



SKUTERY I MOTOCYKLE ELEKTRYCZNE



UKŁADY ELEKTRYCZNE



- BATERIA
- SILNIK
- STEROWNIK
- OKABLOWANIE
- ŁADOWANIE

Konserwacja

Praktyczny podręcznik diagnostyki,
kontroli i obsługi układów elektrycznych



DIAGNOSTYKA



KONTROLA



OBSŁUGA



BEZPIECZEŃSTWO

Informacje o materiale



© SKUTERY I MOTOCYKLE ELEKTRYCZNE - Konserwacja

Wszelkie prawa zastrzeżone.



Materiał został przygotowany jako źródło informacji dotyczących konserwacji, diagnostyki, kontroli oraz elementów skuterów i motocykli elektrycznych.



Informacje należy stosować z uwzględnieniem konkretnego modelu pojazdu, dokumentacji producenta oraz własnego poziomu wiedzy i doświadczenia.



Ważne: układy elektryczne i baterie trakcyjne mogą magazynować energię zdolną do spowodowania obrażeń, pożaru lub uszkodzenia sprzętu. Jeżeli dana czynność przekracza Twoje kwalifikacje, skorzystaj z pomocy odpowiednio przygotowanego specjalisty.

Spis treści



Wprowadzenie 03

01.



Bezpieczeństwo i podstawy diagnostyki 04

02.



Pojazd nie włącza się 14

03.



Problemy z ładowaniem 24

04.



Wyświetlacze i panele 34

05.



Baterie 44

06.



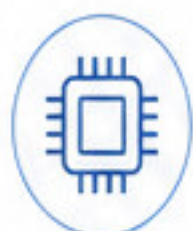
Przewody i złącza 58

07.



Silniki elektryczne 68

08.



Sterowniki i główny układ elektryczny 78

09.



Układy pomocnicze 90

10.



Testy i kontrole 100

11.



Części i organizacja naprawy 110

12.



Inne problemy i diagnostyka końcowa 120



W wersji cyfrowej każdy wpis może być klikalnym odnośnikiem do odpowiedniej strony PDF.



Jak korzystać z tego podręcznika

Nie musisz czytać całego podręcznika od początku do końca przed pierwszym użyciem. Możesz potraktować go zarówno jako materiał do nauki, jak i źródło informacji otwierane wtedy, gdy pojawia się konkretny problem.

↗ Dwie możliwości korzystania

1 Nauka systematyczna



Czytaj moduły po kolei, aby poznać zależności między baterią, sterownikiem, silnikiem, instalacją i elementami pomocniczymi.

2 Diagnostyka problemu



Znajdź objaw w spisie treści i przejdź bezpośrednio do odpowiedniego modułu.



Zasada diagnostyki

Najpierw objaw → potem kontrola → następnie pomiar → dopiero później decyzja.

Wymiana części bez potwierdzenia przyczyny może zwiększyć koszt naprawy i nie rozwiązać problemu. Dobra diagnostyka to oszczędność czasu, pieniędzy i zadowolenie użytkownika.



OBJAW



OGŁĘDZINY



TEST



WYNIK



DECYZJA

MODUŁ 01

Bezpieczeństwo i podstawy diagnostyki

Nauczyć użytkownika bezpiecznego i uporządkowanego podejścia do pojazdu elektrycznego przed rozpoczęciem kontroli lub diagnostyki.



CO ZAWIERA MODUŁ



podstawowe ryzyka



przygotowanie stanowiska



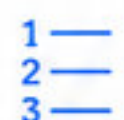
podstawowe narzędzia



multimetr



oględziny pojazdu



logiczna kolejność diagnostyki



rozpoznawanie podstawowych elementów



karta pierwszej kontroli



Pojazd elektryczny może wyglądać na wyłączony, a mimo to część układu może nadal pozostawać pod napięciem.



Te trzy sytuacje nie zawsze znaczą to samo.



1 pojazd wyłączony



Pojazd jest wyłączony (np. kluczyk OFF, wyłącznik OFF), ale układ wysokonapięciowy może nadal być aktywny.

Nie oznacza to bezpieczeństwa.

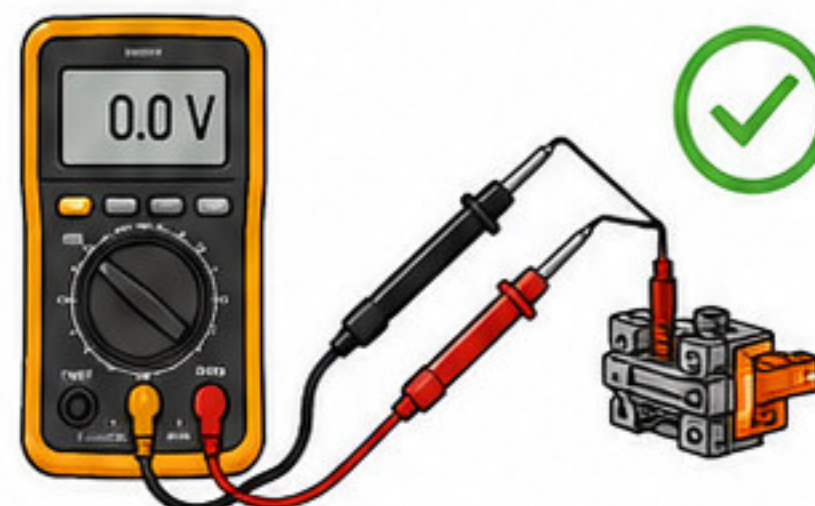
2 układ odłączony



Główne źródło zasilania zostało odłączone (np. wyjęta wtyczka serwisowa, otwarty bezpiecznik serwisowy).

Układ może nadal zawierać pozostałe napięcia.

3 układ potwierdzony pomiarem jako bezpieczny do określonej kontroli



Po wykonaniu testów i pomiarów potwierdzono brak niebezpiecznego napięcia w określonym zakresie kontroli.

Dopiero wtedy można przystąpić do dalszych czynności.



Zanim dotkniesz instalacji

- ☐ Zidentyfikuj pojazd i model.
- ☐ Sprawdź dokumentację producenta, jeżeli jest dostępna.
- ☐ Oceń stan baterii i obudowy.
- ☐ Poszukaj śladów przegrzania lub uszkodzeń.
- ☐ Sprawdź, czy przewody nie są przecięte lub stopione.
- ☐ Usuń metalowe przedmioty mogące spowodować przypadkowe zwarcie.
- ☐ Ustal, gdzie znajduje się główne źródło zasilania.



Nie wykonuj przypadkowych mostków przewodów ani złącz tylko po to, aby „sprawdzić, czy zadziała”.



STOP



SPRAWDŹ



DOPIERO
DZIAŁAJ



5 zagrożeń, które trzeba rozpoznać

Nie każde zagrożenie w pojeździe elektrycznym jest widoczne od razu.



1. Energia elektryczna

Napięcie i prąd mogą być niebezpieczne dla człowieka oraz podzespołów.



2. Zwarcie

Przypadkowe połączenie punktów instalacji może wywołać bardzo duży przepływ prądu.



3. Przegrzanie

Nadmierna temperatura może wskazywać na uszkodzenie, przeciążenie albo słaby kontakt.



4. Bateria

Uszkodzona bateria wymaga szczególnej ostrożności, zwłaszcza przy deformacji, nietypowym zapachu, wysokiej temperaturze lub śladach uszkodzenia.



5. Ruch mechaniczny

Silnik lub koło napędowe może rozpocząć ruch podczas niektórych testów.

Sygnały ostrzegawcze



dym



zapach
spaleniowy



nietypowe
ciepło



stopione
złącze



spuchnięta/
deformowana
bateria



uszkodzona
izolacja

Przygotuj stanowisko przed pierwszym testem

Dobra diagnostyka zaczyna się jeszcze przed użyciem multimetru.

1. Pojazd ustawiony stabilnie

Nie może przypadkowo przewrócić się podczas kontroli.

2. Dobre oświetlenie

Złącza, oznaczenia i uszkodzenia przewodów muszą być widoczne.

3. Czysta powierzchnia robocza

Śruby i małe elementy powinny mieć wydzielone miejsce.

4. Brak luźnych metalowych przedmiotów w pobliżu instalacji

5. Narzędzia przygotowane przed rozpoczęciem pracy

6. Telefon lub dokumentacja techniczna w zasięgu

Przed rozpoczęciem

- ☒ stabilność
- ☒ światło
- ☒ czystość
- ☒ narzędzia
- ☒ miejsce na części
- ☒ dokumentacja



WSKAZÓWKA: rób zdjęcia złączy i prowadzenia przewodów przed ich rozłączeniem. Ułatwia to późniejsze prawidłowe odtworzenie konfiguracji.

08 | Narzędzia przydatne w diagnostyce

Nie potrzeba ogromnej liczby narzędzi, ale każde powinno mieć określone zastosowanie.

Narzędzie	Do czego służy	Kiedy używać	Uwaga
1 Multimetr cyfrowy	Podstawowe pomiary elektryczne: napięcie, prąd, opór, ciągłość obwodu.	Zawsze, gdy konieczne jest sprawdzenie parametrów elektrycznych instalacji lub komponentów.	Upewnij się, że zakres pomiaru jest odpowiedni dla badanego obwodu.
2 Zestaw izolowanych narzędzi ręcznych	Demontaż elementów i dostęp do komponentów zgodnie z wymaganiami pojazdu.	Podczas odkręcania osłon, modułów, złączy oraz innych elementów konstrukcyjnych.	Używaj narzędzi z izolacją dostosowaną do napięcia układu (zgodnie z normą IEC 60900).
3 Latarka lub lampa inspekcyjna	Oświetlenie i inspekcja miejsc trudno dostępnych.	Gdy naturalne światło jest niewystarczające lub dostęp do obszaru jest ograniczony.	Wybieraj lampy o dobrym CRI i regulowanym kącie świecenia.
4 Szczypce i narzędzia do złączy	Praca ze złączami elektrycznymi odpowiedniego typu (rozłączanie, zaciskanie, odblokowywanie).	Podczas obsługi złączy, pinów, konektorów i osłon zabezpieczających.	Używaj narzędzi dedykowanych do danego typu złącza, aby uniknąć uszkodzeń.
5 Termometr bezkontaktowy	Bezkontaktowy pomiar temperatury powierzchni.	Gdy potrzebne jest szybkie, porównawcze sprawdzenie temperatury elementów.	Porównuj temperatury między podobnymi punktami pracy.
6 Szczoteczka / materiały do delikatnego czyszczenia	Usuwanie luźnych zanieczyszczeń z obszarów inspekcyjnych.	Przed inspekcją i pomiarami, aby zapewnić dokładność oceny.	Nie używaj agresywnych chemikaliów w pobliżu elektroniki.
7 Pojemniki na śruby i drobne części	Przechowywanie i segregacja drobnych elementów demontowanych.	Podczas demontażu komponentów i osłon.	Oznaczaj pojemniki według kroku demontażu lub miejsca pochodzenia części.
8 Telefon/aparat	Dokumentacja stanu, połączeń i ułożenia przewodów przed demontażem.	Przed rozpoczęciem demontażu oraz podczas bardziej złożonych prac.	Rób zdjęcia ogólne i szczegółowe – ułatwi to montaż i diagnozę.



Zawsze uwzględniaj wymagania producenta konkretnego modelu.



Multimetr bez tajemnic



Multimetr nie „mówi, co jest zepsute”. Dostarcza wyniku, który trzeba poprawnie zinterpretować.



CEL DYDAKTYCZNY:

Zrozum **trzy podstawowe pojęcia**, zanim przejdziesz do dalszych procedur.

1 Sekcja 1 — Napięcie

Napięcie (V) można uprościć jako różnicę potencjałów elektrycznych między dwoma punktami.



UWAGA:

Analogia może być tylko pomocą, a nie zastępstwem wyjaśnienia technicznego.

2 Sekcja 2 — Rezystancja

Rezystancja (Ω) opisuje opór elektryczny danego elementu lub drogi przepływu.



UWAGA:

Interpretacja zależy od badanego elementu.

3 Sekcja 3 — Ciągłość

Test ciągłości pomaga sprawdzić, czy pomiędzy określonymi punktami istnieje przewodzące połączenie.



UWAGA:

Nie jest to uniwersalny test poprawności całego elementu.



V —
napięcie

Ω —
rezystancja

—
symbol
ciągłości —
połączenie



Pomiar $\neq$ diagnoza.

Pomiar + kontekst + porównanie = użyteczna informacja diagnostyczna.



Dalej: jak ustawić multimetr i uniknąć najczęstszych błędów pomiarowych.

Jak ustawić multimetr przed pomiarem

Nieprawidłowe ustawienia miernika mogą prowadzić do fałszywego wyniku, a w niektórych sytuacjach także do uszkodzenia miernika lub badanego układu.



CEL DYDAKTYCZNY:

Naucz się podstawowej kontroli ustawień przed pomiarem, bez przechodzenia jeszcze do diagnozowania konkretnej usterki.

1. Sprawdź przewody pomiarowe

- obejrzyj izolację przewodów;
- sprawdź, czy końcówki nie są poluzowane;
- upewnij się, że przewody nie są przecięte ani nadmiernie zużyte;
- nie używaj uszkodzonych przewodów pomiarowych.

2. Sprawdź gniazda w multimetrze



COM — przewód czarny



V/Ω — typowe gniazdo do pomiaru napięcia, rezystancji i ciągłości, zależnie od konstrukcji miernika.



Nie zakładaj, że każdy multimetr ma identyczny układ gniazd. Sprawdź oznaczenia swojego urządzenia.

3. Wybierz właściwą funkcję



V DC — napięcie stałe



Ω — rezystancja



Ciągłość — test przewodzącego połączenia

4. Sprawdź zakres pomiarowy

Jeśli multimetr nie ma autozakresu, wybierz zakres odpowiedni do spodziewanej wartości.



Nie ma jednej uniwersalnej wartości dla każdego pojazdu.



Nigdy nie przetaczaj miernika „na chybił trafił”, gdy nie rozumiesz funkcji danego ustawienia.



7 błędów, które psują diagnozę

Błędny pomiar może prowadzić do błędnej decyzji, nawet jeśli sam multymetr działa prawidłowo.

1 Zła funkcja multimetru



Chcesz sprawdzić napięcie, a multymetr pozostaje ustawiony na inną funkcję. Wynik będzie fałszywy lub pomiar się nie wykona.

2 Niewłaściwe gniazdo przewodu



Czerwony przewód w złym gnieździe może uniemożliwić prawidłowy pomiar lub stwarzać ryzyko błędu pomiarowego.

3 Słaby kontakt końcówki pomiarowej



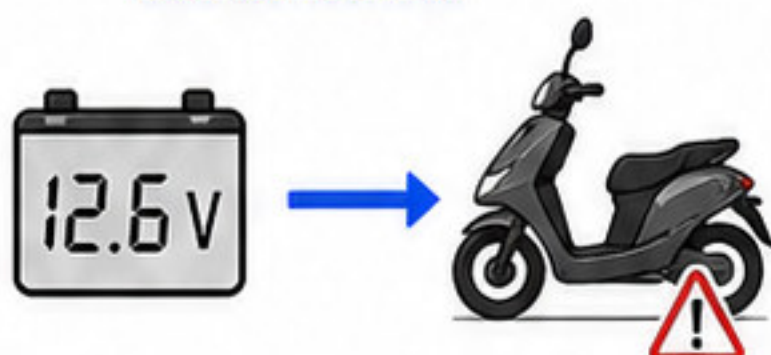
Zabrudzone, utlenione lub trudno dostępne punkty mogą powodować niestabilne odczyty lub ich brak.

4 Pomiar bez punktu odniesienia



Sama liczba nic nie mówi, jeśli nie wiesz, jaka wartość lub zachowanie są oczekiwane.

5 Interpretowanie pojedynczego wyniku bez kontekstu



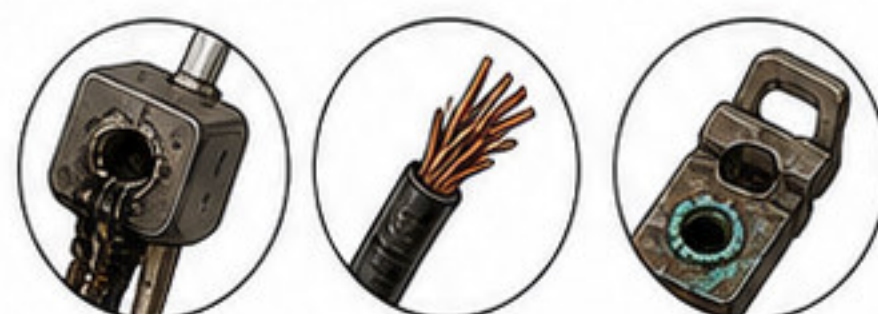
Napięcie może występować bez obciążenia, ale problem pojawia się dopiero podczas rzeczywistej pracy pojazdu.

6 Badanie niewłaściwych punktów



Pomiar między przypadkowymi punktami może nie odpowiedzieć na pytanie, które chcesz sobie zadać.

7 Pomijanie ogłędzin



Przetopione złącze, przecięty przewód lub korozja mogą być widoczne na pierwszy rzut oka, jeszcze przed użyciem multimetru.



Dobra praktyka

- co mierzysz;
- gdzie mierzysz;
- w jakim stanie znajduje się pojazd;
- jaki wynik otrzymałeś.



PUNKT POMIARU



WARUNKI



WYNIK



INTERPRETACJA

Najpierw patrz, potem mierz

Wiele usterek pozostawia fizyczne ślady, które można zauważyć bez demontażu całego pojazdu.

1 Bateria



- deformacje
- ślady uderzeń
- wilgoć
- nietypowe zabrudzenia
- przebarwienia
- ślady przegrzania

2 Główne przewody



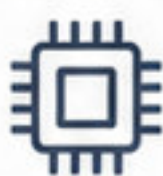
- przecięcia
- przetarcia
- załamania
- stopioną izolację
- miejsca kontaktu z ostrą krawędzią

3 Złącza



- luźne wtyczki
- wilgoć
- korozję
- nadpalone styki
- odkształcenia obudowy

4 Sterownik



- mocowanie
- uszkodzenia obudowy
- ślady wilgoci
- nietypowe zabrudzenia
- ślady przegrzania

5 Silnik i okolice koła



- uszkodzenia przewodu wychodzącego z silnika
- luźne elementy
- oznaki tarcia
- ślady mechanicznego uszkodzenia



To, co widać,
może skrócić diagnozę
o kilka kolejnych testów.



ZASADA: Jeśli coś wygląda nietypowo – napisz, sfotografuj i zapamiętaj.



zrób zdjęcie



zapisz obserwacje



oznacz miejsce

Pierwsza kontrola pojazdu – karta diagnostyczna

Strona praktyczna do wydrukowania lub wypełnienia cyfrowo.

A



Dane pojazdu

Marka: _____

Model: _____

Rok / wersja: _____

Napięcie nominalne systemu, jeśli znane: _____

Data kontroli: _____

B



Zgłoszony objaw

Co dokładnie dzieje się z pojazdem?

C



Kontrola wzrokowa

- ☐ Bateria bez widocznych uszkodzeń
- ☐ Główne przewody bez widocznych uszkodzeń
- ☐ Złącza osadzone prawidłowo
- ☐ Brak śladów przegrzania
- ☐ Brak nietypowego zapachu
- ☐ Brak widocznej korozji
- ☐ Brak uszkodzeń mechanicznych w rejonie napędu

D



Objawy przy próbie uruchomienia

- ☐ Brak jakiegokolwiek reakcji
- ☐ Panel się nie włącza
- ☐ Panel się włącza, ale pojazd nie jedzie
- ☐ Pojawia się komunikat lub kod błędu
- ☐ Słychać nietypowy dźwięk
- ☐ Objaw jest nieregularny

E



Pierwsza decyzja

Następny moduł / test: _____

MODUŁ 02

Pojazd nie włącza się

Przeprowadź użytkownika przez logiczną ścieżkę diagnostyczną, gdy skuter lub motocykl elektryczny nie reaguje na próbę włączenia lub wykazuje jedynie częściową reakcję.



ZAKRES MODUŁU



całkowity brak reakcji;



zasilanie główne;



bateria i połączenia;



bezpieczniki i zabezpieczenia;



stacyjka / przycisk zasilania;



sygnały blokujące uruchomienie;



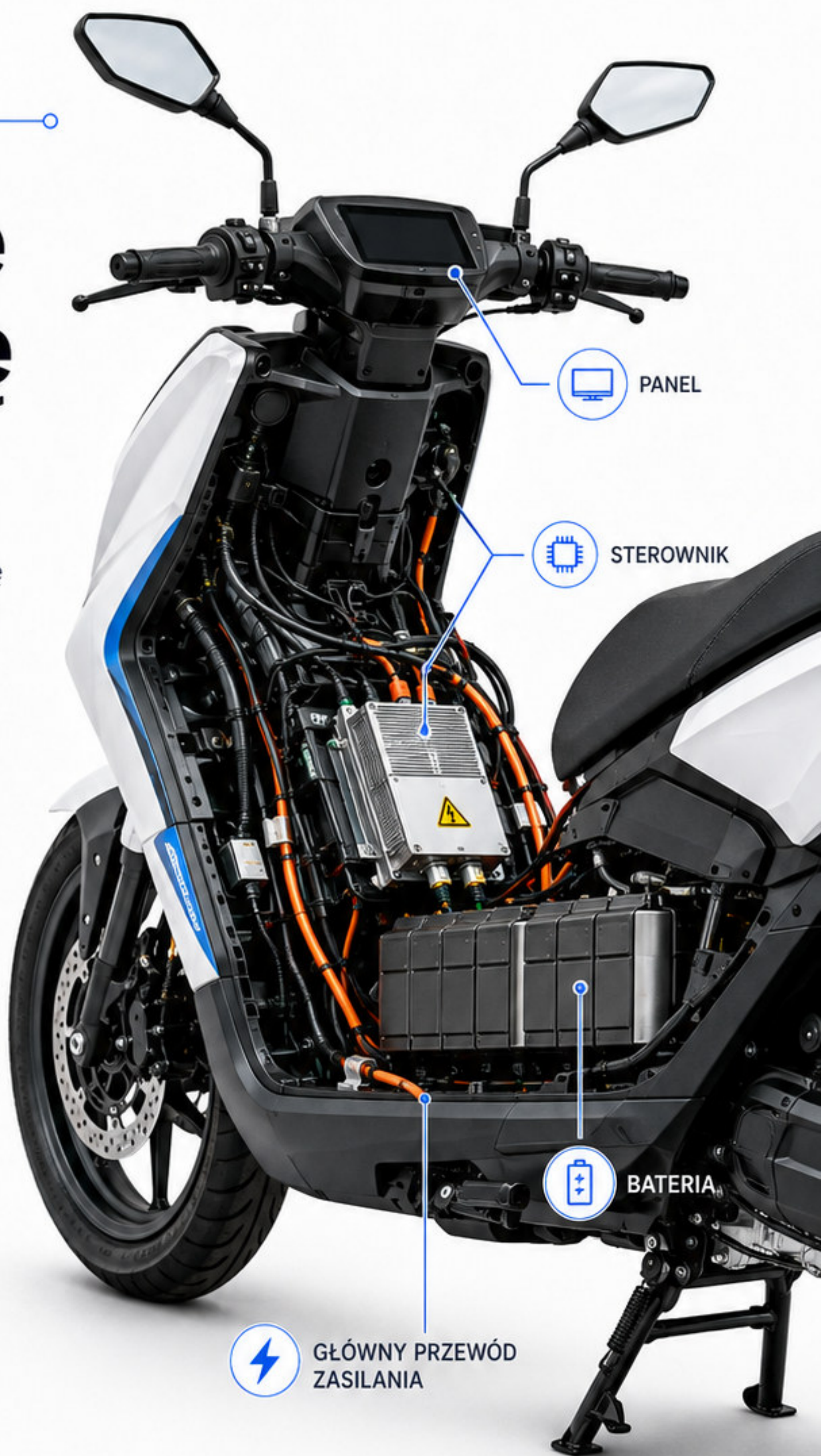
panel i sterownik;



diagnostyka krok po kroku;



karta kontrolna.



**Brak reakcji nie oznacza
automatycznie uszkodzonej baterii.**

Najpierw dokładnie określ objaw

Zdanie „pojazd się nie włącza” może opisywać kilka zupełnie różnych sytuacji. Zanim zaczniesz pomiary, **określ dokładnie, co się dzieje**.

A Objaw A — Całkowity brak reakcji



- panel pozostaje ciemny
- brak dźwięku
- brak reakcji na przycisk/stacyjkę



Pierwszy kierunek:
zasilanie główne i droga zasilania.

B Objaw B — Panel włącza się na moment i gaśnie



Możliwy kierunek analizy:

- spadek napięcia
- słabe połączenie
- problem z zasilaniem panelu lub sterownika
- ochrona baterii



To nie jest jeszcze diagnoza końcowa — to kierunek dalszych kroków.

C Objaw C — Panel działa, ale napęd nie reaguje



Możliwy kierunek analizy:

- sygnały wejściowe
- blokady bezpieczeństwa
- sterownik
- napęd



Kierunek analizy:
skup się na układzie sterowania i napędu.

D Objaw D — Reakcja jest nieregularna



Możliwy kierunek analizy:

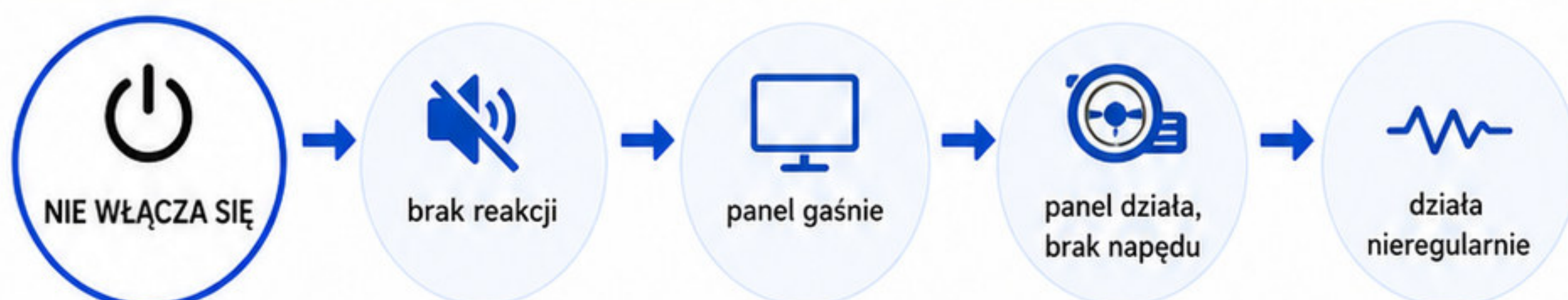
- złącza
- przewody
- luźne połączenia
- wilgoć
- elementy sterujące



Kierunek analizy:
poszukaj problemów przerywanych lub środowiskowych.

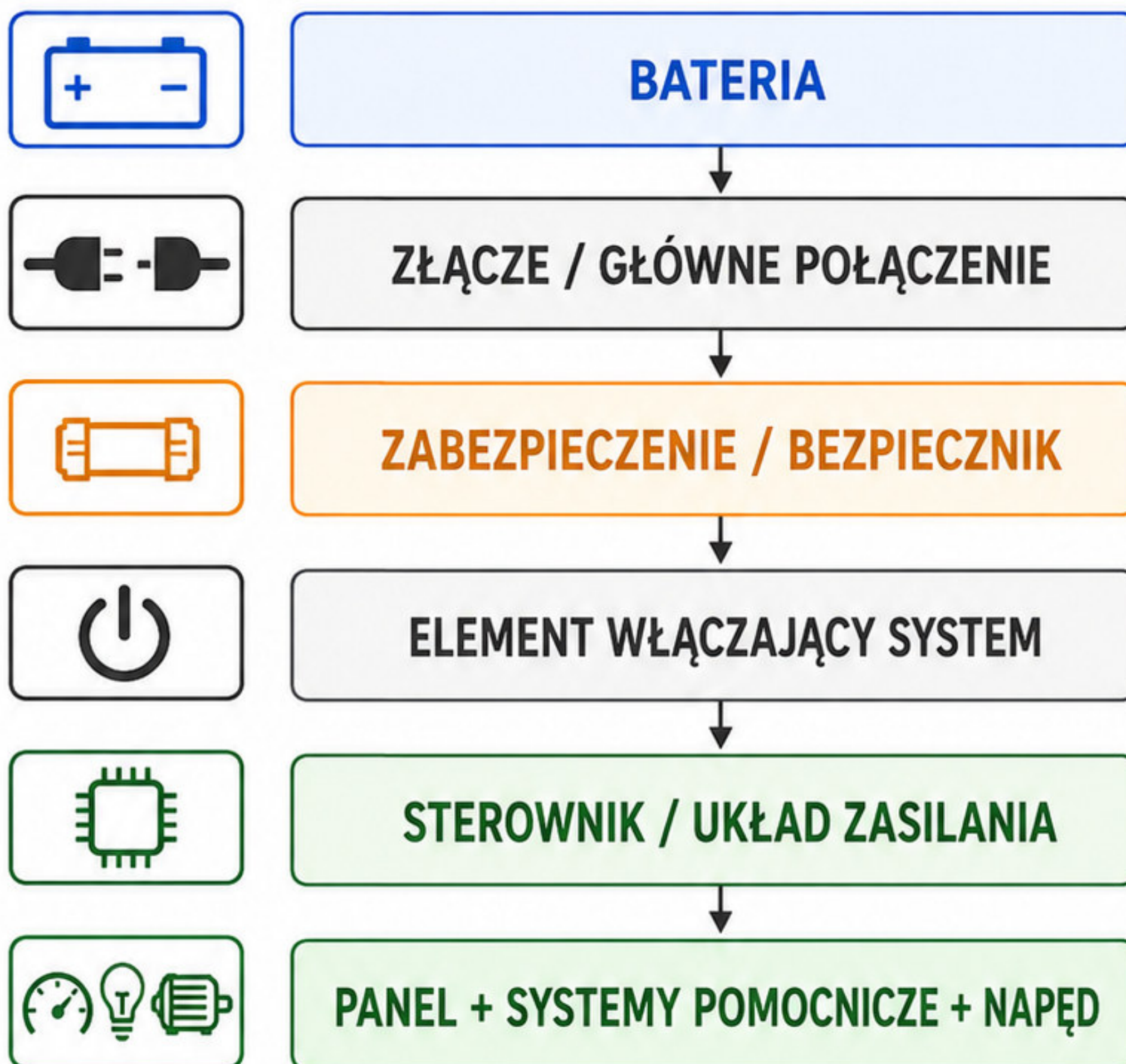


Czy problem dotyczy całego pojazdu, czy tylko jednej jego funkcji?



Jak energia dociera do układu

Aby znaleźć przerwę w działaniu, trzeba rozumieć podstawową drogę przepływu energii i sygnałów.



Rzeczywista architektura zależy od producenta i modelu. Diagram ma pomóc zrozumieć zasadę diagnostyczną: jeśli jeden element ścieżki nie przekazuje energii dalej, elementy znajdujące się za nim mogą pozostać nieaktywne.



PRZYKŁAD

Jeżeli bateria jest naładowana, ale przerwane jest główne połączenie, panel może pozostać całkowicie ciemny.



**Nie diagnozuj tylko części końcowej.
Sprawdzaj drogę od źródła zasilania do odbiornika.**

Czy źródło zasilania jest dostępne?

Przy całkowitym braku reakcji bateria jest jednym z pierwszych obszarów do sprawdzenia, ale nie należy automatycznie uznawać jej za uszkodzoną.



1. Sprawdź bez demontażu

- ☒ Czy bateria jest prawidłowo zamontowana?
- ☒ Czy mechanizm blokujący jest prawidłowo zamknięty?
- ☒ Czy główne złącze wygląda na prawidłowo osadzone?
- ☒ Czy są widoczne ślady przegrzania?
- ☒ Czy obudowa jest zdeformowana?
- ☒ Czy pojazd był długo nieużywany?
- ☒ Czy problem pojawił się po ładowaniu, rozładowaniu, jeździe lub przechowywaniu?

2.

2. Napięcie nominalne a rzeczywisty pomiar

Wartość nominalna systemu nie jest tym samym, co każda chwilowa wartość napięcia zmierzona na baterii. Interpretacja zależy od:

-  typu baterii (np. litowo-jonowa NMC, LFP)
-  konfiguracji ogniw (liczba ogniw szeregowo)
-  stanu naładowania (SOC)
-  obciążenia (prąd pobierany przez układ)
-  działania systemu zarządzania baterią (BMS)



Nie umieszczać jednej tabeli „prawidłowych napięć” dla wszystkich skuterów elektrycznych.



Mechanizm blokujący

Upewnij się, że jest prawidłowo zamknięty.



Główne złącze

Sprawdź, czy jest mocno osadzone i nieuszkodzone.



Obudowa baterii

Oceń stan obudowy i poszukaj śladów przegrzania.



Ogólne wskazówki

- Sprawdź informacje serwisowe producenta dotyczące zakresów napięcia i procedur.
- Używaj odpowiedniego sprzętu do pomiaru napięcia DC o właściwym zakresie.
- Notuj wyniki i warunki pomiaru (SOC, temperatura, obciążenie, czas od ładowania itp.).



Uszkodzona, zdeformowana, przegrzana lub nietypowo pachnąca bateria wymaga szczególnej ostrożności.
Nie kontynuuj rutynowych testów tak, jak przy baterii bez oznak uszkodzenia.

Mały element, całkowity brak zasilania

Element zabezpieczający może przerwać przepływ energii do całej części systemu.

1 Co robi bezpiecznik?



Bezpiecznik przerywa obwód elektryczny w sytuacji, gdy prąd przekroczy zaprojektowane warunki pracy.

Chroni przewody, elementy i użytkownika przed skutkami uszkodzeń.

2 Jeżeli bezpiecznik jest uszkodzony



Nie kończ na wymianie.

Zadaj najważniejsze pytanie:

Dlaczego zabezpieczenie zadziałało?

Usunięcie przyczyny jest kluczem do bezpiecznej i trwałej naprawy.

3 Możliwe obszary do dalszej kontroli



uszkodzony przewód



zwarcie



wilgoć



problem w podzespołe (np. sterownik, ładowarka, moduł)



nieprawidłowa wcześniejsza naprawa



zastosowanie niewłaściwego zabezpieczenia (niewłaściwy typ lub wartość prądu)



Nie zastępuj zabezpieczenia elementem o przypadkowo większej wartości i nie mostkuj go przewodem.



4 Procedura postępowania

- 1 Zidentyfikuj właściwe zabezpieczenie.
- 2 Sprawdź dokumentację pojazdu.
- 3 Oceń jego stan.
- 4 Jeżeli jest uszkodzone, szukaj możliwej przyczyny.
- 5 Dopiero potem podejmuj decyzję o dalszych działaniach.

5 Przykłady — rzeczywisty typ zależy od konstrukcji pojazdu.



Czy polecenie włączenia dociera do systemu?

Obecność energii w baterii nie oznacza jeszcze, że sterownik otrzymał prawidłowe polecenie uruchomienia systemu.

1 Element włączający

W zależności od pojazdu może to być:



tradycyjna stacyjka



przycisk



system elektroniczny



moduł bezkluczykowy



inny układ autoryzacji

2 Co może pójść nie tak?

- uszkodzony przełącznik
- poluzowane złącze
- przerwany przewód
- problem z modułem autoryzacji
- brak sygnału sterującego
- problem z zasilaniem samego elementu sterującego



3 Ważne rozróżnienie

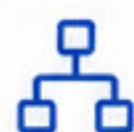
„Jest napięcie na baterii”

≠

„system otrzymał polecenie uruchomienia”.



Bateria może być sprawna i podłączona, ale jeśli sterownik nie otrzyma sygnału aktywacyjnego, pojazd może nadal wyglądać na całkowicie martwy.



Ścieżka diagnostyczna



Bateria dostępna?

TAK



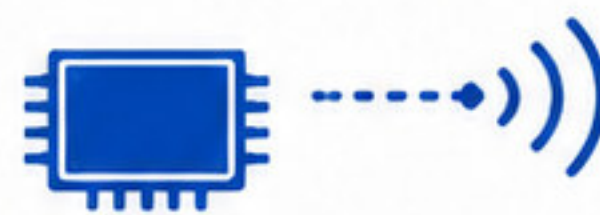
Zabezpieczenie sprawne?

TAK



Polecenie ON dociera?

NIE



Skup diagnostykę na obwodzie aktywacji / sterowania.



Dalej: jak sygnały blokujące mogą uniemożliwić uruchomienie nawet wtedy, gdy zasilanie jest obecne.

Dlaczego pojazd może mieć zasilanie, ale nadal się nie uruchamiać

W wielu pojazdach elektrycznych sama obecność napięcia nie wystarcza do uruchomienia napędu. Sterownik wymaga spełnienia dodatkowych warunków bezpieczeństwa.



Typowe sygnały blokujące



czujnik stopki bocznej



czujnik hamulca



czujnik położenia manetki



sygnał obecności klucza lub autoryzacji



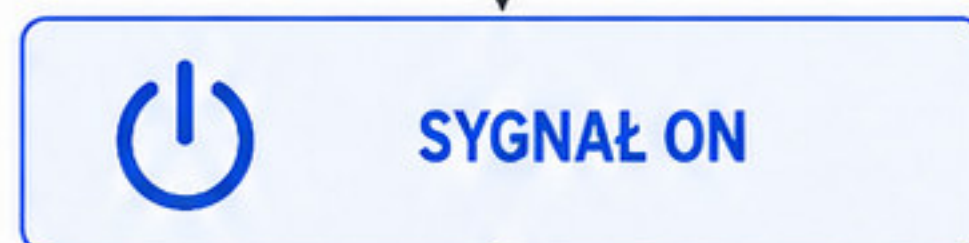
czujnik pozycji przełącznika jazdy



zabezpieczenie przed uruchomieniem w nieprawidłowym stanie



sygnał z BMS lub innego modułu zabezpieczającego



Nie każdy pojazd posiada wszystkie wymienione elementy.



Zadaniem użytkownika jest ustalenie:

jakie warunki muszą być spełnione w jego konkretnym modelu, aby sterownik zezwolił na uruchomienie.



PRZYKŁAD PRAKTYCZNY

Panel może działać prawidłowo, ale aktywny czujnik stopki bocznej może uniemożliwić reakcję napędu.



Nie zgaduj

Nie mostkuj przewodów czujników tylko po to, aby „sprawdzić, czy ruszy”.

Zamiast tego:



zidentyfikuj funkcję czujnika



sprawdź dokumentację

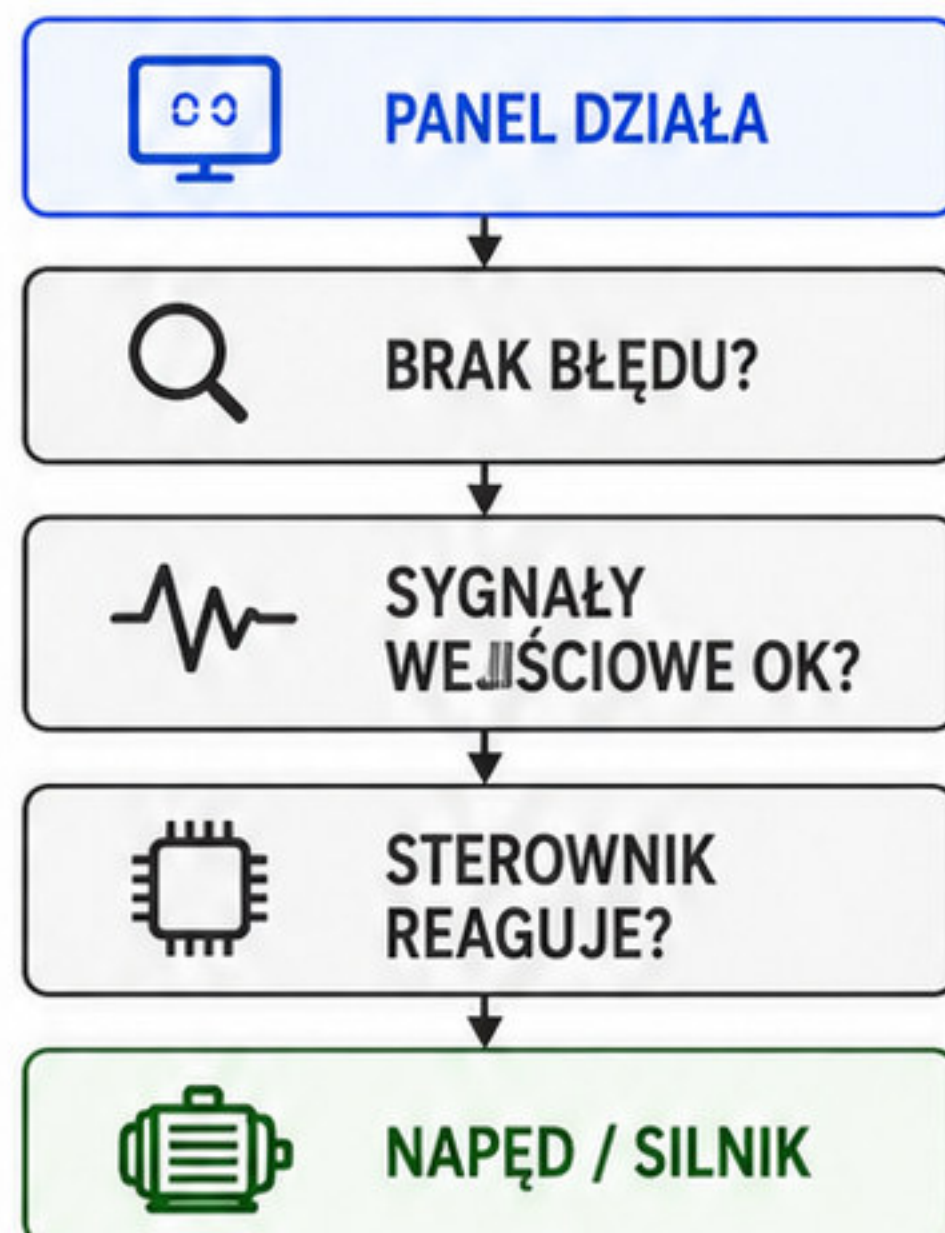


wykonaj właściwy test

Gdy wyświetlacz się świeci, ale pojazd nie jedzie

Działający panel potwierdza, że część układu jest aktywna, ale nie dowodzi, że cała droga napędu działa poprawnie.

Schemat diagnostyczny



1 Krok 1 — Obserwuj panel



- czy wyświetla się komunikat błędu
- czy widoczny jest symbol hamulca
- czy widoczny jest symbol stopki
- czy poziom baterii wygląda normalnie
- czy pojawia się nietypowa ikona ostrzegawcza

2 Krok 2 — Sprawdź wejścia sterujące



- manetka przyspieszenia
- czujnik hamulca
- przełącznik kierunku
- sygnał stopki
- inne wejścia bezpieczeństwa

3 Krok 3 — Sprawdź tor napędowy



- sterownik
- przewody fazowe
- przewody sygnałowe
- silnik
- czujniki położenia, jeśli występują

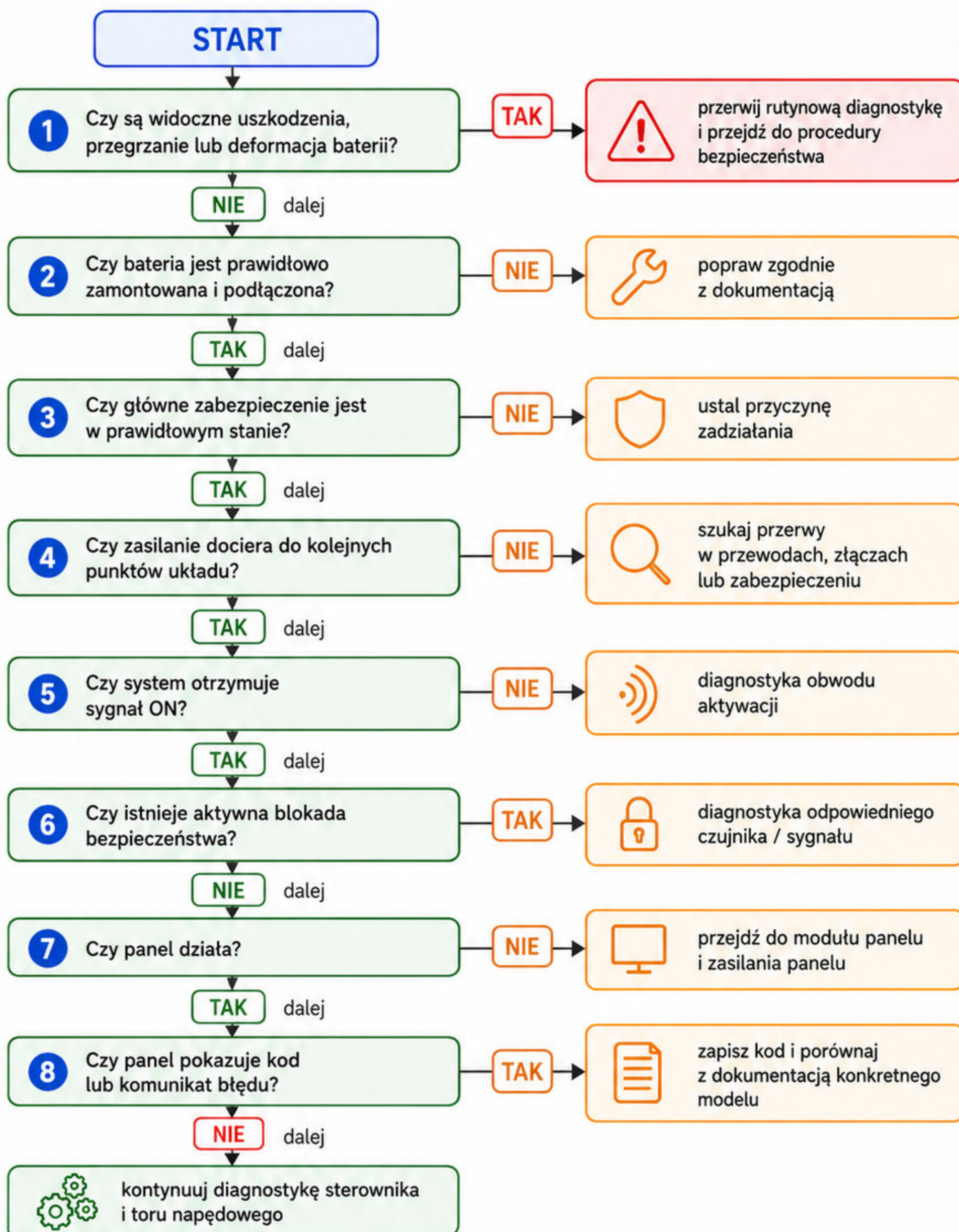


Nie traktuj silnika jako pierwszego podejrzanego elementu.



Pełna ścieżka diagnostyczna

Jedna sekwencja działania przy całkowitym lub częściowym braku uruchomienia.



Diagnoza ma eliminować kolejne możliwości, a nie losowo wybierać części do wymiany.

Karta kontroli — brak uruchomienia

Strona do druku i pracy bezpośrednio przy pojeździe.

A



Objaw

- | | |
|--|--|
| ☐ Całkowity brak reakcji | ☐ Reakcja jest nieregularna |
| ☐ Panel włącza się i gaśnie | ☐ Pojawia się kod błędu |
| ☐ Panel działa, brak napędu | ☐ Inny objaw: _____ |

B



Zasilanie

- | | |
|--|---|
| ☐ Bateria zamontowana prawidłowo | ☐ Główne zabezpieczenie sprawdzone |
| ☐ Złącze główne sprawdzone | ☐ Brak śladów przegrzania |
| ☐ Brak widocznych uszkodzeń baterii | |

C



Aktywacja

- | | |
|---|---|
| ☐ Sygnał ON sprawdzony | ☐ Złącze sterujące sprawdzone |
| ☐ Stacyjka / przycisk sprawdzony | ☐ System autoryzacji sprawdzony, jeśli występuje |

D



Blokady

- | | |
|--|--|
| ☐ Czujnik hamulca | ☐ Przełączniki bezpieczeństwa |
| ☐ Stopka boczna | ☐ Inne: _____ |
| ☐ Manetka | |

E



Wynik

Miejsce, w którym zanika zasilanie lub sygnał:

Najbardziej prawdopodobny obszar problemu:

Następny test:



Nie wymieniaj części bez potwierdzenia, dlaczego dany podzespół został uznany za podejrzan.

MODUŁ 03

Problemy z ładowaniem

Naucz się rozpoznawać, czy problem z ładowaniem wynika z ładowarki, baterii, złącza, przewodów, zabezpieczeń czy komunikacji między elementami układu.



ZAKRES MODUŁU



pojazd nie ładuje



ładowarka nie reaguje



ładowanie przerywa się



ładowanie trwa zbyt krótko lub zbyt długo



bateria nie osiąga oczekiwanego poziomu



złącza ładowania



ładowarka



BMS



diagnostyka krok po kroku



karta kontroli



Problem z ładowaniem nie zawsze oznacza uszkodzoną ładowarkę.



Co musi zadziałać, aby bateria zaczęła się ładować

Proces ładowania zależy od kilku elementów.
Awaria jednego z nich może zatrzymać cały proces.



Jeżeli proces ładowania nie działa, trzeba ustalić, na którym etapie zostaje przerwany.



PRZYKŁAD Ładowarka może być sprawna, ale uszkodzone złącze może uniemożliwić prawidłowe dostarczenie energii do baterii.

Nie każdy problem z ładowaniem wygląda tak samo

Precyzyjny opis zachowania układu ułatwia znalezienie przyczyny.

1 Brak jakiejkolwiek reakcji



- ładowarka nie pokazuje oznak pracy
- brak wskaźnika
- bateria nie reaguje



Kierunek: źródło zasilania, ładowarka, przewód.

2 Ładowarka reaguje, bateria nie



- ładowarka ma zasilanie
- pojazd lub bateria nie rozpoczyna ładowania



Kierunek: złącze, bateria, BMS, komunikacja lub zabezpieczenie.

3 Ładowanie rozpoczyna się i przerywa



Możliwe obszary:

- luźny kontakt
- temperatura
- zabezpieczenie
- ładowarka
- problem wewnątrz baterii.

4 Ładowanie kończy się zbyt wcześnie



Nie oznacza automatycznie pełnej baterii.

Możliwe obszary:

- stan baterii
- BMS
- ładowarka
- błędne wskazanie poziomu naładowania

5 Ładowanie trwa nietypowo długo



Możliwe obszary:

- ładowarka
- bateria
- temperatura
- stan ogniw
- nieprawidłowy parametr ładowania

6 Złącze lub ładowarka się przegrzewa



To sygnał wymagający szczególnej uwagi.

Możliwe obszary:

- złącze
- ładowarka
- przewód
- słaba wentylacja

Rodziny objawów



Brak reakcji



Bateria nie ładuje



Przerwane ładowanie



Zbyt wczesne zakończenie



Nietypowo długie ładowanie



Przegrzewanie

Czy ładowarka rzeczywiście działa prawidłowo?

Świecąca dioda LED to za mało, aby uznać, że ładowarka działa prawidłowo we wszystkich aspektach.

1



Etap 1 — Oględziny

- obudowę
- przewód sieciowy
- przewód wyjściowy
- wtyczkę
- ślady przegrzania
- pęknięcia
- nietypowy zapach

2



Etap 2 — Zachowanie wskaźników

- jaki kolor ma dioda po podłączeniu do sieci
- czy zmienia kolor po podłączeniu baterii
- czy miga
- czy całkowicie gaśnie
- czy pojawia się dźwięk lub inne oznaczenie

3



Etap 3 — Porównanie z dokumentacją

Znaczenie kolorów i sekwencji LED nie jest uniwersalne. Trzeba sprawdzić instrukcję konkretnej ładowarki lub pojazdu.

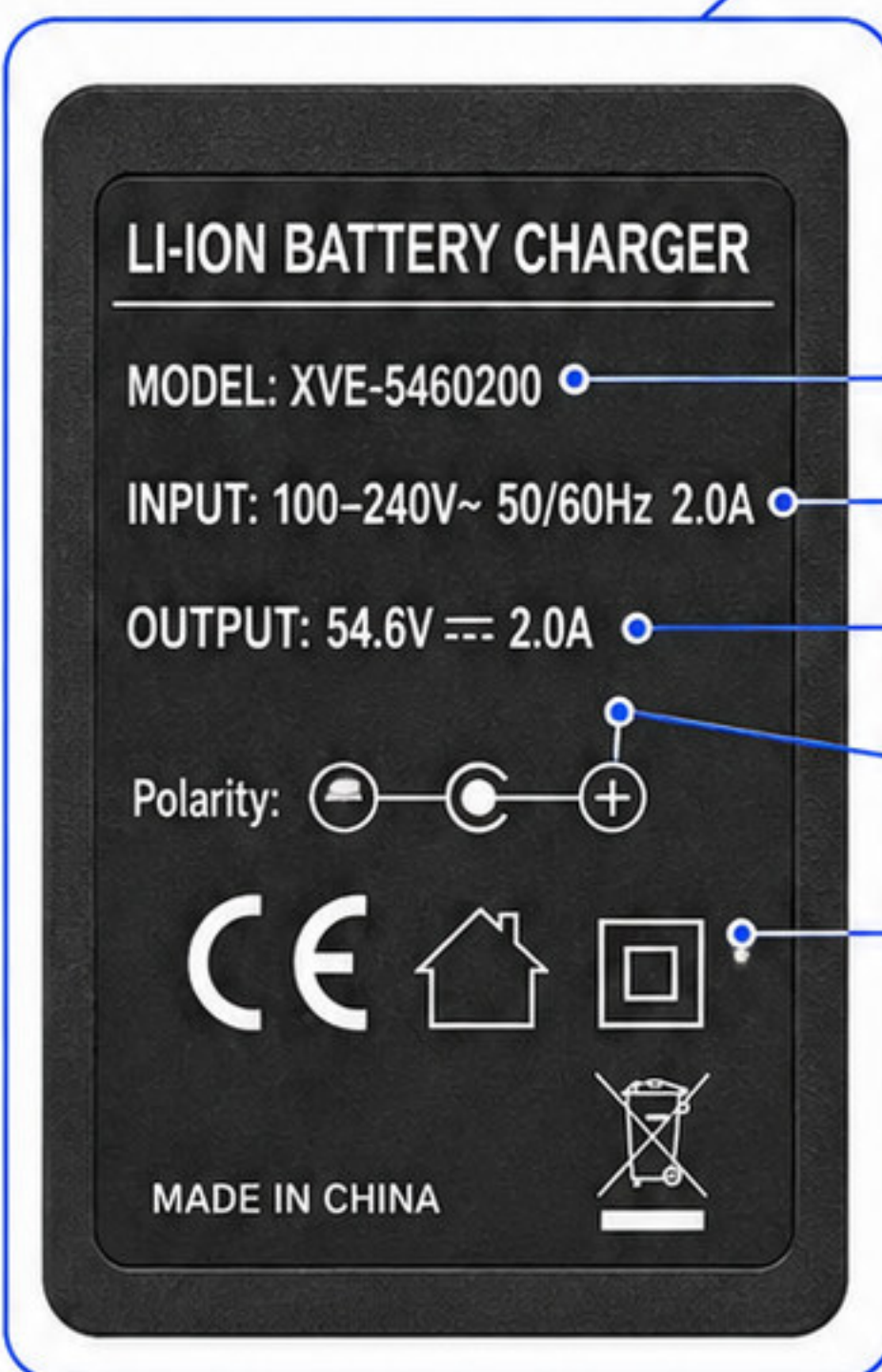
4



Etap 4 — Parametry znamionowe

Na etykiecie ładowarki zidentyfikuj:

- napięcie wejściowe
- napięcie wyjściowe
- prąd wyjściowy
- model
- polaryzację, jeśli jest oznaczona



napięcie wejściowe

napięcie wyjściowe

prąd wyjściowy

model

polaryzację, jeśli jest oznaczona



Nie zamieniaj przypadkowo

Nie używaj dowolnej ładowarki tylko dlatego, że wtyczka mechanicznie pasuje.

Miejsce, które często jest pomijane

Problemy z ładowaniem mogą wynikać z prostych uszkodzeń mechanicznych lub elektrycznych w drodze połączenia.



Sprawdź port

- czy gniazdo nie jest luźne
- czy nie porusza się w obudowie
- czy styki nie są wygięte
- czy nie ma korozji
- czy nie ma śladów wilgoci
- czy plastik nie jest stopiony
- czy wtyczka wchodzi prawidłowo
- czy połączenie nie rozłącza się przy lekkim ruchu



Sprawdź przewody

- przetarcia
- pęknięcia izolacji
- nienaturalne zagięcia
- naprawy wykonane taśmą
- miejsca przegrzania
- luźne zaciski



Objaw: ładowanie rozpoczyna się, ale po poruszeniu przewodem przerywa.

Wniosek: zachowanie wskazuje na potrzebę sprawdzenia mechanicznej i elektrycznej ciągłości połączenia. Nie oznacza jeszcze, że wiadomo, który element jest uszkodzony.



PRAWIDŁOWE



PODEJRZANE



Kiedy bateria sama blokuje ładowanie

System zarządzania baterią (BMS – Battery Management System) może ograniczyć lub całkowicie zatrzymać ładowanie w określonych warunkach, aby chronić baterię przed uszkodzeniem.

A

Co może monitorować BMS?



napięcie poszczególnych grup ogniw



napięcie całego pakietu



temperaturę



prąd



stan ładowania



warunki przeciążenia



inne parametry zabezpieczające

B

Dlaczego BMS może zatrzymać ładowanie?



wartość napięcia poza dopuszczalnym zakresem



nadmierna temperatura



zbyt niska temperatura



nierównowaga między grupami ogniw



przeciążenie lub wcześniejszy stan ochronny



problem z czujnikiem



uszkodzenie wewnętrzne baterii



Aktywna ochrona BMS nie powinna być traktowana jak przeszkoda, którą należy ominąć.

Jeżeli BMS blokuje pracę, celem diagnostyki jest ustalenie: dlaczego system ochrony zadziałał.



BRAK ŁADOWANIA



Ładowarka ma zasilanie?



Połączenia są prawidłowe?



Napięcie dociera do baterii?



BMS zezwala na ładowanie?



Jeżeli **NIE** → ustal warunek ochronny

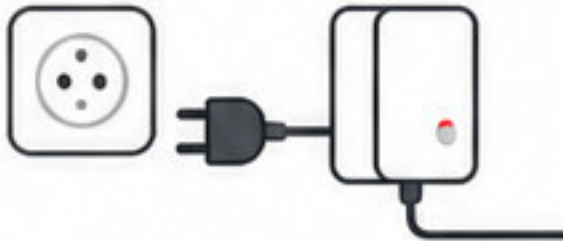


Dalej: jak rozróżnić problem ładowarki, baterii i układu połączeń bez zgadywania.

Ładowarka, bateria czy połączenie?

Ten sam objaw — brak ładowania — może mieć źródło w kilku różnych miejscach. Dlatego diagnoza musi opierać się na eliminowaniu kolejnych możliwości.

Cel: Dać użytkownikowi prostą logikę porównawczą, która pozwoli zawęzić źródło problemu bez pośpiesznej wymiany części.

Objaw	Co już wiadomo	Co sprawdzić dalej	Czego jeszcze nie można stwierdzić
1 Ładowarka nie reaguje po podłączeniu do sieci 	 brak widocznej reakcji ładowarki	 • źródło zasilania; • przewód sieciowy; • zabezpieczenie ładowarki; • stan samej ładowarki	 że bateria jest uszkodzona
2 Ładowarka działa bez baterii, ale po podłączeniu zachowuje się nietypowo 	 ładowarka działa w trybie jałowym (bez baterii)	 • złącze; • polaryzację; • kompatybilność; • stan baterii; • możliwą aktywację zabezpieczenia	 że ładowarka jest uszkodzona
3 Ładowarka wskazuje proces ładowania, ale poziom baterii nie rośnie 	 ładowarka wskazuje ładowanie (np. LED, wyświetlacz, panel)	 • rzeczywisty czas ładowania; • pomiar napięcia zgodnie z dokumentacją; • reakcję BMS; • stan ogniwi; • poprawność wskazania panelu	 że bateria nie przyjmuje ładunku (może to być błąd pomiaru lub wskazania)
4 Ładowanie działa tylko po poruszeniu przewodem 	 poruszenie przewodu wpływa na działanie ładowania	 • przewód; • wtyczka; • port; • styki; • lutowanie lub połączenie wewnętrzne	 że bateria jest uszkodzona



Zasada: Diagnoza = obserwacja + porównanie + pomiar + eliminacja kolejnych możliwości.

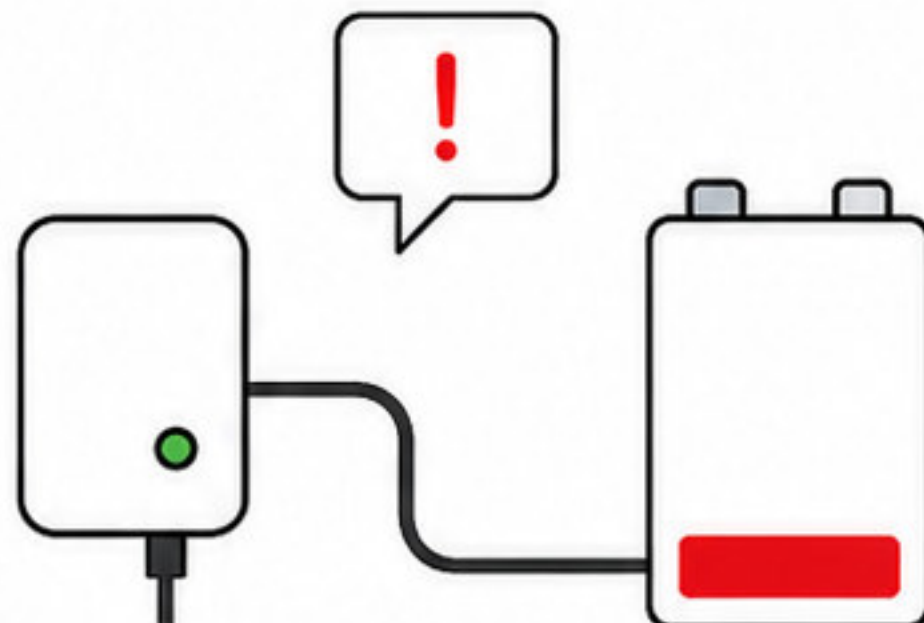
Gdy ładowanie zaczyna się i nagle zatrzymuje

Przerywane ładowanie często wymaga obserwacji warunków, w których proces się zatrzymuje.

Cel: Nauczyć użytkownika odróżniać problem powtarzalny od przypadkowego i dokumentować moment przerwania ładowania.

1 Co zanotować

- po ilu minutach lub godzinach proces się zatrzymuje;
- czy ładowarka jest wtedy gorąca;
- czy bateria jest wyraźnie cieplejsza;
- czy zmienia się kolor wskaźnika;
- czy problem występuje zawsze;
- czy pojawia się po poruszeniu przewodem;
- czy występuje tylko przy określonej temperaturze otoczenia.



2 Możliwe grupy przyczyn



Połączenie

- luźny styk
- niestabilne złącze
- uszkodzony przewód



Ładowarka

- przegrzewanie
- niestabilna praca
- niewłaściwe parametry



Bateria / BMS

- aktywacja ochrony
- problem z temperaturą
- nierównowaga ogniw
- inny stan ograniczający



Warunki zewnętrzne

- temperatura otoczenia
- wilgoć
- niestabilne źródło zasilania



Nie oceniaj tylko momentu rozpoczęcia ładowania. Obserwuj cały proces.

START

30 min

1 h

2 h

STOP



temperatura



kolor LED



napięcie,
jeśli mierzone



uwagi



temperatura

Czas ładowania też jest informacją diagnostyczną

Nietypowy czas ładowania może być objawem, ale jego interpretacja wymaga uwzględnienia pojemności baterii, poziomu rozładowania, mocy ładowarki i warunków pracy.

Cel: Zapobiec błędnemu wnioskowaniu, że każda różnica w czasie ładowania oznacza awarię.



A Ładowanie trwa zbyt krótko

- bateria nie była mocno rozładowana;
- ładowarka zakończyła proces zbyt wcześnie;
- BMS przerwał ładowanie;
- część pojemności baterii może być niedostępna;
- wskaźnik poziomu może być niedokładny.



B Ładowanie trwa zbyt długo

- ładowarka ma niski prąd wyjściowy;
- bateria ma dużą pojemność;
- proces został spowolniony przez warunki ochronne;
- bateria może mieć pogorszony stan;
- ładowarka może nie pracować prawidłowo.



**Nie podawaj jednej uniwersalnej normy typu:
X godzin = poprawnie.**



**czas ładowania zależy od pojemności baterii
i dostępnego prądu ładowania**

**rzeczywisty proces nie jest idealnie liniowy i może być
kontrolowany przez BMS oraz ładowarkę.**



Porównuj z własnym pojazdem

- z dokumentacją producenta;
- z wcześniejszym zachowaniem tej samej baterii;
- z parametrami konkretnej ładowarki.

Karta kontroli — ładowanie

Strona użytkowa do wydrukowania lub wypełnienia cyfrowo.

Cel: Zebrać wszystkie najważniejsze obserwacje związane z ładowaniem w jednym miejscu.

A Objaw

- ☐ Brak reakcji ładowarki
- ☐ Ładowarka działa, ale bateria nie ładuje się
- ☐ Ładowanie przerywa się
- ☐ Ładowanie trwa zbyt krótko
- ☐ Ładowanie trwa zbyt długo
- ☐ Złącze się nagrzewa
- ☐ Ładowarka się przegrzewa
- ☐ Inny objaw: _____

B Ładowarka

Model: _____

Napięcie wyjściowe z etykiety: _____

Prąd wyjściowy z etykiety: _____

Kolor / zachowanie wskaźnika: _____

C Kontrola połączeń

- | | |
|--|--|
| ☐ Port ładowania sprawdzony | ☐ Brak stopionych elementów |
| ☐ Wtyczka sprawdzona | ☐ Przewód bez uszkodzeń |
| ☐ Brak korozji | ☐ Połączenie stabilne |

D Bateria

- | | |
|--|---|
| ☐ Brak deformacji | ☐ BMS nie zgłasza znanego błędu |
| ☐ Brak nadmiernej temperatury | ☐ Stan naładowania zapisany przed testem |
| ☐ Brak nietypowego zapachu | |

E Wynik

Co zostało wykluczone? _____

Najbardziej podejrzany obszar: _____

Następny test: _____

Wyświetlacze i panele

Naucz się diagnozować sytuacje, w których panel pozostaje ciemny, świeci stale, uruchamia się częściowo, pokazuje błędne informacje albo sygnalizuje usterkę.



Zakres modułu

- ✓ zgaszony panel;
- ✓ panel świeci, ale pojazd nie działa;
- ✓ niepełne wskazania;
- ✓ migające symbole;
- ✓ błędne wartości;
- ✓ kody błędów;
- ✓ zasilanie panelu;
- ✓ komunikacja z innymi modułami;
- ✓ diagnostyka krok po kroku.



Panel jest źródłem informacji – ale sam też może być częścią problemu.

Ciemny panel: od czego zacząć

Zgaszony wyświetlacz może oznaczać brak zasilania panelu, problem z aktywacją systemu, uszkodzenie przewodu, złącza albo samego panelu.

Cel: Nauczyć użytkownika diagnozowania zgaszonego panelu metodą od źródła do odbiornika.

1 Krok 1 — Czy reszta pojazdu reaguje?

- światła
- sygnał dźwiękowy
- inne elementy elektryczne
- reakcję sterownika
- dźwięki przełączników, jeśli występują

2 Krok 2 — Czy panel ma zasilanie?

- zasilanie główne
- lokalne zabezpieczenie
- przewód
- masa / przewód powrotny
- złącze panelu

3 Krok 3 — Czy panel otrzymuje sygnał aktywacji?

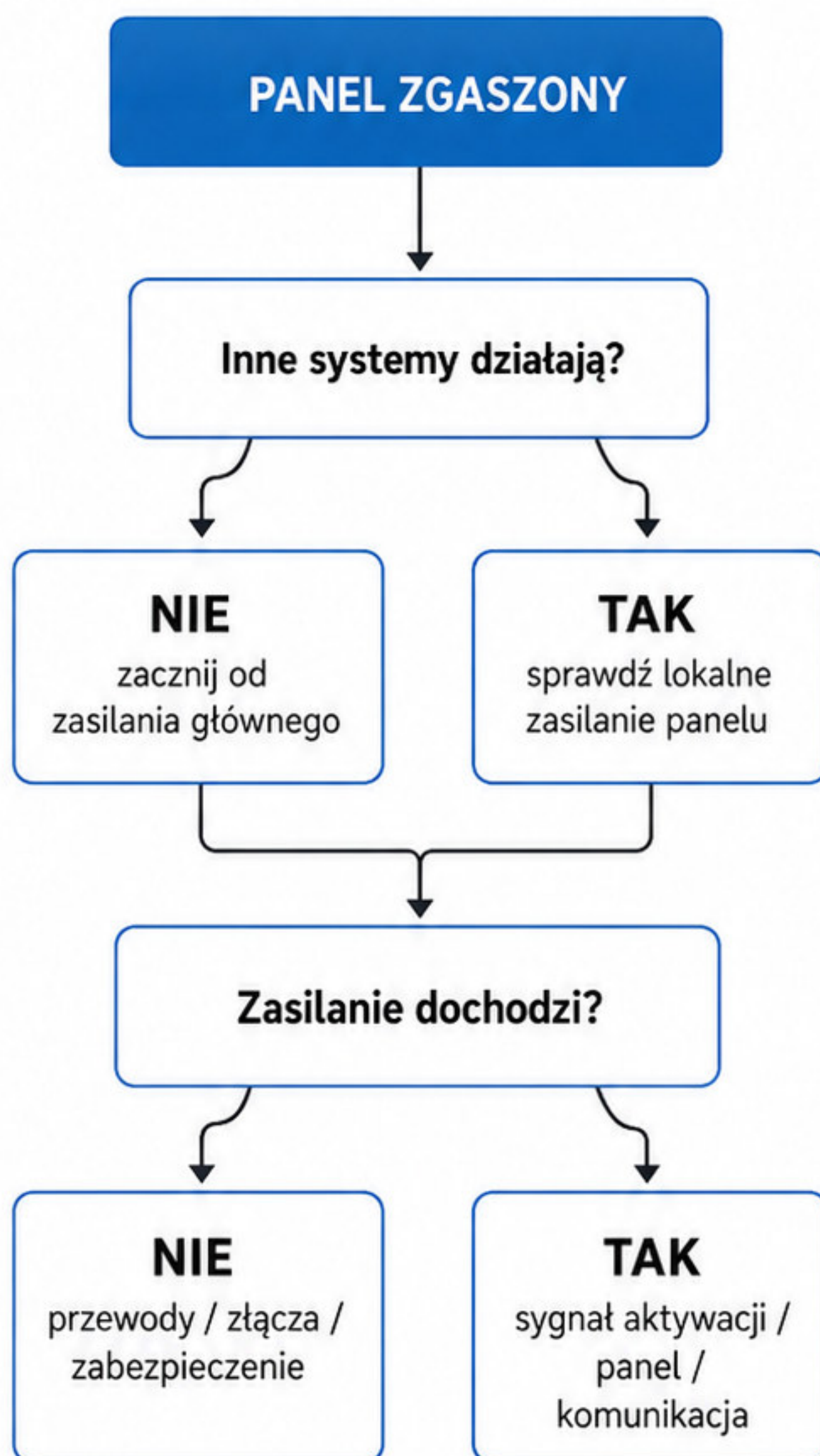
W niektórych konstrukcjach samo zasilanie nie wystarcza.

4 Krok 4 — Czy połączenie jest stabilne?

- luźną wtyczkę
- piny
- korozję
- ślady wilgoci
- przewody przy kierownicy

5 Krok 5 — Dopiero później rozważ sam panel

Panel powinien być uznany za podejrzany dopiero po sprawdzeniu, czy otrzymuje prawidłowe zasilanie i wymagane sygnały.



Świecący panel nie oznacza sprawnego pojazdu

Panel może działać poprawnie, mimo że problem występuje w torze napędowym, blokadzie bezpieczeństwa, sterowniku lub sygnałach sterujących.

Cel: Oddzielić funkcję informacyjną panelu od działania całego systemu.

 1 Co oznacza działający panel?	2 Czego nie potwierdza? 	 3 Procedura
 panel otrzymuje zasilanie  część systemu została aktywowana  komunikacja działa przynajmniej częściowo	 sprawności silnika  sprawności sterownika  poprawności manetki  braku blokad  sprawności przewodów fazowych  poprawności czujników	1 Sprawdź komunikaty na panelu. 2 Zanotuj wszystkie ikony. 3 Sprawdź, czy reakcja manetki jest widoczna w systemie, jeśli pojazd to umożliwia. 4 Oceń blokady bezpieczeństwa. 5 Przejdź do diagnostyki sterownika i napędu.



Gdy ekran uruchamia się tylko na chwilę

Krótkie pojawienie się obrazu, a następnie zgaśnięcie może wskazywać na niestabilne zasilanie lub aktywację zabezpieczenia.

Cel: Nauczyć użytkownika rozpoznawać różnicę między problemem stałym a problemem pojawiającym się pod obciążeniem.

Możliwe obszary

- słabe połączenie baterii
- zużyte lub utlenione złącze
- uszkodzony przewód
- spadek napięcia
- aktywacja ochrony baterii
- problem w obwodzie zasilania panelu
- uszkodzony panel



Napięcie obecne bez obciążenia nie oznacza, że zasilanie pozostanie stabilne po aktywacji systemu.

Praktyczna obserwacja

- czy panel gaśnie natychmiast
- czy gaśnie po włączeniu świateł
- czy gaśnie po próbie przyspieszenia
- czy gaśnie przy poruszeniu kierownicą
- czy problem zależy od temperatury lub wilgoci

Kiedy gaśnie?	Co może wskazywać
Od razu	aktywacja / zasilanie
Po obciążeniu	spadek napięcia / słabe połączenie
Przy ruchu kierownicy	przewody / złącza
Losowo	połączenia / wilgoć / niestabilny element



obserwuj moment zaniku

Kiedy panel pokazuje informacje, którym nie można ufać

Nieprawidłowe wskazanie nie zawsze oznacza awarię samego wyświetlacza. Dane mogą pochodzić z innych modułów lub czujników.

Cel: Nauczyć użytkownika śledzenia źródła informacji wyświetlanej na panelu.

Przykładowe objawy

- poziom baterii skacze
- prędkość wynosi 0 podczas jazdy
- prędkość zmienia się nieregularnie
- temperatura jest nierealna
- wskaźnik trybu jazdy nie odpowiada rzeczywistości
- ikony pojawiają się losowo
- część segmentów nie świeci



Dla każdej błędnej informacji zapytaj:

Skąd panel otrzymuje tę informację?

Przykład 1 — Prędkość



- sterownik
- czujnik koła
- czujniki silnika
- komunikacja cyfrowa

Przykład 2 — Stan baterii



- napięcie
- BMS
- sterownik
- algorytm obliczeniowy panelu

Przykład 3 — Temperatura



Może pochodzić z osobnego czujnika lub modułu.



CZUJNIK / BMS / STEROWNIK



PRZEWODY / KOMUNIKACJA



PANEL

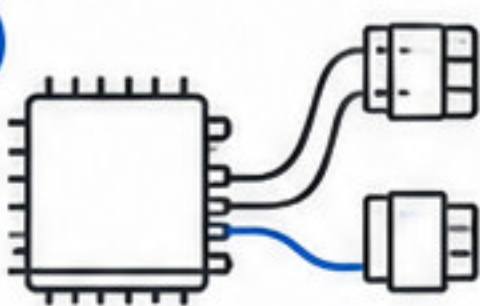


Błędna informacja na ekranie może być skutkiem błędu źródła, transmisji lub samego panelu.

Kod błędu to wskazówka, nie gotowa diagnoza

Kod lub kontrolka może zawęzić obszar poszukiwań, ale często nie wskazuje bezpośrednio konkretnej uszkodzonej części.

Cel: Nauczyć użytkownika prawidłowo reagować na kody błędów i unikać mechanicznej wymiany komponentów na podstawie samego numeru kodu.

1 	Krok 1 — Zapisz dokładnie kod Nie polegaj na pamięci. • numer • literę • symbol • sposób migania • warunki pojawienia się
2 	Krok 2 — Sprawdź dokumentację konkretnego modelu Ten sam numer kodu może mieć inne znaczenie w różnych pojazdach.
3 	Krok 3 — Zrozum, co kod opisuje • sygnału poza zakresem • braku komunikacji • otwartego obwodu • zwarcia • zbyt wysokiego napięcia • zbyt niskiego napięcia • temperatury • blokady bezpieczeństwa
4 	Krok 4 — Sprawdź cały obwód Jeśli kod wskazuje np. manetkę, sprawdź: • manetkę • jej zasilanie • masę • przewód sygnałowy • złącze • wejście sterownika



Kod: problem sygnału czujnika

Błędne podejście: wymienić czujnik.

Prawidłowe podejście: sprawdzić czujnik + przewody + złącza + zasilanie + sygnał + moduł odbierający.



Kod błędu wskazuje obszar diagnostyki.

Nie zawsze wskazuje część do wymiany.



Dalej: komunikacja panelu ze sterownikiem i pozostałymi modułami.

Gdy panel i sterownik „nie rozmawiają”

W nowoczesnym pojeździe elektrycznym panel wymienia dane ze sterownikiem, BMS oraz innymi modułami. Gdy komunikacja jest zakłócona, ekran może nie pokazywać poprawnych informacji albo nie reagować prawidłowo.

Cel: Wyjaśnić użytkownikowi, że brak informacji na ekranie lub błędne wskazania mogą wynikać z problemu komunikacyjnego, a nie wyłącznie z uszkodzenia samego wyświetlacza.



Co może być przesyłane między modułami?

- prędkość;
- poziom baterii;
- temperatura;
- tryb jazdy;
- komunikaty o błędach;
- stan blokad;
- dane diagnostyczne;
- informacja o gotowości systemu.

Gdzie może powstać problem?



Ważne wyjaśnienie

Jeśli panel ma zasilanie, ale nie otrzymuje danych, może:



pozostać częściowo pusty,



wyświetlać kreski,



pokazywać zerowe wartości,



wyświetlać kod komunikacji,



reagować z opóźnieniem.



Nie zakładaj

Świecący ekran nie oznacza automatycznie poprawnej komunikacji.

Panel gaśnie lub miga podczas ruchu kierownicy

Jeśli panel gaśnie lub miga podczas skręcania kierownicą, dokładnie sprawdź przewody przebiegające przez główkę ramy i w okolicach kierownicy.

Cel: Nauczyć użytkownika rozpoznawać typowy wzorec usterki mechaniczno-elektrycznej.



1. CHARAKTERYSTYCZNE OBJAWY

- panel gaśnie przy skręcie w jedną stronę
- ekran miga podczas poruszania kierownicą
- światła zanikają razem z panelem
- pojawiają się chwilowe błędy
- funkcja wraca po ustawieniu kierownicy prosto



2. MOŻLIWE PRZYCZYNY

- przewód nadmiernie napięty
- izolacja przetarta
- przewód wewnętrznie pęknięty
- złącze poruszające się podczas skrętu
- nieprawidłowe prowadzenie wiązki
- wcześniejsza naprawa wykonana zbyt sztywno



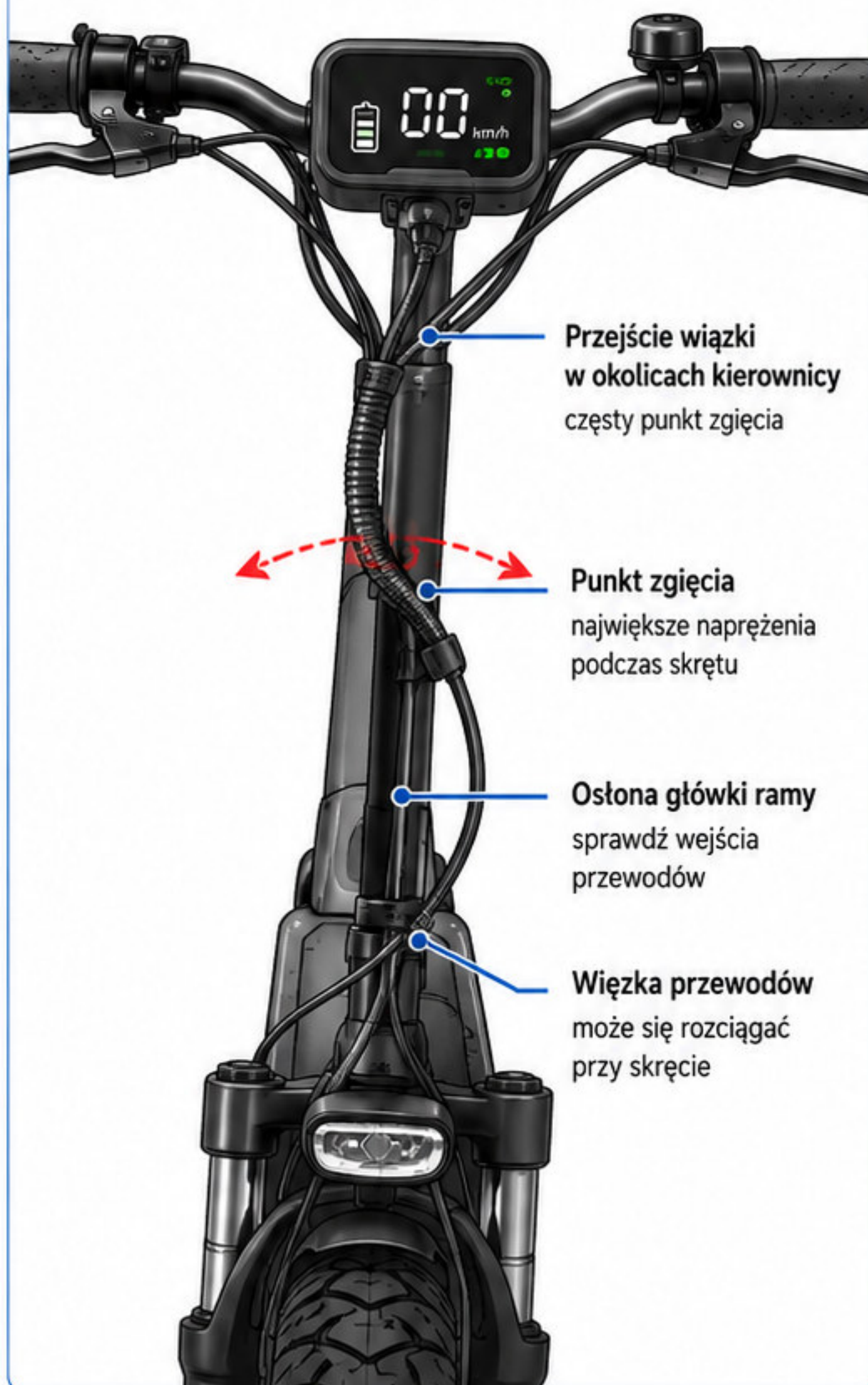
3. INSPEKCJA WIZUALNA

- punkty zgięcia
- miejsca wejścia przewodów do osłon
- opaski zaciskowe
- ostre krawędzie
- miejsca, gdzie wiązka jest rozciągana



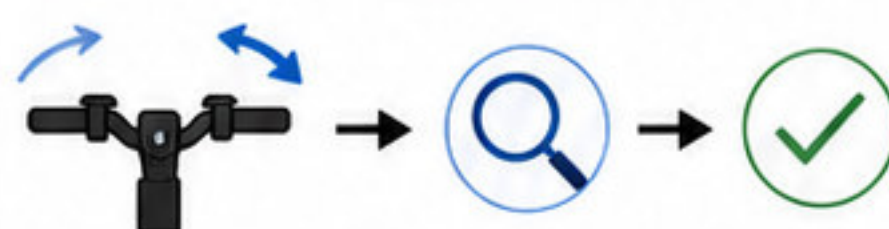
Przewód może wyglądać dobrze na zewnątrz, a mimo to mieć przerwę wewnętrzną.

4. GŁÓWNE MIEJSCE USTERKI



OBJAW ZALEŻNY OD RUCHU

= szukaj elementu, który porusza się razem z tym ruchem.



Gdy problem pojawił się po deszczu lub myciu

Wilgoć może powodować zarówno trwałe, jak i przerywane problemy elektryczne.

Cel: Nauczyć użytkownika brać pod uwagę warunki środowiskowe jako część diagnozy.



Typowe sygnały

- zaparowany ekran
- krople pod szybą panelu
- zielony lub biały nalot na stykach
- nieregularne działanie po deszczu
- błędy pojawiające się tylko przy wysokiej wilgotności
- poprawa działania po wyschnięciu



Gdzie sprawdzić?

- tylna część panelu
- główne złącze panelu
- miejsca wejścia przewodów
- uszczelnienia
- złącza pod przednią osłoną
- miejsca wcześniejszych napraw



Ważne

Wysuszenie elementów nie zawsze rozwiązuje problem.

Korozja może pozostać i powodować:

- wzrost rezystancji połączenia
- niestabilny sygnał
- dalsze pogarszanie styku



Dobra praktyka

- 1 Zidentyfikuj drogę, którą mogła dostać się woda.
- 2 Oceń stan złącza.
- 3 Oceń stan pinów.
- 4 Sprawdź uszczelnienie.
- 5 Ustal, czy korozja dotyczy tylko powierzchni czy połączenia elektrycznego.



CZYSTY STYK



STYK Z KOROZJĄ



Karta kontroli – wyświetlacz i panel

Strona praktyczna.

Cel: Umożliwić użytkownikowi przeprowadzenie kompletnej, uporządkowanej kontroli panelu.

A Rodzaj objawu

- | | |
|--|--|
| ☐ Panel całkowicie zgaszony | ☐ Błędna prędkość |
| ☐ Panel włącza się i gaśnie | ☐ Niepełne segmenty ekranu |
| ☐ Panel działa, ale brak napędu | ☐ Kod błędu |
| ☐ Panel miga | ☐ Problem przy ruchu kierownicy |
| ☐ Błędny poziom baterii | ☐ Problem po kontakcie z wilgocią |

B Zasilanie

- ☐ Zasilanie główne sprawdzone
- ☐ Zasilanie panelu sprawdzone
- ☐ Masa / przewód powrotny sprawdzony
- ☐ Złącze panelu sprawdzone
- ☐ Brak przegrzanych styków

C Komunikacja

- ☐ Inne moduły działają
- ☐ Kod błędu zapisany
- ☐ Przewody komunikacyjne sprawdzone
- ☐ Złącza sprawdzone
- ☐ Dokumentacja modelu porównana

D Warunki występowania

Objaw pojawia się:

- | | |
|--|---|
| ☐ zawsze | ☐ podczas skrętu |
| ☐ po rozgrzaniu | ☐ podczas przyspieszania |
| ☐ po deszczu | ☐ nieregularnie |

E Wniosek

Najbardziej prawdopodobny obszar: _____

Następny test: _____

Czy problem został potwierdzony pomiarem?

☐ Tak

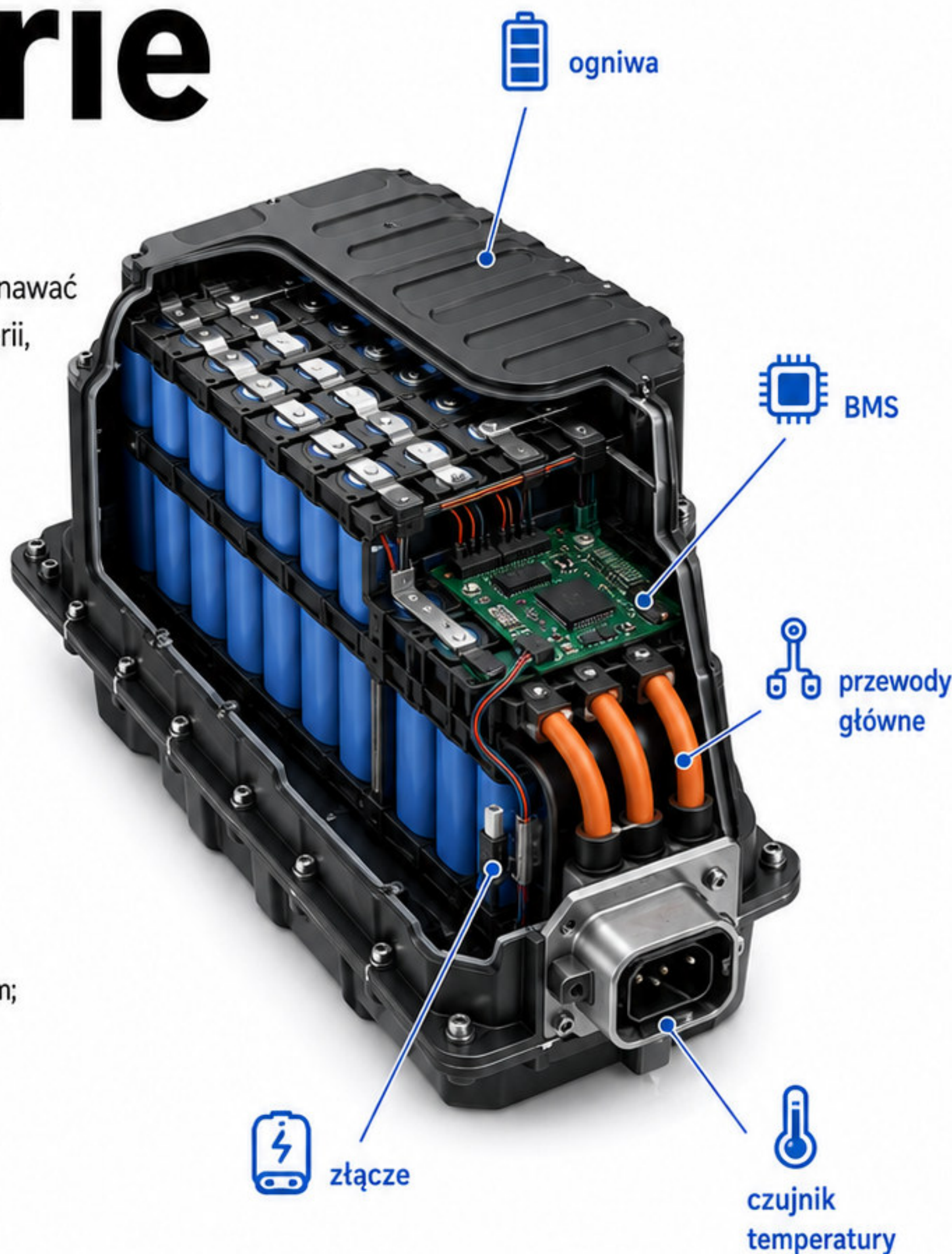
☐ Nie

Baterie

Ten moduł przedstawia budowę i podstawowe działanie baterii trakcyjnych. Nauczysz się rozpoznawać objawy związane ze stanem baterii, działaniem BMS, połączeniami, temperaturą oraz rzeczywistą pojemnością.

Zakres modułu

- ✓ podstawowa budowa baterii;
- ✓ napięcie nominalne;
- ✓ stan naładowania;
- ✓ BMS;
- ✓ spadek napięcia pod obciążeniem;
- ✓ utrata zasięgu;
- ✓ nierównowaga ogniw;
- ✓ temperatura;
- ✓ przechowywanie;
- ✓ oznaki uszkodzenia;
- ✓ diagnostyka;
- ✓ kontrola przed wymianą;
- ✓ karta baterii.



**Bateria to system —
nie tylko „duży akumulator”.**

W środku pakietu baterii

Bateria trakcyjna to zestaw wielu współpracujących elementów. Usterka nie oznacza automatycznie uszkodzenia wszystkich ogniw.

Cel: Dać użytkownikowi podstawową mapę komponentów baterii.

1 Ogniwa

podstawowe elementy magazynujące energię; mogą być łączone szeregowo, równolegle lub w kombinacji.

2 Połączenia między ogniwami

przenoszą prąd między grupami ogniw.

3 BMS

monitoruje i chroni baterię zgodnie z projektem producenta.

4 Czujniki temperatury

pomagają monitorować warunki termiczne pakietu.

5 Główne przewody zasilania

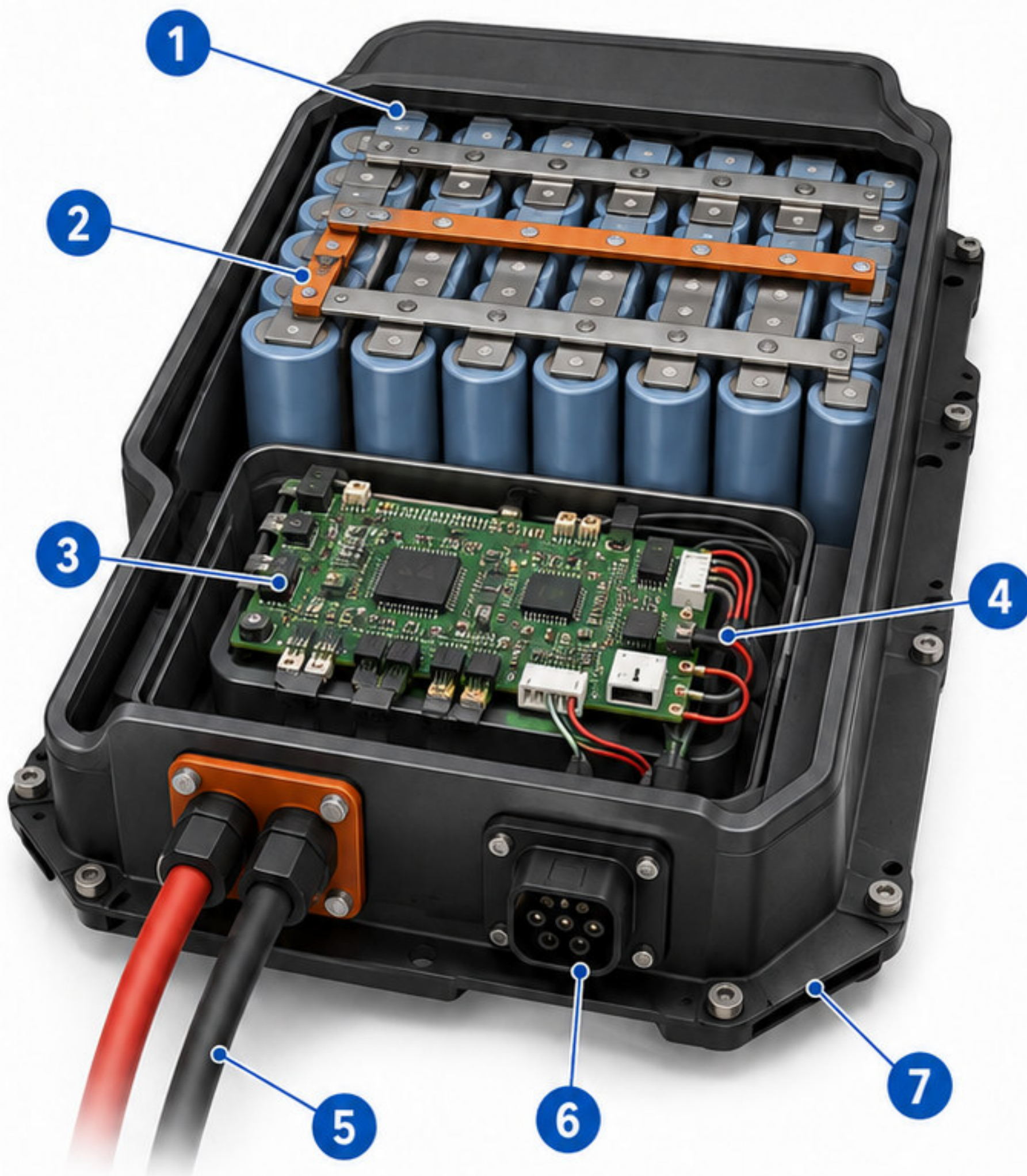
łączą baterię z pojazdem.

6 Złącze ładowania lub przewody ładowania

dostarczają energię podczas ładowania.

7 Obudowa

chroni elementy wewnętrzne przed uszkodzeniami mechanicznymi i środowiskiem.



Termin techniczny

- Połączenie szeregowe zwiększa napięcie całego pakietu.
- Połączenie równoległe zwiększa dostępną pojemność/prąd w zależności od konstrukcji.



Uwaga

Nie zamieniać tej strony w instrukcję otwierania baterii.

Dlaczego „48 V” nie zawsze oznacza 48 V na mierniku

Napięcie nominalne systemu to wartość opisowa.

Rzeczywiste napięcie baterii zmienia się w zależności od stanu naładowania oraz warunków pracy.

Cel: Zapobiec błędnej interpretacji pomiarów napięcia.

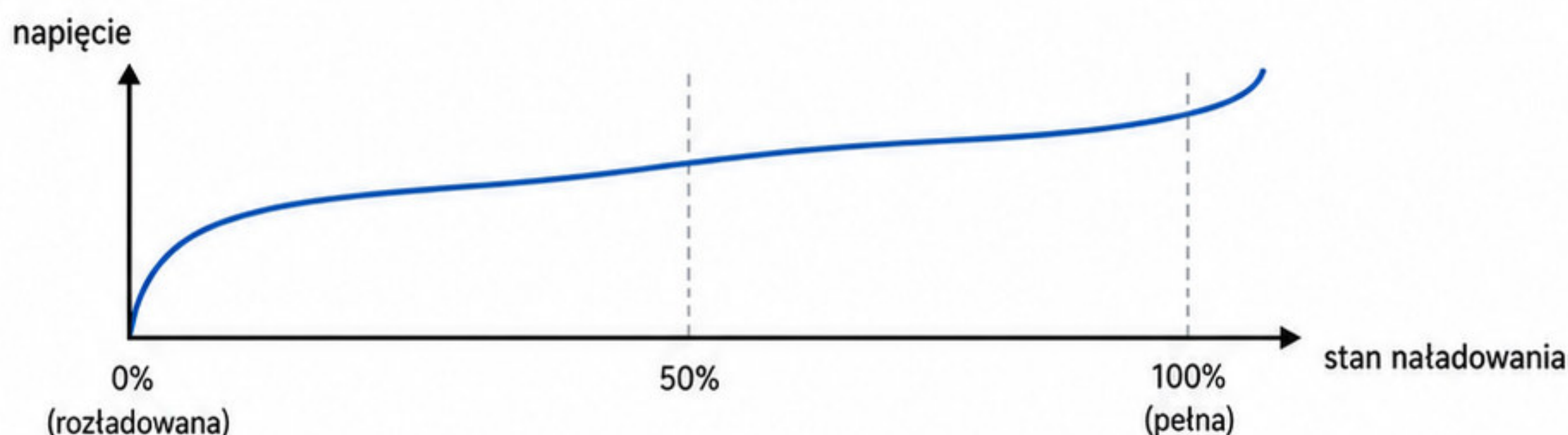
1		Napięcie nominalne wartość używana do opisanie klasy systemu.
2		Napięcie pełnego naładowania może być wyższe od wartości nominalnej.
3		Napięcie podczas pracy zmienia się wraz ze stanem naładowania, obciążeniem, temperaturą i stanem baterii.
4		Napięcie przy rozładowaniu może spaść do poziomu, przy którym BMS lub sterownik ograniczają dalszą pracę.



Nie tworzyć tabeli uniwersalnych wartości dla systemów 36 V, 48 V, 60 V itd. bez rozróżnienia chemii i konfiguracji baterii.



Najpierw ustal typ i konfigurację baterii, dopiero potem interpretuj napięcie.



Schemat edukacyjny — nie jest tabelą wartości dla konkretnego modelu.

Naładowana bateria nie zawsze jest zdrową baterią

Stan naładowania (SOC) i kondycja baterii (SOH) opisują dwie różne rzeczy.

Cel: Wyjaśnić użytkownikowi różnicę między SOC i SOH bez nadmiernego technicznego żargonu.



SOC — State of Charge

Stan naładowania

Informuje, ile energii pozostało w baterii teraz, w ramach aktualnie dostępnego zakresu pracy.



Bateria może być naładowana do 100%, ale nadal mieć znacznie mniejszą pojemność niż wtedy, gdy była nowa.



SOH — State of Health

Stan zdrowia / kondycja baterii

Opisuje, jak dobrze bateria zachowała swoje właściwości w porównaniu do stanu referencyjnego (gdy była nowa).

Dotyczy m.in.:

- pojemności;
- rezystancji wewnętrznej;
- zachowania pod obciążeniem;
- równowagi ogni.

Dwie baterie, ten sam poziom naładowania — różna kondycja

BATERIA A



SOC: wysoki



SOH: wysoki



Wysoki SOC i wysoki SOH = pełna energia w zdrowej baterii.

BATERIA B



SOC: wysoki



SOH: niski



Wysoki SOC, ale niski SOH = mniej realnej energii do dyspozycji.



Przykład z praktyki:

Pojazd pokazuje 100% po ładowaniu, ale zasięg spadł z 70 km do 30 km.

Wniosek: wysoki SOC nie wyklucza pogorszenia kondycji baterii.



**Poziom naładowania mówi „ile jest teraz”.
Kondycja mówi „ile bateria jest jeszcze
w stanie realnie zrobić”.**

Dlaczego bateria „wygląda dobrze”, dopóki nie ruszysz

Bateria może pokazywać pozornie normalne napięcie bez obciążenia, ale pod obciążeniem (podczas ruszania lub przyspieszania) napięcie może gwałtownie spaść.

Cel: Wyjaśnić jeden z najważniejszych konceptów praktycznej diagnostyki baterii.



Stan bez obciążenia

Pojazd stoi, silnik nie pobiera dużego prądu, a multimetr może pokazać wartość, która wygląda poprawnie.



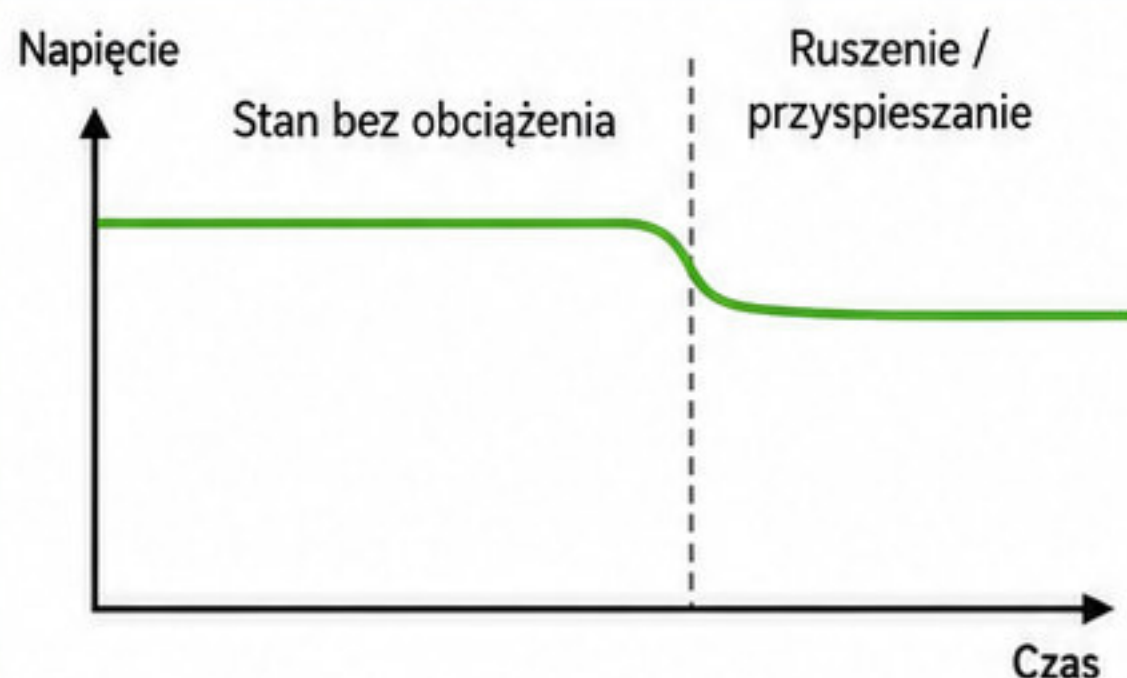
Stan pod obciążeniem

Podczas ruszania lub przyspieszania prąd rośnie. Jeśli bateria ma wysoką rezystancję wewnętrzną, słabe połączenie, problem z ogniwami lub problem z BMS, napięcie może znacząco spaść.

Objawy

- panel gaśnie podczas przyspieszania
- pojazd nagle traci moc
- BMS odcina zasilanie
- poziom baterii gwałtownie spada
- po zatrzymaniu wskazanie częściowo wraca

ZDROWA BATERIA



PODEJRZANA BATERIA / POŁĄCZENIE



Uwaga

Duży spadek napięcia nie zawsze oznacza uszkodzenie ogniw.

Sprawdzić również:

- główne złącza
- przewody
- styki
- zabezpieczenia



Myśl systemowo

Spadek napięcia może powstać w baterii albo na drodze między baterią a odbiornikiem.

Dlaczego pojazd przejeżdża coraz mniej

Zmniejszony zasięg może wynikać z różnych czynników. Przyczyną może być bateria, ale także warunki jazdy, temperatura, opory mechaniczne lub styl użytkowania.

Cel: Zapobiec diagnozowaniu baterii wyłącznie na podstawie subiektywnego wrażenia krótszego zasięgu.



Czynniki związane z baterią

- naturalne starzenie
- utrata pojemności
- nierównowaga ogniw
- zwiększona rezystancja wewnętrzna
- częste przegrzewanie
- długotrwałe niekorzystne przechowywanie



Czynniki niezwiązane bezpośrednio z baterią



niska temperatura



wyższa masa użytkownika lub ładunku



niskie ciśnienie w oponach



większe opory toczenia



częsta jazda z dużą mocą



podjazdy



wiatr



dodatkowe obciążenie elektryczne



Procedura porównawcza

- 1 podobny poziom naładowania na starcie
- 2 podobna trasa
- 3 podobna temperatura
- 4 podobna prędkość
- 5 podobne obciążenie



Poprzednio: 60 km przy 20°C

Teraz: 42 km przy 3°C



Nie należy automatycznie uznać całej różnicy za utratę pojemności baterii.



Dobra diagnostyka:

Zasięg jest wynikiem całego systemu, nie tylko jednej części.



Dalej: jak rozpoznawać nierównowagę między grupami ogniw i nietypowe zachowanie baterii.

Gdy jedna część baterii ogranicza cały pakiet

Bateria składa się z wielu grup ogniw połączonych w pakiet. Jeśli jedna grupa osiąga swój limit napięcia wcześniej niż pozostałe, może ograniczać działanie całego pakietu, nawet jeśli inne grupy mają jeszcze zapas.

Cel: Zrozumieć, dlaczego bateria może wydawać się szybko ładować, wcześniej odcinać lub mieć niższą użyteczną pojemność.



Co oznacza nierównowaga?

- szybciej osiągać górny limit napięcia
- szybciej spadać do dolnego limitu
- wykazywać inną pojemność
- reagować inaczej pod obciążeniem



Co może zauważyć użytkownik?

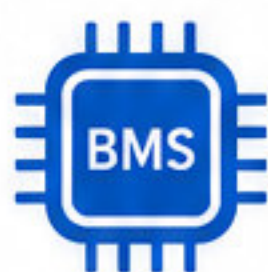
- wcześniejsze zakończenie ładowania
- szybki spadek poziomu baterii po rozpoczęciu jazdy
- odcięcie mocy mimo pozornie pozostałej energii
- wyraźnie zmniejszony zasięg
- powtarzalne zachowanie na podobnym poziomie naładowania



Samo napięcie całego pakietu może nie pokazywać problemu jednej konkretnej grupy.



Najbardziej ograniczona grupa może determinować zachowanie całej baterii.



Rola BMS

BMS może wykrywać różnice między grupami ogniw.

W niektórych konstrukcjach może wykonywać balancowanie, aby zmniejszać nierównowagę i utrzymywać pakiet w bezpiecznych granicach pracy.



Uwaga

Nie instruować użytkownika, jak ręcznie manipulować połączeniami ogniw bez odpowiednich kwalifikacji.

Temperatura zmienia zachowanie baterii

Bateria nie zachowuje się tak samo w każdej temperaturze. Zarówno niska, jak i wysoka temperatura wpływają na wydajność oraz sposób działania zabezpieczeń.

Cel: Uczyć użytkownika, by w diagnostyce zawsze uwzględniał temperaturę.



Niska temperatura

- niższa dostępna moc
- większy spadek napięcia pod obciążeniem
- mniejszy zasięg chwilowy
- ograniczenie lub blokada ładowania w niektórych systemach



Wysoka temperatura

- duże obciążenie
- wysoka temperatura otoczenia
- problemy z połączeniami
- pogorszony stan baterii
- problem wewnętrzny



Zasada kluczowa

Temperatura jest zarówno warunkiem pracy, jak i informacją diagnostyczną.

Rozkład temperatury w pakiecie baterii – przykład



chłodny – niebieski

niższa dostępna moc, większy spadek napięcia



normalny – zielony

optymalny zakres pracy



podwyższony – bursztynowy

obciążenie termiczne, obserwuj trend



niebezpieczny punkt – czerwony

ryzyko uszkodzenia, wymaga natychmiastowej reakcji



Co zapisywać podczas diagnostyki?

- temperaturę otoczenia
- czy pojazd był używany przed pomiarem
- czy bateria była właśnie ładowana
- czy ciepło rozkłada się równomiernie
- czy występuje jeden wyraźnie gorący punkt



Nietypowe miejscowe przegrzewanie, deformacja, dym lub intensywny zapach wymagają natychmiastowego przerwania rutynowej diagnostyki.

Kiedy nie kontynuować zwykłych testów

Niektóre objawy baterii należy traktować najpierw jako kwestię bezpieczeństwa, a dopiero potem jako kwestię diagnostyczną. Wczesne rozpoznanie sytuacji zagrożenia może zapobiec obrażeniom, uszkodzeniu mienia oraz poważnemu uszkodzeniu systemu.

Cel: Celem tej strony jest dostarczenie użytkownikowi jasnej listy sygnałów STOP.



PRZERWIJ RUTYNOWĄ DIAGNOSTYKĘ, JEŚLI WYSTĘPUJE:

- ! deformacja obudowy
- ! wybrzuszenie
- ! pęknięcie
- ! ślady silnego uderzenia
- ! dym
- ! nietypowy chemiczny lub intensywny zapach
- ! nadmierna temperatura
- ! ślady stopienia
- ! wyciek
- ! poważne uszkodzenie złącza głównego



Co zrobić?

- ✓ wyłącz pojazd, jeżeli można to zrobić bez dodatkowego ryzyka
- ✓ nie kontynuuj ładowania
- ✓ nie wykonuj eksperymentalnych testów
- ✓ odizoluj obszar od niepotrzebnego kontaktu
- ✓ zastosuj procedurę producenta lub odpowiednie procedury serwisowe
- ✓ w razie potrzeby przekaz baterię odpowiednio przygotowanemu specjaliście



Czego nie robić?

- ✗ nie przebijaj obudowy
- ✗ nie zgniataj ani nie naciskaj
- ✗ nie podgrzewaj ani nie wystawiaj na działanie otwartego ognia
- ✗ nie próbuj „ożywić” uszkodzonej baterii
- ✗ nie omijaj ani nie mostkuj BMS

Przykłady sytuacji wymagających zatrzymania diagnostyki:

1 Deformacja



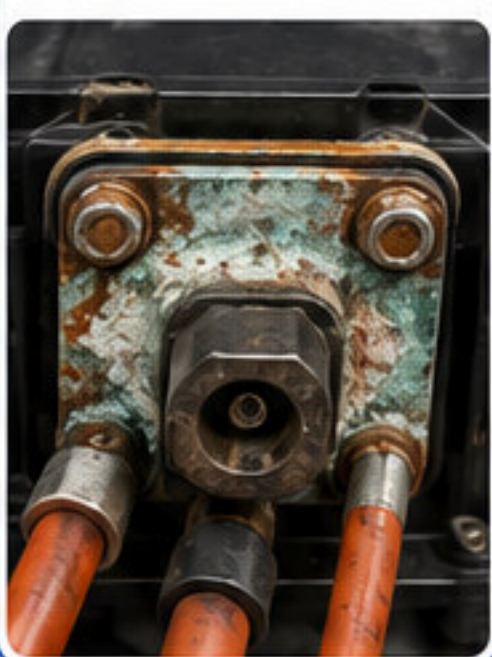
2 Stopione złącze



3 Uszkodzona obudowa



4 Korozja



5 Ślady przegrzania



Jak przechowywanie wpływa na żywotność

Bateria starzeje się również wtedy, gdy pojazd nie jest używany. Nieodpowiednie warunki przechowywania mogą znacznie skrócić jej żywotność.

Cel: Przekazać praktyczne zasady przechowywania baterii, bez podawania jednego uniwersalnego poziomu naładowania dla wszystkich technologii baterii.

**Czego unikać?**



pozostawiania baterii całkowicie rozładowanej przez długi czas



przechowywania przez wiele miesięcy bez kontroli



bardzo wysokiej temperatury



narażania na wilgoć



przechowywania w miejscu narażonym na uszkodzenia mechaniczne

**Co robić?**



sprawdzać zalecenia producenta dotyczące poziomu ładunku do przechowywania



periodycznie kontrolować stan baterii



zapewniać odpowiednie warunki temperaturowe i wilgotnościowe



kontrolować stan złączy



obserwować, czy bateria nie zmienia kształtu ani temperatury



Ważne

Nie podawać jednego procentu naładowania jako uniwersalnego dla wszystkich baterii. Poziom przechowywania należy dobrać zgodnie z **zaleceniami producenta konkretnej baterii.**

**Mini-checklista sezonowa**

☐ bateria sprawdzona

☐ poziom naładowania ustawiony zgodnie z instrukcją

☐ miejsce suche i bezpieczne

☐ termin następnej kontroli zapisany





Kontrola co 1–3 miesiące



5–25 °C



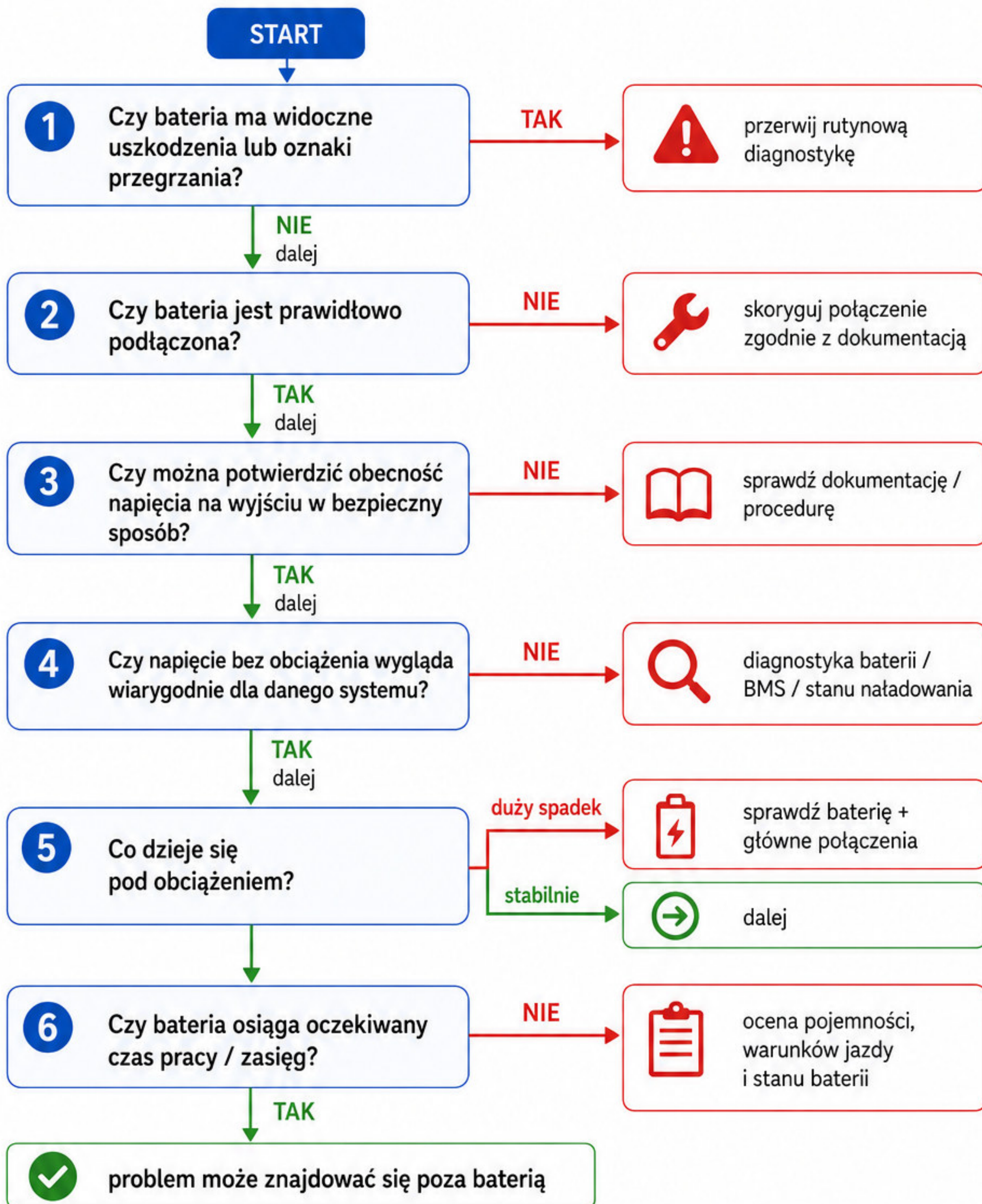
Wilgotność względna 20–60%



Miejsce suche, czyste i bezpieczne

Od objawu do decyzji

Cel: Ta strona daje użytkownikowi jeden uporządkowany ciąg sprawdzeń baterii.



Najważniejsze

Nie diagnozuj baterii na podstawie jednego pomiaru napięcia.

Karta kontroli — bateria trakcyjna

Strona do wydruku / wypełnienia cyfrowego.

Cel: Umożliwia udokumentowanie stanu baterii oraz wyników przeprowadzonej kontroli.

A

Dane

Producent / model baterii:

Napięcie nominalne:

Pojemność znamionowa:

Data kontroli:

B

Stan fizyczny

☐ Brak deformacji

☐ Brak pęknięć

☐ Brak śladów przegrzania

☐ Brak nietypowego zapachu

☐ Złącza bez uszkodzeń

☐ Obudowa stabilna

☐ Brak śladów wilgoci

C

Zachowanie

☐ Ładuje się prawidłowo

☐ Ładowanie przerywa się

☐ Szybko traci poziom

☐ Występuje odcięcie pod obciążeniem

☐ Zasięg jest mniejszy niż wcześniej

☐ Zachowanie zależy od temperatury

D

Pomiary

Napięcie przed testem:

Napięcie pod warunkami testu:

Napięcie po teście:

Warunki pomiaru:

E

Wniosek

Co zostało wykluczone?

Najbardziej podejrzany obszar:

Następne działanie:

Nie wymieniaj baterii tylko dlatego, że jest podejrzana

Bateria jest jednym z najdroższych elementów pojazdu. Wymiana powinna być wynikiem potwierdzonej diagnozy, a nie domysłów.

Cel: Strona ta zmniejsza ryzyko kosztownej i niepotrzebnej wymiany.

 **Przed decyzją o wymianie sprawdź**

- ✓ czy problem dotyczy faktycznie ładowarki
- ✓ czy główne złącza są sprawne
- ✓ czy przewody nie powodują spadku napięcia
- ✓ czy BMS jest w stanie ochrony
- ✓ czy redukcja zasięgu była oceniona w podobnych warunkach
- ✓ czy odcięcie mocy naprawdę pochodzi z baterii

 **Przestanki silniejsze**

- znacząco utracona pojemność
- powtarzalne nienormalne zachowanie pod obciążeniem
- potwierdzona nierównowaga lub uszkodzenie wewnętrzne
- utrzymujący się problem BMS
- uszkodzenia fizyczne
- brak uzasadnienia ekonomicznego naprawy

Tabela decyzyjna

Sytuacja	Wymiana od razu?
 Skrócony zasięg	NIE , najpierw diagnoza
 Brak ładowania	NIE , sprawdź cały tor
 Uszkodzona obudowa	wymaga specjalistycznej oceny
 Potwierdzone poważne uszkodzenie wewnętrzne	możliwa wymiana

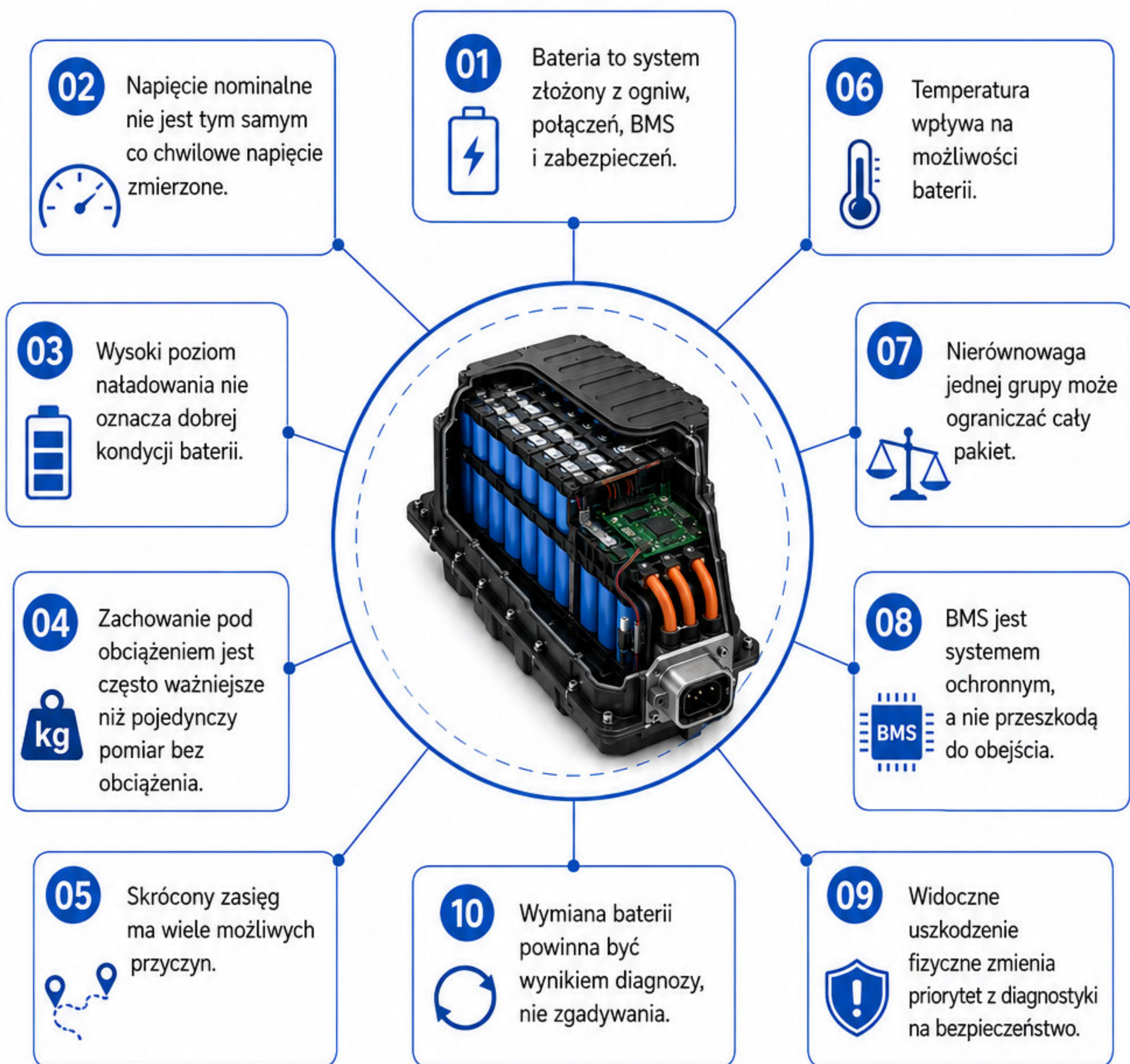


Koszt błędnej diagnozy

Wymiana sprawnej baterii nie naprawi uszkodzonego przewodu, złącza ani sterownika.

Bateria — 10 zasad, które warto zapamiętać

Cel: Zamknąć moduł bardzo praktycznym podsumowaniem.



Następny moduł: przewody i złącza — elementy, które mogą powodować usterki wyglądające jak awaria baterii, sterownika lub silnika.

Przewody i złącza

Ten moduł przedstawia budowę instalacji przewodowej w pojazdach elektrycznych. Nauczysz się rozpoznawać uszkodzenia przewodów, połączeń i złączy oraz zrozumiesz, jak drobny problem ze stykiem może wpływać na pracę całego pojazdu.



przewód sygnałowy



przewód zasilający

Zakres modułu

- ✓ podstawy instalacji przewodowej
- ✓ przerwy w przewodach
- ✓ zwarcia
- ✓ luźne połączenia
- ✓ korozja
- ✓ przegrzane styki
- ✓ test ciągłości
- ✓ spadek napięcia na połączeniu
- ✓ kontrola wiązki
- ✓ diagnostyka krok po kroku



pin



złącze



izolacja



Dobre połączenie powinno przewodzić energię i sygnał bez niepotrzebnych strat.

Przewód to nie tylko kolor

Kolor przewodu może pomóc w identyfikacji, ale funkcji przewodu nie należy określać wyłącznie na podstawie koloru.

Cel: Nauczysz się rozpoznawać funkcję przewodu na podstawie schematu, przebiegu oraz pomiarów.

Przewody mogą przenosić

- główne zasilanie
- zasilanie niskonapięciowe
- masę / powrót
- sygnały analogowe
- sygnały cyfrowe
- informacje z czujników
- sterowanie przełącznikami lub modułami

Jak identyfikować przewód?

1 Schemat producenta
Najlepsze źródło, jeśli jest dostępne.

2 Oznaczenia złączy
Numery pinów, symbole, opis.

3 Fizyczny przebieg przewodu
Skąd wychodzi i dokąd prowadzi.

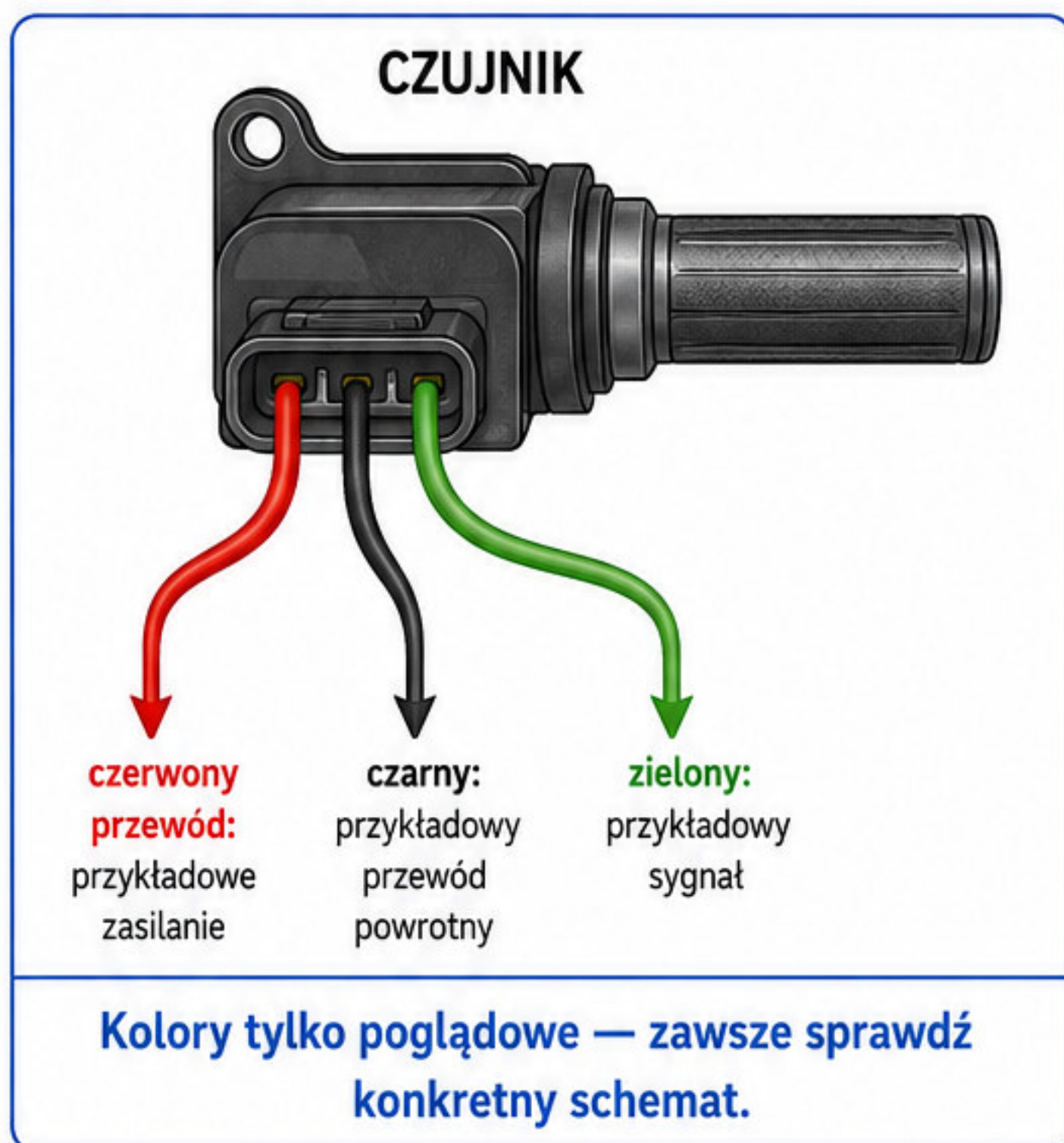
4 Pomiar
Potwierdza funkcję zgodnie z odpowiednią procedurą.



Ten sam kolor przewodu nie musi oznaczać tej samej funkcji w różnych pojazdach.

Mini-przykład

Grupa przewodów biegnących od manetki gazu do kontrolera może zawierać kilka funkcji: zasilanie czujnika, masa, sygnał. Nie łącz ich losowo.



Zasada diagnostyczna

Najpierw ustal funkcję przewodu. Dopiero potem interpretuj wynik pomiaru.



Dalej: jak rozpoznać przewód przerwany, uszkodzony wewnętrznie lub zwarty z innym obwodem.

Gdy przewód wygląda dobrze, ale nie przewodzi

Uszkodzenie przewodu może być ukryte pod izolacją. Najczęściej powstaje w miejscach, które są często zginane lub narażone na drgania.

Cel: Nauczyć użytkownika rozpoznawać objawy typowe dla przerwy w przewodzie i właściwie korzystać z testu ciągłości.



1. Typowe miejsca uszkodzeń

- okolice kierownicy
- miejsca przejścia przez ramę
- punkty mocowania opaskami
- okolice złączy
- miejsca wcześniejszych napraw
- obszary narażone na drgania



2. Typowe objawy

- funkcja działa tylko w określonym położeniu przewodu
- problem pojawia się po skręcie kierownicy
- układ raz działa, raz nie
- delikatny ruch wiązki powoduje zmianę objawu
- brak sygnału mimo prawidłowego zasilania po drugiej stronie



3. Test ciągłości

Test ciągłości pomaga sprawdzić, czy między dwoma znanymi końcami tego samego przewodu istnieje połączenie przewodzące.



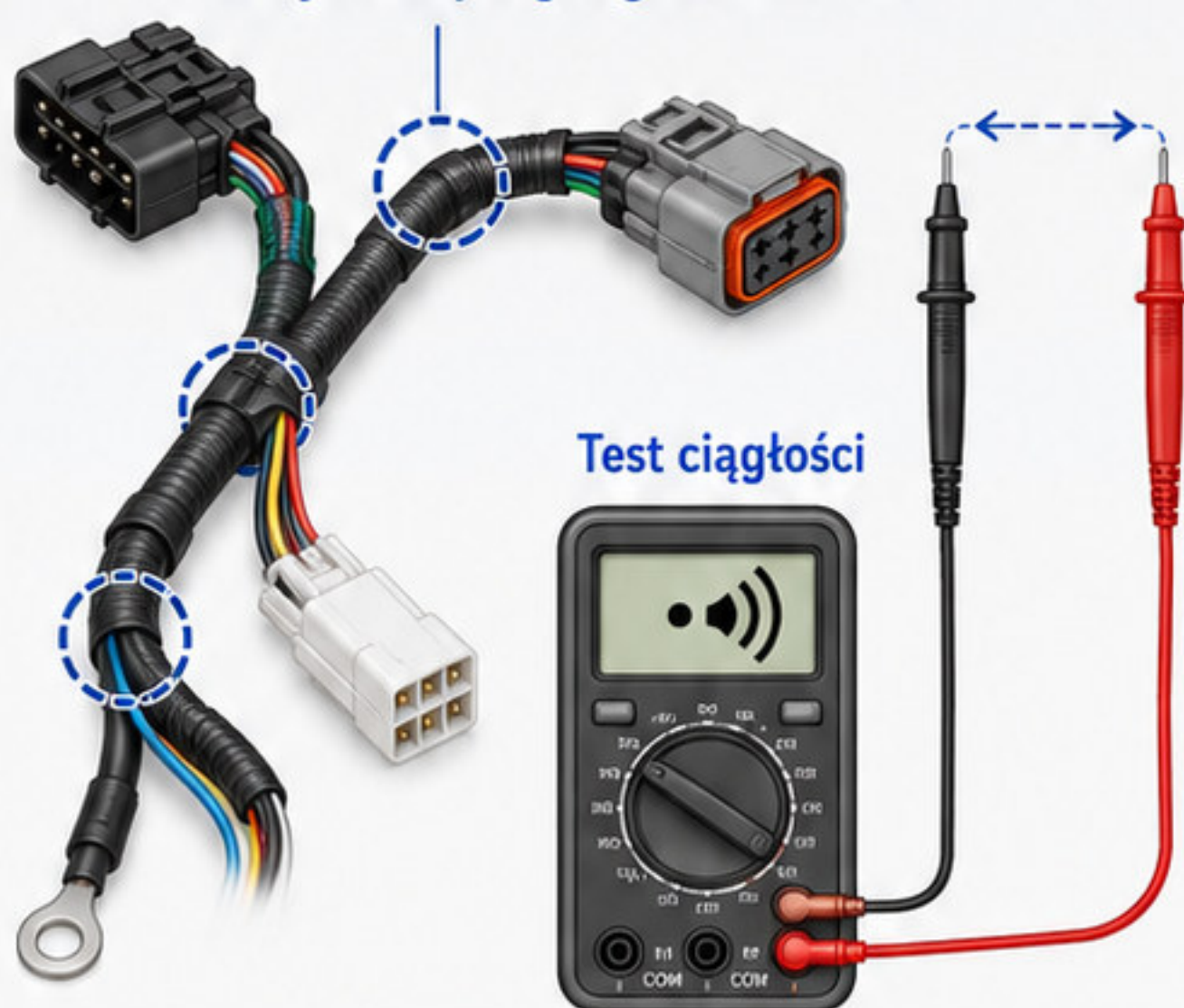
Nie wykonywać testu ciągłości na przypadkowo zasilanym obwodzie.



4. Mini-procedura

- 1 Zidentyfikuj oba końce tego samego przewodu.
- 2 Ustal bezpieczne warunki testu zgodnie z dokumentacją.
- 3 Ustaw multimetr na właściwą funkcję.
- 4 Sprawdź połączenie.
- 5 Delikatnie poruszaj przewodem w podejrzanym miejscu.
- 6 Obserwuj, czy wynik pozostaje stabilny.

Miejsca częstego zginania i ruchu



Niestabilny wynik podczas poruszania przewodem jest ważną wskazówką diagnostyczną.

Kiedy przewód łączy się z tym, z czym nie powinien

Zwarcie występuje wtedy, gdy prąd elektryczny znajdzie niezamierzoną drogę, omijając przeznaczony obwód. Może to spowodować natychmiastowe błędy lub stopniowe uszkodzenia.

Cel: Wyjaśnić użytkownikowi, jak uszkodzona izolacja może prowadzić do przepalania zabezpieczeń, błędów i niestabilnej pracy.

Co może spowodować zwarcie?

- przetarta izolacja
- przygnieciony przewód
- przewód dotykający metalowej części
- wilgoć wewnątrz złącza
- niewłaściwie wykonana naprawa
- luźny element metalowy

Możliwe objawy

- bezpiecznik przepala się ponownie
- system wyłącza się
- przewód lub złącze się nagrzewa
- pojawia się zapach spalenizny
- określona funkcja przestaje działać
- problem pojawia się po ruchu lub drganiach

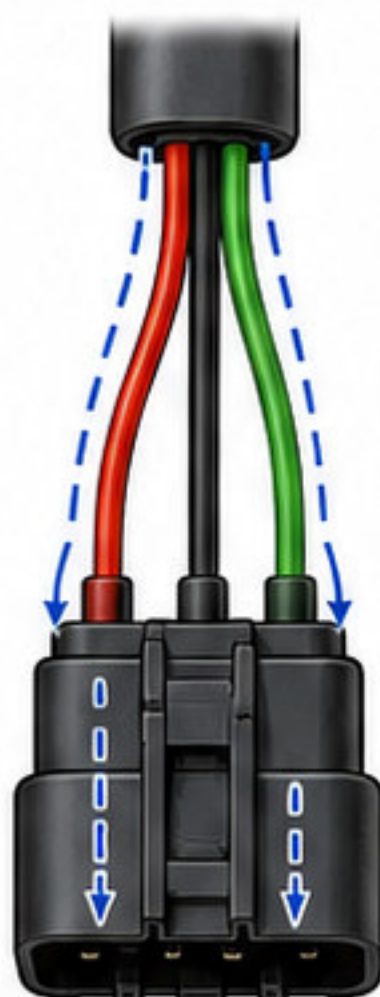


Jeżeli zabezpieczenie zadziałało, nie zwiększaj jego wartości tylko po to, aby system działał dłużej.

To nie rozwiązuje problemu i może spowodować poważne uszkodzenia.

PRAWIDŁOWA IZOLACJA

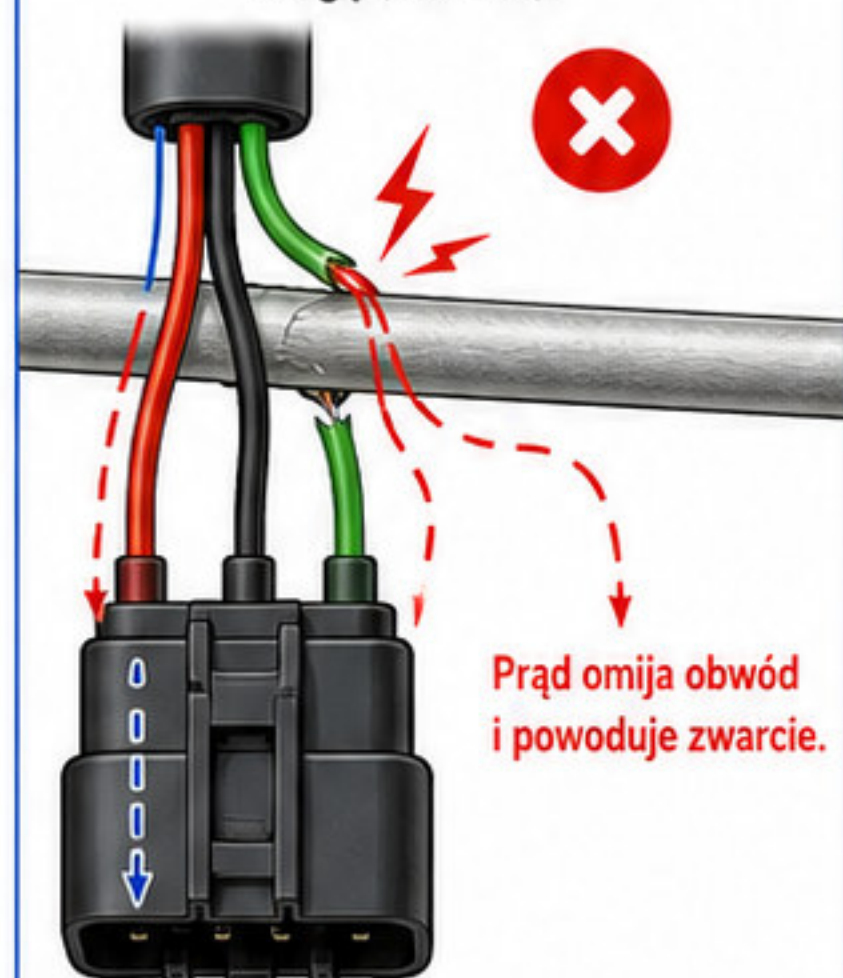
Izolacja przewodu jest nienaruszona.
Prąd płynie właściwą drogą.



Prąd płynie tylko tam, gdzie powinien.

PRZETARTA IZOLACJA DOTYKAJĄCA RAMY

Uszkodzona izolacja przewodu dotyka ramy pojazdu.
Prąd znajduje niezamierzoną drogę (zwarcie).



Prąd omija obwód i powoduje zwarcie.



Zasada praktycznej logiki

Powtarzające się zadziałanie bezpiecznika = szukaj przyczyny, nie tylko skutku.



Sprawdź izolację przewodów na całej długości.



Ruszaj wiązką przewodów i obserwuj objawy.



Napraw przyczynę, nie tylko jej efekt.

Połączenie może wyglądać na zapięte, ale nadal być wadliwe

Złącze to nie tylko plastikowa obudowa. Rzeczywisty kontakt elektryczny między pinami jest kluczowy dla prawidłowego przepływu prądu.

Cel: Nauczyć użytkownika dokładnej inspekcji złącza.

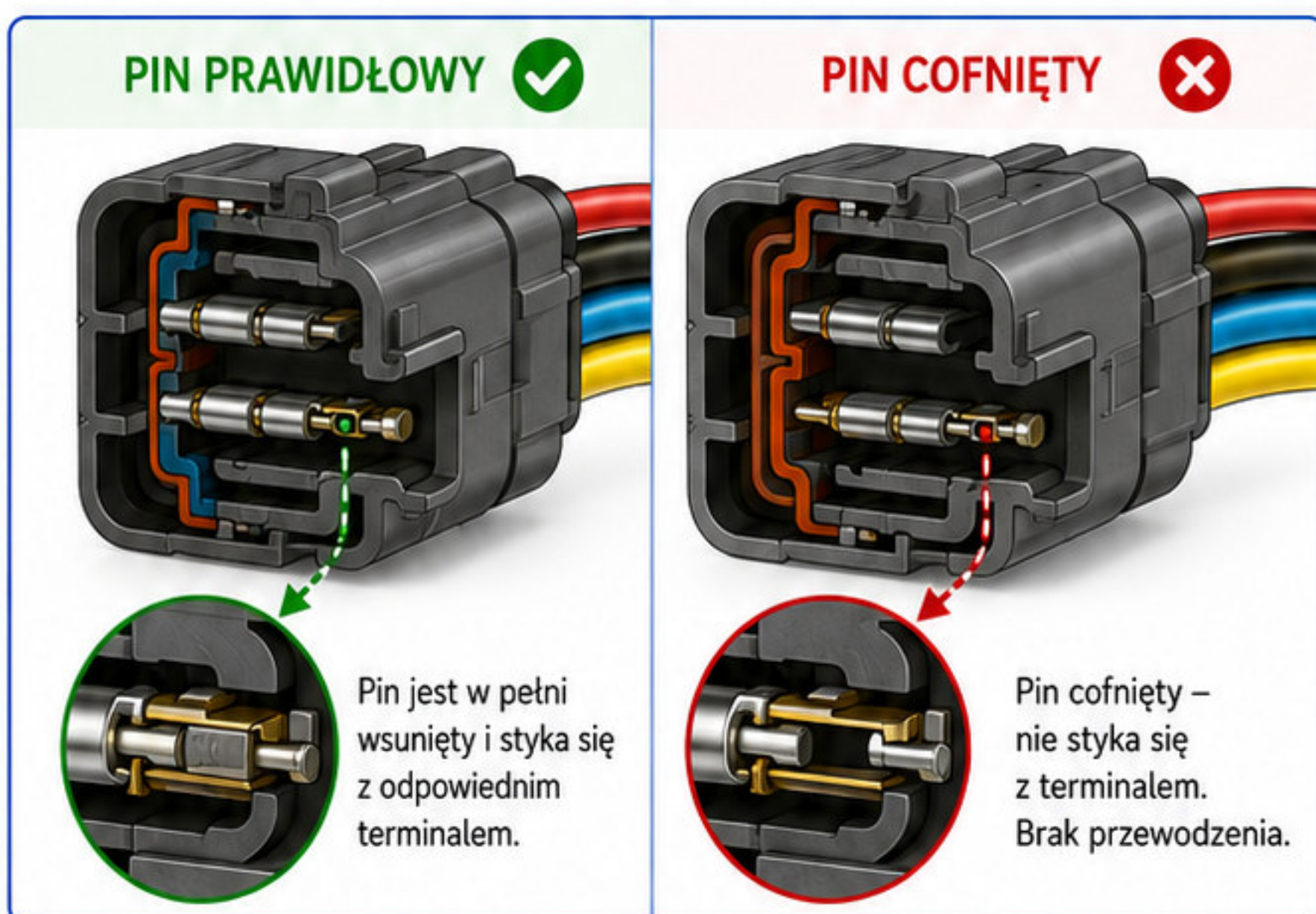
Co sprawdzić?

- ✓ czy wtyczka zatrzaskuje się prawidłowo
- ✓ czy pin nie cofnął się w obudowie
- ✓ czy pin nie jest wygięty
- ✓ czy nie ma luzu
- ✓ czy powierzchnia styku nie jest przebarwiona
- ✓ czy nie występuje korozja
- ✓ czy uszczelka jest prawidłowo osadzona



Typowy problem:

Wtyczka wygląda na podłączoną, ale jeden pin został wypchnięty do tyłu i nie styka się z odpowiednim terminalem.



Test mechaniczny



Nie ciągnij agresywnie za przewody.
Możesz uszkodzić złącze lub przewody.



Sprawdź zatrzask.
Upewnij się, że jest w pełni zablokowany.



Sprawdź stabilność i położenie pinów.
Każdy pin powinien być na swoim miejscu.



Plastik może być połączony prawidłowo, a kontakt elektryczny — nie.

Mała warstwa, duży problem

Korozja na stykach i pinach może zwiększać opór połączenia, prowadzić do niestabilnej pracy układu, a w skrajnych przypadkach do przerw w zasilaniu lub utraty sygnału.

Cel: Pokazać użytkownikowi różnicę między zabrudzeniem powierzchniowym a problemem kontaktowym.

Co może wskazywać na korozję?

- ✓ zielony nalot
- ✓ biały osad
- ✓ matowe powierzchnie
- ✓ przebarwienie pinów
- ✓ ślady wilgoci
- ✓ nieregularny kontakt

Jak może wpływać na układ?

- ✓ zwiększać spadek napięcia
- ✓ powodować lokalne nagrzewanie
- ✓ osłabiać sygnały
- ✓ powodować chwilowe przerwy
- ✓ przyspieszać degradację złącza



Ważne rozróżnienie

Nie każda korozja oznacza ten sam poziom uszkodzenia. Użytkownik powinien ocenić:

- ✓ głębokość
- ✓ powierzchnię
- ✓ stan mechaniczny pinu
- ✓ stabilność kontaktu

1. czysty pin



Powierzchnia gładka, metaliczna i równomierna. Zapewnia niski opór i stabilny kontakt.

2. lekko utleniony



Delikatne matowienie lub niewielki biały osad. Kontakt może być jeszcze poprawny, ale warto monitorować stan.

3. mocno skorodowany



Widoczna korozja, nalot lub przebarwienia. Wysokie ryzyko wzrostu oporu, przegrzania i przerw w pracy układu.



Po znalezieniu korozji ustal również jej źródło — np. nieszczelność lub regularny kontakt z wilgocią.

Dlaczego dobre połączenie nie powinno się nadmiernie grzać

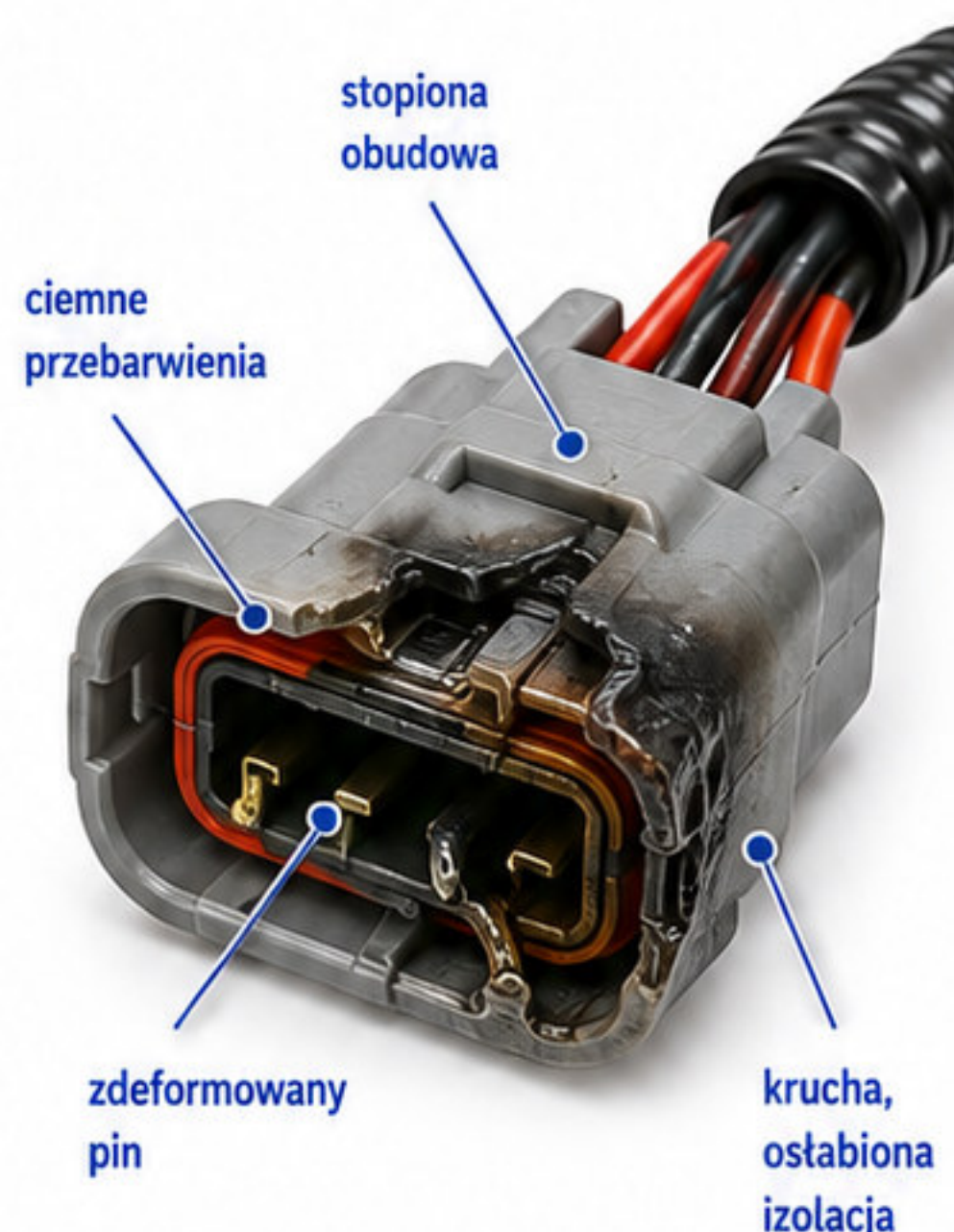
Każde połączenie elektryczne ma pewien opór. Gdy opór jest zbyt duży, część energii elektrycznej zamienia się w ciepło zamiast zasilać urządzenia.

Cel: Wyjaśnić mechanizm przegrzewania złączy i nauczyć rozpoznawać jego symptomy.

Typowe oznaki



Przykład przegrzanego złącza



Wyjaśnienie

Zwiększony opór powoduje wzrost temperatury, która pogarsza stan kontaktu (odkształcenie, utlenienie, poluzowanie). To może uruchomić samoprzyspieszający się proces pogorszenia.

Co sprawdzić dalej?

- ✓ stan obu stron złącza
- ✓ zacisk przewodu
- ✓ prawidłowość mechanicznego połączenia (zatrask, blokada, uszczelnienie)
- ✓ przewód przed i za złączem
- ✓ obciążenie obwodu



Stopionego lub mocno przegrzanego złącza nie należy traktować jako problemu kosmetycznego.

Połączenie może przewodzić — ale nadal być złe

Test ciągłości (buzzer lub multimetr) może wykazać, że połączenie przewodzi. To jednak nie oznacza, że pod obciążeniem nie występują zbyt duże straty spowodowane dużą rezystancją.

Cel: Wprowadzić użytkownika do diagnostyki spadku napięcia bez nadmiernego upraszczania.



Dlaczego sam test ciągłości nie zawsze wystarcza?

Przewód lub złącze może przewodzić prąd testowy niskiej wartości, ale pod rzeczywistym obciążeniem powodować duże straty.



Co to jest spadek napięcia?

Różnica napięcia pomiędzy dwoma punktami obwodu podczas przepływu prądu.

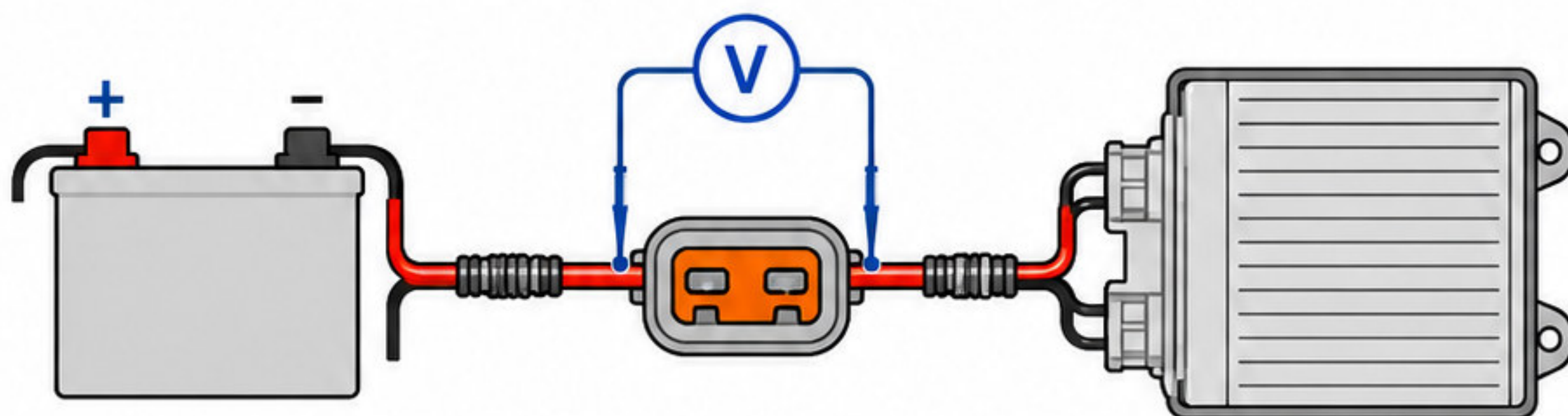


Zasada diagnostyczna

Jeżeli na konkretnym połączeniu występuje nietypowo duża różnica napięcia pod obciążeniem, może to wskazywać na:

- słaby styk
- skorodowany pin
- uszkodzony przewód
- nieprawidłowe połączenie

BATERIA — ZŁĄCZE — STEROWNIK



Mierz różnicę pomiędzy stronami badanego połączenia podczas odpowiednich warunków pracy.



Nie podawać jednej uniwersalnej dopuszczalnej wartości dla wszystkich obwodów.

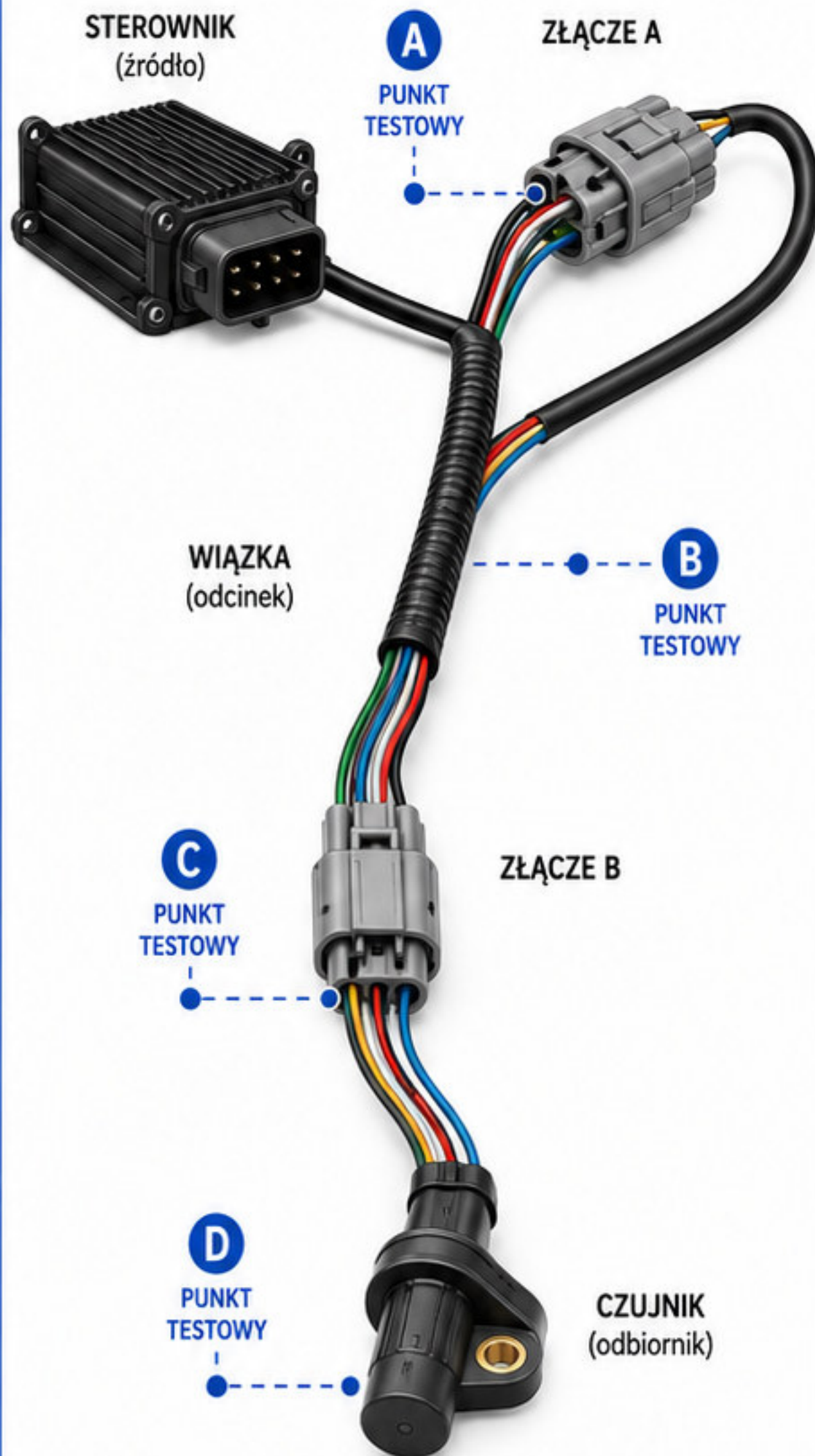
Jak sprawdzać instalację bez chaosu

Instalację przewodową najlepiej sprawdzać metodycznie, od jednego końca obwodu do drugiego. Unikaj otwierania losowych złączy — to prowadzi do błędnych wniosków i wydłuża diagnostykę.

Cel: Dać użytkownikowi powtarzalną metodę inspekcji.

Metoda od końca do końca

Mapa przykładowej ścieżki obwodu



1 Etap 1 — Zidentyfikuj obwód

Określ, który obwód chcesz sprawdzić.

Przykłady:



panel



manetka



silnik



światło

2 Etap 2 — Znajdź początek i koniec

Ustal, gdzie obwód się zaczyna i kończy.



źródło
(zasilanie)



odbiornik
(cel)



pośrednie
złącza

3 Etap 3 — Podziel obwód na odcinki

Rozbij obwód na krótkie, logiczne odcinki między punktami testowymi.

Przykład:



STEROWNIK



ZŁĄCZE A



WIĄZKA



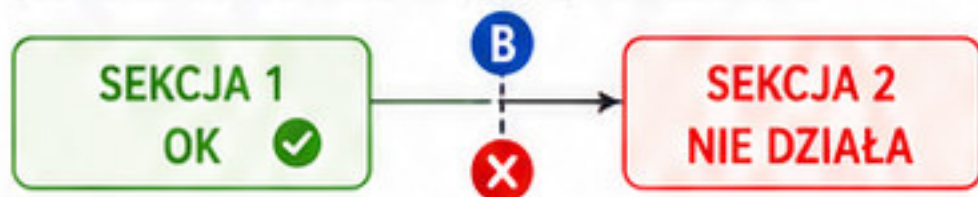
ZŁĄCZE B



CZUJNIK

4 Etap 4 — Testuj sekcjami

Testuj każdą sekcję osobno (ciągłość, napięcie, sygnał). Jeśli sekcja 1 działa, a sekcja 2 nie — problem jest prawdopodobnie między tymi punktami.



5 Etap 5 — Potwierdź naprawę

Po usunięciu usterki potwierdź, że obwód działa poprawnie.

- ✓ ciągłość przewodów
- ✓ stabilność napięcia / sygnału
- ✓ zachowanie pod obciążeniem
- ✓ czy pierwotny objaw zniknął



Pamiętaj

Metoda krok po kroku eliminuje chaos i pozwala szybko zawęzić obszar usterki. Zawsze zapisuj wyniki pomiarów — to przyspiesza kolejną diagnostykę.

Karta kontroli — instalacja przewodowa

Strona praktyczna.

Cel: Pozwolić użytkownikowi dokumentować kontrolę wiązki i połączeń.

A Obwód

Kontrolowany obwód: _____

Od punktu: _____

Do punktu: _____

B Oględziny

☐ Izolacja bez uszkodzeń

☐ Brak przetarć

☐ Brak przegrzania

☐ Brak wilgoci

☐ Złącza stabilne

☐ Piny prawidłowo osadzone

☐ Brak korozji

C Testy

☐ Ciągłość sprawdzona

☐ Wynik stabilny przy ruchu wiązki

☐ Zasilanie sprawdzone

☐ Masa / przewód powrotny sprawdzony

☐ Spadek napięcia oceniony
pod obciążeniem

D Lokalizacja problemu

Punkt / odcinek podejrzany: _____

Objaw podczas poruszania wiązką: _____

E Potwierdzenie

☐ Objaw zniknął

☐ Test elektryczny poprawny

☐ Złącze zabezpieczone

☐ Wiązka poprowadzona bez naprężenia

Silniki elektryczne

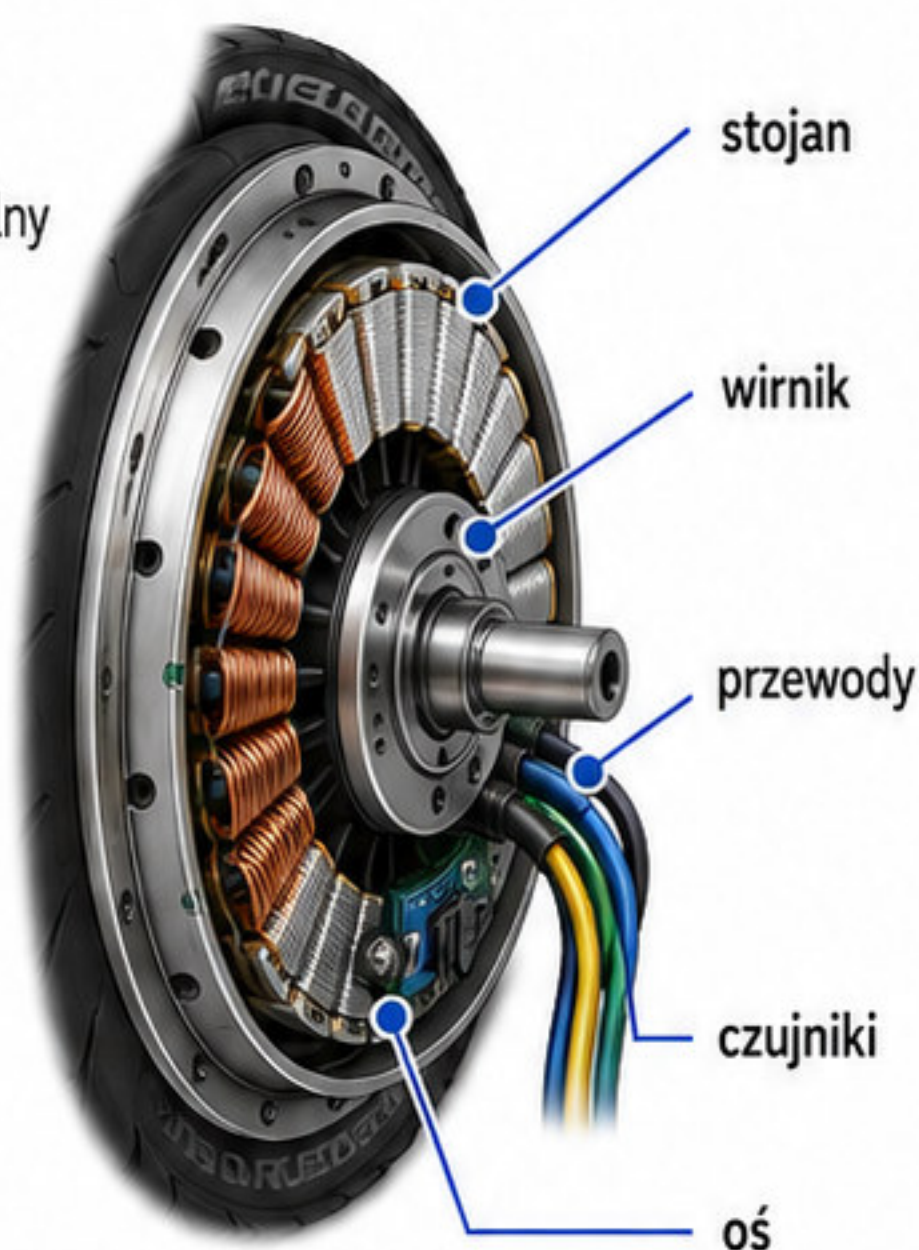
Ten moduł wyjaśnia podstawową zasadę działania silników stosowanych w skuterach i motocyklach elektrycznych.

Dowiesz się, jak rozpoznać problemy z silnikiem i odróżnić je od usterek sterownika, instalacji przewodowej oraz czujników.

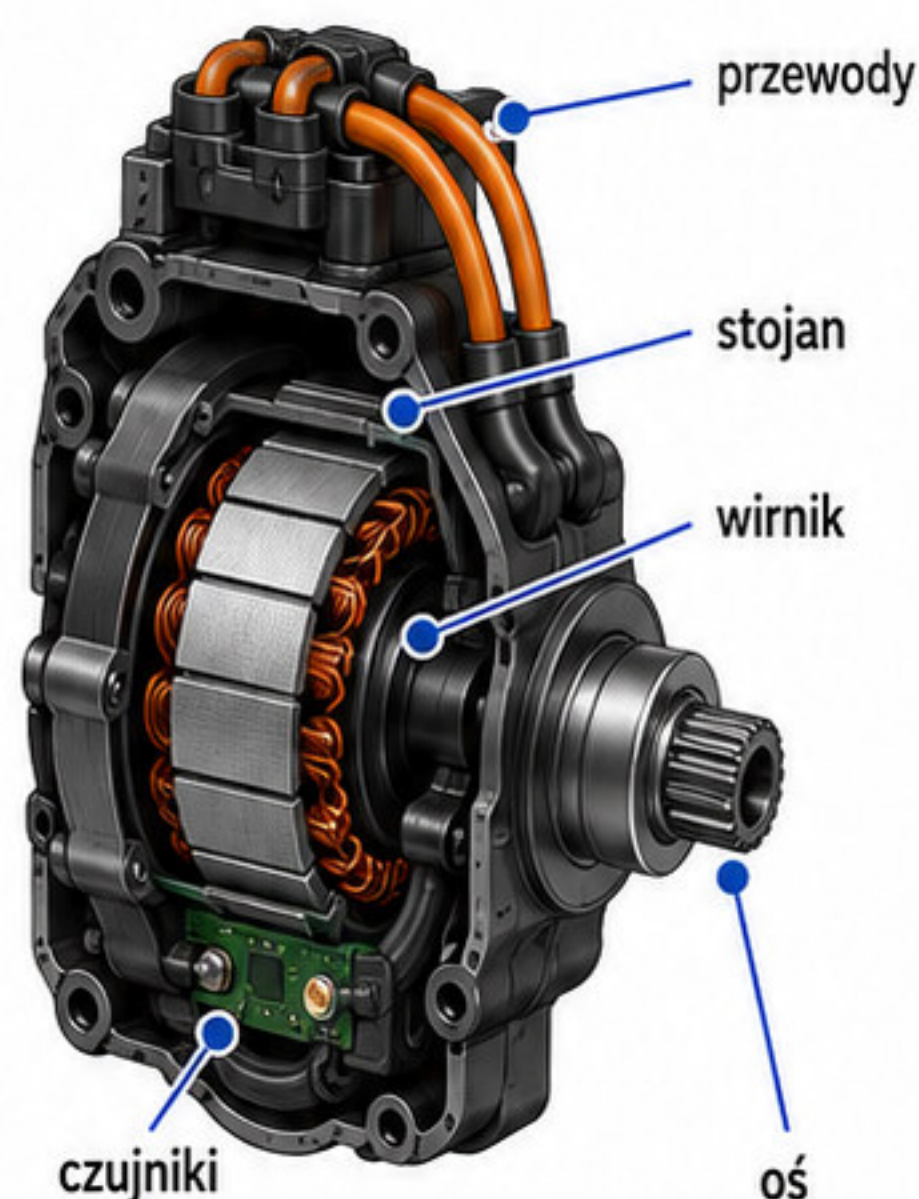
Zakres modułu

- ✓ budowa silnika
- ✓ silnik w piaście i silnik centralny
- ✓ przewody fazowe
- ✓ czujniki położenia
- ✓ brak obrotów
- ✓ szarpanie
- ✓ nietypowe dźwięki
- ✓ przegrzewanie
- ✓ opór mechaniczny
- ✓ diagnostyka silnika

SILNIK W PIAŚCIE



SILNIK CENTRALNY



**Silnik jest częścią układu napędowego –
diagnostuj go razem ze sterownikiem i instalacją.**

Od prądu do obrotu koła

Silnik elektryczny zamienia energię elektryczną na ruch obrotowy dzięki kontrolowanej interakcji pól magnetycznych. Właściwa sekwencja zasilania uzwojeń tworzy pole, które obraca wirnik i generuje moment obrotowy.

Cel: Dać użytkownikowi wystarczające podstawy do zrozumienia późniejszych testów diagnostycznych.



Stojan

Nieruchoma część silnika zawierająca uzwojenia lub elementy pola magnetycznego, zależnie od konstrukcji.



Wirnik

Część obracająca się.



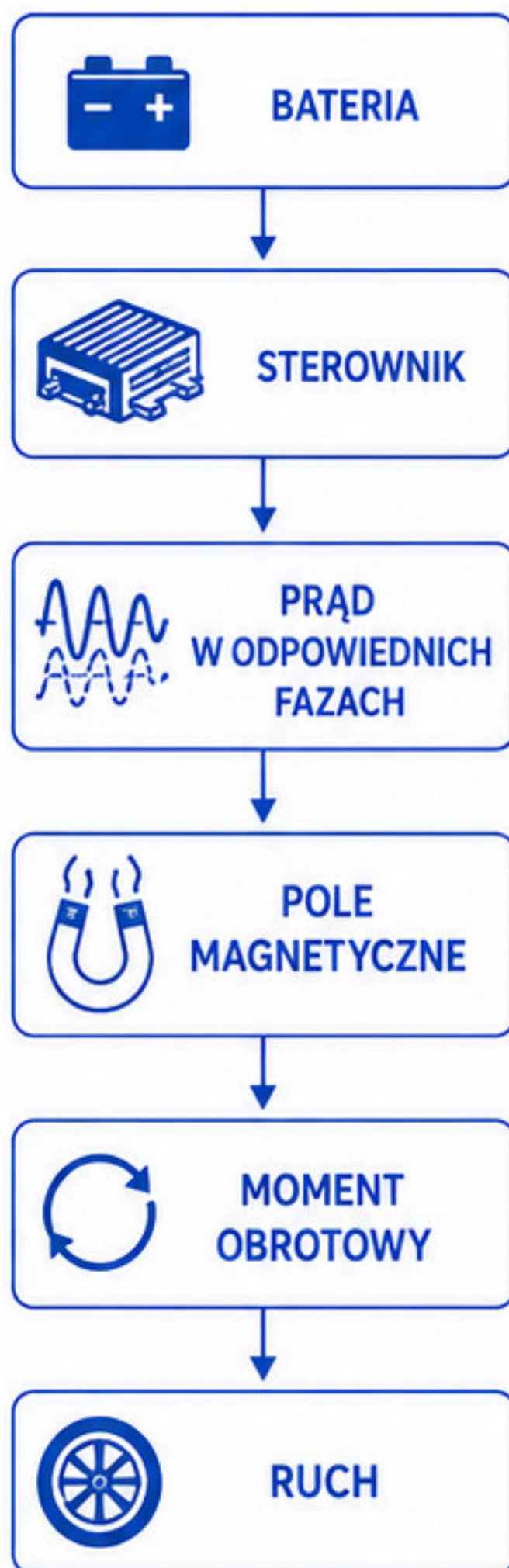
Sterownik

Nie tylko włącza silnik — steruje prądem w uzwojeniach, aby wytworzyć moment obrotowy.



Czujniki położenia

W wielu silnikach pomagają sterownikowi określić położenie wirnika.

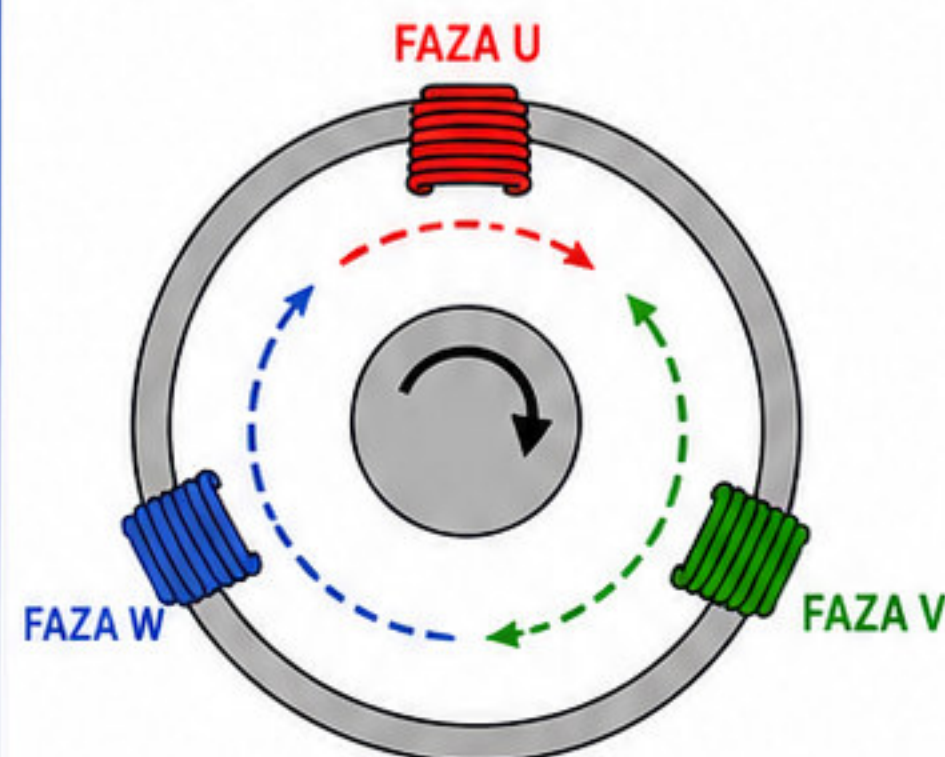


Ważna myśl

Jeśli silnik nie obraca się, możliwy obszar problemu może leżeć:

- w samym silniku
- w sterowniku
- w przewodach fazowych
- w przewodach czujników
- w sygnałach wejściowych
- w zasilaniu

Trzy fazy tworzące pole magnetyczne



Sterownik zasilą fazy w odpowiedniej kolejności, tworząc obracające się pole, które wprawia wirnik w ruch.



Brak obrotów silnika nie jest jeszcze diagnozą uszkodzonego silnika.



Dalej: czym różni się silnik w piaście od silnika centralnego i dlaczego ma to znaczenie podczas diagnostyki.

Dwa różne układy napędowe, dwa różne sposoby diagnostyki

Umieszczenie silnika w pojeździe wpływa na sposób przenoszenia mocy na koło, typowe obciążenia oraz źródła usterek, które najczęściej się pojawiają.

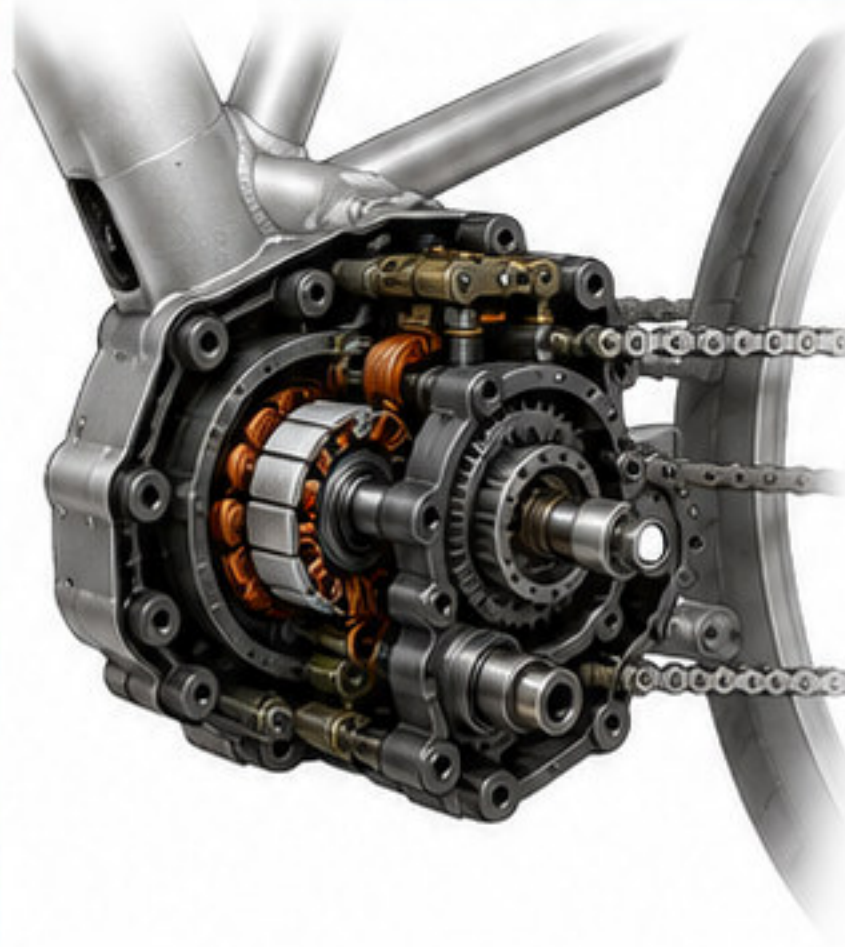
Cel: Nauczyć użytkownika rozróżniać najczęstsze konfiguracje i rozumieć, które elementy należy sprawdzić w każdej z nich.

Silnik w piaście



- ✓ brak klasycznego łańcucha lub paska pomiędzy silnikiem a kołem
- ✓ przewody silnika wychodzą w pobliżu osi
- ✓ część elektryczna i mechaniczna jest skupiona w jednym miejscu

Silnik centralny



- ✓ pasek
- ✓ łańcuch
- ✓ przekładnia
- ✓ wał lub inny mechanizm

Znaczenie diagnostyczne



- ✓ silnik
- ✓ przewody fazowe
- ✓ czujniki
- ✓ sterownik
- ✓ problem mechaniczny wewnątrz koła



- ✓ elementy transmisji
- ✓ sprzęgło jednokierunkowe, jeśli występuje
- ✓ przekładnia
- ✓ pasek lub łańcuch

Przepływ momentu do koła



Zanim rozpoczniesz diagnostykę silnika, ustal dokładnie, jaki typ napędu znajduje się w pojeździe.

Grube przewody, które przenoszą energię do silnika

Przewody fazowe są częścią toru wysokiej energii między sterownikiem a silnikiem. Przenoszą duży prąd, który zasila uzwojenia wirnika i generuje moment obrotowy.

Cel: Nauczyć użytkownika rozpoznawać uszkodzenia przewodów fazowych i odróżniać je od przewodów sygnałowych.

 Jak je rozpoznać?	 Co sprawdzić?	 Typowe objawy problemu
✓ grubsze niż przewody sygnałowe ✓ prowadzone bezpośrednio między sterownikiem a silnikiem ✓ połączone solidniejszymi złączami	✓ stan izolacji ✓ miejsca wyjścia z osi ✓ przebarwienia ✓ ślady przegrzania ✓ luźne terminale ✓ stopione złącza ✓ uszkodzenia mechaniczne	✓ silnik nie rusza ✓ szarpie ✓ działa tylko częściowo ✓ sterownik zgłasza błąd ✓ złącze mocno się nagrzewa



Nie zamieniać przypadkowo kolejności przewodów fazowych bez znajomości konstrukcji pojazdu.



Uszkodzenie połączenia fazowego może wyglądać jak awaria silnika.

Skąd sterownik wie, kiedy zasilić odpowiednią fazę

W wielu silnikach elektrycznych wirnik nie jest bezpośrednio widoczny dla sterownika. Informację o jego położeniu dostarczają czujniki (najczęściej Halla), które umożliwiają prawidłowe przełączanie faz w odpowiednim momencie.

Cel: Wyjaśnić rolę czujników Halla lub innych czujników położenia bez wchodzenia w nadmiernie zaawansowaną elektronikę.



Czujnik Halla

Czujnik Halla może reagować na pole magnetyczne i przekazywać sterownikowi informację o położeniu wirnika.



Typowa grupa przewodów

- zasilanie czujników
- przewód powrotny
- kilka przewodów sygnałowych



Możliwe objawy uszkodzenia

- silnik szarpie
- trudno rusza
- działa tylko w pewnych warunkach
- sterownik zgłasza błąd
- silnik nie startuje mimo obecności zasilania



Ważne rozróżnienie



przewód czujnika



złącze



brak zasilania czujników



problem po stronie sterownika

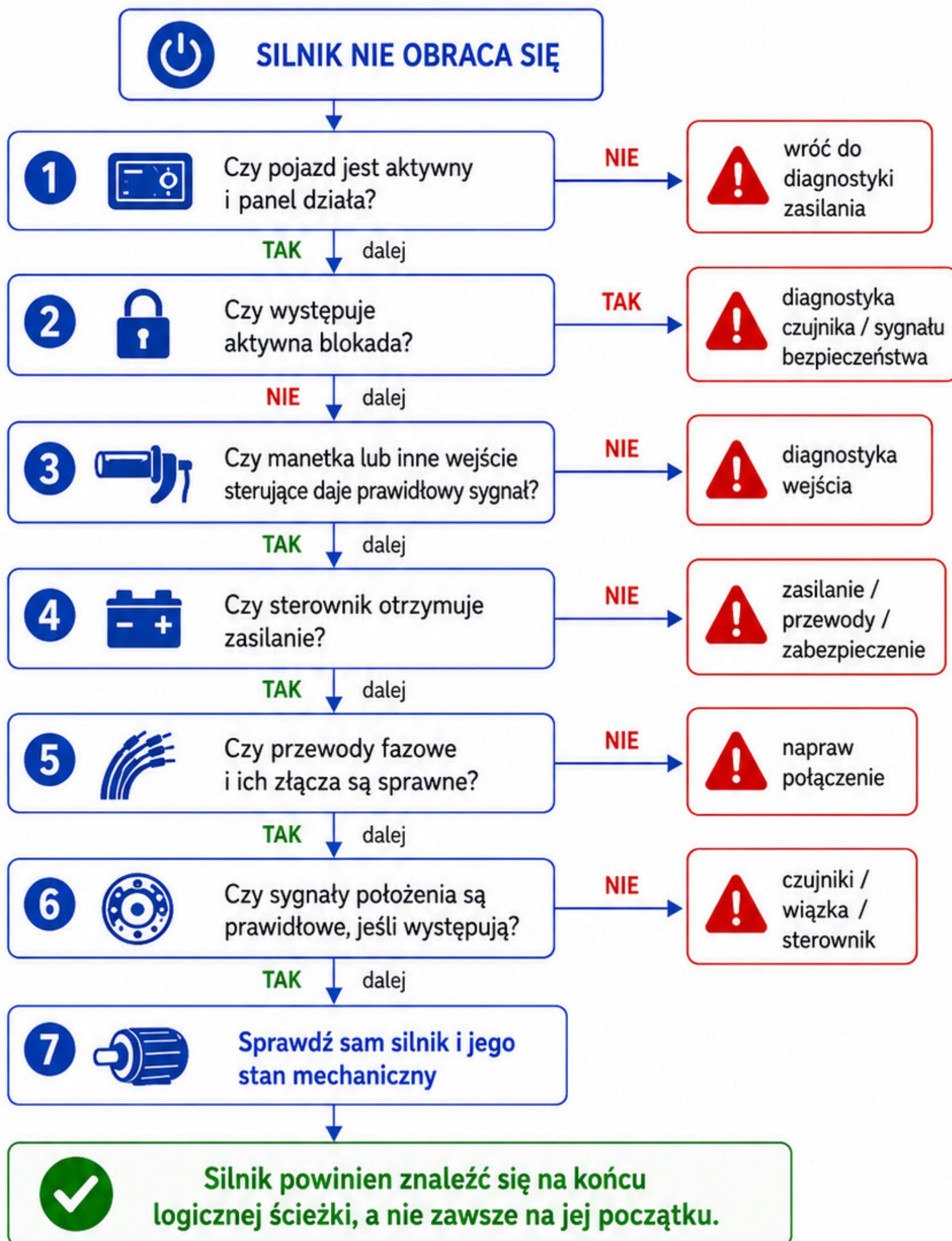


Błąd czujnika nie musi oznaczać uszkodzenia samego czujnika. Najpierw sprawdź cały tor sygnałowy.

Brak ruchu: pełna logika diagnostyczna

Brak ruchu silnika może być końcowym objawem problemu, który występuje wcześniej w układzie. Dlatego należy przejść przez pełną ścieżkę diagnostyczną, zanim podejmie się decyzję o kontroli samego silnika.

Cel: Dać użytkownikowi praktyczny schemat eliminowania kolejnych przyczyn.



Gdy silnik próbuje ruszyć, ale nie pracuje płynnie

Szarpanie, drgania lub przerywana praca silnika oznaczają, że część procesu sterowania działa poprawnie, ale energia elektryczna lub informacja nie dociera do wszystkich wymaganych elementów w odpowiedniej chwili.

Cel: Nauczyć użytkownika rozpoznawać kilka najczęstszych grup przyczyn.

⚡ Możliwe przyczyny elektryczne

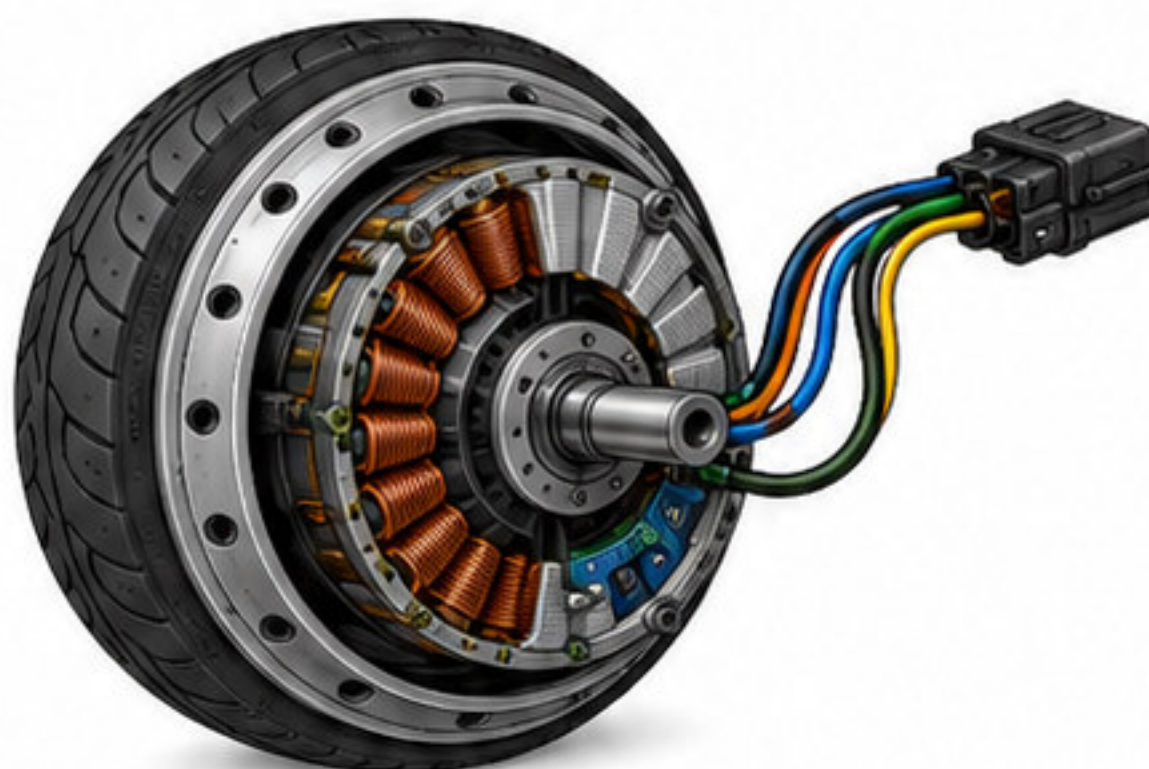
- ✓ problem z jedną fazą
- ✓ luźne złącze fazowe
- ✓ przerwany przewód
- ✓ problem z czujnikiem Halla
- ✓ problem ze sterownikiem

👁️ Co obserwować?

- ✓ czy objaw pojawia się od razu
- ✓ czy występuje tylko przy małej prędkości
- ✓ czy silnik działa po ręcznym obróceniu koła
- ✓ czy słychać regularne uderzenia
- ✓ czy któryś przewód lub złącze się nagrzewa

⚙️ Możliwe przyczyny mechaniczne

- ✓ zwiększony opór
- ✓ problem z łożyskiem
- ✓ uszkodzona przekładnia
- ✓ element ocierający o koło



Objaw		Kierunek kontroli
	Szarpanie od startu	fazy / czujniki
	Szarpanie przy określonym położeniu koła	czujniki / połączenia
	Szarpanie + hałas mechaniczny	mechanika / łożyska
	Szarpanie + przegrzanie złącza	połączenie fazowe



**Tabela ma charakter diagnostyczny,
nie stanowi automatycznej diagnozy.**

Nie każda usterka silnika jest elektryczna

Jeśli koło lub wał nie obraca się swobodnie, przyczyną problemu może być nie usterka elektryczna, lecz mechaniczna.

Cel: Nauczyć użytkownika łączyć kontrolę elektryczną z mechaniczną.



Co może powodować opór?

- ✓ zużyte łożysko
- ✓ uszkodzona przekładnia
- ✓ element ocierający
- ✓ źle ustawiony hamulec
- ✓ deformacja mechaniczna
- ✓ problem wewnętrzny silnika



Co może być normalne?

Niektóre silniki mogą wykazywać wyczuwalny efekt magnetyczny podczas obracania.

Nie oceniaj silnika wyłącznie na podstawie subiektywnego odczucia oporu.

Porównaj zachowanie z dokumentacją lub identycznym sprawnym układem, jeśli to możliwe.



Dźwięki warte uwagi

- ✓ metaliczne tarcie
- ✓ regularne stukanie
- ✓ zgrzyt
- ✓ wysoki pisk
- ✓ nierównomierne buczenie



Procedura

Ustal, czy hałas pojawia się przy wyłączonym napędzie.

- 1
- 2
- 3
- 4

Sprawdź hamulec i koło.

Zlokalizuj źródło dźwięku.

Dopiero później przypisuj problem silnikowi.



Nie każda usterka silnika jest elektryczna.

Dokładna obserwacja, porównanie i właściwa kolejność diagnozy pozwalają znaleźć prawdziwą przyczynę problemu.

Kiedy wysoka temperatura jest objawem

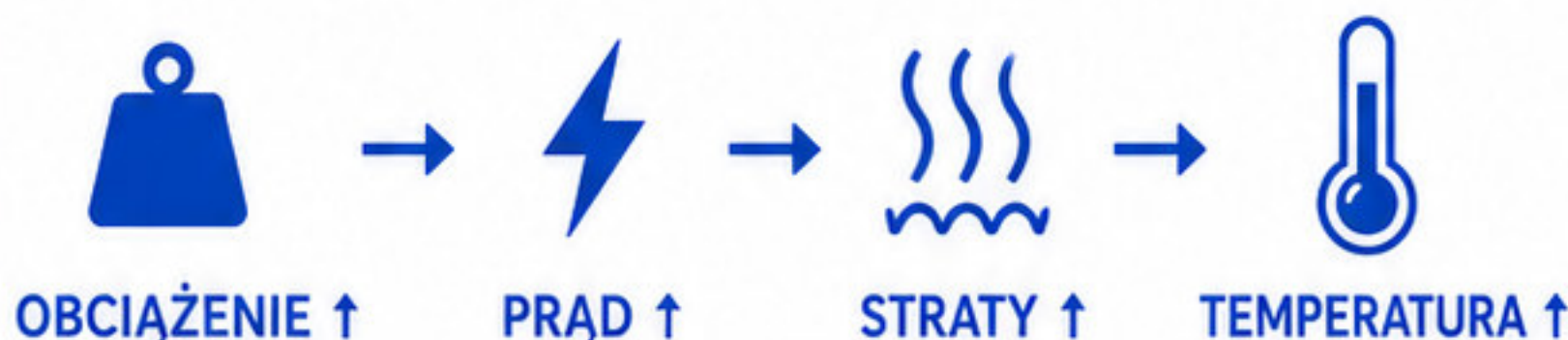
Silniki elektryczne naturalnie wytwarzają ciepło podczas pracy. W większości sytuacji jest to zjawisko normalne i przewidywalne. Nienaturalnie wysoka temperatura lub zbyt szybkie jej narastanie może jednak wskazywać na usterkę lub problem w układzie.

Cel: Nauczyć użytkownika oceniać przegrzewanie w kontekście warunków jazdy.

1 Czynniki normalnie zwiększające temperaturę



- ✓ długi podjazd
- ✓ duże obciążenie
- ✓ wysoka temperatura otoczenia
- ✓ jazda z dużą mocą
- ✓ niska prędkość przy wysokim obciążeniu



Nie ustalać jednej uniwersalnej temperatury granicznej dla wszystkich silników.

2 Możliwe problemy

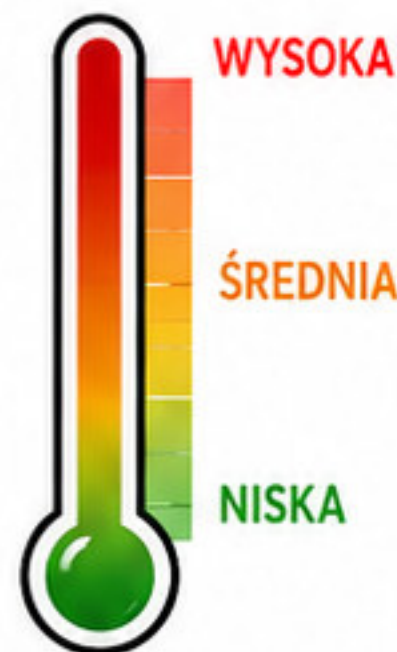


- ✓ przeciążenie
- ✓ uszkodzenie uzwojeń
- ✓ problem z jedną fazą
- ✓ zwiększony opór mechaniczny
- ✓ niewłaściwe sterowanie
- ✓ problem ze sterownikiem

3 Co zapisywać?



- ✓ temperatura otoczenia
- ✓ czas jazdy
- ✓ rodzaj trasy
- ✓ obciążenie
- ✓ moment pojawienia się ograniczenia mocy
- ✓ zachowanie sterownika



Jeżeli pojawia się dym, intensywny zapach, gwałtowny wzrost temperatury lub deformacja elementu, przerwij dalsze testy.

Karta kontroli — silnik i napęd

Strona do praktycznego użycia przy pojeździe.

Cel: Zamknąć moduł jedną kartą umożliwiającą systematyczne dokumentowanie objawów.

A Objaw

- ☐ Silnik nie rusza
- ☐ Silnik szarpie
- ☐ Moc jest ograniczona
- ☐ Nietypowy hałas
- ☐ Silnik nadmiernie się nagrzewa
- ☐ Napęd działa okresowo
- ☐ Błąd czujnika / silnika na panelu

B Wejścia

- ☐ Manetka sprawdzona
- ☐ Hamulec / blokady sprawdzone
- ☐ Sygnał ON poprawny
- ☐ Brak aktywnego błędu blokującego

C Instalacja

- ☐ Przewody fazowe sprawdzone
- ☐ Złącza fazowe sprawdzone
- ☐ Przewody czujników sprawdzone
- ☐ Brak korozji
- ☐ Brak przegrzania złączy

D Mechanika

- ☐ Koło obraca się odpowiednio
- ☐ Hamulec nie blokuje
- ☐ Brak nietypowego tarcia
- ☐ Łożyska bez oczywistych oznak problemu
- ☐ Przekładnia / transmisja sprawdzona, jeśli występuje

E Warunki

Objaw pojawia się:

- ☐ od startu
- ☐ pod dużym obciążeniem
- ☐ po rozgrzaniu
- ☐ losowo
- ☐ przy określonym położeniu koła

F Wniosek

Najbardziej podejrzany obszar: _____

Co potwierdza ten wniosek? _____

Następny test: _____



Nie wymieniaj silnika bez oddzielenia problemu silnika od problemu sterownika i instalacji.

Sterowniki i główny układ elektryczny

Sterownik jest centralnym elementem pojazdu – zarządza napędem, przetwarza sygnały z czujników i steruje pracą silnika oraz pozostałych układów. W tym module nauczysz się diagnozować zasilanie sterownika, jego wejścia, wyjścia oraz połączenia z innymi modułami.

Zakres modułu

- ✓ funkcja sterownika
- ✓ wejścia i wyjścia
- ✓ zasilanie sterownika
- ✓ manetka
- ✓ czujniki hamulca
- ✓ sygnały bezpieczeństwa
- ✓ sterowanie silnikiem
- ✓ błędy sterownika
- ✓ przegrzewanie
- ✓ komunikacja
- ✓ diagnostyka krok po kroku



Sterownik podejmuje decyzje na podstawie zasilania i sygnałów, które otrzymuje.

Centrum zarządzania napędem

Sterownik to nie tylko skrzynka między baterią a silnikiem. Łączy informacje z wielu elementów pojazdu, analizuje je w czasie rzeczywistym i na tej podstawie decyduje, jak sterować napędem, aby zapewnić płynną, bezpieczną i efektywną pracę.

Cel: Zbudować czytelny model wejście → decyzja → wyjście.

Wejścia do sterownika

- ✓ manetka
- ✓ czujniki hamulca
- ✓ czujnik stopki
- ✓ czujniki silnika
- ✓ sygnał ON
- ✓ dane z panelu
- ✓ dane z BMS
- ✓ czujniki temperatury
- ✓ inne przetworniki i moduły

WEJŚCIA

- Manetka
- Hamulec
- BMS
- Czujniki
- Panel

STEROWNIK

- ? Czy warunki są poprawne?
- ? Jakiej mocy oczekuje kierowca?
- ? Czy występuje ograniczenie?

WYJŚCIA

- Silnik
- Panel
- Systemy pomocnicze

**Przetwarzanie**

Sterownik analizuje wszystkie otrzymane sygnały, porównuje je z mapami i zasadami pracy, a następnie podejmuje decyzję o tym, co i z jaką mocą wysłać na wyjścia.

**Przykład praktyczny**

Kierowca obraca manetkę, ale czujnik hamulca nadal sygnalizuje aktywne hamowanie. Sterownik może zignorować żądanie przyspieszenia.



Jeżeli sterownik nie reaguje, najpierw sprawdź, co otrzymuje na wejściach, zanim uznasz, że sam sterownik jest uszkodzony.



Dalej: zasilanie sterownika — jak odróżnić uszkodzony moduł od modułu, który po prostu nie otrzymuje energii.

Czy sterownik naprawdę ma zasilanie?

Sterownik może sprawiać wrażenie uszkodzonego, gdy w rzeczywistości nie otrzymuje prawidłowego napięcia, masy (powrotu) lub sygnału aktywacji. Zanim uznasz, że sterownik jest wadliwy, sprawdź cały tor zasilania i sterowania.

Cel: Nauczyć użytkownika oddzielać problem samego sterownika od problemu jego zasilania.



Co trzeba potwierdzić?

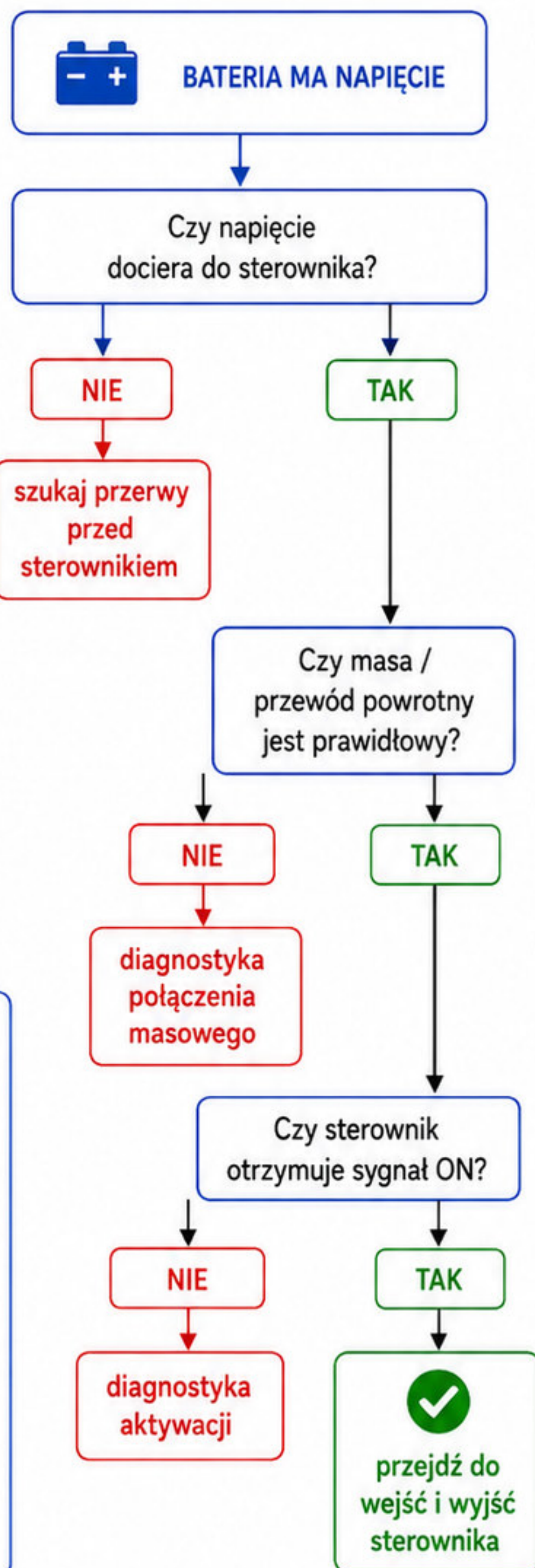
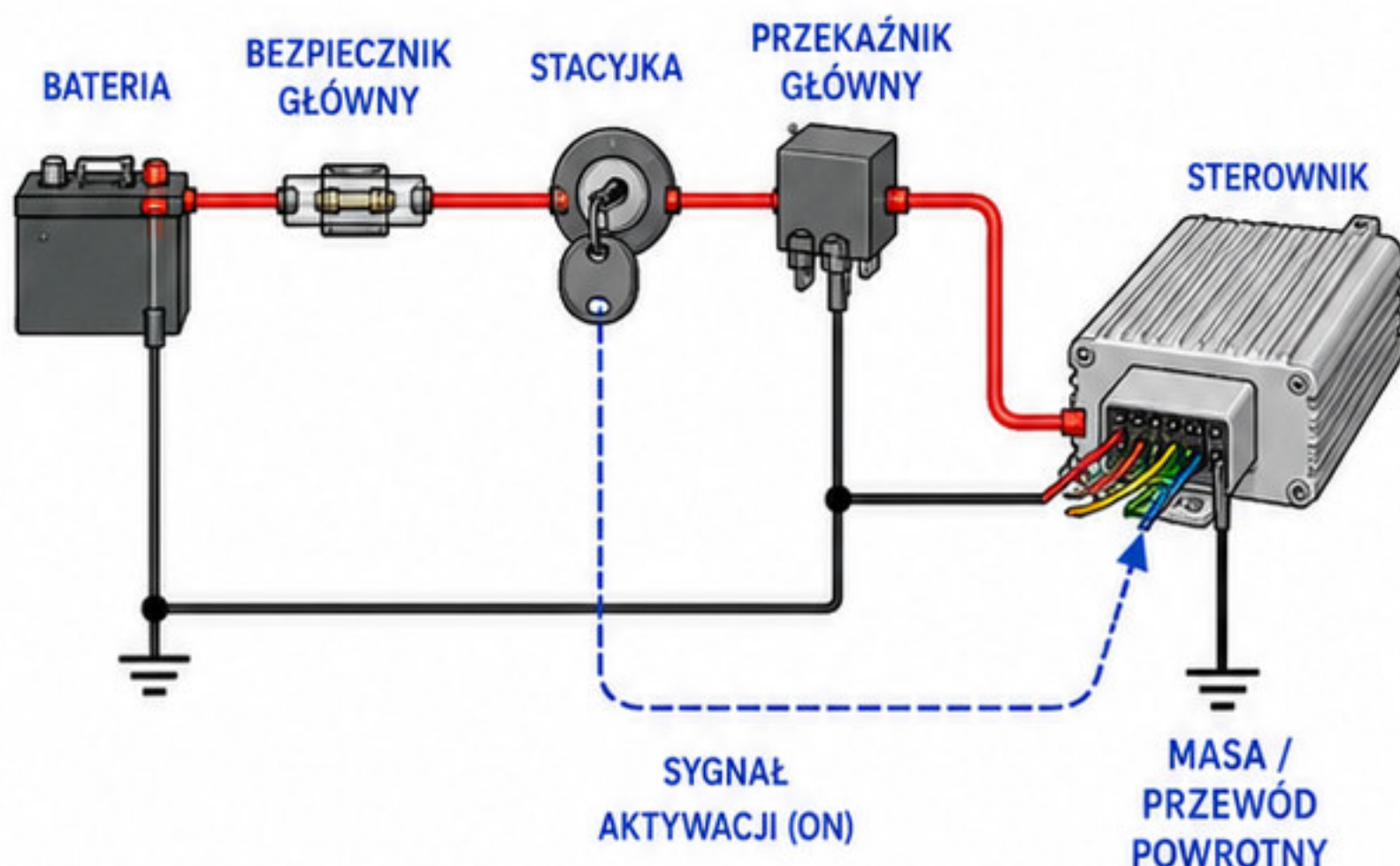
- obecność zasilania głównego
- poprawność połączenia masy / przewodu powrotnego
- obecność sygnału aktywacji
- stan głównego złącza
- stan bezpiecznika lub innego zabezpieczenia
- brak nadmiernego spadku napięcia na przewodach



Ważne rozróżnienie

Napięcie na baterii nie oznacza automatycznie napięcia na sterowniku.

- bezpieczniki
- przekaźniki
- stacyjka
- złącza
- przewody
- zabezpieczenia



Jak sterownik rozumie żądanie przyspieszenia

Manetka gazu nie dostarcza energii do silnika bezpośrednio. Zazwyczaj wysyła sygnał do sterownika, informując go o żądanym poziomie przyspieszenia.

Cel: Wyjaśnić użytkownikowi podstawową zasadę działania manetki i typowe obszary diagnostyczne.



1. Typowe elementy obwodu

W zależności od konstrukcji:

- zasilanie czujnika
- masa
- przewód sygnałowy
- czasem dodatkowe przewody dla funkcji pomocniczych



2. Możliwe objawy problemu

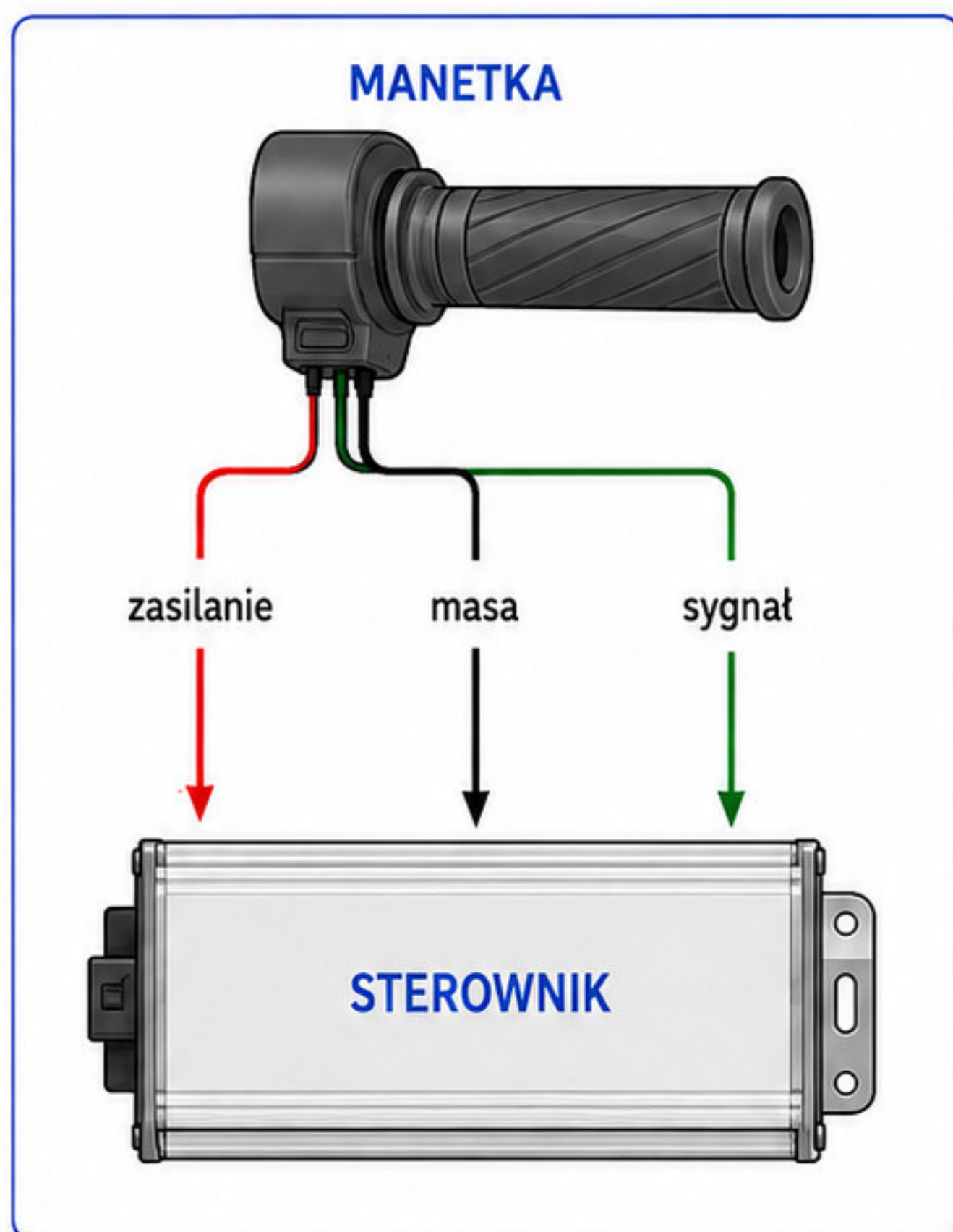
brak reakcji na obrót manetki

- reakcja tylko w części zakresu
- nagłe skoki mocy
- kod błędu
- reakcja pojawiająca się dopiero po poruszeniu przewodem
- brak możliwości uruchomienia z powodu sygnału poza zakresem



3. Co sprawdzić?

- złącze manetki
- stan przewodów przy kierownicy
- zasilanie czujnika
- sygnał podczas ruchu manetki
- stabilność sygnału
- porównanie z dokumentacją



Nie podawaj zewnętrznego napięcia na przewód sygnałowy tylko po to, aby zasymulować manetkę.



Interpretacja

Sygnał powinien zmieniać się w sposób przewidywalny i zgodny z dokumentacją konkretnego systemu.

Hamulec może wyłączyć przyspieszenie

W wielu pojazdach sygnał hamowania ma priorytet nad żądaniem przyspieszenia. Gdy sterownik otrzymuje informację o aktywnym hamulcu, wyłącza napęd, aby zapewnić bezpieczeństwo użytkownika.

Cel: Nauczyć użytkownika diagnozować sytuację, w której sterownik stale „widzi” aktywny hamulec.



Typowe objawy

- panel działa
- manetka nie powoduje reakcji
- światło STOP może pozostawać aktywne
- na panelu pojawia się ikona hamulca
- napęd wraca po poruszeniu klamką



Możliwe przyczyny

- zablokowany czujnik
- źle wyregulowana klamka
- luźne złącze
- uszkodzony przewód
- problem z wejściem sterownika

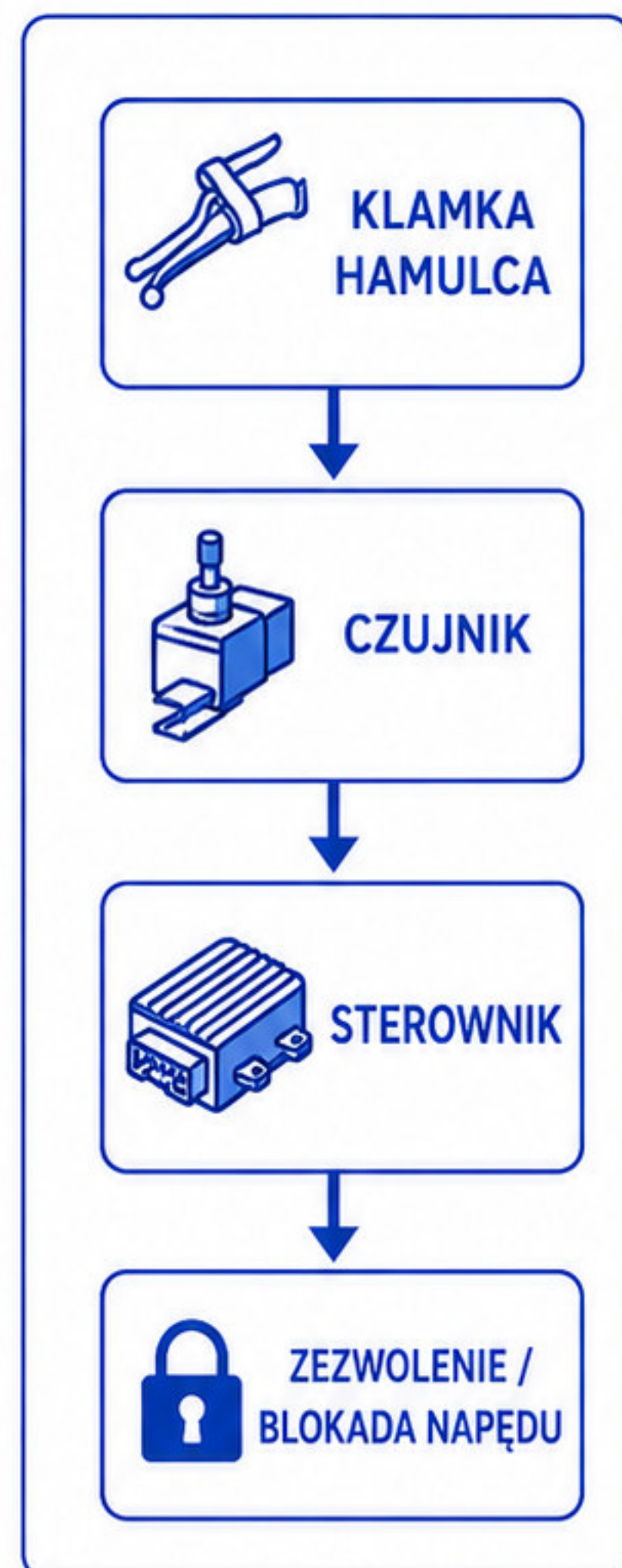


Procedura

- 1 Sprawdź, czy klamka wraca do pozycji spoczynkowej.
- 2 Sprawdź zachowanie światła STOP.
- 3 Sprawdź złącze czujnika.
- 4 Sprawdź przewody.
- 5 Porównaj sygnał z dokumentacją pojazdu.



Nie omijać czujnika jako stałego rozwiązania.



Zapamiętaj

Brak reakcji silnika może być prawidłową reakcją sterownika na aktywny sygnał bezpieczeństwa.

Mały czujnik może zatrzymać cały napęd

Sterownik kontroluje szereg sygnałów bezpieczeństwa. Jeśli którykolwiek z nich wskazuje nieprawidłowość, sterownik może zablokować napęd i uniemożliwić jazdę. Układ ten chroni użytkownika i pojazd przed niebezpiecznymi sytuacjami.

Cel: Pokazać użytkownikowi, jak diagnozować blokady bez ich obchodzenia.



Możliwe elementy

- czujnik stopki bocznej
- czujnik pozycji przełącznika
- czujnik siedzenia, jeśli występuje
- blokada antykradzieżowa
- sygnał z modułu autoryzacji
- inne wejścia bezpieczeństwa



Co może pójść nie tak?

- czujnik pozostaje w jednym stanie
- magnes / element aktywujący przesunął się
- przewód został przerwany
- złącze skorodowało
- sterownik interpretuje sygnał jako aktywną blokadę



Praktyczny przykład

Objaw: panel działa, ale napęd nie reaguje po rozłożeniu i złożeniu stopki.

Kierunek: sprawdź stan mechaniczny stopki, czujnik, złącze i sygnał.

Łańcuch sygnału bezpieczeństwa – czujnik stopki bocznej (przykład)

1. Stopka boczna



Mechaniczna pozycja rozłożona / złożona.

2. Czujnik stopki bocznej



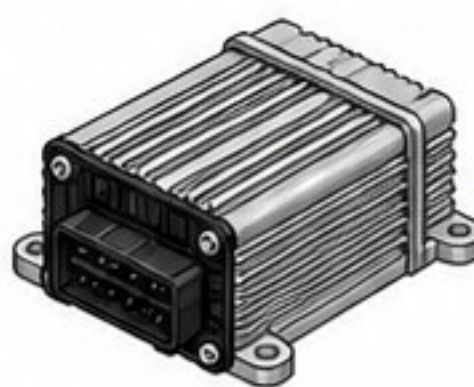
Wykrywa pozycję stopki za pomocą magnesu lub przełącznika.

3. Przewód i złącze



Przenosi sygnał do sterownika. Złącze musi być czyste i pewne.

4. Sterownik



Odczytuje sygnał i podejmuje decyzję o zezwoleniu na jazdę.

5. Wynik



Sygnał poprawny
→ jazda możliwa



Sygnał nieprawidłowy
→ napęd zablokowany



Zasada

Potwierdź stan czujnika pomiarem lub diagnostyką. Nie zakładaj, że czujnik jest sprawny tylko dlatego, że mechanicznie się porusza.

Sterownik potrzebuje informacji zwrotnej

W wielu konstrukcjach sterownik korzysta z sygnałów pochodzących z silnika, aby prawidłowo sterować fazami oraz nadzorować pracę napędu.

Cel: Połączyć wiedzę o czujnikach silnika z funkcją sterownika.



Sterownik może analizować

- położenie wirnika
- prędkość obrotową
- temperaturę silnika
- stan czujników
- inne parametry zależne od konstrukcji



Możliwe objawy utraty sygnału

- brak startu
- szarpanie
- praca tylko w trybie awaryjnym
- kod błędu
- ograniczona moc
- wyłączenie napędu

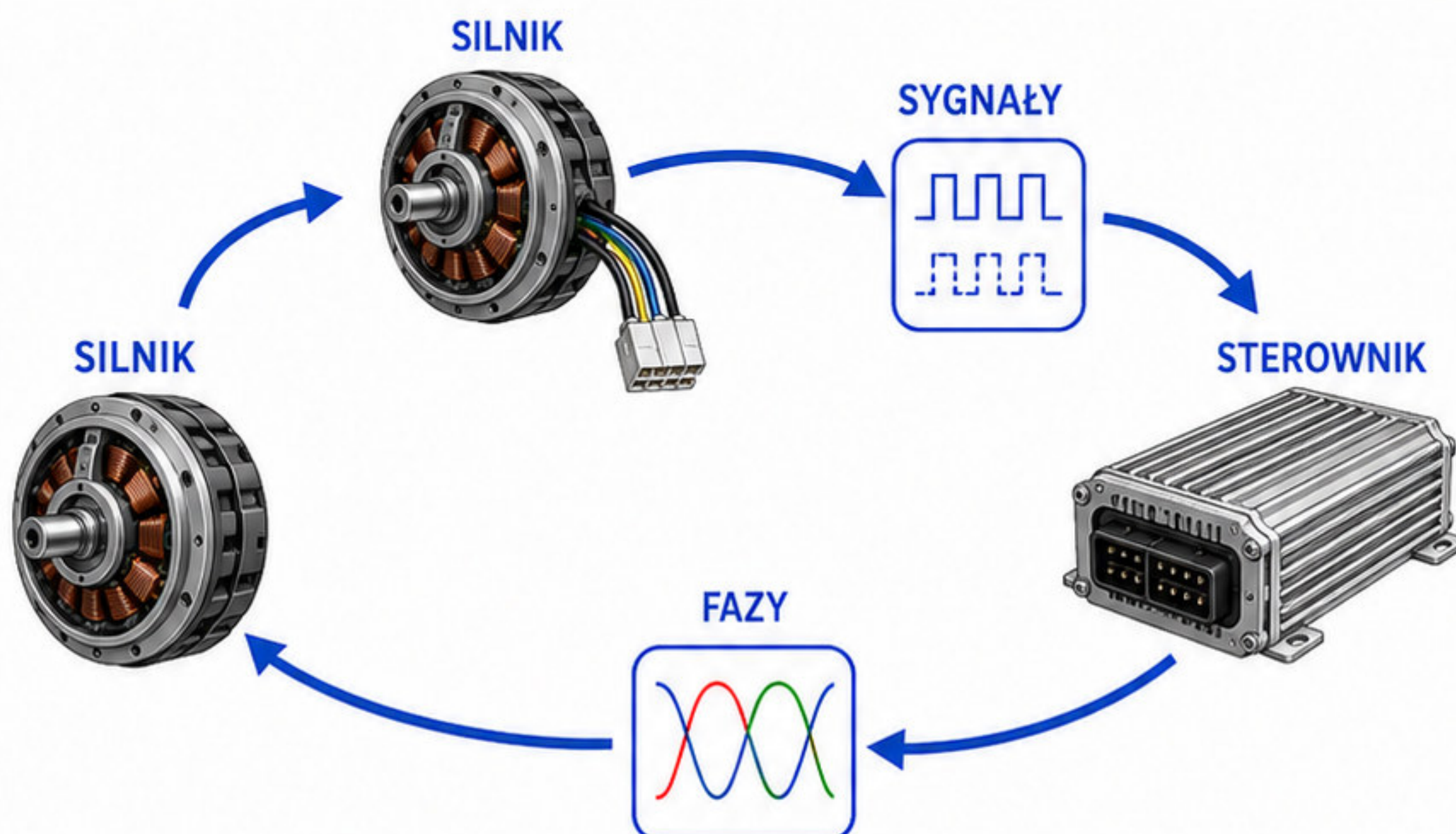


Kierunek kontroli

- złącze sygnałowe silnika
- wiązkę
- zasilanie czujników
- przebieg sygnałów
- wejście sterownika



Sterownik może być sprawny, ale niezdolny do prawidłowego sterowania, jeśli otrzymuje błędne dane z silnika.



Gdy moduł sterujący robi się zbyt gorący

Sterownik podczas pracy naturalnie wytwarza ciepło. Nadmierne nagrzewanie się może jednak wskazywać na przeciążenie, problemy z chłodzeniem lub usterkę.

Cel: Nauczyć użytkownika analizować temperaturę w kontekście warunków pracy.



Co może zwiększać temperaturę?

- wysoki prąd
- długi podjazd
- duża masa pojazdu
- wysoka temperatura otoczenia
- ograniczony przepływ powietrza
- zabrudzenie radiatora
- niewłaściwy montaż
- problem wewnętrzny sterownika



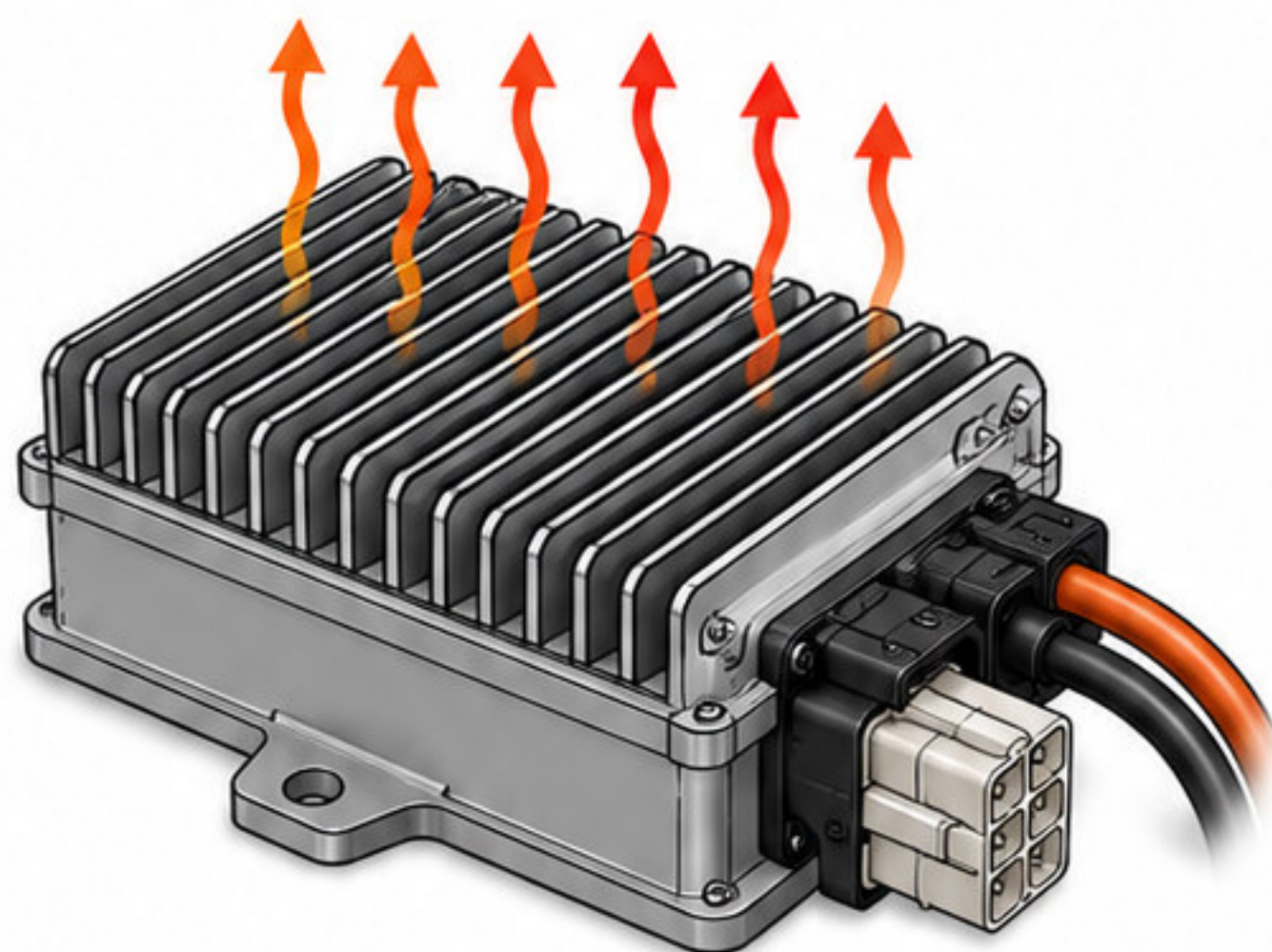
Procedura

- 1 Zapisz warunki, w których problem się pojawia.
- 2 Sprawdź mocowanie sterownika.
- 3 Sprawdź powierzchnie odprowadzające ciepło.
- 4 Oceń obciążenie układu.
- 5 Sprawdź, czy silnik nie pobiera nietypowo dużego prądu z powodu problemu mechanicznego lub elektrycznego.



Objawy

- ograniczenie mocy po rozgrzaniu
- całkowite odcięcie
- powrót działania po schłodzeniu
- kod temperatury
- bardzo gorąca obudowa
- zapach przegrzanej elektroniki



WIĘKSZE OBCIĄŻENIE
(np. podjazd, duża masa)



WIĘKSZY PRĄD
pobierany z akumulatora



WIĘKSZE CIEPŁO
wytwarzane przez sterownik



Ważne

Przegrzewający się sterownik może być skutkiem problemu znajdującego się poza sterownikiem.

Usterki okresowe: najtrudniejsze, ale nie losowe

Usterki okresowe pojawiają się tylko w określonych warunkach. Ich przyczyną mogą być temperatura, drgania, wilgoć, obciążenie lub ruch/przeginanie przewodów.

Zrozumienie zależności między warunkiem a objawem to klucz do trafnej diagnozy.

Cel: Nauczyć użytkownika szukać zależności zamiast traktować objaw jako przypadkowy.



Zapisuj, kiedy problem się pojawia

- po nagrzaniu
- po przejechaniu określonego dystansu
- po deszczu
- na nierównej drodze
- przy mocnym przyspieszaniu
- po skręcie kierownicy
- po ponownym uruchomieniu



Temperatura

- sterownik
- złącza
- bateria



Drgania

- luźny pin
- pęknięta ścieżka
- uszkodzony przewód



Wilgoć

- złącze
- moduł
- wiązka



Obciążenie

- spadek napięcia
- przeciążenie
- problem z silnikiem

WARUNEK	OBJAW	CO SIĘ ZMieniŁO
<i>np. po nagrzaniu</i>	<i>np. traci moc</i>	<i>np. temperatura sterownika ok. 70°C</i>



Jeżeli objaw można powtórzyć w określonych warunkach,
przestaje być „losowy” i staje się diagnostycznie użyteczny.

Jak czytać błąd sterownika bez zgadywania

Sterownik może wykryć stan odbiegający od normy i zapisać kod błędu.

Kod błędu zwykle wskazuje obszar problemu, a nie jedną, konkretną część.

Właściwa analiza pozwala znaleźć przyczynę szybko i bez kosztownej wymiany na ślepo.

Cel: Przenieść metodę analizy kodów z panelu bezpośrednio na diagnostykę sterownika.



Dla każdego kodu zapisz

- numer
- opis z dokumentacji
- moment wystąpienia
- warunki
- czy błąd jest stały czy okresowy



Kategorie błędów

- niskie napięcie
- wysokie napięcie
- nadmierny prąd
- temperatura
- manetka
- hamulec
- czujniki silnika
- komunikacja
- błąd wewnętrzny



Przykład

Kod wskazuje problem „Hall sensor”.

Nie kończyć na: **wymień czujniki.**

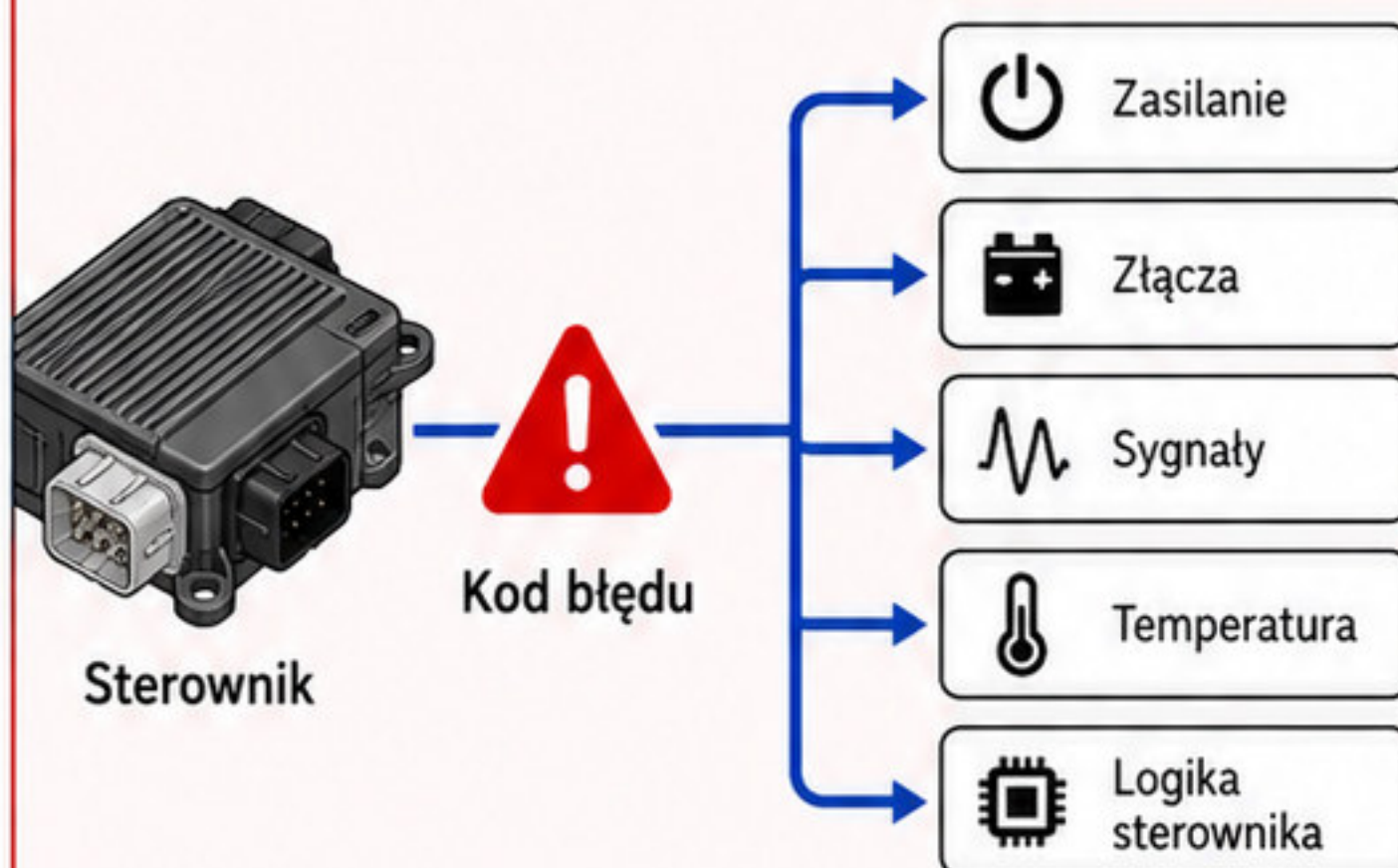
Sprawdź krok po kroku:

- 1 zasilanie czujników
- 2 przewód powrotny (masa)
- 3 przewody sygnałowe
- 4 złącza
- 5 reakcję sygnałów
- 6 wejście sterownika



Reguła

Kod = początek ścieżki diagnostycznej, nie koniec.



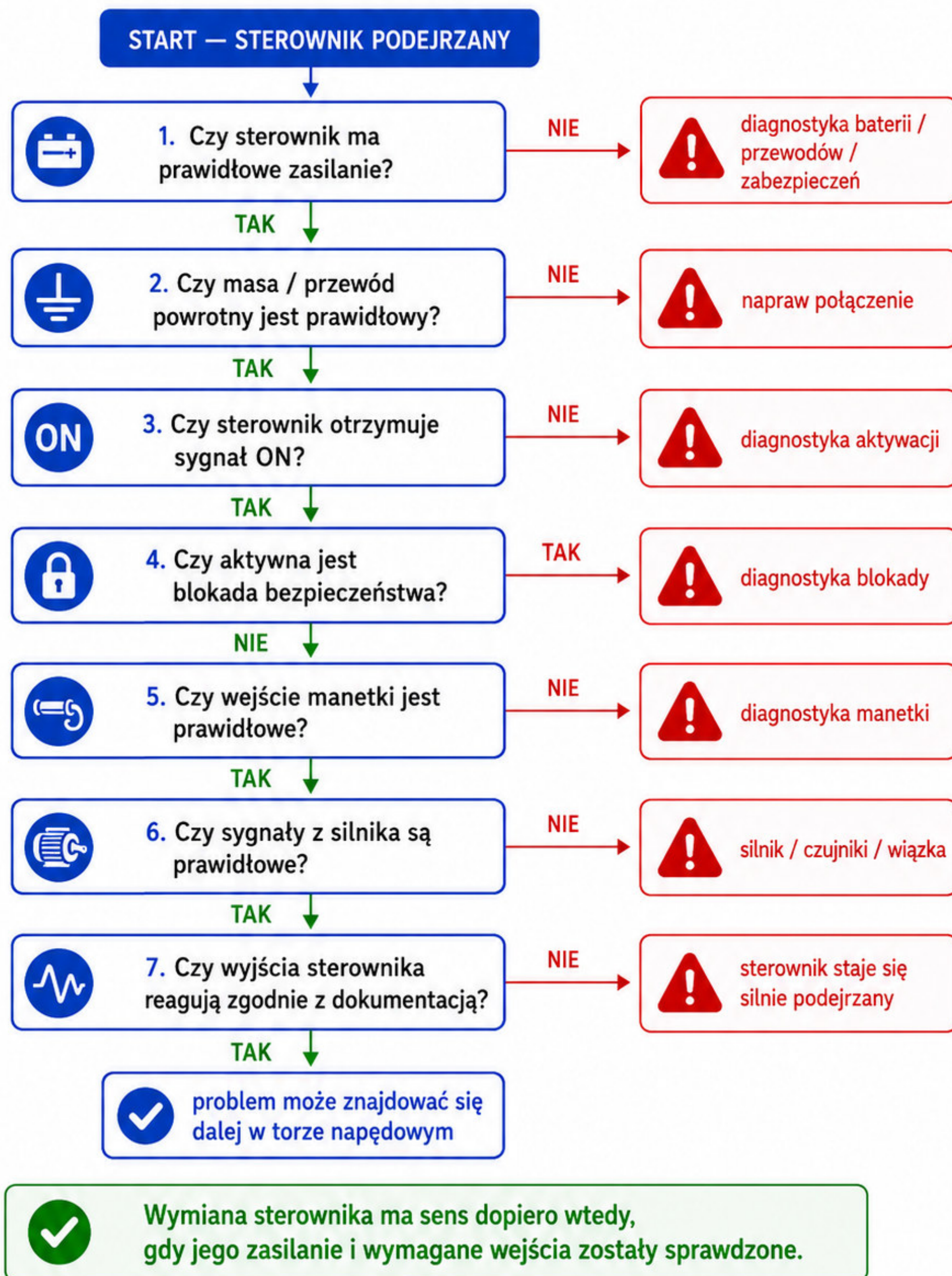
Analiza kodu to proces.

Zbieraj dane, weryfikuj, wykluczaj — aż dojdiesz do przyczyny.

Pełna ścieżka kontroli sterownika

Strona flowchartowa.

Cel: Dać użytkownikowi logiczną sekwencję diagnostyczną przed decyzją o wymianie sterownika.



Karta kontroli — sterownik i główny układ elektryczny

Strona praktyczna do wydrukowania lub wypełnienia cyfrowo.

Cel: Zamknąć moduł kompletną kartą umożliwiającą dokumentowanie wejść, wyjść i warunków pracy sterownika.

A Objaw

- ☐ Brak napędu
- ☐ Napęd działa okresowo
- ☐ Ograniczona moc
- ☐ Szarpanie
- ☐ Sterownik się przegrzewa
- ☐ Pojawia się kod błędu
- ☐ System wyłącza się pod obciążeniem
- ☐ Inny objaw: _____

B Zasilanie sterownika

- ☐ Zasilanie główne potwierdzone
- ☐ Masa / przewód powrotny potwierdzony
- ☐ Zabezpieczenia sprawdzone
- ☐ Złącze główne sprawdzone
- ☐ Brak nadmiernego spadku napięcia

C Wejścia

- ☐ Sygnał ON
- ☐ Manetka
- ☐ Czujnik hamulca
- ☐ Czujnik stopki
- ☐ Sygnały silnika
- ☐ BMS / komunikacja
- ☐ Inne: _____

D Stan fizyczny

- ☐ Obudowa bez uszkodzeń
- ☐ Złącza bez korozji
- ☐ Brak stopionych pinów
- ☐ Mocowanie prawidłowe
- ☐ Chłodzenie / radiator bez oczywistych problemów

E Warunki występowania

- ☐ Na zimno
- ☐ Po rozgrzaniu
- ☐ Przy dużym obciążeniu
- ☐ Po deszczu
- ☐ Przy drganiach
- ☐ Losowo

F Wniosek

Kod / komunikat błędu: _____

Co zostało wykluczone: _____

Najbardziej prawdopodobny obszar: _____

Następny test / działanie: _____



Następny moduł: układy pomocnicze — światła, kierunkowskazy, klakson, DC-DC, czujniki i funkcje dodatkowe.

Układy pomocnicze

Nauczyć użytkownika diagnozować dodatkowe obwody elektryczne pojazdu, które nie odpowiadają bezpośrednio za napęd, ale wpływają na bezpieczeństwo, wygodę i prawidłowe działanie całego systemu.

Zakres modułu

- ✓ światła przednie;
- ✓ światła tylne;
- ✓ światło STOP;
- ✓ kierunkowskazy;
- ✓ klakson;
- ✓ przetwornica DC-DC;
- ✓ czujniki pomocnicze;
- ✓ gniazda USB i akcesoria;
- ✓ wspólne problemy instalacji;
- ✓ karta diagnostyczna.



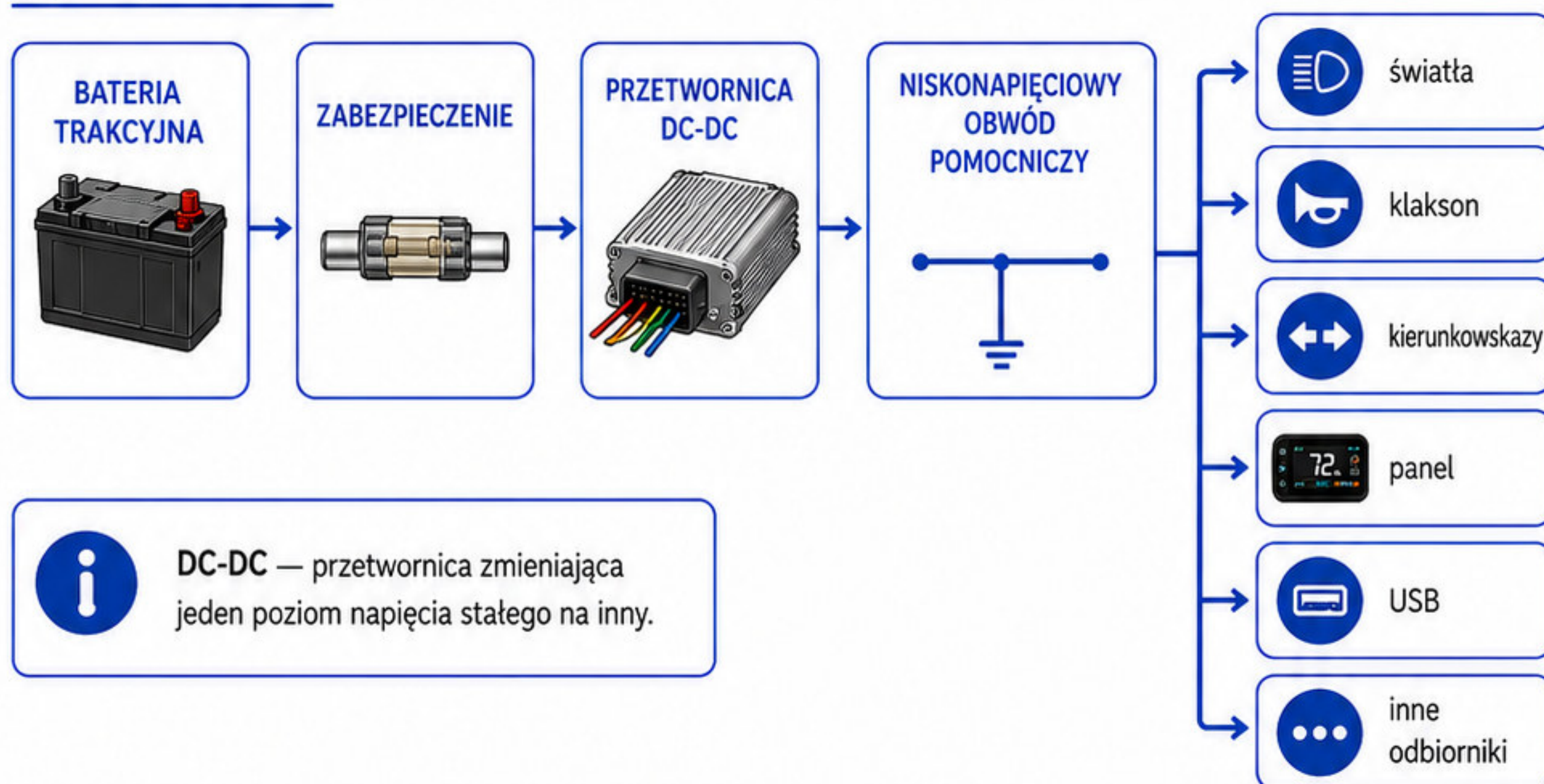
Układ pomocniczy może być prosty – ale jego usterka nadal wymaga logicznej diagnostyki.

Skąd biorą zasilanie światła, klakson i akcesoria

W wielu pojazdach elektrycznych układy pomocnicze pracują na innym poziomie napięcia niż główny pakiet trakcyjny.

Cel: Wyjaśnić rolę przetwornicy i strukturę pomocniczego toru zasilania.

Typowy schemat



Ważne

- Nie zakładać, że każdy pojazd ma identyczną architekturę.
- Niektóre konstrukcje mogą:
 - zasilать część odbiorników bezpośrednio;
 - używać osobnego akumulatora pomocniczego;
 - mieć kilka poziomów napięć.



Znaczenie diagnostyczne

Jeżeli jednocześnie przestaje działać wiele odbiorników pomocniczych, warto sprawdzić element wspólny:

- DC-DC
- główne zabezpieczenie
- wspólną masę
- wspólne zasilanie



Kilka usterek pojawiających się jednocześnie często ma jedną wspólną przyczynę.

Gdy przednie światło nie działa

Brak działania lampy może wynikać z samego źródła światła, ale także z zasilania, masy, przełącznika, przewodu lub modułu sterującego.

Cel: Nauczyć użytkownika diagnozowania światła od źródła zasilania do odbiornika.

1 Krok 1 — Czy nie działa jedno światło czy wszystkie?



Jeśli tylko jedno:

- sprawdź konkretną lampę;
- złącze;
- przewód.

Jeśli kilka lub wszystkie:

- sprawdź element wspólny;
- zasilanie pomocnicze;
- DC-DC;
- zabezpieczenie.

2 Krok 2 — Czy do lampy dociera zasilanie?



Sprawdź zgodnie z dokumentacją:

- napięcie;
- masę;
- złącze.

3 Krok 3 — Czy działa przełącznik?



Jeśli pojazd ma osobne sterowanie światłami:

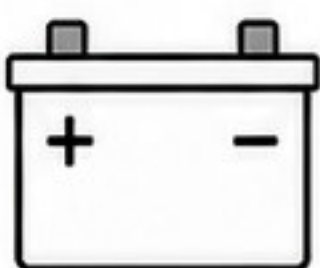
- sprawdź przełącznik;
- przewody;
- sygnał sterujący.

4 Krok 4 — Czy lampa jest sprawna?



W przypadku modułów LED nie zakładać, że da się wymienić tylko „żarówkę”.

ZASILANIE → PRZEŁĄCZNIK / MODUŁ → PRZEWÓD → LAMPA → MASA



**Sprawdź cały obwód,
nie tylko ostatni element.**

Światło hamowania jako element bezpieczeństwa i diagnostyki

Światło STOP może być powiązane z tym samym sygnałem hamulca, który blokuje napęd.

Cel: Połączyć diagnostykę światła STOP z wcześniejszą wiedzą o czujnikach hamulca.



Typowe objawy

- światło STOP nie działa;
- światło STOP świeci cały czas;
- działa tylko przy jednej klamce;
- światło działa, ale napęd nadal jest blokowany;
- napęd działa, ale światło nie reaguje.



Co sprawdzić?

- czujnik klamki;
- mechaniczne ustawienie;
- złącze;
- przewód;
- zasilanie lampy;
- samą lampę;
- ewentualny moduł pośredni.



Ważne rozróżnienie

Ten sam czujnik może:

- sterować światłem;
- przekazywać osobny sygnał do sterownika;
- wykonywać obie funkcje przez moduł.



Praktyczny przykład

Światło STOP świeci cały czas + napęd nie działa.

sprawdź, czy system stale interpretuje hamulec jako aktywny.

KLAMKA



CZUJNIK
HAMULCA



ŚWIATŁO STOP



STEROWNIK



Gdy kierunkowskazy nie migają prawidłowo

Problem kierunkowskazów może dotyczyć pojedynczej lampy, przełącznika, wspólnego zasilania lub modułu sterującego.

Cel: Dać użytkownikowi prostą logikę diagnostyczną.

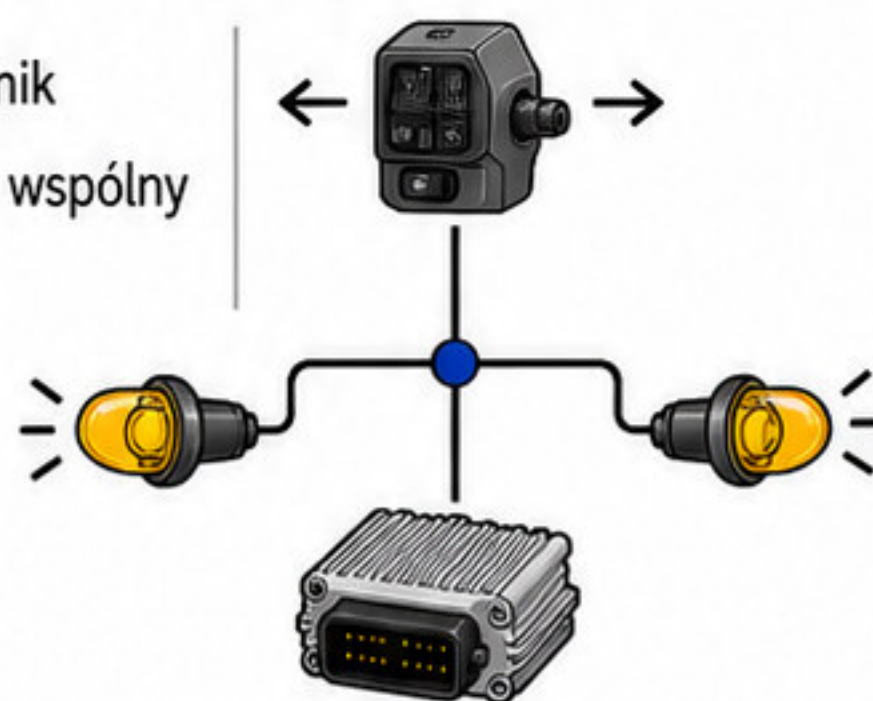
1 Objaw 1 – Nie działa jeden kierunkowskaz

- lampę
- złącze
- przewód
- lokalną masę



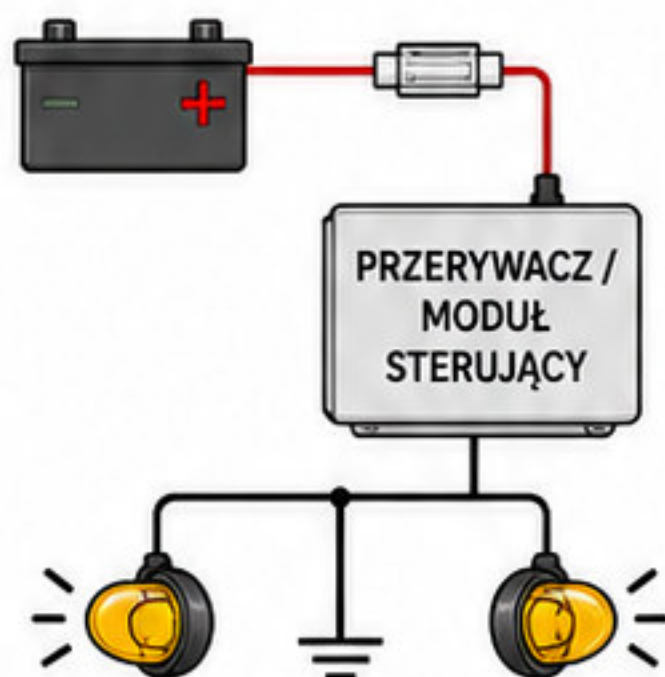
2 Objaw 2 – Nie działa cała jedna strona

- przełącznik
- przewód wspólny
- moduł



3 Objaw 3 – Nie działa żadna strona

- zasilanie
- zabezpieczenie
- przerywacz / moduł sterujący
- wspólną masę



4 Objaw 4 – Miganie jest zbyt szybkie lub nieregularne

Może wskazywać na:

- brak jednego odbiornika
- nieprawidłowe obciążenie
- niekompatybilny komponent
- problem modułu



Ważne

W układach LED zachowanie może być sterowane elektronicznie i nie musi odpowiadać klasycznym instalacjom żarówkowym.



Diagnostyka przez zakres problemu

Jeden odbiornik = zacznij lokalnie.

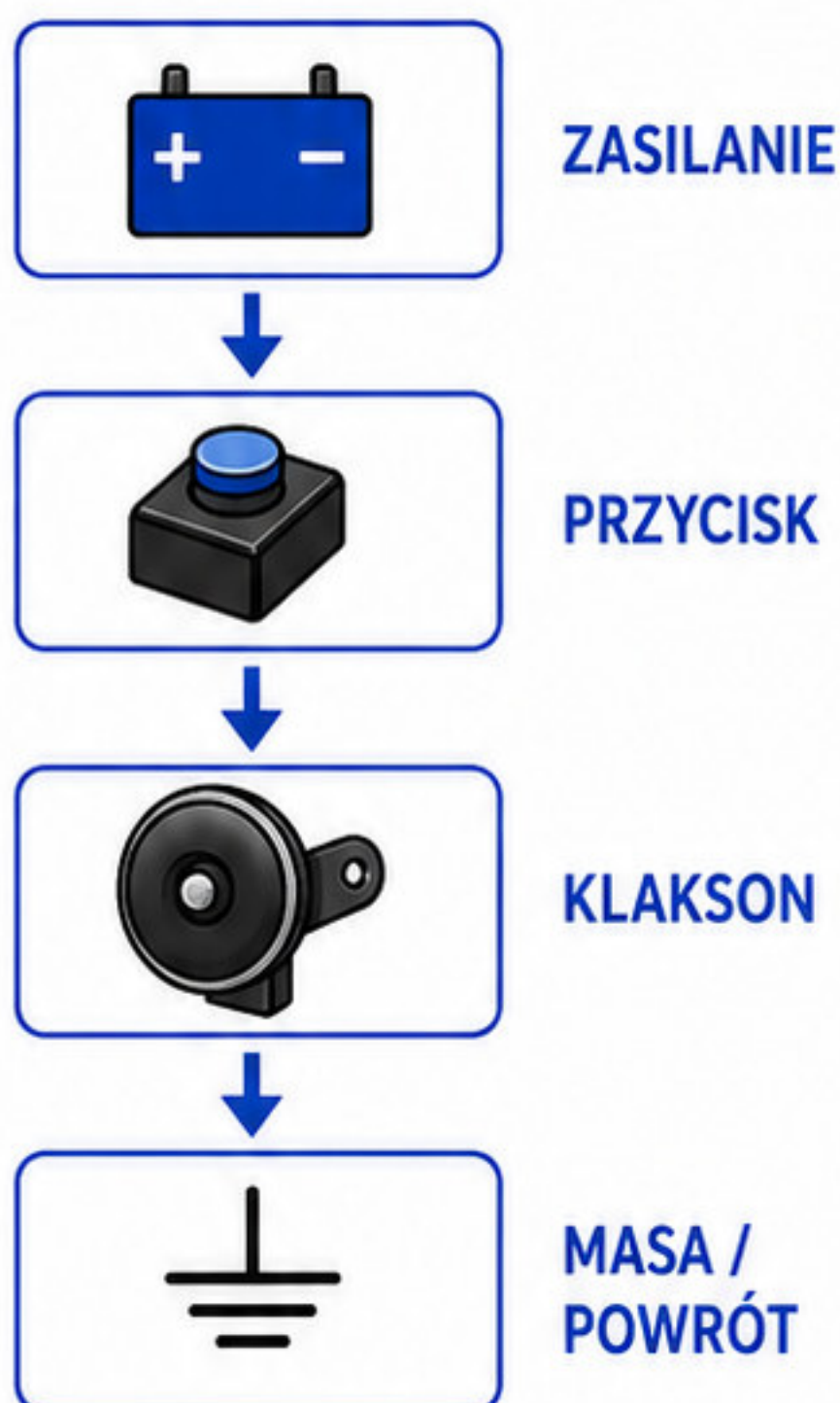
Wszystkie odbiorniki = zacznij od elementu wspólnego.

Prosty obwód, dobra lekcja diagnostyki

Układ klaksonu jest dobrym przykładem podstawowej ścieżki:
zasilanie → sterowanie → odbiornik → powrót.

Cel: Utrwalić metodę diagnozy prostego obwodu.

Typowy schemat



W niektórych konstrukcjach może występować również przekaźnik lub moduł.



Objawy

- całkowity brak reakcji;
- bardzo cichy dźwięk;
- dźwięk przerywany;
- klakson działa tylko czasami;
- zadziałanie przycisku powoduje spadek innych funkcji.



Co sprawdzić?

- napięcie zasilania;
- przycisk;
- złącza;
- przewody;
- masę;
- sam klakson.



Praktyczny przykład

Jeżeli klakson brzmi słabo i jednocześnie przygasa światło, może występować problem z:

- napięciem układu pomocniczego;
- DC-DC;
- wspólnym połączeniem;
- masą.



Objaw jednego odbiornika może ujawnić problem wspólnego zasilania.

Mały moduł, wiele funkcji zależnych od jego pracy

Jeżeli przetwornica DC-DC przestanie działać prawidłowo, jednocześnie może zniknąć kilka funkcji pomocniczych.

Cel: Nauczyć użytkownika rozpoznawać objawy problemu z przetwornicą.



Co robi DC-DC?

Przyjmuje napięcie z głównego systemu i dostarcza inne napięcie wymagane przez obwody pomocnicze.



Typowe objawy problemu

- wszystkie światła pomocnicze przestają działać;
- klakson nie działa;
- panel może działać nieprawidłowo w niektórych konstrukcjach;
- napięcie pomocnicze jest niestabilne;
- funkcje zanikają pod obciążeniem;
- moduł nadmiernie się nagrzewa.



Diagnostyka

Sprawdź:

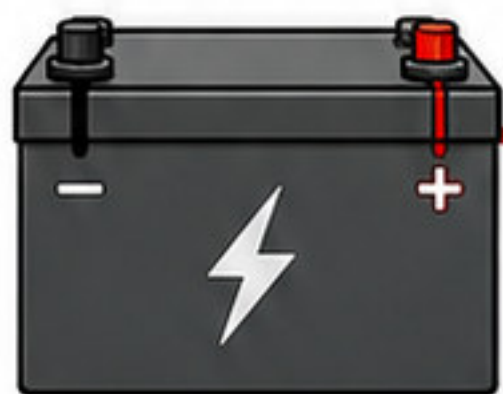
- napięcie wejściowe;
- masę;
- sygnał aktywacji, jeśli występuje;
- napięcie wyjściowe;
- zachowanie pod obciążeniem;
- złącza;
- temperaturę.



Ważne rozróżnienie

Prawidłowe napięcie wejściowe + brak prawidłowego wyjścia może silnie wskazywać na problem z DC-DC, ale zawsze uwzględnij warunki aktywacji i obciążenie.

BATERIA TRAKCYJNA



DC-DC



12 V /
INNY POZIOM

ODBIORNIKI



Wartość napięcia tylko przykładowa — zależna od konstrukcji.

Dodatki też mogą powodować problemy

Dodatkowe akcesoria mogą obciążać układ pomocniczy lub wprowadzać nowe miejsca potencjalnych zwarc i złych połączeń.

Cel: Nauczyć użytkownika uwzględniać akcesoria podczas diagnozy.



Przykładowe akcesoria

- ✓ USB;
- ✓ dodatkowe oświetlenie;
- ✓ alarm;
- ✓ uchwyt z ładowaniem;
- ✓ tracker;
- ✓ radio;
- ✓ dodatkowy wyświetlacz.



Możliwe problemy

- ✓ przeciążenie obwodu;
- ✓ nieprawidłowo dobrany bezpiecznik;
- ✓ zła jakość połączeń;
- ✓ pobór energii przy wyłączonym pojeździe;
- ✓ zwarcie;
- ✓ zakłócenia sygnałów.



Kluczowe pytania

- ✓ Czy problem pojawił się po montażu akcesorium?
- ✓ Czy akcesorium jest podłączone do właściwego obwodu?
- ✓ Czy ma własne zabezpieczenie?
- ✓ Czy po odłączeniu akcesorium objaw znika?
- ✓ Czy pobiera energię przy wyłączonym systemie?



Praktyczny przykład

Pojazd zaczyna rozładowywać baterię podczas postoju po montażu alarmu. Nie zakładać od razu uszkodzonej baterii. Najpierw sprawdzić:

- ✓ pobór spoczynkowy;
- ✓ sposób podłączenia;
- ✓ działanie akcesorium.



Każda modyfikacja instalacji zmienia system, który później trzeba diagnozować.

Szukaj wspólnego mianownika

Jeżeli kilka pozornie niezależnych funkcji przestaje działać w tym samym momencie, najbardziej efektywna diagnostyka zaczyna się od elementów wspólnych.

Cel: Nauczyć użytkownika pracy na poziomie systemowym.



PRZYKŁAD A

Nie działają:

- światła;
- klakson;
- kierunkowskazy.

Pierwszy kierunek:

- DC-DC;
- wspólne zasilanie;
- główne zabezpieczenie;
- masa.



PRZYKŁAD B

Nie działa:

- panel;
- USB;
- światło pozycyjne.

Kierunek:

sprawdź, czy te funkcje korzystają ze wspólnego obwodu.



PRZYKŁAD C

Po deszczu nieregularnie działają:

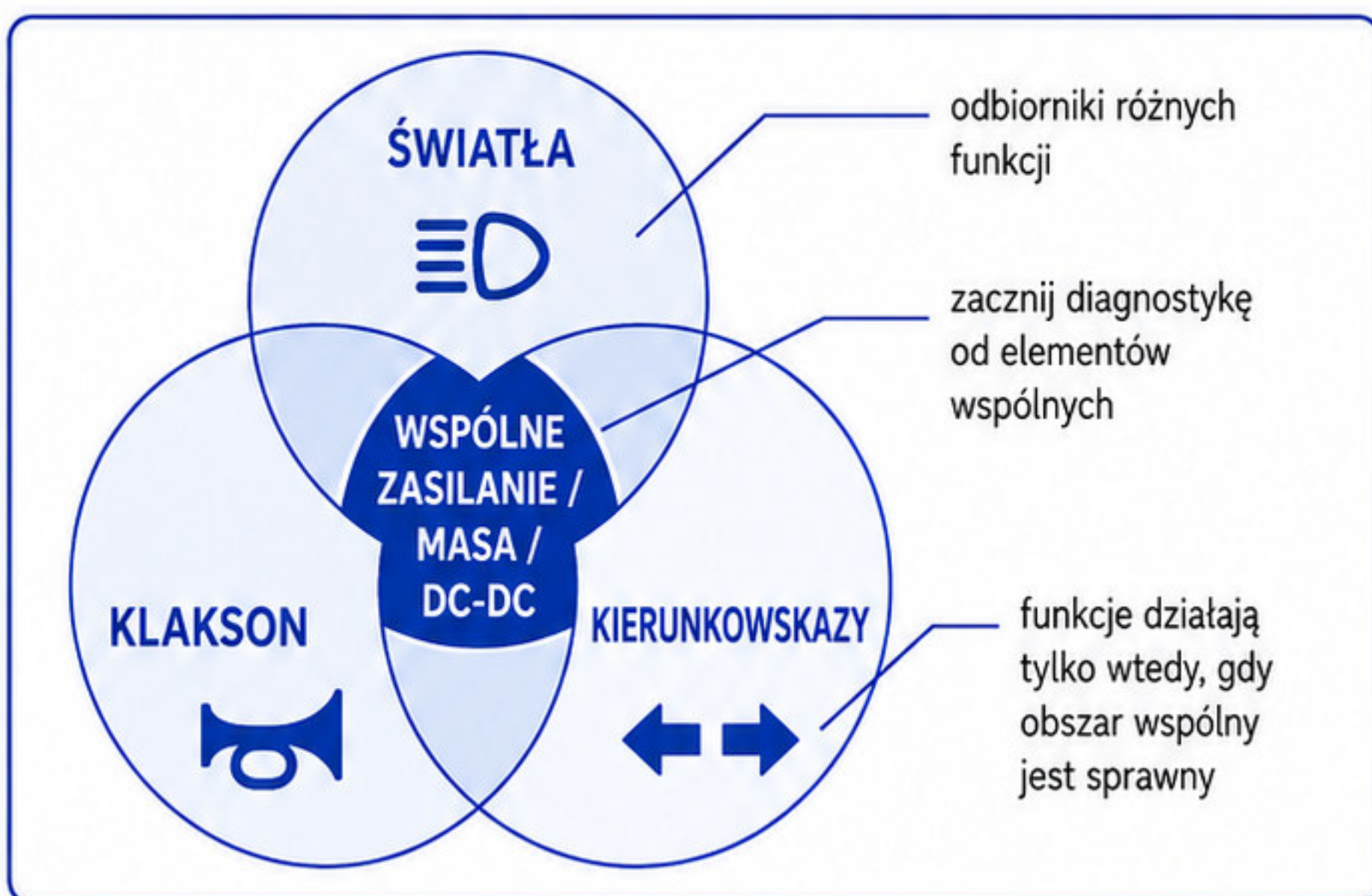
- kierunkowskazy;
- światło STOP;
- klakson.

Kierunek:

- wspólne złącze;
- masa;
- obszar narażony na wilgoć.

Metoda

- 1 Wypisz wszystkie niesprawne funkcje.
- 2 Znajdź elementy wspólne na schemacie.
- 3 Zaczynij od najbardziej „wspólnego” punktu.
- 4 Dopiero później przechodź do pojedynczych odbiorników.



Trzy awarie naraz często nie oznaczają trzech oddzielnych usterek.

Karta kontroli — układy pomocnicze

Strona praktyczna do druku lub wypełnienia cyfrowego.

Cel: Zebrać diagnostykę wszystkich najczęstszych funkcji pomocniczych w jednym narzędziu.

A Niesprawna funkcja

- ☐ Reflektor
- ☐ Światło tylne
- ☐ Światło STOP
- ☐ Kierunkowskazy
- ☐ Klakson
- ☐ USB
- ☐ Inne akcesorium: _____

B Zakres problemu

- ☐ Jedna funkcja
- ☐ Kilka funkcji
- ☐ Wszystkie funkcje pomocnicze
- ☐ Objaw okresowy

C Zasilanie

- ☐ Główne zasilanie dostępne
- ☐ DC-DC sprawdzone
- ☐ Bezpiecznik sprawdzony
- ☐ Masa wspólna sprawdzona
- ☐ Napięcie pod obciążeniem sprawdzone

D Sterowanie

- ☐ Przetącnik sprawdzony
- ☐ Czujnik sprawdzony
- ☐ Przekaznik / moduł sprawdzony
- ☐ Złącza sprawdzone

E Warunki

Objaw pojawia się:

- ☐ zawsze
- ☐ po deszczu
- ☐ po rozgrzaniu
- ☐ przy wibracjach
- ☐ po montażu akcesorium
- ☐ pod dużym obciążeniem

F Wynik

Wspólny element niesprawnych funkcji: _____

Punkt zaniku zasilania / sygnału: _____

Najbardziej prawdopodobny obszar: _____

Następne działanie: _____



Następny moduł: testy i kontrole — jak wybierać właściwy pomiar i zamieniać wyniki w wiarygodne wnioski diagnostyczne.

Testy i kontrole

Nauczyć użytkownika dobierać właściwy test do konkretnego pytania diagnostycznego, poprawnie dokumentować warunki pomiaru i interpretować wynik w kontekście całego układu.

Zakres modułu

- ✓ przygotowanie testu;
- ✓ pomiar napięcia;
- ✓ test ciągłości;
- ✓ pomiar rezystancji;
- ✓ kontrola spadku napięcia;
- ✓ test pod obciążeniem;
- ✓ kontrola sygnałów;
- ✓ porównywanie wyników;
- ✓ dokumentowanie pomiarów;
- ✓ karta końcowa testu.



Dobry test odpowiada na jedno konkretne pytanie.

Najpierw zdefiniuj pytanie diagnostyczne

Pomiar bez jasno określonego celu często daje liczbę, której użytkownik nie potrafi prawidłowo zinterpretować.

Cel: Nauczyć użytkownika planowania testu przed przyłożeniem końcówek multimetru.

Zadaj cztery pytania

1 Co chcę sprawdzić?



Przykład: Czy zasilanie dociera do panelu?

2 Jaką wielkość trzeba zmierzyć?



Napięcie? Rezystancję?
Ciągłość? Sygnał?

3 W jakich warunkach?



- pojazd wyłączony;
- system aktywny;
- obciążenie włączone;
- podczas konkretnej funkcji.

4 Jaki wynik będzie miał znaczenie?



- wartość oczekiwana;
- zachowanie oczekiwane;
- wynik porównawczy.



Przykład prawidłowy

Pytanie: Czy złącze powoduje utratę napięcia podczas pracy odbiornika?

Dobór testu: pomiar spadku napięcia podczas obciążenia.



Przykład nieprawidłowy

Pytanie: Czy coś tu jest zepsute?

To pytanie jest zbyt ogólne, aby dobrać jeden sensowny pomiar.



Jedno pytanie → jeden dobrze dobrany test → jeden interpretable wynik.

Czy energia elektryczna dociera do danego punktu?

Pomiar napięcia pomaga określić różnicę potencjałów między dwoma punktami układu.

Cel: Nauczyć użytkownika poprawnej logiki pomiaru napięcia.

Typowe zastosowania

- ✓ bateria;
- ✓ wejście sterownika;
- ✓ zasilanie panelu;
- ✓ zasilanie czujnika;
- ✓ wyjście DC-DC;
- ✓ obwód pomocniczy.

Podstawowa procedura

1. Ustal, czy mierzysz napięcie stałe.
2. Wybierz właściwą funkcję miernika.
3. Zidentyfikuj dwa właściwe punkty pomiarowe.
4. Wykonaj pomiar w wymaganych warunkach.
5. Zapisz wynik.
6. Porównaj go z dokumentacją lub innym punktem odniesienia.



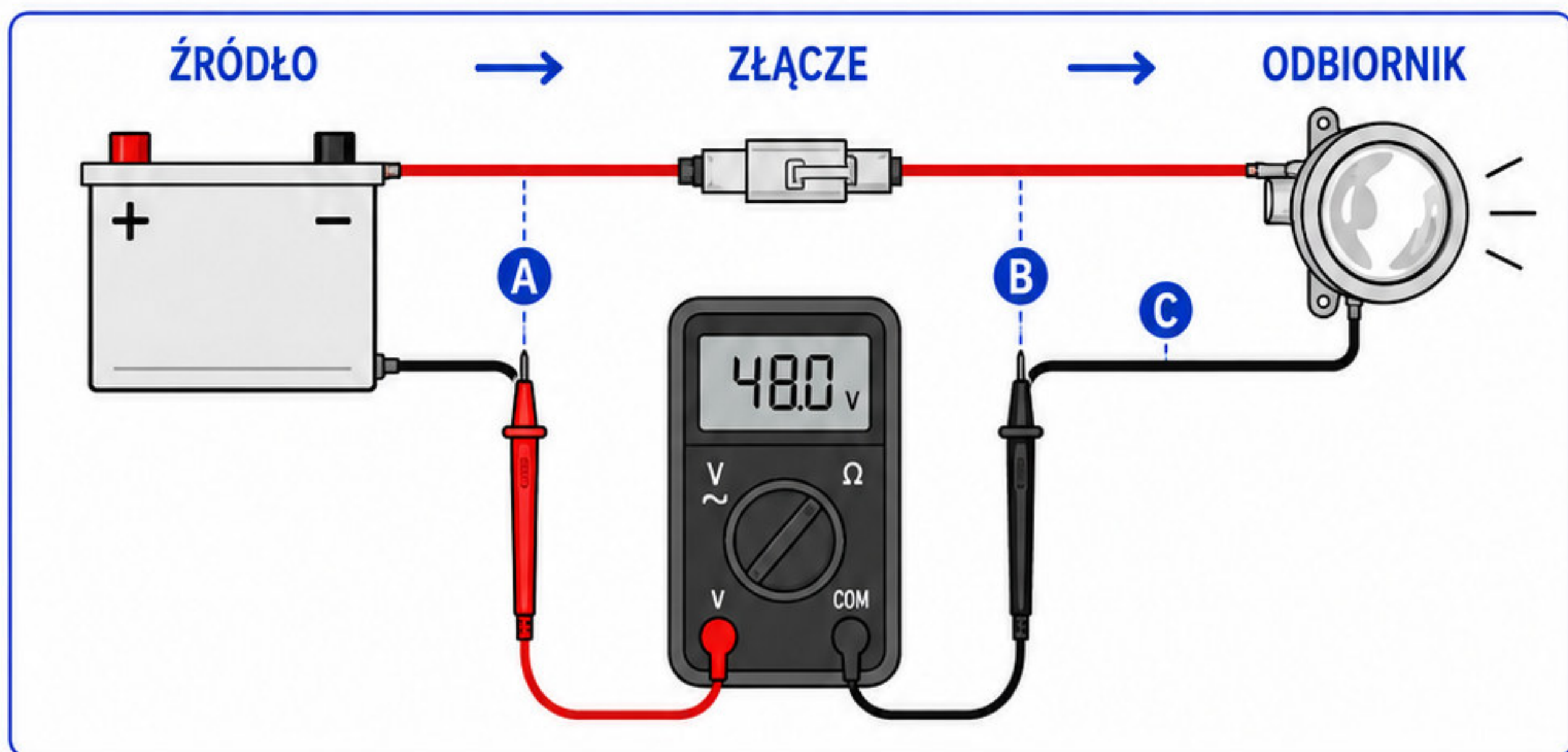
Ważne

- czy napięcie jest prawidłowe;
- czy pozostaje stabilne pod obciążeniem;
- czy odnosi się do właściwego punktu powrotnego.



Przykład

Na nieobciążonym przewodzie pojawia się napięcie. Po włączeniu odbiornika wartość gwałtownie spada. Wniosek: należy sprawdzić jakość połączenia lub źródła zasilania, a nie tylko obecność napięcia.



Czy pomiędzy dwoma punktami istnieje połączenie?

Test ciągłości jest przydatny do wykrywania przerw, ale nie mówi wszystkiego o jakości połączenia pod rzeczywistym obciążeniem.

Cel: Nauczyć użytkownika używać testu ciągłości w odpowiednim kontekście.



Gdzie jest przydatny?

- ✓ pojedynczy przewód;
- ✓ przelącznik;
- ✓ bezpiecznik;
- ✓ ścieżka połączenia;
- ✓ prosty odcinek wiązki.



Co test może potwierdzić?

Czy istnieje przewodząca droga pomiędzy dwoma punktami.



Czego nie potwierdza automatycznie?

- ✗ zdolności przewodu do przenoszenia dużego prądu bez strat;
- ✗ jakości kontaktu pod obciążeniem;
- ✗ pełnej sprawności modułu elektronicznego.



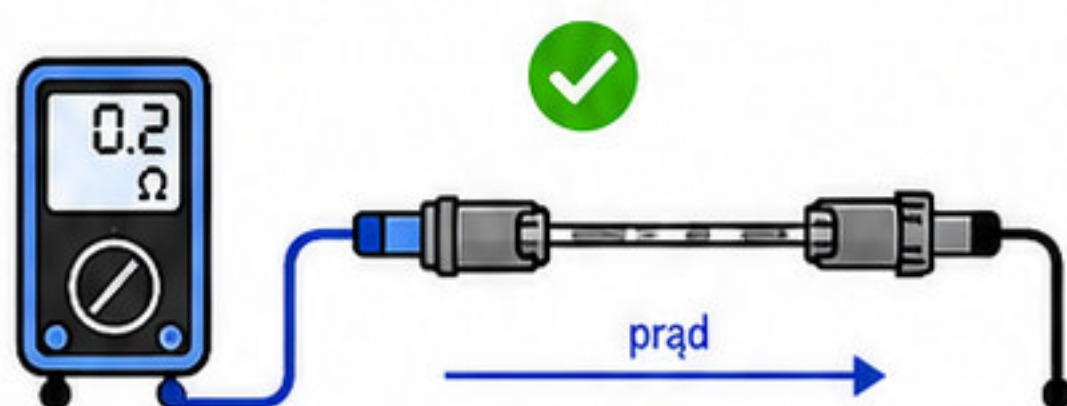
Test ciągłości należy wykonywać w warunkach odpowiednich dla danej procedury i nie na przypadkowo zasilonym obwodzie.



Przewód daje sygnał ciągłości. Jednak podczas pracy złącze się nagrzewa i występuje duży spadek napięcia.

Wniosek: ciągłość istnieje, ale jakość połączenia jest niewystarczająca.

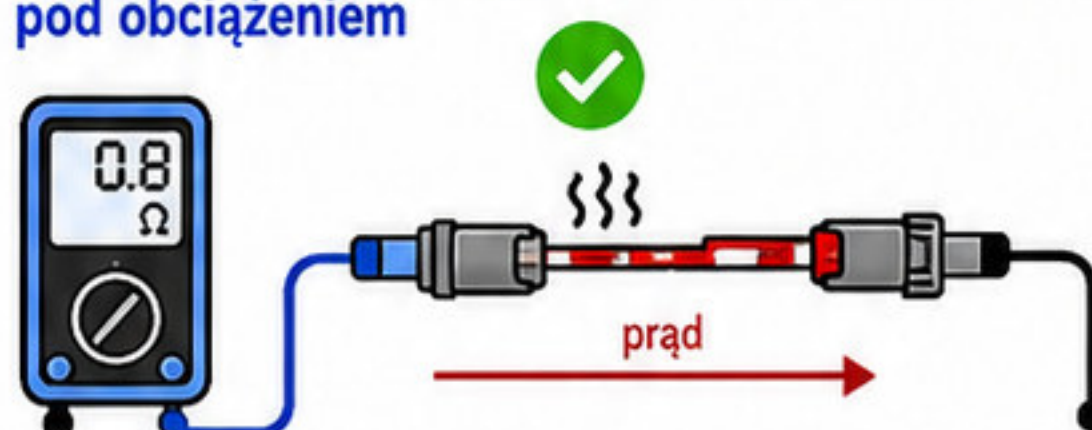
PRZEWÓD A — ciągłość + niski spadek



spadek napięcia niski (np. 0,05 V)

połączenie stabilne, nie nagrzewa się

PRZEWÓD B — ciągłość + duży spadek pod obciążeniem



spadek napięcia duży (np. 1,5 V)

złącze się nagrzewa, jakość słaba



Ciągłość odpowiada na pytanie: „czy jest połączenie?”, a nie zawsze: „czy połączenie jest dobre?”.

Opór elektryczny trzeba interpretować ostrożnie

Pomiar rezystancji jest przydatny, ale wynik zależy od badanego elementu, temperatury, jakości kontaktu i sposobu wykonania pomiaru.

Cel: Zapobiec błędnym diagnozom na podstawie pojedynczej wartości rezystancji.



Gdzie pomiar może być przydatny?

- ✓ wybrane czujniki;
- ✓ przewody;
- ✓ uzwojenia;
- ✓ rezystory;
- ✓ proste elementy pasywne.



Na wynik mogą wpływać

- ✓ rezystancja przewodów pomiarowych;
- ✓ temperatura;
- ✓ słaby kontakt końcówki;
- ✓ inne elementy nadal połączone z obwodem;
- ✓ bardzo niska wartość badanego elementu.

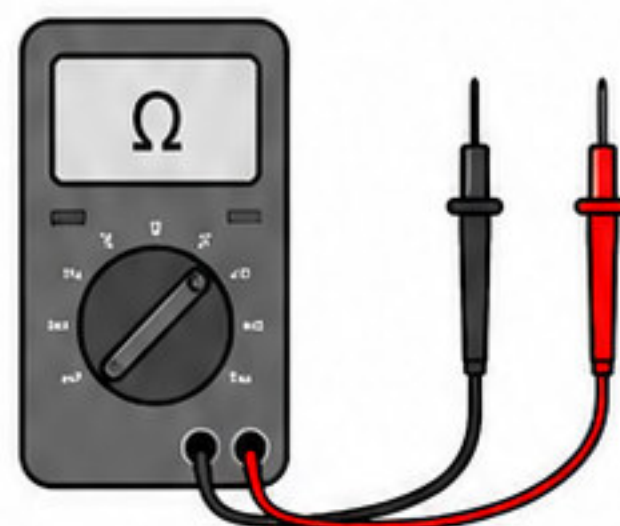


Przy bardzo niskich rezystancjach różnica między $0,1 \Omega$ i $0,3 \Omega$ może być trudna do wiarygodnego ocenienia zwykłym multimetrem.



Dlatego

- ✓ porównaj z dokumentacją;
- ✓ porównaj podobne elementy;
- ✓ kontroluj warunki pomiaru;
- ✓ uwzględniaj dokładność miernika.



Przykład

Trzy fazy silnika powinny wykazywać podobne zachowanie pomiarowe zgodnie z konstrukcją. Jedna wyraźnie różniąca się może być wskazówką wymagającą dalszej diagnostyki.



Faza U



0,36 Ω

✓ prawidłowo

Faza V



0,34 Ω

✓ prawidłowo

Faza W



1,28 Ω

✗ różnica – sprawdź dalej

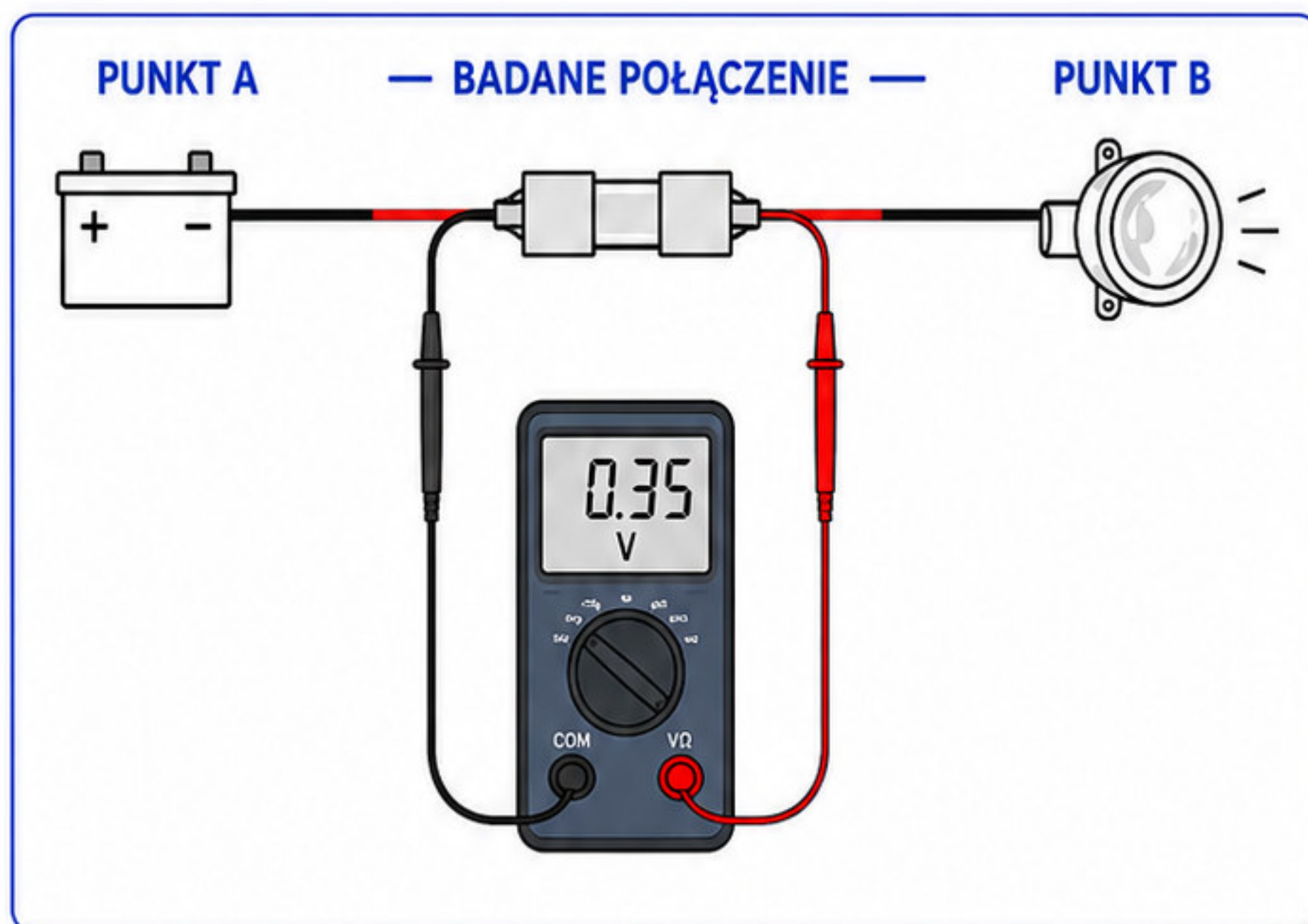
Najlepszy sposób na znalezienie strat w połączeniu

Spadek napięcia pozwala ocenić, ile napięcia „gubi się” na konkretnym przewodzie lub połączeniu podczas rzeczywistego przepływu prądu.

Cel: Utrwalić jeden z najbardziej praktycznych testów instalacji elektrycznej.

Kiedy używać?

- ✓ złącze wygląda poprawnie;
- ✓ ciągłość jest obecna;
- ✓ ale odbiornik działa słabo lub niestabilnie.



Warunek

Test wykonywać podczas odpowiedniego obciążenia, gdy przez badany odcinek rzeczywiście płynie prąd.



Interpretacja

Im większa różnica napięcia na danym połączeniu, tym większa część dostępnego napięcia tracona jest właśnie na nim.



Możliwe przyczyny zwiększonego spadku

- korozja;
- luźny pin;
- słaby zacisk;
- częściowo uszkodzony przewód;
- przegrzane złącze.



Przykład

Odbiornik działa słabo.
Napięcie źródła jest prawidłowe.
Duży spadek występuje na jednym złączu.

Wniosek: złącze staje się silnie podejrzanym miejscem problemu.



Nie podawać jednej uniwersalnej wartości granicznej dla wszystkich obwodów.

Niektóre problemy pojawiają się dopiero podczas pracy

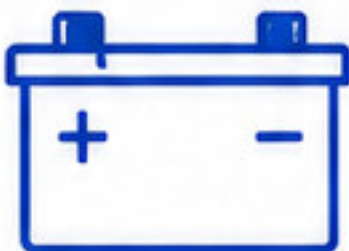
Element może wyglądać poprawnie w stanie spoczynku, a zawodzić dopiero wtedy, gdy układ zaczyna pobierać większy prąd.

Cel: Nauczyć użytkownika rozumieć znaczenie testów dynamicznych.

Co może zachowywać się inaczej pod obciążeniem?

- ✓ bateria;
- ✓ złącze;
- ✓ przewód;
- ✓ DC-DC;
- ✓ sterownik;
- ✓ ładowarka.

Przykład baterii



Bez obciążenia:
napięcie wygląda prawidłowo.

Pod obciążeniem:
napięcie gwałtownie spada; system się wyłącza.

Przykład złącza



Bez obciążenia:
ciągłość prawidłowa.

Pod obciążeniem:
połączenie się nagrzewa; napięcie na odbiorniku spada.

Przykład DC-DC



Bez obciążenia:
napięcie wyjściowe prawidłowe.

Po włączeniu świateł:
napięcie zanika lub staje się niestabilne.

ELEMENT	BEZ OBCIĄŻENIA	POD OBCIĄŻENIEM
 bateria	Napięcie spoczynkowe wygląda prawidłowo.	Napięcie gwałtownie spada; system się wyłącza.
 złącze	Ciągłość prawidłowa; rezystancja mała.	Połączenie się nagrzewa; napięcie na odbiorniku spada.
 DC-DC	Napięcie wyjściowe prawidłowe.	Po włączeniu świateł: napięcie zanika lub staje się niestabilne.



Test statyczny mówi, jak układ wygląda w spoczynku. Test pod obciążeniem pokazuje, jak zachowuje się podczas rzeczywistej pracy.



Warunki testu muszą być bezpieczne i zgodne z dokumentacją konkretnego pojazdu.

Nie tylko „jest” lub „nie ma” — obserwuj zmianę

Wiele czujników dostarcza zmienny sygnał, który należy obserwować podczas ruchu lub zmiany badanego parametru.

Cel: Nauczyć użytkownika odróżniać zasilanie czujnika od jego sygnału wyjściowego.

Typowy układ



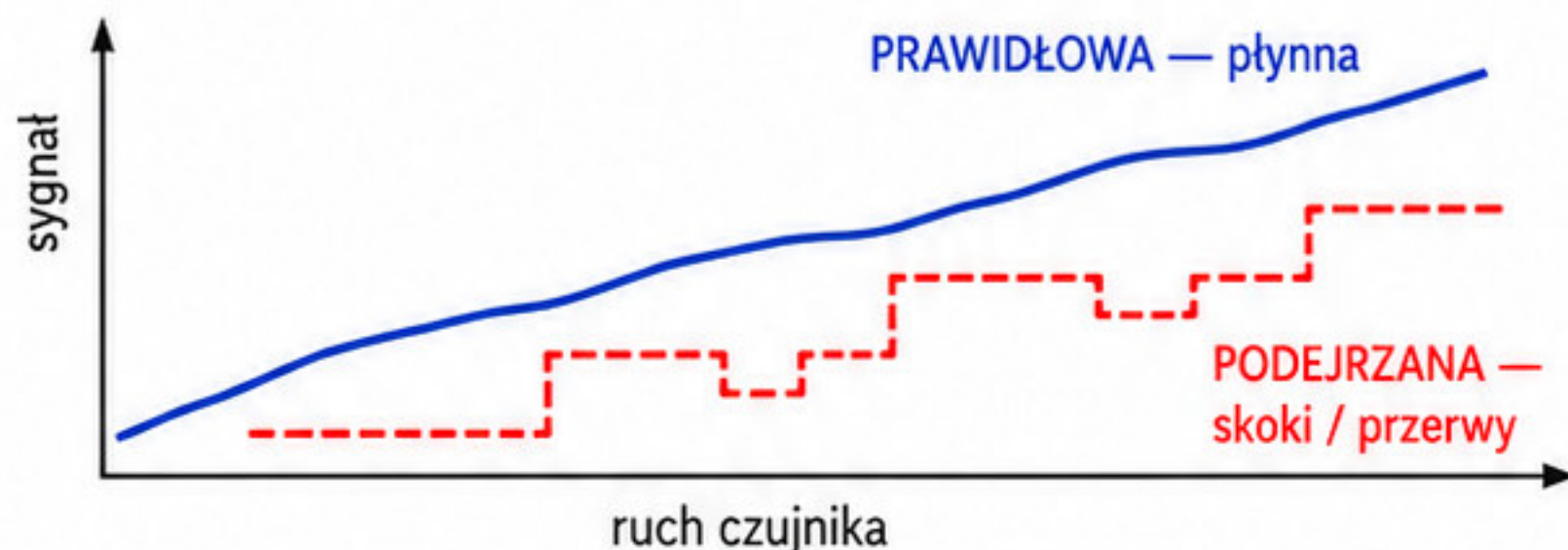
- zasilanie;
- przewód powrotny;
- sygnał.

Najpierw sprawdź

- 1 Czy czujnik ma zasilanie?
- 2 Czy ma prawidłowy przewód powrotny?
- 3 Czy sygnał zmienia się zgodnie z działaniem czujnika?

Przykład: manetka

Podczas powolnego obracania sygnał powinien zmieniać się w sposób płynny i przewidywalny zgodnie z dokumentacją.



Podejrzane zachowanie

- ✓ brak zmiany;
- ✓ nagłe skoki;
- ✓ przerwy;
- ✓ wartość poza oczekiwanym zakresem.

Przykład: czujnik położenia

Sygnał może przełączać się w określonych pozycjach.



sygnał zmienia się w określonych pozycjach



Nie podawać uniwersalnych napięć sygnałowych dla wszystkich typów czujników.

Pojedyncza liczba ma niewielką wartość bez punktu odniesienia

Wiarygodna diagnostyka często polega na porównaniu wartości zmierzonych w podobnych warunkach.

Cel: Nauczyć użytkownika budować sensowny punkt odniesienia.

Możliwe punkty odniesienia

 Dokumentacja producenta Najbardziej wartościowe źródło wartości oczekiwanych.	 Identyczny sprawny komponent Dobre porównanie, jeżeli warunki są takie same.	 Druga strona symetrycznego układu Np. podobny czujnik lub przewód.	 Wcześniejsze wyniki tego samego pojazdu Bardzo pomocne w konserwacji okresowej.	 Kilka etapów tego samego obwodu Pomaga znaleźć miejsce, w którym wynik zaczyna się zmieniać.
--	---	--	--	---

Zasada porównania

Porównuj pomiary wykonane w podobnych warunkach, takich jak:

- ✓ temperatura;
- ✓ poziom baterii;
- ✓ obciążenie;
- ✓ ustawienie systemu;
- ✓ punkt pomiarowy.



Pomiar A: wykonany na zimnym pojeździe bez obciążenia.

Pomiar B: wykonany po 20 minutach jazdy pod obciążeniem.

Nie należy traktować ich jako bezpośrednio równoważnych.

POMIAR	WARUNKI	WYNIK	PUNKT ODNIESIENIA	WNIOSEK
Napięcie baterii	80% naładowania, pojazd wyłączony	62,1 V	Specyfikacja producenta: 61–63 V przy 80%	✓ W normie
Napięcie baterii	80% naładowania, po 20 min jazdy	58,7 V	Wynik z poprzedniego pomiaru: 62,1 V (na zimno)	⚠ Niższe z powodu obciążenia – w normie
Napięcie silnika (na złączu)	100% gazu, koła uniesione	53,4 V	Identyczny sprawny pojazd: 53–55 V	✓ W normie
Sygnał czujnika prędkości	Koła obracane z tą samą prędkością	2,48 V	Druga strona układu: 2,50 V	✓ W normie
Spadek napięcia na przewodzie (+)	10 A obciążenia	0,18 V	Inny przewód tej samej grubości: 0,17 V	✓ W normie



Porównuj podobne z podobnym.

Karta diagnostyczna – test i wynik

Uniwersalna karta do wielokrotnego kopiowania, drukowania lub wypełniania cyfrowo.

Cel: Dać użytkownikowi standard dokumentowania każdego testu wykonanego na pojeździe.

A Pytanie diagnostyczne

Co dokładnie chcę sprawdzić?

B Rodzaj testu

- ☐ Napięcie
- ☐ Rezystancja
- ☐ Ciągłość
- ☐ Spadek napięcia
- ☐ Test pod obciążeniem
- ☐ Sygnał czujnika
- ☐ Inny: _____

C Punkty pomiarowe

Punkt A: _____

Punkt B: _____

D Warunki

- ☐ System wyłączony
- ☐ System aktywny
- ☐ Odbiornik włączony
- ☐ Pod obciążeniem
- ☐ Na zimno
- ☐ Po rozgrzaniu

Temperatura / dodatkowe warunki: _____

E Wynik

Wartość / zachowanie:

Wartość oczekiwana / punkt odniesienia:

F Interpretacja

- ☐ Wynik zgodny z oczekiwanym
- ☐ Wynik poza oczekiwanym
- ☐ Wynik niestabilny
- ☐ Wynik niejednoznaczny

G Wniosek

Co ten test potwierdza? _____

Czego ten test NIE potwierdza? _____

Następny krok: _____



Następny moduł: części i organizacja naprawy – jak dobierać komponenty, dokumentować wymianę i potwierdzać skuteczność naprawy.

Części i organizacja naprawy

Nauczyć użytkownika dobierać właściwe części zamienne, unikać niekompatybilnych komponentów, dokumentować naprawę i potwierdzać, że po wymianie rzeczywiście usunięto pierwotną przyczynę problemu.

Zakres modułu

- ✓ identyfikacja części;
- ✓ zgodność elektryczna;
- ✓ zgodność mechaniczna;
- ✓ numery części;
- ✓ jakość zamienników;
- ✓ kontrola przed montażem;
- ✓ dokumentowanie naprawy;
- ✓ test po wymianie;
- ✓ błędy podczas montażu;
- ✓ karta naprawy.



**Dobra część to nie tylko część,
która „pasuje” — musi być zgodna z całym systemem.**

Zanim zamówisz – ustal dokładnie, czego potrzebujesz

Element wyglądający identycznie może mieć inne parametry elektryczne, inne złącze lub inną konfigurację wewnętrzną.

Cel: Nauczyć użytkownika identyfikować część na podstawie danych, a nie tylko wyglądu.



Zbierz informacje

Przed wyszukaniem części zanotuj:

- ✓ marka pojazdu;
- ✓ model;
- ✓ rok lub wersję;
- ✓ numer seryjny, jeśli jest potrzebny;
- ✓ numer części;
- ✓ oznaczenia producenta;
- ✓ parametry z etykiety;
- ✓ liczbę i układ pinów;
- ✓ zdjęcia obu stron komponentu.



Nie polegaj wyłącznie na:

- ✗ kolorze obudowy;
- ✗ wymiarach;
- ✗ podobnym zdjęciu w sklepie;
- ✗ samej nazwie typu „sterownik 48 V”.



Przykład

Dwa sterowniki mogą mieć to samo napięcie znamionowe, wyglądać niemal identycznie i mieć podobne złącza, a mimo to różnić się w:

- sposobie komunikacji;
- mapie pinów;
- prądzie;
- obsługiwanych czujnikach;
- oprogramowaniu.

WYGLĄDA TAK SAMO

Oba sterowniki wyglądają niemal identycznie. Podobna obudowa i złącze.



Złącze wygląda podobnie:



Tabliczka znamionowa wydaje się podobna:

STEROWNIK	
Napięcie:	48 V DC
Prąd maks.:	60 A
Moc maks.:	3000 W
Nr partii:	2024-05



STEROWNIK	
Napięcie:	48 V DC
Prąd maks.:	60 A
Moc maks.:	3000 W
Nr partii:	2024-06

JEST RZECZYWIŚCIE ZGODNE

Szczegóły techniczne pokazują różnice, które mają znaczenie.



Komunikacja
CAN 2.0 $\neq$ UART



Mapa pinów
1 2 3 4 5 6 $\neq$ 1 2 3 4 5 6
Black Red Yellow Green Blue White Red Black Yellow Green Blue White



Prąd maksymalny
60 A $\neq$ 45 A



Obsługiwane czujniki
Hall + NTC $\neq$ Hall



Oprogramowanie / funkcje
Rekuperacja: Tak $\neq$ Rekuperacja: Nie



Identyfikacja części zaczyna się od numerów i parametrów, nie od podobieństwa wizualnego.

Czy część pasuje elektrycznie do systemu?

Prawidłowa część musi być zgodna z napięciem, prądem, sygnałami i sposobem komunikacji pojazdu.

Cel: Dać użytkownikowi checklistę kompatybilności elektrycznej.

Sprawdź co najmniej

- ✓ napięcie nominalne;
- ✓ dopuszczalne napięcie pracy;
- ✓ prąd znamionowy;
- ✓ maksymalny prąd, jeśli podany;
- ✓ sposób sterowania;
- ✓ typ czujników;
- ✓ napięcia pomocnicze;
- ✓ komunikację cyfrową, jeśli występuje;
- ✓ polaryzację.



Przykład: ładowarka

- typ baterii;
- napięcie systemu;
- wymagany profil ładowania;
- dopuszczalny prąd;
- polaryzacja;
- złącze.



Przykład: sterownik

Samo napięcie 48 V nie wystarczy. Sprawdź również:

- prąd;
- rodzaj silnika;
- czujniki;
- manetkę;
- wyświetlacz;
- komunikację.



**Mechanicznie pasująca wtyczka
nie potwierdza zgodności elektrycznej.**

ZGODNOŚĆ

=



NAPIĘCIE

+



PRĄD

+



SYGNAŁY

+



KOMUNIKACJA

+



POLARYZACJA

Parametry elektryczne to tylko połowa dopasowania

Komponent może być elektrycznie zgodny, ale nadal nie nadawać się do montażu z powodu wymiarów, mocowania lub prowadzenia przewodów.

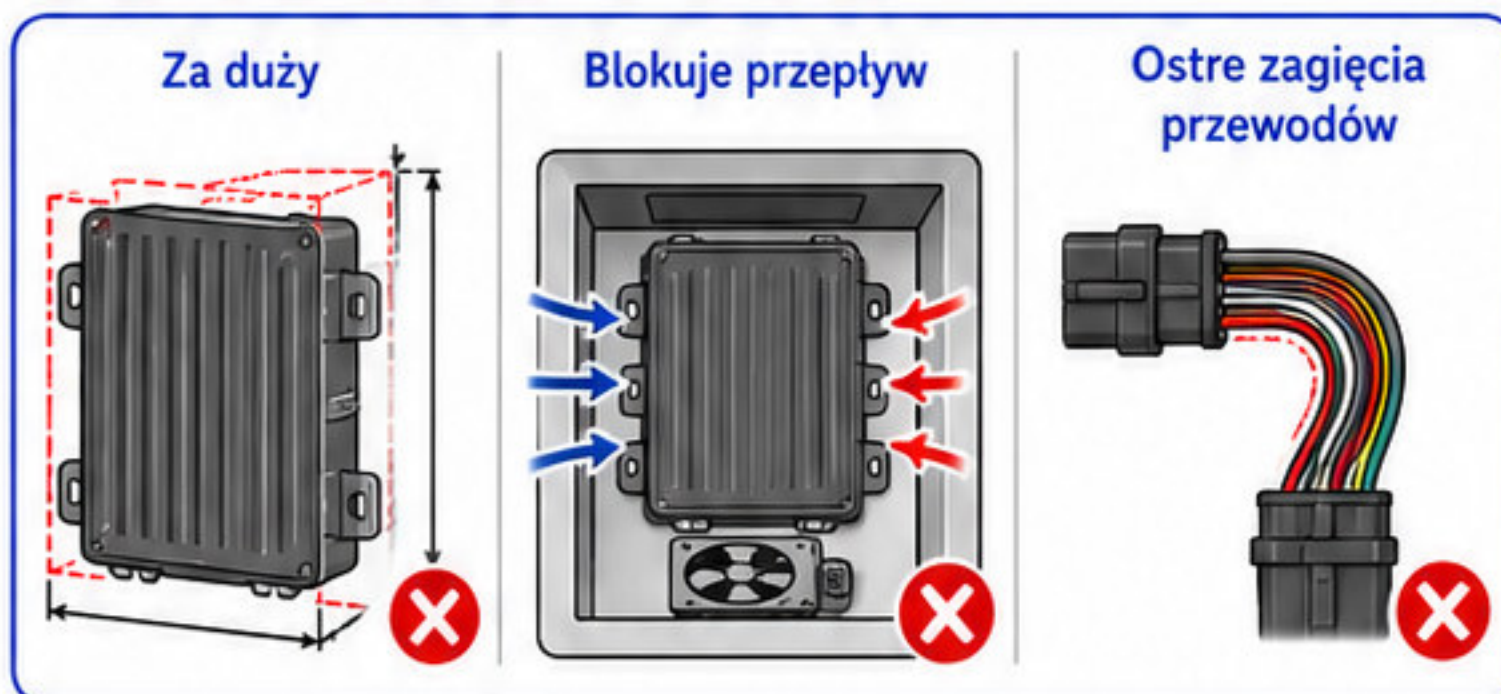
Cel: Nauczyć użytkownika sprawdzać kompatybilność mechaniczną przed montażem.

Sprawdź

- ✓ wymiary;
- ✓ rozstaw otworów;
- ✓ położenie uchwytów;
- ✓ długość przewodów;
- ✓ kierunek wyprowadzenia przewodów;
- ✓ miejsce na złącza;
- ✓ przestrzeń na chłodzenie;
- ✓ możliwość bezpiecznego zamknięcia osłon.

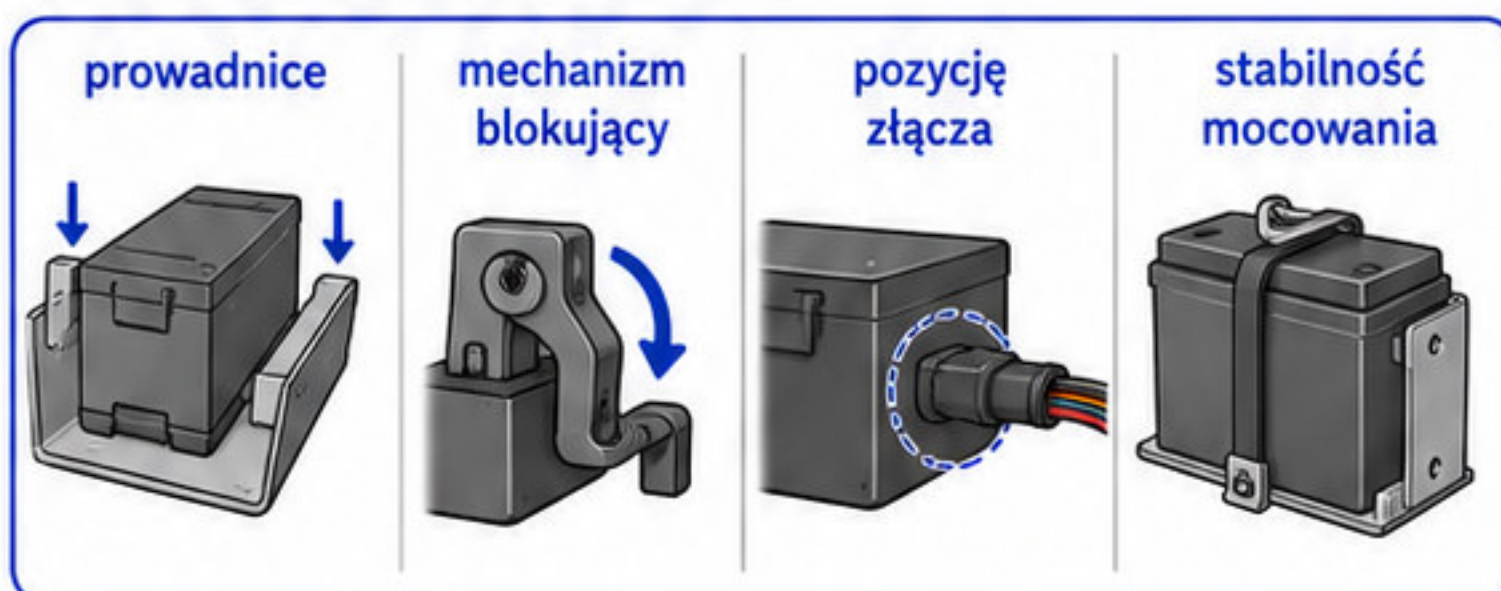
Przykład: sterownik

Nowy sterownik może być elektrycznie zgodny (te same napięcie, złącza, funkcje), ale jeśli jest większy, blokuje przepływ powietrza lub wymusza ostre zagięcia przewodów — montaż może być błędny mimo pełnej zgodności elektrycznej.



Przykład: bateria

Nawet jeśli bateria ma odpowiednie napięcie i pojemność, sprawdź dopasowanie mechaniczne.



WYMIARY



Czy element mieści się w dostępnej przestrzeni?

MOCOWANIE



Czy można go pewnie zamocować?

PRZEWODY



Czy przewody mają wystarczający luz i prawidłowy kierunek?

CHŁODZENIE



Czy przepływ powietrza nie jest blokowany?

DOSTĘP SERWISOWY



Czy możliwy jest dostęp do złączy i elementów serwisowych?



Część nie powinna wymagać trwałego naprężania przewodów lub pozostawienia osłon niedomkniętych.

Nie każda tańsza część jest tańszą naprawą

Cena zakupu jest tylko jednym z kryteriów wyboru części.

Cel: Nauczyć użytkownika oceniać część według ryzyka, zgodności i jakości.



1. Część oryginalna

Projektowana przez producenta pojazdu, zgodna z jego wymaganiami.



Zalety

- największa szansa na zgodność
- poprawne złącza
- zgodność z dokumentacją producenta



Możliwe wady

- cena
- dostępność



2. Zamiennik

Może być dobrym wyborem, jeśli spełnia kryteria jakości i zgodności.



Zalety

- często niższa cena
- szeroka dostępność



Ryzyka

- inne parametry
- słabsze złącza
- brak dokumentacji



3. Część używana

Może mieć sens w przypadku rzadkich komponentów, elementów mechanicznych lub trudno dostępnych modułów.



Zalety

- niski koszt
- dostępność części, które są wycofane



Ryzyka

- nieznany przebieg
- ukryte uszkodzenia
- wilgoć
- wcześniejsze przeciążenia

KRYTERIUM	ORYGINAŁ	ZAMIENNIK	UŻYWANA
 zgodność	bardzo wysoka	średnia do wysoka*	niepewna
 dokumentacja	pełna	częściowa / zależna od producenta	często brak
 koszt	wysoki	średni do niskiego	niski
 ryzyko	bardzo niskie	średnie	wysokie
 trwałość przewidywana	najwyższa	średnia	niepewna

* zależy od producenta zamiennika i specyfikacji części.



Najtańsza część może zwiększyć całkowity koszt, jeśli wymaga kolejnej naprawy lub powoduje dodatkowe usterki.

Sprawdź nową część zanim ją zamontujesz

Nowy komponent może być uszkodzony, źle opisany lub niezgodny.

Cel: Dać użytkownikowi prostą procedurę odbioru części przed instalacją.

1 Krok 1 — Porównaj oznaczenia

- numer części;
- model;
- parametry;
- etykietę.

2 Krok 2 — Porównaj złącza

- liczbę pinów;
- położenie pinów;
- mechanizm zatrzasku;
- polaryzację.

3 Krok 3 — Porównaj mechanikę

- wymiary;
- mocowanie;
- długość przewodów.

4 Krok 4 — Obejrzyj stan

- pęknięć;
- uszkodzeń transportowych;
- cofniętych pinów;
- uszkodzonej izolacji;
- śladów korozji.

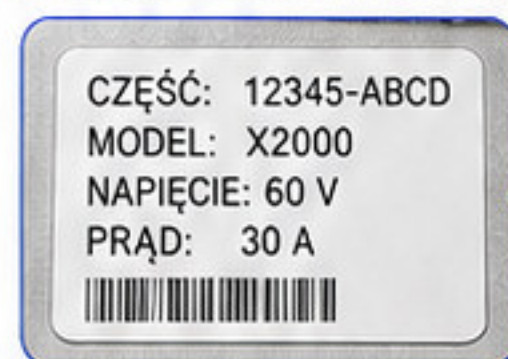
5 Krok 5 — Zrób zdjęcie

- nowej części;
- starej części;
- złączy;
- oznaczeń.

NOWA CZĘŚĆ



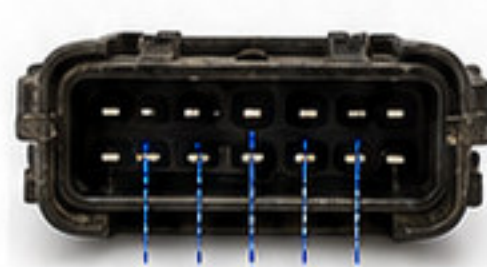
STARA CZĘŚĆ



1 OZNACZENIA



2 ZŁĄCZA



3 MECHANIKA



4 STAN



5 ZDJĘCIA



- ☐ nowej części
- ☐ starej części
- ☐ złączy
- ☐ oznaczeń

- ☐ nowej części
- ☐ starej części
- ☐ złączy
- ☐ oznaczeń



**Jeżeli część nie zgadza się z dokumentacją,
nie próbuj „dopasować” jej siłą.**

Dobra dokumentacja skraca kolejną diagnozę

Zdjęcia, pomiary i krótki zapis wykonanych działań tworzą historię pojazdu.

Cel: Nauczyć użytkownika prowadzić prostą dokumentację serwisową.

1

Przed naprawą zapisz



- zgłoszony objaw;
- kody błędów;
- wyniki testów;
- stan wizualny;
- konfigurację złączy.

2

Podczas naprawy



Dokumentuj:

- odłączone przewody;
- lokalizację śrub;
- uszkodzone elementy;
- numery wymienianych części.

3

Po naprawie



Zapisz:

- nowy numer części;
- wykonane pomiary;
- wynik testu;
- czy kod błędu wrócił;
- czy pierwotny objaw zniknął.



Praktyczna lista zdjęć

1

cały obszar przed demontażem



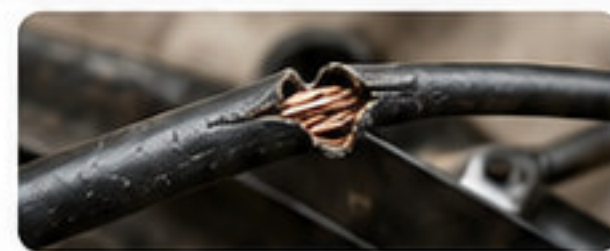
2

zbliżenie złączy



3

uszkodzenie



4

stara i nowa część obok siebie



5

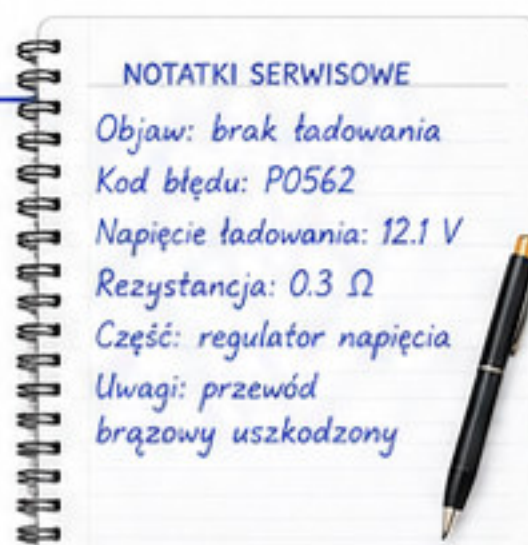
układ po montażu



1. Zrób zdjęcia



2. Zapisz pomiary i notatki



3. Zapisz działania



4. Zachowaj historię



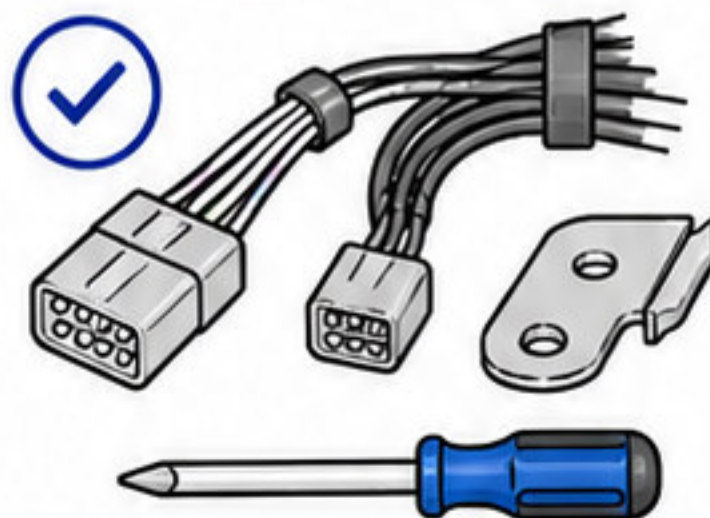
Dobrze udokumentowana naprawa pozwala później szybko ustalić, co zostało zmienione.

Wymiana części nie kończy diagnostyki

Naprawę uznaje się za skuteczną dopiero po potwierdzeniu, że pierwotny objaw zniknął i system działa prawidłowo.

Cel: Nauczyć użytkownika prowadzić kontrolę końcową po każdej interwencji.

1 Krok 1 – Kontrola wizualna



- złącza;
- przewody;
- mocowanie;
- osłony;
- pozostawione narzędzia lub elementy.



2 Krok 2 – Test statyczny



Sprawdź podstawowe funkcje pojazdu, gdy stoi.



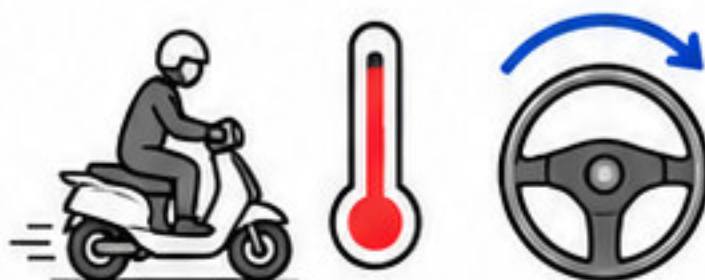
3 Krok 3 – Test funkcjonalny



Aktywuj funkcję, która wcześniej powodowała problem.



4 Krok 4 – Test w warunkach objawu



- pod obciążeniem;
 - po rozgrzaniu;
 - przy skręcie kierownicy;
- Ponownie przetestuj w warunkach podobnych do tych, w których występował pierwotny objaw.



5 Krok 5 – Ponowna kontrola kodów



- błąd zniknął;
- pojawił się nowy błąd;
- system zapisał historię błęd.



„Teraz działa” jest słabszym potwierdzeniem niż „nie udało się odtworzyć pierwotnego objawu w tych samych warunkach”.



Kontrola wizualna



Test statyczny



Test funkcjonalny



Test w warunkach objawu



Potwierdzenie końcowe

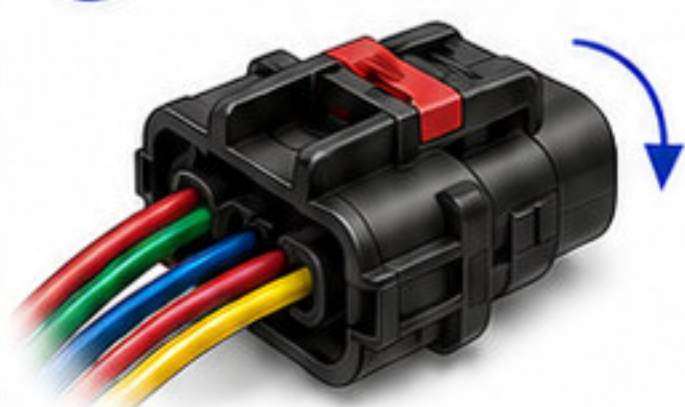
Najczęstsze błędy podczas naprawy

Naprawa może stworzyć nową usterkę.

Część problemów pojawiających się po serwisie wynika nie z komponentu, ale z montażu.

Cel: Zmniejszyć ryzyko błędów wtórnych.

1 Niedociśnięte złącze



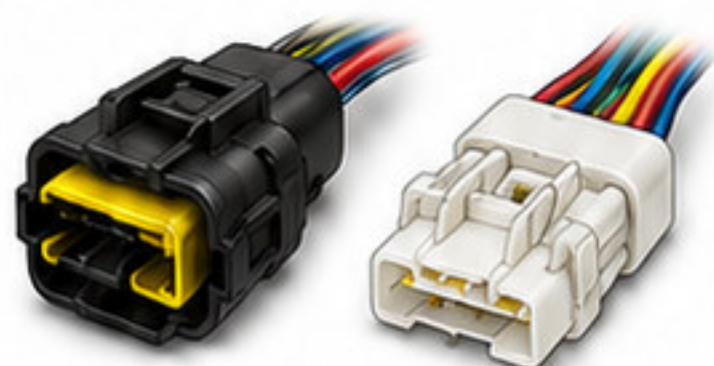
Wtyczka wygląda na podłączoną, ale zatrzask nie jest zamknięty.

2 Cofnięty pin



Jeden terminal nie tworzy kontaktu.

3 Zamiana podobnych złączy



Dwa konektory mechanicznie pasują, ale mają inną funkcję.

4 Przewód przygnieciony osłoną



Może prowadzić do późniejszego zwarcia.

5 Zbyt napięta wiązka



Ruch kierownicy powoduje naprężenie.

6 Brak prawidłowego mocowania



Sterownik lub inny moduł drga podczas jazdy.

7 Pominięta uszczelka



Wilgoć może dostać się do złącza.

8 Brak testu końcowego



Usterka zostaje uznana za naprawioną bez potwierdzenia.



Reguła 60 sekund

Przed oddaniem pojazdu sprawdź każdy z tych elementów:

✓ złącza ✓ przewody ✓ śruby ✓ osłony ✓ narzędzia

60 sekund kontroli teraz może zaoszczędzić godziny diagnostyki później.

Karta serwisowa – naprawa / wymiana

Cel: Stworzyć profesjonalny zapis całej interwencji serwisowej.

A Pojazd

Marka: _____

Model: _____

Data: _____

B Pierwotny objaw

C Potwierdzona przyczyna

D Wymieniona / naprawiona część

Nazwa: _____

Numer części: _____

Producent: _____

Nowa / używana / zamiennik: _____

E Kontrola przed montażem

- ☐ Parametry zgodne
- ☐ Złącza zgodne
- ☐ Mocowanie zgodne
- ☐ Brak uszkodzeń
- ☐ Polaryzacja potwierdzona
- ☐ Dokumentacja sprawdzona

F Test po naprawie

- ☐ System uruchamia się
- ☐ Pierwotny objaw nie występuje
- ☐ Brak nowych kodów błędów
- ☐ Test pod obciążeniem wykonany
- ☐ Złącza nie przegrzewają się
- ☐ Funkcje pomocnicze sprawdzone

G Wynik końcowy

- ☐ Naprawa: potwierdzona
- ☐ wymaga dalszej diagnostyki

Notatki

Następny moduł: inne problemy i diagnostyka końcowa — nietypowe objawy, usterki okresowe, kontrola po zalaniu i uniwersalna ścieżka diagnostyczna całego pojazdu.

Inne problemy i diagnostyka końcowa

Nauczyć użytkownika radzić sobie z nietypowymi, nieregularnymi lub wielobjawowymi usterkami oraz wykonać końcową diagnostykę całego pojazdu w sposób logiczny i powtarzalny.

Zakres modułu

- ✓ usterki okresowe
- ✓ problemy po deszczu lub zalaniu
- ✓ problemy po upadku lub kolizji
- ✓ rozładowywanie podczas postoju
- ✓ ograniczona moc
- ✓ nietypowe zachowanie po naprawie
- ✓ kilka usterek jednocześnie
- ✓ pełna ścieżka diagnostyczna
- ✓ końcowa checklista
- ✓ mapa szybkiej konsultacji



Najtrudniejsze usterki stają się prostsze, gdy przestajesz zgadywać i zaczynasz eliminować kolejne możliwości.

Gdy problem raz jest, a raz znika

Usterki przerywane nie są przypadkowe — zwykle zależą od konkretnego warunku. Twoje obserwacje są kluczem do prawidłowej diagnozy.

Cel: Nauczyć się dokumentować warunki i czynniki, które wywołują lub usuwają usterki przerywane.



Zapisuj, kiedy problem występuje

- ✓ po rozgrzaniu
- ✓ na zimno
- ✓ przy dużym obciążeniu
- ✓ na nierównej drodze
- ✓ po deszczu
- ✓ podczas skręcania
- ✓ przy określonym poziomie baterii
- ✓ po dłuższym postoju



Zapisuj, co przywraca działanie

- ✓ ponowne uruchomienie
- ✓ poruszenie kierownicą
- ✓ odczekanie kilku minut
- ✓ schłodzenie
- ✓ ponowne podłączenie baterii
- ✓ poruszenie złączem

Możliwe grupy przyczyn



Temperatura

- sterownik
- bateria
- złącze



Drgania

- przewód
- luźny pin
- mocowanie



Wilgoć

- złącza
- panel
- czujniki



Stan naładowania

- bateria
- BMS
- spadek napięcia

Karta obserwacji

WARUNEK	OBJAW	CZAS WYSTĄPIENIA	CO PRZYWRACA DZIAŁANIE



Im dokładniej potrafisz odtworzyć usterkę, tym łatwiej ją zmierzyć.

Wilgoć może tworzyć usterki w wielu miejscach naraz

Woda może wpływać na złącza, czujniki, panele, sterowniki i wiązki przewodów. Dlatego diagnostykę należy zacząć od ustalenia, gdzie doszło do kontaktu z wilgocią.

Cel: Zidentyfikować miejsca narażone na wilgoć i rozpocząć diagnozę od najbardziej prawdopodobnego punktu.

Najpierw ustal

- ✓ czy pojazd był tylko mokry z zewnątrz;
- ✓ czy doszło do intensywnego mycia;
- ✓ czy pojazd stał w wodzie;
- ✓ czy problem pojawił się natychmiast;
- ✓ czy dopiero po pewnym czasie.



Sprawdź

- ✓ panel;
- ✓ złącza przy kierownicy;
- ✓ port ładowania;
- ✓ sterownik;
- ✓ złącza silnika;
- ✓ okolice baterii;
- ✓ złącza pod osłonami.

Typowe ślady

- ✓ krople;
- ✓ kondensacja;
- ✓ zielony nalot;
- ✓ biały osad;
- ✓ przebarwienia pinów;
- ✓ ślady po wyschniętej wodzie.



To, że pojazd zaczyna działać po wyschnięciu, nie oznacza, że problem został rozwiązany. Korozja może rozwijać się dalej.

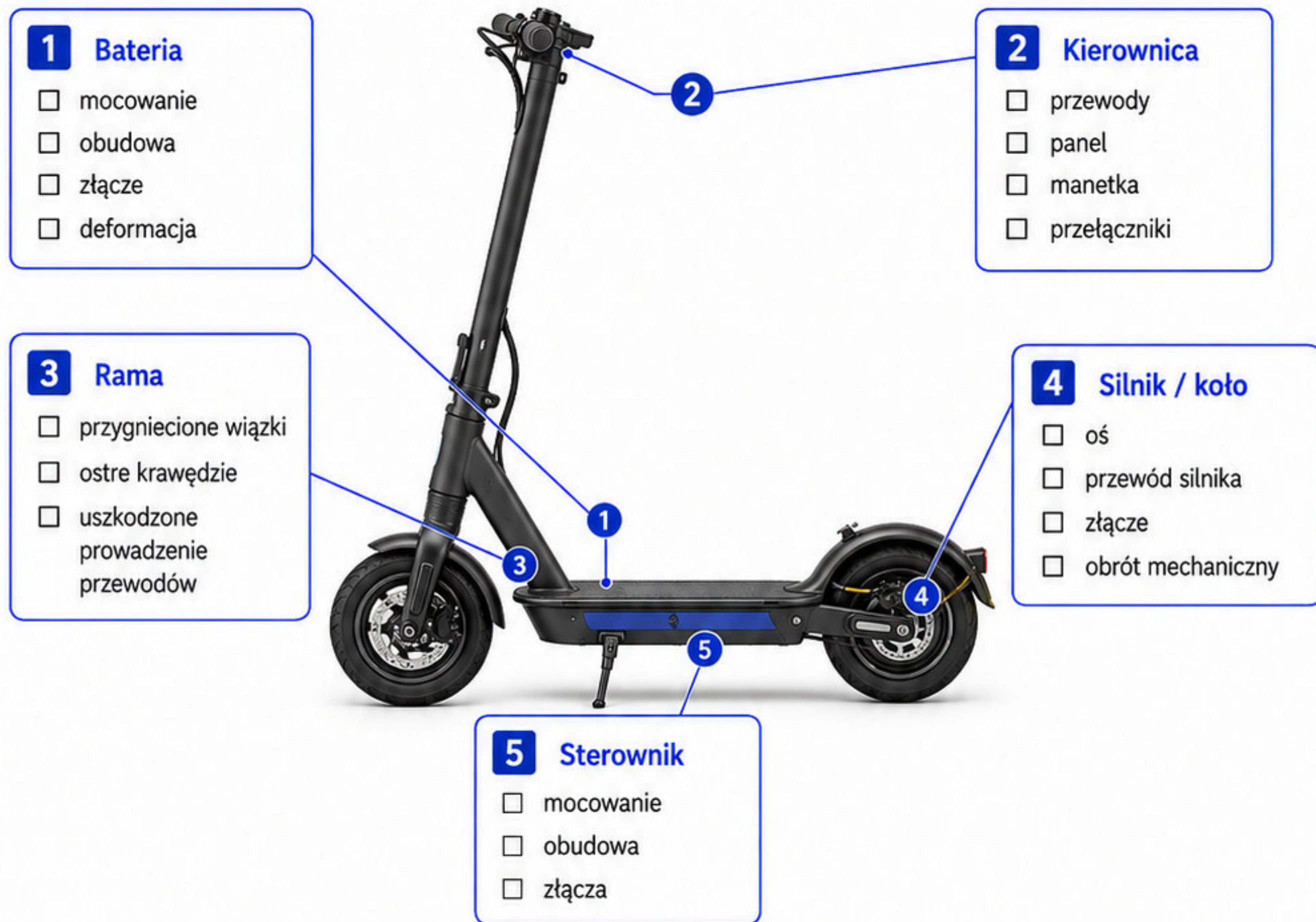
Procedura krok po kroku

- 1** Zlokalizuj obszar, który miał kontakt z wodą.
- 2** Sprawdź złącza i elementy najbardziej narażone na działanie wilgoci.
- 3** Oceń stan uszczelnień i osłon w tym obszarze.
- 4** Sprawdź działanie systemu po dokładnym wysuszeniu.
- 5** Po naprawie usuń przyczynę dostawania się wilgoci.

Po zdarzeniu mechanicznym sprawdź więcej niż obudowę

Upadek lub uderzenie mogą spowodować uszkodzenia instalacji elektrycznej, które nie są widoczne na pierwszy rzut oka.

Cel: Wychwycić ukryte uszkodzenia, zanim doprowadzą do awarii lub zagrożenia.



Objawy mogą pojawić się później



przewód został częściowo uszkodzony



pin poluzował się



obudowa baterii została osłabiona



złącze zaczęło pracować podczas drgań



Uszkodzenie mechaniczne może stać się usterką elektryczną dopiero podczas późniejszej jazdy.

Pojazd stoi, a energii ubywa

Spadek poziomu baterii podczas postoju może wynikać z normalnego poboru systemu, dodatkowych akcesoriów, problemów z instalacją lub z samej baterii. Prawidłowa diagnoza wymaga porównania warunków i pomiarów.

Cel: Rozpoznać przyczyny ubytku energii na postoju i określić właściwy kierunek diagnostyki.



Możliwe przyczyny

- ✓ alarm
- ✓ moduł bezkluczykowy
- ✓ tracker
- ✓ panel lub moduł pozostający aktywny
- ✓ przetwornica DC-DC
- ✓ nieprawidłowo podłączone akcesorium
- ✓ upływ prądu
- ✓ samorozładowanie baterii
- ✓ problem z BMS



Najpierw porównaj

- ✓ poziom baterii po odstawieniu
- ✓ czas postoju
- ✓ temperaturę
- ✓ stan po ponownym uruchomieniu



Ważne rozróżnienie

Wskazanie procentowe to nie zawsze dokładny pomiar energii.

Do oceny trendu używaj:

- powtarzalnych warunków,
- pomiarów,
- dokumentacji pojazdu.

Logika diagnostyczna



ENERGIA UBYWA



Czy pojazd ma odbiorniki aktywne podczas postoju?



Czy pobór jest zgodny z projektem?



Czy dodatkowe akcesoria zwiększają pobór?



Czy bateria zachowuje energię po odłączeniu zgodnie z bezpieczną procedurą?



Szybkie rozładowanie na postoju nie oznacza automatycznie uszkodzonej baterii.

Ograniczona moc: szukaj przyczyny w całym systemie

Cel: Nauczyć użytkownika, że ograniczona moc może mieć źródło w różnych elementach układu, a skuteczna diagnoza wymaga sprawdzenia całego systemu.

1 Obszar 1 — Bateria



- ✓ poziom naładowania
- ✓ spadek napięcia pod obciążeniem
- ✓ temperaturę
- ✓ stan baterii

2 Obszar 2 — Sterownik



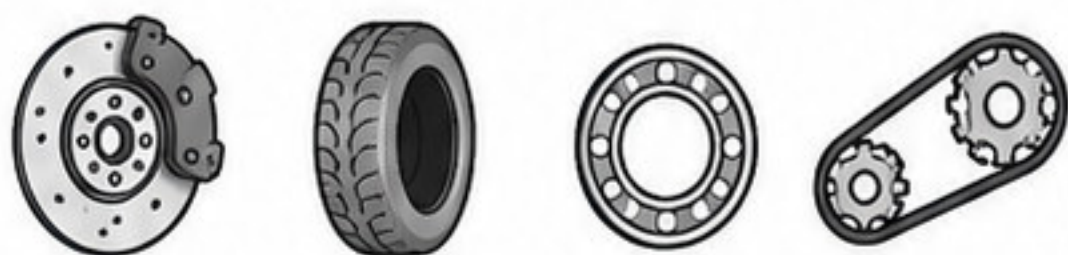
- ✓ kody błędów
- ✓ temperaturę
- ✓ ograniczenie mocy
- ✓ sygnał manetki

3 Obszar 3 — Silnik



- ✓ temperaturę
- ✓ fazy
- ✓ czujniki
- ✓ nietypowe dźwięki

4 Obszar 4 — Mechanika

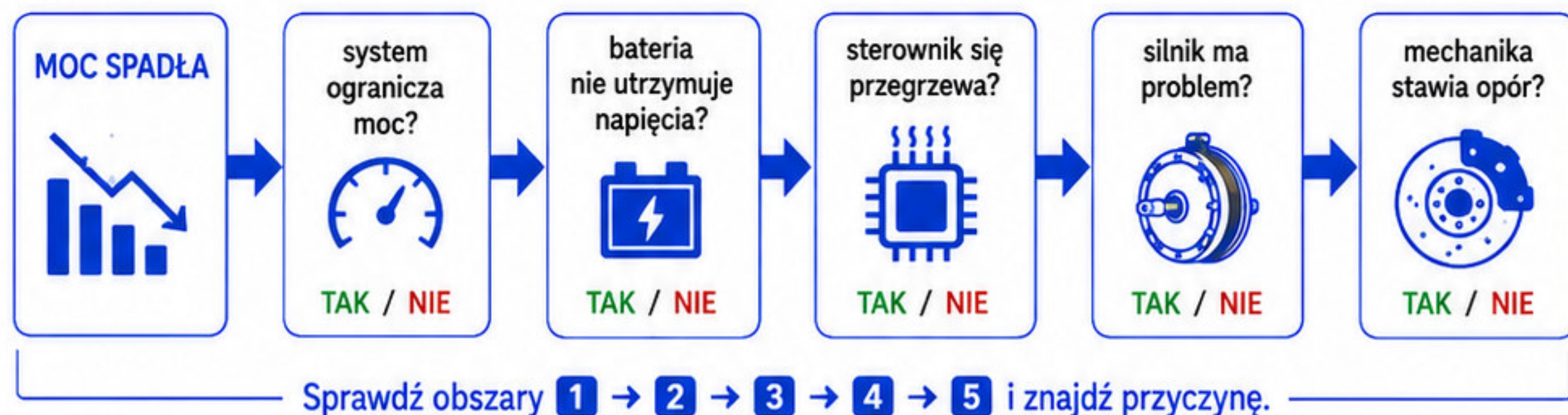


- ✓ hamulce
- ✓ ciśnienie w oponach
- ✓ łożyska
- ✓ transmisję

5 Obszar 5 — Warunki



- ✓ temperaturę otoczenia
- ✓ większe obciążenie
- ✓ wzniesienia
- ✓ wiatr
- ✓ tryb jazdy



Osiągi pojazdu są wynikiem współpracy wielu podzespołów.

Nowy objaw po serwisie?

Najpierw sprawdź to, co zostało ruszone

Jeśli problem pojawia się od razu po naprawie, najskuteczniejsza diagnostyka zaczyna się w obszarze, w którym została wykonana praca.

Cel: Szybko i logicznie zlokalizować przyczynę nowego objawu po interwencji serwisowej.



Sprawdź w pierwszej kolejności

- ✓ odłączane złącza
- ✓ piny
- ✓ masy
- ✓ przewody przesuwane podczas demontażu
- ✓ elementy montowane w nowej pozycji
- ✓ bezpieczniki
- ✓ uszczelnienia



Typowe błędy

- ✓ wtyczka nie została dociśnięta
- ✓ pin cofnął się
- ✓ dwie podobne wtyczki zostały zamienione
- ✓ przewód został przygnieciony
- ✓ masa nie została dokręcona
- ✓ czujnik został przestawiony



Prosta metoda analizy

- **PRZED NAPRAWĄ:** objaw A
- **NAPRAWA:** element X
- **PO NAPRAWIE:** pojawia się objaw B



Co podczas naprawy mogło mieć wpływ na funkcję B?



Ważne

Nie zakładaj automatycznie, że nowa część jest uszkodzona.
Najpierw sprawdź montaż, konfigurację, kompatybilność, złącza.

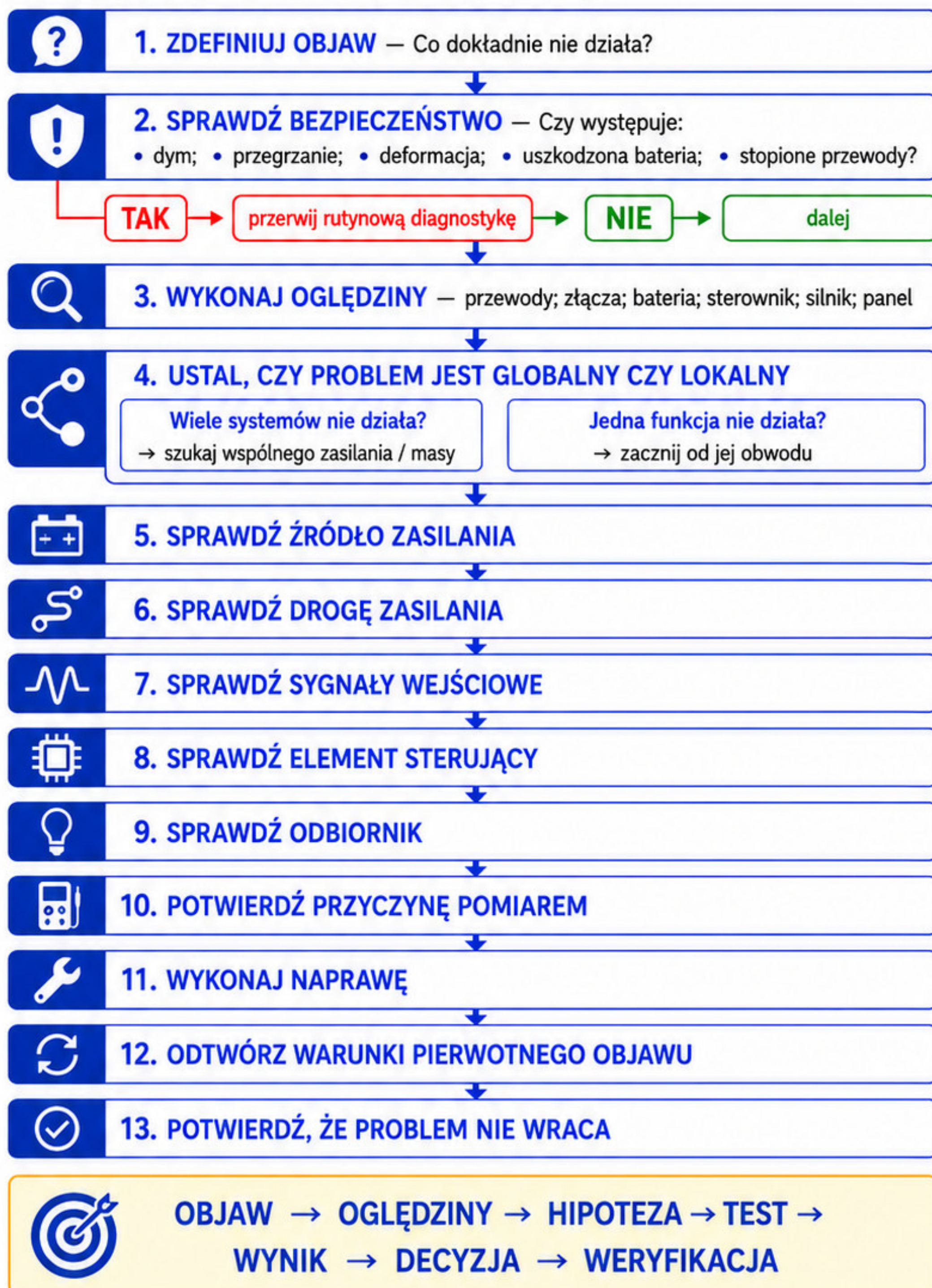


**Nowa usterka po interwencji
często prowadzi do miejsca ostatniej zmiany.**

Od objawu do przyczyny – pełny algorytm

Kluczowa strona flowchartowa całego podręcznika.

Cel: Połączyć wszystkie poprzednie moduły w jeden uniwersalny proces diagnostyczny, prowadzący od objawu do potwierdzonej i usuniętej przyczyny.



Kontrola okresowa — zanim pojawi się usterka

Koncepcja: Regularna kontrola pozwala wykryć drobne problemy, zanim przerodzą się w kosztowne awarie i nieplanowane przestoje.

Cel: Niniejszy moduł służy również jako narzędzie do konserwacji prewencyjnej.



Duża checklista do wielokrotnego użycia.

A Sekcja A — Bateria

- ☐ Obudowa bez deformacji
- ☐ Złącze bez przegrzania
- ☐ Brak wilgoci
- ☐ Mocowanie stabilne
- ☐ Brak nietypowego spadku zasięgu

B Sekcja B — Ładowanie

- ☐ Przewód ładowarki bez uszkodzeń
- ☐ Wtyczka stabilna
- ☐ Port czysty
- ☐ Brak śladów przegrzania
- ☐ Proces ładowania przebiega normalnie

C Sekcja C — Przewody i złącza

- ☐ Brak przetarć
- ☐ Brak naprężonych wiązek
- ☐ Złącza prawidłowo zamknięte
- ☐ Brak korozji
- ☐ Brak stopionych elementów

D Sekcja D — Panel i sterowanie

- ☐ Panel działa stabilnie
- ☐ Brak nowych błędów
- ☐ Manetka działa płynnie
- ☐ Czujniki hamulca działają prawidłowo
- ☐ Stopka / blokady działają poprawnie

E Sekcja E — Napęd

- ☐ Silnik pracuje płynnie
- ☐ Brak nietypowych dźwięków
- ☐ Brak nadmiernego przegrzewania
- ☐ Koło obraca się prawidłowo
- ☐ Brak nietypowego szarpania

F Sekcja F — Układy pomocnicze

- ☐ Światła
- ☐ STOP
- ☐ Kierunkowskazy
- ☐ Klakson
- ☐ USB / dodatkowe odbiorniki

G Sekcja G — Dokumentacja

Data kontroli: _____

Przebieg: _____

Uwagi: _____



**Mała nieprawidłowość zauważona dzisiaj może
zapobiec dużej awarii później.**

Szybka mapa: od objawu do właściwego modułu

OBJAW →		GDZIE SZUKAĆ
	Pojazd całkowicie martwy	→ Moduł 02 — Pojazd nie włącza się
	Nie ładuje się	→ Moduł 03 — Problemy z ładowaniem
	Panel zgaszony / miga / pokazuje błędy	→ Moduł 04 — Wyświetlacze i panele
	Mały zasięg / odcięcie pod obciążeniem	→ Moduł 05 — Baterie
	Problem zależy od poruszania przewodem	→ Moduł 06 — Przewody i złącza
	Silnik nie rusza / szarpie / hałasuje	→ Moduł 07 — Silniki elektryczne
	Panel działa, ale napęd nie reaguje	→ Moduł 08 — Sterowniki i główny układ elektryczny
	Nie działają światła, STOP, klakson lub kierunkowskazy	→ Moduł 09 — Układy pomocnicze
	Nie wiesz, jaki pomiar wykonać	→ Moduł 10 — Testy i kontrole
	Potrzebujesz dobrać lub wymienić część	→ Moduł 11 — Części i organizacja naprawy
	Problem jest nietypowy lub nieregularny	→ Moduł 12 — Inne problemy i diagnostyka końcowa

6 pytań, które rozwiązują większość diagnostyki

- 1 Co dokładnie nie działa?
- 2 Czy źródło zasilania jest prawidłowe?
- 3 Czy energia dociera do badanego elementu?
- 4 Czy wymagane sygnały wejściowe są obecne?
- 5 Czy element reaguje zgodnie z oczekiwaniem?
- 6 Czy po naprawie pierwotny objaw rzeczywiście zniknął?

Dobra diagnostyka nie polega na zapamiętaniu wszystkich możliwych usterek. Polega na umiejętności zadawania właściwych pytań, wykonywania odpowiednich testów i eliminowania kolejnych możliwości.

Korzystaj z tego podręcznika jak z mapy: zacznij od objawu, przejdź przez odpowiedni moduł i dokumentuj swoje wyniki.

Im bardziej systematyczna będzie Twoja praca, tym mniej przypadkowych wymian części i tym większa pewność każdej naprawy.

OBJAW → TEST → WNIOSEK → NAPRAWA → WERYFIKACJA