

FMEA-MSR 2019, Edycja 1 VDA / Edycja 5 AIAG - Supplemental FMEA for Monitoring and System Response, Uzupełniająca analiza przyczyn i skutków wad dla monitorowania i reakcji systemu, według AIAG (Automotive Industry Action Group) i VDA (Verband der Automobilindustrie)

Temat: Przykład szkoleniowy - rozbudowana hierarchia i rozgałęzienia

Lokalizacja inżynieringu: Wrocław - Centrum Rozwoju Systemów EV

Odpowiedzialny za projekt: Damian Kowalski

Rok/lata modelu / program/y: Platforma EV / MY2027

Nazwa firmy: BAP Mobility Components sp. z o.o.

Początek FMEA (data): 2026-10-16

Nazwa klienta: Przykład szkoleniowy BAP

Numer analizy FMEA-MSR: FMEA-MSR-DAMIAN-FINAL-01

FMEA rewizja (data): 2026-10-22

Poziom zabezpieczenia: Wewnętrzne - materiał szkoleniowy

Zespół do spraw FMEA-MSR

Imię: Anna

Nazwisko: Nowak

Stanowisko: Lider FMEA-MSR

Imię: Marek

Nazwisko: Zieliński

Stanowisko: Inżynier systemów BMS

Imię: Ewa

Nazwisko: Maj

Stanowisko: Inżynier diagnostyki

Sugerowany przegląd działań przez osoby zarządzające.

CIĄGŁE USPRAWNIE-NIA		KROK 2 - ANALIZA STRUKTURALNA		KROK 3 - ANALIZA FUNKCJONALNA			KROK 4 - ANALIZA NIEZGODNOŚCI				KROK 5 - ANALIZA RYZYKA												KROK 6 - OPTYMALIZACJA											
Lp.	Historia zmian	1. Najwyższy poziom	2. Element omawiany	3. Następny niższy poziom lub typ charakterystyki	1. Wyższy poziom funkcji i wymaganie	2. Główny element funkcji i wymaganie	3. Następny niższy poziom funkcjonalności i wymaganie lub charakterystyka	1. FE - failure effects - efekty niezgodności (z perspektywy Systemu i Użytkownika)	5 - Sev - Severity - Dotkli-wość (odnosi się do FE)	2. FM - failure mode - tryb niezgodności	3. FC - failure cause - przyczyna niezgodności	1. Uzasadnienie częstotliwości	2. F - Freq - Frequency - Częstość (odnosi się do FC)	3. Obecna diagnostyka monitorowania	4. Obecna responsiveness systemu	5. M - Mon - Monitoring - Monitorowa-nie (odnosi się do FC lub FM)	6. Najbardziej dotykliwe FE po obecnej responsivenessi systemu	7. Severity FE po MSR (po kolumnach 5.3, 5.4 i 5.5)	8. Severity najbardziej dotkliwego FE z Kroku 4	9. MSR AP	1. MSR Akcje korygujące / zapobiegawcze	2. Diagnostyczne akcje monitorujące	3. Responsywność (odpowiedź) systemu	4. Najbardziej dotykliwe FE po responsywności systemu	5. Severity FE po MSR	6. Odpowiedzialny, imię i nazwisko	7. Data zakończenia	8. Status	9. Powzięte działania (udowodnione)	10. Data ukończenia	11. Freq	12. Mon	13. MSR AP	14. Komentarze
1	2026-10-16 - rewizja A - przykład szkoleniowy rozgałęzień	1. System zarządzania baterią trakcyjną EV	1A-1. Tor pomiaru napięcia ogniw	F1. Zapewnić bezpieczne napięcie baterii w całym cyklu pracy	F1A. Monitorować napięcie każdego ogniw	F1A-1. Pomiar napięcia z dokładnością +/-5 mV	Ryzyko przetładowania ogniw i przegrzania baterii	10	Pomiar napięcia jest zawyżony lub niedostępny	Drift toru pomiarowego AFE	Dane z testów stanowiskowych, reklamacji i diagnostyki pokładowej	5	Porównanie kanałów AFE i test ciągłości przewodów.	5	Odczytać styczniki HV i ograniczyć ładowanie.	1	Ograniczony skutek: ryzyko przetładowania ogniw i przegrzania baterii	8	10	M	Dodać niezależną kontrolę plausibility i redundancję kanalu.	Rozszerzyć diagnostykę: porównanie kanałów HV i ograniczyć ładowanie.	Udoskonalic reakcję: odłączyć styczniki hv i ograniczyć ładowanie.	Kontrolowany stan bezpieczny z komunikatem dla użytkownika.	7	Anna Nowak	2026-11-20	Zakończono	Test HIL, zapis DTC i raport z walidacją potwierdzają skuteczność.	2026-11-18	3	1	L	Gałąź pokazuje dwa skutki FE dla jednego wymagania 3.3
							Nieoczekiwane odłączenie baterii podczas jazdy	9	Pomiar napięcia jest zawyżony lub niedostępny	Zwarcie wejścia pomiarowego do masy	Dane z testów stanowiskowych, reklamacji i diagnostyki pokładowej	4	Test wartości granicznych i korelacja z napięciem pakietu.	4	Przejdź do trybu ograniczonej mocy.	4	Ograniczony skutek: nieoczekiwane odłączenie baterii podczas jazdy		10	H !	Wprowadzić filtrację zakłóceń i kontrolę zakresu.	Rozszerzyć diagnostykę: test wartości granicznych i korelacja z napięciem pakietu.	Udoskonalic reakcję: przejdź do trybu ograniczonej mocy.	Kontrolowany stan bezpieczny z komunikatem dla użytkownika.		Marek Zieliński	2026-11-24	Zakończono	Test HIL, zapis DTC i raport z walidacją potwierdzają skuteczność.	2026-11-22	2	3	L	Drugi FE współdzieli poziomy 2.1-3.3 z wierszem powyżej.
							Błędne wyznaczenie SOC i ograniczeń mocy	10	Napięcie referencyjne toru pomiarowego dryfuje	Starzenie źródła napięcia	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych	4	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	4	Przejdź do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	4	Ograniczony skutek: błędne wyznaczenie soc i ograniczenie mocy		10	H !	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym zakresie.	Anna Nowak	2027-01-10	Nierozpoczęte	Test HIL, test błędów wtrącających i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.		2	2	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 1 w tej samej gałęzi 3.3	
							Niepotrzebne przejście pojazdu do trybu awaryjnego	9	Diagnostyka zgłasza fałszywą rozbieżność ogniw	Próg diagnostyczny nie uwzględnia temperatury	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych	3	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	3	Przejdź do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	3	Ograniczony skutek: niepotrzebne przejście pojazdu do trybu awaryjnego		10	M !	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym zakresie.	Marek Zieliński	2027-01-11	W trakcie	Test HIL, test błędów wtrącających i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.		1	2	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 2 w tej samej gałęzi 3.3	
			1A-2. Sterownik BMS	F1A-2. Wykryć rozbieżność pomiarów w czasie poniżej 20 ms	F1B. Sterować bezpiecznym odłączeniem baterii	F1B-1. Wyzwolić styczniki HV w czasie poniżej 50 ms	Opóźnione wykrycie niestabilnego ogniw	8	Algorytm nie rozpoznaje rozbieżności kanałów	Próg diagnostyczny jest zbyt szeroki	Dane z testów stanowiskowych, reklamacji i diagnostyki pokładowej	3	Monitorowanie różnicy kanałów w każdym cyklu.	4	Zapisać DTC i zablokować szybkie ładowanie.	4	Ograniczony skutek: opóźnione wykrycie niestabilnego ogniw		10	H !	Skalibrować próg i czas debouncingu.	Rozszerzyć diagnostykę: monitorowanie różnicy kanałów w każdym cyklu.	Udoskonalic reakcję: zapisać dtc i zablokować szybkie ładowanie.	Kontrolowany stan bezpieczny z komunikatem dla użytkownika.		Ewa Maj	2026-11-28	Zakończono	Test HIL, zapis DTC i raport z walidacją potwierdzają skuteczność.	2026-11-27	1	3	L	Druga funkcja 3.3 pod tym samym poziomem 3.2
							Utrzymanie napięcia HV po wykryciu usterek	10	Styczniki nie zstają otwarte	Uszkodzenie stopnia sterującego cewką	Dane z testów stanowiskowych, reklamacji i diagnostyki pokładowej	3	Kontrola napięcia cewki i stanu styków.	3	Aktywować awaryjne rozładowanie szyny HV	3	Ograniczony skutek: utrzymanie napięcia hv po wykryciu usterek		10	M !	Dodać niezależną srodkę wyłączenia i sprzężenie zwrotne.	Rozszerzyć diagnostykę: kontrola napięcia cewki i stanu styków.	Udoskonalic reakcję: aktywować awaryjne rozładowanie szyny hv.	Kontrolowany stan bezpieczny z komunikatem dla użytkownika.		Pawel Kowalski	2026-12-02	Zakończono	Test HIL, zapis DTC i raport z walidacją potwierdzają skuteczność.	2026-12-01	1	2	L	Przykład drugiej funkcji 3.1
							Sterownik pojazdu używa nieaktualnego limitu mocy	8	Ramki CAN są opóźnione	Przełączenie magistrali komunikacyjnej	Dane z testów stanowiskowych, reklamacji i diagnostyki pokładowej	4	Licznik timeout i kontrola freshness value.	4	Zastosować awaryjne rozładowanie zastępcze.	1	Ograniczony skutek: sterownik pojazdu używa nieaktualnego limitu mocy	6	10	L	Nadać ramkom krytycznym wyższy priorytet.	Rozszerzyć diagnostykę: licznik timeout i kontrola freshness value.	Udoskonalic reakcję: ponowić komunikat dla użytkownika.	Kontrolowany stan bezpieczny z komunikatem dla użytkownika.	5	Joanna Lewandowska	2026-12-05	Zakończono	Test HIL, zapis DTC i raport z walidacją potwierdzają skuteczność.	2026-12-04	2	1	L	Pierwszy FE komunikacji CAN
			1A-2. Interfejs komunikacyjny CAN	F2. Zapewnić wiarygodną komunikację stanu baterii	F2A. Przekazywać SOC, temperaturę i ograniczenia mocy	F2A-1. Aktualizować ramki CAN co 100 ms	Brak możliwości ładowania pojazdu	7	Ramki CAN są opóźnione	Niezgodny licznik alive lub CRC	Dane z testów stanowiskowych, reklamacji i diagnostyki pokładowej	3	Kontrola CRC, licznika alive i numeru wersji.	3	Ponowić komunikację i zgłosić stan serwisowy.	3	Ograniczony skutek: brak możliwości ładowania pojazdu		10	M !	Ujednolicić konfigurację E2E i wykonać testy integracyjne.	Rozszerzyć diagnostykę: kontrola alive i numeru wersji.	Udoskonalic reakcję: ponowić komunikat dla użytkownika.	Kontrolowany stan bezpieczny z komunikatem dla użytkownika.		Joanna Lewandowska	2026-12-05	Zakończono	Test HIL, zapis DTC i raport z walidacją potwierdzają skuteczność.	2026-12-04	1	2	L	Drugi FE dla tej samej funkcji 3.3
							Utrata aktualnych danych o stanie baterii	10	Komunikacja CAN zostaje cyklicznie przerywana	Obniżone napięcie zasilania transceivera CAN	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych	4	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	4	Przejdź do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	4	Ograniczony skutek: utrata aktualnych danych o stanie baterii		10	H !	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym zakresie.	Anna Nowak	2027-01-10	Nierozpoczęte	Test HIL, test błędów wtrącających i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.		2	2	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 1 w tej samej gałęzi 3.3	
							Przegrzanie modułu baterii	9	Przepływ chłodziwa jest zbyt niski	Zużycie wirnika pompy	Dane z testów stanowiskowych, reklamacji i diagnostyki pokładowej	4	Model przepływu na podstawie prądu i różnicy temperatur.	4	Ograniczyć moc i uruchomić wentylatory awaryjne.	1	Ograniczony skutek: przegrzanie modułu baterii	7	10	L	Zastosować pompę o większej rezerwie i kontrolę prądu.	Rozszerzyć diagnostykę: model przepływu na podstawie prądu i różnicy temperatur.	Udoskonalic reakcję: ograniczyć moc i uruchomić wentylatory awaryjne.	Kontrolowany stan bezpieczny z komunikatem dla użytkownika.	6	Karol Wiśniewski	2026-12-08	Zakończono	Test HIL, zapis DTC i raport z walidacją potwierdzają skuteczność.	2026-12-07	2	1	L	Pierwszy FE obiegu chłodzenia
			1B-1. Obieg cieczy chłodzącej	F3. Utrzymać temperaturę ogniw w zakresie 20-40 C	F3A. Regulować przepływ cieczy chłodzącej	F3A-1. Sterować pompą zgodnie z zapotrzebowaniem cieplnym	Nierównomierna temperatura ogniw	7	Przepływ chłodziwa jest zbyt niski	Pęcherze powietrza w obiegu	Dane z testów stanowiskowych, reklamacji i diagnostyki pokładowej	3	Analiza pulsacji ciśnienia i temperatury.	4	Zmniejszyć prąd baterii do czasu stabilizacji.	4	Ograniczony skutek: nierównomierna temperatura ogniw		10	H !	Dodać procedurę automatycznego odpowietrzania.	Rozszerzyć diagnostykę: analiza pulsacji ciśnienia i temperatury.	Udoskonalic reakcję: zmniejszyć prąd baterii do czasu stabilizacji.	Kontrolowany stan bezpieczny z komunikatem dla użytkownika.		Karol Wiśniewski	2026-12-08	Zakończono	Test HIL, zapis DTC i raport z walidacją potwierdzają skuteczność.	2026-12-07	1	3	L	Drugi FE obiegu chłodzenia
							Zbyt szybki wzrost temperatury podczas ładowania	10	Zawór obiegu chłodzenia pozostaje częściowo zamknięty	Zanieczyszczenie mechanizmu zaworu	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych	4	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	4	Przejdź do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	4	Ograniczony skutek: zbyt szybki wzrost temperatury podczas ładowania		10	H !	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym zakresie.	Anna Nowak	2027-01-10	Nierozpoczęte	Test HIL, test błędów wtrącających i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.		2	2	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 1 w tej samej gałęzi 3.3	
							Brak właściwego ograniczenia mocy przy przegrzaniu	9	Temperatura jest raportowana zbyt nisko	Czujnik NTC odłączył się od powierzchni czujnika	Dane z testów stanowiskowych, reklamacji i diagnostyki pokładowej	3	Porównanie czujników sąsiednich i model cieplny.	3	Ograniczyć moc do wartości konserwatywnej.	1	Ograniczony skutek: ograniczenie mocy przy przegrzaniu	7	10	L	Zmienić mocowanie czujnika i dodać kontrolę gradientu.	Rozszerzyć diagnostykę: porównanie czujników sąsiednich i model cieplny.	Udoskonalic reakcję: ograniczyć moc i wartości konserwatywnej.	Kontrolowany stan bezpieczny z komunikatem dla użytkownika.	6	Ewa Maj	2026-12-12	Zakończono	Test HIL, zapis DTC i raport z walidacją potwierdzają skuteczność.	2026-12-10	1	1	L	Oddzielna gałąź 2.3 pod układem chłodzenia
			1B-2. Pomiar temperatury modułów	F4. Zapewnić wiarygodną informację o temperaturze	F4A. Porównywać czujniki sąsiednich modułów	F4A-1. Wykryć odchylenie czujnika powyżej 3 C	Niewykryty lokalny punkt przegrzania modułu	10	Temperatura jest raportowana zbyt nisko	Zbyt duża masa cieplna mocowania czujnika	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych	4	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	4	Przejdź do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	4	Ograniczony skutek: niewykryty lokalny punkt przegrzania modułu		10	H !	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym zakresie.	Anna Nowak	2027-01-10	Nierozpoczęte	Test HIL, test błędów wtrącających i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.		2	2	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 1 w tej samej gałęzi 3.3	
2026-10-16 - rewizja A - rozszerzenie o funkcje ładowania	2. System ładowania pojazdu EV	2A. Ładowarka pokładowa OBC					2A-1. Stopień mocy AC/DC	F5. Ładować baterie zgodnie z zadanym profilem	F5A. Regulować napięcie i prąd wyjściowy	F5A-1. Ograniczyć prąd do wartości zadanej przez BMS	Przekroczenie dopuszczalnego prądu ładowania	10	Regulator prądu nie ogranicza wyjścia	Błąd pomiaru prądu po stronie DC	Dane z testów stanowiskowych, reklamacji i diagnostyki pokładowej	3	Porównanie dwóch torów pomiaru prądu.	1	Wyłączyć tranzystory mocy i otworzyć styczniki.	1	Ograniczony skutek: przekroczenie dopuszczalnego prądu ładowania	8	10	L	Dodać sprzętowy limit prądu niezależny od oprogramowania.	Rozszerzyć diagnostykę: porównanie dwóch torów pomiaru prądu.	Udoskonalic reakcję: wyłączyć tranzystory mocy i otworzyć styczniki.	Kontrolowany stan bezpieczny z komunikatem dla użytkownika.	7	Michał Król	2026-12-15	Zakończono	Test HIL, zapis DTC i raport z walidacją potwierdzają skuteczność.	2026-12-14

CIĄGŁE USPRAWNIENIA		KROK 2 - ANALIZA STRUKTURALNA			KROK 3 - ANALIZA FUNKCJONALNA			KROK 4 - ANALIZA NIEZGODNOŚCI				KROK 5 - ANALIZA RYZYKA					KROK 6 - OPTYMALIZACJA																		
Lp.	Historia zmian	1. Najwyższy poziom	2. Element omawiany	3. Następny niższy poziom lub typ charakterystyki	1. Wyższy poziom funkcji i wymagania	2. Główny element funkcji i wymagania	3. Następny niższy poziom funkcjonalności i wymagania lub charakterystyka	1. FE - failure effects - efekty niezgodności (z perspektywy Systemu i/lub Użytkownika)	5 - Sev - Severity - Dotkliwość (odnosi się do FE)	2. FM - failure mode - tryb niezgodności	3. FC - failure cause - przyczyna niezgodności	1. Uzasadnienie częstotliwości	2. F - Freq - Częstotliwość (odnosi się do FC)	3. Obecna diagnostyka monitorowania	4. Obecna responsywność systemu	5. M - Mon - Monitoring - Monitorowanie (odnosi się do FC lub FM)	6. Najbardziej dotkliwe FE po obecnej responsywności systemu	7. Severity FE po MSR (po kolumnach 5.3. 5.4 i 5.5)	8. Severity najbardziej dotkliwego FE z Kroku 4	9. MSR AP	1. MSR Akcje korygujące / zapobiegawcze	2. Diagnostyczne akcje monitorujące	3. Responsywność systemu (odpowiedź systemu)	4. Najbardziej dotkliwe FE po responsywności systemu	5. Severity FE po MSR	6. Odpowiedzialny, imię i nazwisko	7. Data zakończenia	8. Status	9. Powzięte działania (udowodnione)	10. Data ukończenia	11. Freq	12. Mon	13. MSR AP	14. Komentarze	
2	2026-10-16 - rewizja A: rozszerzenie o funkcje ładowania.	2. System ładowania pojazdu EV	2A-1. Stopień mocy AC/DC	F5: Ładować baterię zgodnie z zadanym profilem	F5A: Regulować napięcie i prąd wyjściowy	F5A-1. Ograniczyć prąd do wartości zadanej przez BMS	Przerwanie procesu ładowania	6	Regulator prądu nie ogranicza wyjścia	Niewłaściwe nastawy regulatora	Dane z testów stanowiskowych, reklamacji i diagnostyki pokładowej	4	Monitorowanie oscylacji napięcia i prądu	Lagodnie ograniczyć moc ładowania	3	Ograniczony skutek: przerwanie procesu ładowania		10	H !	Zweryfikować nastawy w pełnym zakresie napięć.	Rozszerzyć diagnostykę: monitorowanie oscylacji napięcia i prądu	Udoskonalic reakcję: lagodnie ograniczyć moc ładowania	Kontrolowany stan bezpieczny z komunikatem dla użytkownika.		Michał Król	2026-12-15	Zakończono	Test HIL, zapis DTC i raport z walidacji potwierdzają skuteczność.	2026-12-14	2	2	L	Drugi FE dla jednego wymagania 3.3		
							Przekroczenie napięcia końcowego baterii	10	Stopień mocy nie ogranicza napięcia	Błąd skalowania przetwornika ADC	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych.	4	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	Przejsięcie do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	4	Ograniczony skutek: przekroczenie napięcia końcowego baterii		10	H !	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym, bezpiecznym zakresie.	Anna Nowak	2027-01-10	Nierozpoczęte	Test HIL, test błędów wtrącanych i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.		2	2	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 1 w tej samej galeji 3.3			
							Nadmierne tętnienia prądu ładowania	9	Filtr wyjściowy nie tłumia harmonicznych	Utrata pojemności kondensatora DC-link	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych.	3	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	Przejsięcie do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	3	Ograniczony skutek: nadmierne tętnienia prądu ładowania		10	M !	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym, bezpiecznym zakresie.	Marek Zieliński	2027-01-11	W trakcie	Test HIL, test błędów wtrącanych i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.		1	2	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 2 w tej samej galeji 3.3			
							Przegrzanie ładowarki pokładowej	8	OBC pracuje mimo zbyt wysokiej temperatury	Brak aktualizacji limitu termicznego	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych.	4	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	Przejsięcie do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	3	Ograniczony skutek: przegrzanie ładowarki pokładowej		10	H !	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym, bezpiecznym zakresie.	Ewa Maj	2027-01-12	Wstrzymane	Test HIL, test błędów wtrącanych i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.		2	2	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 3 w tej samej galeji 3.3			
							Zadziałanie zabezpieczenia instalacji budynku	7	Prąd wejściowy zawiera składową stałą	Uszkodzenie układu korekty współczynnika mocy	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych.	3	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	Przejsięcie do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	4	Ograniczony skutek: zadziałanie zabezpieczenia instalacji budynku		10	H !	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym, bezpiecznym zakresie.	Paweł Kowalski	2027-01-13	Zakończono	Test HIL, test błędów wtrącanych i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.	2027-01-12	1	3	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 4 w tej samej galeji 3.3			
							Brak ładowania przy niskim napięciu sieci	6	Stopień mocy nie uruchamia sekwencji startowej	Błędny próg wykrywania zbyt niskiego napięcia	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych.	2	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	Przejsięcie do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	3	Ograniczony skutek: brak ładowania przy niskim napięciu sieci		10	L	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym, bezpiecznym zakresie.	Joanna Lewandowska	2027-01-14	Nierozpoczęte	Test HIL, test błędów wtrącanych i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.		1	2	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 5 w tej samej galeji 3.3			
							Niestabilna moc przy zmianie obciążenia	10	Regulator oscyluje po zmianie zadania	Nieprawidłowe parametry pętli sterowania	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych.	4	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	Przejsięcie do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	4	Ograniczony skutek: niestabilna moc przy zmianie obciążenia		10	H !	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym, bezpiecznym zakresie.	Anna Nowak	2027-01-15	W trakcie	Test HIL, test błędów wtrącanych i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.		2	2	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 6 w tej samej galeji 3.3			
							Prąd upływu przekracza dopuszczalny limit	9	Monitor izolacji nie zatrzymuje przetwarzania	Uszkodzenie obwodu pomiaru izolacji	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych.	3	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	Przejsięcie do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	3	Ograniczony skutek: prąd upływu przekracza dopuszczalny limit		10	M !	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym, bezpiecznym zakresie.	Marek Zieliński	2027-01-16	Wstrzymane	Test HIL, test błędów wtrącanych i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.		1	2	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 7 w tej samej galeji 3.3			
							Nieprawidłowy profil ładowania	8	Niepoprawne zadanie zostaje zaakceptowane	Brak kontroli zakresu w komunikacie	Dane z testów stanowiskowych, reklamacji i diagnostyki pokładowej.	3	Kontrola plausibility wszystkich zadań ładowania.	Przerwać sesję i zachować bezpieczny stan.	1	Ograniczony skutek: nieprawidłowy profil ładowania	6	10	L	Dodać walidację zakresu i numeru sesji.	Rozszerzyć diagnostykę: kontrola plausibility wszystkich zadań ładowania.	Udoskonalic reakcję: przewrócić sesję i zachować bezpieczny stan.	Kontrolowany stan bezpieczny z komunikatem dla użytkownika.	5	Piotr Wójcik	2026-12-18	Zakończono	Test HIL, zapis DTC i raport z walidacji potwierdzają skuteczność.	2026-12-17	1	1	L	Drugi poziom 2.3 pod ładowarką OBC.		
							Przerwanie sesji ładowania AC	10	Niepoprawne zadanie zostaje zaakceptowane	Zakłócenia elektromagnetyczne w przewodzie CP	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych.	4	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	Przejsięcie do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	4	Ograniczony skutek: przerwanie sesji ładowania ac		10	H !	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym, bezpiecznym zakresie.	Anna Nowak	2027-01-10	Nierozpoczęte	Test HIL, test błędów wtrącanych i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.		2	2	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 1 w tej samej galeji 3.3			
							Uruchomienie niewłaściwego profilu ładowania	9	Wersja protokołu nie zostaje zweryfikowana	Brak kontroli kompatybilności	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych.	3	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	Przejsięcie do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	3	Ograniczony skutek: uruchomienie niewłaściwego profilu ładowania		10	M !	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym, bezpiecznym zakresie.	Marek Zieliński	2027-01-11	W trakcie	Test HIL, test błędów wtrącanych i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.		1	2	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 2 w tej samej galeji 3.3			
				2A-2. Sterowanie i komunikacja OBC	F6: Uzgodnić parametry ładowania z pojazdem	Ładowanie z nieaktualnym limitem baterii	8	Sterownik wykorzystuje poprzednie zadanie	Brak znacznika świeżości danych	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych.	4	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	Przejsięcie do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	3	Ograniczony skutek: ładowanie z nieaktualnym limitem baterii		10	H !	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym, bezpiecznym zakresie.	Ewa Maj	2027-01-12	Wstrzymane	Test HIL, test błędów wtrącanych i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.		2	2	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 3 w tej samej galeji 3.3				
						Wielokrotne restarty procesu ładowania	7	Sterownik OBC resetuje się podczas negocjacji	Niewystarczająca rezerwa zasilania układu sterowania	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych.	3	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	Przejsięcie do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	4	Ograniczony skutek: wielokrotne restarty procesu ładowania		10	H !	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym, bezpiecznym zakresie.	Paweł Kowalski	2027-01-13	Zakończono	Test HIL, test błędów wtrącanych i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.	2027-01-12	1	3	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 4 w tej samej galeji 3.3				
						Nieprawidłowe zakończenie sesji ładowania	6	Potwierdzenie zakończenia nie dociera do pojazdu	Utrata ostatniej ramki protokołu	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych.	2	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	Przejsięcie do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	3	Ograniczony skutek: nieprawidłowe zakończenie sesji ładowania		10	L	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym, bezpiecznym zakresie.	Joanna Lewandowska	2027-01-14	Nierozpoczęte	Test HIL, test błędów wtrącanych i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.		1	2	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 5 w tej samej galeji 3.3				
						Brak wznowienia po krótkim zaniku zasilania	10	Stan sesji nie zostaje otworzony	Błąd zapisu kontekstu do pamięci	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych.	4	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	Przejsięcie do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	4	Ograniczony skutek: brak wznowienia po krótkim zaniku zasilania		10	H !	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym, bezpiecznym zakresie.	Anna Nowak	2027-01-15	W trakcie	Test HIL, test błędów wtrącanych i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.		2	2	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 6 w tej samej galeji 3.3				
						Ładowanie rozpoczyna się z opóźnieniem	9	Negocjacja parametrów jest wielokrotnie powtarzana	Niestabilny stan automatu komunikacyjnego	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych.	3	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	Przejsięcie do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	3	Ograniczony skutek: ładowanie rozpoczyna się z opóźnieniem		10	M !	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym, bezpiecznym zakresie.	Marek Zieliński	2027-01-16	Wstrzymane	Test HIL, test błędów wtrącanych i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.		1	2	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 7 w tej samej galeji 3.3				
				2B. Złącze i blokada ładowania	2B-1. Czujnik położenia rygla	F7: Umożliwić jazdę z podłączonym przewodem	F7A: Potwierdzić mechaniczne za-blokowanie złącza	F7A-1. Rozpoznać oba krańcowe położenia rygla	Możliwość ruszenia z podłączonym przewodem	9	Sterownik błędnie potwierdza odłączenie przewodu	Sklejony styk czujnika położenia	Dane z testów stanowiskowych, reklamacji i diagnostyki pokładowej.	2	Porównanie czujnika położenia z sygnałem pilotowym.	Zablokować wybór biegu i zgłosić komunikat.	1	Ograniczony skutek: możliwość ruszenia z podłączonym przewodem	7	10	L	Zastosować dwa niezależne sygnały położenia rygla.	Rozszerzyć diagnostykę: porównanie czujnika położenia z sygnałem pilotowym.	Udoskonalic reakcję: zablokować wybór biegu i zgłosić komunikat.	Kontrolowany stan bezpieczny z komunikatem dla użytkownika.	6	Anna Nowak	2026-12-20	Zakończono	Test HIL, zapis DTC i raport z walidacji potwierdzają skuteczność.	2026-12-19	1	1	L	Drugi element 2.2 pod wspólnym poziomem 2.1
									Odlączenie przewodu pod obciążeniem	10	Sterownik błędnie potwierdza odlączenie przewodu	Nadmierne tarcie mechanizmu blokady	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych.	4	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	Przejsięcie do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	4	Ograniczony skutek: odlączenie przewodu pod obciążeniem		10	H !	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym, bezpiecznym zakresie.	Anna Nowak	2027-01-10	Nierozpoczęte	Test HIL, test błędów wtrącanych i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.		2	2	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 1 w tej samej galeji 3.3	
									Brak możliwości rozpoczęcia ładowania	9	Sterownik błędnie wykrywa obecność wtyczki	Zwarcie sygnału proximity do zasilania	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych.	3	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	Przejsięcie do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	3	Ograniczony skutek: brak możliwości rozpoczęcia ładowania		10	M !	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym, bezpiecznym zakresie.	Marek Zieliński	2027-01-11	W trakcie	Test HIL, test błędów wtrącanych i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.		1	2	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 2 w tej samej galeji 3.3	
									Nagłe zatrzymanie ładowania	8	Sygnał kontrol pilot zostaje przerwany	Poluzowanie styku w złączu CP	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych.	4	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	Przejsięcie do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	3	Ograniczony skutek: nagłe zatrzymanie ładowania		10	H !	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym, bezpiecznym zakresie.	Ewa Maj	2027-01-12	Wstrzymane	Test HIL, test błędów wtrącanych i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.		2	2	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 3 w tej samej galeji 3.3	
									Przegrzanie styków złącza	7	Rezystancja połączenia przekracza limit	Zużycie lub zabrudzenie powierzchni styków	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych.	3	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	Przejsięcie do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	4	Ograniczony skutek: przegrzanie styków złącza		10	H !	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym, bezpiecznym zakresie.	Paweł Kowalski	2027-01-13	Zakończono	Test HIL, test błędów wtrącanych i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.	2027-01-12	1	3	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 4 w tej samej galeji 3.3	
									Brak możliwości odłączenia przewodu	6	Naped rygla pozostaje zablokowany	Uszkodzenie przekładni siłownika	Wyniki testów trwałościowych, logi diagnostyczne i analiza danych flotowych.	2	Kontrola sygnałów, liczników czasu i zgodności z modelem referencyjnym.	Przejsięcie do stanu bezpiecznego, zapis DTC i komunikat dla użytkownika.	3	Ograniczony skutek: brak możliwości odłączenia przewodu		10	L	Wdrożyć niezależną kontrolę plausibility i ograniczenie wartości wyjściowej.	Rozszerzyć pokrycie diagnostyczne oraz testy wartości granicznych.	Skrócić czas reakcji i zapewnić kontrolowane przejście do trybu awaryjnego.	Funkcja pozostaje dostępna w ograniczonym, bezpiecznym zakresie.	Joanna Lewandowska	2027-01-14	Nierozpoczęte	Test HIL, test błędów wtrącanych i raport walidacyjny potwierdzają skuteczność.		1	2	L	Dodatkowy scenariusz szkoleniowy 5 w tej samej galeji 3.3	