

KOMPLETNY PODRĘCZNIK KURSU

KURS MECHANIKI SAMOCHODOWEJ

Od podstaw warsztatu do samodzielnej diagnostyki. Zasady działania, objawy usterek, procedury krok po kroku, wartości pomiarowe i listy kontrolne.

- ❖ Podstawy warsztatu
- ❖ Silnik spalinowy
- ❖ Układ hamulcowy
- ❖ Zawieszenie i układ kierowniczy
- ❖ Instalacja elektryczna
- ❖ Układ napędowy
- ❖ Diagnostyka komputerowa
- ❖ Wtrysk i układy emisji
- ❖ Obsługa okresowa
- ❖ Praca w zawodzie
- ❖ Dodatki: tabele, kody OBD-II, karty
- ❖ Słowniczek pojęć

54

LEKCJE

96

KODÓW OBD-II

99

POJĘĆ W SŁOWNICZKU

3

KARTY DO DRUKU

EDYCJA 2026 · 10 MODUŁÓW + DODATKI



W.1	Jak korzystać z tego podręcznika	4
W.2	Plan nauki i mapa kursu	6
1	Podstawy warsztatu	8
1.1	Narzędzia mechanika	9
1.2	Bezpieczeństwo w warsztacie	11
1.3	Budowa samochodu: mapa układów	13
1.4	Podstawowe pomiary i przyrządy	15
1.5	Połączenia gwintowe i momenty dokręcania	17
1.6	Dobre praktyki i organizacja zlecenia	19
2	Silnik spalinowy	21
2.1	Budowa silnika	22
2.2	Cykl czterosuwowy i spalanie	24
2.3	Układ rozrządu	26
2.4	Układ smarowania	28
2.5	Układ chłodzenia	30
2.6	Układ zapłonowy silnika benzynowego	32
2.7	Doładowanie i turbosprężarka	34
2.8	Diagnostyka mechaniczna silnika	36
3	Układ hamulcowy	38
3.1	Zasada działania układu hamulcowego	39
3.2	Hamulce tarczowe: klocki i tarcze	41
3.3	Hamulce bębnowe	43
3.4	Płyn hamulcowy i odpowietrzanie	45
3.5	ABS, ESP i elektryczny hamulec postojowy	47
4	Zawieszenie i układ kierowniczy	49
4.1	Amortyzatory i sprężyny	50
4.2	Wahacze, sworznie, tuleje i łączniki	52
4.3	Układ kierowniczy i wspomaganie	54
4.4	Geometria kół	56
4.5	Koła, opony i łożyska	58
5	Instalacja elektryczna	60
5.1	Podstawy elektryki i praca multimetrem	61
5.2	Akumulator	63
5.3	Rozrusznik	65
5.4	Alternator i układ ładowania	67
5.5	Bezpieczniki, przekaźniki, przewody i złącza	69
5.6	Oświetlenie, odbiorniki i prąd upływu	71
6	Układ napędowy	73
6.1	Sprzęgło i koło dwumasowe	74
6.2	Skrzynia biegów manualna	76
6.3	Skrzynie automatyczne	78

6.4	Półosie, przeguby i mechanizm różnicowy	80
7	Diagnostyka komputerowa	82
7.1	Metodyka diagnozowania	83
7.2	OBD-II i obsługa testera	85
7.3	Kody usterek: struktura i interpretacja	87
7.4	Dane bieżące (live data)	89
7.5	Testy diagnostyczne i elementy wykonawcze	91
7.6	Diagnostyka w praktyce: studia przypadków	93
8	Wtrysk i układy emisji	95
8.1	Układ zasilania paliwem	96
8.2	Czujniki silnika	98
8.3	Wtrysk bezpośredni i common rail	100
8.4	Katalizator, DPF, EGR i AdBlue	102
9	Obsługa okresowa	104
9.1	Wymiana oleju i filtrów	105
9.2	Świece zapłonowe i świece żarowe	107
9.3	Paski: rozrząd i wieloklinowy	109
9.4	Płyny eksploatacyjne	111
9.5	Przegląd okresowy krok po kroku	113
9.6	Klimatyzacja: obsługa podstawowa	115
10	Praca w zawodzie	117
10.1	Organizacja stanowiska i warsztatu	118
10.2	Wycena usług	120
10.3	Rozmowa z klientem i pierwsi klienci	122
10.4	Ścieżka rozwoju zawodowego	124
❖	Dodatki i tabele	126
D.1	Momenty dokręcania: wartości orientacyjne	127
D.2	Wartości referencyjne mechanika	129
D.3	Karta przeglądu okresowego	131
D.4	Karta zlecenia naprawy	133
D.5	Najczęstsze kody OBD-II	134
D.6	Słowniczek pojęć	138
D.7	Dziennik pomiarów i napraw	142

W.1

WPROWADZENIE

Jak korzystać z tego podręcznika

Podręcznik prowadzi od podstaw warsztatowych do samodzielnej diagnostyki. Każda lekcja ma ten sam układ, dzięki czemu szybko znajdziesz zasadę działania, typowe usterki, procedurę i listę kontrolną.

❖ Dla kogo jest ten kurs

Kurs został przygotowany dla osób, które zaczynają od zera i chcą zdobyć praktyczny zawód, dla pomocników mechanika i pracowników serwisów, którzy chcą uporządkować wiedzę, a także dla właścicieli samochodów, którzy chcą rozpoznawać usterki i wykonywać podstawowe naprawy. Materiał nie zakłada wcześniejszej wiedzy technicznej, ale szybko przechodzi do konkretów: wartości pomiarowych, objawów, przyczyn i kolejności czynności.

❖ Układ każdej lekcji

Element lekcji	Co zawiera	Jak z niego korzystać
Wstęp	Krótkie omówienie roli układu w samochodzie	Przeczytaj przed pracą, aby zrozumieć cel czynności
Budowa i zasada działania	Elementy układu i sposób ich współpracy	Podstawa do diagnozy: wiesz, czego szukać
Tabele objawów	Objaw, prawdopodobna przyczyna, sposób sprawdzenia	Zaczynaj od objawu zgłoszonego przez klienta
Procedura krok po kroku	Kolejne czynności warsztatowe	Wykonuj w podanej kolejności, niczego nie pomijaj
Wskazówka z warsztatu	Praktyczne triki i typowe pułapki	Oszczędzaj czas i unikaj powtórnych napraw
Bezpieczeństwo	Zagrożenia związane z daną czynnością	Traktuj jako obowiązkowe minimum
Lista kontrolna	Punkty do odhaczenia po pracy	Sprawdzenie końcowe przed oddaniem auta

❖ Dane producenta mają zawsze pierwszeństwo

Wartości liczbowe podane w podręczniku (momenty dokręcania, ciśnienia, napięcia, interwały wymian) są typowymi zakresami dla współczesnych samochodów osobowych. Służą do nauki i szybkiej orientacji. Przy konkretnej naprawie zawsze korzystaj z danych producenta dla danego modelu, wersji silnika i roku produkcji: z instrukcji serwisowej, katalogu części lub programu z danymi technicznymi. Jeśli dane producenta różnią się od wartości w tabelach kursu, obowiązują dane producenta.

⚠ **Bezpieczeństwo**

Praca przy samochodzie wiąże się z ryzykiem: ciężkie elementy, gorące płyny, paliwo, wysokie napięcie w autach hybrydowych i elektrycznych oraz poduszki powietrzne. Przed każdą czynnością przeczytaj ramkę Bezpieczeństwo w danej lekcji. Układów wysokiego napięcia (przewody w kolorze pomarańczowym) nie wolno dotykać bez specjalistycznego przeszkolenia i uprawnień.

❖ Jak uczyć się najskuteczniej

- ▶ **Najpierw zasada, potem klucz.** Zanim coś odkręcisz, odpowiedz sobie na pytanie, jak ten element działa i co się stanie po jego demontażu.
- ▶ **Ćwicz na własnym aucie lub aucie znajomego.** Wymiana oleju, kontrola klocków czy pomiar akumulatora to najlepsze pierwsze zadania.
- ▶ **Prowadź zeszyt pomiarów.** Zapisuj wartości, które zmierzyłeś: napięcia, grubości tarcz, ciśnienia sprężania. Po kilku tygodniach zaczniesz intuicyjnie rozpoznawać wartości nieprawidłowe.
- ▶ **Wracaj do tabel objawów.** Diagnostyka to umiejętność łączenia objawu z przyczyną. Im częściej przeglądasz tabele, tym szybciej stawiasz trafne hipotezy.
- ▶ **Nie wymieniaj części na próbę.** Każda wymiana powinna wynikać z pomiaru lub testu. To odróżnia mechanika od wymieniacza części.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Każda lekcja ma stały układ: zasada, objawy, procedura, bezpieczeństwo, lista kontrolna.
- Wartości w kursie są orientacyjne, dane producenta są nadrzędne.
- Diagnoza zawsze poprzedza wymianę części.

W.2

WPROWADZENIE

Plan nauki i mapa kursu

Kurs składa się z dziesięciu modułów ułożonych od najprostszych do najbardziej złożonych oraz z dodatków, które służą jako ściągawka przy codziennej pracy.

❖ Mapa modułów

Moduł	Temat	Czego się nauczysz
1	Podstawy warsztatu	Narzędzia, bezpieczeństwo, budowa auta, pomiary, połączenia gwintowe, organizacja zlecenia
2	Silnik spalinowy	Budowa, cykl pracy, rozrząd, smarowanie, chłodzenie, zapłon, turbo, diagnostyka mechaniczna
3	Układ hamulcowy	Hamulce tarczowe i bębnowe, płyn i odpowietrzanie, ABS, ESP, hamulec postojowy
4	Zawieszenie i układ kierowniczy	Amortyzatory, wahacze, sworznie, wspomaganie, geometria kół, opony i łożyska
5	Instalacja elektryczna	Multimetr, akumulator, rozrusznik, alternator, bezpieczniki, przewody, prąd upływu
6	Układ napędowy	Sprzęgło i koło dwumasowe, skrzynie biegów, pólisie i przeguby
7	Diagnostyka komputerowa	Metodyka, OBD-II, kody usterek, dane bieżące, testy, studia przypadków
8	Wtrysk i układy emisji	Zasilanie paliwem, czujniki, common rail, katalizator, DPF, EGR, AdBlue
9	Obsługa okresowa	Olej, filtry, świece, paski, płyny, przegląd, klimatyzacja
10	Praca w zawodzie	Organizacja stanowiska, wycena usług, kontakt z klientem, rozwój zawodowy
D	Dodatki	Momenty dokręcania, wartości referencyjne, kody OBD-II, karty przeglądu, słowniczek

❖ Proponowany harmonogram: 8 tygodni

Tydzień	Zakres	Zadanie praktyczne
1	Moduł 1	Skompletuj podstawowy zestaw narzędzi i wykonaj pomiary suwmiarką i multimetrem
2	Moduł 2	Sprawdź poziom i stan oleju oraz płynu chłodniczego, obejrzyj paski osprzętu
3	Moduł 3	Zmierz grubość klocków i tarcz, oceń stan płynu hamulcowego testerem
4	Moduł 4	Wykonaj kontrolę luzów zawieszenia i układu kierowniczego na podnośniku
5	Moduł 5	Zmierz napięcie spoczynkowe, napięcie przy rozruchu i napięcie ładowania
6	Moduły 6 i 7	Podłącz tester OBD-II, odczytaj kody i zapisz dane bieżące na ciepłym silniku
7	Moduły 8 i 9	Wykonaj pełną wymianę oleju z filtrem i wypełnij kartę przeglądu
8	Moduł 10 i Dodatki	Przygotuj własny cennik usług i kartę zlecenia naprawy

❖ Wskazówka z warsztatu

Najwięcej uczysz się wtedy, gdy wiedza z lekcji od razu trafia do rąk. Po każdym module wykonaj przynajmniej jedno zadanie praktyczne z tabeli powyżej i zanotuj wyniki pomiarów. Zapiski z własnej pracy będą cenniejsze niż dowolny podręcznik.

❖ Kompetencje po ukończeniu kursu**❖ Po kursie potrafisz**

☐ Bezpieczna praca na podnośniku i podnoszącym się aucie	☐ Diagnostyka akumulatora, rozrusznika i alternatora
☐ Dobór narzędzi i dokręcanie z właściwym momentem	☐ Odczyt i interpretacja kodów OBD-II
☐ Wymiana oleju, filtrów, świec i klocków hamulcowych	☐ Analiza danych bieżących silnika
☐ Ocena stanu zawieszenia i układu kierowniczego	☐ Przeprowadzenie przeglądu okresowego
☐ Pomiary elektryczne multimetrem	☐ Wycena usługi i rozmowa z klientem

MODUŁ 1



Podstawy warsztatu

Narzędzia, bezpieczeństwo, budowa samochodu, pomiary i dobre praktyki. Fundament, bez którego każda kolejna naprawa trwa dłużej i jest bardziej ryzykowna.

W tym module

1.1	Narzędzia mechanika	str. 9
1.2	Bezpieczeństwo w warsztacie	str. 11
1.3	Budowa samochodu: mapa układów	str. 13
1.4	Podstawowe pomiary i przyrządy	str. 15
1.5	Połączenia gwintowe i momenty dokręcania	str. 17
1.6	Dobre praktyki i organizacja zlecenia	str. 19

1.1

LEKCJA

Narzędzia mechanika

Dobre narzędzie skraca naprawę, chroni śruby przed zniszczeniem i ręce przed urazem. Zestaw kompletuj etapami: najpierw narzędzia ręczne, potem pomiarowe, na końcu specjalistyczne.

❖ Zestaw podstawowy: od czego zacząć

Narzędzie	Zakres / typ	Zastosowanie i uwagi
Klucze płasko-oczkowe	8 do 19 mm, plus 21, 22, 24 mm	Śruby w trudnym dostępie; oczko zawsze przy dużym momencie, płaska strona do kontrowania
Nasadki 1/4 cala	4 do 14 mm, sześciokątne	Drobne śruby osprzętu, wnętrze, elektryka
Nasadki 1/2 cala	10 do 32 mm, krótkie i długie	Zawieszenie, hamulce, koła; nasadki sześciokątne mniej niszczą łby niż dwunastokątne
Grzechotki i przedłużki	1/4, 3/8, 1/2 cala; przegub Cardana	Szybkie wkręcanie; grzechotki nie używaj do zrywania zabezpieczonych śrub
Pokrętło łamane	1/2 cala, długość 450 do 600 mm	Odkręcanie śrub kół i zawieszenia z dużym momentem
Klucz dynamometryczny	5 do 60 Nm oraz 40 do 200 Nm	Dokręcanie z zadany momentem; po pracy ustaw na minimum skali
Bity i nasadki Torx, Imbus, Ribe	T20 do T60, H5 do H14, M8 do M12	Zaciski hamulcowe, głowice, łączniki stabilizatora, skrzynie biegów
Śrubokręty	Płaskie i krzyżakowe PH/PZ	Opaski, osłony, elektryka; nie używaj jako przecinaka ani dźwigni
Szczypce	Uniwersalne, wydłużone, do opasek, do pierścieni Segera	Zaciski węży, pierścienie osadcze, złącza
Młotek i pobijaki	Ślusarski 500 g, gumowy, mosiężny pobijak	Mosiądz lub guma, gdy nie wolno uszkodzić powierzchni

❖ Narzędzia warsztatowe i podnoszenie

- ▶ **Podnośnik żabka** o udźwigu co najmniej 2 t oraz **stojaki warsztatowe** (kozyłki) z blokadą. Auto podnosimy żabką, ale pracujemy pod nim wyłącznie na stojakach.
- ▶ **Kliny pod koła** zabezpieczają auto przed stoczeniem przy podnoszeniu jednej osi.
- ▶ **Lampa warsztatowa LED** i latarka czołowa: większość błędów wynika z tego, że czegoś po prostu nie widać.
- ▶ **Wanna na olej, lejki, strzykawka do płynów** oraz sorbent do rozlanych cieczy.
- ▶ **Szczotka druciana, skrobak, smar miedziany i ceramiczny, środek penetrujący** do zabezpieczonych połączeń.
- ▶ **Ściągacze**: do łożysk, przegubów, sworzni, filtrów oleju. Właściwy ściągacz zastępuje godzinę walki młotkiem.

❖ **Narzędzia pomiarowe i diagnostyczne**

Przyrząd	Co mierzy	Kiedy jest potrzebny
Multimetr cyfrowy	Napięcie, prąd, rezystancja, ciągłość	Każda usterka elektryczna, kontrola ładowania i akumulatora
Tester OBD-II	Kody usterek, dane bieżące, testy elementów	Kontrolka silnika, diagnostyka czujników, adaptacje
Suwmiarka	Wymiary zewnętrzne, wewnętrzne, głębokość	Klocki, tarcze, średnice, długości śrub
Mikrometr	Grubość z dokładnością 0,01 mm	Grubość i bicie tarcz, wałki
Czujnik zegarowy ze stopką magnetyczną	Bicie i luz	Bicie tarcz hamulcowych, luz osiowy
Szczelinomierz	Szczeliny 0,05 do 1 mm	Przerwa na elektrodach świec, luzy zaworowe
Manometr ciśnienia sprężania	Ciśnienie w cylindrach	Ocena stanu mechanicznego silnika
Tester płynu hamulcowego	Zawartość wody w płynie	Każdy przegląd hamulców
Refraktometr	Stężenie płynu chłodniczego, AdBlue, elektrolitu	Przegląd przed zimą, kontrola AdBlue
Głębokościomierz bieżnika	Wysokość bieżnika opon	Przegląd okresowy, sezonowa wymiana opon

❖ **Wskazówka z warsztatu**

Kupuj klucz dynamometryczny i nasadki udarowe od sprawdzonego producenta, a tańsze zamienniki wybieraj tam, gdzie narzędzie nie przenosi dużych sił (szczypce do opasek, lusterka, magnesy). Klucz dynamometryczny co jakiś czas daj do sprawdzenia, a po pracy zawsze rozprężaj sprężynę do minimum skali, bo inaczej traci dokładność.

⚠ **Bezpieczeństwo**

Do kluczy udarowych pneumatycznych i akumulatorowych używaj wyłącznie nasadek udarowych (czarnych, grubszych). Zwykle chromowane nasadki mogą pęknąć i odprysnąć z dużą prędkością. Śruby kół dokręcaj kluczem udarowym najwyżej wstępnie, a ostatecznie zawsze kluczem dynamometrycznym.

❖ **Kontrola stanowiska przed pracą**

☐ Nasadki i klucze ułożone w organizerze według rozmiaru	☐ Multimetr z naładowaną baterią i sprawnymi przewodami
☐ Klucz dynamometryczny rozprężony po pracy	☐ Zapas środka penetrującego, smaru miedzianego i czyściwa
☐ Stojaki warsztatowe sprawne, z blokadą	☐ Kliny pod koła zawsze pod ręką

1.2

LEKCJA

Bezpieczeństwo w warsztacie

Większość wypadków w warsztacie ma te same przyczyny: auto podparte tylko podnośnikiem, gorący płyn pod ciśnieniem, brak okularów, rozlany olej na posadzcę. Każdemu z nich można zapobiec prostą procedurą.

❖ Główne zagrożenia i sposoby ich ograniczania

Zagrożenie	Przykład sytuacji	Jak zapobiegać
Zgniecenie	Auto spada z podnośnika żabki podczas pracy pod spodem	Zawsze stojaki warsztatowe w punktach podparcia, kliny pod koła, praca na równym podłożu
Oparzenie	Odkręcenie korka zbiornika wyrównawczego na gorącym silniku	Odczekaj do ostygnięcia, korek odkręcaj przez szmatę, stopniowo upuszczając ciśnienie
Pożar	Wyciek paliwa na gorący kolektor, iskra przy akumulatorze	Gaśnica w zasięgu ręki, brak otwartego ognia, odłączenie akumulatora przy pracy z paliwem
Porażenie	Kontakt z instalacją wysokiego napięcia w hybrydzie	Nie dotykaj pomarańczowych przewodów, prace przy HV tylko z uprawnieniami
Uraz oka	Odprysk rdzy, płyn hamulcowy, elektrolit	Okulary ochronne przy każdej pracy pod autem i przy szlifowaniu
Wciągnięcie	Luźny rękaw przy pracującym silniku i pasku osprzętu	Obcisła odzież, bez biżuterii, długie włosy związane
Zatrucie	Spaliny w zamkniętym garażu	Odciąg spalin lub praca przy otwartych bramach
Wybuch poduszki	Praca przy kierownicy lub fotelu z napinaczem	Odłącz akumulator i odczekaj czas podany przez producenta, zwykle kilka minut
Poślizgnięcie	Rozlany olej lub płyn na posadzcę	Natychmiast posyp sorbentem i posprzątaj

❖ Podnoszenie samochodu: zasady bez wyjątków

❖ Bezpieczne podnoszenie i podpieranie

- 1 Ustaw auto na twardym, równym podłożu. Włącz hamulec postojowy i bieg (w automacie pozycja P).
- 2 Podłóż kliny pod koła osi, która pozostaje na ziemi, z obu stron koła.
- 3 Odkręć wstępnie śruby kół, zanim koło oderwie się od podłoża.
- 4 Podnieś auto żabką wyłącznie w punkcie podnoszenia wskazanym przez producenta (wzmocniony próg, belka, rama pomocnicza).
- 5 Ustaw stojaki warsztatowe w punktach podparcia i opuść auto tak, aby oparło się na stojakach.
- 6 Pozostaw żabkę lekko dociśniętą jako dodatkowe zabezpieczenie, ale nie jako jedyną podporę.
- 7 Przed wejściem pod auto potrząśnij nim lekko z boku, aby upewnić się, że stoi stabilnie.

⚠ **Bezpieczeństwo**

Nigdy nie pracuj pod autem podpartym wyłącznie podnośnikiem, cegłami, pustakami ani drewnianymi klockami nieznannej jakości. Podnośnik hydrauliczny może w każdej chwili stracić ciśnienie. To najczęstsza przyczyna śmiertelnych wypadków w przydomowych garażach.

❖ Środki ochrony indywidualnej

- ▶ **Okulary ochronne:** podstawowe wyposażenie przy pracy pod autem, szlifowaniu, czyszczeniu sprężonym powietrzem i pracy z płynami.
- ▶ **Rękawice nitrylowe** chronią skórę przed olejem przepracowanym, który zawiera szkodliwe związki. **Rękawice robocze** stosuj przy ostrych krawędziach i ciężkich elementach.
- ▶ **Obuwie z podnoskiem** chroni stopy przed upadkiem tarczy, koła czy narzędzia.
- ▶ **Ochronniki słuchu** przy pracy kluczem udarowym i szlifierką.
- ▶ **Maska przeciwpylowa** przy czyszczeniu hamulców. Pyłu nie wydychaj sprężonym powietrzem, tylko zbieraj środkiem do czyszczenia hamulców i czyściwem.

❖ Samochody hybrydowe i elektryczne

Auta hybrydowe i elektryczne mają instalację wysokiego napięcia, zwykle od około 200 do 800 V prądu stałego. Przewody wysokiego napięcia są oznaczone kolorem pomarańczowym. Zwykle czynności obsługowe, takie jak wymiana kół, klocków czy oleju w hybrydzie, są możliwe, ale wymagają znajomości zasad producenta, ponieważ na przykład układ hamulcowy może sam wytwarzać ciśnienie po otwarciu drzwi. Każda praca przy elementach wysokiego napięcia wymaga odłączenia instalacji według procedury producenta i odpowiednich uprawnień.

❖ Odpady i ochrona środowiska

Olej przepracowany, filtry, płyn hamulcowy, płyn chłodniczy, akumulatory i czyściwo nasączone olejem to odpady niebezpieczne. Przechowuj je w szczelnych, opisanych pojemnikach i oddawaj do uprawnionego odbiorcy. Nigdy nie wylewaj płynów do kanalizacji ani do gruntu. Płyn chłodniczy ma słodki smak i jest śmiertelnie niebezpieczny dla zwierząt i dzieci.

❖ Bezpieczeństwo: kontrola przed każdą pracą

☐ Gaśnica sprawna i w zasięgu ręki	☐ Brak biżuterii i luźnej odzieży
☐ Apteczka uzupełniona, w tym płyn do płukania oczu	☐ Wentylacja przy pracującym silniku
☐ Stojaki zamiast samego podnośnika	☐ Sorbent na wypadek wycieku
☐ Okulary i rękawice założone	☐ Pojemniki na odpady opisane

1.3

LEKCJA

Budowa samochodu: mapa układów

Samochód to zbiór współpracujących układów. Mechanik, który rozumie, jak one ze sobą rozmawiają, szybciej znajduje przyczynę usterki, bo wie, który układ może wywoływać dany objaw.

❖ Główne układy pojazdu

Układ	Zadanie	Najważniejsze elementy
Silnik	Zamiana energii paliwa na ruch obrotowy	Blok, głowica, tłoki, wał korbowy, rozrząd
Zasilanie paliwem	Dostarczenie paliwa w odpowiedniej ilości i pod odpowiednim ciśnieniem	Zbiornik, pompa, filtr, listwa, wtryskiwacze
Zapłon (benzyna)	Zapalenie mieszanki we właściwym momencie	Cewki, świece, czujnik położenia wału
Smarowanie	Zmniejszenie tarcia i odprowadzenie ciepła	Pompa oleju, filtr, miska, kanały olejowe
Chłodzenie	Utrzymanie stałej temperatury pracy silnika	Pompa wody, termostat, chłodnica, wentylator
Wydech i oczyszczanie spalin	Odprowadzenie i oczyszczenie spalin	Kolektor, katalizator, DPF, sondy lambda, tłumiki
Napęd	Przeniesienie momentu z silnika na koła	Sprzęgło, skrzynia biegów, pólósie, mechanizm różnicowy
Hamulce	Zwalnianie i zatrzymanie pojazdu	Pompa hamulcowa, zaciski, tarcze, klocki, ABS
Zawieszenie	Kontakt kół z drogą i komfort jazdy	Sprężyny, amortyzatory, wahacze, stabilizator
Układ kierowniczy	Kierowanie pojazdem	Przekładnia, drążki, końcówki, wspomaganie
Instalacja elektryczna	Zasilanie odbiorników i sterowanie	Akumulator, alternator, rozrusznik, sterowniki, wiązki
Nadwozie i komfort	Ochrona pasażerów i komfort	Poduszki, klimatyzacja, oświetlenie, zamki

❖ Układy napędu: przód, tył, 4x4

Rodzaj napędu	Cechy budowy	Na co zwrócić uwagę w serwisie
Przedni (FWD)	Silnik i skrzynia z przodu, pólósie z przegubami napędzają koła przednie	Oslony przegubów, łożyska kół, poduszki silnika, zużycie przednich opon
Tylne (RWD)	Wał napędowy przenosi napęd na tylny most z mechanizmem różnicowym	Krzyżaki i łącznik wału, olej w moście, uszczelniacze
Stały 4x4 (AWD)	Napęd na obie osie, mechanizm międzyosiowy lub sprzęgło wielopłytkowe	Jednakowe opony na wszystkich kołach, olej w sprzęgle Haldex i skrzyni rozdzielczej
Dołączany 4x4	Druga oś dołączana automatycznie lub ręcznie	Działanie sprzęgła dołączającego, serwis oleju, kody w sterowniku napędu

❖ Jak układy wpływają na siebie

Usterka jednego układu często objawia się w innym. Słabo ładujący alternator powoduje nie tylko problemy z rozruchem, ale też błędy w sterownikach ABS czy skrzyni biegów, ponieważ moduły elektroniczne wymagają stabilnego napięcia. Nieszczelny układ dolotowy daje kod ubogiej mieszanki, choć układ paliwowy działa poprawnie. Zużyte tuleje wahacza dają objaw ściągania podczas hamowania, choć hamulce są sprawne. Dlatego przed wymianą elementu zawsze pytamy: czy ten objaw może pochodzić z innego układu?

Objaw	Układ, który podejrzewasz najpierw	Układ, o którym łatwo zapomnieć
Kontrolki ABS i ESP po rozruchu	Hamulce: czujnik prędkości koła	Instalacja: niskie napięcie akumulatora
Ściąganie przy hamowaniu	Hamulce: zacisk, przewód elastyczny	Zawieszenie: tuleje wahacza, geometria
Szarpanie przy przyspieszaniu	Zapłon: cewka, świeca	Napęd: przegub, poduszka silnika, dwumasa
Przegrzewanie silnika	Chłodzenie: termostaat, pompa	Elektryka: wentylator, przekaźnik, czujnik
Duże zużycie paliwa	Wtrysk: czujniki, wtryskiwacze	Hamulce: zacinający się zacisk; opony: zbyt niskie ciśnienie

❖ Wskazówka z warsztatu

Przy każdym nowym aucie zrób szybki obchód: otwórz maskę i nazwij głośno każdy widoczny element, sprawdź, gdzie są punkty podnoszenia, gdzie bezpieczniki i gdzie gniazdo diagnostyczne. Pięć minut takiej orientacji oszczędza później wiele szukania.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Samochód to układy, które na siebie wpływają; objaw nie zawsze wskazuje układ uszkodzony.
- Rodzaj napędu decyduje o tym, gdzie szukać luzów, wycieków i zużycia.
- Stabilne napięcie zasilania to warunek poprawnej pracy całej elektroniki.

1.4

LEKCJA

Podstawowe pomiary i przyrządy

Mechanik mierzy, zamiast zgadywać. Grubość tarczy, bicie, szczelina, napięcie: każdy z tych pomiarów decyduje o tym, czy część zostaje, czy idzie do wymiany.

❖ Jednostki, które spotkasz najczęściej

Wielkość	Jednostka	Przeliczenia i przykłady
Moment siły	Nm (niutonometr)	1 kGm to około 9,81 Nm; 1 lbf ft to około 1,36 Nm
Ciśnienie	bar, kPa, psi	1 bar = 100 kPa = około 14,5 psi; ciśnienie w oponach zwykle 2,0 do 2,8 bar
Długość	mm	Grubość tarcz, klocków, bieżnika; dokładność suwmiarki 0,02 do 0,05 mm
Napięcie	V (wolt)	Akumulator w spoczynku około 12,6 V; ładowanie około 13,8 do 14,7 V
Prąd	A, mA	Rozruch: 100 do 300 A i więcej; prąd upływu po uśpieniu zwykle kilkadziesiąt mA
Rezystancja	Ω (om)	Czujniki temperatury: od kilkuset Ω do kilku kΩ zależnie od temperatury
Temperatura	°C	Praca silnika zwykle około 85 do 105 °C
Pojemność	l, cm ³	Pojemność silnika, ilość oleju, płynów

❖ Suwmiarka: prawidłowy pomiar

❖ Pomiar grubości tarczy hamulcowej suwmiarką lub mikrometrem

1	Oczyść szczęki suwmiarki i mierzony element z brudu i rdzy.
2	Sprawdź zero: zamknij szczęki i upewnij się, że wskazanie wynosi 0,00.
3	Przyłóż szczęki prostopadle do mierzonej powierzchni, bez przechylania.
4	Dociśnij lekko, nie siłowo, aby nie ugiąć szczęk.
5	Mierz w kilku miejscach, na przykład tarczę w 3 do 4 punktach na obwodzie, i zapisz najmniejszą wartość.
6	Porównaj wynik z wartością minimalną podaną przez producenta.

❖ Wskazówka z warsztatu

Na krawędzi zużytej tarczy tworzy się rant, który zafałszowuje pomiar zwykłą suwmiarką. Do tarcz używaj mikrometru lub suwmiarki z cienkimi końcówkami, a pomiar wykonuj na powierzchni roboczej, kilka milimetrów od krawędzi.

❖ Czujnik zegarowy: pomiar bicia

Bicie osiowe tarczy hamulcowej jest najczęstszą przyczyną drgań kierownicy podczas hamowania. Czujnik mocuje się na stopce magnetycznej do zwrotnicy, końcówkę ustawia prostopadle do tarczy około 10 mm od jej zewnętrznej krawędzi, wstępnie napina, zeruje i obraca tarczę o pełny obrót. Typowa dopuszczalna wartość bicia zamontowanej tarczy wynosi zwykle około 0,03 do 0,07 mm, ale wiążąca jest wartość producenta. Przed pomiarem tarcza musi być dociśnięta śrubami kół lub tulejami dystansowymi, a piasta czysta, bo nawet drobina rdzy między piastą a tarczą daje wyraźne bicie.

❖ Multimetr: trzy najczęstsze pomiary

Pomiar	Ustawienie i podłączenie	Typowy błąd
Napięcie DC	Zakres V DC; czarny przewód do masy, czerwony do punktu pomiaru; pomiar równoległy	Pomiar na brudnym zacisku daje zaniżony wynik
Rezystancja	Zakres Ω ; element odłączony od zasilania; pomiar na zaciskach elementu	Pomiar elementu pod napięciem daje fałszywy wynik i może uszkodzić miernik
Prąd	Zakres A lub mA; przewód w gnieździe 10 A; miernik szeregowo w obwodzie	Pomiar prądu rozruchu zwykłym multimetrem przepala bezpiecznik miernika; do dużych prądów służy cęgowy amperomierz
Ciągłość	Funkcja z sygnałem dźwiękowym; obwód bez zasilania	Ciągłość nie oznacza, że przewód przeniesie prąd pod obciążeniem; sprawdzaj spadek napięcia

❖ Szczelinomierz i pomiar przerwy

Szczelinomierz to zestaw kalibrowanych blaszek. Przy pomiarze przerwy na elektrodach świecy lub luzu zaworowego właściwa blaszka powinna wchodzić z lekkim, wyczuwalnym oporem. Do świec z elektrodami z platyny lub irydu lepiej używać szczelinomierza drutowego, ponieważ płaska blaszka może uszkodzić cienką elektrodę środkową. Wiele nowoczesnych świec ma fabrycznie ustawioną przerwę i nie należy jej korygować.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Każdy pomiar powtarzaj w kilku miejscach i zapisuj wartość najmniej korzystną.
- Zawsze porównuj wynik z wartością minimalną lub maksymalną producenta.
- Rezystancję mierzymy bez napięcia, napięcie równoległe, prąd szeregowo.

1.5

LEKCJA

Połączenia gwintowe i momenty dokręcania

Śruba działa jak sprężyna: dokręcona właściwym momentem rozciąga się nieznacznie i trzyma połączenie siłą napięcia. Za słabo dokręcona luzuje się, za mocno traci wytrzymałość albo zrywa gwint.

❖ Oznaczenia śrub i klasy wytrzymałości

Na łbie śruby metrycznej znajduje się oznaczenie klasy, na przykład 8.8, 10.9 lub 12.9. Pierwsza liczba pomnożona przez 100 daje wytrzymałość na rozciąganie w MPa, a iloczyn obu liczb pomnożony przez 10 daje granicę plastyczności. Śruba 10.9 ma więc wytrzymałość około 1000 MPa i granicę plastyczności około 900 MPa. W zawieszaniu i hamulcach stosuje się najczęściej klasy 8.8, 10.9 i 12.9. Śrubę zawsze zastępuj śrubą tej samej klasy, długości i typu gwintu.

Gwint	Klucz (typowo)	Klasa 8.8	Klasa 10.9	Klasa 12.9
M6	10 mm	około 10 Nm	około 14 Nm	około 17 Nm
M8	13 mm	około 25 Nm	około 35 Nm	około 41 Nm
M10	16 lub 17 mm	około 49 Nm	około 70 Nm	około 82 Nm
M12	18 lub 19 mm	około 85 Nm	około 120 Nm	około 140 Nm
M14	21 lub 22 mm	około 135 Nm	około 190 Nm	około 225 Nm
M16	24 mm	około 210 Nm	około 295 Nm	około 345 Nm

Wartości w tabeli dotyczą gwintów metrycznych zwykłych, czystych i lekko naoliwionych, przy współczynniku tarcia około 0,14. To orientacyjne momenty ogólne. Dla konkretnego połączenia w samochodzie obowiązuje wartość producenta, która może być wyraźnie inna.

❖ Śruby rozciągliwe i dokręcanie kątowe

Śruby głowicy, pokryw łożysk wału korbowego, kół zamachowych, często także śruby wahaczy i piast są dokręcane metodą moment plus kąt, na przykład 30 Nm, następnie 90°, następnie kolejne 90°. Takie śruby pracują w zakresie plastycznym, trwale się wydłużają i **są jednorazowe**. Ponowne użycie grozi zerwaniem albo brakiem właściwego docisku. Kąt mierzy się kątomierzem nasadkowym lub kluczem elektronicznym z funkcją kąta.

❖ Zasady prawidłowego dokręcania

❖ Dokręcanie krok po kroku

1	Oczyść gwint śruby i otworu, usuń stary klej, rdzę i zanieczyszczenia.
2	Sprawdź, czy producent wymaga gwintu suchego, naoliwionego czy z klejem; to zmienia rzeczywistą siłę docisku.
3	Wkręć śrubę ręcznie co najmniej 2 do 3 zwojów, aby nie wkręcić jej krzywo.
4	Przy połączeniach wielośrubowych dokręcaj wstępnie po przekątnej lub według schematu producenta.
5	Dokręcaj kluczem dynamometrycznym płynnym ruchem, bez szarpania, aż do kliknięcia; nie dociągaj po kliknięciu.
6	W połączeniach z gumowymi tulejami (wahacze, belki) dokręcaj ostatecznie dopiero przy aucie obciążonym kołami.
7	Po jeździe próbnej sprawdź ponownie moment śrub kół, szczególnie przy felgach aluminiowych.

❖ Zapieczone śruby i uszkodzone gwinty

Problem	Rozwiązanie	Czego unikać
Zapieczona śruba	Środek penetrujący i odczekanie, lekkie opukiwanie, krótkie ruchy w obie strony, ogrzanie palnikiem tam, gdzie to bezpieczne	Grzania w pobliżu przewodów paliwowych, hamulcowych i gumowych elementów
Zaokrąglony łeb	Nasadka sześciokątna o profilu płaskim, nasadka do zaokrąglonych łbów, przyspawanie nakrętki	Dalszego użycia nasadki dwunastokątnej
Urwana śruba	Nawiercenie i wykretak lewoskrętny, przy dużych śrubach przyspawanie pręta	Hartowanego wykretaka w zbyt małym otworze: pęka i komplikuje naprawę
Zerwany gwint w aluminium	Naprawa wkładką gwintową (typu helicoil lub tuleja)	Wkręcania grubszej śruby bez dokumentacji

⚠ **Bezpieczeństwo**

Na śruby kół, zacisków i zawieszenia nie nakładaj smaru ani pasty, jeśli producent tego nie przewiduje. Smar zmniejsza tarcie, więc przy tym samym momencie śruba jest napięta mocniej, a to może doprowadzić do jej przecięcia. Klej do gwintów stosuj tylko tam, gdzie wymaga go producent.

❖ **Najważniejsze w skrócie**

- Klasa śruby i moment dokręcania muszą odpowiadać danym producenta.
- Śruby dokręcane kątowo są jednorazowe.
- Elementy z tulejami gumowymi dokręcamy przy obciążonym zawieszeniu.

1.6

LEKCJA

Dobre praktyki i organizacja zlecenia

Rzetelna naprawa zaczyna się od rozmowy z klientem, a kończy na dokumentacji i jeździe próbnej. Uporządkowany przebieg zlecenia chroni zarówno klienta, jak i mechanika przed nieporozumieniami.

❖ **Przebieg zlecenia w siedmiu etapach**❖ **Od przyjęcia do wydania auta**

1	Przyjęcie auta: zapisz dane pojazdu, przebieg, poziom paliwa, widoczne uszkodzenia nadwozia i dokładny opis problemu słowami klienta.
2	Wywiad: kiedy pojawia się objaw (zimny lub ciepły silnik, prędkość, pogoda), od kiedy występuje, co już było naprawiane.
3	Weryfikacja objawu: jazda próbna lub uruchomienie, aby samemu potwierdzić usterkę.
4	Diagnoza: kody, pomiary, oględziny. Ustal przyczynę, a nie tylko objaw.
5	Kosztorys i zgoda: przedstaw klientowi zakres prac, koszt części i robocizny. Rozpocznij naprawę dopiero po akceptacji.
6	Naprawa: według procedury, z właściwymi momentami, nowymi elementami jednorazowymi i czystością.
7	Kontrola i wydanie: jazda próbna, skasowanie kodów po naprawie, sprawdzenie wycieków, rozmowa z klientem, zwrot starych części, jeśli sobie tego życzy.

❖ **Pytania, które warto zadać klientowi**

- ▶ Czy objaw występuje na zimnym, czy na rozgrzanym silniku?
- ▶ Przy jakiej prędkości lub obrotach się pojawia? Czy podczas skrętu, hamowania, przyspieszania?
- ▶ Czy objaw jest stały, czy pojawia się i znika?
- ▶ Czy zapaliła się jakaś kontrolka? Jakiego koloru?
- ▶ Czy niedawno były wykonywane naprawy, tankowanie na innej stacji, wymiana opon?
- ▶ Czy auto stało dłużej bez jazdy?

❖ **Czystość i ochrona auta klienta**

Pokrowce na fotel i kierownicę, mata pod nogi i osłona błotnika to tani sposób na to, aby klient odebrał auto czystsze niż przywiózł. Ślad smaru na tapicerce potrafi przekreślić najlepszą naprawę. Po pracy przetrzyj okolice, w których pracowałeś, usuń resztki płynów i sprawdź, czy wszystkie osłony i spinki wróciły na swoje miejsce.

❖ **Dokumentacja naprawy**

Co zapisać	Dlaczego to ważne
Przebieg i data	Podstawa do interwałów serwisowych i ewentualnej reklamacji
Kody usterek przed i po naprawie	Dowód diagnozy i skuteczności naprawy
Zmierzone wartości	Pozwalają porównać stan przy kolejnej wizycie
Numery i producenci części	Gwarancja części i powtarzalność naprawy

Co zapisać	Dlaczego to ważne
Momenty dokręcania kluczowych połączeń	Ochrona w razie sporu
Zalecenia dla klienta	Klient wie, co wymaga uwagi w najbliższym czasie

❖ Wskazówka z warsztatu

Zrób zdjęcie telefonem przed demontażem skomplikowanego zespołu: ułożenie przewodów, kolejność podkładek, kierunek paska. Zdjęcie trwa sekundę, a potrafi uratować godzinę pracy przy montażu. Zdjęcia zużytych części przydają się też w rozmowie z klientem.

❖ Najczęstsze błędy początkujących

- ▶ Wymiana części na podstawie samego kodu usterki bez sprawdzenia przewodów i zasilania.
- ▶ Brak jazdy próbnej po naprawie.
- ▶ Używanie starych podkładek miedzianych, uszczelek i śrub jednorazowych.
- ▶ Dokręcanie bez klucza dynamometrycznego.
- ▶ Pozostawienie narzędzia lub szmaty w komorze silnika.
- ▶ Brak zgody klienta na dodatkowe prace.

❖ Kontrola końcowa zlecenia

☐ Opis problemu słowami klienta zapisany	☐ Brak wycieków po uruchomieniu
☐ Objaw potwierdzony przed naprawą	☐ Kody skasowane i ponownie sprawdzone
☐ Kosztorys zaakceptowany	☐ Jazda próbna wykonana
☐ Elementy jednorazowe wymienione	☐ Narzędzia policzone, komora silnika czysta
☐ Momenty dokręcania zachowane	☐ Zalecenia przekazane klientowi

MODUŁ 2



Silnik spalinowy

Budowa silnika, cykl pracy, rozrząd, smarowanie, chłodzenie, zapłon, doładowanie i diagnostyka mechaniczna. Serce samochodu rozłożone na części pierwsze.

W tym module

2.1	Budowa silnika	str. 22
2.2	Cykl czterosuwowy i spalanie	str. 24
2.3	Układ rozrządu	str. 26
2.4	Układ smarowania	str. 28
2.5	Układ chłodzenia	str. 30
2.6	Układ zapłonowy silnika benzynowego	str. 32
2.7	Doładowanie i turbosprężarka	str. 34
2.8	Diagnostyka mechaniczna silnika	str. 36

2.1

LEKCJA

Budowa silnika

Silnik tłokowy zamienia ciśnienie spalanej mieszanki na ruch obrotowy wału korbowego. Znajomość jego elementów pozwala zrozumieć, skąd biorą się stuki, wycieki, utrata mocy i zużycie oleju.

❖ Główne zespoły silnika

Element	Funkcja	Typowe usterki
Blok silnika	Korpus z cylindrami, kanałami olejowymi i wodnymi; żeliwo lub aluminium	Pęknięcia od zamarznięcia płynu, zużycie gładzi cylindrów, nieszczelne zaślepki
Głowica	Zamyka cylindry od góry; mieści zawory, wałki rozrządu, kanały dolotowe i wylotowe	Pęknięcia, odkształcenie po przegrzaniu, wypalone gniazda zaworowe
Uszczelka pod głowicą	Uszczelnia komory spalania, kanały oleju i płynu	Przebicie: ubytek płynu, biały dym, olej w płynie, pęcherze w zbiorniku
Tłoki i pierścienie	Przenoszą ciśnienie spalania; pierścienie uszczelniają i zgarniają olej	Zapieczone pierścienie, zużycie oleju, niska kompresja
Korbowody	Łączą tłok z wałem korbowym	Zużyte panewki: głuchy stuk zależny od obciążenia
Wał korbowy	Zamienia ruch posuwisty tłoków na obrotowy	Zużyte czopy i panewki główne, luz osiowy
Koło zamachowe	Wygładza obroty, współpracuje ze sprzęgłem	W wersji dwumasowej: luz, stuki przy gaszeniu silnika
Miska olejowa	Zbiornik oleju pod silnikiem	Wycieki z uszczelki, uszkodzenia mechaniczne, zerwany gwint korka
Pokrywa zaworów	Zamyka głowicę od góry, często z odmą	Wyciek oleju na kolektor, olej w studzienkach świec

❖ Układy cylindrów i parametry

W samochodach osobowych dominują silniki rzędowe trzy i czterocylindrowe, rzadziej sześciocylindrowe oraz silniki widlaste V6 i V8. Silnik opisuje kilka parametrów: **pojemność skokowa** (suma pojemności cylindrów), **stopień sprężania** (stosunek objętości nad tłokiem w dolnym i górnym położeniu; w benzynie zwykle około 10 do 13, w dieslu około 15 do 18), **moc** w kW lub KM (1 kW to około 1,36 KM) oraz **moment obrotowy** w Nm, który decyduje o elastyczności silnika.

Cecha	Silnik benzynowy	Silnik wysokoprężny (diesel)
Zapłon	Iskra ze świecy zapłonowej	Samozapłon od temperatury sprężonego powietrza
Stopień sprężania	Około 10 do 13	Około 15 do 18
Rozruch na zimno	Wspomagany wzbogaceniem mieszanki	Wspomagany świecami żarowymi
Regulacja mocy	Przepustnica i ilość paliwa	Głównie dawka paliwa
Ciśnienie wtrysku	Pośredni około 3 do 5 bar, bezpośredni 100 do 350 bar	Common rail zwykle 1600 do 2500 bar
Typowe elementy emisji	Katalizator trójdrożny, sondy lambda, filtr GPF w nowszych	Katalizator utleniający, DPF, EGR, często SCR z AdBlue

❖ Oznaki zużycia mechanicznego

- ▶ **Niebieski dym** i ubytek oleju: zużyte pierścienie lub uszczelniacze zaworów, czasem turbosprężarka.
- ▶ **Biały, gęsty dym o słodkawym zapachu** i ubytek płynu chłodniczego: uszczelka pod głowicą lub pęknięta głowica.
- ▶ **Czarny dym**: nadmiar paliwa lub niedobór powietrza; w dieslu często wtryskiwacze, EGR, przepływomierz lub nieszczelność doładowania.
- ▶ **Stuki z dołu silnika**, nasilające się pod obciążeniem: panewki korbowodowe lub główne. Wymaga natychmiastowego zatrzymania eksploatacji.
- ▶ **Klekot z góry silnika** po zimnym rozruchu: hydrauliczne popychacze, łańcuch rozrządu lub jego napinacz.
- ▶ **Wydmuch spalin przez odmě** (pulsujący dym z korka wlewu oleju): nieszczelność pierścieni.

❖ Wskazówka z warsztatu

Zanim postawisz diagnozę o poważnym zużyciu, sprawdź rzeczy proste: poziom i lepkość oleju, stan odmy, szczelność turbosprężarki i uszczelniaczy. Silnik, który bierze olej, nie zawsze wymaga remontu; często przyczyną jest zapchana odma lub zużyte uszczelniacze zaworów.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Dym niebieski oznacza olej, biały płyn chłodniczy, czarny nadmiar paliwa.
- Stuk z dołu silnika pod obciążeniem to sygnał do natychmiastowego zatrzymania.
- Przed diagnozą remontu sprawdź odmě, uszczelniacze i turbosprężarkę.

2.2

LEKCJA

Cykl czterosurowy i spalanie

Każdy cylinder silnika czterosurowego powtarza cztery suwy na dwa obroty wału korbowego. Zrozumienie tego cyklu wyjaśnia rolę rozrządu, zapłonu i wtrysku oraz pozwala interpretować wyniki pomiarów.

❖ Cztery suwy krok po kroku

Suw	Ruch tłoka	Zawory	Co się dzieje
1. Ssanie	W dół (GMP do DMP)	Dolotowy otwarty	Cylinder napełnia się powietrzem lub mieszanką
2. Sprężanie	W górę (DMP do GMP)	Oba zamknięte	Ładunek jest sprężany, rośnie temperatura i ciśnienie
3. Praca	W dół (GMP do DMP)	Oba zamknięte	Zapłon i spalanie; ciśnienie spalin pcha tłok
4. Wydech	W górę (DMP do GMP)	Wylotowy otwarty	Tłok wypycha spaliny do układu wydechowego

GMP to górne martwe położenie tłoka, DMP to dolne martwe położenie. Pełny cykl trwa 720° obrotu wału korbowego, a wałek rozrządu obraca się w tym czasie o 360°, czyli dwa razy wolniej. Dlatego koło rozrządu na wałku ma dwa razy więcej zębów niż koło na wale korbowym.

❖ Kolejność zapłonu

Cylindry nie pracują jednocześnie, lecz w ustalonej kolejności, która zapewnia równomierną pracę i wyważenie. W większości silników czterocylindrowych rzędowych kolejność wynosi 1-3-4-2, a cylinder numer 1 znajduje się zwykle po stronie napędu rozrządu. W silnikach trzycylindrowych typowa kolejność to 1-2-3, a w rzędowych sześciocylindrowych 1-5-3-6-2-4. Znajomość kolejności jest potrzebna przy podłączaniu przewodów zapłonowych, pomiarze kompresji i interpretacji kodów wypadania zapłonów.

❖ Mieszanka i spalanie

Do całkowitego spalania 1 kg benzyny potrzeba około 14,7 kg powietrza. Taki stosunek nazywamy stechiometrycznym i oznaczamy współczynnikiem lambda równym 1. Mieszanka bogata (lambda poniżej 1) ma nadmiar paliwa, mieszanka uboga (lambda powyżej 1) nadmiar powietrza. Katalizator trójdrożny działa skutecznie tylko w wąskim zakresie wokół lambda 1, dlatego sterownik silnika stale koryguje dawkę na podstawie sygnału sondy lambda. Silnik diesla zawsze pracuje z nadmiarem powietrza, a moc reguluje dawką paliwa.

Stan mieszanki	Objawy	Możliwe przyczyny
Za bogata	Czarny dym, zapach paliwa, duże spalanie, zakopcone świece	Nieszczelny wtryskiwacz, zbyt wysokie ciśnienie paliwa, błędny sygnał czujnika temperatury lub przepływomierza
Za uboga	Szarpanie, falujące obroty, przegrzewanie, wypadanie zapłonów	Lewe powietrze w dolocie, słaba pompa paliwa, zapchany filtr, brudny przepływomierz

❖ Spalanie stukowe i przedwczesny zapłon

Spalanie stukowe to niekontrolowany samozapłon części mieszanki po iskrze, słyszalny jako metaliczne dzwonienie pod obciążeniem. Czujnik spalania stukowego (piezoelektryczny, przykręcony do bloku) wykrywa drgania, a sterownik opóźnia zapłon. Przyczynami bywają paliwo o zbyt niskiej liczbie oktanowej, nagar w komorze spalania, przegrzewanie lub niewłaściwe świece. Długotrwały stuk może uszkodzić tłoki i uszczelkę pod głowicą.

❖ Wskazówka z warsztatu

Kody wypadania zapłonów P0301 do P0304 wskazują numer cylindra. Najszybszy test to zamiana miejscami cewek lub świec między cylindrem problematycznym a sprawnym. Jeśli usterka przeniesie się razem z cewką, winna jest cewka; jeśli zostanie w tym samym cylindrze, sprawdź wtryskiwacz i kompresję.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Pełny cykl to 720° wału korbowego i 360° wałka rozrządu.
- Najczęstsza kolejność zapłonu w silniku R4 to 1-3-4-2.
- Lambda 1 odpowiada mieszance stechiometrycznej 14,7 do 1 dla benzyny.

2.3

LEKCJA

Układ rozrządu

Rozrząd synchronizuje ruch zaworów z ruchem tłoków. Zerwany pasek lub przeskoczony łańcuch w większości silników kończy się kolizją zaworów z tłokami i kosztownym remontem głowicy.

❖ Rodzaje napędu rozrządu

Rodzaj	Zalety	Wady i ryzyka	Obsługa
Pasek zębaty	Cichy, lekki, tani w produkcji	Ograniczona trwałość, wrażliwy na olej i płyn	Wymiana co interwał producenta, zwykle 60 000 do 240 000 km lub co kilka lat
Pasek w kąpiel olejowej	Cichy, mniejsze opory	Rozwarstwianie się paska, zapchanie smoka pompy oleju	Kontrola stanu według producenta, często krótsze interwały
Łańcuch	Teoretycznie trwały przez cały okres życia silnika	Wydłużenie, zużycie napinacza i ślizgów, głośna praca	Kontrola wydłużenia, regularna wymiana oleju
Koła zębate	Bardzo trwałe, precyzyjne	Hałas, rzadko w autach osobowych	Praktycznie bezobsługowe

❖ Elementy zestawu rozrządu

- ▶ **Pasek lub łańcuch** łączący koło wału korbowego z kołami wałków rozrządu.
- ▶ **Napinacz** (automatyczny lub hydrauliczny) utrzymuje właściwe napięcie.
- ▶ **Rolki prowadzące i ślizgi** prowadzą pasek lub łańcuch.
- ▶ **Pompa wody** w wielu silnikach jest napędzana paskiem rozrządu i wymieniana razem z nim.
- ▶ **Koła zmiennych faz rozrządu** (variatory) przestawiają kąt wałka rozrządu w zależności od obrotów, sterowane zaworem elektromagnetycznym i ciśnieniem oleju.

❖ Silnik bezkolizyjny i kolizyjny

W silniku kolizyjnym zawory otwarte w momencie zerwania paska spotykają się z tłokami. Skutkiem są wygięte zawory, uszkodzone prowadnice, często także tłoki i wałek rozrządu. Większość współczesnych silników jest kolizyjna. Dlatego interwał wymiany rozrządu traktujemy jako bezwzględny, a przy zakupie używanego auta bez udokumentowanej wymiany zalecamy wymianę zestawu profilaktycznie.

❖ Objawy zużycia rozrządu

Objaw	Prawdopodobna przyczyna	Sprawdzenie
Grzechot przez kilka sekund po zimnym rozruchu	Napinacz hydrauliczny łańcucha traci ciśnienie, wydłużony łańcuch	Odsłuch, kontrola wydłużenia według testera (odchyłka wałków)
Kody P0016, P0017, P0008	Korelacja wał korbowy i wałek rozrządu poza zakresem	Dane bieżące faz rozrządu, kontrola znaków ustawczych
Piszczenie lub szum z przodu silnika	Zużyta rolka lub napinacz paska	Odsłuch stetoskopem, kontrola luzu rolek po zdjęciu paska
Spękania, ślady oleju na pasku	Starzenie paska, wyciek z uszczelniaczy wałków	Oględziny po zdjęciu osłony

Objaw	Prawdopodobna przyczyna	Sprawdzenie
Spadek mocy, nierówna praca po wymianie rozrządu	Przestawienie o jeden ząb	Kontrola znaków i blokad, dane faz rozrządu

❖ Wymiana paska rozrządu: przebieg ogólny

1	Odłącz akumulator, zdemonstuj osprzęt zasłaniający rozrząd i osłony.
2	Ustaw cylinder numer 1 w GMP sprężania, obracając wał korbowy zgodnie z kierunkiem obrotów.
3	Założ blokady wałków rozrządu i wału korbowego (zestaw blokad dla danego silnika) lub sprawdź znaki ustawcze.
4	Zluzuj napinacz, zdejmij pasek, wymień rolki, napinacz i zwykle pompę wody.
5	Założ nowy pasek zgodnie z kierunkiem strzałek, bez skręcania i zaginania.
6	Napnij pasek według procedury producenta, zwykle do zrównania wskaźnika napinacza.
7	Zdejmij blokady i obróć wał korbowy ręcznie o dwa pełne obroty; ponownie założ blokady i sprawdź zgodność.
8	Dokręć śruby z momentem producenta, zamontuj osłony, uzupełnij płyn chłodniczy i odpowietrz układ.

⚠ **Bezpieczeństwo**

Nigdy nie obracaj wału korbowego śrubą wałka rozrządu ani w kierunku przeciwnym do obrotów silnika. Jeśli przy ręcznym obracaniu wyczujesz opór, zatrzymaj się: może to być kontakt zaworu z tłokiem. Procedury różnią się między silnikami i często wymagają specjalnych blokad; bez nich nie podejmuj się wymiany.

❖ Po wymianie rozrządu

☐ Komplet: pasek, rolki, napinacz, pompa wody	☐ Napinacz ustawiony według wskaźnika
☐ Nowe śruby jednorazowe, jeśli wymagane	☐ Płyn uzupełniony i odpowietrzony
☐ Znaki i blokady zgodne po dwóch obrotach	☐ Naklejka z datą i przebiegiem wymiany

2.4

LEKCJA

Układ smarowania

Olej tworzy ciekłą warstwę między metalowymi powierzchniami, chłodzi tłoki i łożyska turbosprężarki, oczyszcza silnik z sadzy i chroni przed korozją. Bez ciśnienia oleju silnik ulega zatarciu w ciągu kilkunastu sekund.

❖ Obieg oleju w silniku

❖ Droga oleju

1	Pompa oleju zasysa olej z miski przez smok z siatką.
2	Zawór przelewowy ogranicza maksymalne ciśnienie.
3	Olej przepływa przez filtr oleju, który zatrzymuje zanieczyszczenia.
4	Główny kanał olejowy rozprowadza olej do łożysk wału korbowego, korbowodów i wałków rozrządu.
5	Dysze olejowe chłodzą denka tłoków, a osobny przewód zasila turbosprężarkę.
6	Olej spływa grawitacyjnie z powrotem do miski.

❖ Lepkość i normy oleju

Oznaczenie SAE, na przykład 5W-30, opisuje lepkość. Liczba z literą W określa zachowanie oleju w niskiej temperaturze: im mniejsza, tym łatwiej olej dociera do łożysk przy zimnym rozruchu. Druga liczba opisuje lepkość w temperaturze pracy. Ważniejsze od samej lepkości są **normy producenta** (np. VW 504.00/507.00, MB 229.51, BMW Longlife-04, ACEA C3), ponieważ określają skład dodatków zgodny z filtrem cząstek stałych, wydłużonymi interwałami i konstrukcją silnika. Olej dobieramy według normy z instrukcji pojazdu, a nie tylko według lepkości.

Oznaczenie	Znaczenie	Gdzie spotkasz
ACEA A3/B4	Olej wysokiej jakości, wysoka zawartość popiołu	Starsze benzyny i diesle bez DPF
ACEA C2, C3	Olej niskopopiołowy (mid SAPS), zgodny z DPF i katalizatorem	Większość współczesnych aut z DPF
ACEA C5, C6	Niska lepkość (np. 0W-20), oszczędność paliwa	Nowe silniki benzynowe i hybrydowe
API SP	Norma amerykańska, ochrona przed przedwczesnym zapłonem przy niskich obrotach	Silniki benzynowe z wtryskiem bezpośrednim i turbo
Normy producentów	Szczegółowe wymagania konkretnej marki	Zawsze sprawdzaj w instrukcji auta

❖ Kontrola poziomu i stanu oleju

- Sprawdzaj poziom na równym podłożu, kilka minut po wyłączeniu silnika, gdy olej spłynie do miski.
- Prawidłowy poziom leży między znakami MIN i MAX; różnica między nimi to zwykle około 1 litra.
- **Nadmiar oleju** też szkodzi: wał korbowy spienia olej, rośnie ciśnienie w skrzyni korbowej, olej trafia do dolotu.
- **Olej mlecznobeżowy** na bagnecie lub korku wlewu wskazuje na wodę lub płyn chłodniczy; przy krótkich trasach zimą może to być kondensat, ale wymaga weryfikacji.
- **Zapach paliwa** w oleju oznacza rozrzedzenie paliwem, częste w dieslach z wieloma przerwami wypalania DPF.

- **Opiłki metalu** na korku spustowym lub w filtrze to sygnał zużycia łożysk lub uszkodzenia pompy.

❖ **Lampka ciśnienia oleju**

Czerwona kontrolka oleju oznacza zbyt niskie ciśnienie, a nie zbyt mały poziom. Jeśli zapali się podczas jazdy, silnik należy natychmiast wyłączyć. W wielu autach jest też osobna żółta kontrolka lub komunikat niskiego poziomu oleju z czujnika w misce. Przy diagnozie zawsze wykonuje się pomiar ciśnienia manometrem wkręcanym w miejsce czujnika. Orientacyjnie na rozgrzanym silniku na biegu jałowym ciśnienie wynosi zwykle co najmniej około 1 bar, a przy 2000 do 3000 obr/min około 2 do 4 bar, zależnie od konstrukcji.

Objaw	Przyczyna	Działanie
Kontrolka mruga na ciepłym silniku na biegu jałowym	Zużyta pompa, zużyte panewki, za rzadki olej, uszkodzony czujnik	Pomiar ciśnienia manometrem przed wymianą czujnika
Kontrolka świeci stale po rozruchu	Brak oleju, uszkodzona pompa, zapchany smok, czujnik lub przewód do masy	Natychmiast wyłącz silnik, sprawdź poziom, potem ciśnienie
Ubytek oleju bez widocznych wycieków	Spalanie oleju: pierścienie, uszczelniacze zaworów, turbo, odma	Pomiar zużycia na 1000 km, test kompresji, oględziny turbo
Wyciek pod silnikiem	Uszczelka miski, korek, filtr, uszczelniacze wału, pokrywa zaworów	Umyj silnik, posyp talkiem lub użyj barwnika UV i zlokalizuj źródło

⚠ **Bezpieczeństwo**

Olej przepracowany zawiera substancje szkodliwe dla skóry. Pracuj w rękawicach nitrylowych, a gorący olej spuszcza ostrożnie: na rozgrzanym silniku może mieć temperaturę powyżej 90 °C.

❖ **Najważniejsze w skrócie**

- Olej dobieramy według normy producenta, nie tylko lepkości SAE.
- Czerwona lampka oleju oznacza brak ciśnienia: natychmiast wyłącz silnik.
- Zanim wymienisz czujnik ciśnienia, zmierz ciśnienie manometrem.

2.5

LEKCJA

Układ chłodzenia

Okolo jednej trzeciej energii paliwa zamienia się w ciepło, które musi odebrać układ chłodzenia. Zbyt niska temperatura zwiększa zużycie i spalanie, zbyt wysoka grozi odkształceniem głowicy.

❖ Elementy układu chłodzenia

Element	Rola	Typowe usterki
Pompa wody	Wymusza obieg płynu	Wyciek z otworu kontrolnego, luz łożyska, zniszczony wirnik
Termostat	Kieruje płyn do chłodnicy dopiero po rozgrzaniu	Zablokowany otwarty: silnik się nie grzeje; zamknięty: przegrzewanie
Chłodnica	Oddaje ciepło do powietrza	Zapchane lamele, wewnętrzny osad, nieszczelności
Wentylator	Wspomaga przepływ powietrza na postoju i w korkach	Spalony silnik, przekaźnik, moduł sterujący, czujnik
Zbiornik wyrównawczy i korek	Kompensuje rozszerzalność, utrzymuje ciśnienie	Pęknięcia zbiornika, nieszczelny zawór w korku
Nagrzewnica	Ogrzewa wnętrze	Zapchanie, wyciek: zapach płynu, parujące szyby
Czujnik temperatury	Informuje sterownik i wskaźnik	Błędny odczyt: problemy z rozruchem, wentylator, spalanie
Węże i opaski	Łączą elementy układu	Pęknięcia, spuchnięcia, nieszczelne złącza

❖ Ciśnienie i temperatura pracy

Układ chłodzenia pracuje pod ciśnieniem około 1,0 do 1,5 bar, co podnosi temperaturę wrzenia płynu do około 120 °C i więcej. Prawidłowa temperatura pracy silnika wynosi zwykle około 85 do 105 °C, a termostat otwiera się typowo w zakresie około 80 do 95 °C. Niektóre silniki mają termostat sterowany elektrycznie, który utrzymuje wyższą temperaturę przy niewielkim obciążeniu, aby ograniczyć zużycie paliwa.

❖ Płyn chłodniczy

Płyn to mieszanina glikolu i wody demineralizowanej z dodatkami antykorozyjnymi. Typowa proporcja 50 do 50 zapewnia ochronę przed zamarzaniem do około minus 35 °C. Płyny różnią się technologią dodatków (IAT, OAT, HOAT, Si-OAT). Mieszanie niezgodnych płynów może prowadzić do wytrącania osadów, dlatego uzupełniamy płynem zgodnym z normą producenta. Kolor nie jest wiarygodnym wyznacznikiem technologii.

Objaw	Możliwa przyczyna	Sprawdzenie
Przegrzewanie w korku, w trasie temperatura w normie	Niesprawny wentylator, przekaźnik, czujnik	Test wentylatora testerem, pomiar zasilania przy silniku wentylatora
Przegrzewanie w trasie	Zapchana chłodnica, termostat, pompa, uszczelka pod głowicą	Pomiar temperatury węży, test CO2 w zbiorniku
Silnik nie osiąga temperatury, słabe ogrzewanie	Termostat otwarty na stałe	Obserwacja temperatury w danych bieżących, górny wąż ciepły od razu

Objaw	Możliwa przyczyna	Sprawdzenie
Ubytek płynu bez śladów	Uszczelka pod głowicą, nagrzewnica, mikropęknięcia	Test ciśnieniowy, test CO ₂ , kontrola dywaników
Pęcherze w zbiorniku, twarde węże na zimnym silniku	Spaliny w układzie chłodzenia	Tester CO ₂ (płyn zmienia kolor), test szczelności cylindrów
Słodki zapach w kabinie, parowanie szyb	Nieszczelna nagrzewnica	Oględziny podłogi pasażera, test ciśnieniowy

❖ Wymiana i odpowietrzanie płynu chłodniczego

1	Poczekaj, aż silnik ostygnie. Ustaw auto poziomo.
2	Spuść płyn przez kranik chłodnicy lub dolny wąż do czystego pojemnika.
3	W razie potrzeby przepłucz układ wodą demineralizowaną.
4	Zamontuj wąż, zamknij kranik, otwórz odpowietrzniki, jeśli są przewidziane.
5	Napełniaj układ powoli, najlepiej urządzeniem próżniowym, które usuwa powietrze.
6	Uruchom silnik z ogrzewaniem ustawionym na maksimum, obserwuj poziom i dolewaj płyn.
7	Po otwarciu termostatu i włączeniu wentylatora sprawdź, czy oba węże chłodnicy są gorące.
8	Po ostygnięciu skoryguj poziom do znaku MAX i sprawdź stężenie refraktometrem.

⚠ Bezpieczeństwo

Nie odkręcaj korka zbiornika wyrównawczego na gorącym silniku. Płyn o temperaturze powyżej 100 °C pod ciśnieniem może gwałtownie wyrzucić strumień wrzątku. Glikol jest trujący: zbieraj każdy wyciek i przechowuj płyn poza zasięgiem dzieci i zwierząt.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Temperatura pracy silnika to zwykle około 85 do 105 °C.
- Przegrzewanie w korku najczęściej oznacza problem z wentylatorem.
- Pęcherze w zbiorniku i twarde węże na zimnym silniku wskazują na uszczelkę pod głowicą.

2.6

LEKCJA

Układ zapłonowy silnika benzynowego

Iskra o napięciu kilkudziesięciu tysięcy woltów musi przeskoczyć między elektrodami świecy dokładnie we właściwym momencie. Słaba lub spóźniona iskra oznacza szarpanie, utratę mocy i uszkodzenie katalizatora.

❖ Elementy współczesnego układu zapłonowego

Element	Zadanie	Uwagi
Czujnik położenia wału korbowego (CKP)	Podaje obroty i położenie wału	Bez sygnału silnik nie uruchomi się; kod P0335
Czujnik położenia wałka rozrządu (CMP)	Rozpoznaje cylinder w suwie sprężania	Kod P0340; utrudniony rozruch
Sterownik silnika (ECU)	Oblicza kąt wyprzedzenia zapłonu	Uwzględnia obroty, obciążenie, temperaturę, spalanie stukowe
Cewki zapłonowe	Wytwarzają wysokie napięcie	Najczęściej osobna cewka na każdy cylinder (cewka ołówkowa)
Świece zapłonowe	Wytwarzają iskrę w komorze spalania	Wymiana co 30 000 do 120 000 km zależnie od typu
Czujnik spalania stukowego	Wykrywa spalanie stukowe	Sterownik opóźnia zapłon w danym cylindrze

❖ Świeca zapłonowa: odczytywanie stanu

Wygląd świecy	Co oznacza	Działanie
Jasnobrązowa lub szara izolacja	Prawidłowe spalanie	Brak; wymiana według interwału
Czarny suchy nagar	Mieszanka za bogata, krótkie trasy, zbyt zimna świeca	Sprawdź czujniki mieszanki, filtr powietrza
Czarny mokry, oleisty nalot	Olej w komorze spalania	Test kompresji, uszczelniacze zaworów, pierścienie
Biała izolacja, nadtopione elektrody	Przegrzewanie: mieszanka uboga, zbyt gorąca świeca, zbyt wczesny zapłon	Sprawdź szczelność dolotu, typ świecy, chłodzenie
Pęknięty izolator	Uszkodzenie mechaniczne lub spalanie stukowe	Wymiana; sprawdź, czy fragmenty nie wpadły do cylindra
Ślady przebicia na izolatorze	Iskra ucieka po powierzchni, często przez wilgoć lub uszkodzoną gumę cewki	Wymiana świecy i sprawdzenie końcówki cewki

❖ Diagnostyka wypadania zapłonów

❖ Kod P0300 do P0304: postępowanie

1	Odczytaj kody i dane bieżące licznika wypadania zapłonów dla każdego cylindra.
2	Obejrzyj cewki i świece: ślady przebiccia, olej w studzienkach, wilgoć.
3	Zamień cewkę z cylindra problematycznego z cewką sprawnego cylindra i sprawdź, czy usterka się przenosi.
4	Jeśli usterka zostaje, zamień świece w ten sam sposób.
5	Jeśli nadal zostaje w tym samym cylindrze, sprawdź wtryskiwacz (rezystancja, test sterowania, szczelność).
6	Wykonaj pomiar kompresji, aby wykluczyć przyczynę mechaniczną (zawór, pierścienie, uszczelka).
7	Po naprawie skasuj kody i wykonaj jazdę próbną pod obciążeniem, obserwując liczniki wypadania zapłonów.

❖ Wskazówka z warsztatu

Przy wymianie świec w aluminiowej głowicy wykręcaj je na zimnym silniku i dokręcaj momentem producenta. Przed montażem cewek ołówkowych sprawdź, czy gumowa końcówka nie jest pęknięta ani zwęglona; uszkodzona końcówka szybko niszczy nową świecę.

⚠ Bezpieczeństwo

Układ zapłonowy wytwarza bardzo wysokie napięcie. Nie dotykaj cewek i przewodów przy pracującym silniku. Nie sprawdzaj iskry przez trzymanie świecy przy masie ręką; używaj próbnika iskry. Długotrwała jazda z wypadaniem zapłonów przegrzewa i niszczy katalizator.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Bez sygnału z czujnika wału korbowego silnik nie uruchomi się.
- Wygląd świecy podpowiada stan mieszanki i stan mechaniczny cylindra.
- Metoda zamiany cewek i świec szybko lokalizuje przyczynę wypadania zapłonów.

2.7

LEKCJA

Doładowanie i turbosprężarka

Turbosprężarka wykorzystuje energię spalin do sprężania powietrza dolotowego. Dzięki temu mały silnik osiąga moc dużego, ale wymaga czystego oleju, szczelnego dolotu i rozsądnej eksploatacji.

❖ Budowa i działanie

Spaliny napędzają wirnik turbiny, który na wspólnym wałku obraca wirnik sprężarki. Wałek osiąga ponad 100 000 obr/min i pracuje na łożyskach ślizgowych smarowanych olejem silnikowym. Sprężone powietrze nagrzewa się, dlatego trafia do **intercoolera** (chłodnicy powietrza doładowującego), a następnie do kolektora dolotowego. Ciśnienie doładowania jest regulowane **zaworem upustowym (wastegate)** w silnikach benzynowych lub **zmienną geometrią łopatek (VGT, VNT)** w większości diesli.

Element	Funkcja	Typowe usterki
Turbosprężarka	Spręża powietrze dolotowe	Luz wałka, wycieki oleju, uszkodzone łopatki, zapieczona geometria
Intercooler	Chłodzi sprężone powietrze	Nieszczelność, olej wewnątrz, uszkodzenie mechaniczne
Węże doładowania	Łączą turbo, intercooler i dolot	Pęknięcia, spadające opaski: spadek mocy, gwizd
Siłownik geometrii lub wastegate	Reguluje ciśnienie doładowania	Zapieczenie, uszkodzony siłownik elektryczny, nieszczelny podciśnieniowy
Zawór sterujący (N75 i podobne)	Steruje podciśnieniem siłownika	Uszkodzenie elektryczne, nieszczelność
Czujnik ciśnienia doładowania (MAP)	Mierzy ciśnienie w dolocie	Błędny odczyt: tryb awaryjny

❖ Objawy usterek doładowania

Objaw	Prawdopodobna przyczyna	Sprawdzenie
Tryb awaryjny, kod P0299 (niedoładowanie)	Nieszczelny dolot, zapieczona geometria, siłownik	Test szczelności dolotu dymem lub ciśnieniem, dane: ciśnienie zadane i rzeczywiste
Kod P0234 (przeładowanie)	Zapieczona geometria w pozycji pełnego doładowania, czujnik MAP	Kontrola ruchu siłownika, porównanie MAP z ciśnieniem atmosferycznym przy wyłączonym silniku
Gwizd lub syk przy przyspieszaniu	Nieszczelny wąż lub intercooler	Oględziny złączy, test ciśnieniowy
Niebieski dym, olej w dolocie	Zużyte uszczelnienia turbo, zapchany powrót oleju, odma	Kontrola luzu wałka, drożność przewodu powrotnego, ciśnienie w skrzyni korbowej
Metaliczny świst lub zgrzyt	Łopatki ocierają o obudowę	Natychmiastowe zatrzymanie; ryzyko zassania odłamków do silnika

❖ Zasady eksploatacji przedłużające życie turbo

- ▶ Regularna wymiana oleju i filtra zgodnie z normą; zużyty olej to główna przyczyna awarii łożysk.
- ▶ Po zimnym rozruchu unikaj wysokich obrotów, dopóki olej się nie rozgrzeje.
- ▶ Po intensywnej jeździe pozwól silnikowi popracować kilkadziesiąt sekund na biegu jałowym przed wyłączeniem.
- ▶ Utrzymuj sprawny filtr powietrza; zanieczyszczenia niszczą łopatki sprężarki.
- ▶ Przy wymianie turbosprężarki zawsze wymień olej, filtr oleju, przewód zasilający i usuń przyczynę awarii poprzedniej.

⚠ **Bezpieczeństwo**

Nowa turbosprężarka zamontowana bez usunięcia przyczyny awarii (zapchany przewód olejowy, opiłki w misce, nadmierne ciśnienie w skrzyni korbowej) potrafi ulec zniszczeniu w ciągu kilku minut. Przed pierwszym uruchomieniem napełnij turbo olejem i obróć silnik rozrusznikiem bez zapłonu, aż ciśnienie oleju się ustabilizuje, jeśli producent tak zaleca.

❖ **Najważniejsze w skrócie**

- Turbo smaruje olej silnikowy, więc jego jakość decyduje o trwałości turbo.
- Większość przypadków niedoładowania to nieszczelności dolotu lub zabezpieczona geometria.
- Wymiana turbo bez usunięcia przyczyny awarii kończy się kolejną awarią.

2.8

LEKCJA

Diagnostyka mechaniczna silnika

Zanim zaczniesz szukać usterki w elektronice, upewnij się, że silnik jest sprawny mechanicznie. Pomiar kompresji, test szczelności i kontrola podciśnienia odpowiadają na pytanie, czy cylindry są szczelne.

❖ Pomiar ciśnienia sprężania

❖ Test kompresji krok po kroku

1	Rozgrzej silnik do temperatury pracy i sprawdź, czy akumulator jest w pełni naładowany.
2	Wyłącz zapłon i wtrysk: odłącz wtyczki wtryskiwaczy lub wyjmij bezpiecznik pompy paliwa.
3	Wykręć wszystkie świece zapłonowe (w dieslu świece żarowe lub wtryskiwacze, zależnie od adaptera).
4	Wkręć adapter manometru w otwór świecy pierwszego cylindra.
5	Wciśnij pedał przyspieszenia do oporu (pełne otwarcie przepustnicy w benzynie).
6	Obracaj silnik rozrusznikiem przez około 4 do 6 suwów sprężania, aż wskazanie przestanie rosnąć.
7	Zapisz wynik i powtórz pomiar dla każdego cylindra.

Parametr	Silnik benzynowy	Silnik diesla
Typowe ciśnienie sprężania	Około 10 do 14 bar	Około 25 do 35 bar
Dopuszczalna różnica między cylindrami	Zwykle do około 10 do 15 procent	Zwykle do około 10 do 15 procent
Wartość alarmowa	Wyraźnie poniżej danych producenta lub jeden cylinder wyraźnie niższy	Jak obok

❖ Interpretacja wyników

Wynik	Interpretacja	Kolejny krok
Wszystkie cylindry równe i w normie	Silnik sprawny mechanicznie	Szukaj przyczyny w zapłonie, wtrysku, dolocie
Jeden cylinder niski	Zawór, pierścienie lub uszczelka w tym cylindrze	Próba olejowa i test szczelności
Dwa sąsiednie cylindry niskie	Przebita uszczelka pod głowicą między cylindrami	Test szczelności, kontrola płaskości głowicy
Wszystkie cylindry niskie	Ogólne zużycie lub przestawiony rozrząd	Kontrola faz rozrządu
Po dolaniu oleju wynik rośnie	Nieszczelne pierścienie tłokowe	Ocena opłacalności remontu
Po dolaniu oleju wynik bez zmian	Nieszczelny zawór lub uszczelka	Test szczelności z nasłuchem

❖ Test szczelności cylindrów (leak down)

Do cylindra ustawionego w GMP sprężania podaje się sprężone powietrze o stałym ciśnieniu, a przyrząd pokazuje procent ubytku. Ubytek do około 10 procent oznacza zwykle dobry stan, 10 do 20 procent umiarkowane zużycie, powyżej około 30 procent poważny problem. Najcenniejsze jest jednak nasłuchiwanie, którego ucieka powietrze: syk w kolektorze dolotowym oznacza zawór dolotowy, w rurze wydechowej zawór wylotowy, w otworze wlewu oleju pierścienie, a pęcherze w zbiorniku płynu chłodniczego uszczelkę pod głowicą lub pęknięcie.

❖ Inne szybkie testy mechaniczne

- ▶ **Test balansu cylindrów** w testerze: sterownik pokazuje korekty dawki dla każdego cylindra; wyraźne odchylenie wskazuje na problem w danym cylindrze.
- ▶ **Pomiar podciśnienia w kolektorze** w silniku benzynowym: stabilne, wysokie podciśnienie na biegu jałowym świadczy o szczelnych zaworach; drgająca wskazówka o nieszczelnym zaworze.
- ▶ **Pomiar ciśnienia w skrzyni korbowej**: wysoki wydmuch wskazuje na zużycie pierścieni lub niesprawną odmě.
- ▶ **Stetoskop warsztatowy**: lokalizuje stuki, szумы łożysk, pracę wtryskiwaczy.
- ▶ **Endoskop** wprowadzony przez otwór świecy pokazuje stan gładzi cylindra, nagar na tłoku i ewentualne uszkodzenia bez demontażu głowicy.

❖ Wskazówka z warsztatu

Kompresja zależy od prędkości obracania silnika. Słaby akumulator lub rozrusznik dają zaniżone wyniki we wszystkich cylindrach. Dlatego przed pomiarem podłącz prostownik z funkcją zasilania lub booster i zawsze porównuj cylindry między sobą, a nie tylko z tabelą.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Najpierw stan mechaniczny, potem elektronika.
- Różnica między cylindrami jest ważniejsza niż sama wartość bezwzględna.
- Test szczelności z nasłuchem wskazuje, którego ucieka ciśnienie.

MODUŁ 3



Układ hamulcowy

Najważniejszy układ bezpieczeństwa w samochodzie. Hamulce tarczowe i bębnowe, płyn hamulcowy, odpowietrzanie, ABS, ESP i elektryczny hamulec postojowy.

W tym module

3.1	Zasada działania układu hamulcowego	str. 39
3.2	Hamulce tarczowe: klocki i tarcze	str. 41
3.3	Hamulce bębnowe	str. 43
3.4	Płyn hamulcowy i odpowietrzanie	str. 45
3.5	ABS, ESP i elektryczny hamulec postojowy	str. 47

3.1

LEKCJA

Zasada działania układu hamulcowego

Układ hamulcowy zamienia energię ruchu samochodu w ciepło. Kierowca wciska pedał, a układ hydrauliczny wielokrotnie wzmacnia tę siłę i przenosi ją na klocki i szczęki.

❖ Droga siły od pedału do koła

❖ Przebieg hamowania

1	Kierowca naciska pedał hamulca, który działa jak dźwignia.
2	Serwo podciśnieniowe lub elektryczne wzmacnia siłę nacisku kilkukrotnie.
3	Pompa hamulcowa zamienia siłę mechaniczną na ciśnienie płynu.
4	Płyn hamulcowy przenosi ciśnienie przewodami sztywnymi i elastycznymi do kół.
5	Moduł ABS kontroluje ciśnienie w każdym kole, zapobiegając blokowaniu.
6	Tłoczki zacisków dociskają klocki do tarcz, a cylinderki rozpierają szczęki w bębnach.
7	Tarcie zamienia energię ruchu w ciepło, które musi zostać odprowadzone do otoczenia.

❖ Podstawowe elementy

Element	Zadanie	Typowe usterki
Pedał i włącznik świateł stop	Przekazanie siły, sygnał dla świateł i sterowników	Uszkodzony włącznik: brak świateł stop, problemy z tempomatem, kody P0571, P0504
Serwo hamulca	Wzmacnia siłę nacisku	Twardy pedał przy wyłączonym silniku normalny; przy pracującym oznacza nieszczelność
Pompa hamulcowa	Wytwarza ciśnienie w dwóch obwodach	Pedał powoli opada przy stałym nacisku
Zbiorniczek płynu	Zapas płynu i kompensacja zużycia klocków	Spadek poziomu: zużyte klocki lub wyciek
Przewody sztywne i elastyczne	Przenoszą ciśnienie do kół	Korozja przewodów sztywnych, pęknięcia i spuchnięcia elastycznych
Zaciski i cylinderki	Dociskają klocki lub szczęki	Zapieczenie tłoczka lub prowadnic, wycieki
Tarcze i klocki, bębny i szczęki	Elementy cierne	Zużycie, bicie, przegrzanie, glazurowanie

❖ Dwuobwodowość i rozdział siły

Układ ma dwa niezależne obwody hydrauliczne, najczęściej po przekątnej (przednie lewe z tylnym prawym i przednie prawe z tylnym lewym). Jeśli jeden obwód straci szczelność, drugi nadal pozwala zatrzymać auto, choć z wydłużoną drogą hamowania i dłuższym skokiem pedału. Podczas hamowania ciężar przenosi się na przód, dlatego hamulce przednie przenoszą zwykle około 60 do 80 procent siły hamowania. Rozdziałem siły steruje dziś elektronicznie moduł ABS (funkcja EBD).

❖ **Objawy usterek a układ**

Objaw	Najczęstsze przyczyny
Miękki, gąbczasty pedał	Powietrze w układzie, stary płyn z wodą (zagotowanie), spuchnięte przewody elastyczne
Pedał opada do podłogi	Wyciek płynu, uszkodzona pompa hamulcowa
Twardy pedał, słabe hamowanie	Nieszczelny wąż podciśnienia lub uszkodzone serwo, niesprawną pompą podciśnienia w dieslu
Drgania kierownicy przy hamowaniu	Bicie tarcz przednich, nierówna grubość tarczy, luz w zawieszeniu
Ściąganie w bok	Zapieczony zacisk, zabrudzone klocki, przewód elastyczny zatrzymujący ciśnienie, różne opony
Pisk przy hamowaniu	Brak smarowania tylnej strony klocków, wskaźnik zużycia, glazura
Metaliczny zgrzyt	Klocki zużyte do blachy: tarcza ulega zniszczeniu
Koło gorące po jeździe, zapach spalenizny	Zacisk nie odpuszcza, zapieczone prowadnice, zaciągnięty hamulec postojowy

⚠ **Bezpieczeństwo**

Każda naprawa układu hamulcowego wymaga kontroli działania przed wydaniem auta: kilka wciśnień pedału przed ruszeniem (dosunięcie tłoczków), jazda próbna z hamowaniem z niskiej prędkości, sprawdzenie, czy auto nie ściąga. Po wymianie klocków pierwszy nacisk pedału może trafić w pustkę, jeśli nie dosuniesz tłoczków.

❖ **Najważniejsze w skrócie**

- Dwa obwody po przekątnej zapewniają zapas bezpieczeństwa.
- Przednie hamulce wykonują większość pracy hamowania.
- Miękki pedał to najczęściej powietrze lub woda w płynie.

3.2

LEKCJA

Hamulce tarczowe: klocki i tarcze

Wymiana klocków i tarcz to jedna z najczęstszych usług w warsztacie. Wykonana starannie daje ciche i równe hamowanie przez dziesiątki tysięcy kilometrów; wykonana byle jak powraca reklamą w ciągu tygodnia.

❖ Rodzaje zacisków i tarcz

Rodzaj	Opis	Uwagi serwisowe
Zacisk pływający	Tłoczek z jednej strony, jarzmo przesuwające się na prowadnicach	Najczęstszy; kluczowe są czyste i nasmarowane prowadnice
Zacisk stały	Tłoczki po obu stronach tarczy, brak prowadnic	Auta sportowe i większe; kontrola wszystkich tłoczków
Tarcza pełna	Jednolity krążek	Zwykle tył lub lżejsze auta
Tarcza wentylowana	Dwie powierzchnie z kanałami wentylacyjnymi	Przód większości aut; lepsze chłodzenie
Tylny zacisk z hamulcem postojowym	Mechanizm wkręcany lub silnik EPB	Tłoczek cofa się przez wkręcanie albo procedurą serwisową w testerze

❖ Kiedy wymienić

Element	Kryterium wymiany	Sposób oceny
Klocki	Okładzina około 2 do 3 mm lub mniej, pęknięcia, odwarstwienie, zaolejenie	Pomiar grubości, oględziny obu klocków, czujnik zużycia
Tarcze	Grubość poniżej minimalnej (MIN TH wybite na tarczy), głębokie rowki, pęknięcia, bicie	Mikrometr w kilku punktach, czujnik zegarowy
Tarcze przy wymianie klocków	Wyraźny rant, przebarwienia od przegrzania, grubość bliska minimum	Zwykle wymienia się tarcze co drugi komplet klocków lub częściej
Czujnik zużycia	Po zadziałaniu lub przetarciu	Wymiana razem z klockami

❖ **Wymiana klocków i tarcz z przodu**

1	Podnieś auto bezpiecznie, zdejmij koła. Sprawdź poziom płynu w zbiorniczku i odciągnij nadmiar, jeśli jest blisko MAX.
2	Odkręć śruby prowadnic zacisku, przytrzymując prowadnice kluczem płaskim, i zdejmij zacisk. Zawieś go na drucie, nie na przewodzie elastycznym.
3	Wyjmij klocki, odkręć jarzmo, zdejmij tarczę (często przykręconą śrubą ustalającą).
4	Oczyść piastę szczotką drucianą do gołego metalu; nawet cienka warstwa rdzy powoduje bicie.
5	Oczyść gniazda klocków w jarzmie z rdzy, załóż nowe blaszki prowadzące, nasmaruj prowadnice smarem przeznaczonym do prowadnic.
6	Załącz nową tarczę, odtłuść ją z warstwy ochronnej, przykręć jarzmo z momentem producenta.
7	Cofnij tłoczek zacisku praską; w tylnym zacisku z hamulcem postojowym wkręcaj tłoczek specjalnym narzędziem lub użyj trybu serwisowego EPB.
8	Załącz klocki, zamontuj zacisk, dokręć śruby prowadnic momentem producenta, podłącz czujnik zużycia.
9	Załącz koła, dokręć śruby kluczem dynamometrycznym, kilkakrotnie wciśnij pedał hamulca i sprawdź poziom płynu.
10	Wykonaj docieranie: kilkanaście łagodnych hamowań z około 60 do 20 km/h bez zatrzymywania auta, bez gwałtownego hamowania przez pierwsze kilometry.

❖ **Wskazówka z warsztatu**

Pisk hamulców najczęściej wynika z drgań klocka. Pomaga cienka warstwa smaru ceramicznego na tylnej płytce i krawędziach ucha klocka (nigdy na okładzinie ani tarczy), nowe blaszki sprężynujące i fazowane klocki. Przy montażu sprawdź też, czy prowadnice przesuwają się lekko w obu kierunkach.

❖ **Typowe błędy przy wymianie**

- ▶ Nieoczyszczona piasta: bicie tarczy i drgania po kilku tysiącach kilometrów.
- ▶ Smar na okładzinie lub tarczy: osłabione hamowanie, konieczna wymiana klocków.
- ▶ Zacisk zawieszony na przewodzie elastycznym: wewnętrzne rozwarstwienie przewodu.
- ▶ Wciskanie tłoczka tylnego zacisku z mechanizmem wkręcanym na siłę: zniszczenie mechanizmu.
- ▶ Dokręcanie kół kluczem udarowym bez dynamometru: odkształcenie tarczy i piasty.
- ▶ Brak docierania: glazurowanie klocków, słabe hamowanie.

⚠ **Bezpieczeństwo**

Pył hamulcowy jest szkodliwy dla dróg oddechowych. Nie wydychaj go sprężonym powietrzem; używaj zmywacza do hamulców i jednorazowego czyściwa. Zmywacz jest łatwopalny: nie stosuj go w pobliżu źródeł ognia ani na gorących elementach.

❖ **Po wymianie klocków i tarcz**

☐ Piasta oczyszczona do metalu	☐ Czujnik zużycia podłączony
☐ Nowe blaszki prowadzące klocków	☐ Pedał twardy przed ruszeniem
☐ Prowadnice czyste i nasmarowane	☐ Poziom płynu skorygowany
☐ Momenty jarzma i prowadnic zachowane	☐ Docieranie wykonane i opisane klientowi

3.3

LEKCJA

Hamulce bębnowe

Hamulce bębnowe wciąż spotyka się na tylnej osi wielu aut miejskich i dostawczych. Są tanie i trwałe, ale wymagają regulacji i starannego montażu sprężyn.

❖ Budowa hamulca bębnowego

Element	Funkcja	Na co zwrócić uwagę
Bęben	Obraca się z kołem; szczęki trą o jego wewnętrzną powierzchnię	Maksymalna średnica wewnętrzna wybita na bębnie, owalizacja, rowki
Szczęki hamulcowe	Dociskane do bębna, przenoszą tarcie	Grubość okładziny, zaolejenie od ciekącego cylinderka
Cylinderek hamulcowy	Rozpiera szczęki pod ciśnieniem płynu	Wycieki spod osłon gumowych, zapieczone tłoczki
Sprężyny powrotne	Odsuwają szczęki po zwolnieniu hamulca	Oslabione sprężyny: szczęki ocierają, przegrzewanie
Samoregulator	Kompensuje zużycie okładzin	Zapieczony: wydłużony skok pedału i ręcznego
Mechanizm hamulca postojowego	Dźwignia i linka rozpirają szczęki mechanicznie	Zapieczone linki, zbyt luźna regulacja

❖ Objawy usterek

Objaw	Przyczyna	Działanie
Słaby hamulec postojowy	Zużyte szczęki, zapieczony samoregulator, rozciągnięte linki	Regulacja, wymiana linek lub szczęk
Tylne koło gorące, auto toczy się z oporem	Zapieczony cylinderek, linka, osłabione sprężyny	Demontaż bębna, kontrola elementów
Mokra, zaolejona okładzina	Wyciek z cylinderka lub uszczelnacza piasty	Wymiana cylinderka i szczęk po obu stronach
Stuki przy hamowaniu	Owalny bęben, luźne elementy mocujące	Pomiar bębna, kontrola sprężyn i trzpieni

❖ Wymiana szczęk hamulcowych

1	Zwolnij hamulec postojowy i podnieś tył auta na stojakach.
2	Zdejmij koło i bęben; jeśli bęben stawia opór, cofnij samoregulator przez otwór rewizyjny.
3	Zrób zdjęcie układu sprężyn przed demontażem.
4	Zdejmij sprężyny, trzpień ustalający i szczęki, odłącz linkę hamulca postojowego.
5	Sprawdź cylinderek: odchyl osłonę gumową; ślady płynu oznaczają konieczność wymiany.
6	Oczyść tarczę kotwiczną, nasmaruj punkty styku szczęk cienką warstwą smaru wysokotemperaturowego.
7	Zamontuj nowe szczęki i sprężyny w tej samej konfiguracji, ustaw samoregulator.
8	Założ bęben, wyreguluj szczęki kilkukrotnym naciśnięciem pedału, następnie wyreguluj linkę hamulca postojowego.
9	Wykonaj te same czynności po drugiej stronie; elementy cierne zawsze wymieniamy parami na osi.

❖ Wskazówka z warsztatu

Pracuj zawsze na jednej stronie, a drugą zostaw zmontowaną jako wzór. To najprostszy sposób, by nie pomylić ułożenia sprężyn i dźwigni, szczególnie w układach z automatyczną regulacją.

⚠ Bezpieczeństwo

Szczęk i klocków nie wymienia się pojedynczo na jednym kole. Różnica tarcia między stronami powoduje ściąganie podczas hamowania. Elementy cierne zawsze wymieniamy kompletem na całej osi.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Maksymalna średnica bębna jest wybita na jego krawędzi.
- Wyciek z cylinderek niszczy okładziny: wymiana szczęk na całej osi.
- Po montażu najpierw regulacja szczęk pedałem, potem regulacja linki ręcznego.

3.4

LEKCJA

Płyn hamulcowy i odpowietrzanie

Płyn hamulcowy jest higroskopijny, czyli wchłania wilgoć z powietrza. Woda obniża jego temperaturę wrzenia, a pęcherze pary w zaciskach dają pedał, który przy intensywnym hamowaniu nagle wpada w podłogę.

❖ Rodzaje płynów hamulcowych

Klasa	Baza	Temp. wrzenia suchego (min.)	Temp. wrzenia mokrego (min.)	Uwagi
DOT 3	Glikolowa	205 °C	140 °C	Starsze konstrukcje
DOT 4	Glikolowa	230 °C	155 °C	Najczęściej stosowany
DOT 4 LV / Class 6	Glikolowa	około 250 °C i więcej	165 °C	Niska lepkość, zalecany do nowoczesnych ABS i ESP
DOT 5.1	Glikolowa	260 °C	180 °C	Mieszalny z DOT 3 i DOT 4
DOT 5	Silikonowa	260 °C	180 °C	Niemieszalny z glikolowymi; nie stosować zamiennie

Wartości minimalne w tabeli wynikają z norm. Płyn mokry oznacza stan po wchłonięciu około 3,7 procent wody. W praktyce płyn wymienia się co 2 lata lub według zaleceń producenta, niezależnie od przebiegu. Tester płynu mierzy zawartość wody: wynik powyżej około 2 do 3 procent oznacza konieczność wymiany.

❖ Metody odpowietrzania

Metoda	Opis	Kiedy stosować
Urządzenie ciśnieniowe	Zbiorniczek pod stałym ciśnieniem około 1,5 do 2 bar, kolejne zawory odkręcane przy kołach	Standard warsztatowy, wymiana płynu, praca w pojedynkę
Metoda pedałowa (dwie osoby)	Pomocnik wciska pedał, mechanik otwiera i zamyka odpowietrznik	Brak urządzenia; ostrożnie, by nie przeciągnąć tłoczka pompy w nieużywany zakres
Podciśnieniowa	Odsysanie płynu przy odpowietrzniku	Uzupełniająco; może zasysać powietrze przez gwint odpowietrznika
Z testerem (ABS)	Tester otwiera zawory modułu ABS i uruchamia pompę	Po wymianie modułu ABS, gdy powietrze dostało się do hydrauliki ABS

❖ Wymiana płynu urządzeniem ciśnieniowym

- 1 Sprawdź w dokumentacji kolejność kół; często od koła najdalej od pompy (tylne prawe), ale wiele aut z ABS ma własną kolejność.
- 2 Odciągnij stary płyn ze zbiorniczka i napełnij go nowym płynem właściwej klasy.
- 3 Podłącz urządzenie ciśnieniowe do zbiorniczka i ustaw ciśnienie według instrukcji.
- 4 Na odpowietrznik pierwszego koła załóż przezroczysty wężyk prowadzący do butelki.
- 5 Odkręć odpowietrznik o około pół obrotu, wypuszczaj płyn, aż będzie czysty i bez pęcherzy.
- 6 Zakręć odpowietrznik z niewielkim momentem (zwykle kilka Nm), przejdź do kolejnego koła.
- 7 Jeśli auto ma sprzęgło hydrauliczne zasilane z tego samego zbiorniczka, odpowietrz również je.
- 8 Odłącz urządzenie, skoryguj poziom, sprawdź twardość pedału i szczelność odpowietrzników.
- 9 Wykonaj jazdę próbną z kilkoma hamowaniami, także z aktywacją ABS w bezpiecznym miejscu.

❖ Wskazówka z warsztatu

Zapieczony odpowietrznik łatwo urwać. Dzień wcześniej potraktuj go środkiem penetrującym, używaj klucza oczkowego do odpowietrzników, a nie płaskiego. Po zakończeniu załóż gumowe nasadki ochronne: brudny i skorodowany odpowietrznik to problem przy następnym serwisie.

⚠ Bezpieczeństwo

Płyn hamulcowy niszczy lakier i podrażnia oczy oraz skórę. Rozlany płyn natychmiast splucz dużą ilością wody. Nigdy nie używaj ponownie płynu odciągniętego z układu i nie przechowuj płynu w otwartym pojemniku, bo wchłania wilgoć.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Płyn hamulcowy wymieniaj co 2 lata, niezależnie od przebiegu.
- DOT 5 (silikonowy) nie miesza się z płynami glikolowymi.
- Kolejność odpowietrzania sprawdzaj w danych producenta.

3.5

LEKCJA

ABS, ESP i elektryczny hamulec postojowy

Elektroniczne systemy hamulcowe zapobiegają blokowaniu kół, stabilizują tor jazdy i zastępują dźwignię ręcznego hamulca przyciskiem. Ich diagnostyka zaczyna się od testera, ale przyczyną często jest zwykła mechanika.

❖ Jak działa ABS

Czujniki prędkości obrotowej przy każdym kole przekazują sygnał do sterownika ABS. Gdy jedno z kół zaczyna zwalniać szybciej niż pozostałe (zbliża się blokada), sterownik zamyka zawór wlotowy, a w razie potrzeby otwiera zawór wylotowy i upuszcza ciśnienie, po czym ponownie je zwiększa. Cykl powtarza się kilkanaście razy na sekundę, co kierowca odczuwa jako pulsowanie pedału. Koło nie blokuje się, więc auto zachowuje sterowność.

System	Funkcja	Wykorzystywane czujniki
ABS	Zapobiega blokowaniu kół podczas hamowania	Czujniki prędkości kół
EBD	Elektroniczny rozdział siły hamowania przód i tył	Czujniki prędkości kół
ASR / TCS	Zapobiega poślizgowi kół napędowych przy ruszaniu	Czujniki kół, dane silnika
ESP / ESC	Stabilizuje tor jazdy, przyhamowując wybrane koła	Czujnik kąta skrętu, czujnik przyspieszeń i odchylenia, czujniki kół
HBA / BAS	Wspomaga hamowanie awaryjne	Czujnik ciśnienia lub prędkości wciśnięcia pedału
EPB	Elektryczny hamulec postojowy	Silniki w zaciskach lub centralny siłownik, czujnik nachylenia

❖ Czujniki prędkości kół

Stosowane są dwa typy czujników. **Pasywne (indukcyjne)** mają dwa przewody, wytwarzają napięcie przemienne rosnące z prędkością obrotową i można je sprawdzić pomiarem rezystancji (zwykle od kilkuset Ω do około 2 k Ω) oraz napięcia AC podczas obracania kołem. **Aktywne (Hall lub magnetorezystancyjne)** są zasilane ze sterownika, dają sygnał prostokątny, a współpracują z pierścieniem magnetycznym wbudowanym w łożysko koła. Ich rezystancji nie mierzy się w ten sam sposób; diagnozuje się je testerem (prędkość w danych bieżących) lub oscyloskopem.

Objaw lub kod	Typowa przyczyna	Sprawdzenie
Kontrolka ABS, błąd czujnika jednego koła	Uszkodzony czujnik, przewód przetarty przy zawieszeniu, brudny pierścień	Dane bieżące prędkości wszystkich kół podczas jazdy, oględziny wiązki
Błąd sygnału nieprawdopodobnego	Uszkodzony pierścień magnetyczny łożyska, łożysko z luzem, rdza pod czujnikiem	Kontrola łożyska, oczyszczenie gniazda czujnika
ABS włącza się przy niskiej prędkości bez potrzeby	Zabrudzony lub uszkodzony pierścień, zły czujnik	Porównanie sygnałów kół w testerze
Kontrolki ABS i ESP po wymianie akumulatora	Niezakodowany czujnik kąta skrętu, niskie napięcie	Kalibracja czujnika kąta skrętu testerem
Wiele błędów naraz w różnych modułach	Niskie napięcie zasilania, słaba masa	Pomiar napięcia akumulatora i spadków na masach

❖ Elektryczny hamulec postojowy (EPB)

W najczęstszym rozwiązaniu silniki elektryczne z przekładnią są przykręcone do tylnych zacisków i mechanicznie wkręcają tłoczek. Przed wymianą tylnych klocków lub tarcz trzeba **włączyć tryb serwisowy** testerem albo procedurą z przycisków opisaną przez producenta. Tryb ten cofa tłoczki do pozycji serwisowej. Po montażu nowych klocków wykonuje się procedurę wyjścia z trybu serwisowego i często kalibrację (dojazd tłoczków do klocków). Siłowe wciskanie tłoczka albo odkręcanie silnika bez procedury może uszkodzić mechanizm.

❖ Wymiana tylnych klocków z EPB

1	Włącz zapłon, podłącz tester i wybierz moduł hamulca postojowego.
2	Uruchom funkcję otwarcia hamulca do pozycji serwisowej i poczekaj na potwierdzenie.
3	Wyłącz zapłon, wymień klocki i tarcze jak w zwykłym zacisku.
4	Włącz zapłon i uruchom funkcję zamknięcia trybu serwisowego.
5	Wykonaj kalibrację lub kilkukrotne zaciągnięcie i zwolnienie hamulca przyciskiem.
6	Sprawdź brak błędów w module i działanie hamulca na wzniesieniu.

⚠ Bezpieczeństwo

Moduł ABS z pompą jest drogi i rzadko ulega uszkodzeniu. Zanim go zdiagnozujesz jako winny, wyklucz czujniki, przewody, łożyska, napięcie zasilania i masy. Wiele modułów można naprawić w wyspecjalizowanych serwisach elektroniki zamiast kupować nowy.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Najpierw dane bieżące prędkości wszystkich czterech kół.
- Czujnik aktywny diagnozujemy testerem lub oscyloskopem, nie omomierzem.
- Tył z EPB: zawsze tryb serwisowy przed cofaniem tłoczków.

MODUŁ 4



Zawieszenie i układ **kierowniczy**

Amortyzatory, sprężyny, wahacze, sworznie, wspomaganie, geometria kół, opony i łożyska. Wszystko, co trzyma koła na drodze i pozwala precyzyjnie kierować autem.

W tym module

4.1	Amortyzatory i sprężyny	str. 50
4.2	Wahacze, sworznie, tuleje i łączniki	str. 52
4.3	Układ kierowniczy i wspomaganie	str. 54
4.4	Geometria kół	str. 56
4.5	Koła, opony i łożyska	str. 58

4.1

LEKCJA

Amortyzatory i sprężyny

Sprężyna przenosi ciężar auta i pochłania nierówności, a amortyzator tłumi jej drgania. Zużyty amortyzator wydłuża drogę hamowania, pogarsza stabilność w zakrętach i przyspiesza zużycie opon.

❖ Rodzaje zawieszeń

Typ	Budowa	Gdzie spotkasz
Kolumna MacPhersona	Amortyzator z nałożoną sprężyną stanowi element prowadzący koła, u góry poduszka z łożyskiem	Przód większości aut osobowych
Podwójne wahacze	Dwa wahacze poprzeczne prowadzą koło, amortyzator osobno lub z kolumną	Auta wyższej klasy, SUV, sportowe
Belka skrętna	Półsztywna belka łącząca tylne koła	Tył aut kompaktowych i miejskich
Zawieszenie wielowahaczowe	Trzy do pięciu wahaczy na koło	Tył aut średniej i wyższej klasy
Zawieszenie pneumatyczne	Miechy powietrzne zamiast sprężyn, kompresor, zawory	Auta premium, dostawcze, kampery

❖ Objawy zużytych amortyzatorów

- ▶ Bujanie nadwozia po przejechaniu nierówności, kilka wahaní zamiast jednego.
- ▶ Nurkowanie przodu przy hamowaniu i przechyły w zakrętach.
- ▶ Uciekanie tyłu na nierównym zakręcie, podskakiwanie kół.
- ▶ Nierównomierne, plackowate zużycie bieżnika opon.
- ▶ Wyciek oleju po obudowie amortyzatora (lekkie zapocenie bywa normalne, mokry ślad i brud nie).
- ▶ Stuki przy przejeżdżaniu progów: często poduszka, odbój, łącznik stabilizatora, a nie sam amortyzator.

❖ Diagnostyka zawieszenia

Test	Jak wykonać	Co oznacza wynik
Próba bujania	Mocno pchnij narożnik auta w dół i puść	Więcej niż jedno pełne walenie wskazuje na zużycie; test orientacyjny
Tester amortyzatorów (stacja kontroli)	Płyta drgająca mierzy przyczepność koła w procentach	Porównanie lewej i prawej strony; duża różnica na osi oznacza wymianę
Oględziny	Wycieki, uszkodzone osłony, odboje, pęknięte sprężyny	Pęknięta sprężyna: wymiana parami na osi
Odśłuch podczas jazdy	Wolny przejazd przez nierówności, skręty na postoju	Stuki, skrzypienie łożyska kolumny, chrobotanie

❖ **Wymiana kolumny MacPhersona**❖ **Wymiana amortyzatora przedniego**

1	Podnieś auto, zdejmij koło. Odłącz łącznik stabilizatora, przewód czujnika ABS i przewód hamulcowy z uchwytu.
2	Oznacz położenie kolumny względem zwrotnicy, jeśli mocowanie wpływa na zbieżność lub pochylenie.
3	Odkręć śruby mocujące kolumnę do zwrotnicy lub rozepnij zacisk, rozchylając go narzędziem.
4	Odkręć nakrętki górnego mocowania pod maską i wyjmij kolumnę.
5	Ściśnij sprężynę atestowanym ściskaczem na co najmniej trzech zwojach z obu stron.
6	Odkręć nakrętkę tłoczyska, przełóż sprężynę na nowy amortyzator z nowym odbojem, osłoną i poduszką.
7	Ustaw końce sprężyny w gniazdach talerzy, zluźnij ściskacz powoli i równomiernie.
8	Zamontuj kolumnę, dokręć połączenia z momentem producenta; nakrętkę tłoczyska dokręć ostatecznie przy obciążonym zawieszeniu, jeśli tego wymaga producent.
9	Wykonaj pomiar i regulację geometrii kół.

⚠ **Bezpieczeństwo**

Ściśnięta sprężyna magazynuje ogromną energię. Używaj wyłącznie sprawnego, atestowanego ściskacza, nigdy prowizorycznych opasek lub drutu. Nie stawaj na linii osi sprężyny podczas ściskania i luzowania. Pęknięcie lub zsunięcie ściskacza grozi ciężkim urazem.

❖ **Wskazówka z warsztatu**

Amortyzatory i sprężyny zawsze wymieniamy parami na jednej osi. Przy wymianie amortyzatorów warto od razu wymienić odboje, osłony i łożyska kolumn: robocizna jest ta sama, a stare elementy po zmianie amortyzatora szybko dają o sobie znać.

❖ **Najważniejsze w skrócie**

- Zużyty amortyzator wydłuża drogę hamowania i pogarsza stabilność.
- Amortyzatory i sprężyny wymieniamy parami na osi.
- Po wymianie kolumny konieczna jest kontrola geometrii.

4.2

LEKCJA

Wahacze, sworznie, tuleje i łączniki

Elementy prowadzące koło przenoszą siły hamowania, przyspieszania i skrętu. Luz na sworzniu czy pęknięta tuleja wywołują stuki, niestabilność, ściąganie i nierówne zużycie opon.

❖ **Elementy i ich usterki**

Element	Funkcja	Objawy zużycia
Wahacz	Łączy zwrotnicę z nadwoziem, ustala położenie koła	Wygięcie po uderzeniu, korozja, zużyte tuleje i sworzeń
Sworzeń wahacza	Przegub kulowy między wahaczem a zwrotnicą	Stuki na nierównościach, luz pionowy koła, pęknięta osłona
Tuleje metalowo-gumowe	Tłumią drgania i pozwalają na ruch wahacza	Pęknięcia gumy, ściąganie przy hamowaniu, pływanie auta
Łącznik stabilizatora	Łączy drążek stabilizatora z wahaczem lub kolumną	Stukanie na drobnych nierównościach przy niskiej prędkości
Gumy stabilizatora	Mocują drążek do nadwozia	Skrzypienie i stuki przy przechyłach
Poduszki silnika i skrzyni	Mocują zespół napędowy, tłumią drgania	Szarpnięcia przy ruszaniu, uderzenia przy zmianie kierunku jazdy
Belka tylna i jej tuleje	Prowadzi koła tylne	Niestabilność tyłu, nierówne zużycie opon tylnych

❖ **Kontrola luzów na podnośniku**❖ **Kontrola zawieszenia przedniego**

1	Podnieś auto tak, aby koła wisały swobodnie; przy niektórych zawieszeniach wahacz musi być podparty, aby sworzeń był obciążony.
2	Chwyć koło u góry i u dołu, szarpnij naprzemiennie: luz wskazuje na łożysko koła lub sworzeń.
3	Wciśnij pedał hamulca (pomocnik) i powtórz: jeśli luz zniknął, winne jest łożysko; jeśli został, sworzeń lub tuleje.
4	Chwyć koło z przodu i z tyłu, szarpnij: luz wskazuje na końcówkę lub drążek kierowniczy.
5	Łyżką montażową podważ wahacz w okolicy sworznia i tulei; obserwuj ruch względem zwrotnicy i nadwozia.
6	Sprawdź łączniki stabilizatora, szarpiać je ręką; sprawdź gumy stabilizatora.
7	Obejrzyj osłony sworzni i końcówek: pęknięta osłona oznacza wkrótce zużyty przegub.

❖ **Wskazówka z warsztatu**

Najdokładniej luzy sprawdza się na szarpaku (płytach do wykrywania luzów) na stacji kontroli lub w warsztacie. Pomocnik porusza płytami, a mechanik z lampą obserwuje każdy przegub z bliska. Ruch widoczny między elementami, a nie tylko odkształcenie gumy, oznacza luz do usunięcia.

❖ **Wymiana wahacza: przebieg ogólny**❖ **Wymiana wahacza poprzecznego**

1	Podnieś auto, zdejmij koło, odkręć nakrętkę sworznia; jeśli się obraca, przytrzymaj trzpień kluczem imbusowym lub Torx.
2	Wybij sworzeń ze zwrotnicy ściągaczem, a nie młotkiem uderzającym w gwint.
3	Odkręć śruby mocujące wahacz do ramy pomocniczej lub nadwozia.
4	Zamontuj nowy wahacz, wkręć śruby bez dokręcania ostatecznego.
5	Zamontuj sworzeń w zwrotnicy z nową nakrętką samokontrującą i dokręć momentem producenta.
6	Opuść auto na koła lub podnieś zawieszenie podnośnikiem do pozycji jazdy.
7	Dokręć śruby tulei z momentem producenta przy obciążonym zawieszeniu.
8	Wykonaj kontrolę geometrii kół.

⚠ **Bezpieczeństwo**

Śruby i nakrętki samokontrujące w zawieszeniu są zwykle jednorazowe. Nie używaj ponownie nakrętek z wkładką nylonową ani śrub rozciągliwych. Niedokręcony sworzeń może wypaść ze zwrotnicy podczas jazdy, co prowadzi do utraty kontroli nad autem.

Objaw	Najczęstsza przyczyna
Stuk przy wolnym przejeździe przez nierówności	Łączniki stabilizatora
Głuchy stuk przy hamowaniu i ruszaniu	Tuleje wahacza, poduszki silnika
Pływanie auta przy prędkości autostradowej	Tuleje wahaczy, geometria, luz w układzie kierowniczym
Ściąganie przy hamowaniu	Tuleja przednia wahacza, zacisk hamulcowy
Skrzypienie przy skręcaniu na postoju	Łożysko kolumny, sworzeń, gumy stabilizatora

❖ **Najważniejsze w skrócie**

- Luz z wciśniętym hamulcem eliminuje łożysko z podejrzanych.
- Tuleje dokręcamy przy obciążonym zawieszeniu.
- Nakrętki samokontrujące są jednorazowe.

4.3

LEKCJA

Układ kierowniczy i wspomaganie

Precyzyjny układ kierowniczy nie ma luzów, wraca do jazdy na wprost i nie wymaga dużej siły. Każdy luz w tym układzie jest bezpośrednim zagrożeniem bezpieczeństwa.

❖ Budowa układu kierowniczego

Element	Funkcja	Objawy usterki
Kolumna kierownicy	Przenosi obrót kierownicy, mieści przeguby	Luz, stuki w przegubie kolumny, opór w jednym położeniu
Przekładnia zębatkowa (maglownica)	Zamienia obrót na ruch poprzeczny drążków	Luz, stuki na nierównościach, wycieki
Drążki kierownicze	Łączą przekładnię z końcówkami	Luz w przegubie wewnętrznym
Końcówki drążków	Łączą drążek ze zwrotnicą, służą do regulacji zbieżności	Luz, pęknięta osłona, stuki
Oslony przekładni	Chronią przekładnię przed brudem i wodą	Pęknięcia prowadzą do korozji zębátky

❖ Rodzaje wspomagania

Typ	Zasada	Typowe usterki	Obsługa
Hydrauliczne	Pompa napędzana paskiem łożący olej do przekładni	Wycie pompy, wycieki z przewodów, ciężko przy niskich obrotach	Kontrola poziomu i stanu płynu, szczelności
Elektrohydrauliczne	Pompa napędzana silnikiem elektrycznym	Uszkodzona pompa elektryczna, przełącznik, przegrzewanie	Jak hydrauliczne plus diagnostyka elektryczna
Elektryczne (EPS)	Silnik elektryczny na kolumnie lub przekładni	Kontrolka wspomagania, ciężko w jednym kierunku, błędy czujnika momentu	Diagnostyka testerem, kalibracja czujnika kąta

❖ Objawy i przyczyny

Objaw	Możliwe przyczyny	Sprawdzenie
Luz na kierownicy	Końcówki, drążki, przekładnia, przegub kolumny	Obserwacja kół przy ruchu kierownicą w małym zakresie przy pracującym silniku
Kierownica nie wraca do pozycji na wprost	Zapieczone sworznie, łożyska kolumn, geometria	Pomiar geometrii, kontrola przegubów
Ciężko kręci się kierownicą	Brak płynu, słaba pompa, usterka EPS, niskie ciśnienie w oponach	Poziom płynu, ciśnienie pompy, kody EPS
Wycie przy skręcie do oporu	Normalne przy hydraulicie w skrajnym położeniu; stałe wycie: pompa, zapowietrzenie	Stan płynu, pęcherzyki, poziom
Krzywo ustawiona kierownica przy jeździe na wprost	Zbieżność po wymianie elementów, nieskalibrowany czujnik kąta	Geometria, kalibracja

❖ Wymiana końcówki drążka

❖ Wymiana końcówki drążka kierowniczego

1	Podnieś auto, zdejmij koło, oczyść gwint drążka i końcówki.
2	Zmierz lub zaznacz położenie końcówki na drążku (liczba widocznych zwojów), aby zachować zbliżoną zbieżność.
3	Poluzuj nakrętkę kontruującą, odkręć nakrętkę sworznia i wybij końcówkę ze zwrotnicy ściągaczem.
4	Wykręć starą końcówkę, licząc obroty, i wkręć nową o tę samą liczbę obrotów.
5	Zamontuj sworznię w zwrotnicy z nową nakrętką, dokręć momentem producenta, zabezpiecz zawleczką, jeśli jest przewidziana.
6	Dokręć nakrętkę kontruującą i wykonaj obowiązkowo regulację zbieżności.

❖ Wskazówka z warsztatu

Przy wspomaganiu elektrycznym po odłączeniu akumulatora lub wymianie elementów układu kierowniczego często trzeba skalibrować czujnik kąta skrętu i wyzerować skrajne położenia kierownicy testerem. Bez tego mogą pojawić się kontrolki ESP i nierówna siła wspomagania.

⚠ Bezpieczeństwo

Nie spawaj, nie prostuj na gorąco i nie naprawiaj elementów układu kierowniczego. Wygięty drążek lub uszkodzoną końcówkę zawsze wymieniamy na nowe. Przy pracy w pobliżu poduszki powietrznej w kierownicy odłącz akumulator i odczekaj czas podany przez producenta.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Każdy luz w układzie kierowniczym jest niedopuszczalny.
- Po wymianie końcówki lub drążka zawsze regulacja zbieżności.
- EPS wymaga kalibracji czujnika kąta po pracach w układzie.

4.4

LEKCJA

Geometria kół

Ustawienie kół decyduje o tym, czy auto jedzie prosto, jak zużywają się opony i jak samochód zachowuje się podczas hamowania i w zakrętach. Kilka dziesiątych stopnia różnicy potrafi zniszczyć komplet opon w kilka tysięcy kilometrów.

❖ Podstawowe parametry geometrii

Parametr	Definicja	Skutek nieprawidłowej wartości
Zbieżność	Różnica odległości między przednimi i tylnymi krawędziami kół jednej osi	Szybkie, piłowate zużycie zewnętrznych lub wewnętrznych krawędzi opon, ściąganie
Pochylenie (camber)	Kąt nachylenia koła w pionie patrząc od przodu	Zużycie jednej krawędzi bieżnika, ściąganie na stronę o większym pochyleniu dodatnim
Kąt wyprzedzenia sworznia (caster)	Pochylenie osi skrętu w płaszczyźnie wzłużnej	Słaby powrót kierownicy, niestabilność na prostej, ściąganie przy różnicy stron
Kąt pochylenia sworznia (KPI)	Pochylenie osi skrętu w płaszczyźnie poprzecznej	Zmiana wskazuje na wygięte elementy zawieszenia
Oś jazdy (thrust angle)	Kierunek wyznaczony przez ustawienie kół tylnych	Auto jedzie lekko bokiem, kierownica ustawiona krzywo

❖ Kiedy wykonać pomiar geometrii

- ▶ Po wymianie końcówek lub drążków kierowniczych, wahaczy, amortyzatorów, sprężyn i elementów belki.
- ▶ Po uderzeniu kołem w krawężnik lub głęboką dziurę.
- ▶ Gdy auto ściąga lub kierownica jest ustawiona krzywo podczas jazdy na wprost.
- ▶ Przy nierównym zużyciu opon.
- ▶ Po montażu nowych opon, jeśli poprzednie zużyły się nierówno.
- ▶ Po obniżeniu lub podwyższeniu zawieszenia.

❖ Przygotowanie do pomiaru

❖ Przed pomiarem geometrii

☐ Ciśnienie w oponach zgodne z zaleceniami	☐ Puste wnętrze i bagażnik, chyba że producent wymaga obciążenia
☐ Jednakowe opony na osi, zbliżone zużycie	☐ Sprawne łożyska kół
☐ Brak luzów w zawieszeniu i układzie kierowniczym	☐ Kierownica ustawiona centralnie i zablokowana
☐ Auto w stanie gotowym do jazdy, zbiornik paliwa wg producenta	☐ Głowice pomiarowe skompensowane (bicie felg)

❖ **Odczytywanie zużycia opon**

Wzór zużycia	Prawdopodobna przyczyna
Obie krawędzie zużyte bardziej niż środek	Za niskie ciśnienie w oponie
Środek zużyty bardziej niż krawędzie	Za wysokie ciśnienie
Jedna krawędź zużyta	Nieprawidłowe pochylenie koła
Ząbkowanie bloków bieżnika, piłowane zużycie	Nieprawidłowa zbieżność
Plackowate wytarcia w kilku miejscach na obwodzie	Zużyte amortyzatory, niewyważenie koła, bicie
Lokalne wytarcie w jednym miejscu	Hamowanie z zablokowanym kołem, zapieczony hamulec

❖ **Wskazówka z warsztatu**

Po regulacji geometrii zawsze wykonaj jazdę próbną po prostej, równej drodze. Kierownica powinna stać na środku, a auto nie może ściągać. Lekkie znoszenie w kierunku pobocza bywa efektem pochylenia jezdni, dlatego sprawdzaj na drodze płaskiej lub jadąc w obu kierunkach.

⚠ **Bezpieczeństwo**

Ściąganie auta po regulacji geometrii nie zawsze jest winą ustawienia. Często przyczyną jest opona z przesuniętym opasaniem (tzw. ściąganie stożkowe). Test: zamień przednie koła stronami. Jeśli ściąganie zmieni kierunek, przyczyną jest opona.

❖ **Najważniejsze w skrócie**

- Zbieżność ma największy wpływ na szybkie zużycie opon.
- Geometria wymaga sprawnego zawieszenia i właściwego ciśnienia.
- Wzór zużycia opony wskazuje przyczynę problemu.

4.5

LEKCJA

Koła, opony i łożyska

Opona to jedyny kontakt auta z drogą. Właściwe ciśnienie, wyważenie, stan bieżnika i sprawne łożyska decydują o przyczepności, komforcie i bezpieczeństwie.

❖ Odczytywanie oznaczeń opony

Oznaczenie (przykład 205/55 R16 91V)	Znaczenie
205	Szerokość opony w mm
55	Profil: wysokość boku jako procent szerokości
R	Konstrukcja radialna
16	Średnica felgi w calach
91	Indeks nośności: 615 kg na oponę
V	Indeks prędkości: do 240 km/h
DOT 2425	Data produkcji: 24. tydzień 2025 roku
M+S, 3PMSF	Opona do warunków zimowych; symbol płatka śniegu na tle góry oznacza zimowe atesty

❖ Stan bieżnika i wiek opony

W Polsce minimalna dopuszczalna wysokość bieżnika opony w samochodzie osobowym wynosi 1,6 mm, co wskazują wskaźniki TWI w rowkach. Ze względów bezpieczeństwa zaleca się wymianę opon letnich przy około 3 mm, a zimowych przy około 4 mm, ponieważ poniżej tych wartości gwałtownie rośnie ryzyko aquaplaningu i wydłuża się droga hamowania na śniegu. Guma starzeje się także bez jazdy: opony starsze niż około 6 do 10 lat warto wymienić niezależnie od bieżnika, szczególnie gdy na bokach widać pęknięcia.

❖ Montaż i wyważanie

❖ Wymiana opon i kół

1	Sprawdź oponę: datę, uszkodzenia, kierunek toczenia (strzałka ROTATION) lub stronę zewnętrzną (OUTSIDE).
2	Wymień zawór (wentyl) gumowy przy każdej zmianie opony; w autach z czujnikami TPMS wymień uszczelki i nakrętkę zaworu.
3	Posmaruj stopkę opony pastą montażową, zamontuj oponę na maszynie bez uszkodzenia czujnika TPMS.
4	Napompuj do osadzenia stopki (nie przekraczaj ciśnienia dopuszczalnego), następnie ustaw ciśnienie robocze.
5	Wyważ koło na wyważarce, stosując ciężarki właściwego typu dla danej felgi.
6	Oczyść powierzchnię przylegania felgi i piasty, załóż koło.
7	Dokręć śruby lub nakrętki na krzyż kluczem dynamometrycznym z momentem producenta.
8	Ustaw ciśnienie według tabliczki na słupku drzwi lub klapce wlewu paliwa, zresetuj system TPMS, jeśli wymaga tego auto.

❖ Łożyska kół

Objaw	Możliwa przyczyna	Sprawdzenie
Szum lub buczenie narastające z prędkością	Zużyte łożysko koła lub hałaśliwa opona	Zmiana dźwięku w łuku: przy obciążeniu łożyska dźwięk się nasila
Luz koła przy szarpnięciu góra i dół	Łożysko lub sworzeń	Test z wciśniętym hamulcem
Błąd czujnika ABS jednego koła	Uszkodzony pierścień magnetyczny w łożysku	Dane prędkości kół w testerze
Chrobotanie przy obracaniu koła ręką	Uszkodzone bieżnie łożyska	Obracanie koła na podnośniku z wyczuciem na sprężynie

❖ **Wskazówka z warsztatu**

Szum łożyska łatwo pomylić z hałasem opon o nierównym zużyciu. Jeśli dźwięk zmienia się przy łagodnym łuku w lewo i w prawo, podejrzewaj łożysko po stronie, która jest wtedy bardziej obciążona (w łuku w lewo obciążone są koła prawe). Hałas opon zwykle zmienia się z rodzajem nawierzchni, a nie z kierunkiem łuku.

⚠ **Bezpieczeństwo**

Śruby kół dokręcaj zawsze kluczem dynamometrycznym, a po 50 do 100 km sprawdź moment ponownie, szczególnie przy felgach aluminiowych i po montażu nowych felg. Typowe momenty dla aut osobowych mieszczą się zwykle w przedziale około 90 do 140 Nm, ale obowiązuje wartość producenta.

❖ **Najważniejsze w skrócie**

- Minimalny bieżnik to 1,6 mm, rozsądny poziom wymiany to 3 mm latem i 4 mm zimą.
- Przy każdej wymianie opony wymieniamy zawór.
- Szum łożyska nasila się w łuku po stronie obciążonej.

MODUŁ 5



Instalacja elektryczna

Prawo Ohma w praktyce, multimetr, akumulator, rozrusznik, alternator, bezpieczniki, przekaźniki, przewody i prąd upływu. Elektryka bez tajemnic dla mechanika.

W tym module

5.1	Podstawy elektryki i praca multimetrem	str. 61
5.2	Akumulator	str. 63
5.3	Rozrusznik	str. 65
5.4	Alternator i układ ładowania	str. 67
5.5	Bezpieczniki, przekaźniki, przewody i złącza	str. 69
5.6	Oświetlenie, odbiorniki i prąd upływu	str. 71

5.1

LEKCJA

Podstawy elektryki i praca multimetrem

Każdy obwód w samochodzie składa się z tych samych elementów: źródła zasilania, zabezpieczenia, przełącznika, odbiornika i masy. Jeśli rozumiesz tę zasadę, zdiagnozujesz zarówno światło stop, jak i wentylator chłodnicy.

❖ **Napięcie, prąd, rezystancja**

Napięcie (U, wolty) to różnica potencjałów, która wymusza przepływ prądu; porównaj je do ciśnienia wody w rurze. **Prąd (I, ampery)** to ilość przepływającego ładunku, czyli natężenie przepływu. **Rezystancja (R, omy)** to opór, jaki stawia obwód. Zależy od nich **moc (P, waty)**, którą odbiornik zamienia na światło, ciepło lub ruch.

Wzór	Zastosowanie	Przykład
$U = I \times R$	Prawo Ohma: napięcie to iloczyn prądu i rezystancji	Grzałka $1,2 \Omega$ przy 12 V pobiera 10 A
$I = U / R$	Obliczenie prądu odbiornika	$12 \text{ V} / 4 \Omega = 3 \text{ A}$
$P = U \times I$	Moc odbiornika	Żarówka 55 W przy 12 V pobiera około 4,6 A
$I = P / U$	Dobór bezpiecznika i przewodu	Wentylator 240 W przy 12 V: 20 A, bezpiecznik 25 do 30 A

❖ **Budowa typowego obwodu**❖ **Droga prądu w obwodzie**

1	Akumulator lub alternator dostarcza napięcie.
2	Bezpiecznik chroni przewód przed przegrzaniem w razie zwarcia.
3	Przełącznik lub przekaźnik włącza obwód; coraz częściej robi to sterownik (moduł karoserii).
4	Przewód doprowadza prąd do odbiornika przez złącza.
5	Odbiornik (żarówka, silnik, cewka) wykonuje pracę.
6	Przewód masowy i punkt masy zamykają obwód z nadwoziem i ujemnym biegunem akumulatora.

❖ **Pomiar spadku napięcia: najważniejszy test elektryka**

Przewód może mieć ciągłość przy pomiarze omomierzem, a mimo to nie przenosić prądu pod obciążeniem, bo kilka cienkich żyłek przy skorodowanym złączu to za mało dla silnika wentylatora. Dlatego mierzymy **spadek napięcia przy pracującym obwodzie**. Przewody miernika podłącza się na dwóch końcach badanego odcinka (na przykład biegun dodatni akumulatora i zacisk rozrusznika) i włącza odbiornik. Na sprawnym przewodzie zasilającym spadek wynosi zwykle poniżej około 0,2 do 0,5 V, na przewodzie masowym podobnie. Wyższa wartość wskazuje na korozję, luźny zacisk lub uszkodzony przewód na tym odcinku.

Odcinek	Typowy dopuszczalny spadek przy obciążeniu
Przewód dodatni akumulator do rozrusznika (podczas rozruchu)	Do około 0,5 V
Masa silnika do bieguna ujemnego (podczas rozruchu)	Do około 0,3 do 0,5 V
Obwód oświetlenia lub odbiornika o małym prądzie	Do około 0,2 do 0,3 V

Odcinek	Typowy dopuszczalny spadek przy obciążeniu
Pojedyncze złącze lub przełącznik	Do około 0,1 V

❖ Najczęstsze rodzaje usterek elektrycznych

Usterka	Opis	Objaw
Przerwa	Obwód rozłączony: pęknięty przewód, wysunięty pin	Odbiornik nie działa wcale
Zwarcie do masy	Przewód zasilający dotyka nadwozia	Przepalony bezpiecznik, często od razu po wymianie
Zwarcie do plusa	Przewód sygnałowy styka się z zasilaniem	Odbiornik działa stale, błędy czujników
Wysoka rezystancja	Korozja, luźny zacisk, nadpalony styk	Odbiornik działa słabo, przewody się grzeją
Usterka sporadyczna	Przewód pękający przy ruchu, wilgoć w złączu	Problem pojawia się i znika, często z pogodą lub na nierównościach

❖ Wskazówka z warsztatu

Przy usterek sporadycznych wykonaj test poruszania wiązką: obserwując dane bieżące lub miernik, poruszaj przewodami i złączami kawałek po kawałku. Moment, w którym sygnał znika lub skacze, wskazuje uszkodzone miejsce. Szczególnie narażone są przewody przechodzące między nadwoziem a drzwiami lub klapą bagażnika.

⚠ Bezpieczeństwo

Nie sprawdzaj obwodów próbnikiem z żarówką ani przez zwieranie przewodów w obwodach sterowników i czujników. Prąd żarówki może uszkodzić wyjście sterownika. Do sygnałów elektroniki używaj multimetru o dużej rezystancji wejściowej lub diodowego próbnika logicznego.

❖ Najważniejsze w skrócie

- $U = I \times R$ oraz $P = U \times I$ to podstawy każdej diagnozy elektrycznej.
- Ciągłość nie dowodzi sprawności: mierz spadek napięcia pod obciążeniem.
- Połowa usterek elektrycznych to złe masy i skorodowane złącza.

5.2

LEKCJA

Akumulator

Akumulator zasila rozrusznik, podtrzymuje pamięć sterowników i stabilizuje napięcie w instalacji. Słaby akumulator jest przyczyną zaskakująco wielu usterek, które na pierwszy rzut oka nie mają z nim nic wspólnego.

❖ Rodzaje akumulatorów

Typ	Cechy	Zastosowanie
Kwasowo-ołowiowy SLI	Tani, standardowy	Auta bez systemu start-stop
EFB	Wzmocniony, odporniejszy na cykliczne rozładowania	Prostsze systemy start-stop
AGM	Elektrolit w macie szklanej, duża odporność na cykle	Start-stop z odzyskiem energii, auta premium
Litowo-jonowy 12 V	Lekki, w autach elektrycznych i niektórych hybrydach	Wymaga procedur producenta

Akumulator AGM wymienia się wyłącznie na AGM, a EFB na EFB lub AGM. Zamiana na zwykły akumulator w aucie ze start-stop kończy się jego szybkim zużyciem. W wielu autach nowy akumulator trzeba **zarejestrować** w sterowniku zarządzania energią testerem, podając typ i pojemność, ponieważ od tego zależy strategia ładowania.

❖ Napięcie spoczynkowe a stopień naładowania

Napięcie spoczynkowe (po kilku godzinach postoju)	Stopień naładowania (orientacyjnie)	Działanie
12,6 V i więcej	Okolo 100 procent	Akumulator naładowany
około 12,4 V	Okolo 75 procent	Doładuj przy okazji
około 12,2 V	Okolo 50 procent	Doładuj prostownikiem, sprawdź przyczynę
około 12,0 V	Okolo 25 procent	Ryzyko zasiarczenia, pilnie ładuj
Poniżej 11,8 V	Głęboko rozładowany	Ładowanie i test pojemności; możliwa wymiana

Napięcie spoczynkowe mierzy się po co najmniej kilku godzinach postoju bez obciążenia. Bezpośrednio po jeździe lub ładowaniu jest zawyżone przez ładunek powierzchniowy. Dla akumulatorów AGM wartości są nieco wyższe, pełne naładowanie to zwykle około 12,8 V.

❖ **Test akumulatora**❖ **Diagnoza akumulatora**

1	Obejrzyj obudowę, zaciski i przewody: pęknięcia, wycieki, biały nalot siarczanu na klemach.
2	Zmierz napięcie spoczynkowe multimetrem.
3	Wykonaj test elektronicznym testerem akumulatorów (pomiar konduktancji), podając normę i prąd rozruchowy z etykiety (np. 680 A EN).
4	Podczas rozruchu zmierz napięcie na zaciskach: nie powinno spaść poniżej około 9,6 do 10 V przy sprawnym rozruszniku i temperaturze pokojowej.
5	Jeśli wynik jest słaby, naładuj akumulator i powtórz test; dopiero powtórny słaby wynik oznacza wymianę.
6	Jeśli akumulator się rozładowuje na postoju, wykonaj pomiar prądu upływu (lekcja 5.6).

❖ **Wymiana akumulatora**❖ **Wymiana krok po kroku**

1	Sprawdź, czy auto wymaga podtrzymania pamięci lub kodu radia; w razie potrzeby podłącz zasilanie podtrzymujące.
2	Wyłącz zapłon i wszystkie odbiorniki, wyjmij kluczyk z zasięgu auta bezkluczykowego.
3	Odłącz najpierw przewód ujemny (masa), potem dodatni.
4	Wyjmij akumulator, oczyść zaciski i podstawę, sprawdź przewód odgazowania.
5	Wstaw nowy akumulator tego samego typu i wymiarów, zamocuj listwę dociskową.
6	Podłącz najpierw przewód dodatni, potem ujemny; dokręć zaciski bez nadmiernej siły.
7	Zarejestruj akumulator w sterowniku, jeśli wymaga tego producent; skalibruj szyby, szyberdach, czujnik kąta skrętu.

⚠ **Bezpieczeństwo**

Akumulator wydziela wodór, który z powietrzem tworzy mieszaninę wybuchową. Nie zbliżaj ognia, nie zwieraj biegunów kluczem, przy ładowaniu zapewnij wentylację. Elektrolit to kwas siarkowy: chroń oczy i skórę. Odłączaj zawsze najpierw biegun ujemny, aby klucz dotknięty do nadwozia nie wywołał zwarcia.

❖ **Wskazówka z warsztatu**

Przy uruchamianiu z kabli ostatni przewód (ujemny) podłączaj do metalowej części silnika lub punktu masy wskazanego przez producenta, z dala od akumulatora. Ewentualna iskra powstaje wtedy daleko od gazów wydobywających się z akumulatora.

❖ **Najważniejsze w skrócie**

- 12,6 V w spoczynku to akumulator naładowany, 12,2 V to połowa pojemności.
- AGM wymieniamy na AGM; w wielu autach nowy akumulator trzeba zarejestrować.
- Odłączamy minus jako pierwszy, podłączamy jako ostatni.

5.3

LEKCJA

Rozrusznik

Rozrusznik to silnik elektryczny prądu stałego, który na kilka sekund pobiera z akumulatora kilkaset amperów. Niemal każda usterka rozruchu daje się zlokalizować kilkoma pomiarami napięcia.

❖ Budowa i działanie

Po przekręceniu kluczyka lub naciśnięciu przycisku start prąd sterujący trafia do **włłącznika elektromagnetycznego** (solenoidu). Ten wysuwa zębnik do zazębienia z wieńcem koła zamachowego i jednocześnie zamyka styki dużego prądu, przez które prąd z akumulatora płynie do silnika rozrusznika. Po uruchomieniu silnika **sprzęgło jednokierunkowe** zębника chroni rozrusznik przed rozkręceniem. W autach ze start-stop stosuje się wzmocnione rozruszniki o większej trwałości.

❖ Objawy i przyczyny

Objaw	Możliwe przyczyny	Pierwszy pomiar
Brak reakcji, kontrolki gasną	Rozładowany akumulator, skorodowane klemy	Napięcie na akumulatorze podczas próby rozruchu
Głośne pojedyncze kliknięcie, brak obrotu	Spalone styki solenoidu, zużyte szczotki, słaba masa	Napięcie na dużym zacisku rozrusznika podczas próby
Seria szybkich kliknięć	Zbyt niskie napięcie: akumulator lub połączenia	Napięcie akumulatora i spadki na przewodach
Brak kliknięcia, akumulator sprawny	Brak sygnału sterującego: stacyjka, immobilizer, czujnik pedału sprzęgła, wybierak P/N	Napięcie na małym zacisku solenoidu (zacisk 50)
Wolne obroty rozruchu	Słaby akumulator, wysoka rezystancja przewodów, zużyty rozrusznik	Spadki napięcia, prąd rozruchu cęgami
Zgrzyt, wycie po uruchomieniu	Zużyty zębnik lub wieńiec, zacinające się sprzęgło jednokierunkowe	Oględziny wieńca przez otwór kontrolny

❖ Diagnostyka braku rozruchu: kolejność pomiarów

❖ Rozrusznik nie kręci

1	Zmierz napięcie akumulatora w spoczynku (powinno być co najmniej około 12,4 V).
2	Zmierz napięcie na akumulatorze podczas próby rozruchu (powinno być co najmniej około 9,6 do 10 V).
3	Zmierz napięcie na zacisku 50 rozrusznika podczas próby: brak napięcia oznacza problem w obwodzie sterowania, a nie w rozruszniku.
4	Zmierz napięcie na zacisku 30 rozrusznika (duży przewód) podczas próby: znacznie niższe niż na akumulatorze oznacza spadek na przewodzie dodatnim.
5	Zmierz spadek napięcia między obudową rozrusznika a biegunem ujemnym akumulatora podczas próby: wysoka wartość oznacza złą masę silnika.
6	Jeśli zasilanie, sterowanie i masa są w normie, a rozrusznik nie kręci, winny jest rozrusznik.

❖ Wskazówka z warsztatu

Stukanie młotkiem w rozrusznik, który chwilowo potem zadziała, potwierdza zużyte szczotki lub wypalone styki solenoidu. To sposób awaryjny, nie naprawa. Wiele rozruszników można zregenerować w specjalistycznym zakładzie taniej niż kupić nowy.

⚠ Bezpieczeństwo

Przed demontażem rozrusznika zawsze odłącz akumulator. Gruby przewód rozrusznika jest stale pod napięciem i nie ma bezpiecznika; zwarcie kluczem z nadwoziem powoduje łuk elektryczny, oparzenia i może stopić narzędzie.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Brak napięcia na zacisku 50 to problem sterowania, nie rozrusznika.
- Spadki napięcia na przewodzie dodatnim i masie mierzymy podczas rozruchu.
- W aucie z automatem rozruch możliwy tylko w P lub N, w manualu często z wciśniętym sprzęgłem.

5.4

LEKCJA

Alternator i układ ładowania

Alternator zasila wszystkie odbiorniki podczas jazdy i ładuje akumulator. Współczesne układy ładowania są sterowane przez sterownik silnika, więc napięcie ładowania nie jest stałe i trzeba umieć je właściwie interpretować.

❖ Budowa alternatora

Element	Funkcja	Typowe usterki
Wirnik i szczotki	Wytwarzają pole magnetyczne	Zużyte szczotki, starte pierścienie ślizgowe
Stojan	Wytwarza prąd przemienny	Przebiecie lub przegrzanie uzwojeń
Mostek prostowniczy	Zamienia prąd przemienny na stały	Uszkodzona dioda: tętnienia, rozładowywanie akumulatora
Regulator napięcia	Utrzymuje napięcie w zadanym zakresie	Za wysokie lub za niskie napięcie ładowania
Koło pasowe ze sprzęgłem jednokierunkowym	Tłumi drgania paska	Hałas, drgania paska, zużycie napinacza
Łożyska	Podparcie wirnika	Szum i wycie zależne od obrotów

❖ Wartości napięcia ładowania

Warunek	Typowe napięcie na akumulatorze	Interpretacja
Silnik pracuje, odbiorniki wyłączone (klasyczny regulator)	Około 13,8 do 14,7 V	Prawidłowe ładowanie
Silnik pracuje, duże obciążenie (światła, dmuchawa, grzanie szyb)	Powyżej około 13,5 V	Alternator nadąża z obciążeniem
Inteligentne ładowanie, akumulator naładowany	Okresowo około 12,5 do 13 V	Normalne w autach z zarządzaniem energią
Inteligentne ładowanie podczas hamowania silnikiem	Nawet około 15 V	Odzysk energii, normalne
Poniżej około 13 V stale przy obciążeniu	Zbyt niskie	Pasek, szczotki, regulator, przewody
Powyżej około 15 V stale	Zbyt wysokie	Uszkodzony regulator: ryzyko zagotowania akumulatora i uszkodzenia elektroniki

❖ Diagnostyka układu ładowania

❖ Kontrola ładowania

1	Sprawdź pasek wieloklinowy: napięcie, ślizganie, stan napinacza i koła pasowego alternatora.
2	Zmierz napięcie akumulatora przy wyłączonym silniku, następnie po uruchomieniu na biegu jałowym.
3	Zwiększ obroty do około 2000 do 2500 obr/min i włącz główne odbiorniki; napięcie powinno pozostać w normie.
4	Zmierz spadek napięcia na przewodzie B+ między alternatorem a akumulatorem przy obciążeniu.
5	Zmierz spadek na masie alternatora (obudowa do bieguna ujemnego).
6	Testerem sprawdź wartości zadane i rzeczywiste ładowania oraz kody sterownika zarządzania energią.
7	Przy podejrzeniu diody zmierz tętnienia napięcia AC na akumulatorze przy pracującym silniku; wartość powyżej kilkuset miliwoltów wskazuje na uszkodzony mostek.

❖ Wskazówka z warsztatu

Kontrolka ładowania nie zawsze świeci przy uszkodzonym alternatorze. W wielu autach sterownik silnika komunikuje się z regulatorem przez linię LIN i dopiero tester pokaże rzeczywisty stan. Przy nawracającym rozładowaniu akumulatora sprawdź obie rzeczy: ładowanie i prąd upływu.

⚠ Bezpieczeństwo

Nie odłączaj akumulatora przy pracującym silniku, aby sprawdzić alternator. Ta stara metoda może wywołać skok napięcia i uszkodzić sterowniki. Przy pracach przy alternatorze zawsze odłącz najpierw akumulator, bo przewód B+ jest stale pod napięciem.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Klasyczne ładowanie to około 13,8 do 14,7 V.
- Inteligentne ładowanie zmienia napięcie i to jest normalne.
- Duże tętnienia AC wskazują na uszkodzone diody.

5.5

LEKCJA

Bezpieczniki, przekaźniki, przewody i złącza

Bezpiecznik chroni przewód, przekaźnik pozwala małym prądem sterować dużym, a złącza są najsłabszym ogniwem każdej instalacji. Znajomość tych elementów skraca diagnostykę z godzin do minut.

❖ **Bezpieczniki**

Typ	Zakres prądów	Zastosowanie
Mini i standardowe (płytkowe)	2 do 40 A	Większość odbiorników
Low profile i micro	5 do 30 A	Nowsze skrzynki bezpieczników
Kasetowe (typu J)	20 do 60 A	Wentylator, ABS, ogrzewanie szyby
Topikowe i paskowe (MIDI, MEGA)	40 do 250 A i więcej	Zabezpieczenie główne alternatora i skrzynek

Kolor bezpiecznika płytkowego oznacza jego wartość (na przykład 10 A czerwony, 15 A niebieski, 20 A żółty, 30 A zielony). Bezpiecznik zawsze zastępujemy bezpiecznikiem o tej samej wartości. Większy bezpiecznik nie naprawia problemu, tylko przenosi przegrzanie na przewód, co może skończyć się pożarem. Sprawność bezpiecznika sprawdzaj miernikiem, mierząc napięcie na obu punktach pomiarowych z wierzchu bezpiecznika: napięcie po obu stronach oznacza bezpiecznik sprawny.

❖ **Przekaźnik: jak działa i jak go sprawdzić**

Zacisk (DIN)	Funkcja
85	Cewka: zwykle masa lub sterowanie ze sterownika
86	Cewka: zasilanie sterujące
30	Wejście zasilania obwodu mocy (stały plus)
87	Wyjście do odbiornika (styk zwierny)
87a	Styk rozwierny, zamknięty przy wyłączonej cewce (w przekaźnikach przełączających)

❖ **Test przekaźnika**

1	Sprawdź, czy przekaźnik klika przy włączeniu funkcji; kliknięcie świadczy o zasileniu cewki, ale nie o sprawności styków.
2	Wyjmij przekaźnik i zamień go z identycznym przekaźnikiem innej funkcji (na przykład klakson), aby szybko go wykluczyć.
3	W gnieździe zmierz napięcie na zacisku 30 (stały plus) i na zaciskach cewki przy włączonej funkcji.
4	Poza autem podaj 12 V na cewkę i zmierz rezystancję styków 30 do 87: powinna wynosić bliskie zero omów.
5	Jeśli przekaźnik jest sprawny, a odbiornik nie działa, mierz napięcie dalej w kierunku odbiornika i masę odbiornika.

❖ Przewody i złącza

- ▶ Przekrój przewodu dobiera się do prądu i długości; zbyt cienki przewód grzeje się i daje duży spadek napięcia.
- ▶ Złącza narażone na wodę (komora silnika, podwozie, drzwi) mają uszczelki; po rozłączeniu sprawdź, czy uszczelka jest na miejscu.
- ▶ Zielony nalot na pinach to korozja: oczyść złącze środkiem do styków, a mocno skorodowane piny wymień.
- ▶ Rozluźnione gniazda pinów sprawdzaj pinem testowym właściwego rozmiaru; luźny styk daje usterki sporadyczne.
- ▶ Nie przekłuwaj izolacji przewodu sondą; dziura wpuszcza wilgoć i po kilku miesiącach przewód koroduje. Używaj sond tylnego wejścia do złącza.

❖ Naprawa przewodu

❖ Trwała naprawa przewodu

1	Odłącz akumulator; w obwodach poduszek powietrznych nie wykonuj napraw przewodów, chyba że producent dopuszcza zestaw naprawczy.
2	Wytnij uszkodzony fragment, zdejmij izolację na długości kilku milimetrów.
3	Połącz przewody złączką zaciskaną z koszulką termokurczliwą z klejem lub lutowaniem z koszulką termokurczliwą.
4	Przesuń połączenia na różnej długości, jeśli naprawiasz kilka przewodów w jednej wiązce.
5	Obkurcz koszulkę opalarką, zabezpiecz wiązkę taśmą tekstylną lub peszlem, przymocuj do oryginalnych uchwytów.
6	Sprawdź działanie i spadek napięcia na naprawionym odcinku.

⚠ Bezpieczeństwo

Przewody sygnałowe magistral CAN są zwykle skręconą parą. Naprawiaj je, zachowując skręcenie i długość, bez pozostawiania długich rozplecionych odcinków. Obwody poduszek powietrznych mają żółte złącza lub osłony; ich nieprawidłowa naprawa może spowodować niezadziałanie albo przypadkowe wyzwolenie poduszki.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Bezpiecznik zawsze tej samej wartości; przepalony ponownie oznacza zwarcie do znalezienia.
- Kliknięcie przełącznika nie dowodzi sprawności jego styków.
- Naprawa przewodu: złączka lub lut plus koszulka termokurczliwa z klejem.

5.6

LEKCJA

Oświetlenie, odbiorniki i prąd upływu

Akumulator rozładowany po kilku dniach postoju to jedna z najbardziej frustrujących usterek dla klienta. Systematyczny pomiar prądu upływu pozwala znaleźć winny obwód bez zgadywania.

❖ Oświetlenie: najczęstsze usterki

Objaw	Przyczyna	Działanie
Żarówka przepala się często	Zbyt wysokie napięcie ładowania, dotykane bańki palcami, drgania, wilgoć w reflektorze	Pomiar ładowania, kontrola szczelności reflektora
Światło słabe, żółtawe	Spadek napięcia na złączu lub masie, matowy klosz	Pomiar napięcia na żarówce przy włączonym świetle
Kierunkowskaz miga szybko	Przepalona żarówka lub zły typ zamiennika LED	Wymiana żarówki, właściwy zamiennik lub rezystor
Kilka lamp świeci słabo razem, zależnie od innych	Wspólna uszkodzona masa	Kontrola punktu masowego lampy tylnej
Komunikat usterki żarówki, choć świeci	Moduł karoserii mierzy prąd: zamiennik o innej mocy	Zastosuj żarówkę zgodną z homologacją

Żarówki halogenowe montuj bez dotykania bańki palcami: tłuszcz ze skóry powoduje miejscowe przegrzanie i skraca życie żarówki. Po wymianie żarówki reflektora sprawdź ustawienie światła na stanowisku. Reflektory ksenonowe pracują z napięciem zapłonu rzędu kilkudziesięciu tysięcy voltów, dlatego przed pracą zawsze wyłącz światła i odłącz wtyczkę przetwornicy.

❖ Prąd upływu: co jest normą

Po zamknięciu auta sterowniki przez pewien czas pozostają aktywne, a następnie przechodzą w tryb uśpienia. W zależności od marki trwa to od kilku do kilkudziesięciu minut. Po uśpieniu prąd pobierany przez nowoczesne auto wynosi zwykle około 20 do 50 mA. Prąd rzędu kilkuset miliamperów rozładuje typowy akumulator w ciągu kilku dni. Przykład: 300 mA przez 72 godziny to około 21,6 Ah, czyli znaczna część pojemności akumulatora 60 Ah.

❖ Szukanie prądu upływu krok po kroku

1	Naładuj akumulator, zamknij wszystkie drzwi, maskę i bagażnik; zamki maski i bagażnika możesz zaryglować śrubokrętem w pozycji zamkniętej, aby mieć dostęp.
2	Podłącz amperomierz cęgowy o zakresie miliamperów na przewód ujemny akumulatora lub multimetr szeregowo z mostkiem, aby nie wybudzić sterowników przy rozłączaniu.
3	Zamknij auto i odczekaj czas uśpienia podany przez producenta, nie otwierając drzwi.
4	Odczytaj prąd. Jeśli jest zbyt wysoki, mierz spadki napięcia na bezpiecznikach (metoda miliwoltowa) bez ich wyjmowania.
5	Bezpiecznik z wyraźnym spadkiem napięcia wskazuje obwód, w którym płynie prąd; tabela producenta przelicza spadek na prąd.
6	W znalezionym obwodzie odłączaj kolejne odbiorniki lub sterowniki, aż prąd spadnie do normy.
7	Jeśli auto się nie usypia, sprawdź testerem, który moduł utrzymuje aktywność magistrali CAN.

❖ Najczęstszy winowajcy rozładowania

- ▶ Dodatkowe akcesoria: rejestratory jazdy, lokalizatory, radia z marketu, instalacje alarmowe montowane niefachowo.
- ▶ Uszkodzony moduł nie przechodzący w uśpienie, często po zalaniu wodą.
- ▶ Oświetlenie bagażnika lub schowka świecące stale przez uszkodzony włącznik.
- ▶ Diody alternatora przewodzące prąd w kierunku zaporowym.
- ▶ Moduły telematyki i multimedia z uszkodzonym oprogramowaniem.
- ▶ Krótkie trasy zimą: akumulator nie jest ładowany wystarczająco, choć instalacja jest sprawna.

❖ Wskazówka z warsztatu

Metoda miliwoltowa jest dużo szybsza od wyjmowania bezpieczników po kolei. Wyjęcie bezpiecznika często budzi sterowniki, które po włożeniu potrzebują kolejnych minut, aby zasnąć. Pomiar spadku napięcia na zamkniętym bezpieczniku niczego nie wybudza.

⚠ Bezpieczeństwo

Nie uruchamiaj silnika ani nie włączaj odbiorników dużej mocy, gdy multimetr jest podłączony szeregowo w obwód akumulatora. Prąd rozruchu natychmiast przepali bezpiecznik miernika lub sam miernik.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Po uśpieniu auto pobiera zwykle około 20 do 50 mA.
- Mierz prąd dopiero po czasie uśpienia sterowników.
- Metoda miliwoltowa wskazuje obwód bez wybudzania auta.

MODUŁ 6



Układ napędowy

Sprzęgło i koło dwumasowe, skrzynie biegów manualne i automatyczne, pólósie, przeguby i mechanizm różnicowy. Droga momentu obrotowego od silnika do kół.

W tym module

6.1	Sprzęgło i koło dwumasowe	str. 74
6.2	Skrzynia biegów manualna	str. 76
6.3	Skrzynie automatyczne	str. 78
6.4	Półósie, przeguby i mechanizm różnicowy	str. 80

6.1

LEKCJA

Sprzęgło i koło dwumasowe

Sprzęgło pozwala płynnie ruszać i zmieniać biegi, a koło dwumasowe tłumi drgania skrętne silnika. Oba elementy zużywają się stopniowo, a ich wymiana to jedna z droższych napraw mechanicznych.

❖ Budowa zespołu sprzęgła

Element	Funkcja	Objawy zużycia
Tarcza sprzęgła	Okładziny cierne przenoszą moment między kołem zamachowym a skrzynią	Ślizganie: obroty rosną, a prędkość nie; zapach spalenizny
Docisk	Sprężyna talerzowa dociska tarczę do koła zamachowego	Szarpanie przy ruszaniu, nierówny docisk, wysoki punkt załączenia
Łożysko wyciskowe	Naciska na sprężynę docisku przy wciśnięciu pedału	Szum lub piszczenie przy wciśniętym sprzęgle
Wysprzęglik centralny (hydrauliczny)	Łożysko i siłownik w jednym, wewnątrz dzwonu	Wyciek płynu, pedał zostaje w podłodze
Pompa sprzęgła i przewody	Przenoszą ruch pedału hydraulicznie	Miękki pedał, brak rozłączania, wycieki
Koło dwumasowe	Dwie masy połączone sprężynami tłumią drgania	Stuki przy gaszeniu i uruchamianiu, wibracje na niskich obrotach

❖ Objawy i diagnoza

Objaw	Prawdopodobna przyczyna	Test
Ślizganie przy przyspieszaniu na wysokim biegu	Zużyta tarcza, zaolejona okładzina, słaby docisk	Przy 4. biegu i około 2000 obr/min mocne przyspieszenie: obroty skaczą bez przyrostu prędkości
Trudne wrzucanie biegów, zgrzyt przy wstecznym	Sprzęgło nie rozłącza: powietrze w hydraulice, wysprzęglik, zbyt duży skok	Odpowietrzenie, kontrola skoku i płynu
Szarpanie przy ruszaniu	Zaolejona tarcza, odkształcony docisk, koło dwumasowe, poduszki silnika	Kontrola poduszek, test na płaskim i pod górę
Hałas znikający po wciśnięciu sprzęgła	Łożyska wałka wejściowego skrzyni	Odsłuch przy biegu jałowym ze sprzęgłem wciśniętym i puszczonym
Hałas pojawiający się po wciśnięciu sprzęgła	Łożysko wyciskowe	Jak wyżej
Metaliczne stuki przy gaszeniu silnika, drgania na wolnych obrotach	Zużyte koło dwumasowe	Kontrola luzu kąтового i osiowego po demontażu, w części aut tester pokazuje odchyłki

❖ **Wymiana sprzęgła: zasady**❖ **Wymiana zestawu sprzęgła**

1	Zabezpiecz auto, odłącz akumulator, spuść olej ze skrzyni, jeśli wymaga tego demontaż półosi.
2	Zdemontuj półosie, linki lub drążki zmiany biegów, rozrusznik, wysprzęglik i elementy mocowania.
3	Podeprzyj silnik belką lub podnośnikiem, odkręć poduszkę skrzyni i śruby dzwonu.
4	Odsuń skrzynię równo w osi wałka, bez opierania jej ciężaru na wałku wejściowym.
5	Odkręć docisk równomiernie po przekątnej, sprawdź koło zamachowe: rysy, przebarwienia, luz dwumasowy.
6	Wymień uszczelniacz wału korbowego, jeśli jest zaolejony; w przeciwnym razie nowa tarcza zostanie zniszczona.
7	Wycentruj tarczę trzpieniem, dokręć docisk po przekątnej momentem producenta.
8	Nasmaruj cienko wielowypust wałka smarem do wielowypustów; nadmiar smaru rozrzuca się na okładzinę.
9	Zamontuj skrzynię, połączenia, uzupełnij olej, odpowietrz hydraulikę sprzęgła i sprawdź pracę na jeździe próbnej.

❖ **Wskazówka z warsztatu**

Przy wymianie sprzęgła zawsze wymieniaj kompletny zestaw: tarczę, docisk i łożysko lub wysprzęglik. Koszt części jest niewielki w porównaniu z robocizną demontażu skrzyni. Koło dwumasowe wymień, jeśli przekroczony są luzy producenta; regeneracja bywa tańsza, ale wymaga sprawdzonego zakładu.

⚠ **Bezpieczeństwo**

Skrzynia biegów waży kilkadziesiąt kilogramów. Opuszczaj ją podnośnikiem do skrzyń lub z pomocą drugiej osoby. Pracuj w okularach: przy rozłączaniu skrzyni z dzwonu wysypuje się pył z okładzin.

❖ **Najważniejsze w skrócie**

- Ślizganie to tarcza lub docisk, problem z rozłączaniem to najczęściej hydraulika.
- Zaolejona tarcza wymaga usunięcia źródła wycieku przed montażem nowej.
- Wymieniaj kompletny zestaw sprzęgła i oceniaj stan koła dwumasowego.

6.2

LEKCJA

Skrzynia biegów manualna

Manualna skrzynia biegów jest trwała, jeśli ma właściwy olej i sprawny mechanizm zmiany biegów. Większość jej usterek zapowiada się hałasem lub trudnym wrzucaniem biegów długo przed awarią.

❖ Budowa i działanie

Skrzynia ma wałek wejściowy połączony ze sprzęgłem oraz wałki z kołami zębatymi stale ze sobą zazębianymi. Bieg włącza się, łącząc wybrane koło z wałkiem za pomocą **przesuwki**, a wcześniej **synchronizatora**, który wyrównuje prędkości obrotowe, zanim zęby się zazębią. W autach z przednim napędem skrzynia zawiera również **mechanizm różnicowy**, a więc stanowi zespół zwany często skrzynią z przekładnią główną.

Usterka	Objaw	Przyczyna
Zużyty synchronizator	Zgrzyt przy szybkiej zmianie konkretnego biegu, zwłaszcza w górę	Wieloletnia eksploatacja, zły olej, niepełne rozłączanie sprzęgła
Wyskakiwanie biegu	Bieg wypada przy hamowaniu silnikiem lub przyspieszaniu	Zużyte zęby sprzęgające, przesuwka, mechanizm ustalający, poduszki skrzyni
Wycie zależne od prędkości	Szum nasilający się na danym biegu lub przy obciążeniu	Łożyska wałków, zużyte koła zębate, łożyska mechanizmu różnicowego
Luz na lewarku, nieprecyzyjne biegi	Lewarek luźny, biegi trudno odnaleźć	Zużyte tulejki mechanizmu zmiany biegów, linki, przeguby
Wyciek oleju	Olej na łączeniu skrzyni z silnikiem lub przy półosi	Uszczelniacze półosi, wałka wejściowego, korek, odpowietrznik

❖ Olej przekładniowy

Olej przekładniowy ma lepkość oznaczaną według SAE J306 (na przykład 75W-80, 75W-90) oraz klasę jakości API GL-4 lub GL-5. Klasa GL-5 zawiera więcej dodatków przeciwzatarciowych, które w niektórych skrzyniach mogą przyspieszać zużycie mosiężnych synchronizatorów, dlatego stosujemy wyłącznie olej o specyfikacji producenta. Wielu producentów określa olej jako dożywotni, jednak jego wymiana co około 60 000 do 120 000 km wyraźnie poprawia płynność zmiany biegów w starszych autach.

❖ Wymiana oleju w skrzyni manualnej

- 1 Ustaw auto poziomo na podnośniku; olej spuszcza po jeździe, gdy jest ciepły.
- 2 Najpierw odkręć korek wlewu (kontrolny), aby upewnić się, że da się go odkręcić.
- 3 Odkręć korek spustowy, spuść olej, oczyść magnes z opiłków i oceń ich ilość.
- 4 Wkręć korek spustowy z nową uszczelką i momentem producenta.
- 5 Napełniaj olej przez otwór wlewu, aż zacznie wypływać (w wielu skrzyniach poziom wyznacza dolna krawędź otworu).
- 6 Wkręć korek wlewu z nową uszczelką i sprawdź szczelność.

❖ Wskazówka z warsztatu

Drobny szary nalot na magnecie korka to normalny efekt zużycia. Duże płatki metalu lub ułamane fragmenty zębów oznaczają uszkodzenie wewnątrz skrzyni i sens dalszej diagnozy przed oddaniem auta klientowi.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Zgrzyt na jednym biegu to zwykle synchronizator, na wszystkich często sprzęgło.
- Olej przekładniowy dobieraj według specyfikacji producenta, GL-4 i GL-5 to nie to samo.
- Wymiana oleju w skrzyni poprawia pracę starszych skrzyń.

6.3

LEKCJA

Skrzynie automatyczne

Skrzynie automatyczne są dziś powszechne. Każdy typ ma inną budowę, inne słabe punkty i inne wymagania serwisowe, ale wszystkie łączy jedno: czysty olej o właściwej specyfikacji i poprawny poziom.

❖ Rodzaje skrzyń automatycznych

Typ	Budowa	Charakterystyczne usterki	Serwis
Klasyczny automat (hydrokinetyczny)	Przekładnia hydrokinetyczna, przekładnie planetarne, sprzęgła wielopłytkowe	Szarpnięcia, opóźnione włączanie biegów, ślizganie sprzęgieł, zużyty blok zaworów	Wymiana ATF, często z płukaniem dynamicznym
Dwusprzętowa (DSG, DCT)	Dwa sprzęgła (suche lub mokre) i dwa wałki dla biegów parzystych i nieparzystych	Szarpanie przy ruszaniu, mechatronika, zużyte sprzęgła, dwumasa	Mokre: olej i filtr co interwał; suche: adaptacje i kontrola zużycia
Bezstopniowa (CVT)	Pas lub łańcuch między stożkowymi kołami o zmiennej średnicy	Wycie, szarpanie, ślizganie pasa	Olej CVT o ścisłej specyfikacji, często częstsze wymiany
Zautomatyzowana manualna	Skrzynia manualna z siłownikami sprzęgła i zmiany biegów	Długie przerwy przy zmianie biegów, błędy siłowników	Adaptacje punktu sprzęgła, płyn hydrauliczny

❖ Kontrola poziomu i stanu ATF

W starszych automatach poziom sprawdza się bagnetem na rozgrzanej skrzyni, przy pracującym silniku i dźwigni w pozycji P lub N. W większości nowoczesnych skrzyń bagnetu nie ma: poziom sprawdza się przez korek kontrolny w określonej temperaturze oleju odczytywanej testerem (często w zakresie około 30 do 50 °C), przy pracującym silniku. Za niski poziom powoduje ślizganie i przegrzewanie, za wysoki pienienie oleju. Ciemny olej o zapachu spalenizny oznacza przegrzane sprzęgła.

Objaw	Możliwa przyczyna	Pierwszy krok
Szarpnięcie przy zmianie biegu	Stary olej, błędne adaptacje, blok zaworów	Kontrola oleju, kody, reset i nauka adaptacji
Ślizganie, obroty rosną bez przyspieszenia	Niski poziom oleju, zużyte sprzęgła	Kontrola poziomu, dane poślizgu w testerze
Tryb awaryjny, jeden bieg	Błąd czujnika obrotów, temperatury, zasilania sterownika	Odczyt kodów, kontrola napięcia i złączy
Opóźniona reakcja po wybraniu D lub R	Niski poziom, zużyte uszczelnienia, zawory	Poziom oleju, test ciśnienia
Drgania przy stałej prędkości 60 do 90 km/h	Blokada przekładni hydrokinetycznej (sprzęgło lock-up)	Wymiana oleju, dane poślizgu przetwornika

❖ Wymiana oleju w automacie

❖ Wymiana statyczna ATF

1	Rozgrzej skrzynię do temperatury określonej przez producenta i ustaw auto poziomo.
2	Spuść olej przez korek spustowy; w skrzyniach z miską zdejmij ją, wymień filtr i uszczelkę, oczyść magnesy.
3	Wlej nowy olej o specyfikacji producenta w ilości zbliżonej do spuszczonej.
4	Uruchom silnik, przełącz dźwignię kolejno przez wszystkie pozycje, zatrzymując się w każdej na kilka sekund.
5	W temperaturze oleju podanej przez producenta skoryguj poziom przez korek kontrolny przy pracującym silniku.
6	Wykonaj reset i naukę adaptacji testerem, jeśli wymaga tego skrzynia, oraz jazdę próbną.

❖ Wskazówka z warsztatu

Jednorazowa wymiana statyczna wymienia zwykle tylko około 40 do 60 procent oleju, bo reszta pozostaje w przekładni hydrokinetycznej i kanałach. Przy mocno zużytym oleju wykonuje się wymianę dwukrotną lub dynamiczną urządzeniem. W skrzyniach bardzo zaniedbanych gwałtowna wymiana bywa ryzykowna; rozważ to z klientem.

⚠ Bezpieczeństwo

Nie holuj auta z automatem na kołach napędowych na długie dystanse ani z dużą prędkością, chyba że instrukcja na to wyraźnie pozwala. Brak smarowania przy wyłączonym silniku może uszkodzić skrzynię. Do holowania na dłuższe odległości używaj lawety.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Poziom oleju w automacie zależy od temperatury; sprawdzaj według procedury.
- Specyfikacja oleju jest ważniejsza niż marka.
- Po wymianie oleju często wymagany jest reset i nauka adaptacji.

6.4

LEKCJA

Półosie, przeguby i mechanizm różnicowy

Półosie przenoszą napęd na koła, pozwalając im jednocześnie skręcać i uginać się na zawieszeniu. Pęknięta osłona przegubu to tania naprawa; zniszczony przegub to już kosztowna wymiana.

❖ Budowa półosi

Element	Funkcja	Objawy usterki
Przegub zewnętrzny (kulowy)	Przenosi napęd przy dużych kątach skrętu	Rytmiczne trzaski przy ruszaniu na skręconych kołach
Przegub wewnętrzny (trójpodpory lub kulowy)	Kompensuje zmianę długości półosi przy pracy zawieszenia	Drgania przy przyspieszaniu, stuki przy zmianie obciążenia
Oslony przegubów	Chronią smar i przegub przed brudem i wodą	Pęknięcie: wyrzucony smar na wnętrzu felgi i zawieszeniu
Wałek pośredni z łożyskiem	Wyrównuje długość półosi przy silniku poprzecznym	Szum, drgania, luz w łożysku podpory
Wał napędowy (napęd tylny i 4x4)	Przenosi napęd do tylnego mostu	Drgania, stuki w krzyżakach, zużyty łącznik elastyczny, podpora środkowa

❖ Wymiana osłony przegubu

❖ Wymiana osłony przegubu zewnętrznego

1	Podnieś auto, zdejmij koło, odkręć nakrętkę piasty (często wysokiego momentu, nowa nakrętka przy montażu).
2	Odłącz sworzeń wahacza lub końcówkę drążka, aby odchylić zwrotnicę, i wysuń półoś z piasty.
3	Zdejmij opaski, przetnij starą osłonę, zsuń przegub z wałka (zwykle mocno uderzając gumowym młotkiem w korpus przegubu lub ściągaczem, zależnie od typu).
4	Wymyj przegub ze starego smaru, sprawdź bieżnie i kulki: wżery i luz oznaczają wymianę przegubu.
5	Nałóż nową osłonę, wypełnij przegub smarem z zestawu w ilości podanej w instrukcji, załóż nowy pierścień zabezpieczający i wsuń przegub.
6	Zaciśnij opaski szczypcami do opasek, wyrównując ciśnienie powietrza w osłonie.
7	Zmontuj zawieszenie, dokręć nakrętkę piasty momentem producenta przy kole na ziemi.

❖ Mechanizm różnicowy

Podczas skrętu koło zewnętrzne pokonuje dłuższą drogę niż wewnętrzne. Mechanizm różnicowy pozwala kołom obracać się z różną prędkością, dzieląc moment między nie. Wadą zwykłego mechanizmu jest to, że przy utracie przyczepności jednego koła moment ucieka właśnie na nie. Dlatego stosuje się elektroniczne przyhamowywanie koła (EDS) lub mechanizmy o ograniczonym poślizgu. W napędzie tylnym i 4x4 mechanizm różnicowy ma osobny olej przekładniowy, który wymaga kontroli i wymiany według producenta.

Objaw	Przyczyna	Działanie
Wycie z tyłu auta zmieniające się z obciążeniem	Zużyte łożyska lub użębienie przekładni głównej	Kontrola oleju, luzów, diagnostyka specjalistyczna

Objaw	Przyczyna	Działanie
Stuk przy ruszaniu i zmianie kierunku jazdy	Luz w przekładni, krzyżaki wału, łącznik elastyczny	Kontrola luzu obrotowego wału
Drgania przy przyspieszaniu z dużym momentem	Przegub wewnętrzny pólasi, podpora wału, poduszka	Test na podnośniku, wymiana zużytego elementu
Kontrolka napędu 4x4, brak dołączania tyłu	Pompa sprzęgła Haldex, filtr, olej, sterownik	Odczyt kodów, serwis oleju i filtra sprzęgła

❖ Wskazówka z warsztatu

Trzaski z jednej strony przy ruszaniu na skręconych kołach łatwo zlokalizować na pustym placu: zatocz kilka kółek w lewo i w prawo. Trzaski przy skręcie w lewo zwykle wskazują na prawy przegub zewnętrzny, który jest wtedy bardziej obciążony, ale zawsze potwierdź to oględzinami.

⚠ Bezpieczeństwo

Nakrętka piasty przenosi duże siły i często jest jednorazowa. Nie dokręcaj jej ostatecznie przy wiszącym kole, opierając się wyłącznie na hamulcu wciśniętym przez pomocnika, jeśli producent zaleca dokręcanie na kołach. Niedokręcona nakrętka niszczy łożysko piasty.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Pęknięta osłona to sygnał do szybkiej naprawy, zanim zniszczy się przegub.
- Trzaski przy skręcie to przegub zewnętrzny, drgania przy przyspieszaniu to często wewnętrzny.
- Mechanizm różnicowy w napędzie tylnym i 4x4 ma własny olej.

MODUŁ 7



Diagnostyka komputerowa

Metodyka diagnozowania, OBD-II, kody usterek, dane bieżące, testy elementów wykonawczych i studia przypadków. Jak przejść od kontrolki do pewnej diagnozy.

W tym module

7.1	Metodyka diagnozowania	str. 83
7.2	OBD-II i obsługa testera	str. 85
7.3	Kody usterek: struktura i interpretacja	str. 87
7.4	Dane bieżące (live data)	str. 89
7.5	Testy diagnostyczne i elementy wykonawcze	str. 91
7.6	Diagnostyka w praktyce: studia przypadków	str. 93

7.1

LEKCJA

Metodyka diagnozowania

Dobry diagnosta nie zgaduje i nie wymienia części na próbę. Pracuje według stałej metody: potwierdza objaw, zbiera dane, stawia hipotezy, sprawdza je najprostszymi testami i dopiero wtedy naprawia.

❖ Sześć kroków diagnozy

❖ Metoda pracy diagnosty

1	Potwierdź objaw. Odtwórz problem w warunkach, w których występuje u klienta: zimny silnik, określona prędkość, deszcz.
2	Zbierz informacje. Wywiad z klientem, historia napraw, kody usterek z zamrożonymi ramkami, biuletyny serwisowe producenta.
3	Wykonaj oględziny. Wycieki, przetarte przewody, rozłączone wtyczki, ślady gryzoni, uszkodzone węże podciśnienia.
4	Postaw hipotezy. Wypisz możliwe przyczyny i uporządkuj je od najbardziej prawdopodobnych i najłatwiejszych do sprawdzenia.
5	Testuj. Pomiary, dane bieżące, testy elementów. Każdy test powinien potwierdzić albo wykluczyć konkretną hipotezę.
6	Napraw i zweryfikuj. Usuń przyczynę, skasuj kody, wykonaj jazdę próbną w warunkach, w których objaw występował.

❖ Zasady, które oszczędzają czas

- ▶ **Kod to wskazówka, nie wyrok.** Kod P0102 mówi, że sterownik widzi za niski sygnał przepływomierza; przyczyną może być czujnik, przewód, wtyczka, zasilanie lub nieszczelność dolotu.
- ▶ **Zacznij od podstaw.** Napięcie akumulatora, masy, bezpieczniki, poziomy płynów i stan mechaniczny wykluczają wiele problemów w kilka minut.
- ▶ **Szukaj wspólnego mianownika.** Kilka kodów naraz z różnych czujników często ma wspólne zasilanie 5 V lub wspólną masę.
- ▶ **Porównuj ze sprawnym.** Wartości z drugiego cylindra, drugiego czujnika lub sprawnego auta tego samego modelu są najlepszym wzorcem.
- ▶ **Zapisuj wyniki.** Notatki z pomiarami pozwalają wrócić do diagnozy i chronią przed powtarzaniem testów.
- ▶ **Sprawdź biuletyny.** Wiele powtarzalnych usterek ma opisaną przez producenta przyczynę i aktualizację oprogramowania.

❖ Usterki sporadyczne

Usterka, która pojawia się raz na kilka dni, jest najtrudniejsza. Pomaga analiza **zamrożonej ramki** (freeze frame), czyli parametrów zapisanych w chwili wystąpienia kodu: prędkość, obroty, temperatura, obciążenie. Pozwala to odtworzyć warunki. Przydatne są także rejestratory danych podłączane na kilka dni jazdy, testy poruszania wiązką, podgrzewanie elementów opalarką lub schładzanie sprayem, a także zraszanie wodą przy podejrzeniu wilgoci w złączach.

Pytanie diagnosty	Dlaczego jest ważne
Czy objaw zależy od temperatury silnika?	Wskazuje na czujnik temperatury, termostat, rozszerzalność elementów, wilgoć
Czy zależy od pogody lub mycia auta?	Wilgoć w złączach, przewodach zapłonowych, modułach
Czy pojawia się na nierównościach?	Przewody i złącza w ruchu, masy, wiązki przy zawieszeniu
Czy wystąpił po naprawie?	Rozłączona wtyczka, błąd montażu, niezgodna część
Czy dotyczy jednego cylindra lub koła?	Zawęża obszar poszukiwań do konkretnego elementu

❖ Wskazówka z warsztatu

Przed oddaniem auta po diagnozie usterki sporadycznej powiedz klientowi uczciwie, co zostało znalezione i naprawione, i poproś o informację, jeśli objaw wróci, wraz z opisem warunków. Zapisz w karcie zamrożoną ramkę; to bezcenny materiał przy kolejnej wizycie.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Objaw, informacje, oględziny, hipotezy, testy, weryfikacja.
- Kod usterki wskazuje obwód lub funkcję, a nie konkretną część.
- Kilka kodów naraz: szukaj wspólnego zasilania lub masy.

7.2

LEKCJA

OBD-II i obsługa testera

Gniazdo OBD-II jest obowiązkowe w autach sprzedawanych w Unii Europejskiej od 2001 roku w benzynie i od 2004 roku w dieslu (standard EOBD). Daje dostęp do kodów emisyjnych, a z testerem marki także do wszystkich sterowników auta.

❖ **Gniazdo diagnostyczne**

Szesnastopinowe gniazdo OBD-II znajduje się zwykle pod deską rozdzielczą po stronie kierowcy, w zasięgu ręki, czasem za zaślepką lub w schowku. Najważniejsze piny to: **4 i 5** masa, **16** stały plus z akumulatora, **6 i 14** magistrala CAN High i CAN Low, **7** linia K (starsze protokoły). Jeśli tester nie włącza się po podłączeniu, sprawdź napięcie na pinie 16 i masę na pinach 4 i 5; przepalony bezpiecznik gniazda (często wspólny z zapalniczką) jest częstą przyczyną braku komunikacji.

❖ **Tryby (serwisy) OBD-II**

Tryb	Funkcja	Zastosowanie w praktyce
01	Dane bieżące	Obroty, temperatura, korekty paliwa, sondy lambda, obciążenie
02	Zamrożona ramka	Warunki pracy w chwili zapisania kodu
03	Kody zapisane (potwierdzone)	Usterki, które zapaliły kontrolkę MIL
04	Kasowanie kodów i gotowości	Po naprawie; kasuje też monitory gotowości
06	Wyniki testów monitorów	Szczegółowe wyniki testów katalizatora, sond, wypadania zapłonów
07	Kody oczekujące (pending)	Usterki wykryte raz, jeszcze niepotwierdzone
09	Informacje o pojeździe	Numer VIN, wersje oprogramowania
0A	Kody stałe (permanent)	Kasują się dopiero, gdy sterownik sam potwierdzi naprawę

❖ **Tester uniwersalny a tester marki**

Funkcja	Prosty czytnik OBD-II	Tester wielomarkowy lub producenta
Kody silnika (emisyjne)	Tak	Tak
Kody ABS, poduszek, skrzyni, nadwozia	Nie	Tak
Dane bieżące wszystkich sterowników	Tylko podstawowe silnika	Tak, pełne
Testy elementów wykonawczych	Nie	Tak
Adaptacje, kalibracje, kodowanie	Nie	Tak, zależnie od modelu i licencji
Procedury serwisowe (EPB, DPF, olej)	Nie	Tak

❖ Praca z testerem

1	Przed podłączeniem sprawdź napięcie akumulatora; przy dłuższej pracy podłącz zasilacz podtrzymujący.
2	Podłącz tester do gniazda OBD-II przy wyłączonym zapłonie, następnie włącz zapłon.
3	Wybierz pojazd automatycznie przez VIN lub ręcznie: marka, model, rok, silnik.
4	Wykonaj skan wszystkich sterowników i zapisz lub wydrukuj raport przed jakąkolwiek zmianą.
5	Zapisz zamrożone ramki dla kluczowych kodów.
6	Nie kasuj kodów przed diagnozą; najpierw ustal, które są aktualne, a które historyczne.
7	Po naprawie skasuj kody, wykonaj jazdę próbną i ponowny skan.

❖ Monitory gotowości (readiness)

Sterownik silnika okresowo testuje układy emisyjne: katalizator, sondy lambda i ich grzałki, układ odparowania paliwa (EVAP), EGR, wypadanie zapłonów, układ paliwowy. Status testu nazywamy gotowością. Po skasowaniu kodów lub odłączeniu akumulatora monitory wracają do stanu niegotowe i potrzebują określonego cyklu jazdy, by zakończyć testy. Auto ze skasowanymi niedawno kodami łatwo rozpoznać po niegotowych monitorach, co bywa ważną informacją przy zakupie używanego auta.

⚠ Bezpieczeństwo

Funkcje kodowania, aktualizacji oprogramowania i adaptacji mogą unieruchomić sterownik, jeśli napięcie spadnie w trakcie lub zostaną użyte niewłaściwe dane. Wykonuj je wyłącznie z zasilaczem podtrzymującym napięcie, ze stabilnym połączeniem i po zapisaniu kopii kodowania.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Pin 16 to plus, piny 4 i 5 to masa, piny 6 i 14 to CAN.
- Zawsze zapisz raport i zamrożone ramki przed kasowaniem kodów.
- Niegotowe monitory zdradzają niedawne kasowanie kodów.

7.3

LEKCJA

Kody usterek: struktura i interpretacja

Każdy kod OBD-II ma pięć znaków i zawiera informację o układzie, rodzaju kodu i konkretnej funkcji. Umiejętność jego rozszyfrowania pozwala od razu zawęzić obszar poszukiwań.

❖ Budowa kodu na przykładzie P0301

Znak	Znaczenie	Możliwe wartości
1. litera	Układ	P napęd (silnik i skrzynia), C podwozie, B nadwozie, U komunikacja
2. znak	Rodzaj kodu	0 kod ogólny (SAE), 1 kod producenta, 2 i 3 zależnie od zakresu
3. znak	Podukład	Na przykład 1 i 2 mieszanka i czujniki, 3 zapłon, 4 emisja, 5 prędkość i bieg jałowy, 6 sterownik, 7 i 8 skrzynia
4. i 5. znak	Konkretna usterka	01 w P0301 oznacza cylinder numer 1

❖ Opisy kodów: co naprawdę znaczą

Określenie w opisie	Znaczenie	Typowe przyczyny
Obwód (circuit)	Usterka elektryczna wykryta w obwodzie	Przerwa, zwarcie, uszkodzona wtyczka, element
Sygnał niski (low)	Napięcie poniżej zakresu	Zwarcie do masy, brak zasilania 5 V, przerwa w przewodzie sygnałowym z rezystorem podciągającym
Sygnał wysoki (high)	Napięcie powyżej zakresu	Przerwa w masie czujnika, zwarcie do plusa, przerwa sygnału
Zakres lub wydajność (range/performance)	Sygnał elektrycznie poprawny, ale nieprawdopodobny	Zużyty czujnik, rzeczywista usterka mechaniczna, nieszczelność
Sporadyczny (intermittent)	Sygnał chwilami zanika	Luźne złącze, przetarty przewód
Korelacja (correlation)	Dwa sygnały się nie zgadzają	Jeden z czujników, przestawiony rozrząd, przewody

❖ Kody, które mylą najczęściej

Kod	Pierwsza myśl	Częsta rzeczywista przyczyna
P0171 mieszanka uboga	Wymienić sondę lambda	Nieszczelny dolot lub wąż podciśnienia, brudny przepływomierz, słaba pompa paliwa
P0420 sprawność katalizatora	Wymienić katalizator	Wypadanie zapłonów, nieszczelny wydech przed sondą, uszkodzona sonda za katalizatorem
P0300 losowe wypadanie zapłonów	Wymienić wszystkie cewki	Lewe powietrze, niskie ciśnienie paliwa, przestawiony rozrząd
P0128 temperatura poniżej regulacji	Wymienić czujnik temperatury	Termostat otwarty na stałe
P0562 niskie napięcie systemu	Wymienić sterownik	Akumulator, alternator, masa sterownika
U0100 brak komunikacji ze sterownikiem silnika	Uszkodzony sterownik	Zasilanie lub masa sterownika, przerwa na CAN, rozładowany akumulator

❖ Kody w kilku sterownikach jednocześnie

Gdy tester pokazuje kody komunikacji U w wielu modułach i błędy niskiego napięcia, najpierw sprawdź akumulator, ładowanie, masy i bezpieczniki zasilające moduły. Kody historyczne po wymianie akumulatora lub uruchamianiu z kabli są powszechne i znikają po skasowaniu. Kody, które wracają natychmiast po kasowaniu, oznaczają usterkę aktualną.

❖ Analiza kodów krok po kroku

1	Odczytaj wszystkie kody ze wszystkich modułów, zapisz je wraz ze statusem (aktywny, historyczny, licznik wystąpień).
2	Pogrupuj kody: wspólny czujnik, wspólne zasilanie, wspólny moduł, komunikacja.
3	Ustal kod pierwotny; kody wtórne często wynikają z pierwszego (na przykład brak sygnału prędkości powoduje błędy w kilku modułach).
4	Sprawdź dane bieżące elementu z kodu pierwotnego i wykonaj pomiary zasilania, masy i sygnału na wtyczce.
5	Po naprawie skasuj kody i sprawdź, czy nie wracają po jeździe próbnej.

❖ Wskazówka z warsztatu

Pełną listę kodów ogólnych P0 z opisami znajdziesz w dodatku na końcu podręcznika. Kody producenta (P1, B1, C1, U1 i inne) mają znaczenia przypisane do marki, dlatego zawsze sprawdzaj je w danych dla konkretnego pojazdu.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Litera określa układ, druga cyfra rodzaj kodu, kolejne funkcję.
- Low i high to najczęściej problem elektryczny, range/performance to sygnał nieprawdopodobny.
- Ustal kod pierwotny; wiele kodów to skutki jednej usterki.

7.4

LEKCJA

Dane bieżące (live data)

Dane bieżące pokazują, co sterownik widzi i jak reaguje. Właściwie odczytane potrafią wskazać usterkę, zanim pojawi się jakikolwiek kod, i potwierdzić skuteczność naprawy.

❖ Najważniejsze parametry silnika benzynowego

Parametr	Typowa wartość (rozgrzany silnik, bieg jałowy)	Interpretacja odchyień
Temperatura płynu	Około 85 do 105 °C	Za niska: termostat; skoki: czujnik lub przewód
Obroty biegu jałowego	Zwykle około 650 do 900 obr/min	Falowanie: lewe powietrze, przepustnica, zapłon
Krótkoterminowa korekta paliwa (STFT)	Wahania wokół 0, zwykle w zakresie ± 10 procent	Szybka reakcja sterownika na bieżący stan mieszanki
Długoterminowa korekta paliwa (LTFT)	Zwykle w zakresie ± 10 procent	Powyżej +10 do +15 procent mieszanka uboga, poniżej -10 do -15 procent bogata
Sonda lambda przed katalizatorem (skokowa)	Szybkie przełączanie około 0,1 do 0,9 V	Stale niska: uboga lub sonda; stale wysoka: bogata; wolna: zużyta
Sonda za katalizatorem	Stosunkowo stała, około 0,5 do 0,8 V	Przełączanie jak przednia oznacza zużyty katalizator
Masowy przepływ powietrza (MAF)	Zwykle około 2 do 5 g/s dla silnika 1,4 do 2,0	Za niski przy wzroście korekt: brudny czujnik lub nieszczelność za czujnikiem
Ciśnienie w kolektorze (MAP)	Około 0,25 do 0,4 bar absolutnego (podciśnienie)	Za wysokie: nieszczelność, zawory, rozrząd
Kąt wyprzedzenia zapłonu	Kilka do kilkunastu stopni przed GMP	Ciągłe cofanie w jednym cylindrze: spalanie stukowe
Napięcie zasilania	Około 13,5 do 14,7 V lub zgodnie z inteligentnym ładowaniem	Za niskie: ładowanie, masy

❖ Korekty paliwa w praktyce

Korekty pokazują, ile sterownik musi dodać lub ująć paliwa względem wartości bazowej. Ich suma (STFT plus LTFT) daje obraz całkowitej korekty. Kluczowe jest porównanie korekt w różnych warunkach: jeśli korekta dodatnia jest duża na biegu jałowym, a maleje przy 2500 obr/min, przyczyną jest zwykle **nieszczelność dolotu** (lewe powietrze ma większy udział przy małym przepływie). Jeśli korekta rośnie wraz z obciążeniem, podejrzewaj **niedobór paliwa** (pompa, filtr, regulator) lub zaniżony odczyt przepływomierza.

Obraz korekt	Najbardziej prawdopodobna przyczyna
Duża dodatnia na biegu jałowym, mała przy 2500 obr/min	Nieszczelność dolotu, odma, wąż podciśnienia, uszczelka kolektora
Duża dodatnia przy obciążeniu	Niskie ciśnienie paliwa, zapchany filtr, słaba pompa, zabrudzony przepływomierz
Dodatnia tylko na jednym rzędzie silnika V	Nieszczelność lub wtryskiwacz na tym rzędzie
Duża ujemna	Ciekący wtryskiwacz, zbyt wysokie ciśnienie paliwa, paliwo w oleju, nieszczelny zawór odparowania

❖ Parametry diesla warte obserwacji

Parametr	Na co patrzeć
Ciśnienie w listwie zadane i rzeczywiste	Różnica przy przyspieszaniu wskazuje na pompę, regulator, filtr lub przelewy wtryskiwaczy
Korekty wtryskiwaczy	Odchylenie jednego cylindra powyżej granic producenta oznacza problem wtryskiwacza lub kompresji
Ciśnienie doładowania zadane i rzeczywiste	Różnice przy obciążeniu: nieszczelność, geometria turbo
Masa powietrza zadana i rzeczywista	Niska masa: przepływomierz, EGR otwarty, nieszczelność
Ilość sadzy w DPF i różnica ciśnień	Stan filtra, potrzeba wypalania
Temperatura spalin	Działanie wypalania DPF, czujniki

❖ Wskazówka z warsztatu

Nagrywaj dane podczas jazdy próbnej, zamiast patrzeć na ekran w trakcie prowadzenia. Wykres kilku parametrów jednocześnie (obroty, obciążenie, ciśnienie zadane i rzeczywiste) pokazuje zależności, których nie widać w pojedynczych liczbach. Jazdę z testerem zawsze wykonuj z drugą osobą lub nagrywaniem.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Korekty paliwa w normie mieszczą się zwykle w ± 10 procent.
- Duża korekta dodatnia na biegu jałowym to najczęściej lewe powietrze.
- W dieslu porównuj zawsze wartość zadaną z rzeczywistą.

7.5

LEKCJA

Testy diagnostyczne i elementy wykonawcze

Tester pozwala nie tylko czytać, ale też sterować: uruchomić wentylator, otworzyć zawór EGR, włączyć pompę paliwa. Połączenie testów elementów z pomiarem miernikiem lub oscyloskopem daje pewną diagnozę.

❖ Testy elementów wykonawczych

Test w testerze	Co sprawdza	Co oznacza brak reakcji
Wentylator chłodnicy	Silnik wentylatora, przełącznik lub moduł, przewody	Pomiar zasilania przy wentylatorze w trakcie testu
Pompa paliwa	Zasilanie pompy, przełącznik	Brak dźwięku: bezpiecznik, przełącznik, pompa, przewody
Wtryskiwacze (test kolejno)	Słyszalne cykanie, sterowanie	Przewody, wtryskiwacz, wyjście sterownika
Zawór EGR, przepustnica	Ruch siłownika i potencjometr położenia	Zapieczenie, uszkodzony silnik siłownika
Zawór regulacji doładowania	Ruch siłownika geometrii turbo	Brak podciśnienia, zawór, siłownik
Świece żarowe	Pobór prądu każdej świecy	Świeca przepalona, przewód, sterownik
Zawory ABS i pompa	Działanie hydrauliki ABS	Moduł, zasilanie, przewody

❖ Pomiar czujnika na wtyczce: trzy przewody

Większość czujników elektronicznych (położenia przepustnicy, ciśnienia MAP, położenia pedału) ma trzy przewody: **zasilanie odniesienia 5 V**, **masę czujnika** i **sygnał**. Pomiar wykonuje się przy włączonym zapłonie i podłączonej wtyczce, wchodząc sondą od tyłu złącza. Zasilanie powinno wynosić około 5 V, masa około 0 V względem masy silnika (spadek poniżej około 0,1 V), a sygnał zmieniać się płynnie w zakresie około 0,5 do 4,5 V zależnie od mierzonej wielkości.

Wynik pomiaru	Wniosek
Brak 5 V na zasilaniu	Przerwa w przewodzie lub zwarcie zasilania 5 V innym czujnikiem; odłączaj kolejne czujniki na wspólnej linii
5 V jest, sygnał 0 V	Uszkodzony czujnik lub zwarcie przewodu sygnałowego do masy
5 V jest, sygnał stale około 5 V	Przerwa masy czujnika lub uszkodzony czujnik
Sygnał skacze przy ruchu	Zużyta ścieżka potencjometru, luźne złącze

❖ Oscyloskop: kiedy multimetr nie wystarcza

Multimetr pokazuje wartość uśrednioną, a oscyloskop przebieg w czasie. Bez oscyloskopu trudno ocenić sygnał czujnika położenia wału korbowego, przebieg prądu wtryskiwacza, sygnał sondy lambda w czasie czy kształt sygnału magistrali CAN. Podstawowe przebiegi, które warto znać, to: sinusoida czujnika indukcyjnego rosnąca z obrotami, prostokąt czujnika Halla z równymi zboczami, sygnał sterowania wtryskiwacza z charakterystycznym pikiem napięcia po wyłączeniu oraz przebieg sondy lambda przełączający się kilka razy na sekundę przy 2500 obr/min.

❖ Test dymowy szczelności

❖ Wykrywanie nieszczelności dolotu dymem

- | | |
|---|---|
| 1 | Wyłącz silnik, zaślep wlot dolotu za filtrem powietrza lub przed turbo. |
| 2 | Podłącz wytwornicę dymu do dolotu (lub do układu odparowania paliwa EVAP przez złącze serwisowe). |
| 3 | Wprowadzaj dym pod niskim ciśnieniem określonym przez producenta urządzenia. |
| 4 | Obserwuj z latarką, gdzie dym się wydobywa: węże podciśnienia, uszczelki, odma, złącza. |
| 5 | Po naprawie powtórz test i sprawdź korekty paliwa w danych bieżących. |

⚠ **Bezpieczeństwo**

Podczas testów elementów wykonawczych pamiętaj o ruchomych częściach: wentylator chłodnicy może ruszyć nagle, przepustnica i zawory zamykają się z siłą. Trzymaj ręce z dala od nich i informuj osoby pracujące przy aucie o uruchamianiu testu.

❖ **Najważniejsze w skrócie**

- Czujnik trójprzewodowy: 5 V, masa, sygnał 0,5 do 4,5 V.
- Test elementu wykonawczego z pomiarem napięcia odróżnia element od sterowania.
- Test dymowy to najszybszy sposób na znalezienie lewego powietrza.

7.6

LEKCJA

Diagnostyka w praktyce: studia przypadków

Teoria nabiera sensu na konkretnych przypadkach. Poniższe przykłady pokazują pełen tok rozumowania: od objawu i kodu, przez testy, do przyczyny i naprawy.

❖ Przypadek 1: kontrolka silnika i kod P0171

Etap	Opis
Objaw	Benzyna 1,6, przebieg 180 000 km, nierówny bieg jałowy po zimnym rozruchu, kontrolka silnika
Kody i dane	P0171; LTFT +22 procent na biegu jałowym, +6 procent przy 2500 obr/min
Hipoteza	Spadek korekty przy wyższych obrotach wskazuje na nieuszczelność dolotu, nie na niedobór paliwa
Test	Test dymowy dolotu: dym wydobywa się z pękniętego węża odmy pod kolektorem
Naprawa i weryfikacja	Wymiana węża odmy, skasowanie adaptacji; po jeździe LTFT około +2 procent, bieg jałowy równy

❖ Przypadek 2: auto nie odpala rano

Etap	Opis
Objaw	Diesel 2,0, po nocy rozrusznik kręci wolno, czasem tylko klika; po uruchomieniu z kabli jeździ normalnie
Pomiary	Napięcie spoczynkowe rano 12,1 V; ładowanie 14,2 V w normie; prąd upływu po uśpieniu 420 mA
Hipoteza	Nadmierny prąd upływu rozładowuje akumulator w nocy
Test	Metoda miliwoltowa: wyraźny spadek na bezpieczniku gniazda zapalniczki; w gnieździe stale podłączony rejestrator jazdy z ładowarką bez wyłącznika
Naprawa i weryfikacja	Przełączenie rejestratora na zasilanie po zapłonie, doładowanie i test akumulatora; prąd upływu 35 mA

❖ Przypadek 3: drgania kierownicy przy hamowaniu

Etap	Opis
Objaw	Drgania kierownicy przy hamowaniu z prędkości powyżej 80 km/h; klocki i tarcze wymienione 5 000 km wcześniej
Oględziny	Tarcze grubością w normie; pomiar bicia czujnikiem zegarowym: 0,12 mm na lewej tarczy
Hipoteza	Bicie po nieprawidłowym montażu: rdza na piaście lub dokręcanie kluczem udarowym
Test	Po zdjęciu tarczy widoczna warstwa rdzy na piaście; bicie samej piasty w normie
Naprawa i weryfikacja	Oczyszczenie piast, nowe tarcze, dokręcenie kół dynamometrem; bicie 0,02 mm, brak drgań

❖ **Przypadek 4: tryb awaryjny w dieslu przy przyspieszaniu**

Etap	Opis
Objaw	Przy mocnym przyspieszaniu na 3. biegu auto traci moc i przechodzi w tryb awaryjny; po ponownym uruchomieniu jeździ normalnie
Kody i dane	P0299 niedoładowanie; zapis jazdy: ciśnienie zadane 2,2 bar, rzeczywiste 1,5 bar powyżej 2500 obr/min
Hipoteza	Nieszczelność układu doładowania lub zapieczona geometria turbosprężarki
Test	Test szczelności ciśnieniem: syk przy dolnym węź intercoolera; wąż pęknięty przy opasce
Naprawa i weryfikacja	Wymiana węża, kontrola opasek; podczas jazdy próbnej ciśnienie rzeczywiste pokrywa się z zadany

❖ **Wskazówka z warsztatu**

W każdym przypadku powyżej sama wymiana części wskazanej przez kod (sonda, akumulator, tarcze, turbosprężarka) nie rozwiązałaby problemu albo rozwiązałaby go tylko na chwilę. Diagnoza oparta na danych i pomiarach jest szybsza i tańsza dla klienta, a mechanikowi buduje opinię fachowca.

❖ **Lista diagnosty**

☐ Objaw potwierdzony osobiście	☐ Hipotezy uporządkowane od najprostszych
☐ Kody z wszystkich modułów zapisane	☐ Każda hipoteza potwierdzona pomiarem
☐ Zamrożone ramki przeanalizowane	☐ Przyczyna, a nie tylko skutek usunięta
☐ Podstawy sprawdzone: akumulator, masy, płyny	☐ Jazda próbna w warunkach usterki

MODUŁ 8



Wtrysk i układy emisji

Zasilanie paliwem, czujniki silnika, wtrysk bezpośredni i common rail, katalizator, filtr DPF, zawór EGR i AdBlue. Elektronika, która decyduje o mocy, spalaniu i czystości spalin.

W tym module

8.1	Układ zasilania paliwem	str. 96
8.2	Czujniki silnika	str. 98
8.3	Wtrysk bezpośredni i common rail	str. 100
8.4	Katalizator, DPF, EGR i AdBlue	str. 102

8.1

LEKCJA

Układ zasilania paliwem

Zadaniem układu zasilania jest dostarczenie czystego paliwa pod właściwym ciśnieniem i w odpowiedniej ilości. Za niskie ciśnienie daje mieszankę ubogą i utratę mocy, za wysokie nadmierne spalanie i dym.

❖ Elementy układu zasilania (benzyna, wtrysk pośredni)

Element	Funkcja	Typowe usterki
Pompa paliwa w zbiorniku	Tłoczy paliwo do silnika	Słabe ciśnienie lub wydatek, hałas, brak pracy
Filtr paliwa	Zatrzymuje zanieczyszczenia	Zapchanie: spadek mocy przy obciążeniu
Regulator ciśnienia	Utrzymuje stałe ciśnienie lub różnicę ciśnień	Za wysokie lub za niskie ciśnienie, paliwo w wężu podciśnienia
Listwa paliwowa	Rozprowadza paliwo do wtryskiwaczy	Nieszczelności złączy
Wtryskiwacze	Rozpylają paliwo do kolektora lub cylindra	Zabrudzenie, kapanie, przerwa w cewce
Układ odparowania EVAP	Zbiera opary paliwa w pochłaniaczu z węglem aktywnym	Nieszczelność, zawór przedmuchu otwarty na stałe

❖ Ciśnienie paliwa: wartości orientacyjne

Układ	Typowe ciśnienie robocze	Uwagi
Wtrysk pośredni (MPI)	Okolo 3 do 4 bar, w części układów do około 5 bar	Ciśnienie stałe lub zależne od podciśnienia w kolektorze
Wtrysk bezpośredni benzyny (GDI), pompa niskiego ciśnienia	Okolo 3 do 6 bar	Zasila pompę wysokiego ciśnienia
Wtrysk bezpośredni benzyny, listwa wysokiego ciśnienia	Okolo 50 do 200 bar na biegu jałowym, do około 350 bar pod obciążeniem	Odczyt tylko testerem z czujnika listwy
Diesel common rail	Okolo 250 do 400 bar na biegu jałowym, do około 1600 do 2500 bar przy pełnym obciążeniu	Pomiar wyłącznie testerem lub specjalnym urządzeniem

❖ Pomiar ciśnienia paliwa (wtrysk pośredni)

1	Rozładuj ciśnienie: wyjmij bezpiecznik pompy i uruchom silnik do zgaśnięcia lub użyj zaworu serwisowego z naczyniem.
2	Podłącz manometr do zaworu serwisowego listwy (Schrader) lub przez trójnik w przewodzie zasilającym.
3	Włącz zapłon lub uruchom silnik i odczytaj ciśnienie na biegu jałowym.
4	Zwiększ obciążenie lub obroty; ciśnienie powinno pozostać stabilne lub zmieniać się zgodnie z opisem producenta.
5	Wyłącz silnik i obserwuj spadek ciśnienia przez kilka minut: szybki spadek wskazuje na nieszczelny wtryskiwacz, zawór zwrotny pompy lub regulator.
6	Przy podejrzeniu słabej pompy zmierz również wydatek: ilość paliwa w określonym czasie według danych producenta.

❖ Objawy usterek zasilania

- ▶ **Długie kręcenie rozrusznikiem rano:** spadek ciśnienia w nocy przez nieszczelny zawór zwrotny pompy lub ciekący wtryskiwacz.
- ▶ **Szarpanie i utrata mocy pod obciążeniem:** zapchany filtr, słaba pompa, zanieczyszczone sitko pompy.
- ▶ **Zapach paliwa:** nieszczelny przewód, złącze listwy, uszkodzony układ EVAP.
- ▶ **Trudny rozruch po tankowaniu na ciepłym silniku:** zawór przedmuchu pochłaniacza otwarty na stałe, kody P0441, P0455.

⚠ Bezpieczeństwo

Paliwo i jego opary są łatwopalne i wybuchowe. Przed pracą przy układzie paliwowym odłącz akumulator, rozładuj ciśnienie, przygotuj gaśnicę i sorbent. Nie pracuj przy gorącym silniku ani w pobliżu źródeł iskier. W układach wysokiego ciśnienia strumień paliwa może przebić skórę.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Wtrysk pośredni pracuje zwykle przy około 3 do 4 bar.
- Szybki spadek ciśnienia po wyłączeniu to nieszczelność w układzie.
- Ciśnienie układów bezpośrednich odczytujemy testerem, nie manometrem warsztatowym.

8.2

LEKCJA

Czujniki silnika

Sterownik silnika podejmuje decyzje na podstawie kilkunastu czujników. Uszkodzony lub fałszujący czujnik potrafi wywołać objawy przypominające poważną awarię mechaniczną.

❖ Przegląd najważniejszych czujników

Czujnik	Co mierzy	Objawy usterki	Typowe kody
Przepływomierz (MAF)	Masę powietrza zasysanego przez silnik	Spadek mocy, dym w dieslu, falowanie obrotów	P0100 do P0103
Czujnik ciśnienia w kolektorze (MAP)	Ciśnienie bezwzględne w dolocie	Zła mieszanka, tryb awaryjny	P0105 do P0108
Temperatura powietrza (IAT)	Temperaturę zasysanego powietrza	Niewielkie zmiany mieszanki, trudny rozruch	P0110 do P0113
Temperatura płynu (ECT)	Temperaturę silnika	Trudny rozruch, duże spalanie, wentylator stale włączony	P0115 do P0118, P0128
Położenie przepustnicy (TPS)	Kąt otwarcia przepustnicy	Szarpanie, tryb awaryjny, falowanie	P0120 do P0123, P2135
Położenie pedału przyspieszenia (APP)	Wciśnięcie pedału, dwa niezależne sygnały	Brak reakcji na gaz, tryb awaryjny	P2120 do P2138
Wał korbowy (CKP)	Obroty i położenie wału	Brak rozruchu, gaśnięcie na ciepło	P0335 do P0339
Wałek rozrządu (CMP)	Położenie wałka, identyfikacja cylindra	Dłuższy rozruch, tryb awaryjny	P0340 do P0344
Sonda lambda	Zawartość tlenu w spalinach	Duże spalanie, kontrolka, zła praca katalizatora	P0130 do P0167
Czujnik spalania stukowego	Drgania bloku od spalania stukowego	Opóźnienie zapłonu, spadek mocy	P0325 do P0334

❖ Sondy lambda: skokowa i szerokopasmowa

Sonda skokowa (dwustanowa) daje napięcie około 0,1 V przy mieszance ubogiej i około 0,9 V przy bogatej, przełączając się wielokrotnie w ciągu sekundy wokół lambda 1. **Sonda szerokopasmowa** mierzy dokładną wartość lambda w szerokim zakresie i jest sterowana prądem przez sterownik; w danych bieżących widzimy wartość lambda lub prąd sondy, a nie typowe przełączanie. Obie sondy mają grzałkę, która musi działać, aby sonda osiągnęła temperaturę pracy. Sondę za katalizatorem wykorzystuje się głównie do oceny jego sprawności.

❖ Czujniki indukcyjne i Halla

Typ	Liczba przewodów	Sygnał	Test
Indukcyjny	Zwykle 2	Napięcie przemienne rosnące z obrotami	Rezystancja zwykle kilkaset Ω do około 1,5 k Ω , napięcie AC przy rozruchu
Halla	Zwykle 3	Sygnał prostokątny 0 do 5 V lub 0 do 12 V	Zasilanie, masa, przebieg oscyloskopem lub zmiana stanu przy powolnym obracaniu

❖ Czyszczenie przepływomierza i przepustnicy

❖ Czyszczenie elementów dolotu

1	Odłącz wtyczkę i wymontuj przepływomierz lub korpus przepustnicy.
2	Do przepływomierza użyj wyłącznie środka przeznaczonego do czujników MAF, nie dotykaj elementu pomiarowego.
3	Przepustnicę czyść środkiem do przepustnic i miękkim czyściwem, bez siłowego obracania elektronicznej przepustnicy.
4	Odczekaj do całkowitego odparowania środka i zamontuj elementy z nową uszczelką.
5	Wykonaj adaptację przepustnicy testerem lub procedurą producenta.
6	Sprawdź dane bieżące: przepływ powietrza i obroty biegu jałowego.

❖ Wskazówka z warsztatu

Zanim wymienisz czujnik temperatury z powodu złego odczytu, porównaj wskazanie w testerze z temperaturą otoczenia na zimnym silniku, który stał całą noc. Czujniki ECT i IAT powinny wtedy pokazywać zbliżone wartości. Różnica rzędu kilkunastu stopni wskazuje na problem z czujnikiem lub przewodem.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Bez sygnału z czujnika wału korbowego silnik nie pracuje.
- Sonda skokowa przełącza się, sonda szerokopasmowa podaje dokładną lambda.
- Na zimnym silniku ECT i IAT powinny pokazywać temperaturę zbliżoną do otoczenia.

8.3

LEKCJA

Wtrysk bezpośredni i common rail

Wtrysk bezpośredni podaje paliwo prosto do cylindra pod bardzo wysokim ciśnieniem. Zapewnia lepszą sprawność, ale jest wrażliwy na jakość paliwa i wymaga precyzyjnej diagnostyki.

❖ Budowa układu common rail

Element	Funkcja	Typowe usterki
Pompa wstępna	Dostarcza paliwo do pompy wysokiego ciśnienia	Zapowietrzenie, niskie ciśnienie zasilania
Filtr paliwa z odstojnikiem wody	Oczyszcza paliwo i oddziela wodę	Zapchanie, woda w paliwie, problemy z rozruchem zimą
Pompa wysokiego ciśnienia	Wytwarza ciśnienie do około 2500 bar	Zużycie przez zanieczyszczone paliwo, opiłki w układzie
Listwa (rail) z czujnikiem ciśnienia	Magazynuje paliwo pod ciśnieniem	Błędy czujnika, nieszczelny zawór regulacyjny
Zawory regulacyjne (dozujący, ciśnieniowy)	Sterują ilością i ciśnieniem paliwa	Zacinanie, gaśnięcie, nierówna praca
Wtryskiwacze elektromagnetyczne lub piezo	Wykonują kilka wtrysków w jednym cyklu	Przelewy, nieszczelne podkładki, zużyte końcówki
Przewody przelewowe	Odprowadzają nadmiar paliwa	Pęknięcia, zapowietrzanie układu

❖ Diagnostyka wtryskiwaczy diesla

Test	Jak wykonać	Interpretacja
Korekty wtryskiwaczy w testerze	Odczyt przy rozgrzanym silniku na biegu jałowym	Odchylenie jednego cylindra poza zakres producenta wskazuje na wtryskiwacz lub kompresję
Test przelewów	Przewody przelewowe do menzurek, praca na biegu jałowym przez określony czas	Wyraźnie większa ilość z jednego wtryskiwacza oznacza jego zużycie
Test spadku ciśnienia	Funkcja testera lub zaślepianie kolejnych wtryskiwaczy	Lokalizuje nieszczelny wtryskiwacz lub pompę
Oględziny podkładek	Czarny nagar wokół wtryskiwacza, syczenie	Nieszczelna podkładka: wydmuch spalin, zapiecenie wtryskiwacza

❖ Benzyna z wtryskiem bezpośrednim (GDI, TSI, TFSI i inne)

W silnikach benzynowych z wtryskiem bezpośrednim paliwo nie omywa zaworów dolotowych, dlatego na ich trzonkach i grzybkach odkłada się nagar z oparów odmy. Objawy to nierówna praca na zimno, wypadanie zapłonów i spadek mocy przy przebiegach często powyżej około 100 000 km. Usuwa się go mechanicznie lub metodą śrutowania łupiną orzecha po zdjęciu kolektora. Kolejne słabe punkty to pompa wysokiego ciśnienia napędzana krzywką wałka rozrządu (oraz jej popychacz) oraz cewki i świece pracujące w trudniejszych warunkach. Część nowszych silników łączy wtrysk bezpośredni z pośrednim, co ogranicza nagar.

❖ Diesel gaśnie lub nie odpala: kolejność kontroli

1	Odczytaj kody i ciśnienie w listwie zadane i rzeczywiste na biegu jałowym i przy obciążeniu.
2	Sprawdź ciśnienie zasilania z pompy wstępnej; za niskie uniemożliwia osiągnięcie ciśnienia w listwie.
3	Wykonaj test przelewów wtryskiwaczy i odczytaj korekty dawek.
4	Sprawdź szczelność przewodów przelewowych i obecność powietrza w paliwie (przezroczysty wężyk na zasilaniu).
5	Przy podejrzeniu pompy wysokiego ciśnienia sprawdź filtr i zbiornik na obecność opiłków przed jej wymianą.

⚠ **Bezpieczeństwo**

Ciśnienie w układzie common rail może przekraczać 2000 bar, a strumień paliwa przebija skórę i powoduje bardzo groźne urazy. Nie odkręcaj przewodów wysokiego ciśnienia przy pracującym silniku ani tuż po jego wyłączeniu. Przewody wysokiego ciśnienia po demontażu są zwykle jednorazowe, a układ wymaga bezwzględnej czystości.

❖ **Wskazówka z warsztatu**

Po wymianie wtryskiwaczy diesla w wielu silnikach trzeba wprowadzić do sterownika ich kody korekcyjne (na przykład kody IMA, IQA, C2I), wydrukowane na korpusie. Bez tego sterownik nie skompensuje różnic produkcyjnych i silnik pracuje nierówno, dymi lub ma podwyższony hałas spalania.

❖ **Najważniejsze w skrócie**

- Common rail pracuje pod ciśnieniem do około 2500 bar.
- Test przelewów i korekty dawek wskazują zużyty wtryskiwacz.
- Nowe wtryskiwacze diesla często wymagają kodowania.

8.4

LEKCJA

Katalizator, DPF, EGR i AdBlue

Układy oczyszczania spalin stały się w ostatnich latach jednym z głównych źródeł napraw. Ich usterki rzadko są przypadkowe; zwykle wynikają z problemów silnika lub sposobu eksploatacji auta.

❖ Przegląd układów

Układ	Zadanie	Typowe problemy
Katalizator trójdrożny (benzyna)	Utlenia CO i HC, redukuje NOx przy lambda około 1	Przegrzanie przez wypadanie zapłonów, zatkanie, uszkodzenie wkładu
Katalizator utleniający (diesel)	Utlenia CO i HC, podnosi temperaturę przy wypalaniu DPF	Zatkanie sadzą, zatrucie olejem
Filtr cząstek stałych DPF lub GPF	Zatrzymuje sadzę i okresowo ją wypala	Zapchanie przy krótkich trasach, popiół, uszkodzony czujnik różnicy ciśnień
Zawór EGR i chłodnica EGR	Zawraca część spalin do dolotu, obniża NOx	Nagar, zapiecenie, nieszczelna chłodnica: ubytek płynu
SCR z AdBlue	Wtrysk roztworu mocznika redukuje NOx w katalizatorze SCR	Krystalizacja, uszkodzona pompa lub grzałka, czujnik NOx, jakość płynu

❖ DPF: jak działa wypalanie

Sadza gromadzi się w porowatych kanałach filtra. Gdy sterownik obliczy, że filtr jest zapełniony (na podstawie różnicy ciśnień i modelu matematycznego), rozpoczyna **regenerację aktywną**: podnosi temperaturę spalin do około 600 °C przez dodatkowe dawki paliwa. Wypalanie trwa zwykle kilkanaście minut i wymaga jazdy przy stałych obrotach. Przerywane wypalania przy krótkich trasach prowadzą do zapchania filtra i rozrzedzenia oleju paliwem. Po spaleniu sadzy w filtrze pozostaje popiół z oleju, którego nie da się wypalić; dlatego tak ważny jest olej niskopopiołowy.

Objaw lub kod	Możliwa przyczyna	Działanie
Kontrolka DPF, P2463	Nadmiar sadzy, przerwane wypalania	Jazda trasą lub regeneracja serwisowa testerem, ustalenie przyczyny nadmiernego dymienia
P2002 sprawność DPF	Uszkodzony wkład lub czujnik różnicy ciśnień	Kontrola czujnika i przewodów ciśnieniowych
Częste wypalania, rosnący poziom oleju	Krótkie trasy, nieszczelny wtryskiwacz, EGR, termostat	Wymiana oleju, diagnoza przyczyny nadmiaru sadzy
Wysoka różnica ciśnień po regeneracji	Popiół, uszkodzenie filtra	Czyszczenie specjalistyczne lub wymiana DPF

❖ Zawór EGR

Zawór EGR wpuszcza część spalin do dolotu, obniżając temperaturę spalania i emisję tlenków azotu. Z czasem nagar osadza się w zaworze i w kolektorze dolotowym, co ogranicza przepływ powietrza. Zawór zapieczony w pozycji otwartej daje dymienie, spadek mocy i nierówną pracę; zablokowany w pozycji zamkniętej powoduje kody przepływu (P0401) i wzrost NOx. Nieszczelna chłodnica EGR powoduje ubytek płynu chłodniczego bez widocznego wycieku, a w skrajnym przypadku zasysanie płynu do cylindrów.

❖ AdBlue (SCR)

- ▶ AdBlue to wodny roztwór mocznika o stężeniu około 32,5 procent; sprawdza się go refraktometrem.
- ▶ Krystalizuje na powietrzu, tworząc biały osad, który zatyka wtryskiwacz i przewody.
- ▶ Zamarza w temperaturze około minus 11 °C, dlatego układ ma grzałki zbiornika i przewodów.
- ▶ Nie wolno go rozcieńczać wodą z kranu ani zastępować innymi płynami; zanieczyszczenia niszczą katalizator SCR.
- ▶ Niski poziom lub usterka układu powoduje komunikat z licznikiem kilometrów, po którego wyczerpaniu nie można ponownie uruchomić silnika.

⚠ Bezpieczeństwo

Usuwanie lub wyłączanie DPF, EGR, katalizatora i SCR jest w Polsce i w UE niezgodne z prawem, skutkuje negatywnym wynikiem badania technicznego i może naruszać warunki dopuszczenia pojazdu do ruchu. Profesjonalny warsztat naprawia te układy i usuwa przyczyny usterek, zamiast je wyłączać.

❖ Wskazówka z warsztatu

Klientowi jeżdżącemu wyłącznie po mieście dieslem z DPF wyjaśnij zasadę wypalania i zaproponuj regularną dłuższą jazdę trasą, na przykład 20 minut raz na tydzień lub dwa. To często tańsze rozwiązanie niż kolejne regeneracje serwisowe. Przy krótkich trasach rozważ też skrócenie interwału wymiany oleju.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Usterki układów emisji zwykle mają przyczynę w silniku lub eksploatacji.
- Przerzywane wypalania DPF rozrzedzają olej paliwem.
- AdBlue: tylko czysty płyn o stężeniu około 32,5 procent.

MODUŁ 9



Obsługa okresowa

Wymiana oleju i filtrów, świece, paski, płyny eksploatacyjne, przegląd okresowy krok po kroku i podstawy obsługi klimatyzacji. Codzienna praca każdego warsztatu.

W tym module

9.1	Wymiana oleju i filtrów	str. 105
9.2	Świece zapłonowe i świece żarowe	str. 107
9.3	Paski: rozrząd i wieloklinowy	str. 109
9.4	Płyny eksploatacyjne	str. 111
9.5	Przegląd okresowy krok po kroku	str. 113
9.6	Klimatyzacja: obsługa podstawowa	str. 115

9.1

LEKCJA

Wymiana oleju i filtrów

Wymiana oleju to najczęstsza usługa w warsztacie i wizytówka mechanika. Wykonana starannie trwa kilkadziesiąt minut; wykonana w pośpiechu może zakończyć się wyciekami, zerwanym gwintem lub zatartym silnikiem.

❖ Interwały wymian: orientacyjnie

Element	Typowy interwał	Uwagi
Olej silnikowy i filtr	Co 10 000 do 15 000 km lub raz w roku; serwis wydłużony do około 30 000 km lub 2 lat	Krótkie trasy, LPG, holowanie i turbo uzasadniają krótszy interwał
Filtr powietrza	Co 15 000 do 30 000 km	Częściej przy zapyłonych drogach
Filtr kabinowy	Co roku lub co 15 000 km	Filtr z węglem aktywnym ogranicza zapachy i pyłki
Filtr paliwa (diesel)	Co 20 000 do 60 000 km	Odwadnianie odstoju według zaleceń
Filtr paliwa (benzyna)	Często dożywotni w zbiorniku; zewnętrzny co 30 000 do 60 000 km	Według producenta

❖ Wymiana oleju krok po kroku

1	Sprawdź w danych auta właściwy olej (norma producenta, lepkość) i ilość z filtrem. Przygotuj nowy filtr, uszczelkę korka i olej.
2	Rozgrzej silnik do temperatury zbliżonej do pracy; ciepły olej spływa szybciej i zabiera więcej zanieczyszczeń.
3	Ustaw auto poziomo na podnośniku lub stojakach, zdejmij osłonę silnika, podstaw wannę.
4	Odkręć korek wlewu, a następnie korek spustowy; zwróć uwagę na gorący strumień oleju.
5	Obejrzyj korek i olej: opiłki, mleczny kolor, zapach paliwa. Wymień uszczelkę korka (miedzianą, aluminiową lub gumową) na nową.
6	Wkręć korek ręcznie, a następnie dokręć kluczem dynamometrycznym z momentem producenta (miska aluminiowa ma niższy moment).
7	Odkręć filtr kluczem do filtrów; przy filtrze wkładowym wymień wkład i uszczelki obudowy, nasmaruj je olejem.
8	Filtr puszkowy: nasmaruj uszczelkę, wkręć ręką do kontaktu i dokręć o około 3/4 obrotu, chyba że producent podaje inaczej.
9	Wlej olej w ilości o około 0,5 litra mniejszej od podanej, uruchom silnik na minutę, sprawdź szczelność i kontrolkę ciśnienia.
10	Po wyłączeniu odczekaj kilka minut, uzupełnij poziom do okolic znaku MAX, skasuj wskaźnik serwisowy i zapisz przebieg.

❖ **Najczęstsze błędy**

- ▶ Stara uszczelka korka spustowego: wyciek po kilku dniach.
- ▶ Za mocno dokręcony korek w aluminiowej misce: zerwany gwint i kosztowna naprawa.
- ▶ Pozostawiona stara uszczelka filtra na korpusie: nowy filtr z podwójną uszczelką gwałtownie traci olej.
- ▶ Zły olej lub nadmiar oleju.
- ▶ Brak resetu wskaźnika serwisowego: klient dostaje komunikat przeglądu po kilku dniach.

❖ **Wskazówka z warsztatu**

W silnikach z mokrym paskiem rozrządu, ze zmiennymi fazami rozrządu i z turbosprężarką zgodność oleju z normą producenta jest krytyczna. Zapisuj na karcie zlecenia nazwę oleju i normę; przy reklamacji to podstawowy dowód poprawnej usługi.

⚠ **Bezpieczeństwo**

Gorący olej może mieć ponad 90 °C. Odkręcaj korek w rękawicach, trzymając rękę z boku strumienia. Zużyty olej i filtry to odpady niebezpieczne: zbieraj je do szczelnych pojemników i przekazuj uprawnionemu odbiorcy.

❖ **Po wymianie oleju**

☐ Olej zgodny z normą i lepkością	☐ Brak wycieków po uruchomieniu
☐ Nowa uszczelka korka spustowego	☐ Poziom skorygowany po odczekaniu
☐ Korek dokręcony dynamometrem	☐ Wskaźnik serwisowy skasowany
☐ Stara uszczelka filtra usunięta	☐ Naklejka z datą i przebiegiem

9.2

LEKCJA

Świece zapłonowe i świece żarowe

Świece zapłonowe zużywają się stopniowo, a ich zaniedbanie zwiększa spalanie i obciąża cewki. Świece żarowe decydują o rozruchu diesla zimą i jakości pracy na zimnym silniku.

❖ Świece zapłonowe: typy i interwały

Typ elektrody	Typowa trwałość	Uwagi
Niklowa (standard)	Okolo 30 000 do 60 000 km	Starsze silniki, tańsze zamienniki
Platynowa	Okolo 60 000 do 100 000 km	Często w silnikach z cewkami ołówkowymi
Irydowa	Okolo 60 000 do 120 000 km	Cienka elektroda środkowa; nie korygować przerwy siłowo
LPG	Krótsza niż w benzynie, często co 20 000 do 30 000 km	Wyższe napięcie przebicia; świece zalecane do LPG

❖ Wymiana świec zapłonowych

1	Wymieniaj świece na zimnym silniku, szczególnie w aluminiowej głowicy.
2	Zdejmij cewki, przedmuchaaj studzienki sprężonym powietrzem, aby brud nie wpadł do cylindra.
3	Wykręć świece nasadką ze wkładką gumową lub magnesem; przy oporze zatrzymaj się i użyj środka penetrującego.
4	Sprawdź przerwę nowych świec według producenta (wiele świec ma przerwę fabryczną, nie koryguj jej).
5	Wkręć świece ręcznie, najlepiej przez wężyk lub nasadkę, aby nie przekoszyć gwintu.
6	Dokręć momentem producenta; świece z płaską uszczelką i stożkowe mają inne momenty.
7	Założ cewki z nałożoną cienko pastą silikonową na gumowe końcówki, jeśli zaleca to producent.

❖ Świece żarowe

Świece żarowe podgrzewają komorę spalania przed rozruchem i przez pewien czas po uruchomieniu (dogrzewanie), co ogranicza hałas i dymienie na zimno. Sterownik świec żarowych zasila je i często diagnozuje każdą z osobna. Świecę sprawdza się pomiarem rezystancji (zwykle poniżej około 1 do 2 Ω dla świec stalowych) lub poboru prądu po podłączeniu do 12 V; świece ceramiczne mają inną charakterystykę, dlatego wartości odnosimy do danych producenta.

Objaw	Przyczyna	Działanie
Trudny rozruch przy mrozie, białe dymienie na zimno	Przepalone świece, uszkodzony sterownik świec	Test każdej świecy, kody P0380, P0670 do P0678
Kontrolka świec miga podczas jazdy	Usterka obwodu świec lub inna usterka silnika (w części aut)	Odczyt kodów
Świeca nie daje się wykręcić	Zapieczenie w głowicy	Rozgrzany silnik, środek penetrujący, klucz dynamometryczny z kontrolą momentu; przy zerwaniu specjalistyczne wiercenie

⚠ Bezpieczeństwo

Świece żarowe łatwo urwać, a wiercenie urwanej świecy w głowicy to kosztowna praca. Nie przekraczaj momentu odkręcania podanego przez producenta narzędzi. Jeśli świeca nie rusza, przerwij, rozgrzej silnik, zastosuj środek penetrujący i próbuj kilkakrotnie lekkimi ruchami w obu kierunkach.

❖ Wskazówka z warsztatu

Przy wymianie świec zapłonowych obejrzyj studzienki: olej w studzienkach oznacza nieszczelne uszczelki pokrywy zaworów lub studzienek. Olej szybko niszczy gumowe końcówki cewek i powoduje przebicia, więc naprawa uszczelek powinna iść w parze z wymianą świec.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Świece wymieniaj na zimnym silniku i dokręcaj momentem producenta.
- Świec irydowych nie reguluje się siłowo.
- Świece żarowe odkręcaj ostrożnie, na ciepłym silniku.

9.3

LEKCJA

Paski: rozrząd i wieloklinowy

Pasek wieloklinowy napędza alternator, pompę wspomagania i sprężarkę klimatyzacji. Pasek rozrządu synchronizuje silnik. Oba są elementami eksploatacyjnymi, ale ich zaniedbanie ma bardzo różne skutki.

❖ Pasek wieloklinowy (osprzętu)

Objaw	Przyczyna	Działanie
Piszczanie przy rozruchu lub włączeniu klimatyzacji	Ślizganie: zużyty pasek, słaby napinacz, zanieczyszczenie olejem	Kontrola napinacza, wymiana paska i usunięcie wycieku
Spękania poprzeczne na żebrach	Starzenie gumy	Wymiana
Postrzępione krawędzie, pasek schodzi z kół	Niewspółosiowość kół, uszkodzona rolka lub koło pasowe	Kontrola rolek, napinacza, koła alternatora
Drgania napinacza, hałas	Zużyte koło pasowe alternatora ze sprzęgłem, zużyty tłumik drgań wału	Kontrola sprzęgła alternatora i koła wału

❖ Wymiana paska wieloklinowego

- 1 Narysuj lub sfotografuj przebieg paska przed demontażem (często jest też na naklejce pod maską).
- 2 Zwolnij napinacz kluczem i zdejmij pasek.
- 3 Obróć ręką każde koło i rolkę: luz, szum, opór oznaczają wymianę.
- 4 Sprawdź koło pasowe alternatora: sprzęgło jednokierunkowe powinno się obracać swobodnie w jedną stronę i blokować w drugą.
- 5 Załóż nowy pasek według schematu, upewnij się, że żebra leżą dokładnie w rowkach każdego koła.
- 6 Zwolnij napinacz, uruchom silnik i obserwuj pracę paska oraz napinacza.

❖ Pasek rozrządu: interwały i zakres wymiany

Interwał wymiany paska rozrządu podaje producent w kilometrach i latach, na przykład co 120 000 km lub 6 lat, w zależności od tego, co nastąpi wcześniej. Guma starzeje się również bez jazdy, dlatego w autach o małym przebiegu decyduje czas. Przy wymianie zawsze wymienia się cały zestaw: pasek, rolki, napinacz, a gdy pompa wody jest napędzana paskiem rozrządu, także pompę. Szczegóły procedury opisano w lekcji 2.3.

Sytuacja	Zalecenie
Brak dokumentacji wymiany w aucie używanym	Wymiana profilaktyczna całego zestawu
Wyciek oleju lub płynu na pasek	Usunięcie wycieku i wymiana paska, niezależnie od przebiegu
Hałas napinacza lub rolki	Wymiana całego zestawu
Łańcuch rozrządu z objawami wydłużenia	Wymiana łańcucha, ślizgów, napinacza i kół według producenta
Pasek w kąpielii olejowej	Kontrola i wymiana według producenta, właściwy olej silnikowy

❖ Wskazówka z warsztatu

Po wymianie rozrządu przyklej w komorze silnika naklejkę z datą, przebiegiem i nazwą warsztatu. To ułatwia życie kolejnym mechanikom, buduje zaufanie klienta i jest dobrą reklamą warsztatu.

⚠ Bezpieczeństwo

Pracę przy paskach wykonuj przy wyłączonym silniku i wyjętym kluczyku. W autach bezkluczykowych zadbaj, aby kluczyk był poza zasięgiem auta. W układach start-stop silnik może uruchomić się samoczynnie, jeśli system nie jest wyłączony.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Piszczenie paska to zwykle ślizganie: napinacz, zużycie lub olej.
- Rozrząd wymieniamy według kilometrów lub lat, co nastąpi wcześniej.
- Zawsze kompletny zestaw z rolkami i napinaczem.

9.4

LEKCJA

Płyny eksploatacyjne

Każdy płyn w samochodzie ma swoją specyfikację, interwał wymiany i swoje pułapki. Pomylenie płynów lub dolanie niewłaściwego potrafi wyrządzić więcej szkód niż jego brak.

❖ Zestawienie płynów

Płyn	Specyfikacja	Typowy interwał	Kontrola
Olej silnikowy	Norma producenta, lepkość SAE	10 000 do 30 000 km lub 1 do 2 lata	Bagnet lub czujnik, wygląd, zapach
Płyn chłodniczy	Technologia według normy (OAT, Si-OAT i inne)	Zwykle co 4 do 5 lat lub według producenta	Poziom na zimnym silniku, refraktometr
Płyn hamulcowy	DOT 4, DOT 4 LV, DOT 5.1	Co 2 lata	Tester zawartości wody
Olej skrzyni manualnej	GL-4 lub GL-5, lepkość według producenta	Często dożywotni, zalecany co 60 000 do 120 000 km	Korek wlewu
Olej skrzyni automatycznej	ATF, DSG, CVT według producenta	Zwykle co 60 000 do 100 000 km	Procedura temperaturowa
Płyn wspomagania	ATF lub olej hydrauliczny (np. CHF) według producenta	Kontrola, wymiana przy zabrudzeniu	Zbiorniczek, kolor, zapach
Płyn do spryskiwaczy	Letni lub zimowy	Na bieżąco	Zbiornik
AdBlue	ISO 22241, około 32,5 procent mocznika	Uzupełnianie według zużycia	Wskaźnik w aucie, refraktometr
Czynnik klimatyzacji	R134a lub R1234yf, olej PAG lub POE	Serwis co 1 do 2 lata	Stacja obsługi klimatyzacji

❖ Zasady dolewania

- ▶ Dolewaj płyn o tej samej specyfikacji; przy nieznanym płynie chłodniczym lepiej wymienić całość niż mieszać.
- ▶ Nie myl zbiorników: płyn hamulcowy w zbiorniczku wspomagania lub odwrotnie niszczy uszczelnienia.
- ▶ Płyn chłodniczy uzupełniaj na zimnym silniku do znaku MAX; nie zalewaj samą wodą zimną.
- ▶ Ubytek płynu hamulcowego oznacza zużyte klocki albo wyciek; dolanie bez diagnozy maskuje problem.
- ▶ Zawsze ustal przyczynę ubytku, zanim uzupełnisz płyn ponad normalne zużycie.

❖ Szybka ocena stanu płynów

Obserwacja	Co może oznaczać
Olej czarny i rzadki po krótkim przebiegu	Diesel z dużą ilością sadzy, rozrzedzenie paliwem
Olej z beżowym kożuchem	Woda lub płyn chłodniczy w oleju, kondensat przy krótkich trasach
Płyn chłodniczy z oleistą warstwą	Olej w układzie chłodzenia: uszczelka, chłodnica oleju
Płyn chłodniczy rdzawy	Korozja, stary płyn, mieszanie technologii
Płyn hamulcowy ciemny	Stary płyn z wodą i produktami zużycia
ATF ciemny o zapachu spalenizny	Przegrzane sprzęgła skrzyni

⚠ Bezpieczeństwo

Płyny eksploatacyjne są szkodliwe: glikol trujący, płyn hamulcowy żrący dla lakieru i oczu, olej przepracowany szkodliwy dla skóry. Przechowuj je w oryginalnych, opisanych opakowaniach, nigdy w butelkach po napojach. Rozlane płyny natychmiast zbieraj sorbentem.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Specyfikacja płynu jest ważniejsza niż jego kolor.
- Płyn hamulcowy co 2 lata, płyn chłodniczy według technologii.
- Każdy nietypowy ubytek płynu wymaga diagnozy.

9.5

LEKCJA

Przegląd okresowy krok po kroku

Przegląd okresowy to uporządkowana kontrola całego auta. Dobrze wykonany wykrywa usterki na wczesnym etapie, chroni klienta przed awarią w trasie i daje warsztatowi uczciwe zlecenia na dodatkowe prace.

❖ Kolejność przeglądu: od kabiny do podwozia

❖ Schemat przeglądu

1	Kabina: kontrolki po włączeniu zapłonu, klakson, wycieraczki i spryskiwacze, oświetlenie wnętrza, pasy bezpieczeństwa, hamulec postojowy, ogrzewanie i klimatyzacja.
2	Oświetlenie zewnętrzne: mijania, drogowe, pozycyjne, kierunkowskazy, stop, cofania, przeciwmgłowe, tablice rejestracyjne.
3	Komora silnika: poziomy płynów, wycieki, paski, węże, akumulator i jego mocowanie, filtr powietrza.
4	Diagnostyka komputerowa: skan wszystkich modułów, zapis kodów, stan monitorów gotowości.
5	Koła i opony: bieżnik, uszkodzenia, wiek, ciśnienie, zapas lub zestaw naprawczy.
6	Podwozie na podnośniku: luzy zawieszenia i układu kierowniczego, osłony przegubów, amortyzatory, sprężyny.
7	Hamulce: grubość klocków i tarcz, przewody, wycieki, stan płynu.
8	Wydech i spód: szczelność, mocowania, korozja, osłony, przewody paliwowe i hamulcowe.
9	Wymiany planowe: olej, filtry i inne pozycje zgodnie z planem producenta.
10	Jazda próbna i dokumentacja: hamowanie, kierowanie, hałasy, wypełnienie karty przeglądu i zalecenia dla klienta.

❖ Klasyfikacja wyników dla klienta

Kategoria	Znaczenie	Przykład
Pilne	Zagraża bezpieczeństwu lub grozi poważną awarią; naprawa przed dalszą jazdą	Klocki zużyte do blachy, luz na końcówce drążka, wyciek płynu hamulcowego
Do zaplanowania	Zużycie postępuje; naprawa w najbliższych tygodniach lub przy kolejnej wizycie	Zapocony amortyzator, tarcze bliskie minimum, pęknięta osłona przegubu
Do obserwacji	Stan dopuszczalny, warto kontrolować	Lekkie zapocenie miski, bieżnik około 4 mm latem
W porządku	Brak uwag	Element sprawny

❖ Badanie techniczne a przegląd serwisowy

W Polsce obowiązkowe okresowe badanie techniczne przeprowadza stacja kontroli pojazdów: dla nowego samochodu osobowego pierwsze przed upływem 3 lat od pierwszej rejestracji, kolejne przed upływem 2 lat, a następnie co roku; samochody z instalacją gazową podlegają badaniu co roku. Przegląd serwisowy w warsztacie to coś innego: obejmuje obsługę według planu producenta i ocenę zużycia elementów. Dobrą praktyką jest wykonanie przeglądu warsztatowego przed badaniem technicznym, aby auto przeszło badanie bez niespodzianek. Przepisy mogą się zmieniać, dlatego aktualne terminy warto sprawdzić przed doradzeniem klientowi.

❖ **Wskazówka z warsztatu**

Wyniki przeglądu przekazuj klientowi z konkretnymi: zmierzone wartości, zdjęcia, porównanie z limitem. Zdanie tarcze mają 21,4 mm przy minimum 22 mm jest bardziej przekonujące niż hamulce do wymiany. Klient, który rozumie powód naprawy, ufa warsztatowi i wraca.

❖ **Karta skrócona przeglądu**

☐ Oświetlenie zewnętrzne i wewnętrzne	☐ Opony: bieżnik, wiek, ciśnienie
☐ Wycieraczki i spryskiwacze	☐ Luzy zawieszenia i kierownicy
☐ Poziomy wszystkich płynów	☐ Klocki, tarcze, przewody hamulcowe
☐ Pasek osprzętu i węże	☐ Szczelność wydechu
☐ Akumulator i ładowanie	☐ Wymiany planowe wykonane
☐ Skan wszystkich modułów	☐ Jazda próbna i karta przeglądu

9.6

LEKCJA

Klimatyzacja: obsługa podstawowa

Klimatyzacja chłodzi i osusza powietrze w kabinie. Jej sprawność zależy od ilości czynnika, czystości skraplacza i drożności filtra kabinowego, a skuteczność łatwo ocenić kilkoma prostymi pomiarami.

❖ **Obieg czynnika chłodniczego**❖ **Jak działa klimatyzacja**

1	Sprężarka napędzana paskiem spręża gazowy czynnik, który się nagrzewa.
2	W skraplaczu przed chłodnicą silnika czynnik oddaje ciepło i skrapla się.
3	Osuszacz (filtr odwadniacz) usuwa wilgoć i zanieczyszczenia.
4	Zawór rozprężny lub dysza dławiąca obniża ciśnienie czynnika.
5	W parowniku w kabinie czynnik odparowuje i pobiera ciepło z powietrza nawiewu.
6	Gazowy czynnik wraca do sprężarki, a cykl się powtarza.

❖ **Czynniki chłodnicze**

Czynnik	Zastosowanie	Uwagi
R134a	Auta starszych generacji	Wysoki potencjał cieplarniany, stopniowo wycofywany
R1234yf	Nowe auta homologowane w UE	Łatwopalny w określonych warunkach, wymaga odpowiedniej stacji
R744 (CO₂)	Wybrane modele, pompy ciepła	Bardzo wysokie ciśnienie robocze, specjalistyczny serwis

Obsługa układu klimatyzacji wymaga odzysku czynnika stacją serwisową, a w krajach UE osoby wykonujące te prace powinny mieć odpowiednie certyfikaty. Uwalnianie czynnika do atmosfery jest zabronione. Ilość czynnika i rodzaj oleju podaje tabliczka pod maską.

❖ **Diagnostyka podstawowa**

Objaw	Możliwa przyczyna	Sprawdzenie
Słabe chłodzenie	Za mało czynnika, brudny skraplacz, filtr kabinowy, wentylator	Temperatura nawiewu, ciśnienia na stacji, oględziny skraplacza
Sprężarka się nie włącza	Brak czynnika (presostat), bezpiecznik, przełącznik, zawór sterujący sprężarki	Ciśnienie statyczne, kody, zasilanie sprzęgła sprężarki
Nieprzyjemny zapach z nawiewów	Grzyby i bakterie na parowniku, filtr kabinowy	Odgrzybianie parownika, wymiana filtra
Woda na podłodze pasażera	Zatkany odpływ skroplin z parownika	Udrożnienie odpływu
Hałas po włączeniu	Zużyta sprężarka, sprzęgło elektromagnetyczne	Odsłuch, kontrola luzu sprzęgła

❖ Szybki test skuteczności

1	Uruchom silnik, ustaw klimatyzację na maksymalne chłodzenie, recyrkulację i średnią dmuchawę, zamknij drzwi i szyby.
2	Po kilku minutach zmierz termometrem temperaturę na środkowym nawiewie.
3	Przy temperaturze otoczenia około 20 do 30 °C sprawny układ daje zwykle nawiew około 4 do 10 °C.
4	Sprawdź, czy włącza się wentylator chłodnicy i czy skraplacz nie jest zabrudzony liśćmi i owadami.
5	Wyższa temperatura nawiewu wymaga kontroli na stacji serwisowej: odzysk, próżnia, test szczelności, napełnienie według tabliczki.

⚠ **Bezpieczeństwo**

Czynnik chłodniczy może spowodować odmrożenia skóry i uszkodzenie oczu. Nie odkręcaj przewodów klimatyzacji bez odzysku czynnika. Przy R1234yf przestrzegaj zasad producenta stacji i nie stosuj otwartego ognia w pobliżu.

❖ **Wskazówka z warsztatu**

Filtr kabinowy wymieniaj co roku, najlepiej wiosną. Zapchany filtr ogranicza przepływ przez parownik, co obniża wydajność klimatyzacji, sprzyja zaparowaniu szyb i rozwojowi pleśni. To szybka, tania usługa, którą klient od razu odczuwa.

❖ **Najważniejsze w skrócie**

- Sprawna klimatyzacja daje nawiew około 4 do 10 °C przy umiarkowanym upale.
- Ilość czynnika i rodzaj oleju podaje tabliczka pod maską.
- Prace przy czynniku wymagają stacji odzysku i uprawnień.

MODUŁ 10



Praca w zawodzie

Organizacja stanowiska, wycena usług, rozmowa z klientem, zdobywanie pierwszych zleceń i ścieżka rozwoju. Jak zamienić umiejętności w stabilną pracę lub własny warsztat.

W tym module

10.1	Organizacja stanowiska i warsztatu	str. 118
10.2	Wycena usług	str. 120
10.3	Rozmowa z klientem i pierwsi klienci	str. 122
10.4	Ścieżka rozwoju zawodowego	str. 124

10.1

LEKCJA

Organizacja stanowiska i warsztatu

Uporządkowane stanowisko przyspiesza pracę, zmniejsza liczbę błędów i robi dobre wrażenie na kliencie. Nie potrzebujesz wielkiej hali, by pracować profesjonalnie; potrzebujesz porządku i dobrze dobranego wyposażenia.

❖ Wyposażenie warsztatu etapami

Etap	Wyposażenie	Usługi, które umożliwia
Start (garaż, usługi mobilne)	Zestaw kluczy i nasadek, klucze dynamometryczne, żabka i stojaki, multimetr, tester OBD-II, lampy, wanna na olej	Wymiana oleju, filtrów, klocków, świateł, akumulatorów, diagnostyka podstawowa
Rozwój	Podnośnik dwukolumnowy, kompresor, klucz udarowy, urządzenie do odpowietrzania hamulców, ściskacz sprężyn, prasa	Zawieszenie, hamulce kompleksowo, rozrząd, sprzęgło
Specjalizacja	Tester wielomarkowy z licencją, oscyloskop, wytwornica dymu, stacja klimatyzacji, przyrząd do geometrii	Zaawansowana diagnostyka, klimatyzacja, geometria

❖ Zasady porządku na stanowisku

- ▶ **Każde narzędzie ma swoje miejsce.** Wózek narzędziowy z opisanymi szufladami skraca szukanie i pozwala od razu zauważyć brak narzędzia po pracy.
- ▶ **Części z demontażu w pojemniku.** Śruby i podkładki w pojemnikach magnetycznych lub opisanych kuwetach, w kolejności demontażu.
- ▶ **Czysta posadzka.** Rozlany olej to ryzyko upadku i nieprofesjonalny widok; sorbent zawsze pod ręką.
- ▶ **Dobre oświetlenie.** Lampy przy podnośniku i przenośne lampy LED znacząco ograniczają przeoczenia.
- ▶ **Strefa dla klienta.** Nawet mała, czysta poczekalnia lub miejsce do rozmowy z dala od hałasu zwiększa zaufanie.

❖ Formalności przy własnej działalności

Prowadząc własny warsztat, musisz zadbać o podstawowe sprawy formalne: rejestrację działalności gospodarczej, wybór formy opodatkowania, ubezpieczenie odpowiedzialności cywilnej, umowę na odbiór odpadów niebezpiecznych (olej, filtry, płyny, akumulatory), a przy obsłudze klimatyzacji także wymagane certyfikaty. Szczegóły zależą od lokalnych przepisów i formy działalności, dlatego przed startem warto skonsultować się z księgowym i sprawdzić aktualne wymagania w urzędzie.

❖ Planowanie dnia pracy

Pora	Rodzaj zleceń	Dlaczego
Rano	Diagnostyka i zlecenia wymagające zamówienia części	Części dotrą jeszcze tego samego dnia
Przed południem	Naprawy dłuższe z gotowymi częściami	Najwięcej spokojnego czasu
Popołudnie	Krótkie usługi: olej, opony, klocki	Klienci odbierają auta po pracy
Koniec dnia	Porządkowanie, zamówienia na jutro, rozliczenia	Następny dzień zaczyna się bez zaległości

❖ Wskazówka z warsztatu

Inwestuj w narzędzia, które zarabiają: urządzenie, które umożliwia nową usługę lub skraca często wykonywaną pracę, zwraca się szybko. Rzadko używane narzędzia specjalne możesz na początku wypożyczać lub kupować dopiero pod konkretne zlecenie.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Wyposażenie kompletuj etapami, zgodnie z usługami, które oferujesz.
- Porządek na stanowisku to szybsza praca i mniej błędów.
- Formalności, ubezpieczenie i odpady załatw przed pierwszym klientem.

10.2

LEKCJA

Wycena usług

Cena usługi musi pokryć koszty, czas pracy i ryzyko, a jednocześnie być zrozumiała dla klienta. Przejrzysta wycena oparta na czasie normatywnym i cenie części buduje zaufanie i chroni przed pracą bez zysku.

❖ Składniki ceny naprawy

Składnik	Jak obliczyć	Uwagi
Robocizna	Czas normatywny × stawka za roboczogodzinę	Czas z katalogów czasów napraw lub własnych notatek
Części	Cena zakupu plus marża	Marża pokrywa czas zamawiania, zwroty i gwarancję
Materiały eksploatacyjne	Ryczałt lub rzeczywiste zużycie	Smary, środki czyszczące, opaski, czyściwo
Utylizacja	Ryczałt za olej, filtry, płyny	Pokazuj osobno, klient rozumie tę pozycję
Diagnostyka	Stała opłata lub czas pracy	Diagnoza to praca fachowca, nie darmowy dodatek

❖ Jak ustalić stawkę roboczogodziny

❖ Kalkulacja stawki

1	Zsumuj miesięczne koszty stałe: wynajem, media, ubezpieczenie, leasing narzędzi, księgowość, oprogramowanie, telefon, marketing.
2	Dodaj oczekiwane wynagrodzenie dla siebie oraz składki i podatki.
3	Oszacuj realną liczbę godzin, które sprzedasz w miesiącu (nie wszystkie godziny pracy są płatne: zamówienia, rozmowy, sprzątanie).
4	Podziel sumę kosztów i wynagrodzenia przez liczbę sprzedanych godzin; to minimalna stawka.
5	Porównaj wynik ze stawkami warsztatów w okolicy i ustal stawkę, która uwzględni Twoje doświadczenie i wyposażenie.

❖ Przykład wyceny (wartości przykładowe)

Pozycja	Ilość	Cena jednostkowa	Wartość
Wymiana klocków i tarcz przód (robocizna)	1,2 rbh	150 zł	180 zł
Tarcze hamulcowe przód (komplet)	1	320 zł	320 zł
Klocki hamulcowe przód (komplet)	1	160 zł	160 zł
Materiały (smar do prowadnic, zmywacz)	ryczałt	20 zł	20 zł
Razem			680 zł

Kwoty w przykładzie są umowne i służą wyłącznie pokazaniu metody. Stawki i ceny części różnią się w zależności od regionu, marki auta i jakości części. Ważne jest, aby klient widział podział na robociznę i części oraz rozumiał, za co płaci.

❖ Zasady uczciwej wyceny

- ▶ Podawaj kosztorys przed rozpoczęciem prac i proś o akceptację; dodatkowe prace tylko po kolejnej zgodzie klienta.
- ▶ Proponuj warianty części: oryginał, zamiennik renomowany, zamiennik ekonomiczny, z jasnym opisem różnic.
- ▶ Uprzedzaj o ryzyku: zabezpieczone śruby, możliwość urwania świecy żarowej, ukryte uszkodzenia.
- ▶ Nie zaniżaj ceny, aby zdobyć klienta, kosztem jakości; poprawki zjadają cały zysk.
- ▶ Zwracaj klientowi stare części, jeśli o to poprosi; to najprostszy dowód uczciwości.

❖ Wskazówka z warsztatu

Prowadź własną bazę czasów napraw: po każdej usłudze zapisz, ile faktycznie trwała, na jakim aucie i co sprawiło problem. Po kilku miesiącach Twoje wyceny będą dokładniejsze niż jakiegokolwiek table, a klienci docenią, że cena końcowa zgadza się z kosztorysem.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Cena to robocizna, części z marżą, materiały i utylizacja.
- Stawkę liczymy od kosztów i realnie sprzedanych godzin.
- Kosztorys przed pracą, zgoda klienta na każdą zmianę.

10.3

LEKCJA

Rozmowa z klientem i pierwsi klienci

Klient nie widzi, jak pracujesz pod autem; widzi, jak z nim rozmawiasz, jak dotrzymujesz terminów i czy auto wraca czyste i sprawne. Zaufanie to najcenniejszy kapitał warsztatu.

❖ Zasady dobrej komunikacji

- ▶ **Słuchaj do końca.** Pozwól klientowi opisać problem własnymi słowami i zapisz je; często zawiera to kluczową wskazówkę diagnostyczną.
- ▶ **Tłumacz prosto.** Zamiast żargonu technicznego używaj porównań: tarcza jest cieńsza, niż pozwala producent, więc gorzej odprowadza ciepło.
- ▶ **Pokazuj.** Zdjęcie zużytego klocka obok nowego przekonuje lepiej niż długie wyjaśnienia.
- ▶ **Mów o priorytetach.** Rozdziel naprawy pilne od tych do zaplanowania; klient z ograniczonym budżetem doceni szczerość.
- ▶ **Dotrzymuj słowa.** Jeśli termin się przesuwą, zadzwoń wcześniej, zanim klient zapyta.

❖ Trudne sytuacje

Sytuacja	Jak reagować
Klient kwestionuje cenę	Pokaż kosztorys z podziałem, wyjaśnij różnicę między wariantami części, zaproponuj tańszy wariant bez obniżania jakości pracy
Klient chce własne części	Ustal zasady: brak gwarancji na część, robocizna według stawki, ewentualna dopłata za ponowny montaż przy wadliwej części
Usterka wróciła po naprawie	Przyjmij auto bez dyskusji, zweryfikuj diagnozę; jeśli to Twój błąd, popraw bezpłatnie, jeśli nowa usterka, wyjaśnij to rzeczowo
Klient naciska na szybką naprawę bez diagnozy	Wyjaśnij, że wymiana części na próbę może kosztować więcej; zaproponuj krótką płatną diagnozę
Klient prosi o wyłączenie DPF lub EGR	Odmów, wyjaśnij skutki prawne i techniczne, zaproponuj naprawę przyczyny

❖ Jak zdobyć pierwszych klientów

❖ Plan pozyskania klientów

1	Zacznij od rodziny, znajomych i sąsiadów: proste usługi wykonane rzetelnie szybko przynoszą polecenia.
2	Załącz wizytówkę firmy w mapach internetowych z adresem, godzinami, zdjęciami stanowiska i listą usług.
3	Proś zadowolonych klientów o opinię w internecie; odpowiadaj uprzejmie na każdą opinię, także krytyczną.
4	Prowadź prosty profil w mediach społecznościowych: zdjęcia przed i po, krótkie porady, informacje o sezonowych usługach.
5	Nawiąż współpracę z lokalnymi firmami: wulkanizacja, myjnia, blacharz, sklep z częściami; wzajemne polecenia działają.
6	Wprowadź przypomnienia: wiadomość o kolejnej wymianie oleju, przeglądzie przed zimą lub wymianie płynu hamulcowego.
7	Oferuj usługi sezonowe: kontrola przed zimą, przegląd klimatyzacji wiosną, kontrola przed wakacyjnym wyjazdem.

❖ Wskazówka z warsztatu

Najlepszą reklamą jest auto oddane czystsze niż przyjechało, z krótką notatką o wykonanych pracach i zaleceniach. Taka karta zostaje w aucie, a klient pokazuje ją znajomym. Koszt jest minimalny, a efekt długotrwały.

❖ Najważniejsze w skrócie

- Zaufanie buduje się słuchaniem, prostym tłumaczeniem i dotrzymywaniem słowa.
- Pierwsi klienci pochodzą z poleceń i wizytówki w mapach internetowych.
- Przypomnienia o serwisie zamieniają jednorazowych klientów w stałych.

10.4

LEKCJA

Ścieżka rozwoju zawodowego

Mechanika samochodowa zmienia się szybciej niż kiedykolwiek: elektronika, hybrydy, auta elektryczne, systemy wspomagania kierowcy. Mechanik, który się uczy, ma przed sobą lata dobrej płatnej pracy.

❖ Poziomy kompetencji

Poziom	Zakres prac	Co rozwijać dalej
Pomocnik mechanika	Obsługa olejowa, koła, klocki, proste wymiany pod nadzorem	Bezpieczeństwo, narzędzia, momenty dokręcania, procedury
Mechanik	Samodzielne naprawy mechaniczne: zawieszenie, hamulce, rozrząd, sprzęgło	Diagnostyka elektryczna, czytanie schematów
Mechanik diagnosta	Diagnostyka komputerowa, elektryka, czujniki, sterowniki	Oscyloskop, kodowanie, systemy wspomagania kierowcy
Specjalista	Wybrana dziedzina: automaty, wtryski, klimatyzacja, hybrydy i EV	Szkolenia producentów, uprawnienia
Kierownik lub właściciel	Organizacja pracy, wyceny, klienci, zespół	Zarządzanie, finanse, marketing

❖ Kierunki o rosnącym zapotrzebowaniu

- ▶ **Hybrydy i auta elektryczne.** Praca przy wysokim napięciu wymaga szkolenia i uprawnień, ale rynek takich specjalistów szybko rośnie.
- ▶ **Systemy wspomagania kierowcy (ADAS).** Kalibracja kamer i radarów po wymianie szyby, naprawie zderzaka lub geometrii.
- ▶ **Diagnostyka elektroniczna.** Magistrale CAN i LIN, sterowniki, kodowanie, aktualizacje oprogramowania.
- ▶ **Skrzynie automatyczne.** Wymiana oleju, adaptacje i naprawy mechatroniki.
- ▶ **Klimatyzacja i pompy ciepła.** Szczególnie w autach elektrycznych, gdzie układ cieplny jest bardziej złożony.

❖ Jak uczyć się dalej

❖ Plan rozwoju na najbliższy rok

1	Wybierz jedną dziedzinę na pół roku i pogłębiaj ją systematycznie, zamiast uczyć się wszystkiego naraz.
2	Ucz się czytać schematy elektryczne producentów; to umiejętność, która otwiera drogę do diagnostyki.
3	Korzystaj ze szkoleń dystrybutorów części i producentów sprzętu diagnostycznego.
4	Prowadź dziennik napraw z ciekawymi przypadkami, pomiarami i rozwiązaniami.
5	Wymieniaj się doświadczeniem z innymi mechanikami w sprawdzonych grupach branżowych.
6	Co roku zaplanuj jedno nowe narzędzie i jedną nową usługę w ofercie.

❖ Wskazówka z warsztatu

Najlepsi diagnostycy, których spotkasz, mają jedną wspólną cechę: zanim cokolwiek wymienią, potrafią wyjaśnić, dlaczego to zrobią. Ćwicz to przy każdym zleceniu. Jeśli nie umiesz uzasadnić wymiany pomiarem, wróć do diagnozy.

❖ Twoja lista kompetencji

☐ Znam zasady bezpieczeństwa i stosuję je zawsze	☐ Czytam i analizuję dane bieżące
☐ Dokręcam połączenia z właściwym momentem	☐ Wyceniam usługi z podziałem na składniki
☐ Diagnozuję przed wymianą części	☐ Rozmawiam z klientem jasno i uczciwie
☐ Mierzę spadki napięcia pod obciążeniem	☐ Mam plan nauki na kolejne miesiące

DODATKI



Dodatki i **tabele**

Momenty dokręcania, wartości referencyjne, karty przeglądu i zlecenia, kody OBD-II oraz słowniczek pojęć. Materiał do szybkiego sprawdzania przy codziennej pracy.

W dodatkach

D.1	Momenty dokręcania: wartości orientacyjne	str. 127
D.2	Wartości referencyjne mechanika	str. 129
D.3	Karta przeglądu okresowego	str. 131
D.4	Karta zlecenia naprawy	str. 133
D.5	Najczęstsze kody OBD-II	str. 134
D.6	Słowniczek pojęć	str. 138
D.7	Dziennik pomiarów i napraw	str. 142

D.1

DODATEK

Momenty dokręcania: wartości orientacyjne

Tabele zawierają typowe zakresy dla samochodów osobowych. Służą do nauki i szybkiej orientacji, czy wartość z dokumentacji jest prawdopodobna. Przy naprawie zawsze obowiązuje moment podany przez producenta dla danego modelu.

❖ Koła, hamulce i zawieszenie

Połączenie	Typowy zakres	Uwagi
Śruby lub nakrętki kół	Około 90 do 140 Nm	Dokręcanie na krzyż, kontrola po 50 do 100 km
Śruby prowadnic zacisku	Około 25 do 35 Nm	Często z klejem lub nowe śruby
Śruby jarzma zacisku	Około 80 do 200 Nm	Duży rozrzut między modelami
Odpowietrznik zacisku	Około 5 do 12 Nm	Łatwo urwać, dokręcaj z wycuciem
Przewód hamulcowy elastyczny do zacisku (śruba banjo)	Około 15 do 30 Nm	Nowe podkładki miedziane
Nakrętka górna kolumny MacPhersona (tłoczek)	Około 40 do 70 Nm	Przytrzymaj tłoczek
Łącznik stabilizatora	Około 40 do 70 Nm	Przytrzymaj trzpień kluczem imbusowym lub Torx
Sworzeń wahacza w zwrotnicy	Około 40 do 100 Nm	Nowa nakrętka samokontruująca
Końcówka drążka w zwrotnicy	Około 35 do 60 Nm	Nowa nakrętka lub zawlecza
Śruby tulei wahacza	Około 60 do 150 Nm, często plus kąt	Dokręcanie przy obciążonym zawieszeniu
Nakrętka piasty (półosi)	Około 150 do 350 Nm lub moment plus kąt	Często nakrętka jednorazowa

❖ Silnik i osprzęt

Połączenie	Typowy zakres	Uwagi
Korek spustowy oleju M12 do M14 (miska stalowa)	Około 25 do 35 Nm	Nowa uszczelka
Korek spustowy oleju (miska aluminiowa lub z tworzywa)	Około 15 do 30 Nm	Łatwo zerwać gwint
Pokrywa obudowy filtra oleju (filtr wkładowy)	Około 20 do 35 Nm	Nowe uszczelki O-ring
Filtr oleju puszkowy	Ręcznie, około 3/4 obrotu po kontakcie uszczelki	Nie dokręcaj kluczem do filtrów na siłę
Świeca zapłonowa M14 z płaską uszczelką	Około 20 do 30 Nm	Na zimnym silniku
Świeca zapłonowa M12	Około 15 do 25 Nm	Według producenta świecy
Świeca zapłonowa M10	Około 10 do 15 Nm	Często silniki motocyklowe i małe
Świeca żarowa M8 do M10	Około 8 do 20 Nm	Ryzyko urwania, ostrożnie
Pokrywa zaworów (śruby M6)	Około 8 do 12 Nm	Kolejność od środka na zewnątrz

Połączenie	Typowy zakres	Uwagi
Śruby głowicy	Moment plus kąt według producenta	Śruby jednorazowe, ściśle według procedury
Śruba koła pasowego wału korbowego	Moment plus kąt według producenta	Zwykle jednorazowa

❖ Wskazówka z warsztatu

Jeśli wartość z dokumentacji bardzo odbiega od zakresów w tabeli, sprawdź jeszcze raz, czy dotyczy właściwego połączenia i jednostki (Nm, a nie lbf ft czy kGm). Pomyłka w jednostce to częsta przyczyna zerwanych gwintów.

❖ Przeliczanie jednostek momentu

Z jednostki	Na Nm	Przykład
lbf ft (funt-stopa)	× 1,356	80 lbf ft to około 108 Nm
lbf in (funt-cal)	× 0,113	100 lbf in to około 11,3 Nm
kGm (kilogramometr)	× 9,81	12 kGm to około 118 Nm

D.2

DODATEK

Wartości referencyjne mechanika

Najczęściej używane wartości pomiarowe zebrane w jednym miejscu. To typowe zakresy dla aut osobowych; konkretne limity zawsze potwierdzaj w danych producenta.

❖ Elektryka

Pomiar	Wartość typowa	Uwagi
Napięcie spoczynkowe akumulatora naładowanego	12,6 V i więcej (AGM około 12,8 V)	Po kilku godzinach postoju
Napięcie przy rozruchu	Nie mniej niż około 9,6 do 10 V	Przy temperaturze pokojowej
Napięcie ładowania (klasyczne)	Okolo 13,8 do 14,7 V	Inteligentne ładowanie: okresowo 12,5 do 15 V
Prąd upływu po uśpieniu	Zwykle około 20 do 50 mA	Po czasie uśpienia sterowników
Spadek napięcia na przewodzie rozrusznika	Do około 0,5 V podczas rozruchu	Plus i masa osobno
Zasilanie odniesienia czujników	Okolo 5 V	Sygnał zwykle 0,5 do 4,5 V
Rezystancja czujnika ABS indukcyjnego	Od kilkuset Ω do około 2 k Ω	Według producenta

❖ Silnik

Pomiar	Wartość typowa	Uwagi
Temperatura pracy silnika	Okolo 85 do 105 °C	Termostat elektryczny może utrzymywać wyższą
Ciśnienie oleju, ciepły silnik, bieg jałowy	Co najmniej około 1 bar	Przy 2000 do 3000 obr/min około 2 do 4 bar
Kompresja, benzyna	Okolo 10 do 14 bar	Różnica między cylindrami do około 10 do 15 procent
Kompresja, diesel	Okolo 25 do 35 bar	Jak wyżej
Korekty paliwa (STFT plus LTFT)	Zwykle w zakresie ± 10 procent	Powyżej ± 20 procent wyraźna usterka
Sonda lambda skokowa	Przełączanie około 0,1 do 0,9 V	Kilka razy na sekundę przy 2500 obr/min
Ciśnienie paliwa, wtrysk pośredni	Okolo 3 do 4 bar	Część układów do około 5 bar
Ciśnienie w układzie chłodzenia	Okolo 1,0 do 1,5 bar	Według oznaczenia korka
Ochrona płynu chłodniczego 50 do 50	Okolo minus 35 °C	Sprawdzenie refraktometrem

❖ Hamulce, zawieszenie, opony

Pomiar	Wartość typowa	Uwagi
Minimalna grubość okładziny klocka	Okolo 2 do 3 mm	Według producenta
Bicie zamontowanej tarczy	Zwykle do około 0,03 do 0,07 mm	Czujnik zegarowy
Zawartość wody w płynie hamulcowym	Wymiana powyżej około 2 do 3 procent	Tester płynu
Wymiana płynu hamulcowego	Co 2 lata	Niezależnie od przebiegu

Pomiar	Wartość typowa	Uwagi
Minimalny bieżnik (prawo w Polsce)	1,6 mm	Zalecane: 3 mm latem, 4 mm zimą
Ciśnienie w oponach aut osobowych	Zwykle około 2,0 do 2,8 bar	Tabliczka na słupku drzwi lub klapce wlewu

❖ Klimatyzacja i płyny

Pomiar	Wartość typowa	Uwagi
Temperatura nawiewu klimatyzacji	Okolo 4 do 10 °C	Przy otoczeniu około 20 do 30 °C, recyrkulacja
Stężenie AdBlue	Okolo 32,5 procent	Refraktometr; zamarza około minus 11 °C
Ilość czynnika i oleju klimatyzacji	Według tabliczki pod maską	Różna dla każdego modelu

D.3

KARTA DO DRUKU

Karta przeglądu okresowego

Wydrukuj kartę i wypełniaj ją przy każdym przeglądzie. Kolumna Ocena: OK, D (do zaplanowania), P (pilne). Kopię prześlij klientowi razem z zaleceniami.

Data i przebieg	
Marka, model, rok	
Numer rejestracyjny / VIN	
Silnik i skrzynia	
Mechanik	

Obszar	Punkt kontroli	Ocena	Wynik pomiaru / uwagi
Kabina	Kontrolki, klakson, wycieraczki, spryskiwacze		
Kabina	Pasy, hamulec postojowy, ogrzewanie, klimatyzacja		
Oświetlenie	Mijania, drogowe, pozycyjne, kierunkowskazy		
Oświetlenie	Stop, cofania, przeciwmgłowe, tablica		
Silnik	Poziom i stan oleju		
Silnik	Płyn chłodniczy: poziom i ochrona		
Silnik	Płyn hamulcowy: poziom i zawartość wody		
Silnik	Pasek osprzętu, węże, wycieki		
Elektryka	Akumulator: napięcie, test, mocowanie		
Elektryka	Ładowanie przy obciążeniu		
Diagnostyka	Kody usterek we wszystkich modułach		
Koła	Bieżnik LP / PP / LT / PT (mm)		
Koła	Ciśnienie, wiek opon, uszkodzenia		
Hamulce	Klocki przód / tył (mm)		
Hamulce	Tarcze przód / tył (mm), przewody		
Zawieszenie	Luzy sworzni, tulei, łączników		
Zawieszenie	Amortyzatory, sprężyny, osłony		
Kierowniczy	Końcówki, drążki, osłony przekładni		
Napęd	Osłony przegubów, wycieki skrzyni		
Podwozie	Wydech, mocowania, korozja, przewody		
Jazda próbna	Hamowanie, kierowanie, hałasy		

Zalecenia pilne	
Zalecenia do zaplanowania	
Podpis mechanika i klienta	

D.4

KARTA DO DRUKU

Karta zlecenia naprawy

Karta porządkuje przyjęcie auta, zakres prac i zgodę klienta. Chroni obie strony przed nieporozumieniami i stanowi dokumentację naprawy.

Numer zlecenia i data	
Klient (imię, nazwisko, telefon)	
Pojazd (marka, model, rejestracja)	
Przebieg i poziom paliwa	
Widoczne uszkodzenia nadwozia	

Opis problemu słowami klienta	
Warunki występowania objawu	
Kody usterek przy przyjęciu	

Lp.	Zakres prac / części	Ilość / rbh	Cena	Zgoda klienta
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

Kosztorys łącznie	
Termin odbioru	
Stare części: zwrot / utylizacja	
Podpis klienta (akceptacja)	

D.5

DODATEK

Najczęstsze kody OBD-II

Wybrane kody ogólne SAE (P0, P2 i U0). Kolumna przyczyn wskazuje, od czego zacząć sprawdzanie; kod nigdy nie jest bezpośrednim poleceniem wymiany części. Kody producenta (na przykład P1, B1, C1, U1) sprawdzaj w danych dla danej marki.

❖ Rozrząd, ciśnienie paliwa, czujniki powietrza i temperatury

Kod	Opis	Najczęstsze przyczyny do sprawdzenia
P0008	Położenie wału i wałka rozrządu, wydajność układu (rząd 1)	Wydłużony łańcuch rozrządu, napinacz, przestawiony rozrząd
P0011	Położenie wałka rozrządu A: za duże wyprzedzenie (rząd 1)	Zawór zmiennych faz, poziom i jakość oleju, variator
P0012	Położenie wałka rozrządu A: za duże opóźnienie (rząd 1)	Zawór zmiennych faz, zapieczony variator, olej
P0016	Korelacja wał korbowy i wałek rozrządu (rząd 1, czujnik A)	Przeskoczony lub wydłużony rozrząd, czujniki CKP i CMP
P0087	Ciśnienie paliwa w listwie za niskie	Filtr paliwa, pompa wstępna, pompa wysokiego ciśnienia, zawór regulacyjny
P0088	Ciśnienie paliwa w listwie za wysokie	Zawór regulacji ciśnienia, czujnik ciśnienia w listwie
P0093	Duży wyciek w układzie paliwowym	Pęknięty przewód wysokiego ciśnienia, nieszczelny wtryskiwacz
P0100	Obwód przepływomierza powietrza (MAF)	Wtyczka, przewody, zasilanie, czujnik
P0101	Przepływomierz: zakres lub wydajność	Zabrudzony czujnik, nieszczelny dolot, zapchany filtr powietrza
P0102	Przepływomierz: sygnał niski	Przerwa w zasilaniu lub sygnale, zwarcie do masy, czujnik
P0103	Przepływomierz: sygnał wysoki	Zwarcie do plusa, przerwa masy, czujnik
P0106	Czujnik ciśnienia w kolektorze (MAP): zakres lub wydajność	Nieszczelność, zapchany wężyk, czujnik
P0107	Czujnik MAP: sygnał niski	Przerwa zasilania 5 V, zwarcie sygnału do masy
P0108	Czujnik MAP: sygnał wysoki	Przerwa masy czujnika, czujnik
P0110	Obwód czujnika temperatury powietrza dolotowego	Przewody, wtyczka, czujnik
P0112	Czujnik temperatury powietrza: sygnał niski	Zwarcie do masy, czujnik
P0113	Czujnik temperatury powietrza: sygnał wysoki	Przerwa w obwodzie, odłączona wtyczka
P0115	Obwód czujnika temperatury płynu chłodniczego	Przewody, wtyczka, czujnik
P0116	Czujnik temperatury płynu: zakres lub wydajność	Czujnik, termostat, nieprawdopodobny przebieg nagrzewania
P0117	Czujnik temperatury płynu: sygnał niski	Zwarcie do masy, czujnik
P0118	Czujnik temperatury płynu: sygnał wysoki	Przerwa w obwodzie, odłączona wtyczka
P0120	Obwód czujnika położenia przepustnicy lub pedału A	Przewody, potencjometr, korpus przepustnicy

Kod	Opis	Najczęstsze przyczyny do sprawdzenia
P0121	Czujnik położenia przepustnicy A: zakres lub wydajność	Zużyta ścieżka potencjometru, zabrudzona przepustnica
P0128	Temperatura płynu poniżej temperatury regulacji termostatu	Termostat otwarty na stałe, czujnik temperatury

❖ Sondy lambda, mieszanka, wtryskiwacze, doładowanie

Kod	Opis	Najczęstsze przyczyny do sprawdzenia
P0130	Obwód sondy lambda (rzęd 1, czujnik 1)	Sonda, przewody, nieszczelny wydech przed sondą
P0133	Sonda lambda: wolna reakcja (rzęd 1, czujnik 1)	Zużyta lub zanieczyszczona sonda, nieszczelność wydechu
P0135	Obwód grzałki sondy lambda (rzęd 1, czujnik 1)	Przepalona grzałka, bezpiecznik, przewody
P0136	Obwód sondy lambda (rzęd 1, czujnik 2)	Sonda za katalizatorem, przewody
P0141	Obwód grzałki sondy lambda (rzęd 1, czujnik 2)	Przepalona grzałka, bezpiecznik, przewody
P0171	Mieszanka za uboga (rzęd 1)	Nieszczelny dolot, brudny przepływomierz, niskie ciśnienie paliwa
P0172	Mieszanka za bogata (rzęd 1)	Ciekący wtryskiwacz, wysokie ciśnienie paliwa, czujnik temperatury, EVAP
P0174	Mieszanka za uboga (rzęd 2)	Jak P0171, nieszczelność po stronie rzędu 2
P0175	Mieszanka za bogata (rzęd 2)	Jak P0172, wtryskiwacz rzędu 2
P0190	Obwód czujnika ciśnienia paliwa w listwie	Przewody, wtyczka, czujnik
P0201	Obwód wtryskiwacza, cylinder 1	Przerwa w cewce wtryskiwacza, przewody, sterownik
P0202	Obwód wtryskiwacza, cylinder 2	Przerwa w cewce wtryskiwacza, przewody, sterownik
P0203	Obwód wtryskiwacza, cylinder 3	Przerwa w cewce wtryskiwacza, przewody, sterownik
P0204	Obwód wtryskiwacza, cylinder 4	Przerwa w cewce wtryskiwacza, przewody, sterownik
P0217	Przegrzanie silnika	Brak płynu, wentylator, termostat, pompa, uszczelka pod głowicą
P0219	Przekroczenie dopuszczalnych obrotów silnika	Zbyt niski bieg przy redukcji, rozbieganie diesla
P0234	Przeładowanie turbosprężarki	Zapieczona geometria lub wastegate, zawór sterujący, czujnik MAP
P0235	Obwód czujnika ciśnienia doładowania A	Przewody, wtyczka, czujnik
P0237	Czujnik ciśnienia doładowania: sygnał niski	Przerwa zasilania 5 V, zwarcie sygnału
P0238	Czujnik ciśnienia doładowania: sygnał wysoki	Przerwa masy, czujnik
P0251	Pompa wtryskowa: sterowanie dawką (diesel)	Zawór dozujący, pompa, zasilanie
P0261	Wtryskiwacz cylindra 1: obwód sygnał niski	Zwarcie przewodu, wtryskiwacz
P0263	Cylinder 1: udział w pracy lub balans	Wtryskiwacz, kompresja w cylindrze 1
P0299	Niedoładowanie turbosprężarki	Nieszczelny dolot, zapieczona geometria, siłownik, zawór N75

❖ **Zapłon, czujniki obrotów, emisja**

Kod	Opis	Najczęstsze przyczyny do sprawdzenia
P0300	Wykryto losowe lub wielokrotne wypadanie zapłonów	Nieszczelny dolot, niskie ciśnienie paliwa, rozrząd, kilka cewek
P0301	Wypadanie zapłonów, cylinder 1	Cewka, świeca, wtryskiwacz, kompresja cylindra 1
P0302	Wypadanie zapłonów, cylinder 2	Cewka, świeca, wtryskiwacz, kompresja cylindra 2
P0303	Wypadanie zapłonów, cylinder 3	Cewka, świeca, wtryskiwacz, kompresja cylindra 3
P0304	Wypadanie zapłonów, cylinder 4	Cewka, świeca, wtryskiwacz, kompresja cylindra 4
P0325	Obwód czujnika spalania stukowego 1	Przewody, wtyczka, czujnik, zły moment dokręcenia czujnika
P0335	Obwód czujnika położenia wału korbowego A	Czujnik, przewody, uszkodzone koło impulsowe
P0336	Czujnik położenia wału: zakres lub wydajność	Zabrudzony czujnik, luz koła impulsowego, zakłócenia
P0340	Obwód czujnika położenia wałka rozrządu A	Czujnik, przewody, przestawiony rozrząd
P0341	Czujnik wałka rozrządu: zakres lub wydajność	Rozrząd, czujnik, koło sygnałowe
P0351	Obwód cewki zapłonowej A (cylinder 1)	Cewka, przewody, sterownik
P0380	Obwód świec żarowych A	Przepalona świeca, przewody, sterownik świec
P0400	Przepływ recyrkulacji spalin (EGR)	Zawór EGR, zanieczyszczone kanały
P0401	Za mały przepływ EGR	Nagar w zaworze lub kanałach, zapieczony zawór
P0402	Za duży przepływ EGR	Zawór zapieczony w pozycji otwartej
P0403	Obwód sterowania zaworu EGR	Przewody, silnik zaworu, sterownik
P0420	Sprawność katalizatora poniżej progu (rzęd 1)	Zużyty katalizator, sonda za katalizatorem, nieszczelny wydech, wypadanie zapłonów
P0430	Sprawność katalizatora poniżej progu (rzęd 2)	Jak P0420 dla rzędu 2
P0440	Układ odparowania paliwa (EVAP)	Nieszczelność, zawór przedmuchu, korek wlewu
P0441	EVAP: nieprawidłowy przepływ przedmuchu	Zawór przedmuchu otwarty lub zamknięty na stałe, przewody
P0442	EVAP: wykryto mały wyciek	Uszczelka korka wlewu, pęknięty wężyk, zawór
P0455	EVAP: wykryto duży wyciek	Niedokręcony korek wlewu, odłączony wąż, pochłaniacz
P0480	Obwód sterowania wentylatora chłodnicy 1	Przełącznik, moduł wentylatora, przewody
P0496	EVAP: przepływ przy wyłączonym przedmuchu	Zawór przedmuchu przepuszcza, trudny rozruch po tankowaniu

❖ **Prędkość, napięcie, sterownik, skrzynia, DPF, komunikacja**

Kod	Opis	Najczęstsze przyczyny do sprawdzenia
P0500	Czujnik prędkości pojazdu A	Czujnik, przewody, sygnał z ABS lub skrzyni
P0504	Korelacja włącznika świateł stop A i B	Włącznik pod pedałem hamulca, regulacja, przewody
P0505	Układ regulacji biegu jałowego	Zabrudzona przepustnica, nieszczelność, silnik krokowy
P0506	Obroty biegu jałowego niższe od oczekiwanych	Zabrudzona przepustnica, obciążenie alternatora, nieszczelność

Kod	Opis	Najczęstsze przyczyny do sprawdzenia
P0507	Obroty biegu jałowego wyższe od oczekiwanych	Nieszczelność dolotu, przepustnica, adaptacja
P0562	Napięcie systemu za niskie	Akumulator, alternator, masy, przewody zasilania sterownika
P0563	Napięcie systemu za wysokie	Regulator napięcia alternatora, nieprawidłowy prostownik
P0571	Obwód włącznika świateł stop A	Włącznik, przewody, bezpiecznik
P0600	Łącze komunikacji szeregowej	Usterka komunikacji wewnętrznej, zasilanie sterownika
P0606	Procesor sterownika silnika	Zasilanie i masy sterownika, oprogramowanie, uszkodzony sterownik
P0627	Obwód sterowania pompy paliwa	Przełącznik lub moduł pompy, przewody
P0670	Obwód modułu sterującego świecami żarowymi	Sterownik świec, zasilanie, przewody
P0700	Usterka układu sterowania skrzyni (żądanie MIL z TCM)	Odczytaj kody sterownika skrzyni biegów
P0715	Czujnik prędkości wałka wejściowego skrzyni	Czujnik, przewody, mechatronika
P0720	Czujnik prędkości wałka wyjściowego skrzyni	Czujnik, przewody
P0730	Nieprawidłowe przełożenie	Niski poziom ATF, ślizganie sprzęgieł, zawory
P0741	Sprzęgło blokady przekładni hydrokinetycznej: wydajność	Stary olej, zawór lock-up, przekładnia hydrokinetyczna
P2002	Sprawność filtra cząstek stałych poniżej progu (rzęd 1)	Uszkodzony wkład DPF, czujnik różnicy ciśnień, przewody
P2135	Korelacja czujników położenia przepustnicy lub pedału A i B	Zużyty korpus przepustnicy, przewody, czujnik pedału
P2187	Mieszkanka za uboga na biegu jałowym (rzęd 1)	Nieszczelność dolotu, odma, wąż podciśnienia
P2196	Sonda lambda: sygnał przesunięty w kierunku mieszkanki bogatej	Sonda, ciśnienie paliwa, wtryskiwacze
P242F	Ograniczenie przepływu przez DPF: nagromadzenie popiołu	Popiół w filtrze, konieczne czyszczenie lub wymiana
P2463	Ograniczenie przepływu przez DPF: nagromadzenie sadzy	Przerwane wypalania, krótkie trasy, nadmierne dymienie silnika
U0100	Utrata komunikacji ze sterownikiem silnika (ECM/PCM)	Zasilanie i masa sterownika, przewody CAN, akumulator

D.6

DODATEK

Słowniczek pojęć

Najważniejsze pojęcia i skróty używane w kursie, uporządkowane alfabetycznie.

Pojęcie	Wyjaśnienie
ABS	Układ zapobiegający blokowaniu kół podczas hamowania, utrzymuje sterowność auta.
AdBlue	Wodny roztwór mocznika (około 32,5 procent) wtryskiwany do układu SCR w celu redukcji tlenków azotu.
Adaptacja	Zapamiętane przez sterownik wartości korekcyjne, na przykład położenie przepustnicy, punkt sprzęgła, korekty paliwa.
Alternator	Prądnicą prądu przemiennego z prostownikiem, zasila instalację i ładuje akumulator podczas pracy silnika.
Amortyzator	Element tłumiący drgania sprężyny zawieszenia, utrzymuje kontakt koła z drogą.
ATF	Olej do skrzyń automatycznych; występuje w wielu specyfikacjach, których nie należy mieszać.
Bicie tarczy	Odchylenie powierzchni tarczy hamulcowej od płaszczyzny podczas obrotu, mierzone czujnikiem zegarowym.
Blok silnika	Główny korpus silnika z cylindrami, kanałami olejowymi i wodnymi.
CAN	Magistrala komunikacyjna łącząca sterowniki w samochodzie, zwykle para skręconych przewodów CAN High i CAN Low.
Camber (pochylenie)	Kąt nachylenia koła względem pionu, oglądany od przodu pojazdu.
Caster (wyprzedzenie)	Kąt pochylenia osi skrętu koła w płaszczyźnie wzdłużnej, wpływa na powrót kierownicy i stabilność.
CKP	Czujnik położenia wału korbowego, podaje obroty i położenie wału; bez niego silnik nie pracuje.
CMP	Czujnik położenia wałka rozrządu, pozwala rozpoznać cylinder w suwie sprężania.
Common rail	Układ wtryskowy diesla z listwą paliwową pod wysokim ciśnieniem i elektronicznie sterowanymi wtryskiwaczami.
Cewka zapłonowa	Transformator wytwarzający wysokie napięcie potrzebne do wytworzenia iskry na świecy.
Czas normatywny	Przewidziany przez katalog lub producenta czas wykonania danej naprawy, podstawa wyceny robocizny.
Czujnik Halla	Czujnik wytwarzający sygnał prostokątny pod wpływem pola magnetycznego, zasilany zewnętrznym.
Czujnik indukcyjny	Czujnik wytwarzający napięcie przemiennie pod wpływem zmian pola magnetycznego, bez zasilania.
DMP	Dolne martwe położenie tłoka, najniższy punkt jego ruchu.
DOT	Klasa płynu hamulcowego określająca między innymi minimalną temperaturę wrzenia.
DPF	Filtr cząstek stałych w dieslu, zatrzymuje sadzę i okresowo ją wypala.
Dwumasa	Koło zamachowe dwumasowe, tłumi drgania skrętne silnika przenoszone na skrzynię biegów.
EBD	Elektroniczny rozdział siły hamowania między osie, realizowany przez sterownik ABS.
ECT	Czujnik temperatury płynu chłodniczego, jeden z najważniejszych sygnałów dla sterownika silnika.
ECU	Elektroniczny sterownik, najczęściej sterownik silnika; ogólnie każdy moduł elektroniczny auta.

Pojęcie	Wyjaśnienie
EGR	Recyrkulacja spalin: zawór zawracający część spalin do dolotu w celu obniżenia emisji tlenków azotu.
EPB	Elektryczny hamulec postojowy, uruchamiany przyciskiem; wymaga trybu serwisowego przy wymianie tylnych klocków.
EPS	Elektryczne wspomaganie układu kierowniczego z silnikiem elektrycznym na kolumnie lub przekładni.
ESP	Elektroniczny program stabilizacji toru jazdy, przyhamowuje wybrane koła i ogranicza moment silnika.
EVAP	Układ odparowania paliwa, zatrzymuje opary w pochłaniaczu z węglem aktywnym i spala je w silniku.
Freeze frame	Zamrożona ramka: parametry pracy silnika zapisane w chwili wykrycia usterki.
GMP	Górne martwe położenie tłoka, najwyższy punkt jego ruchu.
Głowica	Część silnika zamykająca cylindry od góry, mieści zawory, kanały i często wałki rozrządu.
Intercooler	Chłodnica powietrza doładowującego, obniża temperaturę powietrza po turbosprężarce.
Katalizator	Element układu wydechowego przetwarzający szkodliwe składniki spalin w mniej szkodliwe.
Klasa śruby	Oznaczenie wytrzymałości śruby, na przykład 8.8 lub 10.9, wybite na łbie.
Kompresja	Ciśnienie sprężania w cylindrze, miara szczelności komory spalania.
Korekta paliwa	Procentowa poprawka dawki paliwa wprowadzana przez sterownik na podstawie sondy lambda (STFT i LTFT).
Lambda	Współczynnik nadmiaru powietrza; lambda 1 oznacza mieszankę stechiometryczną.
LIN	Prosta jedнопроводова magistrala komunikacyjna dla mniej wymagających modułów, na przykład regulatora alternatora.
Luz	Niepożądany ruch między elementami, które powinny być ze sobą połączone bez przesunięć.
Maglownica	Potoczna nazwa przekładni kierowniczej zębatkowej.
MAF	Przepływomierz masowy powietrza zasysanego przez silnik.
MAP	Czujnik ciśnienia bezwzględnego w kolektorze dolotowym.
Masa	Przewód lub punkt łączący obwód z biegunem ujemnym akumulatora przez nadwozie lub silnik.
Mechatronika	Zespół elektroniki i hydrauliki sterujący skrzynią automatyczną lub dwusprzęgłową.
MIL	Kontrolka usterki silnika, sygnalizuje usterki wpływające na emisję spalin.
Moment obrotowy	Siła obrotowa silnika wyrażona w Nm, decyduje o elastyczności i przyspieszeniu.
Moment dokręcania	Wartość momentu siły w Nm, z jaką należy dokręcić połączenie gwintowe.
Multimetr	Przyrząd do pomiaru napięcia, prądu, rezystancji i ciągłości obwodu.

Pojęcie	Wyjaśnienie
Napinacz	Element utrzymujący właściwe napięcie paska lub łańcucha.
OBD-II, EOBD	Standard pokładowej diagnostyki pojazdu z jednolitym gniazdem i kodami usterek.
Odma	Układ odprowadzający gazy ze skrzyni korbowej do dolotu, z separatorem oleju.
Odpowietrzanie	Usuwanie powietrza z układu hydraulicznego, hamulcowego lub chłodzenia.

Pojęcie	Wyjaśnienie
Oscyloskop	Przyrząd pokazujący przebieg napięcia w czasie, niezbędny przy analizie sygnałów czujników.
Panewka	Półpanewka łożyska ślizgowego wału korbowego lub korbowodu.
Pasek wieloklinowy	Pasek napędzający osprzęt: alternator, sprężarkę klimatyzacji, pompę wspomagania.
Pompa hamulcowa	Element zamieniający nacisk na pedał na ciśnienie płynu w dwóch obwodach.
Prąd upływu	Prąd pobierany z akumulatora przy wyłączonym i uśpionym aucie.
Przegub	Połączenie przenoszące napęd przy zmiennym kącie, na przykład w półosi.
Przełącznik	Przełącznik elektromagnetyczny, w którym mały prąd cewki steruje dużym prądem obwodu.
Przepustnica	Zawór regulujący ilość powietrza dopływającego do silnika benzynowego.
Regeneracja DPF	Wypalanie sadzy z filtra cząstek stałych przy podwyższonej temperaturze spalin.
Rozrząd	Układ sterujący otwieraniem i zamykaniem zaworów zsynchronizowany z ruchem tłoków.
Rbh	Roboczogodzina, jednostka czasu pracy używana w wycenie robocizny.
SCR	Układ selektywnej redukcji katalitycznej tlenków azotu z użyciem AdBlue.
Serwo hamulca	Urządzenie wzmacniające siłę nacisku na pedał hamulca.
Sonda lambda	Czujnik zawartości tlenu w spalinach, podstawa regulacji składu mieszanki.
Spadek napięcia	Różnica napięć na odcinku obwodu przy przepływie prądu, miara rezystancji połączeń.
Sprzęgło	Zespół łączący i rozłączający silnik ze skrzynią biegów.
Stechiometria	Teoretycznie idealny stosunek powietrza do paliwa, dla benzyny około 14,7 do 1.
Sworzeń	Przegub kulowy łączący wahacz lub drążek ze zwrotnicą.
Synchronizator	Element skrzyni biegów wyrównujący prędkości obrotowe przed włączeniem biegu.
Szczelinomierz	Zestaw kalibrowanych płytek do pomiaru małych szczelin.
Termostat	Zawór sterujący przepływem płynu do chłodnicy w zależności od temperatury.

Pojęcie	Wyjaśnienie
TPMS	System monitorowania ciśnienia w oponach, bezpośredni z czujnikami w kołach lub pośredni przez czujniki ABS.
TPS	Czujnik położenia przepustnicy.
Tryb awaryjny	Stan pracy ograniczający moc lub funkcje auta po wykryciu poważnej usterki, chroni podzespoły.
Tuleja metalowo-gumowa	Element łączący wahacz z nadwoziem, tłumi drgania i pozwala na ruch.
Turbosprężarka	Urządzenie napędzane spalinami, sprężające powietrze dolotowe.
TWI	Wskaźnik zużycia bieżnika opony umieszczony w rowkach, odpowiada wysokości 1,6 mm.
VGT, VNT	Turbosprężarka o zmiennej geometrii łopatek kierujących.
VIN	Siedemnastoznakowy numer identyfikacyjny pojazdu.
Wahacz	Element zawieszenia prowadzący koło względem nadwozia.
Wał korbowy	Wał zamieniający ruch posuwisty tłoków na ruch obrotowy.
Walek rozrządu	Walek z krzywkami otwierającymi zawory.
Wastegate	Zawór upustowy ograniczający ciśnienie doładowania przez upuszczanie części spalin obok turbiny.

Pojęcie	Wyjaśnienie
Wtryskiwacz	Element rozpylający paliwo do kolektora dolotowego lub bezpośrednio do cylindra.
Wysprzęglik	Siłownik hydrauliczny rozłączający sprzęgło, często zintegrowany z łożyskiem wyciskowym.
Zacisk hamulcowy	Element hamulca tarczowego z tłoczkami dociskającymi klocki do tarczy.
Zamrożona ramka	Patrz freeze frame.
Zawór przedmuchu	Zawór układu EVAP sterujący przepływem oparów paliwa z pochłaniacza do dolotu.
Zbieżność	Różnica odległości między przednimi i tylnymi krawędziami kół jednej osi.
Zbiornik wyrównawczy	Zbiornik układu chłodzenia kompensujący rozszerzalność płynu, z korkiem ciśnieniowym.
Zmienne fazy rozrządu	Układ przestawiający kąt wałka rozrządu w zależności od warunków pracy silnika.
Zwarcie	Niepożądane połączenie obwodu z masą lub z plusem, powodujące nadmierny prąd lub błędny sygnał.
Zwrotnica	Element zawieszenia, na którym osadzona jest piasta koła i który obraca się przy skręcie.
Żarówka homologowana	Źródło światła zgodne z przepisami dla danego typu lampy.
Świeca żarowa	Element podgrzewający komorę spalania diesla przed rozruchem i po nim.

D.7

KARTA DO DRUKU

Dziennik pomiarów i napraw

Zapisuj wyniki własnych pomiarów i ciekawe przypadki. Po kilku miesiącach dziennik stanie się Twoją najcenniejszą bazą wiedzy diagnostycznej.

Data	Pojazd	Objaw / kod	Pomiary	Przyczyna i naprawa



Kurs mechaniki samochodowej

*Wiedza nabiera wartości dopiero w rękach. Wracaj do tabel,
procedur i list kontrolnych przy każdej naprawie, a z czasem staną
się Twoim nawykiem.*