wymagana naprawa lub wymiana na rynku (montaż u użytkownika końcowego) niezwiązana z niezgodnością z przepisami	Pogorszenie pierwszorzędnej funkcji pojazdu, niezbędnej do normalnego prowadzenia w czasie oczekiwanego okresu użytkowania	

Tabela P1 – PFMEA – ZNACZENIE (S)

FMEA procesu – krok 5.: tabela PFMEA – znaczenie cz. 2

Ogólne kryteria oceny procesu – znaczenie (S)					
Potencjalne skutki błędu ocenione zgodnie z poniższymi kryteriami.					Puste pola (wypełnia użytkownik)
S	Skutek	Wpływ na własny zakład	Wpływ na zakład odbiorcy (jeżeli jest znany)	Wpływ na użytkownika końcowego (jeżeli jest znany)	Przykłady korporacyjne lub linii wyrobów
6	Umiarkowanie nieznaczny	100% biegu produkcyjnego może wymagać przeróbki poza linią i zatwierdzenia	Przestój produkcyjny trwający mniej niż 1 godzinę	Utrata drugorzędnej funkcji pojazdu	
5		Część biegu produkcyjnego może wymagać przeróbki poza linią i zatwierdzenia	Mniej niż 100% wyrobów zainfekowanych; wysokie prawdopodobieństwo dodatkowego wadliwego wyrobu; wymagane sortowanie; brak przestoju linii	Pogorszenie drugorzędnej funkcji pojazdu	
4		100% biegu produkcyjnego może wymagać przeróbki na stanowisku przed jego przetworzeniem	Wadliwy wyrób inicjuje istotny plan reagowania; mało prawdopodobne dodatkowe wadliwe wyroby; sortowanie niewymagane	Bardzo niepożądany wygląd, dźwięk, wibracje, szorstkość lub wrażenia dotykowe	
3	Nieznaczny	Część biegu produkcyjnego może wymagać przeróbki na stanowisku przed jego przetworzeniem	Wadliwy wyrób inicjuje mało znaczący plan reagowania; mało prawdopodobne dodatkowe wadliwe wyroby; sortowanie niewymagane	Umiarkowanie niepożądany wygląd, dźwięk, wibracje, szorstkość lub wrażenia dotykowe	
2		Nieznaczna nieodgodność dla procesu, operacji lub operatora	Wadliwy wyrób nie inicjuje żadnego planu reagowania; mało prawdopodobne dodatkowe wadliwe wyroby; sortowanie niewymagane; wymagana informacja zwrotna do dostawcy	Nieznacznie niepożądany wygląd, dźwięk, wibracje, szorstkość lub wrażenia dotykowe	
1	Bardzo nieznaczny	Brak dostrzegalnego efektu	Brak dostrzegalnego efektu lub brak efektu	Brak dostrzegalnego efektu	

Tabela P1 – PFMEA – ZNACZENIE (S)

FMEA procesu – krok 5.: tabela PFMEA – występowanie

Potencjalne występowanie (O) dla procesu				
Potencjalne przyczyny błędu ocenione zgodnie z poniższymi kryteriami. Podczas określania najlepszych oszacowań dla występowania należy uwzględnić kontrole zapobiegawcze. Występowanie jest predykcją oceną jakościową dokonaną w momencie oceny i może nie odzwierciedlać faktycznego występowania. Liczba oceny występowania jest względną oceną w zakresie FMEA (proces podlegający ocenie). W przypadku kontroli zapobiegawczych z wieloma ocenami występowania, należy użyć oceny najlepiej odzwierciedlającej solidność kontroli.				Puste pola (wypełnia użytkownik)
O	Przewidywanie wystąpienia przyczyny błędu	Rodzaj kontroli	Kontrole zapobiegawcze	Przykłady korporacyjne lub linii wyrobów
10	Ekstremalnie wysokie	Brak	Brak kontroli zapobiegawczych	
9	Bardzo wysokie	Behawioralna	Kontrole zapobiegawcze będą miały niewielki wpływ na zapobieganie przyczynie błędu	
8				
7	Wysokie	Behawioralna lub techniczna	Kontrole zapobiegawcze częściowo skuteczne w zapobieganiu przyczynie błędu	
6				
5	Umiarkowane		Kontrole zapobiegawcze są skuteczne w zapobieganiu przyczynie błędu	
4				
3	Niskie	Najlepsze praktyki: behawioralna lub techniczna	Kontrole zapobiegawcze są wysoce skuteczne w zapobieganiu przyczynie błędu	
2	Bardzo niskie			
1	Ekstremalnie niskie	Techniczna	Kontrole zapobiegawcze są ekstremalnie skuteczne w zapobieganiu powstawaniu przyczyny błędu z powodu konstrukcji (np. geometria części) lub procesu (np. projektowanie urządzeń i narzędzi). Cel kontroli zapobiegawczych – brak możliwości wyprodukowania rodzaju błędu z powodu przyczyny błędu	

Skuteczność kontroli zapobiegawczej: W czasie określania, jak skuteczne będą kontrole zapobiegawcze, należy zastanowić się, czy mają one charakter techniczny (polegający na maszynach, trwałości narzędzi, materiale, z którego wykonano narzędzie, itd.), czy wykorzystują najlepsze praktyki (urządzenia, konstrukcja narzędzi, procedury wzorcowania, weryfikacja error proofing, zapobiegawcze utrzymanie ruchu, instrukcje pracy, wykresy dla statystycznej kontroli procesu, monitorowanie procesu, konstrukcja wyrobu itd.), czy mają charakter behawioralny (polegający na certyfikowanych lub niecertyfikowanych operatorach, wykwalifikowanych rzemieślnikach, liderach zespołu itd.).

Tabela P2 – PFMEA – WYSTĘPOWANIE (O)

FMEA procesu – krok 5.: tabela PFMEA – wykrywanie cz. 1

Potencjalne wykrywanie (D) dla walidacji konstrukcji procesu				
Kontrolę wykrywającą ocenianą zgodnie z dojrzałością metody wykrywania i możliwością wykrywania.				Puste pola (wypełnia użytkownik)
D	Zdolność wykrywania	Dojrzałość metody wykrywania	Możliwość wykrywania	Przykłady korporacyjne lub linii wyrobów
10	Bardzo niska	Żadna metoda testowa lub kontroli nie jest ustalona ani znana	Rodzaj błędu nie zostanie wykryty lub nie może być wykryty	
9		Jest mało prawdopodobne, że metoda testowa lub kontroli wykryje rodzaj błędu	Rodzaj błędu nie jest łatwo wykrywalny w ramach losowych lub sporadycznych auditów	
8	Niska	Metoda testowa lub kontroli nie została potwierdzona jako skuteczna i niezawodna (np. zakład ma niewielkie doświadczenie w stosowaniu metody lub nie ma żadnego, marginalne wyniki Gauge R&R w porównywalnym procesie lub tej aplikacji itp.)	Kontrola wykonywana przez człowieka (wizualna, dotykowa, słuchowa) lub użycie sprawdzianów manualnych (atrybutowych lub ze zmiennymi), które powinny wykryć rodzaj błędu lub przyczynę błędu	
7			Wykrywanie bazujące na maszynie (półautomatyczne, z powiadamianiem za pomocą światła, sygnału dźwiękowego itd.) albo użycie wyposażenia kontrolnego, takiego jak współrzędnościowa maszyna pomiarowa, które powinno wykryć rodzaj błędu lub przyczynę błędu	
6	Umiarkowana	Metoda testowa lub kontroli została potwierdzona jako skuteczna i niezawodna (np. zakład ma doświadczenie w stosowaniu metody, wyniki Gauge R&R są akceptowalne w porównywalnym procesie lub tej aplikacji itp.)	Kontrola wykonywana przez człowieka (wizualna, dotykowa, słuchowa) albo użycie sprawdzianów manualnych (atrybutowych lub ze zmiennymi), które wykryją rodzaj błędu lub przyczynę błędu (w tym kontrole próbek wyrobu)	
5			Wykrywanie bazujące na maszynie (automatyczne z powiadamianiem za pomocą światła, sygnału dźwiękowego itd.) lub użycie wyposażenia kontrolnego, takiego jak współrzędnościowa maszyna pomiarowa, które wykryje rodzaj błędu lub przyczynę błędu (w tym kontrole próbek wyrobu)	

Tabela P3 – PFMEA – WYKRYWANIE (D)

FMEA procesu – krok 5.: tabela PFMEA – wykrywanie cz. 2

Potencjalne wykrywanie (D) dla walidacji konstrukcji procesu				
Kontrole wykrywające oceniane zgodnie z dojrzałością metody wykrywania i możliwością wykrywania.				Puste pola (wypełnia użytkownik)
D	Zdolność wykrywania	Dojrzałość metody wykrywania	Możliwość wykrywania	Przykłady korporacyjne lub linii wyrobów
4	Wysoka	System został potwierdzony jako skuteczny i niezawodny (np. zakład ma doświadczenie w stosowaniu metody na identycznym procesie lub tej aplikacji), wyniki Gauge R&R są akceptowalne itd.	Automatyczne wykrywanie oparte na maszynie, które wykryje rodzaj błędu na kolejnych operacjach, zapobiegnie dalszemu procesowaniu lub system określi wyrób jako niezgodny i pozwoli mu na automatyczne przemieszczenie się w procesie aż do wyznaczonego obszaru przeznaczonego na rozładunek odrzutu.	
3			Wyrób niezgodny będzie kontrolowany przez solidny system, który zapobiegnie wydostaniu się wyrobu z zakładu	
2		Metoda wykrywania została potwierdzona jako skuteczna i niezawodna (np. zakład ma doświadczenie w stosowaniu metody, weryfikacje error proofing itd.).	Automatyczne wykrywanie oparte na maszynie, które wykryje rodzaj błędu na stanowisku, zapobiegnie dalszemu procesowaniu lub system określi wyrób jako niezgodny i pozwoli mu na automatyczne przemieszczenie się w procesie aż do wyznaczonego obszaru przeznaczonego na rozładunek odrzutu. Wyrób niezgodny będzie kontrolowany przez solidny system, który zapobiegnie wydostaniu się wyrobu z zakładu	
1	Bardzo wysoka	Rodzaj błędu nie może być fizycznie wyprodukowany ze względów konstrukcyjnych lub procesowych lub metoda wykrywania dowiodła, że zawsze wykrywa rodzaj błędu lub przyczynę błędu		

Tabela P3 – PFMEA – WYKRYWANIE (D)

FMEA procesu – krok 5.: tabela PFMEA – priorytet działania cz. 1

Wysoki priorytet (W): Najwyższy priorytet dla przeglądu i działania. Zespół musi albo określić odpowiednie działanie w celu poprawy kontroli zapobiegawczych i/lub wykrywających, albo uzasadnić i udokumentować, dlaczego obecne kontrole są odpowiednie.

Średni priorytet (Ś): Średni priorytet dla przeglądu i działania. Zaleca się, aby zespół określił odpowiednie działania w celu poprawy kontroli zapobiegawczych i/lub wykrywających lub, według uznania firmy, uzasadnił i udokumentował, dlaczego kontrole są odpowiednie.

Niski priorytet (N): Niski priorytet dla przeglądu i działania. Zespół może określić działania w celu poprawy kontroli zapobiegawczych lub wykrywających.

Priorytet działania (AP) dla DFMEA i PFMEA							
Priorytet działania jest oparty na kombinacji ocen znaczenia, występowania i wykrywania w celu ustalenia priorytetów działań dla redukcji ryzyka.							Puste pola (wypełnia użytkownik)
Skutek	S	Przewidywanie wystąpienia przyczyny błędu	O	Zdolność wykrywania	D	PRIORYTET DZIAŁANIA (AP)	Komentarze
Bardzo znaczny skutek dla wyrobu lub zakładu	9-10	Bardzo wysokie	8-10	Niska - bardzo niska	7-10	W	
				Umiarkowana	5-6	W	
				Wysoka	2-4	W	
				Bardzo wysoka	1	W	
		Wysokie	6-7	Niska - bardzo niska	7-10	W	
				Umiarkowana	5-6	W	
				Wysoka	2-4	W	
				Bardzo wysoka	1	W	
		Umiarkowane	4-5	Niska - bardzo niska	7-10	W	
				Umiarkowana	5-6	W	
				Wysoka	2-4	W	
				Bardzo wysoka	1	Ś	
		Niskie	2-3	Niska - bardzo niska	7-10	W	
				Umiarkowana	5-6	Ś	
				Wysoka	2-4	N	
				Bardzo wysoka	1	N	
		Bardzo niskie	1	Bardzo wysoka - bardzo niska	1-10	N	

Tabela AP – DFMEA i PFMEA – PRIORYTET DZIAŁANIA

FMEA procesu – krok 5.: tabela PFMEA – priorytet działania cz. 2

Priorytet działania (AP) dla DFMEA i PFMEA							Puste pola (wypełnia użytkownik)
Priorytet działania jest oparty na kombinacji ocen znaczenia, występowania i wykrywania w celu ustalenia priorytetów działań dla redukcji ryzyka.							
Skutek	S	Przewidywanie wystąpienia przyczyny błędu	O	Zdolność wykrywania	D	PRIORYTET DZIAŁANIA (AP)	Komentarze
Znaczny skutek dla wyrobu lub zakładu	7-8	Bardzo wysokie	8-10	Niska - bardzo niska	7-10	W	
				Umiarkowana	5-6	W	
				Wysoka	2-4	W	
				Bardzo wysoka	1	W	
		Wysokie	6-7	Niska - bardzo niska	7-10	W	
				Umiarkowana	5-6	W	
				Wysoka	2-4	W	
				Bardzo wysoka	1	S	
		Umiarkowane	4-5	Niska - bardzo niska	7-10	W	
				Umiarkowana	5-6	S	
				Wysoka	2-4	S	
				Bardzo wysoka	1	S	
		Niskie	2-3	Niska - bardzo niska	7-10	S	
				Umiarkowana	5-6	S	
				Wysoka	2-4	N	
				Bardzo wysoka	1	N	
Umiarkowany skutek dla wyrobu lub zakładu	4-6	Bardzo wysokie	8-10	Bardzo wysoka - bardzo niska	1-10	N	
				Niska - bardzo niska	7-10	W	
				Umiarkowana	5-6	W	
				Wysoka	2-4	S	
		Wysokie	6-7	Bardzo wysoka	1	S	
				Niska - bardzo niska	7-10	S	
				Umiarkowana	5-6	S	
				Wysoka	2-4	S	
		Umiarkowane	4-5	Bardzo wysoka	1	N	
				Niska - bardzo niska	7-10	S	
				Umiarkowana	5-6	N	
				Wysoka	2-4	N	
		Niskie	2-3	Bardzo wysoka	1	N	
				Niska - bardzo niska	7-10	N	
				Umiarkowana	5-6	N	
				Wysoka	2-4	N	
		Bardzo niskie	1	Bardzo wysoka	1	N	
				Bardzo wysoka - bardzo niska	1-10	N	

Tabela AP – DFMEA i PFMEA – PRIORYTET DZIAŁANIA

FMEA procesu – krok 5.: tabela PFMEA – priorytet działania cz. 3

Priorytet działania (AP) dla DFMEA i PFMEA							Puste pola (wypełnia użytkownik)
Priorytet działania jest oparty na kombinacji ocen znaczenia, występowania i wykrywania w celu ustalenia priorytetów działań dla redukcji ryzyka.							
Skutek	S	Przewidywanie wystąpienia przyczyny błędu	O	Zdolność wykrywania	D	PRIORYTET DZIAŁANIA (AP)	Komentarze
Nieznaczny skutek dla wyrobu lub zakładu	2-3	Bardzo wysokie	8-10	Niska - bardzo niska	7-10	S	
				Umiarkowana	5-6	S	
				Wysoka	2-4	N	
				Bardzo wysoka	1	N	
		Wysokie	6-7	Niska - bardzo niska	7-10	N	
				Umiarkowana	5-6	N	
				Wysoka	2-4	N	
				Bardzo wysoka	1	N	
		Umiarkowane	4-5	Niska - bardzo niska	7-10	N	
				Umiarkowana	5-6	N	
				Wysoka	2-4	N	
				Bardzo wysoka	1	N	
		Niskie	2-3	Niska - bardzo niska	7-10	N	
				Umiarkowana	5-6	N	
				Wysoka	2-4	N	
				Bardzo wysoka	1	N	
Niedostrzegalny skutek	1	Bardzo niskie	1	Bardzo wysoka - bardzo niska	1-10	N	
		Bardzo niskie - bardzo wysokie	1-10	Bardzo wysoka - bardzo niska	1-10	N	

Tabela AP – DFMEA i PFMEA – PRIORYTET DZIAŁANIA

FMEA procesu – krok 6.: optymalizacja

Główne cele optymalizacji procesu to:

- Identyfikacja działań niezbędnych do zredukowania ryzyka
- Przypisanie odpowiedzialności i terminów wdrożenia działań
- Wdrożenie i dokumentacja podjętych działań, w tym potwierdzenie skuteczności wdrażanych działań i ocena ryzyka po podjęciu działań
- Współpraca między zespołem FMEA, kierownictwem, klientami i dostawcami w zakresie potencjalnych błędów
- Podstawa udoskonalenia wymagań dotyczących wyrobu i/lub procesu oraz kontroli zapobiegawczych i wykrywających

FMEA procesu – krok 6.: przykład formularza optymalizacji PFMEA z nową oceną ryzyka

ANALIZA RYZYKA PFMEA (KROK 5.)						OPTIMALIZACJA PFMEA (KROK 6.)													
Bieżąca kontrola zapobiegawcza (PC) FC	Występowanie (O) FC	Bieżąca kontrola wykrywająca (DC) FC lub FM	Wykrywanie (D) FC/FM	PFMEA AP	Charakterystyki specjalne	Kod filtru (opcjonalnie)	Działanie zapobiegawcze	Działanie wykrywające	Nazwisko osoby odpowiedzialnej	Docelowa data zakończenia	Status	Podjęte działanie ze wskazaniem dowodu	Data zakończenia	Znaczenie (S)	Występowanie (O)	Wykrywanie (D)	Charakterystyki specjalne	PFMEA AP	Uwagi
Siła dostosowana zgodnie z kartą danych	5	100-procentowe sprawdzenie krzywej wydajności silnika zgodnie ze specyfikacją MRKJ5039	2	\$			Wybrana prasa z czujnikiem kontroli pozycji	Wybrana prasa z monitorowaniem siły	Inż. procesu Paul Duncan	dd.mm.rrrr	otwarty			8	3	2		N	

FMEA procesu – krok 7.: dokumentowanie wyników

Główne cele dokumentowania wyników dotyczących procesu to:

- Zakomunikowanie wyników i wniosków z analizy
- Ustalenie zawartości dokumentacji
- Dokumentacja podjętych działań, w tym potwierdzenie skuteczności wdrożonych działań i ocena ryzyka po podjętych działaniach
- Zakomunikowanie działań podjętych w celu zredukowania ryzyka, w tym w ramach organizacji, a także do klientów i/lub dostawców, jeżeli ma to zastosowanie
- Zapis dotyczący analizy ryzyka i redukcji ryzyka do akceptowalnych poziomów

FMEA MSR – krok 1.: planowanie i przygotowanie

Główne cele kroku planowania i przygotowania w FMEA-MSR to:

- Określenie projektu
- Plan projektu: InTent (cel), Timing (harmonogram), Team (zespół), Tasks (zadania), Tools (narzędzia) (5T)
- Analiza granic: co jest uwzględnione, a co jest wyłączone z analizy
- Zdefiniowanie FMEA bazowego
- Podstawa dla kroku analizy struktury

FMEA MSR – krok 2.: analiza struktury

Główne cele analizy struktury w FMEA-MSR to:

- Wizualizacja zakresu analizy
- Drzewo struktury lub jego odpowiednik: diagram blokowy, diagram granic, model cyfrowy, fizyczna część
- Określenie powiązań konstrukcyjnych, interakcji
- Współpraca pomiędzy zespołami inżynierskimi klienta i dostawcy (odpowiedzialności za powiązania)
- Podstawa dla kroku analizy funkcji

FMEA MSR – krok 2.: przykład formularza analizy struktury w FMEA-MSR

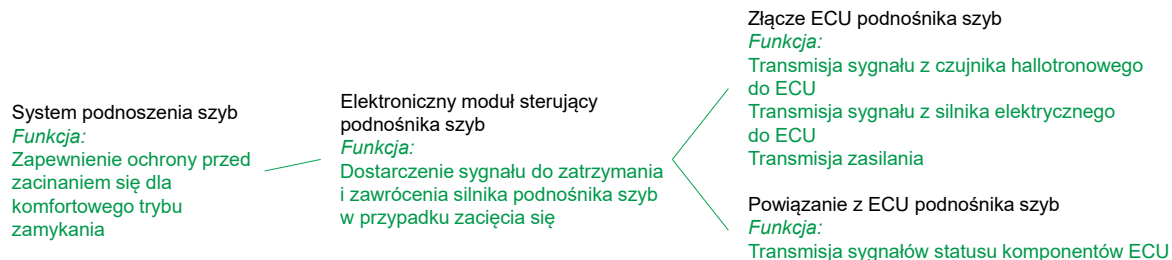
ANALIZA STRUKTURY (KROK 2.)		
1. Następny wyższy poziom	2. Element analizy	3. Następny niższy poziom lub rodzaj charakterystyki
System podnoszenia szyb	ECU podnośnika szyb	Złącze ECU podnośnika szyb

FMEA MSR – krok 3.: analiza funkcji

Główne cele analizy funkcji w FMEA-MSR to:

- Wizualizacja funkcji i relacji pomiędzy funkcjami
- Drzewo/sieć funkcji lub jego odpowiednik: diagram parametrów (diagram p)
- Kaskadowanie funkcji klienta (zewnętrznego i wewnętrznego) wraz z powiązanymi wymaganiami
- Powiązanie wymagań lub charakterystyk z funkcjami
- Współpraca pomiędzy zespołami inżynieryjnymi (systemy, bezpieczeństwo i komponenty)
- Podstawa dla kroku analizy błędu

FMEA MSR – krok 3.: przykład drzewa struktury z funkcjami



FMEA MSR – krok 3.: przykład formularza analizy funkcji w FMEA-MSR

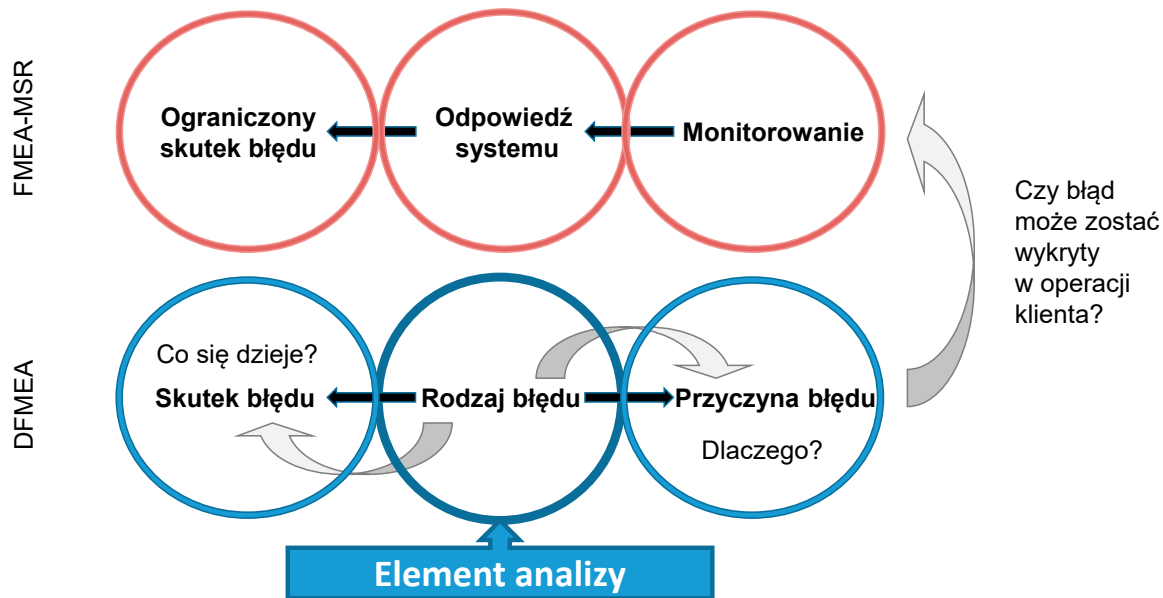
ANALIZA FUNKCJI (KROK 3.)		
1. Następny wyższy poziom Funkcja i wymaganie	2. Element analizy Funkcja i wymaganie	3. Następny niższy poziom Funkcja i wymaganie lub charakterystyka
Zapewnienie ochrony przed zacinaniem się dla komfortowego trybu zamykania	Dostarczenie sygnału do zatrzymania i zawrócenia silnika podnośnika szyb w przypadku zacięcia się	Transmisja sygnału z czujnika hallotronowego do ECU

FMEA MSR – krok 4.: analiza błędu

Główne cele analizy błędu w FMEA-MSR to:

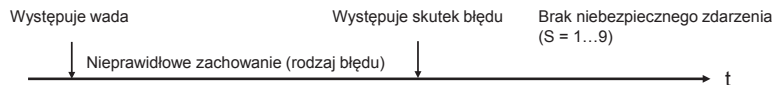
- Ustanowienie łańcucha błędu
- Opisanie potencjalnej przyczyny błędu, monitorowania, odpowiedzi systemu, zredukowanego skutku błędu
- Określenie przyczyn błędu wyrobu przy użyciu diagramu parametrów lub sieci błędu
- Współpraca pomiędzy klientem i dostawcą (skutki błędu)
- Podstawa do dokumentowania błędów w formularzu FMEA i do kroku analizy ryzyka

FMEA MSR – krok 4.: teoretyczny model łańcucha błędu – DFMEA i FMEA-MSR



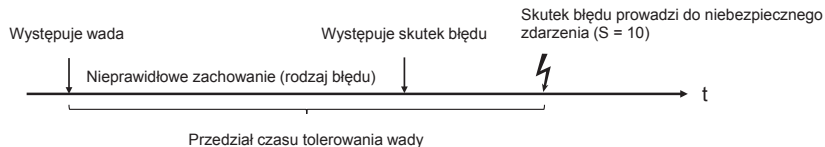
FMEA MSR – krok 4.: scenariusze błędu

1



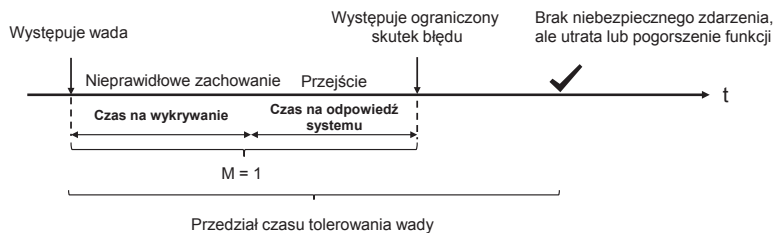
Scenariusz błędu (1) – bezpieczny

2



Scenariusz błędu (2) – niebezpieczny

3



Scenariusz błędu (3) – ograniczony (skutek)

FMEA MSR – krok 4.: przykład sieci błędów

System podnoszenia szyb

Skutek błędu:

Siła zacisku za wysoka i brak funkcji ponownego otwarcia. Ręka lub szyja mogą zostać przyciśnięte pomiędzy szybą a ramą

Elektroniczny moduł sterujący podnośnikiem szyb

Rodzaj błędu:

Polaryzacja silnika nie jest odwrócona

Złącze ECU podnośnika szyb

Przyczyna błędu:

Błędna częstotliwość przekazywana z czujnika hallotronowego w obowiązującym zakresie wartości

FMEA MSR – krok 4.: przykład formularza analizy błędu w FMEA-MSR

ANALIZA BŁĘDU (KROK 4.)		
1. Skutki błędu (FE) dla następnego wyższego poziomu elementu i/lub użytkownika końcowego	2. Rodzaj błędu (FM) elementu analizy	3. Przyczyna błędu (FC) następnego niższego elementu lub charakterystyki
Brak zabezpieczenia przed przyciśnięciem w trybie komfortowego zamykania (ręka lub szyja mogą zostać przyciśnięte pomiędzy szybą a ramą)	Brak sygnału do zatrzymania i cofnięcia silnika podnośnika szyb na wypadek przyciśnięcia	Sygnał czujnika hallotronowego nie jest transmitowany do ECU z powodu słabego połączenia czujnika hallotronowego

FMEA MSR – krok 5.: analiza ryzyka

Główne cele analizy ryzyka w FMEA-MSR to:

- Wyznaczenie istniejących i/lub planowanych kontroli oraz ocena błędów
- Wyznaczenie kontroli zapobiegawczych dla przyczyn błędu
- Wyznaczenie kontroli wykrywających dla przyczyn błędu i/lub rodzajów błędu
- Ocena znaczenia, częstotliwości i monitorowania dla każdego łańcucha błędu
- Ocena priorytetu działania
- Współpraca pomiędzy klientem a dostawcą (znaczenie)
- Podstawa dla kroku optymalizacji

FMEA MSR – krok 5.: ocena

Każda relacja rodzaju, przyczyny i skutku błędu jest oceniana przy użyciu następujących trzech kryteriów:

- **Znaczenie (S):** reprezentuje znaczenie skutku błędu
- **Częstotliwość (F):** reprezentuje częstotliwość występowania przyczyny w danej sytuacji operacyjnej, podczas zamierzonego okresu użytkowania pojazdu
- **Monitorowanie (M):** reprezentuje potencjał wykrywania funkcji monitorowania diagnostycznego (wykrywanie przyczyny błędu, rodzaju błędu i/lub skutku błędu)

Do oceny S, F, M używa się odpowiednio liczb w skali od 1 do 10, przy czym 10 oznacza najwyższy udział w ryzyku.

FMEA MSR – krok 5.: przykład analizy ryzyka FMEA-MSR
– formularz oceny bieżącego ryzyka

UZUPEŁNIAJĄCA ANALIZA RYZYKA FMEA-MSR (KROK 5.)									
Uzasadnienie dla częstotliwości	Częstotliwość (F) FC	Bieżące monitorowanie diagnostyczne	Bieżąca odpowiedź systemu	Monitorowanie (M)	Najbardziej znaczący skutek błędu po odpowiedzi systemu	Znaczenie (S) FE po MSR	Znaczenie (S) pierwotnego FE z analizy błędu (krok 4.)	MSR AP	Kod filtru (opcjonalnie)
Zasada połączenia czujnika hallotronowego i ECU jest zgodna ze standardem xyz	2	Brak	Okno zamknie się z pełną siłą zacisku	10	Ręka lub szyja mogą zostać przyciśnięte pomiędzy szybą a ramą	10	10	Ś	

FMEA MSR – krok 5.: tabela FMEA MSR - znaczenie

Ogólne kryteria oceny wyrobu – znaczenie (S)			
Potencjalne skutki błędów ocenione zgodnie z poniższymi kryteriami.			Puste pola (wypełnia użytkownik)
S	Skutek	Kryteria znaczenia	Przykłady korporacyjne lub linii wyrobów
10	Bardzo znaczący	Wpływa na bezpieczną eksploatację pojazdu i/lub innych pojazdów, zdrowie kierowcy albo pasażera (pasażerów) bądź użytkowników dróg lub pieszych	
9		Niezgodność z przepisami	
8	Znaczący	Utrata pierwszorzędnej funkcji pojazdu, niezbędnej do normalnego prowadzenia w czasie oczekiwanego okresu użytkowania	
7		Pogorszenie pierwszorzędnej funkcji pojazdu, niezbędnej do normalnego prowadzenia w czasie oczekiwanego okresu użytkowania	
6	Umiarkowany	Utrata drugorzędnej funkcji pojazdu	
5		Pogorszenie drugorzędnej funkcji pojazdu	
4		Bardzo niepożądany wygląd, dźwięk, wibracje, szorstkość lub wrażenia dotykowe	
3	Nieznaczny	Umiarkowanie niepożądany wygląd, dźwięk, wibracje, szorstkość lub wrażenia dotykowe	
2		Nieznacznie niepożądany wygląd, dźwięk, wibracje, szorstkość lub wrażenia dotykowe	
1	Bardzo nieznaczny	Brak dostrzegalnego skutku błędów	

UWAGA: Niniejsza tabela jest identyczna z tabelą C1 – DFMEA – Znaczenie (S).

Tabela MSR1 – UZUPEŁNIAJĄCE FMEA-MSR – ZNACZENIE (S)

FMEA MSR – krok 5.: tabela FMEA MSR - częstotliwość

Potencjał częstotliwości (F) dla wyrobu			
Kryteria częstotliwości (F) dla szacowanego występowania przyczyny błędu w odpowiednich sytuacjach operacyjnych podczas zamierzonego okresu użytkowania pojazdu.			Puste pola (wypełnia użytkownik)
F	Szacowana częstotliwość	Kryteria częstotliwości – FMEA-MSR	Przykłady korporacyjne lub linii wyrobów
10	Ekstremalnie wysoka lub niemożliwa do ustalenia	Częstotliwość występowania przyczyny błędu jest nieznana lub znana jako nieakceptowalnie wysoka podczas zamierzonego okresu użytkowania pojazdu	
9	Wysoka	Przyczyna błędu prawdopodobnie wystąpi podczas zamierzonego okresu użytkowania pojazdu	
8		Przyczyna błędu może często występować na rynku podczas zamierzonego okresu użytkowania pojazdu	
7		Przyczyna błędu może regularnie występować na rynku podczas zamierzonego okresu użytkowania pojazdu	
6	Średnia	Przyczyna błędu może czasami występować na rynku podczas zamierzonego okresu użytkowania pojazdu	
5		Przyczyna błędu może okazjonalnie występować na rynku podczas zamierzonego okresu użytkowania pojazdu	
4	Niska	Przewiduje się, że przyczyna błędu występuje rzadko na rynku podczas zamierzonego okresu użytkowania pojazdu. Przewiduje się co najmniej dziesięć wystąpień na rynku	
3	Bardzo niska	Przewiduje się, że przyczyna błędu występuje jako odosobniony przypadek na rynku podczas zamierzonego okresu użytkowania pojazdu. Przewiduje się przynajmniej jedno wystąpienie na rynku	
2	Ekstremalnie niska	Na podstawie kontroli zapobiegawczych i wykrywających oraz doświadczenia rynkowego z podobnymi częściami, przewiduje się, że przyczyna błędu nie wystąpi podczas zamierzonego okresu użytkowania pojazdu. Odosobnione przypadki nie mogą być wykluczone. Brak dowodów na to, że tak się nie stanie	
1	Nie może wystąpić	Przyczyna błędu nie może wystąpić podczas zamierzonego okresu użytkowania pojazdu lub jest praktycznie wyeliminowana. Są dowody, że przyczyna błędu nie może wystąpić. Uzasadnienie jest udokumentowane	

Odsetek odpowiednich warunków eksploatacji w porównaniu z ogólnym czasem eksploatacji	Wartość, o jaką F może być obniżona
< 10%	1
< 1%	2

UWAGA: Prawdopodobieństwo wzrasta wraz ze wzrostem liczby pojazdów.
Wartością referencyjną do szacunków jest milion pojazdów na rynku.

Tabela MSR2 – UZUPEŁNIAJĄCE FMEA-MSR – CZĘSTOTLIWOŚĆ (F)

FMEA MSR – krok 5.: tabela FMEA MSR - monitorowanie cz. 1

Uzupełniające FMEA do monitorowania i odpowiedzi systemu (M)				
Kryteria monitorowania (M) dla przyczyn błędu, rodzajów błędu i skutków błędu poprzez monitorowanie podczas operacji klienta. Należy użyć liczby oceny, która odpowiada najmniej skutecznemu z kryteriów monitorowania lub odpowiedzi systemu.				Puste pola (wypełnia użytkownik)
M	Skuteczność kontroli monitorujących i odpowiedzi systemu	Monitorowanie diagnostyczne/ kryteria percepcji sensorycznej	Odpowiedź systemu/ kryteria reakcji człowieka	Przykłady korporacyjne lub linii wyrobów
10	Nieskuteczna	Wada/błąd nie mogą być wykryte w ogóle lub nie podczas przedziału czasu tolerowania wady przez system, kierowcę, pasażera lub serwisanta	Brak odpowiedzi podczas przedziału czasu tolerowania wady	
9	Bardzo niska	Wada/błąd prawie nigdy nie mogą być wykryte w istotnych warunkach eksploatacji. Kontrola monitorująca z niską skutecznością, wysoką zmiennością lub wysoką niepewnością. Minimalny zasięg diagnostyczny	Reakcja systemu lub kierowcy na błąd/wadę może nie wystąpić niezawodnie podczas przedziału czasu tolerowania wady	
8	Niska	Wada/błąd mogą być wykryte w niewielu istotnych warunkach eksploatacji. Kontrola monitorująca z niską skutecznością, wysoką zmiennością lub wysoką niepewnością. Zasięg diagnostyczny oszacowany na < 60%	Reakcja systemu lub kierowcy na błąd/wadę może nie zawsze wystąpić podczas przedziału czasu tolerowania wady	
7	Umiarkowanie niska	Małe prawdopodobieństwo wykrycia wady/błędu podczas przedziału czasu tolerowania wady przez system lub kierowcę. Kontrola monitorująca z niską skutecznością, wysoką zmiennością lub wysoką niepewnością. Zasięg diagnostyczny oszacowany na > 60%	Niskie prawdopodobieństwo reakcji na wykrytą wadę/błąd podczas przedziału czasu tolerowania wady przez system lub kierowcę	
6	Umiarkowana	Wada/błąd będą automatycznie wykryte przez system lub kierowcę tylko podczas włączonego zasilania, ze średnią zmiennością w czasie wykrywania. Zasięg diagnostyczny oszacowany na > 90%	Zautomatyzowany system lub kierowca będą w stanie zareagować na wykrytą wadę/ błąd w wielu warunkach eksploatacji	
5		Wada/błąd będą automatycznie wykryte przez system podczas przedziału czasu tolerowania wady ze średnią zmiennością w czasie wykrywania lub wykryte przez kierowcę w bardzo wielu warunkach eksploatacji. Zasięg diagnostyczny oszacowany na 90–97%	Zautomatyzowany system lub kierowca będą w stanie zareagować na wykrytą wadę/błąd w bardzo wielu warunkach eksploatacji	

Tabela MSR3 – UZUPEŁNIAJĄCE FMEA-MSR – MONITOROWANIE (M)

FMEA MSR – krok 5.: tabela FMEA MSR - monitorowanie cz. 2

Uzupełniające FMEA do monitorowania i odpowiedzi systemu (M)				
Kryteria monitorowania (M) dla przyczyn błędu, rodzajów błędu i skutków błędu poprzez monitorowanie podczas operacji klienta. Należy użyć liczby oceny, która odpowiada najmniej skutecznemu z kryteriów monitorowania lub odpowiedzi systemu.				Puste pola (wypełnia użytkownik)
M	Skuteczność kontroli monitorujących i odpowiedzi systemu	Monitorowanie diagnostyczne/ kryteria percepcji sensorycznej	Odpowiedź systemu/ kryteria reakcji człowieka	Przykłady korporacyjne lub linii wyrobów
4	Umiarkowanie wysoka	Wada/błąd będą automatycznie wykryte przez system podczas przedziału czasu tolerowania wady ze średnią zmiennością w czasie wykrywania lub wykryte przez kierowcę w większości warunków eksploatacji. Zasięg diagnostyczny oszacowany na > 97%	Zautomatyzowany system lub kierowca będą w stanie zareagować na wykrytą wadę/błąd podczas przedziału czasu tolerowania wady w większości warunków eksploatacji	
3	Wysoka	Wada/błąd będą automatycznie wykryte przez system podczas przedziału czasu tolerowania wady z bardzo niską zmiennością w czasie wykrywania i z wysokim prawdopodobieństwem. Zasięg diagnostyczny oszacowany na > 99%	System automatycznie zareaguje na wykrytą wadę/błąd podczas przedziału czasu tolerowania wady w większości warunków eksploatacji z bardzo niską zmiennością w czasie odpowiedzi systemu i z wysokim prawdopodobieństwem	
2	Bardzo wysoka	Wada/błąd będą automatycznie wykryte przez system z bardzo niską zmiennością w czasie wykrywania podczas przedziału czasu tolerowania wady i z bardzo wysokim prawdopodobieństwem. Zasięg diagnostyczny oszacowany na > 99,9%	System automatycznie zareaguje na wykrytą wadę/błąd podczas przedziału czasu tolerowania wady z bardzo niską zmiennością w czasie odpowiedzi systemu i z bardzo wysokim prawdopodobieństwem	
1	Niezawodna i akceptowalna dla wyeliminowania pierwotnego skutku błędu	Wada/błąd będą zawsze automatycznie wykryte przez system. Zasięg diagnostyczny oszacowany jako znacznie większy niż 99,9%	System zawsze automatycznie reaguje na wykrytą wadę/błąd podczas przedziału czasu tolerowania wady	

Tabela MSR3 – UZUPEŁNIAJĄCE FMEA-MSR – MONITOROWANIE (M)

FMEA MSR – krok 5.: tabela FMEA MSR – priorytet działania cz. 1

Priorytet działania (AP) dla FMEA-MSR						
Priorytet działania jest oparty na kombinacji ocen znaczenia, częstotliwości i monitorowania w celu ustalenia priorytetów działań dla redukcji ryzyka.						
Skutek	S	Przewidywanie wystąpienia przyczyny błędu w trakcie okresu użytkowania pojazdu	F	Skuteczność monitorowania	M	PRIORYTET DZIAŁANIA (AP)
Znaczny skutek dla wyrobu	10	Średnie - ekstremalnie wysokie	5-10	Niezawodna - nieskuteczna	1-10	W
		Niskie	4	Umiarkowanie wysoka - nieskuteczna	4-10	W
				Bardzo wysoka - wysoka	2-3	W
				Niezawodna	1	Ś
		Bardzo niskie	3	Umiarkowanie wysoka - nieskuteczna	4-10	W
				Bardzo wysoka - wysoka	2-3	Ś
				Niezawodna	1	N
		Ekstremalnie niskie	2	Umiarkowanie wysoka - nieskuteczna	4-10	Ś
				Niezawodna - wysoka	1-3	N
		Nie może wystąpić	1	Niezawodna - nieskuteczna	1-10	N
Znaczny skutek dla wyrobu	9	Niskie - ekstremalnie wysokie	4-10	Niezawodna - nieskuteczna	1-10	W
		Ekstremalnie niskie - bardzo niskie	2-3	Bardzo wysoka - nieskuteczna	2-10	W
				Niezawodna	1	N
		Nie może wystąpić	1	Niezawodna - nieskuteczna	1-10	N
Umiarkowanie znaczny skutek dla wyrobu	7-8	Średnie - ekstremalnie wysokie	6-10	Niezawodna - nieskuteczna	1-10	W
		Średnie	5	Umiarkowanie wysoka - nieskuteczna	5-10	W
				Niezawodna - umiarkowanie wysoka	1-4	Ś
				Umiarkowanie niska - nieskuteczna	7-10	W
		Niskie	4	Umiarkowanie wysoka - umiarkowana	4-6	Ś
				Niezawodna - wysoka	1-3	N
				Bardzo niska - nieskuteczna	9-10	W
		Bardzo niskie	3	Umiarkowanie niska - niska	7-8	Ś
				Niezawodna - umiarkowana	1-6	N
				Umiarkowanie niska - nieskuteczna	7-10	Ś
		Ekstremalnie niskie	2	Niezawodna - umiarkowana	1-6	N
		Nie może wystąpić	1	Niezawodna - nieskuteczna	1-10	N

Tabela AP – FMEA-MSR – PRIORYTET DZIAŁANIA

FMEA MSR – krok 5.: tabela FMEA MSR – priorytet działania cz. 2

Priorytet działania (AP) dla FMEA-MSR						
Priorytet działania jest oparty na kombinacji ocen znaczenia, częstotliwości i monitorowania w celu ustalenia priorytetów działań dla redukcji ryzyka.						
Skutek	S	Przewidywanie wystąpienia przyczyny błędu w trakcie okresu użytkowania pojazdu	F	Skuteczność monitorowania	M	PRIORYTET DZIAŁANIA (AP)
Umiarkowanie nieznaczny skutek dla wyrobu	4-6	Wysokie - ekstremalnie wysokie	7-10	Niezawodna - nieskuteczna	1-10	W
		Średnie	5-6	Umiarkowana - nieskuteczna	6-10	W
				Niezawodna - umiarkowanie wysoka	1-5	S
		Ekstremalnie niskie - niskie	2-4	Bardzo niska - nieskuteczna	9-10	S
				Umiarkowanie wysoka - umiarkowana	7-8	S
				Niezawodna - umiarkowana	1-6	N
Nieznaczny skutek dla wyrobu	2-3	Nie może wystąpić	1	Niezawodna - nieskuteczna	1-10	N
		Wysokie - ekstremalnie wysokie	7-10	Niezawodna - nieskuteczna	1-10	W
		Średnie	5-6	Umiarkowanie niska - nieskuteczna	7-10	S
				Niezawodna - umiarkowana	1-6	N
		Ekstremalnie niskie - niskie	2-4	Niezawodna - nieskuteczna	1-10	N
Bardzo nieznaczny skutek dla wyrobu	1	Nie może wystąpić - ekstremalnie wysokie	1-10	Niezawodna - nieskuteczna	1-10	N

UWAGA 1: Jeżeli M = 1, ocena znaczenia skutku błędu po monitorowaniu i odpowiedzi systemu powinna być wykorzystana w ustalaniu priorytetu działania MSR. Jeżeli M nie jest równe 1, to ocena znaczenia pierwotnego skutku błędu powinna być wykorzystana w ustalaniu priorytetu działania MSR.

UWAGA 2: Gdy używany jest FMEA-MSR, a M = 1, to priorytetyzacja działania DFMEA zastępuje ocenę znaczenia pierwotnego skutku błędu z oceną znaczenia ograniczonego skutku błędu.

Tabela AP – FMEA-MSR – PRIORYTET DZIAŁANIA

FMEA MSR – krok 6.: optymalizacja

Główne cele optymalizacji FMEA-MSR to:

- Identyfikacja działań niezbędnych do zredukowania ryzyka
- Przypisanie odpowiedzialności i docelowych dat zakończenia wdrożenia działania
- Wdrożenie i dokumentacja podjętych działań, w tym potwierdzenie skuteczności wdrożonych działań i ocena ryzyka po podjęciu działań
- Współpraca między zespołem FMEA, kierownictwem, klientami i dostawcami w zakresie potencjalnych błędów
- Podstawa udoskonalenia wymagań dotyczących wyrobu oraz kontroli zapobiegawczych/wykrywających

FMEA MSR – krok 6.: przykład formularza optymalizacji FMEA-MSR z nową oceną ryzyka

UZUPEŁNIAJĄCE FMEA-MSR – OPTYMALIZACJA (KROK 6.)													
Działanie zapobiegawcze MSR	Działanie związane z monitorowaniem diagnostycznym	Odpowiedź systemu	Najbardziej znaczący skutek błędu po odpowiedzi systemu	Znaczenie (S) FE po MSR	Nazwisko osoby odpowiedzialnej	Docelowa data zakończenia	Status	Podjęte działanie ze wskazaniem dowodu	Data zakończenia	Częstotliwość (F)	Monitorowanie (M)	MSR AP	Uwagi
Brak	Wprowadzenie kontroli wiarygodności między prądem silnika a utratą sygnału z czujnika hallotronowego	Tryb komfortowego zamykania zdezaktywowany	Utrata funkcji „Komfortowe zamykanie”. Okno porusza się tylko w trybie ręcznym	6	Inż. ds. testów Warren Watchful	dd.mm.rrrr	Wdrożenie w toku			2	1	N	

FMEA MSR – krok 7.: dokumentowanie wyników

Główne cele dokumentowania wyników FMEA-MSR to:

- Zakomunikowanie wyników i wniosków z analizy
- Ustalenie zawartości dokumentacji
- Dokumentacja podjętych działań, w tym potwierdzenie skuteczności wdrożonych działań i ocena ryzyka po podjętych działaniach
- Zakomunikowanie działań podjętych w celu zredukowania ryzyka, w tym w ramach organizacji, a także do klientów i/lub dostawców, jeżeli ma to zastosowanie
- Zapis dotyczący analizy ryzyka i redukcji ryzyka do akceptowalnych poziomów

Tabela alternatywna i podstawowa – DFMEA – Występowanie (O) cz. 1

Wszystkie tabele alternatywne – patrz sekcja C Podręcznika AIAG&VDA FMEA

Potencjalne występowanie (O) dla wyrobu					
Potencjalne przyczyny błędu ocenione zgodnie z poniższymi kryteriami. Należy uwzględnić doświadczenie dotyczące wyrobu oraz kontrole zapobiegawcze podczas określania najlepszych oszacowań dla występowania (ocena jakościowa).					Puste pola (wypełnia użytkownik)
O	Przewidywanie wystąpienia przyczyny błędu	Incydenty na 1000 przypadków/pojazdów	Przewidywanie przyczyny błędu na podstawie czasu	Kryteria występowania - DFMEA	Przykłady korporacyjne lub linii wyrobów
10	Ekstremalnie wysokie	> 100 na 1000 ≥ 1 na 10	Za każdym razem	Pierwsze zastosowanie nowej technologii w dowolnym miejscu bez doświadczenia operacyjnego i/lub w niekontrolowanych warunkach eksploatacji. Brak doświadczeń związanych z weryfikacją i/lub walidacją wyrobu. Normy nie istnieją, a najlepsze praktyki nie zostały jeszcze określone. Kontrole zapobiegawcze nie są w stanie przewidzieć wyników działania na rynku lub nie istnieją.	
9	Bardzo wysokie	50 na 1000 1 na 20	Prawie za każdym razem	Pierwsze w firmie użycie konstrukcji z innowacjami technicznymi lub materiałowymi. Nowe zastosowanie lub zmiana w cyklu pracy/warunkach eksploatacji. Brak doświadczeń związanych z weryfikacją i/lub walidacją wyrobu. Kontrole zapobiegawcze, których celem nie jest określenie wyników w stosunku do określonych wymagań.	
8		20 na 1000 1 na 50	Częściej niż raz na zmianę	Pierwsze użycie konstrukcji z innowacjami technicznymi lub materiałowymi w nowym zastosowaniu. Nowe zastosowanie lub zmiana w cyklu pracy/warunkach eksploatacji. Brak doświadczeń związanych z weryfikacją i/lub walidacją wyrobu. Nieliczne istniejące standardy oraz najlepsze praktyki, niemające bezpośredniego zastosowania dla tej konstrukcji. Kontrole zapobiegawcze nie są wiarygodnym wskaźnikiem wyników działania na rynku.	

TABELA C1.2, C1.3.1, C1.3.2 – DFMEA – WYSTĘPOWANIE (O)

Tabela alternatywna i podstawowa – DFMEA – Występowanie (O) cz. 2

Wszystkie tabele alternatywne – patrz sekcja C Podręcznika AIAG&VDA FMEA

Potencjalne występowanie (O) dla wyrobu					
Potencjalne przyczyny błędu ocenione zgodnie z poniższymi kryteriami. Należy uwzględnić doświadczenie dotyczące wyrobu oraz kontrole zapobiegawcze podczas określania najlepszych oszacowań dla występowania (ocena jakościowa).					Puste pola (wypełnia użytkownik)
O	Przewidywanie wystąpienia przyczyny błędu	Incydenty na 1000 przypadków/pojazdów	Przewidywanie przyczyny błędu na podstawie czasu	Kryteria występowania - DFMEA	Przykłady korporacyjne lub linii wyrobów
7	Wysokie	10 na 1000 1 na 100	Częściej niż raz na dzień	Nowa konstrukcja oparta na podobnej technologii i materiałach. Nowe zastosowanie lub zmiana w cyklu pracy/warunkach eksploatacji. Brak doświadczeń związanych z weryfikacją i/lub walidacją wyrobu. Standardy, najlepsze praktyki oraz zasady dotyczące projektowania odnoszą się do konstrukcji bazowej, ale nie do innowacji. Kontrole zapobiegawcze dostarczają ograniczonych wskázówek dotyczących wyników.	
6		2 na 1000 1 na 500	Częściej niż raz na tydzień	Podobna do poprzednich konstrukcji, z wykorzystaniem istniejących technologii i materiałów. Podobne zastosowanie ze zmianami cyklu pracy lub warunków eksploatacji. Wcześniejse doświadczenie w testowaniu lub na rynku. Standardy i zasady dotyczące projektowania istnieją, ale są niewystarczające, aby zapewnić, że przyczyna błędu nie wystąpi. Kontrole zapobiegawcze dostarczają pewnej zdolności do zapobiegania przyczynie błędu.	

TABELA C1.2, C1.3.1, C1.3.2 – DFMEA – WYSTĘPOWANIE (O)

Tabela alternatywna i podstawowa – DFMEA – Występowanie (O) cz. 3

Wszystkie tabele alternatywne – patrz sekcja C Podręcznika AIAG&VDA FMEA

Potencjalne występowanie (O) dla wyrobu					
Potencjalne przyczyny błędu ocenione zgodnie z poniższymi kryteriami. Należy uwzględnić doświadczenie dotyczące wyrobu oraz kontrole zapobiegawcze podczas określania najlepszych oszacowań dla występowania (ocena jakościowa).					Puste pola (wypełnia użytkownik)
O	Przewidywanie wystąpienia przyczyny błędu	Incydenty na 1000 przypadków/pojazdów	Przewidywanie przyczyny błędu na podstawie czasu	Kryteria występowania - DFMEA	Przykłady korporacyjne lub linii wyrobów
5	Umiarkowane	0,5 na 1000 1 na 2000	Częściej niż raz na miesiąc	<p>Drobne zmiany w stosunku do poprzedniej konstrukcji, z wykorzystaniem sprawdzonej technologii i materiałów. Podobne zastosowanie cyklu pracy lub warunki eksploatacji. Wcześniejsze doświadczenie w testowaniu lub na rynku albo nowa konstrukcja z pewnym doświadczeniem w testowaniu związanym z błędem.</p> <p>Konstrukcja uwzględnia lessons learned z poprzednich konstrukcji. Najlepsze praktyki ocenione ponownie dla tej konstrukcji, ale nie zostały jeszcze sprawdzone. Kontrole zapobiegawcze mogące wykryć nieprawidłowości w wyrobie, związane z przyczyną błędu, i dostarczyć pewne wskazówki dotyczące wyników.</p>	
4		0,1 na 1000 1 na 10 000	Częściej niż raz w roku	<p>Prawie identyczna konstrukcja z krótkoterminową ekspozycją na rynek. Podobne zastosowanie z drobną zmianą w cyklu pracy lub w warunkach eksploatacji. Wcześniejsze doświadczenie w testowaniu lub na rynku.</p> <p>Poprzednia konstrukcja i zmiany w nowej konstrukcji zgodne z najlepszymi praktykami, standardami i specyfikacjami. Kontrole zapobiegawcze mogące wykryć nieprawidłowości w wyrobie, związane z przyczyną błędu, i wskazywać na prawdopodobną zgodność konstrukcji.</p>	

TABELA C1.2, C1.3.1, C1.3.2 – DFMEA – WYSTĘPOWANIE (O)

Tabela alternatywna i podstawowa – DFMEA – Występowanie (O) cz. 4

Wszystkie tabele alternatywne – patrz sekcja C Podręcznika AIAG&VDA FMEA

Potencjalne występowanie (O) dla wyrobu					
Potencjalne przyczyny błędu ocenione zgodnie z poniższymi kryteriami. Należy uwzględnić doświadczenie dotyczące wyrobu oraz kontrole zapobiegawcze podczas określania najlepszych oszacowań dla występowania (ocena jakościowa).					Puste pola (wypełnia użytkownik)
O	Przewidywanie wystąpienia przyczyny błędu	Incydenty na 1000 przypadków/pojazdów	Przewidywanie przyczyny błędu na podstawie czasu	Kryteria występowania - DFMEA	Przykłady korporacyjne lub linii wyrobów
3	Niskie	0,01 na 1000 1 na 100 000	Raz w roku	Drobne zmiany w stosunku do znanej konstrukcji (to samo zastosowanie z drobną zmianą w cyklu pracy lub w warunkach eksploatacji) i doświadczenie związane z testowaniem lub na rynku w porównywalnych warunkach eksploatacji albo nowa konstrukcja z pomyślnie ukończoną procedurą testową. Od konstrukcji oczekuje się zgodności ze standardami i najlepszymi praktykami, uwzględniającymi lessons learned z poprzednich konstrukcji. Kontrole zapobiegawcze mogące wykryć nieprawidłowości w wyrobie, związane z przyczyną błędu, i przewidywać zgodność projektowania produkcji.	
2	Bardzo niskie	< 0,001 na 1000 1 na 1 000 000	Rzadziej niż raz w roku	Prawie identyczna, dojrzała konstrukcja z długoterminową ekspozycją na rynek. To samo zastosowanie w porównywalnym cyklu pracy i warunkach eksploatacji. Doświadczenie w testowaniu lub na rynku w porównywalnych warunkach eksploatacji. Od konstrukcji oczekuje się zgodności ze standardami i najlepszymi praktykami, uwzględniającymi lessons learned z poprzednich konstrukcji, ze znacznym marginesem zaufania. Kontrole zapobiegawcze mogące wykryć nieprawidłowości w wyrobie, związane z przyczyną błędu, i wykazywać pewność co do zgodności konstrukcji.	
1	Ekstremalnie niskie	Kontrole zapobiegawcze eliminują błąd	Nigdy	Błąd wyeliminowany przez kontrole zapobiegawczą i niemożliwe wystąpienie przyczyny błędu ze względów konstrukcyjnych.	

TABELA C1.2, C1.3.1, C1.3.2 – DFMEA – WYSTĘPOWANIE (O)

Tabela alternatywna i podstawowa – PFMEA – Występowanie (O)

Wszystkie tabele alternatywne – patrz sekcja C Podręcznika AIAG&VDA FMEA

Potencjalne występowanie (O) dla procesu						
Potencjalne przyczyny błędu ocenione zgodnie z poniższymi kryteriami. Należy uwzględnić kontrole zapobiegawcze podczas określania najlepszych oszacowań dla występowania. Występowanie jest predykcją oceną jakościową dokonaną w momencie oceny i może nie odzwierciedlać faktycznego występowania. Liczba oceny występowania jest względną oceną w zakresie FMEA (proces podlegający ocenie). W przypadku kontroli zapobiegawczych z wieloma ocenami występowania, należy użyć oceny najlepiej odzwierciedlającej solidność kontroli.						Puste pola (wypełnia użytkownik)
O	Przewidywanie wystąpienia przyczyny błędu	Incydenty na 1000 przypadków/ pojazdów	Rodzaj kontroli	Przewidywanie przyczyny błędu na podstawie czasu	Kryteria występowania - DFMEA	Przykłady korporacyjne lub linii wyrobów
10	Ekstremalnie wysokie	> 100 na 1000 >= 1 na 10	Brak	Zawsze	Brak kontroli zapobiegawczych	
9	Bardzo wysokie	50 na 1000 1 na 20	Behawioralna	Prawie za każdym razem	Kontrole zapobiegawcze będą miały niewielki wpływ na zapobieganie przyczynie błędu	
8		20 na 1000 1 na 50		Częściej niż raz na zmianę		
7	Wysokie	10 na 1000 1 na 100	Behawioralna lub techniczna	Częściej niż raz na dzień	Kontrole zapobiegawcze częściowo skuteczne w zapobieganiu przyczynie błędu	
6		2 na 1000 1 na 500		Częściej niż raz na tydzień		
5	Umiarkowane	0,5 na 1000 1 na 2000		Częściej niż raz na miesiąc	Kontrole zapobiegawcze są skuteczne w zapobieganiu przyczynie błędu	
4		0,1 na 1000 1 na 10 000		Częściej niż raz na rok		
3	Niskie	0,01 na 1000 1 na 100 000	Najlepsze praktyki: behawioralna lub techniczna	Raz na rok	Kontrole zapobiegawcze są wysoce skuteczne w zapobieganiu przyczynie błędu	
2	Bardzo niskie	< 0,001 na 1000 1 na 1 000 000		Rzadziej niż raz na rok		
1	Ekstremalnie niskie	Kontrole zapobiegawcze eliminują błąd	Techniczna	Nigdy	Kontrole zapobiegawcze są ekstremalnie skuteczne w zapobieganiu powstawaniu przyczyny błędu z powodu konstrukcji (np. geometria części) lub procesu (np. projektowanie urządzeń i narzędzi). Cel kontroli zapobiegawczych – brak możliwości wyprodukowania rodzaju błędu z powodu przyczyny błędu	

TABELA C2.2, C2.3.1, C2.3.2 - PFMEA – WYSTĘPOWANIE (O)

Terminy i definicje

Częstotliwość: reprezentuje częstotliwość występowania przyczyny w danej sytuacji operacyjnej, podczas zamierzonego okresu użytkowania pojazdu

Czynniki kontroli: mogą zostać dostosowane, aby uczynić konstrukcję bardziej odporną na zakłócenia (bardziej solidną). Jednym z rodzajów czynników kontroli jest czynnik sygnału. Czynniki sygnału są czynnikami regulacji ustawionymi bezpośrednio lub pośrednio przez użytkownika systemu, które proporcjonalnie zmieniają odpowiedź systemu (np. ruch pedału hamulca zmienia drogę hamowania)

Czynniki zakłóceń: Czynniki zakłócające (co przeszkadza w osiągnięciu pożądanego wyjścia) – są parametrami, które stanowią potencjalne istotne źródło zmienności dla odpowiedzi systemu i nie mogą być kontrolowane lub z technicznego punktu widzenia ich kontrola jest niewykonalna. Zakłócenia są opisane w jednostkach fizycznych

Drugorzędna funkcja pojazdu: funkcja, która wzmacnia lub umożliwia podstawową funkcję pojazdu, jak również doświadczenie użytkownika, np. bezpieczeństwo, komfort, wygoda, interfejs, diagnostyka i łatwość przeprowadzania czynności serwisowych

Drzewo struktury: graficzne przedstawienie hierarchicznych powiązań między elementami systemu i jego zależnościami

Element analizy: przedmiot analizy. W hierarchicznie opisanym systemie, element analizy posiada element następnego wyższego poziomu i co najmniej jeden następny niższy element. Elementem analizy mogą być: element systemu (detal), funkcja elementu systemu lub błąd w dostarczeniu wyspecyfikowanej funkcji

Element systemu: elementy systemu przedstawione w drzewie struktury

Terminy i definicje

FMEA bazowe: analizy FMEA zawierające wiedzę organizacji z poprzednich rozwojów, co sprawia, że są przydatne jako punkt wyjścia do nowych FMEA. FMEA bazowe nie jest specyficzne dla programu, dlatego uogólnienia dotyczące wymagań, funkcji i środków są dopuszczalne

FMEA dla rodzin: są wyspecjalizowanymi FMEA bazowymi. Powszechnie rozwija się wyroby, które zazwyczaj zawierają wspólne lub spójne granice dla wyrobów i powiązane funkcje (rodzina wyrobów) albo procesy, które zawierają ciąg operacji produkujących różne wyroby lub numery części. W tym przypadku właściwe jest opracowanie FMEA dla rodzin, obejmujące elementy wspólne dla tych rodzin

Funkcje: opisana w diagramie parametrów przez czasownik w stronie czynnej w czasie teraźniejszym, po którym następuje mierzalny rzeczownik i powiązanie z wymaganiami

Hybrydowy łańcuch błędu: hybrydowy łańcuch błędu składa się z: przyczyny błędu lub rodzaju błędu, zamierzonych kontroli monitorujących i ograniczonego skutku błędu

Łańcuch błędu: łańcuch błędu składa się ze: skutku błędu, rodzaju błędu i przyczyny błędu

Mechatronika: technologia łącząca elektronikę i inżynierię mechaniczną

Monitorowanie: reprezentuje potencjał wykrywania funkcji monitorowania diagnostycznego (wykrywanie przyczyny błędu, rodzaju błędu i/lub skutku błędu)

Odpowiedź systemu: reakcja systemu na wykrytą wadę, zwykle w postaci pogorszenia lub wyłączenia funkcji i/lub ostrzeżenia operatora oraz ustalenia kodu wady

Okres użytkowania: zamierzony konstrukcyjnie okres użytkowania elementu (FMEA-MSR: zamierzony konstrukcyjnie okres użytkowania pojazdu)

Terminy i definicje

Pierwszorzędna funkcja pojazdu: funkcja niezbędna do spełnienia podstawowego celu pojazdu, np. kierowanie, hamowanie, napęd i widoczność

Ryzyko szczątkowe: ryzyko (ryzyka) pozostałe po wdrożeniu środków bezpieczeństwa. Patrz ISO 26262-1:2018

Sieć błędów: sieć błędów jest połączeniem jednego lub więcej łańcuchów błędów, które mogą reprezentować błędy na wielu poziomach, tak że przyczyna błędów na jednym poziomie jest rodzajem błędów na następnym niższym poziomie

Systemy cyber-fizyczne: mechanizm kontrolowany lub monitorowany przez algorytmy komputerowe ściśle zintegrowane z internetem i jego użytkownikami

Sytuacja operacyjna: zgodnie z ISO 26262-1:2018, jest to scenariusz, który może wystąpić podczas życia pojazdu (np. jazda z dużą prędkością; parkowanie na zboczu; konserwacja)

Trwałość użytkowa: przedział pracy, w którym funkcja jest prawidłowo dostarczana, a współczynnik błędów mieści się w granicach tolerancji

Wejście: jest opisem źródeł niezbędnych do zrealizowania funkcjonalności systemu

Wykrywanie: oznacza wykrycie zaistniałej przyczyny błędów i/lub rodzaju błędów

Wymagania funkcjonalne: określają czego potrzebujesz, aby funkcja zaistniała, odnoszą się do efektu działania funkcji

Występowanie: oznacza występowanie przyczyny błędów

Terminy i definicje

Zamierzone wyjście: są idealnymi, zamierzonymi wyjściami funkcjonalnymi, których wielkość może być (system dynamiczny) lub może nie być (system statyczny) liniowo proporcjonalna do czynnika sygnału (np. aktywacja świateł mijania w reflektorze, droga hamowania jako funkcja ruchu pedału gazu)

Zasięg diagnostyczny: zgodnie z ISO 26262-1:2018, jest to wartość procentowa wyrażająca współczynnik błędu elementu sprzętu [ang. hardware – przyp. tłum.] lub wartość procentowa określająca współczynnik rodzaju błędu elementu sprzętu, który jest wykrywany lub kontrolowany przez wdrożony mechanizm bezpieczeństwa; dane diagnostyczne są określane przez analizę bezpieczeństwa funkcjonalnego sprzętu

Zero mil/zero km/zero godzin: pojazd nie opuścił zakładu montażowego

Znaczenie: oznacza znaczenie skutku błędu

Wykaz skrótów

Skrót	Rozwinięcie skrótu – j. angielski	Rozwinięcie skrótu – j. polski
AP	Action priority	Priorytet działania
APQP	Advanced Product Quality Planning	Zaawansowane planowanie jakości wyrobu
ASILs	Automotive Safety Integrity Levels	Motoryzacyjne poziomy integralności bezpieczeństwa
BOM	Bill of materials	Zestawienie materiałów
CSR	Customer Specific Requirements	Specyficzne wymagania klienta
D	Detection	Wykrywanie
DC	Detection controls	Kontrole wykrywające
DFMEA	Design Failure Mode and Effects Analysis	Analiza rodzaju i skutków błędu konstrukcji
DoE	Design Of Experiment	Projektowanie eksperymentu
DTC	diagnostic trouble code	Diagnostyczny kod usterki
F	Frequency	Częstotliwość
FC	Failure cause	Przyczyna błędu
FE	Failure effect	Skutek błędu
FM	Failure mode	Rodzaj błędu
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis	Analiza rodzaju i skutków błędu

Wykaz skrótów

Skrót	Rozwinięcie skrótu – j. angielski	Rozwinięcie skrótu – j. polski
FMEA-MSR	FMEA for Monitoring and System Response	FMEA do monitorowania i odpowiedzi systemu
FMEDA	Failure Modes, Effects, and Diagnostic Analysis	Analiza rodzajów, skutków i diagnostyka błędów
FSC	Functional Safety Concept	Koncepcja bezpieczeństwa funkcjonalnego
FTA	Fault Tree Analysis	Analiza drzewa błędów
FTTI	Fault Tolerant Time Interval	Przedział czasu tolerowania wady
HARA	Hazard Analysis and Risk Assessment	Analiza zagrożeń i ocena ryzyka
LL	Lessons Learned	Wnioski z poprzednich doświadczeń
M	Monitoring	Monitorowanie
ML	Maturity Level	Poziom dojrzałości
MLA	Maturity Level Assurance	Zapewnienie poziomu dojrzałości
N	Low	Niski priorytet
O	Occurrence	Występowanie
OEM	Original Equipment Manufacturer	Producent oryginalnego wyposażenia
PC	Prevention Controls	Kontrole zapobiegawcze
PFMEA	Process Failure Mode and Effects Analysis	Analiza rodzaju i skutków błędu procesu

Wykaz skrótów

Skrót	Rozwinięcie skrótu – j. angielski	Rozwinięcie skrótu – j. polski
PPAP	Production Part Approval Process	Proces zatwierdzania części do produkcji
QFD	Quality Function Deployment	Dopasowanie funkcji i jakości
RPN	Risk Priority Number	Liczby priorytetu ryzyka
S	Severity	Znaczenie
STPA	Systems Theoretic Process Analysis	Systemowa analiza teoretycznego procesu
Ś	Medium	Średni priorytet
TCD	Target Completion Date	Docelowa data ukończenia
W	High	Wysoki priorytet

This image shows a full page of white paper with ten horizontal dashed lines, typical of primary school handwriting practice paper. The lines are evenly spaced and extend across the entire width of the page. There is no text or other markings on the paper.

Notatki

[illegible]