



PORADNIK TECHNICZNY

Zawór przekaźnikowy (+ ABS): usterki, wymiana i konserwacja

Przewodnik techniczny VADEN po zaworze przekaźnikowym i zaworze przekaźnikowym ABS: zasada działania, objawy usterek, diagnostyka manometrem, kroki wymiany i wartości.

Jeśli po naciśnięciu pedału hamulca w pojeździe ciężarowym zauważyłeś, że tylna oś reaguje „z opóźnieniem”, że między osiami występuje różnica w synchronizacji czasowej lub że przy zwalnianiu hamulca postojowego pojawia się zwłoka, jednym z pierwszych elementów, które należy sprawdzić, jest zawór przełącznikowy. W pneumatycznych układach hamulcowych samochodów ciężarowych, ciągników siodłowych, naczep i autobusów ten niewielki, lecz kluczowy zawór odzyskuje czas tracony w długich przewodach powietrznych i sprawia, że hamulec działa „natychmiast”. Pod nazwą występującą w niemieckiej dokumentacji technicznej — *Relaisventil* — w warsztacie bywa też nazywany „zaworem przyspieszającym” lub „zaworem osi”. Niniejszy przewodnik zebrał dla mechaników pojazdów ciężarowych zasadę działania zaworu przełącznikowego, jego najczęstsze usterki, prawidłowe kroki wymiany oraz punkty kontroli w warunkach warsztatowych.

💡 WSKAZÓWKĄ — Nota redakcyjna (E-E-A-T): Niniejszy przewodnik techniczny został opracowany przez zespół techniczny VADEN w oparciu o praktyczne doświadczenie z pneumatycznymi układami hamulcowymi pojazdów ciężarowych oraz praktykę dokumentacji producentów OE. Podane tutaj wartości są typowymi zakresami odniesienia; dla dokładnych, właściwych dla danego pojazdu wartości momentu dokręcania, ciśnienia i luzów należy zawsze kierować się aktualną instrukcją serwisową OE odpowiedniego pojazdu. *Ostatnia aktualizacja: lipiec 2026.*

Czym jest zawór przełącznikowy (+ zawór przełącznikowy ABS)?

Funkcja i zasada działania

Zawór przełącznikowy to pneumatyczny zawór sterujący, który zamiast przekazywać sygnał hamowania do odległej osi krótką drogą, szybko pobiera i uwalnia powietrze z dużego zbiornika zasilającego znajdującego się tuż obok zaworu; dzięki temu skraca czas narastania i spadku ciśnienia hamowania.

Zasada działania opiera się na logice „wzmacniacza siły”. Gdy kierowca naciska pedał hamulca, słaby sygnał sterujący o małym natężeniu przepływu wychodzący z głównego zaworu hamulcowego (zaworu nożnego) zamiast pokonywać długi przewód powietrzny trafia bezpośrednio do przyłącza sterującego (4/sterowanie) zaworu przełącznikowego. To ciśnienie sterujące popycha tłok wewnątrz zaworu w dół; tłok z kolei umożliwia przepływ powietrza o pełnym ciśnieniu ze zbiornika zasilającego do siłowników hamulcowych (komór hamulcowych). Po zwolnieniu pedału ciśnienie sterujące spada, tłok unosi się do góry, a powietrze z siłowników hamulcowych zostaje szybko wypuszczone do atmosfery przez duży otwór wylotowy. Dzięki temu zarówno zwłoka zadziałania, jak i zwolnienia hamulca ulega znacznemu zmniejszeniu.

Stosunek ciśnienia sterującego do ciśnienia wyjściowego jest zwykle zbliżony do 1:1; oznacza to, że zawór nie podnosi ciśnienia, lecz zwiększa *natężenie przepływu i szybkość reakcji*. Z tego względu zawór przełącznikowy jest elementem determinującym „refleks” całego układu.

- **Korpus:** Zwykle odlew ze stopu aluminium; mieści przyłącza zasilania, sterowania, wyjścia oraz wylotu.
- **Tłok przełącznikowy / membrana:** Główny element zamieniający ciśnienie sterujące na ruch mechaniczny.

- **Grzybek wlot-wylot (zawór podwójny):** Podwójnie działający zespół zaworu otwierający powietrze zasilające i kierujący nadmiar powietrza do wylotu.
- **Sprężyny:** Sprężyny powrotne przywracające tłok i grzybek do położenia neutralnego.
- **Tłumik wylotu / osłona:** Otwór, przez który wypuszczane jest powietrze, ograniczający wnikanie brudu i wody.
- **O-ringi i uszczelnienia:** Elementy elastomerowe zapobiegające wewnętrznym przeciekom między przyłączami.

Różnica między standardowym zaworem przełącznikowym a zaworem przełącznikowym ABS

Standardowy zawór przełącznikowy działa w pełni mechaniczno-pneumatycznie; szybko przenosi ciśnienie sterujące na wyjście. Natomiast **zawór przełącznikowy ABS** dodaje do tej funkcji sterowanie elektroniczne: gdy sygnał elektryczny z modułu EBS/ABS wykryje blokadę koła, elektromagnesy wewnątrz zaworu utrzymują, obniżają lub ponownie zwiększają ciśnienie hamowania na poziomie osi lub koła. Oznacza to, że zawór przełącznikowy ABS przejmuje zarówno funkcję przyspieszania zaworu przełącznikowego, jak i modulację ciśnienia w celu kontroli poślizgu. Zawory tego typu w architekturze EBS bywają nazywane również modulatorami osi.

Umiejscowienie i funkcja w układzie

Zawór przełącznikowy montowany jest zwykle przy osi odległej od głównego zaworu hamulcowego – na tylnej osi ciągnika siodłowego, a po stronie naczepy/przyczepy w pobliżu grupy osi – możliwie jak najbliżej siłowników hamulcowych i zbiornika zasilającego. Ta bliskość jest powodem istnienia zaworu: im krótszą drogę pokonuje powietrze, tym szybsza jest reakcja. *Zawór przełącznikowy hamulca sprężynowego* stosowany w sterowaniu hamulca postojowego (siłownik sprężynowy) oraz zawory przełącznikowe w sterowaniu naczepy również realizują tę samą logikę przyspieszania w różnych obwodach.

Typowe zastosowanie i dobór

Zastosowanie / segment	Przykładowe użycie	Cecha wyróżniająca
Tylna oś ciągnika siodłowego (2-osioowego)	Przyspieszanie głównego obwodu hamulcowego	Wysokie natężenie przepływu, szybkie opróżnianie
Naczepa / przyczepa	Sterowanie hamulcem naczepy	Opcja wyprzedzenia (predominance)
Obwód hamulca postojowego / sprężynowego	Szybkie opróżnianie siłownika sprężynowego	Typ zaworu przełącznikowego hamulca sprężynowego
Pojazd wyposażony w EBS/ABS	Modulacja osi + kontrola poślizgu	Elektromagnes + sterowanie elektroniczne
Autobus / midibus	Kompensacja zwłoki w długim przewodzie ramy	Rozdział wieloprzyłączowy

⚠ UWAGA — Weryfikacja numeru części: Choć zawory przełącznikowe wyglądają na zewnątrz bardzo podobnie, ich przełożenie sterujące, średnica przyłączy, ciśnienie otwarcia (crack pressure) oraz wartości wyprzedzenia różnią się w zależności od typu. Zawór niewłaściwego typu może prowadzić do niezrównoważenia hamowania między osiami. Przed montażem koniecznie zweryfikuj dopasowanie na podstawie oryginalnego numeru części OE pojazdu, układu przyłączy oraz — jeśli dotyczy — zgodności z EBS/ABS; nie polegaj na podobieństwie wizualnym.

Objawy usterek i diagnostyka

Usterki zaworu przełącznikowego zwykle zaczynają się od odczucia „hamulec trzyma, ale coś jest nie tak”. Poniższa tabela podsumowuje najczęściej spotykane w warsztacie objawy wraz z możliwymi przyczynami i metodami weryfikacji.

Objaw	Możliwa przyczyna	Kontrola / weryfikacja
Opóźnione zadziałanie hamulca, tylna oś włącza się „z opóźnieniem”	Zablokowany tłok sterujący lub wolno otwierający się zawór wewnętrzny	Zmierz manometrem różnicę czasową między ciśnieniem sterującym a wyjściowym
Po zwolnieniu pedału hamulec zwalnia z opóźnieniem, koło się nagrzewa	Zatkany otwór wylotowy, grzybek nie wraca do położenia wylotu	Zdejmij tłumik wylotu i posłuchaj/obserwuj szybkość opróżniania
Ciągły wyciek powietrza z otworu wylotowego	Grzybek wlotowy nie zamyka się do końca, zużyty O-ring	Sprawdź otwór wylotowy pianą mydlaną (przy hamulcu naciśniętym i zwolnionym)
Niezrównoważenie hamowania między osiami, pojazd ściąga przy hamowaniu	Zawór niewłaściwego typu, inne przełożenie sterujące lub przeciek wewnętrzny	Porównaj jednocześnie manometrem ciśnienia wyjściowe obu osi
Zapala się lampka ostrzegawcza ABS / błąd EBS	Usterka elektromagnesu lub połączenia elektrycznego zaworu przełącznikowego ABS	Odczytaj urządzeniem diagnostycznym kod błędu modulatora oraz rezystancję elektromagnesu
Ciśnienie hamowania niższe od zakładanego, niewystarczające hamowanie	Przeciek wewnętrzny, ograniczony przewód zasilający lub rozdarcie membrany	Zmierz manometrem na przyłączy wyjściowym ciśnienie przy pełnym naciśnięciu pedału i porównaj z ciśnieniem w zbiorniku
Nieregularne działanie spowodowane zamarzaniem w mroźnych warunkach	Wilgoć/woda w układzie, oblodzenie wewnątrz zaworu	Sprawdź osuszacz powietrza i odwodnienie zbiornika; poszukaj źródła wilgoci

Test ciśnienia i synchronizacji manometrem

Najbardziej wiarygodna diagnostyka polega na podłączeniu manometru do przyłączy sterującego i wyjściowego oraz obserwowaniu, czy po naciśnięciu pedału oba ciśnienia narastają jednocześnie. W sprawnym zaworze przełącznikowym ciśnienie wyjściowe powinno podążyć za ciśnieniem sterującym z bardzo niewielkim opóźnieniem i niemal w stosunku 1:1. Wyrażna zwłoka, niskie ciśnienie wyjściowe lub powolny spadek ciśnienia wyjściowego po zwolnieniu pedału wskazują na zawór.

Test szczelności

Wycieku szuka się pianą mydlaną – z otworu wylotowego przy zwolnionym hamulcu, a z połączeń przyłączy przy naciśniętym hamulcu. Ciągły wypływ powietrza z wylotu przy naciśniętym hamulcu świadczy o tym, że grzybek wewnętrzny (grzybek wlotowy) nie zamyka się do końca. Przecieki z przyłącza wyjściowego do przyłącza zasilającego w położeniu zwolnionym wskazują na problem z wewnętrzną szczelnością.

Diagnostyka elektroniczna ABS/EBS

W zaworze przekaźnikowym ABS najpierw odczytuje się urządzeniem diagnostycznym kody błędów modulatora, a następnie sprawdza rezystancje cewek elektromagnesów oraz połączenia pinów złącza. Nawet jeśli część mechaniczna przekaźnika jest sprawna, przerwa elektryczna może wyłączyć funkcję ABS całej osi; z tego względu diagnostykę elektroniczną i pneumatyczną należy prowadzić łącznie.

Kroki wymiany / montażu

⚠ UWAGA — Środki ochrony indywidualnej (ŚOI) i bezpieczeństwo: Sprężone powietrze może spowodować obrażenia. Przed rozpoczęciem pracy unieruchom pojazd na płaskim podłożu, zaklinuj koła, zatrzymaj silnik i **całkowicie opróżnij wszystkie zbiorniki powietrza**. Żadnego przyłącza ani złączki nie wolno rozłączać, dopóki ciśnienie nie zostanie zredukowane do zera. Używaj okularów i rękawic ochronnych; jeśli pracujesz przy obwodzie hamulca postojowego, upewnij się, że siłowniki sprężynowe są mechanicznie zabezpieczone.

- 1 Zabezpiecz pojazd:** Zaparkuj na płaskim podłożu, zaklinuj koła, wyłącz silnik i ustaw stacyjkę w położeniu wyłączonym.
- 2 Zredukuj ciśnienie:** Opróżnij wszystkie zbiorniki powietrza danego obwodu przez zawory spustowe; potwierdź manometrem, że ciśnienie zostało zredukowane do zera.
- 3 Oznacz przewody:** Przed rozłączeniem oznakuj lub sfotografuj przewody zasilania, sterowania, wyjścia i wylotu; błędne podłączenie to najczęściej popełniany błąd.
- 4 Odłącz połączenie elektryczne (typ ABS):** W zaworze przekaźnikowym ABS ostrożnie zdejmij złącze z zatrzasku blokującego; nie uszkodź pinów ani zaczepu.
- 5 Odłącz przewody powietrzne:** Poluzuj złączki odpowiednim kluczem; odłącz węże i przewody bez naprężania, tymczasowo zaślepiając otwory przyłączy, aby zapobiec wnikaniu brudu.
- 6 Zdemonstuj stary zawór:** Odkręcając śruby mocujące/wspornik, wyjmij zawór z miejsca montażu; sprawdź powierzchnię uszczelniającą i stan punktu mocowania.
- 7 Oczyszczyć powierzchnię montażową:** Usuń pozostałości starej uszczelki, brud i rdzę z powierzchni mocowania; wymień uszkodzony wspornik lub pęknięcie, jeśli występuje.

- 8 Ustaw nowy zawór:** Umieść zawór właściwego typu tak, aby kierunki przyłączy odpowiadały układowi pojazdu; użyj nowej uszczelki/O-ringa i dokręć śruby stopniowo do momentu określonego przez producenta.
- 9 Podłącz z powrotem przewody:** Zgodnie z oznaczeniami podłącz przewody zasilania, sterowania, wyjścia i wylotu do właściwych przyłączy; dokręć złączki szczelnie, bez nadmiernego dokręcania. Upewnij się, że otwór wylotowy jest skierowany w dół/swobodnie.
- 10 Podłącz złącze elektryczne (typ ABS):** Wciśnij złącze do pełnego osadzenia, sprawdź, czy zatrzask blokujący się zaczepił.
- 11 Napełnij układ i przetestuj:** Uruchom silnik i napełnij układ do ciśnienia nominalnego, przeprowadź test szczelności na wszystkich połączeniach, naciskając i zwalniając pedał, sprawdź szybkość zadziałania/zwalniania oraz równowagę osi; w typie ABS potwierdź urządzeniem diagnostycznym, że nie pozostały żadne kody błędów.

Na co zwrócić uwagę (częste błędy)

⚠ UWAGA — Najbardziej krytyczny błąd — pomylenie przyłączy: Błędne podłączenie przyłączy zasilania, sterowania i wyjścia to najczęstszy i najgroźniejszy błąd. Podłączenie przewodu sterującego do przyłącza zasilającego powoduje, że hamulec w ogóle nie działa lub działa nieprawidłowo. Przed demontażem konieczne oznakuj przewody, a po montażu potwierdź kierunki przyłączy.

⚠ UWAGA — Kierunek otworu wylotowego: Skierowanie otworu wylotowego do góry lub jego zatkanie powoduje gromadzenie się wody i brudu, zamarzanie zimą oraz opóźnione zwalnianie hamulca. Wylot powinien być zawsze skierowany w dół/swobodnie, a tłumik zamontowany.

- Zamontowanie — na podstawie podobieństwa wizualnego — zaworu o innym przełożeniu sterującym — powoduje niezrównoważenie osi.
- Ponowne użycie starych, stwardniałych O-ringów i uszczelek — przeciek wewnętrzny i opóźnione opróżnianie.
- Dokręcanie śrub nadmiernym lub niewystarczającym momentem, za jednym razem — ryzyko pęknięcia korpusu lub nieszczelności.
- Rozłączanie przewodów bez zredukowania ciśnienia — poważne ryzyko obrażeń.
- Pominięcie po montażu testu szczelności i działania — ryzyko unieruchomienia w trasie lub zagrożenia bezpieczeństwa.
- W typie ABS wciśnięcie złącza połowicznie bez zablokowania zatrzasku — lampka usterki i utrata funkcji.
- Wymiana zaworu bez rozwiązania problemu osuszacza powietrza/wilgoci — nowy zawór również szybko ulegnie uszkodzeniu.

Wartości techniczne i punkty kontroli

Poniższe wartości to **typowe / ogólne zakresy odniesienia** dla pneumatycznych układów hamulcowych pojazdów ciężarowych. Różnią się w zależności od pojazdu i typu zaworu; dla dokładnych wartości obowiązuje instrukcja serwisowa OE.

Parametr	Typowy zakres odniesienia	Uwaga
Ciśnienie robocze układu	~8–12,5 bar (≈116–181 psi)	Różni się w zależności od pojazdu i obwodu
Stosunek ciśnienia sterującego / wyjściowego	≈ 1:1 (w niektórych typach z wyprzedzeniem)	Zależny od typu zaworu
Ciśnienie otwarcia (crack)	rzędu ~0,1–0,4 bar	Zależnie od opcji wyprzedzenia
Dopuszczalny przeciek wewnętrzny	W praktyce dąży się do „zera”; mierzalny przeciek = usterka	W teście mydlanym nie powinno być ciągłych pęcherzyków
Zakres temperatur pracy	~ od -40 °C do +80 °C	Granica elastomeru i zamarzania
Zachowanie przy opróżnianiu wylotu	Po zwolnieniu pedału nagle i całkowite opróżnienie	Zwłoka = problem grzybka/wylotu

Momenty dokręcania połączeń również różnią się w zależności od typu i rozmiaru śruby; poniższe wartości są jedynie ogólnym odniesieniem.

Połączenie	Typowy zakres momentu	Uwaga
Śruba mocująca korpus/wspornik (M8)	~20–30 Nm	Dokręcaj stopniowo i na krzyż
Śruba mocująca korpus/wspornik (M10)	~40–55 Nm	Obowiązuje wartość OE
Złączka przewodu powietrznego	Zgodnie ze specyfikacją producenta	Nie dokręcaj nadmiernie; nie zerwij gwintu

💡 WSKAZÓWKA — Wskazówka warsztatowa: Zanim podejrzysz usterkę zaworu przełącznikowego, sprawdź także osuszacz powietrza, odwodnienie zbiornika i główny zawór hamulcowy. Zawór przełącznikowy jest często *ofiara* wilgoci, brudu lub nieprawidłowego ciśnienia w układzie; wymiana bez usunięcia przyczyny źródłowej będzie krótkotrwała.

- Czy ciśnienie sterujące i wyjściowe są zmierzone manometrem jednocześnie i zrównoważone?
- Czy otwór wylotowy jest swobodny, skierowany w dół, a opróżnianie nagle?
- Czy test mydlany na wszystkich przyłączach i złączkach jest czysty (brak wycieku)?
- Czy ciśnienia wyjściowe obu osi są do siebie zbliżone (równowaga)?
- Czy w typie ABS w urządzeniu diagnostycznym występuje aktywny/zapamiętany kod błędu?
- Czy tłumik wylotu jest zamontowany i drożny?

Konserwacja i żywotność

Zawór przełącznikowy, wraz z prawidłowo działającym układem przygotowania powietrza, jest trwały; jego głównym wrogiem są wilgoć, olej i brud. Zasilanie układu czystym i suchym powietrzem znacząco wydłuża żywotność wewnętrznego grzybka i elementów elastomerowych zaworu. W ramach okresowej konserwacji zawór przełącznikowy należy oceniać nie jako oddzielny element, lecz jako część całego obwodu pneumatycznego.

- Wymieniaj wkład osuszacza powietrza w odstępach zalecanych przez producenta; odetnij wilgoć u źródła.
- Okresowo (zwłaszcza przed zimą) opróżniaj zbiorniki powietrza, usuwając nagromadzoną wodę i olej.
- Utrzymuj otwór wylotowy i tłumik w stanie czystym, drożnym i skierowanym w dół.
- Podczas okresowej konserwacji hamulców sprawdzaj wokół zaworu przełącznikowego przecieki i zwłokę.
- W typie ABS/EBS regularnie wykonuj urządzeniem diagnostycznym skanowanie kodów błędów.
- Zawór dający objawy zamiast naprawiać — jako element krytyczny dla bezpieczeństwa — najlepiej wymień w całości.

Sprawny zawór przełącznikowy zwykle działa bezawaryjnie przez długi okres eksploatacji pojazdu; jednak w wilgotnych układach, w ciężkich warunkach pracy lub w pojazdach z zaniedbaną konserwacją żywotność ulega skróceniu. Terminowa reakcja po pojawieniu się objawów chroni zarówno bezpieczeństwo hamowania, jak i zapobiega zużyciu opon i okładzin wynikającemu z nierównoważenia między osiami.

Najczęściej zadawane pytania

Do czego służy zawór przełącznikowy i dlaczego jest potrzebny?

Sprawia, że ciśnienie hamowania szybciej dociera do odległej osi, a po zwolnieniu pedału szybko się opróżnia. Eliminując zwłokę w długich przewodach powietrznych, zapewnia natychmiastowe zadziałanie i zwolnienie hamulca.

Jakie są objawy usterki zaworu przełącznikowego?

Najczęstsze to: opóźnione zadziałanie hamulca, opóźnione zwalnianie hamulca po zwolnieniu pedału, ciągły wyciek powietrza z otworu wylotowego, nierównoważenie hamowania między osiami oraz — w typie ABS — zapalenie się lampki usterki.

Jaka jest różnica między zaworem przełącznikowym a zaworem przełącznikowym ABS?

Standardowy zawór przełącznikowy działa w pełni pneumatycznie i pełni jedynie funkcję przyspieszania. Natomiast zawór przełącznikowy ABS moduluje ciśnienie hamowania za pomocą elektronicznych elektromagnesów, zapobiegając blokowaniu koła; realizuje zarówno przyspieszanie, jak i kontrolę poślizgu.

Czy zawór przekaźnikowy można naprawić, czy trzeba go wymienić?

Choć dla niektórych typów dostępny jest zestaw naprawczy, ze względu na to, że jest to element krytyczny dla bezpieczeństwa hamowania, w warunkach warsztatowych zwykle zaleca się wymianę w całości. Jeśli decydujemy się na naprawę, należy koniecznie użyć oryginalnego zestawu naprawczego i procedury OE.

Ucieka powietrze z otworu wylotowego, czy to niebezpieczne?

Ciągły wypływ powietrza z wylotu przy naciśniętym hamulcu świadczy o tym, że grzybek wewnętrzny nie zamyka się do końca; prowadzi to zarówno do utraty powietrza, jak i do spadku skuteczności hamowania. Po potwierdzeniu zawór należy wymienić.

Co się stanie, jeśli zamontowany zostanie niewłaściwy zawór przekaźnikowy?

Zawór o innym przełożeniu sterującym lub wartości wyprzedzenia powoduje niezrównoważenie hamowania między osiami; pojazd może ścierać przy hamowaniu, wzrasta zużycie okładzin i opon. Z tego względu należy koniecznie dobrać zawór na podstawie właściwego dla pojazdu numeru części OE.

Z jakimi markami jest zgodny zawór przekaźnikowy?

Zawory przekaźnikowe VADEN są projektowane tak, aby zapewnić zgodność funkcjonalną z typami OE powszechnych pneumatycznych układów pojazdów ciężarowych (np. Knorr-Bremse, Wabco/ZF, typ Bendix/odpowiednik). W celu prawidłowego doboru należy sprawdzić układ przyłączy i numer referencyjny OE.

Dlaczego zawór przekaźnikowy często ulega awarii?

Zwykle przyczyną źródłową nie jest sam zawór, lecz wilgoć, woda i brud w układzie. Uszkodzony lub nasycony osuszacz powietrza, nieopróżniane zbiorniki i zanieczyszczone powietrze niszczą wewnętrzny grzybek i uszczelnienia zaworu. Wymiana bez usunięcia przyczyny źródłowej będzie krótkotrwała.

Zawór przekaźnikowy to element krytyczny dla bezpieczeństwa, bezpośrednio determinujący szybkość reakcji i równowagę osi w układzie hamulcowym pojazdu ciężarowego. Dzięki prawidłowej diagnostyce, właściwemu doborowi typu i starannemu montażowi chronione są zarówno bezpieczeństwo hamowania, jak i efektywność pojazdu. Rodzina produktów VADEN ORIGINAL Zawór przekaźnikowy (+ zawór przekaźnikowy ABS) jest rozwijana z myślą o zastosowaniach w pojazdach ciężarowych – z układem przyłączy zgodnym z OE, trwałymi elementami uszczelniającymi i spójnym przełożeniem sterującym; weryfikując referencję odpowiednią dla Twojego pojazdu, uzyskasz bezpieczne i długotrwałe osiągi hamowania.