



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Politechnika Świętokrzyska
Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn

Kierunek studiów:
Transport i Logistyka

Marek Jaśkiewicz, Paweł Grabski

Materiały dydaktyczne do przedmiotu

Diagnostyka pojazdów samochodowych

opracowane w ramach realizacji Projektu
**„Dostosowanie kształcenia
w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb
współczesnej gospodarki”**
FERS.01.05-IP.08-0234/23

Kielce, 2024





Spis treści

1. Rodzaje sieci w pojazdach: CAN, LIN, D2B, ByteFlight, FlexRay – charakterystyka i prognozy rozwoju	2
2. Systemy diagnostyczne OBD – informacja diagnostyczna, komunikacja, wiarygodność danych.....	3
3. Uszkodzenia i dysfunkcje systemów diagnostyki pokładowej	7
4. Diagnostyka poszczególnych układów w pojeździe oraz sporządzanie planów utrzymania pojazdów.....	10
5. Diagnostyka pojazdów na hamowni podwoziowej.....	15
6. Testy i pomiary na linii diagnostycznej	16
7. Diagnostyka geometrii kół	18
8. Adaptacja i regulacja systemów pokładowych za pomocą komputerów diagnostycznych.....	20
9. Literatura.....	24



Materiały dydaktyczne objęte licencją Creative Commons BY 4.0.

Licencja dostępna pod adresem: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



1. Rodzaje sieci w pojazdach: CAN, LIN, D2B, ByteFlight, FlexRay – charakterystyka i prognozy rozwoju

Współczesne pojazdy wykorzystują różne rodzaje sieci danych, które umożliwiają komunikację między sterownikami, sensorami i innymi elementami systemu pojazdu. Sieci te różnią się przepustowością, niezawodnością oraz kosztami wdrożenia, dzięki czemu można je dostosować do konkretnych zastosowań. Do najczęściej stosowanych w pojazdach należą sieci CAN, LIN, D2B, ByteFlight i FlexRay, które odgrywają kluczową rolę w integracji systemów elektronicznych (Białobrzeska, 2021; Bździuch, 2017; Filipiak, Jajczyk, Nawrowski, Putz, 2012).

Sieć CAN (Controller Area Network) jest jednym z najstarszych i najczęściej stosowanych standardów komunikacji w pojazdach. Umożliwia przesyłanie danych z przepustowością do 1 Mbps w klasycznej wersji i do 5 Mbps w rozszerzonej wersji CAN FD (Flexible Data Rate). Jej zaletami są niezawodność w czasie rzeczywistym, odporność na zakłócenia oraz niski koszt implementacji. Sieć CAN stosuje się przede wszystkim w systemach krytycznych, takich jak sterowanie silnikiem, systemy ABS czy ESP, gdzie wymagana jest szybka i niezawodna wymiana informacji. W przyszłości rozwój sieci CAN skoncentruje się na ulepszeniach związanych z CAN FD, które oferuje większą przepustowość i elastyczność, aby sprostać wymaganiom współczesnych systemów elektronicznych w pojazdach (Bril, Łukasik, 2013; Janczura, Kochanek, 2023; Małek, 2021).

Sieć LIN (Local Interconnect Network) to rozwiązanie o prostszej architekturze i mniejszych możliwościach niż CAN. Oferuje przepustowość do 20 kbps i wykorzystuje hierarchiczną strukturę master-slave, co czyni ją idealną do zastosowań w systemach o mniejszym priorytecie i niskim koszcie. Sieć LIN jest powszechnie używana w sterowaniu klimatyzacją, regulacji foteli i szyb czy systemach oświetlenia wewnętrznego. Jej zaletami są niski koszt wdrożenia, prosta architektura oraz minimalne wymagania sprzętowe, co sprawia, że pozostanie standardem w systemach pomocniczych, gdzie nie jest wymagana wysoka przepustowość (Bril, Łukasik, 2013; Janczura, Kochanek, 2023).

Sieć D2B (Domestic Digital Bus) jest dedykowana do systemów multimedialnych w pojazdach. Umożliwia przesyłanie danych audio i wideo z przepustowością do 12 Mbps, co czyni ją odpowiednią do obsługi systemów rozrywki, takich jak odtwarzacze DVD, systemy nawigacji czy systemy audio wysokiej jakości. Główną zaletą D2B jest zdolność do zapewnienia wysokiej jakości transmisji multimedialnych, jednak rozwój tej technologii został w dużej mierze zastąpiony przez bardziej zaawansowane rozwiązania, takie jak MOST (Media Oriented Systems Transport).



Sieć ByteFlight została zaprojektowana do zastosowań w systemach bezpieczeństwa, takich jak poduszki powietrzne czy systemy wczesnego reagowania. Charakteryzuje się wysoką odpornością na zakłócenia i zdolnością do przesyłania danych z priorytetem, co zapewnia niezawodność w krytycznych sytuacjach. ByteFlight oferuje przepustowość do 10 Mbps i jest stosowana tam, gdzie kluczowe znaczenie ma szybka reakcja systemu.

FlexRay to jedna z najbardziej zaawansowanych technologii sieciowych stosowanych w pojazdach. Oferuje bardzo wysoką przepustowość (do 10 Mbps na kanał) oraz możliwość pracy w trybie redundantnym, co czyni ją idealną dla zaawansowanych systemów, takich jak systemy autonomicznej jazdy, systemy kontroli podwozia czy adaptacyjne zawieszenia. FlexRay jest odporny na zakłócenia, zapewnia niskie opóźnienia i synchronizację czasową, dzięki czemu znajduje zastosowanie w najbardziej wymagających systemach pojazdów nowej generacji. W przyszłości rozwój FlexRay będzie związany z rosnącymi wymaganiami wobec systemów autonomicznych oraz integracją z innymi sieciami o wysokiej przepustowości.

Zatem sieci w pojazdach różnią się możliwościami i zastosowaniami, co pozwala na ich optymalne dopasowanie do konkretnych funkcji. Sieć CAN dominuje w systemach o wysokich wymaganiach czasowych, LIN jest idealna dla systemów o niższym priorytecie, D2B obsługuje multimedia, ByteFlight zapewnia bezpieczeństwo, a FlexRay wyznacza standardy dla najbardziej zaawansowanych technologii. Wraz z rozwojem pojazdów autonomicznych i elektrycznych, rola tych sieci będzie nadal rosła, a nowe standardy, takie jak Ethernet w pojazdach, mogą zyskać na znaczeniu, oferując jeszcze większe możliwości przesyłu danych i integracji (Małek, 2021; Merkisz, Mazurek, 2002; Merkisz, Rychter, Gis, Mazurek, 2006).

2. Systemy diagnostyczne OBD – informacja diagnostyczna, komunikacja, wiarygodność danych

Systemy diagnostyczne OBD (On-Board Diagnostics) to kluczowy element współczesnych pojazdów, które monitorują stan techniczny różnych podzespołów oraz wspierają zgodność z przepisami dotyczącymi emisji spalin. Dzięki standardom, takim jak OBD-II czy jego europejska wersja EOBD, diagnostyka samochodowa stała się bardziej efektywna i powszechnie dostępna. Systemy te zapewniają narzędzia do precyzyjnego monitorowania, identyfikacji usterek oraz integracji z nowoczesnymi technologiami. Systemy OBD-II i EOBD dostarczają informacji o stanie pojazdu za pomocą (Filipiak, Jajczyk, Nawrowski, Putz, 2012; Janczura, Kochanek, 2023):

1. Kody usterek DTC (Diagnostic Trouble Codes):



- Kody są standardowe i pozwalają na szybką identyfikację problemów.
 - Przykład: P0171 oznacza zbyt ubogą mieszankę paliwowo-powietrzną.
 - Odczyt kodów odbywa się przez złącze OBD-II za pomocą skanera diagnostycznego.
2. Dane bieżące (Live Data):
- Prędkość obrotowa silnika (RPM).
 - Ciśnienie w układzie dolotowym (MAP – Manifold Absolute Pressure).
 - Temperatury cieczy chłodzącej i powietrza dolotowego.
 - Działanie sond lambda oraz innych czujników układu emisji spalin.
3. Emisja spalin:
- Systemy OBD monitorują emisję substancji szkodliwych (NO_x, HC, CO).
 - Czujniki, takie jak sondy lambda, katalizatory oraz układy recyrkulacji spalin (EGR), zapewniają zgodność z normami emisji, np. Euro 6.
4. Zdarzenia krytyczne:
- System rejestruje dane w momencie wystąpienia usterki (tzw. ramki zamrożone – Freeze Frames).
 - Zapisuje kluczowe parametry pracy, np. obroty silnika i temperaturę.

Systemy OBD-II/EOBD komunikują się za pomocą standardowych protokołów transmisji danych (Bździuch, 2017; Kubiak, Zalewski, 2013; Wierzbicki, 2003):

1. Protokół CAN (Controller Area Network):
- Najczęściej stosowany w nowoczesnych pojazdach.
 - Wysoka przepustowość (do 1 Mbps), niezawodność i odporność na zakłócenia.
2. Starsze protokoły:
- ISO 9141-2: używany głównie w pojazdach europejskich i azjatyckich.
 - SAE J1850 (PWM i VPW): stosowany w starszych pojazdach amerykańskich.
3. Złącze OBD-II:
- Standardowe złącze 16-pinowe umożliwia łatwy dostęp do danych diagnostycznych.
 - Interfejsy diagnostyczne mogą łączyć się za pomocą przewodów, Bluetooth lub Wi-Fi, co pozwala na korzystanie z aplikacji mobilnych.

Systemy OBD-II/EOBD obsługują dziewięć trybów diagnostycznych (Merkisz, Rychter, Gis, Mazurek, 2006; Suchecki, Nowakowski, 2015; Wierzbicki, 2003):

1. Odczyt bieżących danych diagnostycznych.
2. Rejestrowanie danych w momencie wystąpienia usterki (Freeze Frames).
3. Odczyt kodów błędów.
4. Kasowanie kodów błędów i resetowanie kontrolki MIL.



5. Monitorowanie działania czujników tlenu.
6. Dane z monitorów układu emisji spalin.
7. Oczekujące kody błędów (przyszłe problemy).
8. Test elementów wykonawczych.
9. Dane identyfikacyjne pojazdu (VIN, CVN, CID).

Zastosowania systemów OBD:

1. Monitorowanie emisji spalin. Umożliwiają zgodność z normami emisji, np. Euro 6, poprzez ciągłe monitorowanie układu wydechowego.
2. Diagnostyka warsztatowa. Warsztaty mogą szybko identyfikować problemy i przeprowadzać naprawy na podstawie odczytów z systemu.
3. Aplikacje mobilne. Dzięki interfejsom Bluetooth lub Wi-Fi systemy OBD umożliwiają monitorowanie parametrów pojazdu w czasie rzeczywistym za pomocą aplikacji takich jak Torque, Carly czy Car Scanner.
4. Floty pojazdów. Menedżerowie flot wykorzystują systemy OBD do monitorowania stanu technicznego pojazdów, optymalizacji ich pracy i planowania przeglądów.
5. Systemy bezpieczeństwa. Monitorowanie pracy systemów ABS, ESP czy poduszek powietrznych w czasie rzeczywistym.

Rozwój technologii OBD skupia się na integracji z nowoczesnymi systemami pojazdów elektrycznych i autonomicznych. Kluczowe kierunki rozwoju obejmują:

1. Integracja z IoT (Internet of Things). Pojazdy wyposażone w OBD będą komunikować się z serwerami w chmurze, umożliwiając zdalną diagnostykę i predykcyjne planowanie napraw.
2. Rozszerzona diagnostyka. Wprowadzenie nowych funkcji diagnostycznych dedykowanych dla układów baterii i napędów elektrycznych.
3. Sztuczna inteligencja. Algorytmy uczenia maszynowego pomogą w analizie danych diagnostycznych, umożliwiając przewidywanie awarii na podstawie wzorców danych historycznych.

Systemy diagnostyczne OBD to zaawansowane narzędzia wspierające monitorowanie, diagnostykę i zgodność pojazdów z normami emisji. Ich rozwój i integracja z nowymi technologiami, takimi jak IoT i AI, sprawiają, że pozostają kluczowym elementem współczesnej motoryzacji. W przyszłości systemy OBD będą odgrywały jeszcze większą rolę w optymalizacji eksploatacji pojazdów i poprawie ich bezpieczeństwa (Gajek, 2008; Gustof, 2013; Merkiś, Rychter, Gis, Mazurek, 2006).

W systemach diagnostycznych OBD-II i EOBD rozróżnia się dwa podstawowe rodzaje usterek: błędy oczekujące oraz błędy zarejestrowane. Te kategorie umożliwiają bardziej precyzyjną diagnostykę, pomagając mechanikom i użytkownikom pojazdów zrozumieć, na jakim etapie znajduje się dany problem oraz jakie działania należy podjąć.



Błędy oczekujące, znane również jako "pending codes", to usterki wykryte przez system po raz pierwszy, które jeszcze nie zostały potwierdzone. Są to sygnały o możliwych nieprawidłowościach w działaniu układu, ale ich wystąpienie nie jest jeszcze traktowane jako pewna awaria. Mechanizm ten działa w następujący sposób (Janczura, Kochanek, 2023; Radomski, Muc, Szeleziński, 2017; Sitek, 2008):

- Detekcja anomalii: System wykrywa odchylenie od normy w pracy jednego z komponentów pojazdu, na przykład nieprawidłowy odczyt z sondy lambda lub chwilowe zakłócenie w układzie zapłonowym.
- Monitorowanie warunków pracy: OBD-II/EOBD rejestruje warunki, w jakich wystąpiła potencjalna usterka, takie jak obroty silnika, temperatura czy ciśnienie w układzie dolotowym.
- Brak natychmiastowej reakcji: Błąd oczekujący nie powoduje zapalenia lampki MIL (Malfunction Indicator Light) na desce rozdzielczej. Dzieje się tak, ponieważ pojedyncze wystąpienie może być wynikiem chwilowych zakłóceń lub sytuacji jednorazowej.

Jeśli ta sama usterka zostanie wykryta ponownie w określonych warunkach pracy silnika, system zarejestruje ją jako błąd zarejestrowany. Mechanizm ten minimalizuje ryzyko fałszywych alarmów i pozwala na odróżnienie chwilowych nieprawidłowości od rzeczywistych problemów.

Błędy zarejestrowane, znane jako "confirmed codes", to usterki, których występowanie zostało potwierdzone przez system po wielokrotnym wykryciu tego samego problemu w takich samych warunkach pracy silnika. Oznacza to, że usterka nie jest chwilowym zakłóceniem, ale powtarzającym się problemem wymagającym uwagi. Proces ich identyfikacji przebiega następująco (Bril, Łukasik, 2013; Merkisz, Rychter, Gis, Mazurek, 2006; Wierzbicki, 2003):

- Wielokrotna detekcja: System wykrywa tę samą anomalię co najmniej dwukrotnie w zbliżonych warunkach eksploatacyjnych.
- Rejestracja w pamięci sterownika: Po potwierdzeniu problemu błąd jest zapisywany jako trwały w pamięci ECU (Electronic Control Unit).
- Zapalenie lampki MIL: W przypadku błędów zarejestrowanych na desce rozdzielczej zapala się kontrolka MIL, sygnalizując kierowcy konieczność sprawdzenia pojazdu.

Lampka MIL pozostaje zapalona do momentu usunięcia usterki lub ręcznego skasowania błędu przy użyciu odpowiedniego urządzenia diagnostycznego. Błędy zarejestrowane mają większe znaczenie diagnostyczne, ponieważ świadczą o rzeczywistym problemie technicznym, który wymaga naprawy. Podział ten ma kluczowe znaczenie w efektywnej diagnostyce pojazdów (Bździuch, 2017; Merkisz, Rychter, Gis, Mazurek, 2006):



- Minimalizacja fałszywych alarmów: Dzięki błędom oczekującym unikamy zapalania kontrolki MIL w przypadkach chwilowych zakłóceń, takich jak przejściowe zmiany warunków atmosferycznych czy chwilowe problemy z paliwem.
- Precyzyjna diagnoza: Błędy zarejestrowane pozwalają mechanikom skupić się na rzeczywistych problemach, które mają wpływ na działanie pojazdu.
- Optymalizacja kosztów napraw: Dzięki tej klasyfikacji można unikać kosztownych i niepotrzebnych napraw związanych z jednorazowymi zakłóceniami.

Na przykład w sytuacji, w której czujnik tlenu (sonda lambda) zgłasza chwilowe odchylenie w składzie mieszanki paliwowo-powietrznej. System OBD-II zapisuje to jako błąd oczekujący, ponieważ nie jest jasne, czy problem jest trwały. Jeśli w kolejnych cyklach pracy silnika problem się nie powtórzy, błąd zostanie automatycznie usunięty z pamięci. Jeśli jednak system wykryje ten sam problem w zbliżonych warunkach pracy, zapali lampkę MIL i zapisze kod błędu jako zarejestrowany, wskazując na konieczność sprawdzenia czujnika lub innych elementów układu.

Podział błędów w systemach OBD-II/EOBD na oczekujące i zarejestrowane jest istotnym elementem zaawansowanej diagnostyki pojazdów. Umożliwia dokładne rozróżnienie między chwilowymi zakłóceniami a rzeczywistymi problemami technicznymi. Mechanizm ten zwiększa precyzję diagnostyki, zmniejsza liczbę fałszywych alarmów i optymalizuje proces naprawy, co przekłada się na bardziej efektywną eksploatację pojazdu. Współczesne systemy diagnostyczne w dużym stopniu korzystają z tego podziału, aby zapewnić kierowcom i mechanikom dostęp do wiarygodnych informacji o stanie technicznym pojazdu (Filipiak, Jajczyk, Nawrowski, Putz, 2012; Merkisz, Rychter, Gis, Mazurek, 2006; Wierzbicki, 2003).

3. Uszkodzenia i dysfunkcje systemów diagnostyki pokładowej

Systemy diagnostyki pokładowej (OBD-II/EOBD) są kluczowym elementem nowoczesnych pojazdów, umożliwiającym monitorowanie stanu technicznego oraz identyfikację usterek w czasie rzeczywistym. Mimo ich zaawansowania technologicznego, mogą wystąpić różne rodzaje uszkodzeń i dysfunkcji, które obniżają efektywność działania systemu diagnostycznego lub prowadzą do błędnych odczytów. Problemy te mogą wynikać zarówno z awarii sprzętowej, jak i programowej, a także z czynników zewnętrznych. Rodzaje uszkodzeń i dysfunkcji (Małek, 2021; Merkisz, Rychter, Gis, Mazurek, 2006).



1. Problemy z czujnikami. Czujniki są kluczowymi komponentami systemów diagnostycznych, odpowiedzialnymi za zbieranie danych z różnych podzespołów pojazdu. Najczęstsze problemy to (Sitek, 2008; Suchecki, Nowakowski, 2015; Wierzbicki, 2003):
 - Uszkodzenie fizyczne czujnika: np. uszkodzona sonda lambda, czujnik temperatury czy czujnik ciśnienia w układzie dolotowym.
 - Zanieczyszczenie czujników: Nagromadzenie osadów na sondzie lambda lub czujnikach emisji spalin może prowadzić do błędnych odczytów.
 - Nieprawidłowa kalibracja: Błędy wynikające z niedostosowania czujnika do aktualnych warunków pracy układu.
2. Uszkodzenie sterowników ECU. Elektroniczne moduły sterujące (ECU) są odpowiedzialne za przetwarzanie danych diagnostycznych i kontrolę systemów pojazdu. Typowe uszkodzenia obejmują:
 - Awaria pamięci: Problemy z przechowywaniem i odczytywaniem danych diagnostycznych, co prowadzi do błędów w raportach.
 - Uszkodzenie komponentów elektronicznych: Związane z przeciążeniem, zwarciem lub przegrzaniem sterownika.
3. Zakłócenia komunikacyjne. Systemy OBD-II/EOBD polegają na komunikacji między sterownikami, czujnikami i urządzeniami diagnostycznymi. Problemy mogą wystąpić na różnych poziomach (Gajek, 2008; Merkisz, Rychter, Gis, Mazurek, 2006; Wierzbicki, 2003):
 - Przerwanie transmisji danych: Uszkodzenie przewodów lub złącza diagnostycznego może zakłócić komunikację.
 - Zakłócenia elektromagnetyczne (EMI): Wpływ zewnętrznych źródeł zakłóceń, takich jak inne urządzenia elektroniczne, może obniżyć jakość danych.
 - Problemy z protokołami komunikacyjnymi: Niekompatybilność urządzeń lub błędy w oprogramowaniu mogą uniemożliwić prawidłową wymianę danych.
4. Błędy oprogramowania. Nowoczesne systemy diagnostyczne są w dużej mierze zależne od oprogramowania sterującego. Problemy wynikające z jego działania obejmują:
 - Błędne algorytmy przetwarzania danych: Mogą prowadzić do fałszywych alarmów lub ignorowania rzeczywistych problemów.
 - Niezaktualizowane oprogramowanie: Sterowniki bez aktualizacji mogą nie być w stanie obsłużyć nowych funkcji diagnostycznych.



- Złośliwe oprogramowanie: W przypadku systemów podłączonych do Internetu istnieje ryzyko cyberataków, które mogą wpłynąć na działanie diagnostyki.
5. Uszkodzenia mechaniczne:
- Przerwanie połączeń przewodowych: Mechaniczne uszkodzenie kabli lub złączy powoduje brak możliwości przesyłania danych między komponentami.
 - Wpływ warunków atmosferycznych: Ekstremalne temperatury, wilgoć lub korozja mogą uszkadzać elementy systemu.

Skutki uszkodzeń i dysfunkcji systemów diagnostycznych (Gajek, 2008; Jankowski, 2005; Wierzbicki, 2003):

1. Fałszywe alarmy. Uszkodzenia systemów mogą prowadzić do generowania błędnych kodów usterek, które w rzeczywistości nie istnieją. Powoduje to niepotrzebne interwencje serwisowe i zwiększa koszty utrzymania pojazdu.
2. Brak detekcji usterek. Dysfunkcje mogą również sprawić, że system nie wykryje rzeczywistych problemów, co z kolei może prowadzić do poważnych uszkodzeń pojazdu lub zagrożenia bezpieczeństwa.
3. Nieskuteczna diagnostyka. Problemy z komunikacją lub błędy w oprogramowaniu mogą uniemożliwić odczytanie danych diagnostycznych, co utrudnia identyfikację przyczyn awarii.
4. Nieprawidłowe działanie systemów krytycznych. Uszkodzenia w układach takich jak ABS, ESP czy systemy emisji spalin mogą prowadzić do spadku wydajności pojazdu, zwiększonej emisji szkodliwych substancji lub obniżenia poziomu bezpieczeństwa.

Zatem aby zminimalizować ryzyko uszkodzeń systemów diagnostycznych, warto stosować się do następujących zasad:

1. Regularne przeglądy techniczne. Okresowa diagnostyka pozwala na wykrycie problemów na wczesnym etapie i zapobiega ich eskalacji.
2. Dbłość o jakość komponentów. Stosowanie wysokiej jakości czujników i komponentów elektronicznych zmniejsza ryzyko awarii.
3. Aktualizacje oprogramowania. Regularne aktualizowanie oprogramowania sterowników zapewnia kompatybilność z nowymi standardami i funkcjami diagnostycznymi.
4. Ochrona przed zakłóceniami elektromagnetycznymi. Dobre ekranowanie przewodów i sterowników minimalizuje wpływ zewnętrznych źródeł zakłóceń.
5. Zabezpieczenie systemu przed warunkami atmosferycznymi. Ochrona elementów systemu przed wilgocią, ekstremalnymi temperaturami i korozją wydłuża ich żywotność.



Systemy diagnostyki pokładowej OBD-II/EOBD są zaawansowanymi narzędziami monitorującymi stan techniczny pojazdów. Ich skuteczność zależy jednak od niezawodności komponentów oraz prawidłowego działania oprogramowania. Uszkodzenia i dysfunkcje tych systemów mogą prowadzić do fałszywych alarmów, nieskutecznej diagnostyki lub braku detekcji usterek. Dlatego kluczowe jest regularne serwisowanie pojazdów, aktualizowanie oprogramowania oraz stosowanie wysokiej jakości komponentów, aby zapewnić prawidłowe działanie tych systemów i utrzymać wysoki poziom bezpieczeństwa oraz wydajności pojazdów.

4. Diagnostyka poszczególnych układów w pojeździe oraz sporządzanie planów utrzymania pojazdów

Diagnostyka i utrzymanie pojazdów to niezwykle istotny element codziennej eksploatacji, który wpływa na ich sprawność, bezpieczeństwo oraz trwałość. Każdy pojazd składa się z wielu skomplikowanych układów, które wymagają regularnej diagnostyki, konserwacji oraz wymiany elementów eksploatacyjnych zgodnie z harmonogramem ustalonym przez producenta. W niniejszym opracowaniu szczegółowo opisane zostaną wszystkie kluczowe układy pojazdu, ich znaczenie, procedury konserwacyjne oraz harmonogramy wymian poszczególnych elementów, co pozwoli na skuteczne zarządzanie procesem utrzymania samochodu w idealnym stanie technicznym (Białobrzeska, 2021; Bździuch, 2017; Jankowski, 2005).

Układ napędowy, będący centralnym elementem każdego pojazdu, wymaga szczególnej uwagi. Silnik, skrzynia biegów oraz układ przeniesienia napędu współpracują, aby zapewnić płynność jazdy oraz optymalne osiągi. Regularna diagnostyka tego układu obejmuje monitorowanie stanu oleju silnikowego, płynu chłodzącego oraz oleju w skrzyni biegów. Olej silnikowy pełni funkcję smarującą, chłodzącą i ochronną dla ruchomych części silnika, zapobiegając ich nadmiernemu zużyciu i korozji. Kontrolę poziomu oleju należy przeprowadzać co około 1 000–2 000 kilometrów lub raz w miesiącu, używając bagnetu pomiarowego. Olej powinien być wymieniany co 10 000–15 000 kilometrów lub co 12 miesięcy w przypadku olejów syntetycznych, które charakteryzują się dłuższą trwałością. Wymiana oleju rozpoczyna się od rozgrzania silnika, co pozwala na lepszy wypływ starego oleju. Następnie pojazd należy ustawić na płaskiej powierzchni i zabezpieczyć przed przemieszczeniem. Po odkręceniu korka spustowego miski olejowej zużyty olej spływa do pojemnika przeznaczanego do utylizacji. Wymieniając filtr oleju, należy pamiętać o posmarowaniu uszczelki nowego filtra cienką warstwą świeżego oleju przed jego montażem, co zapewni szczelność połączenia. Po zamontowaniu filtra należy wlać nowy olej, upewniając się, że poziom znajduje się pomiędzy oznaczeniami "MIN" i "MAX" na bagnecie. Po uruchomieniu silnika na kilka minut



warto ponownie sprawdzić poziom oleju, aby upewnić się, że jest prawidłowy (Filipiak, Jajczyk, Nawrowski, Putz, 2012; Gajek, 2008; Janczura, Kochanek, 2023).

Płyn chłodzący, który odpowiada za utrzymanie właściwej temperatury pracy silnika, również wymaga regularnej diagnostyki i wymiany. Kontrolę stanu płynu należy przeprowadzać co 5 000 kilometrów lub przed dłuższymi trasami, upewniając się, że poziom płynu w zbiorniku wyrównawczym mieści się pomiędzy oznaczeniami "MIN" i "MAX". Płyn chłodzący powinien być wymieniany co 3–5 lat lub po przejechaniu 50 000–100 000 kilometrów, w zależności od zaleceń producenta. Wymiana płynu obejmuje opróżnienie układu chłodzenia poprzez otwarcie korka spustowego na chłodnicy, przepłukanie układu wodą destylowaną, a następnie napełnienie go nowym płynem o odpowiednich parametrach. Proces ten kończy się odpowietrzeniem układu, które polega na uruchomieniu silnika z włączonym ogrzewaniem na maksymalny poziom, co pozwala na usunięcie powietrza z układu (Białobrzeska, 2021; Bździuch, 2017; Filipiak, Jajczyk, Nawrowski, Putz, 2012).

Skrzynia biegów, zarówno manualna, jak i automatyczna, wymaga regularnej konserwacji i diagnostyki. W skrzyniach manualnych olej powinien być wymieniany co 80 000–100 000 kilometrów, natomiast w automatycznych co 60 000–80 000 kilometrów. Kontrolę poziomu oleju w skrzyniach automatycznych przeprowadza się za pomocą bagnetu pomiarowego, a w manualnych przez otwór serwisowy. Wymiana oleju w skrzyni biegów rozpoczyna się od spuszczenia starego oleju przez korek spustowy, a następnie napełnienia układu nowym olejem zgodnie z zaleceniami producenta. W przypadku skrzyń automatycznych należy również wymienić filtr oleju, jeśli jest to przewidziane w konstrukcji skrzyni (Bril, Łukasik, 2013; Gajek, 2008; Suchecki, Nowakowski, 2015).

Układ hamulcowy, który zapewnia bezpieczeństwo jazdy, jest jednym z najważniejszych układów w pojeździe. Diagnostyka obejmuje kontrolę grubości klocków hamulcowych, stanu tarcz, poziomu płynu hamulcowego oraz działania systemów wspomagających, takich jak ABS i ESP. Klocki hamulcowe należy sprawdzać co 10 000–15 000 kilometrów, a ich wymianę zaleca się co 30 000–50 000 kilometrów, w zależności od warunków eksploatacji i stylu jazdy. Tarcze hamulcowe, które współpracują z klockami, powinny być wymieniane co 60 000–80 000 kilometrów lub w przypadku ich nadmiernego zużycia. Proces wymiany klocków i tarcz hamulcowych obejmuje uniesienie pojazdu, zdjęcie koła, demontaż zacisku hamulcowego oraz montaż nowych elementów. Płyn hamulcowy, który przenosi siłę z pedału hamulca na elementy wykonawcze, powinien być wymieniany co 2 lata lub po przejechaniu 40 000 kilometrów. Wymiana płynu polega na spuszczeniu starego płynu przez odpowietrzniki i napełnieniu układu nowym płynem.

Układ zawieszenia, odpowiedzialny za komfort jazdy i stabilność pojazdu, wymaga regularnej kontroli amortyzatorów, sprężyn oraz elementów gumowych,



takich jak tuleje czy łączniki stabilizatorów. Amortyzatory powinny być sprawdzane co 20 000 kilometrów, a ich wymiana zalecana jest co 80 000–100 000 kilometrów lub w przypadku wycieków oleju czy spadku wydajności tłumienia. Procedura wymiany amortyzatorów obejmuje demontaż koła, odkręcenie mocowań amortyzatora oraz montaż nowego elementu. Po zakończeniu tej procedury konieczna jest kontrola i regulacja geometrii kół.

Układ elektryczny i elektroniczny pojazdu obejmuje wiele komponentów, takich jak akumulator, alternator, systemy oświetleniowe oraz zaawansowane systemy wspomagania kierowcy. Akumulator powinien być wymieniany co 3–5 lat, a jego stan można ocenić poprzez pomiar napięcia spoczynkowego i testy obciążeniowe. Alternator, który odpowiada za ładowanie akumulatora, powinien być regularnie kontrolowany, a jego napięcie ładowania powinno wynosić od 13,8 do 14,4 V podczas pracy silnika.

Układ klimatyzacji wymaga serwisowania co najmniej raz w roku, najlepiej przed sezonem letnim. Diagnostyka obejmuje kontrolę poziomu czynnika chłodniczego, wydajności sprężarki, szczelności układu oraz stanu filtrów kabinowych. Jeśli poziom czynnika chłodniczego jest niski, należy go uzupełnić, a układ odpowietrzyć (Merkisz, Rychter, Gis, Mazurek, 2006; Radomski, Muc, Szeleziński, 2017; Suchecki, Nowakowski, 2015).

Układ paliwowy, obejmujący pompę paliwa, wtryskiwacze i filtry paliwowe, powinien być regularnie diagnozowany. Filtry paliwowe w silnikach benzynowych należy wymieniać co 20 000–40 000 kilometrów, a w silnikach Diesla co 15 000–30 000 kilometrów. Wtryskiwacze paliwa wymagają regularnego czyszczenia lub wymiany, aby zachować ich wydajność i poprawić ekonomię spalania.

Układ bezpieczeństwa, w tym poduszki powietrzne, pasy bezpieczeństwa oraz systemy wspomagania kierowcy, powinien być monitorowany podczas regularnych przeglądów technicznych. Elementy te są trwałe, jednak ich sprawność powinna być potwierdzana za pomocą specjalistycznego sprzętu diagnostycznego.

Należy zaznaczyć, że w przypadku skrzyń biegów, zwłaszcza automatycznych, diagnostyka jest coraz bardziej zaawansowana dzięki zastosowaniu technologii cyfrowej. Automatyczne skrzynie biegów są wyposażone w moduły sterujące (TCU – Transmission Control Unit), które monitorują parametry pracy, takie jak ciśnienie oleju, prędkość obrotowa wału napędowego oraz temperatura oleju w skrzyni. Odczyty z TCU umożliwiają szybkie zlokalizowanie problemów, takich jak (Białobrzeska, 2021; Bździuch, 2017; Jankowski, 2005):

1. Niewłaściwe działanie konwertera momentu obrotowego.
2. Uszkodzenie elektrozaworów sterujących biegami.
3. Przegrzewanie się oleju, co może prowadzić do trwałego uszkodzenia elementów mechanicznych skrzyni.



W diagnostyce skrzyń biegów stosuje się także testery dynamiki jazdy, które pozwalają na ocenę płynności zmiany biegów podczas przyspieszania i hamowania. Na podstawie danych diagnostycznych można precyzyjnie określić, które komponenty wymagają naprawy lub wymiany.

Diagnostyka układu hamulcowego w nowoczesnych pojazdach obejmuje nie tylko ocenę zużycia klocków i tarcz, ale również analizę działania zaawansowanych systemów wspomagania hamowania, takich jak ABS, ESP czy systemy rozdziału siły hamowania (EBD). Te systemy są wyposażone w liczne czujniki, w tym:

1. Czujniki prędkości kół – umożliwiają wykrycie sytuacji, w której jedno z kół traci przyczepność.
2. Czujniki ciśnienia w układzie hydraulicznym – pozwalają na ocenę efektywności działania pompy ABS.
3. Czujniki przyspieszenia poprzecznego i wzdłużnego – stosowane w systemach ESP do monitorowania stabilności pojazdu podczas manewrów.

Diagnostyka układu hamulcowego obejmuje również pomiar skuteczności hamowania na stanowiskach diagnostycznych wyposażonych w rolki hamulcowe. Wyniki pomiarów pozwalają na precyzyjne określenie siły hamowania na poszczególnych kołach oraz wykrycie nierównomierności, które mogą świadczyć o problemach z zaciskami hamulcowymi lub tarczami (Bździuch, 2017; Gajek, 2008; Gustof, 2013).

Systemy elektryczne i elektroniczne w nowoczesnych pojazdach są niezwykle złożone i obejmują takie komponenty jak akumulator, alternator, systemy multimedialne, czujniki oraz zaawansowane systemy wspomagania kierowcy (ADAS). Diagnostyka tych systemów wymaga zastosowania specjalistycznych narzędzi, takich jak mierniki napięcia, testery diagnostyczne OBD-II oraz analizatory CAN (Controller Area Network). Przykładowe problemy diagnozowane w systemach elektrycznych to:

1. Spadki napięcia akumulatora, które mogą świadczyć o niewłaściwym działaniu alternatora lub o konieczności wymiany akumulatora.
2. Problemy z komunikacją między modułami sterującymi pojazdu, co może być skutkiem uszkodzenia przewodów lub błędów w oprogramowaniu.

Układ klimatyzacji w nowoczesnych pojazdach wymaga szczególnej uwagi, zwłaszcza w kontekście zmian klimatycznych i rosnącej roli komfortu termicznego. Diagnostyka obejmuje sprawdzenie poziomu czynnika chłodniczego, szczelności układu oraz wydajności sprężarki. W przypadku stwierdzenia niskiego poziomu czynnika należy go uzupełnić, korzystając z urządzeń do napełniania klimatyzacji wyposażonych w systemy kontroli ciśnienia i temperatury (Janczura, Kochanek, 2023; Jankowski, 2005; Suchecki, Nowakowski, 2015).



Diagnostyka i utrzymanie pojazdów to proces wieloetapowy, który obejmuje szczegółowe monitorowanie stanu technicznego poszczególnych układów, regularną wymianę elementów eksploatacyjnych oraz stosowanie zaawansowanych technologii diagnostycznych. Kluczowe układy pojazdu, takie jak napędowy, hamulcowy, zawieszenia, elektryczny czy klimatyzacyjny, wymagają indywidualnego podejścia diagnostycznego oraz serwisowego, co pozwala na zachowanie optymalnej sprawności i bezpieczeństwa pojazdu.

Każdy z układów spełnia istotną rolę w funkcjonowaniu pojazdu, a jego zaniedbanie może prowadzić do poważnych awarii, wysokich kosztów napraw oraz potencjalnych zagrożeń na drodze. Regularna kontrola i wymiana oleju silnikowego, płynu chłodzącego, klocków i tarcz hamulcowych, amortyzatorów czy filtrów paliwowych to podstawowe działania serwisowe, które powinny być realizowane zgodnie z zaleceniami producenta. Równocześnie zastosowanie zaawansowanych systemów diagnostycznych, takich jak OBD-II czy analizatory CAN, umożliwia szybką identyfikację problemów, optymalizując proces naprawy i konserwacji.

Zaawansowane technologie, takie jak systemy pomiaru geometrii kół, testery dynamiki jazdy czy analizatory spalin, pozwalają na precyzyjną diagnostykę i ocenę stanu technicznego pojazdu. Ich zastosowanie minimalizuje ryzyko błędów diagnostycznych, zwiększając efektywność utrzymania pojazdu. Dodatkowo rozwój technologii komunikacji między modułami sterującymi w pojazdach pozwala na bardziej kompleksowe zarządzanie stanem technicznym pojazdu, co staje się szczególnie istotne w kontekście rosnącej liczby pojazdów elektrycznych i autonomicznych.

Planowanie utrzymania pojazdu powinno uwzględniać specyfikę jego użytkowania, warunki eksploatacyjne oraz wymagania producenta. Regularne przeglądy, realizowane w określonych interwałach czasowych lub przebiegowych, są nie tylko podstawą dla utrzymania pojazdu w idealnym stanie technicznym, ale również przekładają się na komfort użytkowania, oszczędności eksploatacyjne oraz bezpieczeństwo wszystkich uczestników ruchu drogowego.

Wszystkie opisane działania podkreślają znaczenie systematycznego podejścia do diagnostyki i konserwacji pojazdów, co jest kluczowe w zapewnieniu ich długiej i bezawaryjnej eksploatacji. Dzięki odpowiednio prowadzonemu utrzymaniu technicznemu pojazdów można nie tylko wydłużyć jego żywotność, ale także zminimalizować negatywny wpływ na środowisko naturalne, redukując emisję szkodliwych substancji. W obliczu dynamicznego rozwoju technologicznego w motoryzacji, diagnostyka i konserwacja będą nadal ewoluować, wprowadzając jeszcze bardziej zaawansowane narzędzia i procedury, które uczynią pojazdy przyszłości bardziej niezawodnymi, bezpiecznymi i przyjaznymi dla użytkowników (Bril, Łukasik, 2013; Jankowski, 2005; Kubiak, Zalewski, 2013).



5. Diagnostyka pojazdów na hamowni podwoziowej

Diagnostyka pojazdów na hamowni podwoziowej to zaawansowany proces, który umożliwia szczegółową ocenę stanu technicznego pojazdów w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych. Dzięki eliminacji wpływu czynników zewnętrznych, takich jak warunki atmosferyczne, hamownia podwoziowa pozwala na uzyskanie powtarzalnych wyników i dokładną analizę parametrów pojazdu, takich jak moc, moment obrotowy, zużycie paliwa czy emisja spalin. Poniżej przedstawiono szczegółowe omówienie funkcjonowania, rodzajów trybów testowych oraz korzyści płynących z zastosowania tej technologii. Przed przystąpieniem do badań na hamowni konieczne jest odpowiednie przygotowanie zarówno pojazdu, jak i stanowiska testowego. Proces ten obejmuje (Jankowski, 2005; Kubiak, Zalewski, 2013; Małek, 2021):

1. Kontrolę opon – należy sprawdzić ciśnienie i stan techniczny ogumienia. Pęknięcia, wybrzuszenia czy uszkodzenia dyskwalifikują pojazd z badań.
2. Sprawdzenie poziomu płynów eksploatacyjnych – kontrola płynu chłodniczego, oleju silnikowego oraz ewentualnych wycieków.
3. Sprawdzenie szczelności układu paliwowego – pojazdy z nieszczelnym układem nie mogą być dopuszczone do badań z uwagi na ryzyko pożaru.
4. Prawidłowe mocowanie pojazdu – samochód jest stabilizowany na ramie hamowni za pomocą pasów i kotew, aby zapobiec jego przemieszczeniu w trakcie testów.

Hamownie podwoziowe mogą działać w różnych trybach, z których każdy jest dostosowany do specyficznych potrzeb diagnostycznych (Jankowski, 2005; Kubiak, Zalewski, 2013; Małek, 2021):

1. Tryb inercyjny – wykorzystuje bezwładność rolek i opory toczenia jako obciążenie silnika. Jest szybki i prosty w realizacji, lecz ograniczony w przypadku silników wymagających większego obciążenia do prawidłowej pracy.
2. Tryb dynamiczny obciążenia – pozwala na precyzyjne ustawienie obciążenia za pomocą hamulców elektrowirowych, co umożliwia dokładne badanie pracy silnika w różnych warunkach.
3. Tryb stałych obrotów – umożliwia utrzymanie stałych zadanych obrotów silnika, co jest przydatne podczas kalibracji map wtryskowych lub badań wytrzymałościowych.
4. Tryb drogowy – symuluje rzeczywiste warunki jazdy, takie jak podjazdy czy ruch miejski, co pozwala na ocenę zużycia paliwa i emisji spalin w realistycznych scenariuszach.



Każdy test na hamowni podwoziowej rozpoczyna się od przeprowadzenia serii czynności wstępnych, takich jak kalibracja urządzeń i wprowadzenie danych technicznych pojazdu. Następnie realizowane są pomiary, które mogą obejmować:

1. Testy zużycia paliwa – w warunkach miejskich (zgodnie z cyklem ECE R15) i pozamiejskich (EUDC). Wyniki są rejestrowane za pomocą urządzeń diagnostycznych, takich jak TEXA IDC4 i przeliczane na wartości zużycia paliwa w litrach na 100 km.
2. Testy mocy i momentu obrotowego – realizowane w różnych trybach (inercyjnym, dynamicznym, stałych obrotów) w celu oceny wydajności silnika oraz strat napędowych
3. Testy emisji spalin – analizatory spalin mierzą poziomy CO, NO_x, HC i cząstek stałych, umożliwiając porównanie wyników z normami emisji EURO.

Hamownia podwoziowa oferuje szereg korzyści, w tym:

1. Powtarzalność wyników – badania realizowane w kontrolowanych warunkach eliminują wpływ zmiennych atmosferycznych i zapewniają większą precyzję pomiarów.
2. Kompleksowość analiz – możliwość jednoczesnego badania wielu parametrów, takich jak zużycie paliwa, moc, moment obrotowy i emisja spalin.
3. Bezpieczeństwo i ekologia – szybka identyfikacja problemów technicznych pozwala na ich eliminację, co zmniejsza ryzyko wypadków oraz negatywny wpływ na środowisko.

Diagnostyka pojazdów na hamowni podwoziowej to nieocenione narzędzie w badaniach technicznych, umożliwiające szczegółową ocenę wydajności i stanu technicznego pojazdów. Dzięki nowoczesnym technologiom, takim jak hamulce elektrowirowe i zaawansowane oprogramowanie diagnostyczne, proces ten staje się coraz bardziej precyzyjny i dostosowany do potrzeb współczesnej motoryzacji. Wprowadzenie takich rozwiązań do codziennej praktyki diagnostycznej pozwala na lepsze zarządzanie flotami, optymalizację kosztów eksploatacyjnych oraz poprawę bezpieczeństwa na drogach (Małek, 2021; Radomski, Muc, Szeleziński, 2017; Sitek, 2008).

6. Testy i pomiary na linii diagnostycznej

Diagnostyka pojazdów na linii diagnostycznej to kompleksowy proces pozwalający na ocenę stanu technicznego pojazdu za pomocą zaawansowanych urządzeń diagnostycznych. Linie diagnostyczne są wyposażone w specjalistyczne stanowiska, które umożliwiają dokładne testowanie kluczowych układów pojazdu, takich jak układ hamulcowy, kierowniczy, zawieszenie, emisja spalin, układ napędowy czy stan opon. Dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii



diagnostycznych proces ten jest niezwykle precyzyjny, szybki i powtarzalny, co pozwala na wczesne wykrycie usterek i ocenę ich wpływu na bezpieczeństwo i wydajność pojazdu (Dąbrowski, Kowalczyk, Trawiński, 2013; Gajek, 2008; Gustof, 2013).

Jednym z podstawowych testów przeprowadzanych na linii diagnostycznej jest diagnostyka układu hamulcowego. Testy skuteczności hamowania są realizowane za pomocą stanowisk rolkowych, które pozwalają na pomiar siły hamowania każdego z kół oraz ocenę równomierności działania układu. Badania te umożliwiają także sprawdzenie skuteczności działania hamulca postojowego, co ma kluczowe znaczenie w kontekście bezpieczeństwa. Dodatkowo, jakość płynu hamulcowego oceniana jest poprzez pomiar zawartości wody oraz temperatury wrzenia. Zawodnienie płynu hamulcowego obniża jego efektywność, szczególnie w warunkach intensywnego hamowania, dlatego regularna kontrola tego parametru jest niezwykle istotna.

Diagnostyka układu kierowniczego obejmuje między innymi pomiar geometrii kół, który realizowany jest za pomocą urządzeń optycznych lub laserowych. Analizowane są parametry takie jak zbieżność, kąt pochylenia kół oraz wyprzedzenie sworzni zwrotnicy. Prawidłowe ustawienie geometrii kół ma kluczowe znaczenie dla stabilności pojazdu, równomiernego zużycia opon i precyzji sterowania. Dodatkowo, na linii diagnostycznej przeprowadzane są testy wykrywające nadmierne luzy w układzie kierowniczym, które mogą wynikać z uszkodzeń przegubów kulowych, drążków kierowniczych czy przekładni kierowniczej. Nadmierne luzy mogą prowadzić do nieprecyzyjnego sterowania i zwiększać ryzyko wypadku (Filipiak, Jajczyk, Nawrowski, Putz, 2012; Jankowski, 2005; Małek, 2021).

Diagnostyka układu zawieszenia na linii diagnostycznej pozwala na ocenę stanu amortyzatorów i ich zdolności tłumienia drgań. Jedną z popularnych metod stosowanych w tym celu jest metoda EUSAMA, która polega na analizie minimalnego nacisku koła na płytę w trakcie drgań rezonansowych. Wynik testu wyrażany jest w procentach i klasyfikowany w określonych przedziałach skuteczności, co pozwala na szybkie określenie czy amortyzatory spełniają swoje funkcje. Alternatywnie stosowana jest metoda THETA, która symuluje rzeczywiste warunki drogowe i umożliwia bardziej zaawansowaną ocenę tłumienia bez odniesienia do danych referencyjnych. Badanie luzów zawieszenia realizowane jest za pomocą urządzeń szarpakowych, które generują dynamiczne ruchy zawieszenia, pozwalając na identyfikację uszkodzeń w tulejach, sworzniach i łącznikach stabilizatorów (Filipiak, Jajczyk, Nawrowski, Putz, 2012; Jankowski, 2005; Merkiś, Rychter, Gis, Mazurek, 2006).

Na linii diagnostycznej realizowane są również testy emisji spalin, które pozwalają na ocenę efektywności układów wydechowych, takich jak katalizator, filtr



DPF czy układ recyrkulacji spalin. Analizatory spalin mierzą stężenia CO, HC, NOx oraz cząstek stałych w celu weryfikacji zgodności z normami emisji, na przykład Euro 6. Diagnostyka emisji spalin ma kluczowe znaczenie w kontekście ochrony środowiska oraz spełniania wymagań prawnych.

Diagnostyka układu napędowego na linii diagnostycznej obejmuje pomiar mocy i momentu obrotowego generowanego przez silnik, co pozwala na ocenę wydajności układu i identyfikację strat w przekładniach oraz przegubach. Testy dynamiczne umożliwiają ocenę zachowania pojazdu podczas przyspieszania, hamowania oraz pracy w zmiennych warunkach obciążenia. Takie badania są szczególnie przydatne w diagnostyce pojazdów sportowych oraz flotowych, gdzie precyzyjna ocena wydajności ma kluczowe znaczenie.

Dodatkowo linia diagnostyczna umożliwia ocenę stanu opon i ogumienia. Testy obejmują pomiar ciśnienia w oponach oraz ocenę głębokości bieżnika, co pozwala na ocenę wpływu stanu opon na bezpieczeństwo i efektywność jazdy. Regularne badanie tych parametrów minimalizuje ryzyko poślizgu oraz zapewnia lepszą kontrolę nad pojazdem.

Proces diagnostyczny na linii diagnostycznej składa się z kilku etapów. Najpierw pojazd jest przygotowywany do testów poprzez kontrolę stanu technicznego i ciśnienia w oponach oraz wprowadzenie danych technicznych do systemu diagnostycznego. Następnie realizowane są poszczególne testy zgodnie z ustalonym harmonogramem. Wyniki są na bieżąco monitorowane i porównywane z wartościami referencyjnymi, co pozwala na identyfikację ewentualnych usterek. Na koniec generowany jest raport diagnostyczny zawierający szczegółowe wyniki oraz zalecenia dotyczące napraw i regulacji (Małek, 2021; Merkiś, Mazurek, 2002; Sitek, 2008).

Diagnostyka na linii diagnostycznej jest kluczowym elementem utrzymania pojazdu w dobrym stanie technicznym. Regularne testy pozwalają na wczesne wykrycie usterek, co minimalizuje ryzyko awarii podczas eksploatacji i poprawia bezpieczeństwo użytkownika pojazdu. Dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii diagnostycznych proces ten jest nie tylko efektywny, ale również precyzyjny, co przekłada się na lepszą jakość obsługi technicznej pojazdów.

7. Diagnostyka geometrii kół

Diagnostyka geometrii kół jest kluczowym elementem utrzymania pojazdu w dobrym stanie technicznym. Prawidłowe ustawienie geometrii kół zapewnia nie tylko bezpieczeństwo jazdy, ale również wpływa na komfort prowadzenia, równomierne zużycie opon oraz oszczędność paliwa. Geometria kół odnosi się do wzajemnego położenia kół pojazdu w przestrzeni, a jej podstawowymi parametrami są zbieżność,



kąt pochylenia kół, kąt wyprzedzenia i pochylenia sworznia zwrotnicy oraz śladowość. Diagnostyka i regulacja tych parametrów jest szczególnie istotna, ponieważ nieprawidłowe ustawienie geometrii może prowadzić do nierównomiernego zużycia opon, niestabilności pojazdu czy zwiększonego zużycia paliwa (Małek, 2021; Merkisz, Mazurek, 2002; Merkisz, Rychter, Gis, Mazurek, 2006).

Pierwszym z kluczowych parametrów geometrii jest zbieżność kół, która określa różnicę odległości między przednimi a tylnymi krawędziami kół jednej osi. Zbieżność może być dodatnia, kiedy przednie krawędzie kół są bliżej siebie niż tylne, lub ujemna, gdy są dalej od siebie. Prawidłowo ustawiona zbieżność poprawia stabilność jazdy na wprost oraz zapewnia równomierne zużycie opon. Kolejnym ważnym parametrem jest kąt pochylenia kół, czyli nachylenie kół względem pionu, patrząc od przodu pojazdu. Kąt dodatni oznacza, że górna część koła jest odchylona na zewnątrz, natomiast kąt ujemny, że jest pochylona do wewnątrz. Prawidłowe ustawienie tego kąta zapewnia optymalny kontakt opony z nawierzchnią, szczególnie podczas zakrętów, co ma znaczenie dla stabilności pojazdu.

Innym istotnym parametrem jest kąt wyprzedzenia sworznia zwrotnicy, który odnosi się do nachylenia osi sworznia względem pionu, patrząc z boku pojazdu. Kąt dodatni poprawia stabilność jazdy na wprost i samooczyszczanie kół, natomiast ujemny zwiększa zwrotność, co może być przydatne w pojazdach miejskich. Ostatnim z podstawowych parametrów jest kąt pochylenia osi sworznia zwrotnicy, który wpływa na siły działające na koła podczas skręcania oraz stabilność kierunkową pojazdu.

Proces diagnostyki geometrii kół rozpoczyna się od odpowiedniego przygotowania pojazdu. Kluczowe jest sprawdzenie stanu technicznego opon, w tym głębokości bieżnika, ciśnienia powietrza oraz ewentualnych uszkodzeń mechanicznych. Pojazd musi być ustawiony na stanowisku diagnostycznym w pozycji poziomej, co pozwala na dokładne pomiary. Kolejnym etapem jest pomiar parametrów geometrii za pomocą zaawansowanych urządzeń diagnostycznych, takich jak systemy laserowe, optyczne czy kamery 3D. Czujniki montowane na kołach rejestrują odchylenia od osi symetrii pojazdu, a wyniki są porównywane z wartościami referencyjnymi dostarczonymi przez producenta pojazdu (Bździuch, 2017; Radomski, Muc, Szeleziński, 2017; Wierzbicki, 2003).

Nieprawidłowe ustawienie geometrii może wynikać z wielu czynników, takich jak uderzenie w krawężnik, wypadek, zużycie elementów zawieszenia czy nieprawidłowy montaż opon po naprawie. Skutkuje to nierównomiernym zużyciem opon, utrudnionym sterowaniem, zwiększonym zużyciem paliwa oraz zmniejszoną stabilnością pojazdu. Diagnostyka pozwala na identyfikację tych problemów i ich eliminację poprzez regulację odpowiednich parametrów. Na przykład, zbieżność kół może być korygowana poprzez regulację drążków kierowniczych, a kąty pochylenia i



wyprzedzenia sworznia zwrotnicy mogą być dostosowywane za pomocą odpowiednich śrub lub tulei w zawieszeniu.

Nowoczesne systemy diagnostyczne, takie jak GeoTest 60, wykorzystują zaawansowane technologie pomiarowe, w tym kamery CCD, czujniki inklinometryczne oraz wiązki podczerwieni, co pozwala na precyzyjną i szybką ocenę ustawienia kół. Dzięki temu proces diagnostyki jest nie tylko dokładny, ale również efektywny czasowo. Urządzenia te mogą być również zintegrowane z bazami danych producentów pojazdów, co umożliwi automatyczne wprowadzanie wartości referencyjnych, ułatwiając proces regulacji (Precyzja GEO TEST 60, 2024).

Regularna diagnostyka geometrii kół przynosi wiele korzyści. Po pierwsze, poprawia bezpieczeństwo jazdy poprzez zapewnienie stabilności pojazdu i precyzyjnego prowadzenia. Po drugie, równomierne zużycie opon zmniejsza koszty ich wymiany i poprawia komfort jazdy. Po trzecie, optymalne ustawienie kół redukuje opory toczenia, co przekłada się na mniejsze zużycie paliwa. Wreszcie, regularna kontrola geometrii pozwala na wczesne wykrycie problemów w układzie zawieszenia, co zapobiega ich dalszemu pogłębianiu i kosztownym naprawom. Diagnostyka geometrii kół to nieodłączny element profesjonalnego utrzymania pojazdu. Dzięki zaawansowanym technologiom oraz precyzyjnym pomiarom proces ten pozwala na poprawę bezpieczeństwa, komfortu i ekonomii jazdy. Regularna kontrola i regulacja geometrii kół powinna być priorytetem każdego właściciela pojazdu, zwłaszcza w przypadku intensywnej eksploatacji lub po wystąpieniu zdarzeń mogących wpłynąć na ustawienie kół (Merkisz, Mazurek, 2002; Merkisz, Rychter, Gis, Mazurek, 2006; Sitek, 2008).

8. Adaptacja i regulacja systemów pokładowych za pomocą komputerów diagnostycznych

Adaptacja i regulacja systemów pokładowych za pomocą komputerów diagnostycznych to zaawansowany proces, który pozwala na dostosowanie ustawień elektronicznych systemów sterujących w pojazdach. Współczesne samochody są wyposażone w różnorodne moduły sterujące, które kontrolują kluczowe układy, takie jak silnik, układ hamulcowy, klimatyzacja, oświetlenie czy systemy wspomagające kierowcę. Komputery diagnostyczne umożliwiają interakcję z tymi modułami, odczyt ich parametrów, diagnozę usterek oraz wprowadzanie zmian w konfiguracji pojazdu. Adaptacja systemów pokładowych ma na celu (Gustof, 2013; Merkisz, Rychter, Gis, Mazurek, 2006):

1. Dostosowanie parametrów pojazdu do specyficznych warunków eksploatacji, takich jak rodzaj paliwa, styl jazdy kierowcy czy różnice w obciążeniu pojazdu.



2. Optymalizację pracy systemów w celu zwiększenia efektywności energetycznej i redukcji emisji spalin.
3. Korektę nieprawidłowych ustawień po wymianie części lub modernizacji pojazdu.
4. Aktywację nowych funkcji, takich jak dodatkowe systemy wspomagające jazdę, niedostępne w domyślnej konfiguracji.

Zakres regulacji i adaptacji (Małek, 2021; Merkisz, Mazurek, 2002; Merkisz, Rychter, Gis, Mazurek, 2006):

1. System sterowania silnikiem (ECU – Engine Control Unit):
 - Adaptacja układu wtryskowego: Komputer diagnostyczny pozwala na kalibrację map wtrysku paliwa w celu dostosowania ich do rodzaju paliwa, mocy silnika czy aktualnych warunków eksploatacji.
 - Regulacja pracy układu dolotowego i wydechowego: Możliwość dostosowania działania zaworu recyrkulacji spalin (EGR) oraz systemu zmiennych faz rozrządu.
 - Resetowanie adaptacji: Po wymianie elementów, takich jak przepływomierz powietrza, sonda lambda czy katalizator, komputer diagnostyczny umożliwia resetowanie wcześniej zapisanych parametrów w celu ponownego nauczenia się nowych wartości.
2. Systemy bezpieczeństwa (ABS, ESP):
 - Kalibracja czujników: Po wymianie czujników prędkości kół, akcelerometrów czy czujników ciśnienia możliwa jest ich kalibracja i weryfikacja poprawności działania.
 - Regulacja momentu hamowania: W pojazdach wyposażonych w zaawansowane systemy wspomaganie hamowania można dostosować algorytmy rozdziału siły hamowania (EBD).
3. Systemy wspomagające kierowcę (ADAS – Advanced Driver Assistance Systems):
 - Kalibracja kamer i radarów: Po wymianie lub naprawie elementów systemów takich jak asystent pasa ruchu czy adaptacyjny tempomat konieczna jest ich precyzyjna kalibracja za pomocą komputera diagnostycznego.
 - Dostosowanie czułości systemów: Możliwość zmiany parametrów takich jak dystans utrzymywany przez tempomat czy czas reakcji systemu ostrzegania o kolizji.
4. Układ klimatyzacji i komfortu:
 - Regulacja przepływu powietrza: Możliwość dostosowania działania wentylatorów oraz ustawień dystrybucji powietrza.



- Adaptacja sterownika klimatyzacji: Po wymianie elementów układu, takich jak sprężarka czy czujniki temperatury, komputer diagnostyczny umożliwia adaptację sterownika.
- 5. Systemy elektryczne i oświetleniowe:
 - Programowanie modułów oświetleniowych: Komputer diagnostyczny pozwala na dostosowanie funkcji świateł, takich jak czas opóźnienia wyłączenia czy tryb świateł dziennych.
 - Diagnostyka akumulatora i alternatora: Regulacja parametrów ładowania w pojazdach wyposażonych w system start-stop.
- 6. Skrzynia biegów (TCU – Transmission Control Unit):
 - Adaptacja punktów zmiany biegów: Po wymianie oleju w skrzyni biegów lub elementów układu przeniesienia napędu możliwa jest ponowna kalibracja skrzyni w celu dostosowania jej pracy do stylu jazdy kierowcy.
 - Resetowanie pamięci adaptacyjnej: W przypadku skrzyń automatycznych komputer diagnostyczny umożliwia resetowanie pamięci adaptacyjnej, co pozwala na nauczenie się nowych parametrów przez skrzynię.

Zaawansowane komputery diagnostyczne, takie jak Bosch KTS, Delphi DS150E czy Texa Navigator, oferują szeroką gamę funkcji, w tym adaptację, programowanie modułów oraz aktualizację oprogramowania. Wraz z rosnącą liczbą systemów elektronicznych w pojazdach pojawia się potrzeba bardziej zaawansowanych narzędzi diagnostycznych, które obsługują różne protokoły komunikacyjne, takie jak CAN, LIN czy FlexRay. Korzyści adaptacji systemów pokładowych (Merkisz, Rychter, Gis, Mazurek, 2006; Wierzbicki, 2003):

1. Poprawa wydajności – Optymalizacja parametrów sterowników zwiększa efektywność pracy systemów.
2. Zwiększenie bezpieczeństwa – Precyzyjna kalibracja systemów ADAS minimalizuje ryzyko błędów w ich działaniu.
3. Redukcja emisji spalin – Dostosowanie pracy silnika i układów wydechowych pozwala na spełnienie rygorystycznych norm emisji.
4. Komfort użytkownika – Dostosowanie ustawień systemów komfortu i klimatyzacji poprawia jakość użytkownika pojazdu.

Adaptacja i regulacja systemów pokładowych za pomocą komputerów diagnostycznych to nieodzowny element serwisowania nowoczesnych pojazdów. Dzięki zaawansowanym technologiom diagnostycznym możliwe jest precyzyjne dostosowanie pracy układów elektronicznych do potrzeb użytkownika, warunków eksploatacji oraz wymagań prawnych. Regularne przeprowadzanie adaptacji i aktualizacji systemów nie tylko zwiększa efektywność i bezpieczeństwo pojazdu, ale



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



również wydłuża jego żywotność, zmniejszając ryzyko awarii i poprawiając komfort użytkowania.





9. Literatura

- [1]. Białobrzaska M. (2021). Automotive Diagnostic System OBD-Laboratory Learning Tool (rozprawa doktorska). Instytut Elektrotechniki Teoretycznej i Systemów Informacyjno-Pomiarowych.
- [2]. Bril J., Łukasik Z. (2013). Diagnostyka pojazdów samochodowych. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe*, 14(3), 203–211.
- [3]. Bździuch D. (2017). Pomiar parametrów pracy silnika i badania diagnostyczne pojazdów samochodowych na hamowni podwoziowej VT-2. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe*, 18.
- [4]. Dąbrowski M., Kowalczyk S., Trawiński G. (2013). Diagnostyka pojazdów samochodowych. WSiP, Warszawa.
- [5]. Filipiak M., Jajczyk J., Nawrowski R., Putz Ł. (2012). Systemy bezpieczeństwa czynnego i ich diagnostyka. *Poznan University of Technology Academic Journals. Electrical Engineering*.
- [6]. Filipiak M., Jajczyk J., Nawrowski R., Putz Ł. (2012). Urządzenia diagnostyczne w pojazdach samochodowych. *Poznan University of Technology Academic Journals. Electrical Engineering*.
- [7]. Gajek A. (2008). System diagnostyki pokładowej układów hamulcowych pojazdów samochodowych. *Diagnostyka*, 1(45), 165–170.
- [8]. Gustof P. (2013). Badania techniczne z diagnostyką pojazdów samochodowych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
- [9]. Janczura J., Kochanek A. (2023). Diagnostyka samochodowa. Badania techniczne pojazdów na przykładzie wybranych stacji kontroli pojazdów.
- [10]. Jankowski M. (2005). Wprowadzenie do pokładowego diagnozowania pojazdów samochodowych. *Diagnostyka*, 33, 55–59.
- [11]. Kubiak P., Zalewski M. (2013). Pracownia diagnostyki pojazdów samochodowych. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności.
- [12]. Małek A. (2021). Diagnostyka pojazdów samochodowych.
- [13]. Merkisz J., Mazurek S. (2002). Pokładowe systemy diagnostyczne pojazdów samochodowych.
- [14]. Merkisz J., Rychter M., Gis W., Mazurek S. (2006). System zdalnej diagnostyki i monitorowania stanu technicznego pojazdów samochodowych wykorzystujących system OBD II. *Transport Samochodowy*, (2), 89–107.
- [15]. Precyzja GEO TEST 60, dostępny w: <https://climatools.pl/pl/p/Precyzja-GEO-TEST-60/356> (dostęp: 20.09.2024).
- [16]. Radomski S., Muc A., Szeleziński A. (2017). Możliwości diagnostyki pojazdów samochodowych z wykorzystaniem oprogramowania open source. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe*, 18(7–8), 208–212.



- [17]. Sitek K. (2008). Diagnostyka bezpieczeństwa pojazdów samochodowych za pomocą linii diagnostycznych. *Diagnostyka*, 2(46), 91–100.
- [18]. Suchecki A., Nowakowski J. (2015). Badania podczas procesu homologacji na hamowni podwoziowej i silnikowej. *TTS Technika Transportu Szybnego*, (12).
- [19]. Wierzbicki S. (2003). Procedury diagnozowania pojazdów samochodowych zgodnych z normą OBD II. *Diagnostyka*, 28, 47–52.

