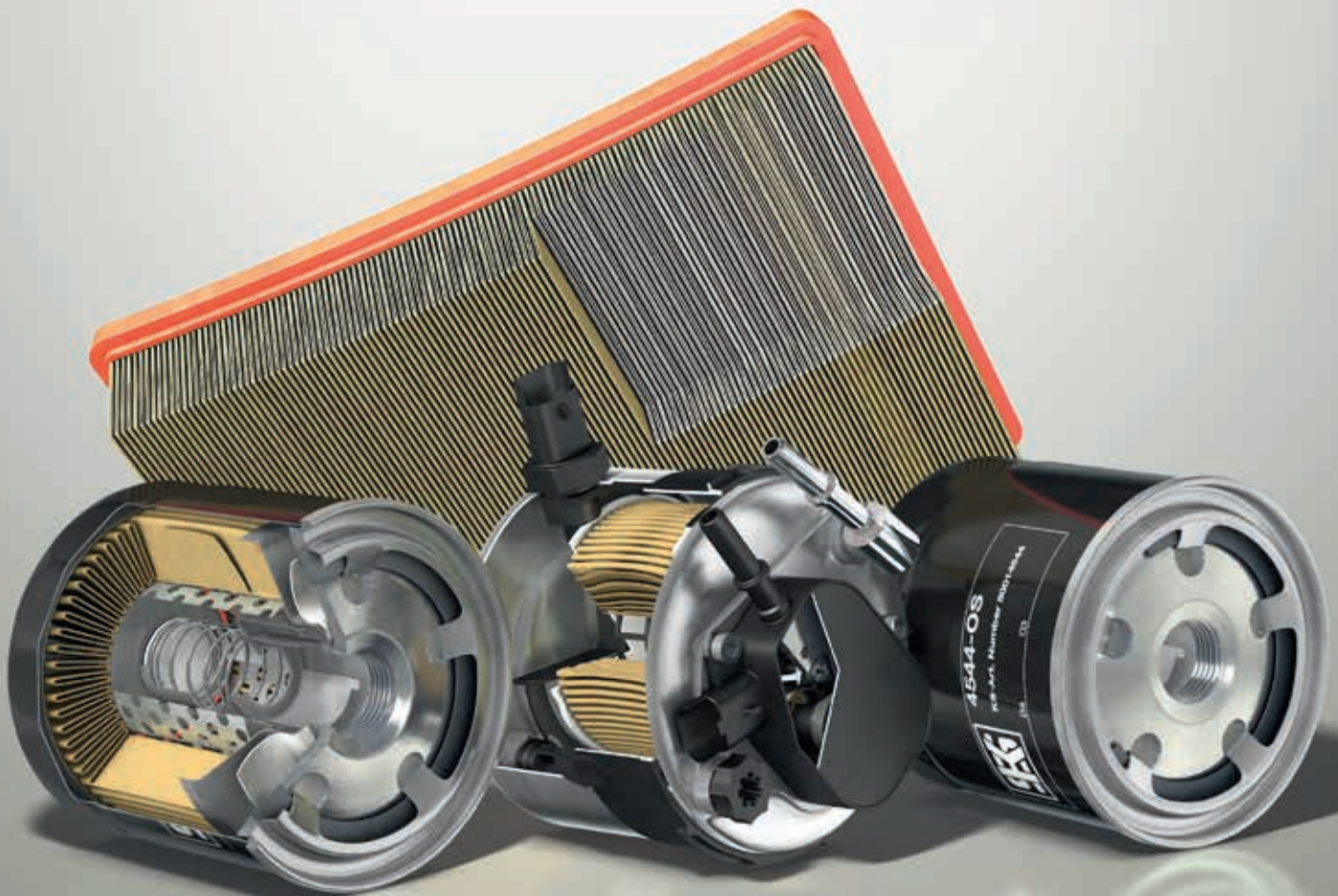


# Broszura techniczna – filtry

**SERVICE**  
TIPS & INFO



## Grupa Motorservice

### Jakość i serwis z jednej ręki

Grupa Motorservice jest jednostką handlową działającą na globalnym rynku posprzedażnym koncernu Rheinmetall Automotive. Jest ona wiodącym dystrybutorem komponentów silnikowych na niezależnym rynku części zamiennych, oferującym marki klasy premium Kolbenschmidt, Pierburg i TRW Engine Components oraz markę BF. Jej szeroki i głęboki asortyment umożliwia klientom zakup najwyższej jakości części silnikowych z jednego źródła. Oprócz rozwiązań przeznaczonych zarówno dla sprzedawców, jak i mechaników, grupa Motorservice oferuje także bogaty pakiet usług. Jej klienci korzystają dzięki temu z olbrzymich kompetencji technicznych dużego dostawcy przemysłu motoryzacyjnego.

## Rheinmetall Automotive

### Renomowany dostawca części na potrzeby międzynarodowego przemysłu samochodowego

Rheinmetall Automotive to pion motoryzacyjny koncernu technologicznego Rheinmetall Group. Należące do koncernu Rheinmetall Automotive marki premium Kolbenschmidt, Pierburg i Motorservice dla systemów doprowadzania powietrza i redukcji emisji substancji szkodliwych oraz pomp, a także projektowanie, produkcja i dostawy takich części zamiennych jak tłoki, bliki silników i łożyska ślizgowe, zapewniają mu pozycję globalnego lidera na wszystkich rynkach. Niski poziom emisji substancji szkodliwych, niższe zużycie paliwa, niezawodność, jakość i bezpieczeństwo to decydujące motywy stojące za innowacjami koncernu Rheinmetall Automotive.



Wydanie 3. 10.2014 (062017)

Nr artykułu 50 003 596-13

#### Redakcja:

Motorservice, Technical Market Support

#### Skład i produkcja:

Motorservice, Marketing  
DIE NECKARPRINZEN GmbH, Heilbronn

Przedruk, powielanie i tłumaczenie, również fragmentami, jest dozwolone tylko po uprzednim uzyskaniu naszej pisemnej zgody oraz podając źródło.

Możliwość zmian i niezgodności ilustracji zastrzeżona. Odpowiedzialność wykluczona.

#### Wydawca:

© MS Motorservice International GmbH

#### Odpowiedzialność

Wszystkie dane znajdujące się w tej broszurze zostały zgromadzone i zestawione na drodze dogłębnych badań. Pomimo tego mogą pojawić się błędy, źle przetłumaczone dane, braki w informacjach bądź niektóre z danych mogły w międzyczasie ulec zmianie. Nie gwarantujemy ani nie ponosimy odpowiedzialności prawnej za poprawność, kompletność, aktualność oraz jakość udostępnionych informacji. Wszelka odpowiedzialność za szkody, szczególnie za bezpośrednie lub pośrednie oraz materialne lub niematerialne szkody, wynikające z poprawnego lub błędnego użycia informacji lub niepełnych bądź błędnych danych zawartych w tej broszurze, jest wykluczona, o ile nie są one działaniem zamierzonym lub nie wynikają z rażącego zaniedbania z naszej strony.

W równym stopniu nie ponosimy odpowiedzialności za szkody powstałe w wyniku napraw dokonywanych przez konserwatorów silników lub mechaników niedysponujących odpowiednią wiedzą techniczną, wymaganymi kompetencjami z zakresu napraw bądź dostatecznym doświadczeniem.

Nie można przewidzieć, w jakim stopniu opisane tutaj procedury techniczne i wskazówki dotyczące napraw będą mogły zostać zastosowane w odniesieniu do przyszłych konstrukcji silników, dlatego musi zostać to sprawdzone w poszczególnym przypadku przez konserwatora silnika lub przez warsztat samochodowy.

Spis treści	Strona
1   Wstęp	4
2   Podstawy filtracji	9
3   Zanieczyszczenie a różnica ciśnień	11
4   Medium filtracyjne	13
5   Filtry powietrza	15
6   Filtry kabinowe	20
7   Osuszacze powietrza	28
8   Filtry paliwa	29
9   Filtry mocznikowe	36
10   Filtry płynu chłodzącego	36
11   Filtry oleju	37
12   Filtry oleju przekładniowego	45
13   Słowo końcowe	45
Słownik pojęć	46



## 1.1 Informacje ogólne

Żyją w cieniu innych, ale są ważniejsze niż nawet najbardziej luksusowe wyposażenie: to filtry. Filtry służą do czyszczenia substancji, których silnik potrzebuje do prawidłowej pracy. Przeoczenie wymiany filtrów albo ich niedostateczna jakość są nierzadko przyczyną poważnych kosztów. Zakres filtracji w nowoczesnych pojazdach stał się dziś bardzo szeroki ze względu na coraz wyższe wymagania stawiane nowoczesnym silnikom. Wysokie wymagania klientów oraz konkretna polityka ochrony środowiska to czynniki, które mają również znaczny wpływ na rozwój technologii filtracyjnych.

Zadaniem filtra silnikowego, zgodnie z ogólną definicją, jest usuwanie zanieczyszczeń i ciał obcych, które mogą się dostawać do wnętrza silnika z mediami, czyli powietrzem, olejem i paliwem.

W technologii produkcji silników do filtracji różnych mediów używa się różnych rodzajów filtrów. Różnią się one funkcjami, budową i interwałami konserwacyjnymi.

Istnieją liczne możliwości filtracji: Cząstki zanieczyszczeń można

- filtrować przy użyciu plastikowych siatek
- o drobnych oczkach, sit metalowych,
- drobnoporowego papieru, filcu i włókniny
- albo z wykorzystaniem sił odśrodkowych.

## 1.2 Typizacja filtrów marki Kolbenschmidt

Oferta filtrów marki Kolbenschmidt obejmuje filtry powietrza, oleju i paliwa zarówno do samochodów osobowych, jak i użytkowych. Zależnie od zastosowań rozróżnia się następujące typy:

Oznaczenie	Typ filtra
AC (air cabin)	Filtr kabinowy, standardowy
ACC (air cabin with activated carbon)	Filtr kabinowy z węglem aktywnym
AD (air dryer)	Osuszacze powietrza
AP (air panel)	Filtr powietrza, panelowy
AR (air round)	Filtr powietrza, okrągły
CS (coolant spin on)	Filtry płynu chłodzącego
FC (fuel cartridge)	Wkład filtra paliwa
FP (fuel pipe (inline))	Filtr przewodu paliwowego
FS (fuel spin-on)	Wkręcany filtr paliwa
FX (fuel metalfree)	Wkład filtra paliwa, niezawierający metalu
OC (oil cartridge)	Wkład filtra oleju
OH (oil hydraulic)	Filtr oleju hydraulicznego
OS (oil spin-on)	Wkręcany filtr oleju
OT (oil transmission)	Filtr oleju do automatycznych skrzyń biegów
OX (oil metalfree)	Wkład filtra oleju, niezawierający metalu
OZ (oil centrifuge)	Odśrodkowy filtr oleju

Typizacja filtrów marki Kolbenschmidt

### 1.3 Objaśnienia do numerów artykułów marki Kolbenschmidt

W przypadku filtrów marka Kolbenschmidt używa dwóch zakresów numerów: oprócz standardowego ośmiocyfrowego numeru Kolbenschmidt istnieje też odpowiedni numer skrócony. Numer skrócony składa się z trzech lub czterech cyfr i dwóch albo trzech liter: cyfry identyfikują filtr, a litery określają jego typ (patrz 2.). Ośmiocyfrowy numer Kolbenschmidt jest podawany na wszystkich dokumentach, takich jak dowody dostawy i faktury. Pierwszych 5 cyfr to zawsze „50 013” lub „50 014”; ostatnie trzy, względnie cztery cyfry, identyfikują filtr i odpowiadają cyfrom numeru skróconego.

**Przykłady:**

- Wkład filtra oleju  
095-OC = 50 013 095
- Filtr kabinowy z węglem aktywnym  
4027-ACC = 50 014 027



*Filtry powietrza*

## 1.4 Zużycie elementów w silniku spalinowym

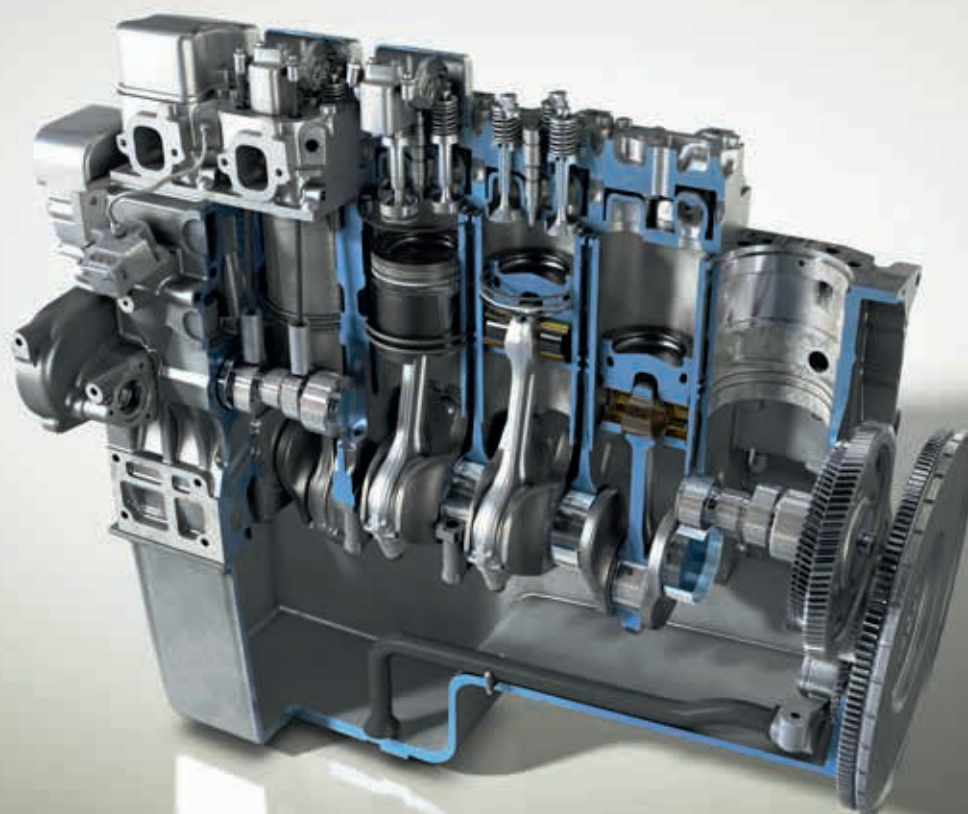
Wszędzie tam, gdzie ruchome części stykają się lub współpracują ze sobą, występuje tarcie, którego należy unikać.

Jako odpowiedniego do tego celu środka smarnego używa się oleju mineralnego lub syntetycznego, który tworzy między ruchomymi elementami maszyny warstwę ślizgową (film olejowy). Ta mikroskopijnie cienka warstwa separująca stanowi bufor zapobiegający bezpośredniemu kontaktowi i zapewniający ślizg. Taki sposób smarowania może prawidłowo funkcjonować oczywiście tylko pod

warunkiem, że olej będzie zawsze czysty. Olej nie może przenosić nawet mikroskopijnie drobnych zanieczyszczeń, ponieważ działając jako masa cierna niezwykle zwiększają zużycie części silnika.

Krytycznymi pod tym względem punktami w silniku są gładzie cylindrów, tłoki, pierścienie tłokowe, zawory, uszczelki, wały korbowe i łożyska korbowodów. Ciała obce mogą się dostawać do silnika na drodze bezpośredniej w postaci piasku czy cząstek piasku poprzez paliwo lub zasysane powietrze. Ale także ciała obce pojawiające

się w układzie na drodze pośredniej – jako skutek ścierania się metalowych części, rezultatu niecałkowitego spalania lub małych włókien, elementów gumowych czy też z tworzywa sztucznego – mogą wywoływać usterki i przyspieszać zużycie elementów.



*Przekrój silnika*

## 1.5 Zużycie części silnika wskutek obecności ciał obcych w układzie



*Nowa część*



*Uszkodzona część*

Bardzo silne zużycie na mostku pierścienia zgarniającego olej.  
Skutek: zwiększone zużycie oleju



*Nowa część*



*Uszkodzona część*

Wyraźne blizny na łożysku głównym, spowodowane przez masę ścierną złożoną z oleju i cząstek zanieczyszczeń.  
Skutek: awaria silnika



*Nowa część*



*Uszkodzona część*

Tłok noszący wyraźne ślady zużycia: silne starcie powłoki koszulki tłoka. Wskutek braku warstwy ślizgowej może dojść do mazania tłoka, a w najgorszym wypadku do otarć tłoka.



Rys. 1



Rys. 2

Wyraźne zużycie w okolicy 1. rowka pierścieniowego (Rys. 2): Ze względu na zwiększony (Rys. 2) luz zmniejsza się jakość sprężania, a więc dochodzi do redukcji mocy silnika.



Rys. 3



Rys. 4

Nowa tuleja bieżna cylindra z (Rys. 3) dobrze widocznym szlifem krzyżowym: taka powierzchnia, wykonana z użyciem narzędzi honujących, poprawia adhezję oleju na ścianie wewnętrznej cylindra.

Tuleja bieżna cylindra z bliznami w ścianie wewnętrznej (Rys. 4): Nie jest już widoczna struktura honowania. Skutek: zwiększone zużycie oleju

## 2.1 Podstawy

Gdy mówimy o filtracji w nowoczesnych pojazdach mechanicznych, mamy na myśli w pierwszej linii filtrację węglaną. Takie specjalne elementy filtracyjne stosuje się, gdy konieczna jest możliwie 100-procentowa separacja cząstek z płynów (oleju i paliwa) lub gazów (powietrza).

Separacja cząstek ma miejsce w strukturze węglanej medium na powierzchni pojedynczych włókien.

Zanieczyszczeniami tego rodzaju mogą być pyły, ścier metaliczny albo cząstki sadzy będące produktem niecałkowitego

spalania. Filtry muszą jednak usuwać z układu nie tylko cząstki stałe, ale także wodę z przewodów paliwowych i występujące w formie płynnej kropelki oleju, przenoszone przez gaz przedmuchowy w trakcie odpowietrzania skrzyni korbowej.

## 2.2 Zasady filtracji

Separacja cząstek zanieczyszczeń jest możliwa z wykorzystaniem różnych mechanizmów. Efekty te są opisane w kolejnych rozdziałach: są one w znacznym stopniu zależne od wielkości wymagających odseparowania cząstek oraz właściwości odpowiedniego płynu czy gazu. Siły fizyczne, takie jak np. siły odśrodkowe

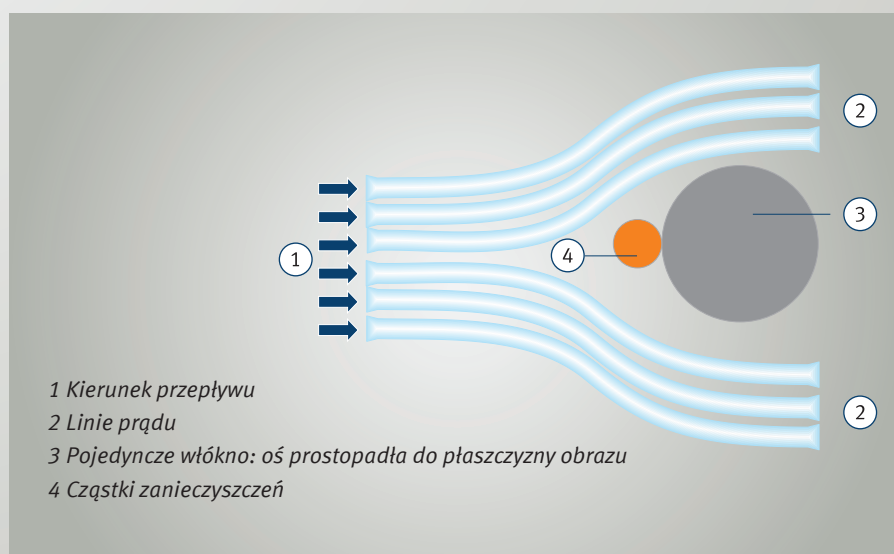
czy elektrostatyczne, także mają istotny wpływ na proces filtracji.

Na rysunkach poniżej medium filtracyjne przedstawiono jako pojedyncze włókna o orientacji prostopadłej w stosunku do płaszczyzny obrazu. Powietrze, olej i paliwo opływają te włókna laminarnie i są

przedstawione jako zwykłe krzywe (linie prądu). Zasada adsorpcji to istotny mechanizm separacji zanieczyszczeń w przypadku filtracji oleju i paliwa. W przypadku filtracji powietrza oprócz zasady adsorpcji należy też wymienić szczególnie zasadę bezwładności i zasadę dyfuzji.

## 2.3 Zasada bezwładności

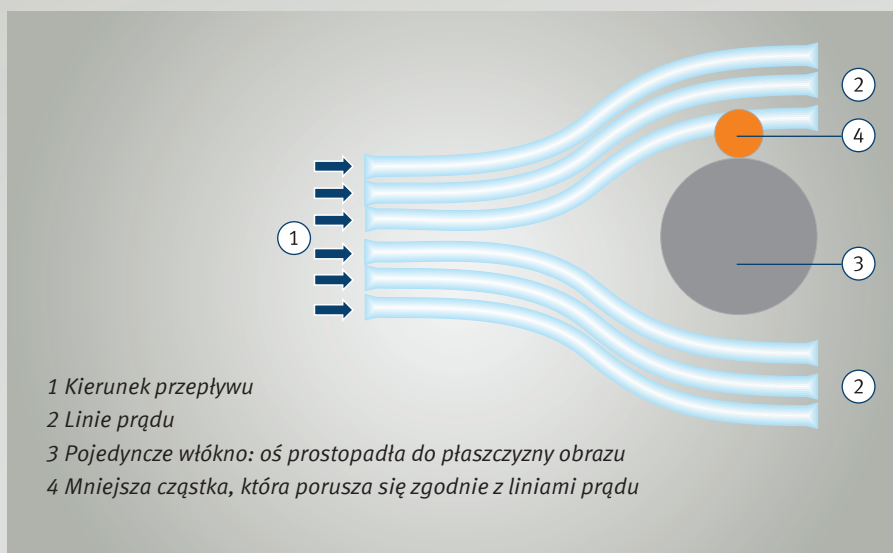
Zasada bezwładności polega na tym, że cząstki zanieczyszczeń o większej masie, które zbliżają się do włókien, wskutek bezwładności schodzą ze swoich linii ruchu i trafiają prosto na włókna.



Zasada bezwładności

### 2.4 Zasada adsorpcji

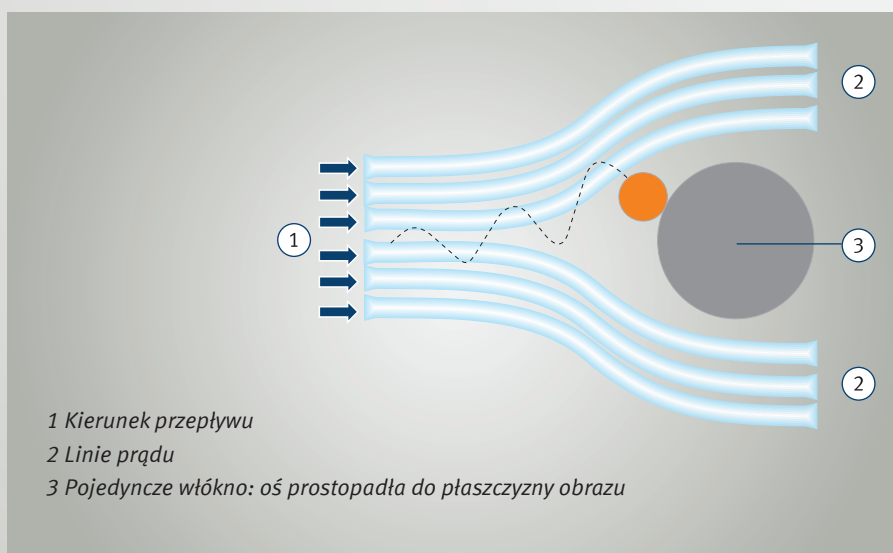
W przypadku zasady adsorpcji cząstki mogą się poruszać zgodnie z liniami prądu ze względu na swój rozmiar. Jeżeli jednak znajdują się za blisko włókna i zetkną się z nim, zostają zatrzymane (wskutek oddziaływań Van der Waalsa).



Zasada adsorpcji

### 2.5 Zasada dyfuzji

Zasada dyfuzji występuje w filtracji bardzo małych cząstek zanieczyszczeń o średnicy mniejszej od 0,5 mm: Poruszają się one po nieregularnych torach (ruchy Browna) i trafiają dość przypadkowo na włókna, na których pozostają.



Zasada dyfuzji

### 3.1 Podstawy

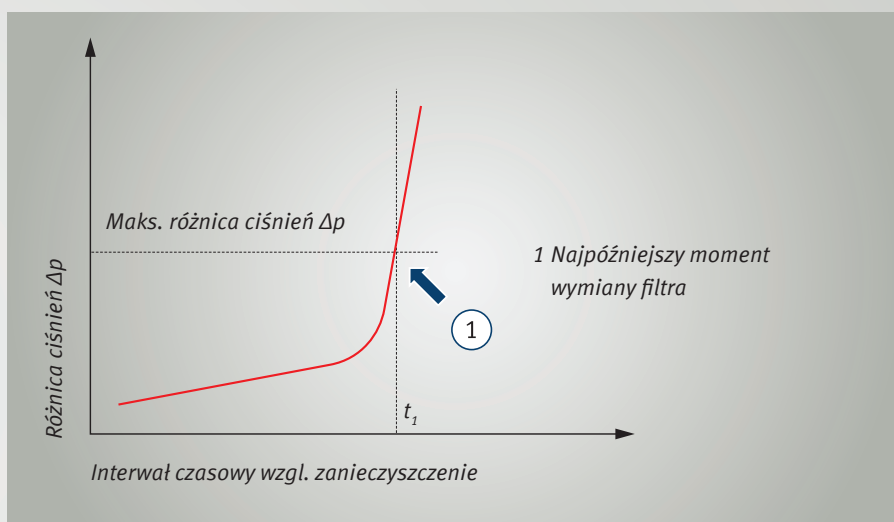
W nowym filtrze cząstki zanieczyszczeń osadzają się początkowo na powierzchni włókien. Wraz ze wzrostem stopnia

zanieczyszczenia warstwa ta rośnie, a porowatość ogólna filtra stale maleje. Wraz z redukcją porowatości ogólnej, przy

niezmiennym przepływie wzrasta różnica ciśnień.

### 3.2 Przebieg różnicy ciśnień w czasie

Przebieg różnicy ciśnień  $\Delta p$  w zależności od czasu eksploatacji wzgl. zanieczyszczenia pokazano na ilustracji: Dość wolny wzrost różnicy ciśnień jest typowy dla filtrów wgłębnych. Dopiero przy prawie całkowicie wyczerpanej porowatości ogólnej filtra różnica ciśnień skokowo wzrasta. W tym momencie konieczna staje się wymiana filtra. Czas  $t_1$  podano w specyfikacji producenta pojazdu.

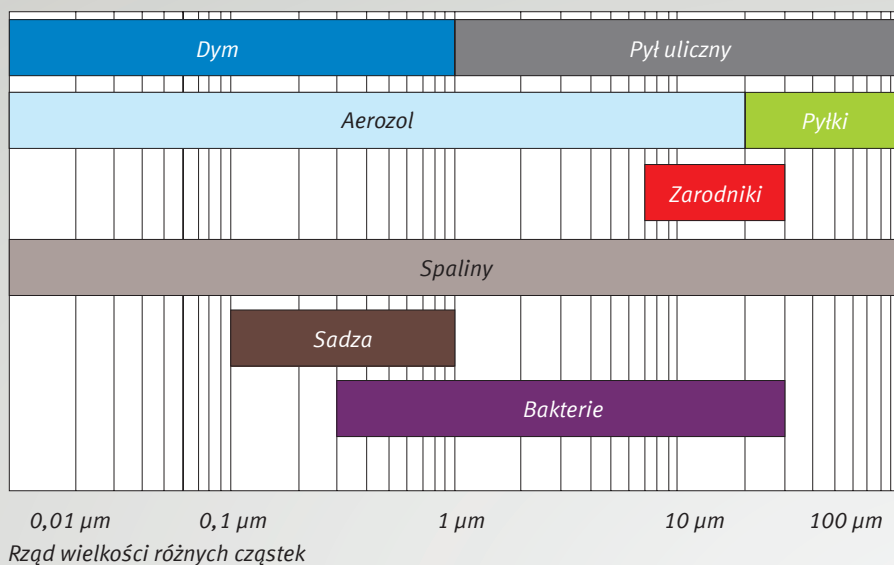


Różnica ciśnień

## 3 | Zanieczyszczenie a różnica ciśnień

### 3.3 Rząd wielkości różnych cząstek

Filtry z reguły muszą wychwytywać cząstki o mikroskopijnych rozmiarach. Poniższa ilustracja pokazuje różne wielkości typowych cząstek zanieczyszczeń, które musi odseparować filtr.

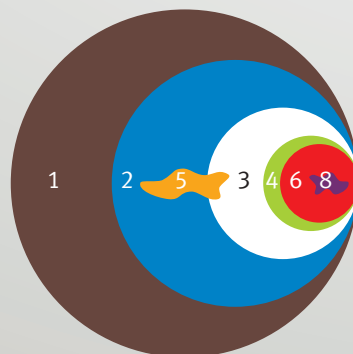


### 3.4 Proporcje wielkości

Aby lepiej przedstawić rząd wielkości, o którym mowa w przypadku filtracji, cząstki zanieczyszczeń i pyłki przedstawiono w porównaniu z przekrojem włosa ludzkiego.

1 Włos ludzki	(~70 μm)
2 Minimalna zdolność widzenia człowieka	(~40 μm)
3 Białe ciało krwi	(~25 μm)
4 Pyłki	(~10 μm)
5 Cząstki zanieczyszczeń	
6 Czerwone ciało krwi	(~7 μm)
7 Bakteria	(~2 μm)

Wielkości cząstek zanieczyszczeń



## 4.1 Podstawy

Ze względu na to, że papier jest głównym medium filtracyjnym stosowanym w pojazdach mechanicznych, w następnym rozdziale zostanie on dokładniej omówiony. W tej broszurze zrezygnowano jednak ze

szczegółowego opisu technik filtracji przy użyciu sit, filcu czy włóknin. W zależności od zastosowania, zaawansowane technicznie medium filtracyjne ma różny

skład struktury włókien i porów oraz różną dokładność filtracji. Trzy najważniejsze media filtracyjne to włókna bawełniane, celulozowe i włókna z tworzyw sztucznych.

## 4.2 Wymogi dotyczące medium filtracyjnego

- Wysoka stabilność pulsacyjna pod każdym obciążeniem dynamicznym
- Niewrażliwość na wodę (np. w przypadku silnego deszczu czy jazdy przez kałuże), oleje silnikowe, gazy pochodzące ze skrzyni korbowej i opary paliwa
- Wysoka stabilność termiczna, ponieważ w czasie jazdy element filtracyjny jest narażony na temperatury do 80°C

W celu ochrony przed tego rodzaju obciążeniami mechanicznymi, klimatycznymi i termicznymi papiery filtracyjne są impregnowane: papier nasycza się nowoczesnymi żywicami syntetycznymi, a następnie poddaje obróbce cieplnej.

Ważne jest przy tym zachowanie niezmięionej porowatości ogólnej, wielkości porów i struktury włókien materiału wyjściowego.

## 4.3 Wytłaczanie

Aby uzyskać jak największą powierzchnię filtracji w jednym wkładzie, w trakcie obróbki cieplnej papier poddaje się wytłaczaniu. W ramach tej technologii papier, dzięki swoim cechom termoplastycznym, w temperaturze od 20 do 100°C uzyskuje fałdy o określonym kształcie, które pozostają po stwardnieniu.

Taka geometria fałd umożliwia, np. w przypadku wkładu filtra do samochodów użytkowych, uzyskanie skutecznej powierzchni filtracji rzędu ok. 10 m<sup>2</sup>. Aby wykluczyć sklejenie fałd,

wytłacza się w określonych odstępach drobne mostki spełniające rolę elementów dystansowych. Poza tym możliwe jest nadanie każdej fałdzie na całej długości falistego kształtu, co zapobiega sklejeniu arkuszy papieru.



*Geometria fałd*

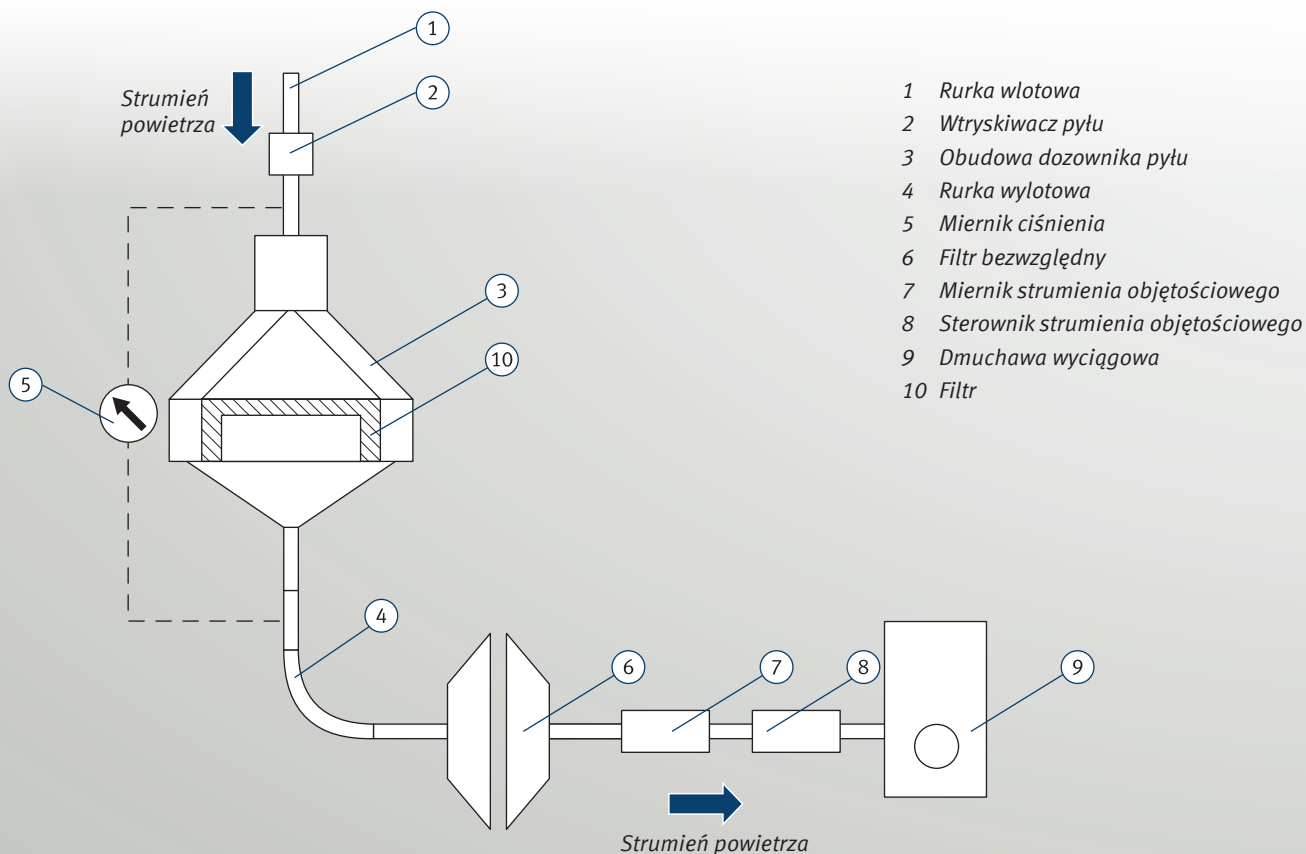
### 4.4 Kontrola jakości papierów filtracyjnych

Papier filtracyjny podlega surowym kontrolom jakości. Jedną z najważniejszych procedur kontrolnych jest tak zwana próba pęcherzykowa (bubble test). Mówiąc w uproszczeniu, polega ona na nasączeniu testowanego papieru płynem o dokładnie zdefiniowanych właściwościach, a następnie poddaniu go różnym ciśnieniom kontrolnym.

Pierwszy pęcherzyk powietrza można w ten sposób matematycznie przyporządkować największemu porowi papieru. Pokrycie badanego przedmiotu pęcherzykami informuje o średnim rozkładzie wielkości porów.

Określa to zasada: „Duże pory wymagają niskich, a mniejsze pory większych ciśnień”. Metoda ta pozwala poza tym na pomiar różnicy ciśnień. Test jest dość prosty, a mimo to bardzo dokładny. Nie można przy tym jednak zapominać, że dostarcza tylko wartości porównawczych, odniesionych do innych papierów. Jako uzupełnienie w praktyce przeprowadza się jeszcze próby filtracji z użyciem cząstek kontrolnych (metoda bezpośrednia zgodna z normą ISO 5011). Poniższa ilustracja pokazuje sposób przeprowadzania prób współczynnika filtracji i chłonności elementów filtracyjnych.

Na podstawie uzyskanych w ten sposób wyników można dokładnie dobrać papier filtracyjny właściwy do danego przypadku zastosowania.



Sposób testowania współczynnika filtracji

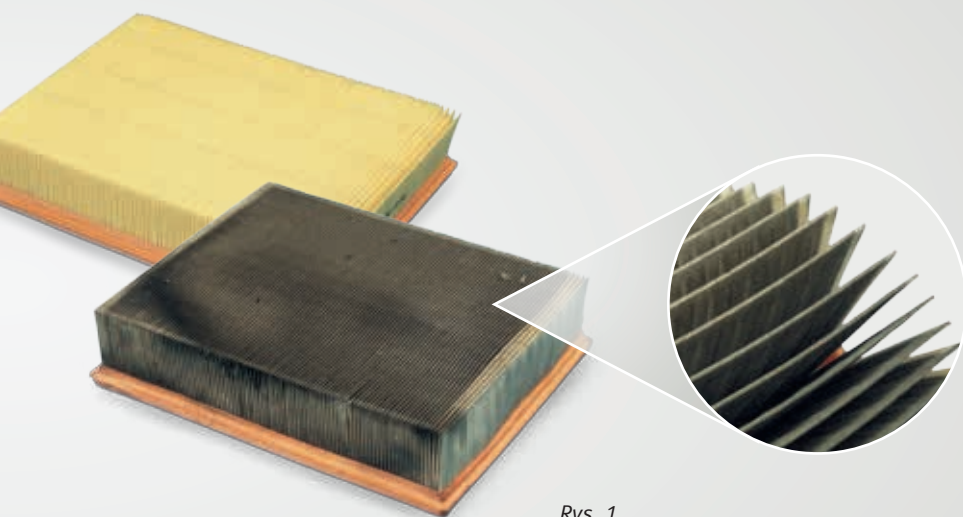
## 5.1 Podstawy

Gdy mówimy o filtrach powietrza (filtrach powietrza zasysanego) nowoczesnych silników, mamy przeważnie na myśli tak zwane filtry suche. Jest to pojęcie nadrzędne, oznaczające wymienne filtry papierowe. Filtry suche są przeciwieństwem

filtrów mokrych lub olejowych, w których decydujące zadanie oddzielania cząstek pyłu z zasysanego powietrza wykonują ciecz. Papierowy filtr powietrza okazał się w tym zakresie najlepszy głównie dlatego, że może zapewnić wyższe, a przede

wszystkim stałe współczynniki filtracji we wszystkich zakresach obciążenia. Jego dalsze zalety to łatwość konserwacji i dowolność pozycji montażowej. Filtry papierowe mają zalety także z punktu widzenia ekologii.

## 5.2 Zadanie i funkcja



Rys. 1

Wyraźnie widać warstwę brudu, która po przejechaniu ok. 15000 km osadziła się na filtrze (Rys. 1). Najmniejsze cząstki zanieczyszczeń osadzają się w strukturze głębokiej papieru filtracyjnego. Skutek: wzbogacenie mieszanki paliwowo-powietrznej, zwiększona emisja szkodliwych substancji, redukcja mocy silnika

Filtry powietrza oczyszczają zasysane powietrze i tłumią odgłosy zasysania wydawane przez silnik. Ich inną funkcją – głównie w samochodach osobowych – jest ogrzewanie zasysanego powietrza oraz regulacja temperatury. Regulacja ta jest bardzo ważna dla pracy silnika i składu spalin.

Oto przykład liczbowy, który ma uzmysłowić czytelnikowi skuteczność, a przez to znaczenie elementu filtracyjnego:

W zależności od terenu, pogody, właściwości podłoża i nawierzchni oraz sposobu korzystania z pojazdu, ilość pyłu na m<sup>3</sup> powietrza może wynosić od 1 do 10 mg. Na drogach nieutwardzonych albo na budowach ilość ta może wynieść nawet 40 mg.

Jeżeli przyjąć, że całkowite spalanie jednego litra paliwa wymaga doprowadzenia około 14 kg powietrza (silnik z zapłonem iskrowym), można sobie

wyobrazić, jaką ilość cząstek pyłu trzeba przy tym odfiltrować. Razem z olejem smarnym pył ten może tworzyć masę cierną, która zawsze prowadzi do nadmiernego zużycia tłoków, pierścieni tłokowych i gładzi cylindrów.

### 5.3 Szkody następne

Zaniechanie terminowej wymiany filtra powietrza, ze względu na rosnący opór przepływu, skutkuje wzbogaceniem mieszanki paliwowo-powietrznej, a przez to zwiększoną emisją szkodliwych substancji i redukcją mocy silnika.

Przechodzące przez papier filtracyjny mikropyły powodują zamulenie silnika

i mogą się osadzać na czujniku przepływu powietrza. Część ta znajduje się po stronie powietrza oczyszczonego przez filtr powietrza zasysanego i odpowiada za dozowanie paliwa (wzrost zużycia paliwa).

Jeżeli cząstki zanieczyszczeń dostaną się do komory spalania, maleje żywotność eksploatacyjna silnika spalinowego,

ponieważ intensyfikacja efektu ciernego przyspiesza zużycie łożysk ślizgowych, tłoków, pierścieni tłokowych i gładzi cylindrów.

### 5.4 Konstrukcja filtra powietrza samochodu osobowego

Filtry powietrza w samochodach osobowych mają zwykle jedną z dwóch konstrukcji: filtra panelowego i okrągłego (z elementami okrągłymi i owalnymi). To, jaka forma filtra nadaje się najlepiej do konkretnego zastosowania, zależy przede wszystkim od możliwości realizacji podstawowych zasad filtracji.

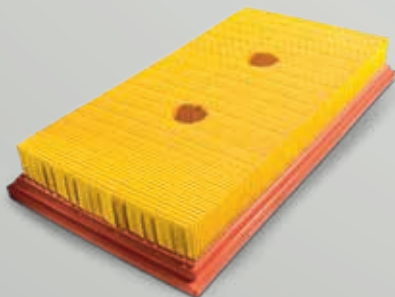
Pozycję filtra w pojeździe określa się pod kątem minimalizacji przypadającej ilości pyłu czy wody. Elementy filtracyjne muszą mieć wysoki, niezależny od obciążenia współczynnik filtracji.

Wymienia się je w prosty sposób w ramach określonych przez producenta pojazdu interwałów konserwacyjnych.

Paleta silników oferowanych przez różnych producentów pojazdów jest bardzo szeroka, a każdy pojazd wymaga filtra dokładnie dostosowanego do wymagań silnika i przestrzeni montażowej. Filtry powietrza marki Kolbenschmidt są dostępne praktycznie do wszystkich pojazdów i dostosowane konstrukcyjnie do danego pojazdu.

Obudowy filtrów i elementy filtracyjne są dokładnie dostosowane do siebie i typu silnika oraz zastosowanego w nim układu dolotowego.

Specjalną formą filtra jest filtr panelowy z włókniną ochronną (Rys. 4). Filtr oprócz papieru filtracyjnego ma okrągłą włókninę zapewniającą filtrację wstępną. Taką wersję stosuje się głównie na obszarach o znacznym zapyleniu.



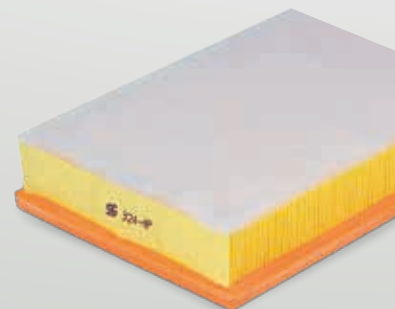
Rys. 1:  
Filtr powietrza, panelowy (AP)



Rys. 2:  
Filtr powietrza, okrągły (AR)



Rys. 3:  
Filtr powietrza AP, okrągły do samochodów ciężarowych (AR)



Rys. 4:  
Filtr powietrza, panelowy z włókniną ochronną

### 5.4.1 Konstrukcja filtra powietrza samochodu użytkowego

Ze względu na duże natężenie przepływu i mniejsze znaczenie uszczelnienia krawędzi obudowy filtra, w samochodach użytkowych dominują walcowe filtry okrągłe z plecionką stalową lub z tworzywa sztucznego.

W przypadku pojazdów użytkowych rozróżnia się między jedno- i wielostopniowymi filtrami powietrza. W przeciwieństwie do filtra jednostopniowego, filtr wielostopniowy posiada jeszcze wstępny separator, często działający na zasadzie cyklonu.

Cyklonowy separator wstępny wykorzystuje siłę odśrodkową: specjalnie wykonana tarcza wirnikowa z tak zwanymi przegrodami prowadzącymi wprawia strumień powietrza w ruch obrotowy. Cząstki zanieczyszczeń są odrzucane przez siłę odśrodkową na ścianę obudowy, gdzie w zależności od konstrukcji filtra są wydalane na zewnątrz albo odprowadzane do zbiornika.

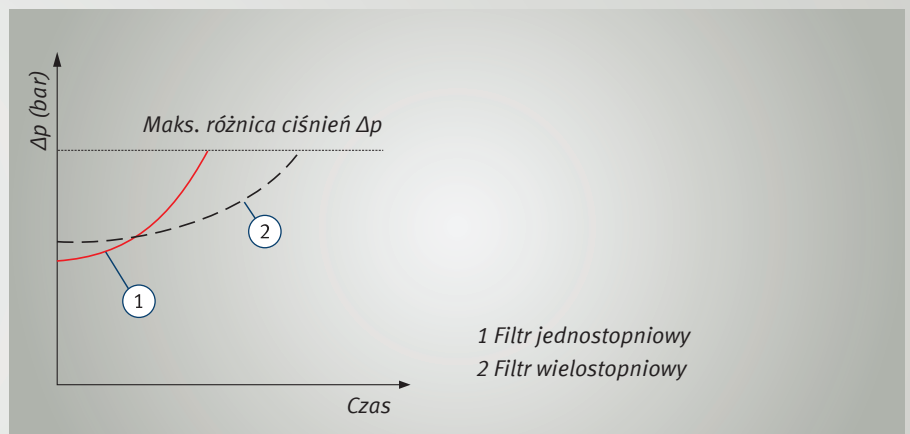
Separator wstępny może zwiększyć żywotność eksploatacyjną filtra.

Oba te typy filtrów znajdują się przeważnie w jednej obudowie. Filtry wielostopniowe stosuje się głównie w maszynach budowlanych i rolniczych.

Szczególnie w sektorze maszyn budowlanych filtry wyposaża się częściowo w dodatkowy element wtórny (element zabezpieczający). Służy on do ochrony silnika przy pracach konserwacyjnych prowadzonych przy elemencie głównym albo w przypadku uszkodzenia silnika. Elementu wtórnego zasadniczo nie można używać bez filtra głównego i powinno się go wymieniać co trzecią wymianę elementu głównego.

W przypadku pojazdów użytkowych widać często, że miejsce zasysania powietrza znajduje się nad kabiną albo z jej boku. Pozwala to zminimalizować wciągana ilość pyłu, co odpowiednio wydłuża interwały konserwacyjne.

W nowoczesnych samochodach ciężarowych stosuje się często obudowy filtrów większe niż wymagałyby tego parametry filtracji. Zmniejsza to znacznie odgłosy zasysania. Mówimy tu o tak zwanych filtrach tłumiących, łączących filtrację z tłumieniem dźwięków.



Różna żywotność eksploatacyjna



Wielostopniowy filtr powietrza do samochodów użytkowych

### 5.5 Instrukcje montażowe wymiany filtra

Podczas wymiany filtra powietrza należy się stosować do następujących zasad:

- Nigdy nie wymieniać filtra powietrza przy pracującym silniku.
- Wykluczyć możliwość dostania się cząstek zanieczyszczeń do kanałów powietrza podczas demontażu starego filtra.
- Nie czyścić starego filtra sprężonym powietrzem.
- Dobrać odpowiedni filtr, w przeciwnym razie różne parametry uszczelnienia i filtracji mogą spowodować poważne uszkodzenia silnika.
- Zamontować nowy filtr zgodnie z przepisami producenta.

- Przed montażem nowego filtra wyczyścić pokrywę i obudowę czystym, miękkim czyściwem. Nie używać szczotki ani innych narzędzi, które mogłyby wzbić cząstki zanieczyszczeń.
- Skontrolować wszystkie uszczelki pod kątem uszkodzeń. Nawet najmniejsze pęknięcia i deformacje mogą za sobą pociągać poważne zanieczyszczenia. W razie wątpliwości wymienić wszystkie uszczelki.
- Umieścić element filtracyjny pośrodku.
- Przy mocowaniu pokrywy uważać, by między pokrywą i obudową nie pozostała szczelina, przez którą nieprzefiltrowane powietrze mogłoby się dostawać do komór spalania.



#### **Wskazówka:**

Jeżeli pojazd często jeździ po pylistych drogach, wkład filtra powietrza należy wymieniać częściej niż byłoby to konieczne w normalnych warunkach.



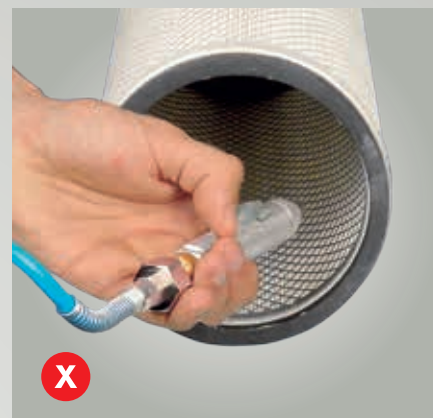
*Filtry powietrza*

## 5.6 Błędy obsługi

Filtra nigdy nie wolno przedmuchiwać sprężonym powietrzem (Rys. 1 i 2). Powoduje to wtłoczenie mikroskopijnych zanieczyszczeń jeszcze głębiej w strukturę papieru filtracyjnego, co dodatkowo redukuje przepływ. Poza tym powietrze pod wysokim ciśnieniem może rozerwać papier filtracyjny.



Rys. 1

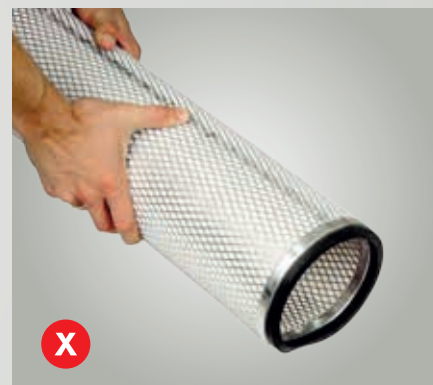


Rys. 2

Należy też uważać, aby przy manipulowaniu filtrem nie zniszczyć pakietu papierowego i powierzchni uszczelnienia (Rys. 3 i 4). Z tego względu filtra nie należy też czyścić przez wypukowanie. Wskutek niedostatecznego uszczelnienia albo przerwania papieru filtracyjnego ciała obce mogą się przedostać do wnętrza silnika i spowodować poważne uszkodzenia.



Rys. 3

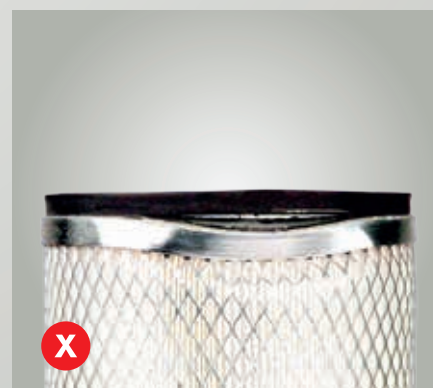


Rys. 4

W żadnym wypadku nie wolno montować wypaczonych lub odkształconych filtrów (Rys. 5 i 6).



Rys. 5



Rys. 6

### 6.1 Podstawy

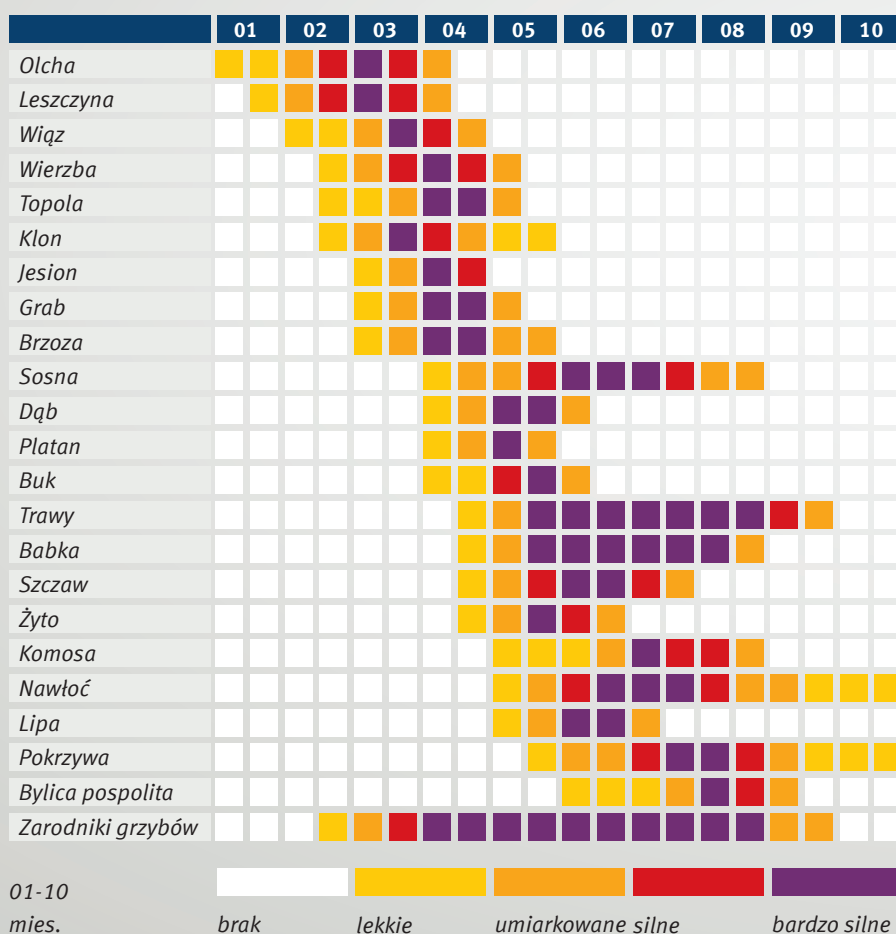
Szczególnie w okresie wiosennym, gdy pojawiają się pierwsze kwiaty, bardzo wysokie jest stężenie pyłków w powietrzu. Jest to duży problem dla alergików nękanych katarrem siennym, kaszlem, dusznościami i innymi nieprzyjemnymi objawami. Najnowsze badania wskazują, że w przypadku alergików znacznie zwiększa się ryzyko wypadku (nawet o 30%).

Niebezpieczne dla pasażerów pojazdu są jednak nie tylko pyłki, ale również koktajl złożony z cząstek sadzy, zarodników, bakterii i toksycznych gazów (np. benzen, ołów, ozon itd.). Badania wykazały, że bez skutecznego filtra stężenie substancji lotnych i szkodliwych we wnętrzu pojazdu może być nawet sześć razy większe niż na dworze.

Filtr kabinowy marki Kolbenschmidt chroni pasażerów przed szkodliwymi stałymi i gazowymi substancjami, które normalnie dostają się przez dmuchawę do wnętrza pojazdu: „wdycha” on po prostu pył, sadzę i inne ciała obce, pochłaniając do 99,5% z nich. Ciągły dopływ świeżego, czystego powietrza zapewnia kierowcy i pasażerom przyjemną, spokojną jazdę.

#### Montaż filtra kabinowego marki Kolbenschmidt zapewnia komfortową i bezpieczną jazdę samochodem:

- bez łzawienia oczu,
- bez kaszlu,
- bez kichania.



## 6.2 Doprowadzenie świeżego powietrza w pojeździe

Zarówno zdolność koncentracji, jak i wydolność człowieka są w bardzo dużym stopniu uzależnione od jakości i temperatury otaczającego go powietrza. Dlatego właśnie do wnętrza pojazdu musi być ciągle doprowadzane filtrowane, świeże powietrze. W zależności od temperatury otoczenia może ono być nagrzane lub ochłodzone.

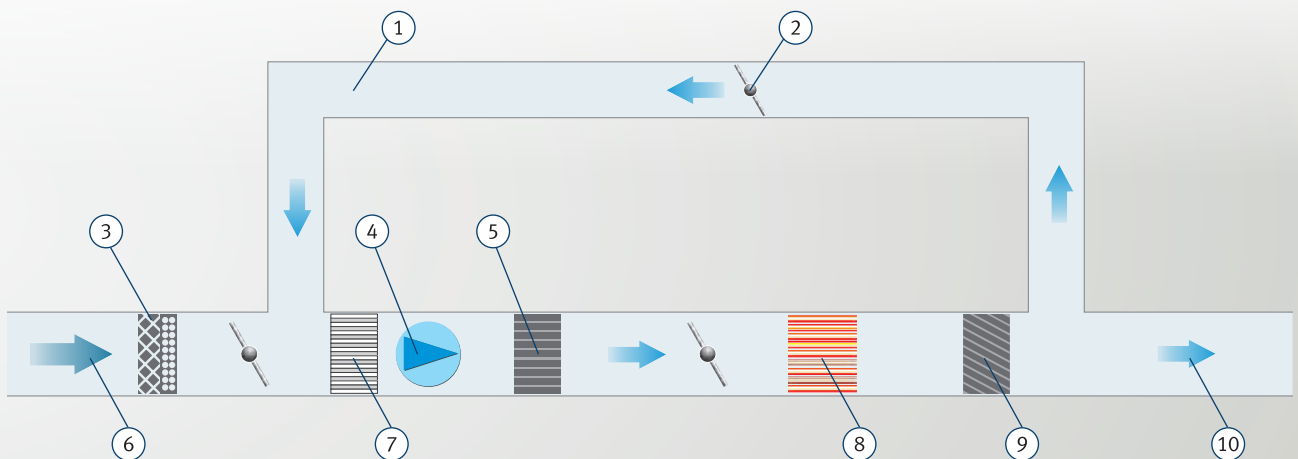
Ważnym elementem układu wentylacji pojazdu jest filtr kabinowy.

Filtr kabinowy jest instalowany w kanale powietrza zasysanego przez dmuchawę i filtruje z powietrza cząstki ciał obcych, takich jak pył, pyłki, sadza itd. Od kilku lat montowany jest seryjnie i zapewnia świeże powietrze we wnętrzu pojazdów.

Filtry kabinowe są dostępne w najróżniejszych formach i wersjach, zależnych od pojazdu: ich paleta rozciąga się od filtrów prostokątnych czy trapezowych po okrągłe filtry kabinowe,

z obudową z tworzywa sztucznego, z pianką uszczelniającą i bez pianki.

Poniżej pokazany jest schemat układu klimatyzacji pojazdu z filtrem kabinowym, przedstawiający rozmieszczenie elementów w kanale powietrza zasysanego. Konstrukcja normalnego układu ogrzewania jest podobna, ale nie zawiera parownika.



Schemat układu klimatyzacji

- |   |                       |  |
|---|-----------------------|--|
| 1 Obieg zamknięty   | 4 Dmuchawa            | 8 Ogrzewanie / wymiennik ciepła                    |
| 2 Przepustnica  | 5 Parownik            | 9 Komora mieszania                                 |
| 3 Kratka wentylacyjna ze zintegrowanym separatorem kropli | 6 Powietrze otoczenia | 10 Świeże powietrze doprowadzone do kabiny pojazdu |
|   | 7 Filtr kabinowy      |  |

### Obieg otwarty

Dmuchawa zasysa powietrze z otoczenia. Kratka wentylacyjna zatrzymuje liście, owady i inne duże cząstki. Zainstalowany dalej filtr kabinowy filtruje pył, pyłki, sadzę i inne zanieczyszczenia, po czym oczyszczone powietrze trafia na parownik. Tutaj jest chłodzone, przy czym zawarta w nim woda skrapla się i jest

wyprowadzana przez węże na zewnątrz układu. Suche i chłodne powietrze ogrzewa się następnie przy wymienniku ciepła do temperatury wybranej przez kierowcę. Stąd dostaje się przez różne przepustnice i dysze do odpowiednich miejsc wnętrza pojazdu.

### Obieg zamknięty

W tym trybie powietrze zasysane jest tylko z kabiny pojazdu. Przez filtr kabinowy i parownik oczyszczone powietrze dostaje się następnie z powrotem do wnętrza. Tego trybu używa się głównie w korkach albo tunelach.

## 6 | Filtry kabinowe

### 6.3 Typy filtrów

Filtry marki Kolbenschmidt podzielono na dwa typy filtrów kabinowych. Są to: filtr standardowy (AC) i filtr węglowy (ACC), nazywany też filtrem łączonym.

Oznaczenie	Typ filtra
AC (air cabin)	Filtr kabinowy, standardowy
ACC (air cabin with activated carbon)	Filtr kabinowy z węglem aktywnym

### 6.4 Filtr standardowy (AC)

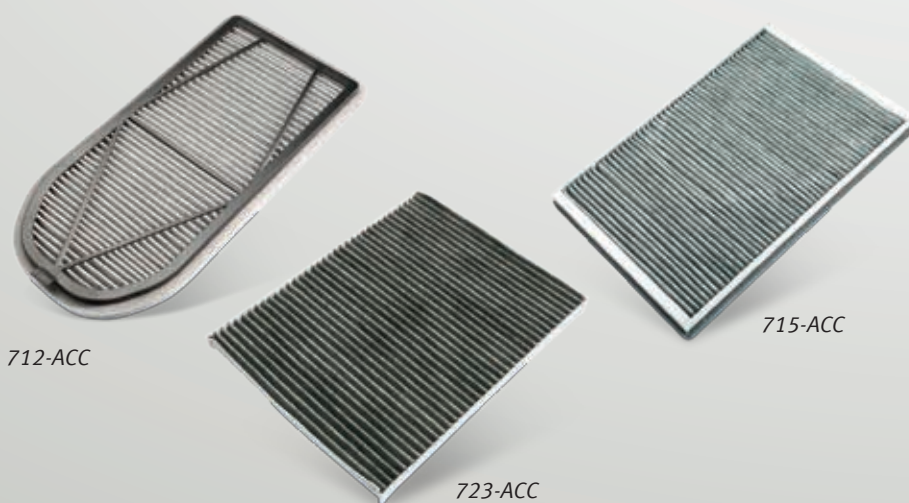
Filtr standardowy absorbuje z powietrza otoczenia głównie cząstki stałe, czyli pyłki, zarodniki, sadzę, cząstki pyłu i ścier z opon itd. Jest to zapewniane przez specjalne medium filtracyjne.



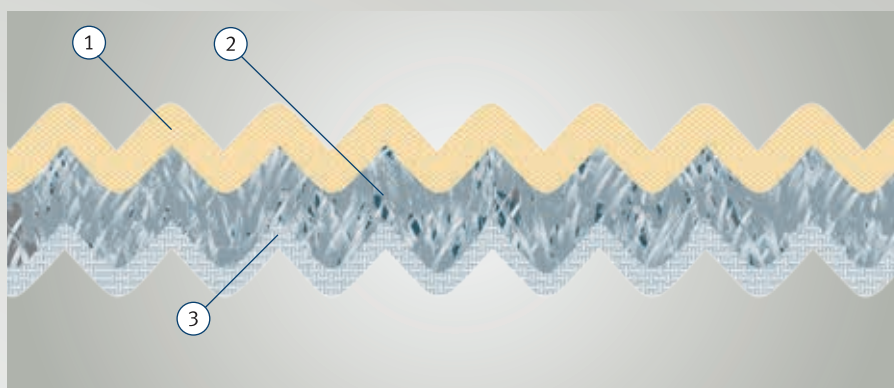
### 6.5 Filtr węglowy/filtr łączony (ACC)

Filtr węglowy, wykorzystujący węgiel aktywny, oprócz cząstek stałych filtruje także szkodliwe gazy, takie jak tlenki azotu, dwutlenek siarki, ozon i węglowodory, w 95% chroniąc przed nimi wnętrze pojazdu: warstwa węgla aktywnego znajdująca się w filtrze separuje i pochłania nawet najmniejsze cząstki.

Filtr usuwa też nieprzyjemne zapachy, co redukuje do minimum dyskomfort podczas przejazdów przez tunele czy w korkach.



Filtry węglowe składają się z różnych mediów tworzących warstwy: medium nośnego, które stabilizuje filtr, medium filtracyjne i warstwy węgla aktywnego (Rys. 1).

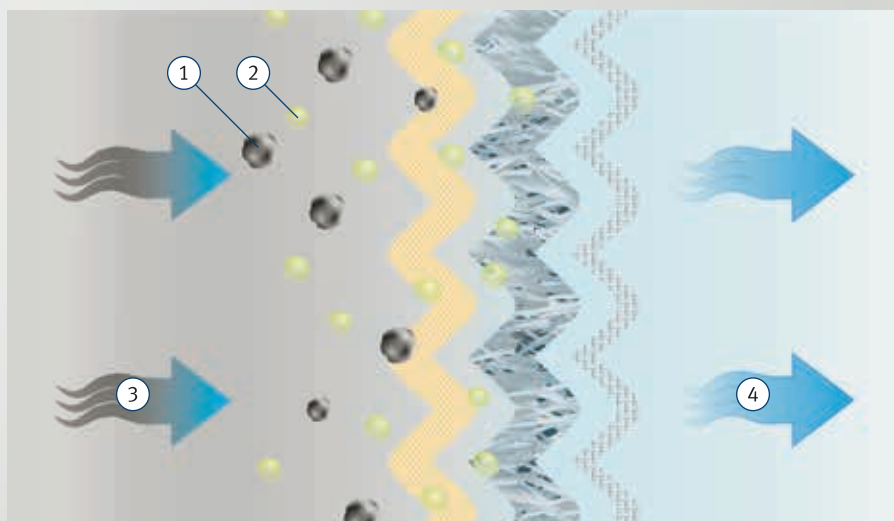


Rys. 1: Przekrój filtra łączonego

- 1 Medium filtracyjne
- 2 Warstwa węgla aktywnego
- 3 Medium nośne

Zasada filtracji w przypadku filtra węglowego jest całkiem prosta; schematycznie przedstawiono ją na ilustracji 2 obok: W trakcie przepływu powietrza medium filtracyjne zatrzymuje substancje stałe, podczas gdy warstwa węgla aktywnego wiąże zapachy i gazy.

Alternatywnie dla filtra standardowego jest często dostępny filtr łączony. Pojazdy wyposażone dotychczas tylko w filtr standardowy można dzięki temu bez problemu wyposażyć w filtr węglowy o identycznej konstrukcji. Ze względu na większy zakres filtracji coraz więcej nowych pojazdów seryjnie wyposaża się dziś w filtry węglowe.



Rys. 2: Zasada filtracji w przypadku filtra węglowego (filtra łączonego)

- 1 Cząstki zanieczyszczeń
- 2 Cząsteczki gazu
- 3 Zanieczyszczone powietrze otoczenia
- 4 Czyste powietrze wewnętrzne

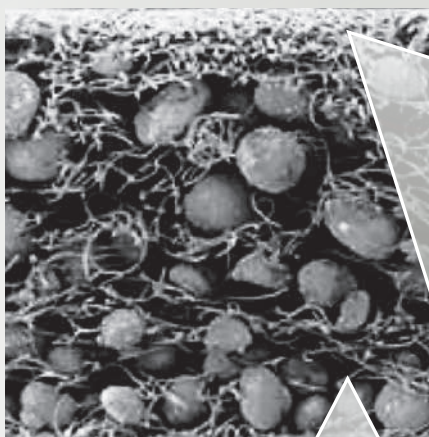
### 6.6 Medium filtracyjne/węgiel aktywny

Węgiel aktywny jest produktem całkowicie naturalnym, wytwarzanym z węgla, torfu, drewna albo łupin orzechów kokosowych. Struktura porów charakteryzująca ten mechaniczny filtr uzyskiwana jest w procesie aktywacji: podczas zwęglania surowców powstają bardzo małe pory, które są zatkane przez substancje smółkowe. Pod działaniem pary (500–800 °C) substancje te ulatniają się, co otwiera i odpowiednio powiększa pory.

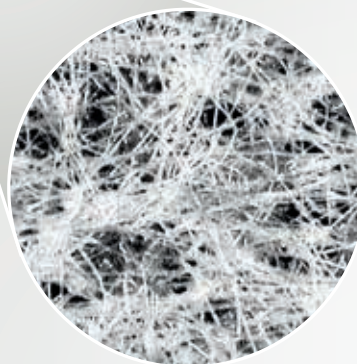
Uzyskana w ten sposób porowata struktura zapewnia znacznie większą powierzchnię filtracji niż porównywane materiały (~1000 m<sup>2</sup> na jeden gram węgla aktywnego). Do produkcji filtrów kabinowych marki Kolbenschmidt używa się wyłącznie węgla aktywnego z łupin orzecha kokosowego, gdyż są one wyjątkowo odporne na ścieranie.

Rys. poniżej pokazuje przekrój filtra węglowego widziany pod mikroskopem oraz ziarno węgla aktywnego i kształt jego powierzchni w powiększeniu.

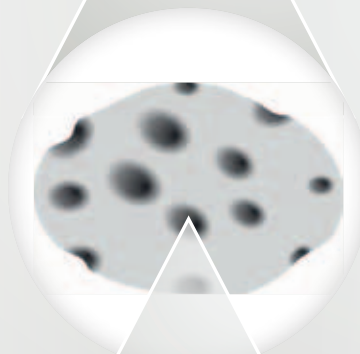
#### Pozycja i powierzchnia ziarna węgla aktywnego



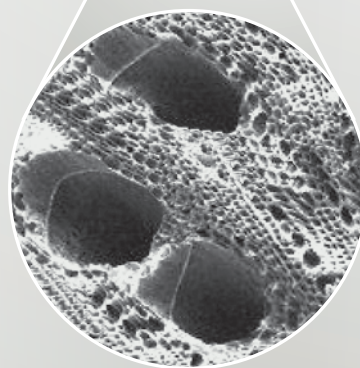
*Przekrój filtra węglowego: pozycja ziaren*



*Wycinek: warstwa mikrowłókien*



*Ziarno węgla aktywnego*

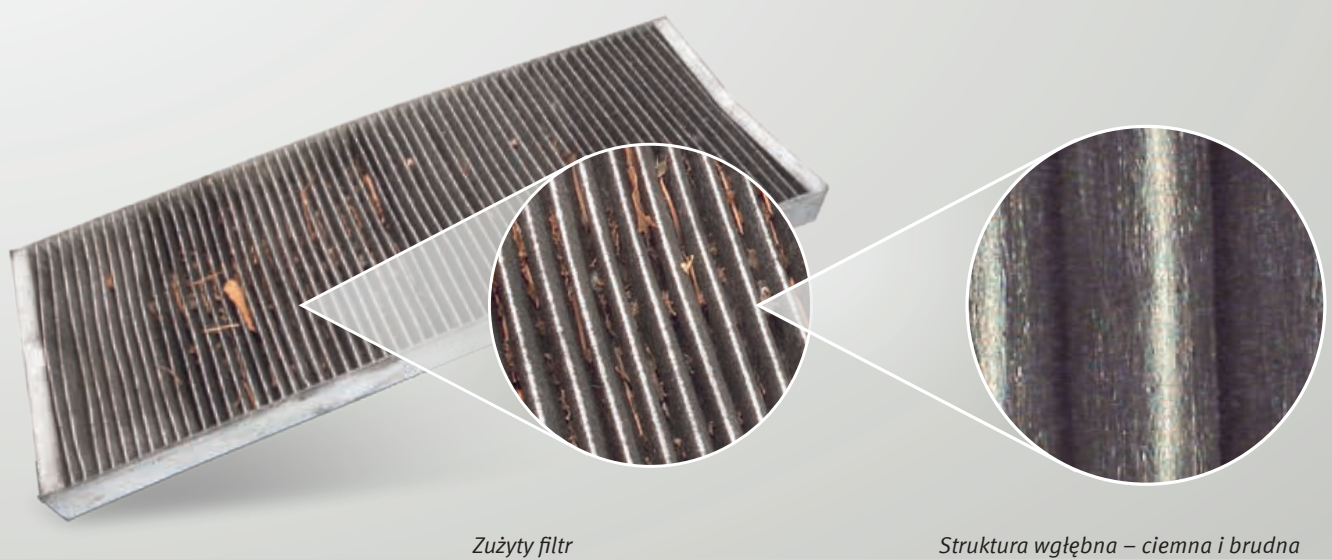
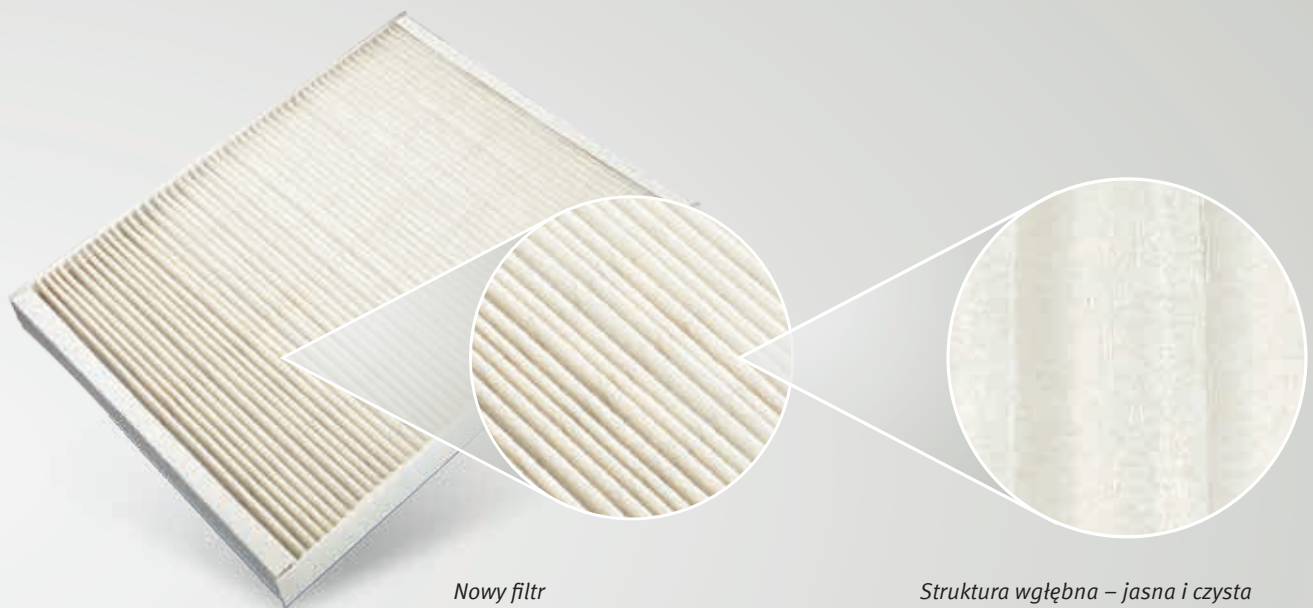


*Powierzchnia ziarna węgla aktywnego*

## 6.7 Interwał wymiany i szkody następcze

Filtr kabinowy ma ograniczoną żywotność eksploatacyjną, ważna jest więc jego regularna wymiana. Po upływie określonego czasu filtr jest wyczerpany, tzn. nie może

już pochłaniać żadnych nowych cząstek i traci przydatność. Producenci pojazdów określają rok lub 15000 km przebiegu jako wartość orientacyjną.



## 6 | Filtry kabinowe

Po osiągnięciu maksymalnej chłonności nie jest już możliwe doprowadzanie normalnej ilości powietrza ze względu na znaczną redukcję przepływu: mimo ustawienia dmuchawy na wyższy poziom pracy szyby zaparowują i powstają smugi.

Gdy strumień powietrza jest mniejszy, ma to też ujemny wpływ na dmuchawę, która musi pokonywać zwiększony opór zatkanego filtra. Filtr nasycony cząstkami pyłu i zanieczyszczeń rozsiewa poza tym we wnętrzu pojazdu nieprzyjemny, stęchły zapach i stanowi idealne miejsce rozwoju oraz pożywkę dla szkodliwych mikroorganizmów, takich jak bakterie i grzyby.

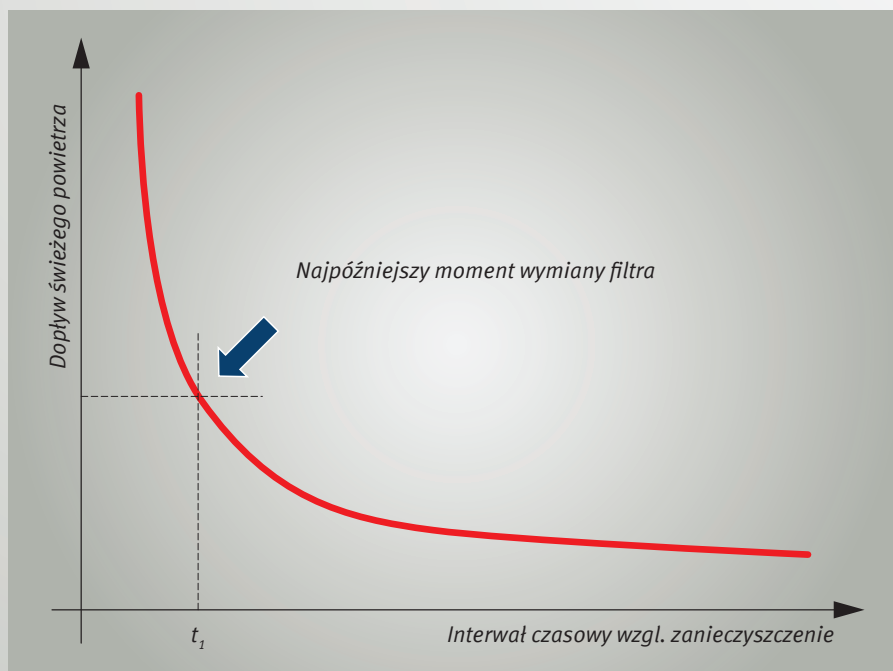
Jeżeli dodatkowo filtr jest jeszcze uszkodzony, parownik ulega silniejszemu zanieczyszczeniu, co redukuje skuteczność chłodzenia klimatyzacji i może spowodować jej awarię. Skutkiem tego stanu rzeczy są kosztowne naprawy.

Ponadto bakterie i grzyby dostają się bez przeszkód przez dmuchawę do wnętrza pojazdu, gdzie zagrażają zdrowiu pasażerów. Brudzą się też nadmiernie fotele i tapicerka.

Filtr pyłków jest celowy tylko pod warunkiem, że okna i dach pojazdu pozostają zamknięte.

**Podsumowując, zalecamy wymianę filtra kabinowego najpóźniej w chwili wystąpienia następujących symptomów:**

- Zaparowane szyby mimo wysokiego stopnia pracy dmuchawy (powstawanie smug)
- Niska wydajność klimatyzacji albo dmuchawy
- Stęchły zapach
- Zmęczenie pasażerów
- Zanieczyszczenie kokpitu i tapicerki



Charakterystyka dopływu świeżego powietrza

## 6.8 Instrukcje montażowe wymiany filtra i błędy obsługi

Filtry są zainstalowane przeważnie w łatwo dostępnym miejscu w komorze silnika, w okolicy zbiornika płynu chłodzącego (patrz Rys. 1). W nowoczesnych pojazdach znajdują się też często w strefie kokpitu.

Zasadniczo filtry kabinowe powinien wymieniać tylko wykwalifikowany specjalista.



**Wskazówka:**

Filtrów kabinowych w samochodach osobowych nie wolno czyścić sprężonym powietrzem ani przez opukiwanie. Takie postępowanie powoduje, że mikroskopijne cząstki zanieczyszczeń zostaną jeszcze głębiej wtłoczone w strukturę wgłębną papieru filtracyjnego. Spowoduje to jeszcze większą redukcję przepływu. Poza tym może dojść do porwania medium filtracyjnego i zniszczenia warstwy węgla aktywnego.



Rys. 1: Wymiana filtra kabinowego

## 7 | Osuszacze powietrza

### 7.1 Podstawy

Specjalny rodzaj filtracji zapewnia osuszacz powietrza. Jest stosowany szczególnie w instalacjach pneumatycznych średnich i ciężkich samochodów użytkowych. Ze

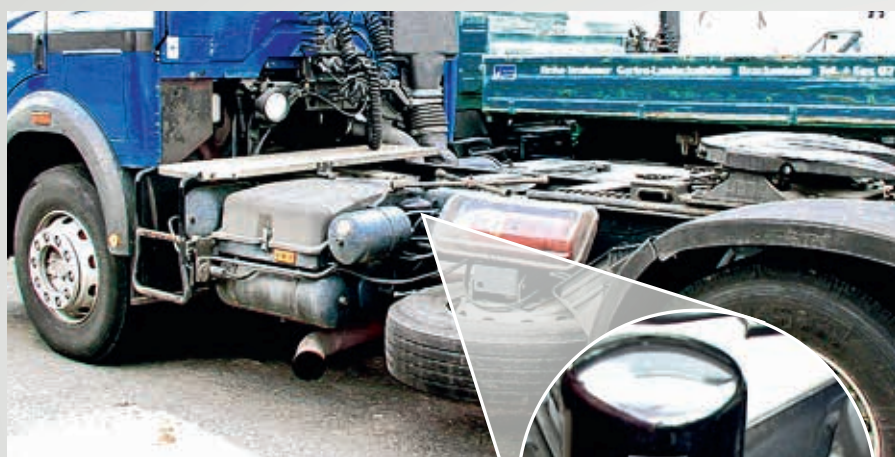
względu na to, że w nowoczesnych pojazdach sprężone powietrze wykorzystuje się jako nośnik energii w wielu procesach sterowania i regulacji, osuszacz powietrza

należy do elementów pojazdu, które są istotne dla bezpieczeństwa ruchu.

### 7.2 Funkcja

Sprężone powietrze potrzebne hamulcom wytwarza sprężarka napędzana przez silnik. Następnie sprężone powietrze przepływa ze sprężarki do jednokomorowego osuszacza powietrza z regulatorem ciśnienia. Tutaj sprężone powietrze jest osuszane przez specjalny granulat, a ciśnienie w układzie hamulcowym ograniczane jest przez zintegrowany regulator ciśnienia do ustawionej wartości.

Następnie sprężone powietrze dostaje się do akumulatora sprężonego powietrza, który jest wyposażony w czujnik skroplin i zawór bezpieczeństwa jako elementy monitorujące suchość powietrza.



Pozycja montażowa osuszacza

### 7.3 Szkody następne

Dostanie się wody i oleju do zbiornika powietrza, a stąd do układu hamulcowego, ma niebezpieczne i kosztowne skutki: woda uszkadza zawory, powoduje korozję w przewodach i zbiornikach, przy ujemnych temperaturach może poza tym dojść do zamarznięcia całego układu. Olej ujemnie wpływa na sprawność zaworów i pogarsza działanie hamulców. To z kolei powoduje silniejsze obciążenie okładzin hamulcowych i ich przyspieszone zużycie.

W celu wykluczenia tego rodzaju możliwych szkód i kosztów zaleca się użycie osuszacza powietrza marki Kolbenschmidt. Zwiększa to żywotność eksploatacyjną podzespołów i redukuje czasy przestoju pojazdów.

**Dlatego należy też regularnie wymieniać osuszacze powietrza!**



## 8.1 Podstawy

Filtry paliwa są niezwykle ważnym elementem nowoczesnych, wysoko zaawansowanych układów paliwowych. Ze

względu na ich różnorodność opiszemy najpierw różne układy paliwowe.

## 8.2 Konstrukcja różnych układów paliwowych

### Silniki z zapłonem iskrowym

W nowoczesnych silnikach z zapłonem iskrowym rozróżnia się między wtryskiem pośrednim i bezpośrednim.

#### **Wtrysk pośredni (kolektor dolotowy):**

Elektromagnetyczne wtryskiwacze podają paliwo bezpośrednio do kolektora dolotowego lub cylindra. W różnych systemach występują dzisiaj ciśnienia wtrysku wynoszące 3–4 bar; ciśnienie paliwa jest utrzymywane na stałym poziomie przez regulator ciśnienia. Znamionowy przepływ filtra powietrza jest znacznie większy niż rzeczywiste zużycie paliwa.

#### **Wtrysk bezpośredni:**

W przypadku wtrysku bezpośredniego wymagane są znacznie wyższe ciśnienia wtrysku, przy czym przewód zasilający dzieli się na obieg nisko- i wysokociśnieniowy. Obieg niskociśnieniowy ze zintegrowaną elektryczną pompą paliwa służy w tych silnikach tylko do zasilania obiegu wysokociśnieniowego. Ciśnienie wstępne wynosi tu z reguły ok. 3,5 bar.

Odpowiednia pompa wysokiego ciśnienia tłoczy paliwo pod ciśnieniem nawet 120 bar do akumulatora ciśnieniowego, z którym połączone są bezpośrednio wtryskiwacze. Ze względu na wysokie ciśnienie i dużą liczbę dodatkowych elementów, takich jak akumulator ciśnieniowy, czujnik czy zawory sterujące, w porównaniu z filtrami układów wtrysku pośredniego filtry te mają znacznie wyższą dokładność filtracji.



### Silniki wysokoprężne

Proces spalania w silnikach wysokoprężnych istotnie różni się od procesu spalania w silnikach z zapłonem iskrowym. Silnik wysokoprężny pracuje na zasadzie wewnętrznego wytwarzania mieszanki i samozapłonu mieszanki paliwowo-powietrznej. Pojęciem wewnętrznego wytwarzania mieszanki określa się proces, w ramach którego po wtrysku płynne paliwo przekształcane jest w mieszkę palną.

W celu zapewnienia lepszego, a przede wszystkim wydajniejszego spalania, w prawie wszystkich nowoczesnych silnikach wysokoprężnych paliwo jest wtryskiwane bezpośrednio do cylindra.

Najszerzej stosowanymi układami wtryskowymi są przy tym systemy pompa-wtryskiwacz i Common Rail.

### Zespół pompa-wtryskiwacz:

W przypadku zespołu pompa-wtryskiwacz każdy cylinder silnika posiada w głowicy element pompująco-wtryskujący (PDE). Element ten łączy w jednej obudowie

- element tłokowej pompy wysokiego ciśnienia,

- zawór elektromagnetyczny sterujący przebiegiem wtrysku oraz

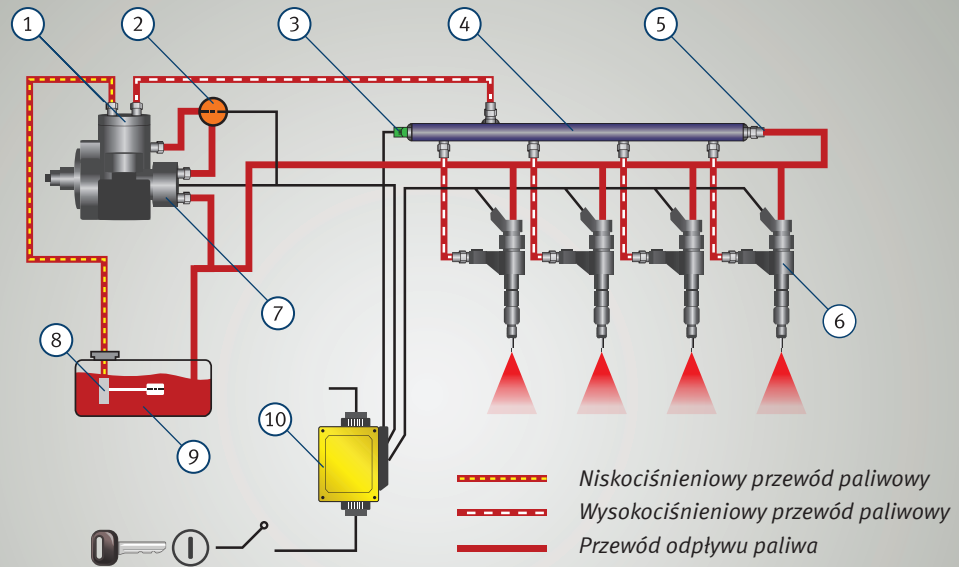
- dyszę wtryskiwacza z wtryskiwaczem.

Taki system umożliwia uzyskiwanie ciśnienia wtrysku do 2000 bar.

### Common Rail:

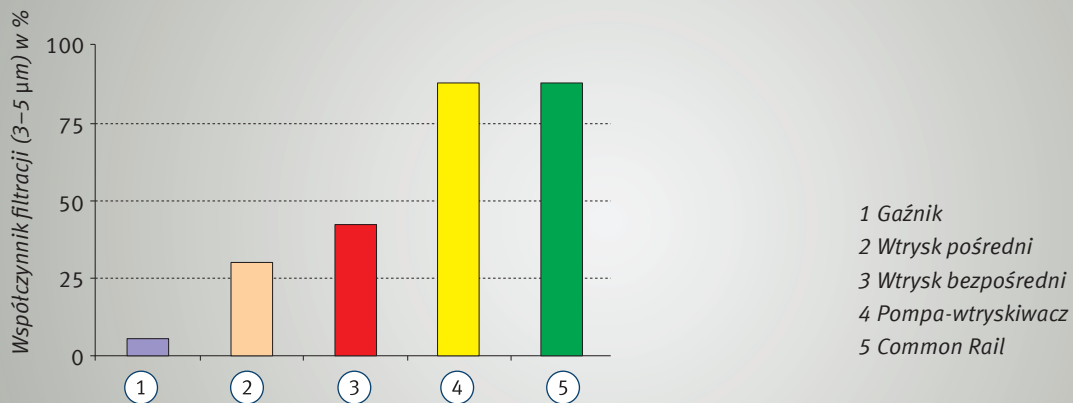
W przypadku technologii Common Rail chodzi o regulowany elektrycznie, wysokociśnieniowy układ wtryskowy ze wspólnym rozdzielaczem, noszącym nazwę Common RaRys. z tego rozdzielacza paliwo jest doprowadzane do komór spalania przez sterowane zaworami elektromagnetycznymi wtryskiwacze. Wielotłokowa promieniowa pompa wysokiego ciśnienia pozwala uzyskać ciśnienie do 1600 bar.

Zastosowanie tych nowoczesnych systemów spowodowało konieczność znacznego zwiększenia dokładności filtracji filtrów paliwa (Rys. 1).



- |                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| 1 Pompa wysokiego ciśnienia | 6 Wtryskiwacze        |
| 2 Filtr paliwa              | 7 Regulator ciśnienia |
| 3 Czujnik ciśnienia         | 8 Pompa paliwa        |
| 4 Common Rail               | 9 Zbiornik paliwa     |
| 5 Zawór nadciśnieniowy      | 10 ECU                |

Rys. 1: Common Rail



Zalecana minimalna jednostka filtracji w silnikach z zapłonem iskrowym i wysokoprężnych

### 8.3 Zadanie i funkcja

Aby zapewnić odpowiednią moc silnika, filtr paliwa musi całkowicie chronić układ paliwowy przed zanieczyszczeniami takimi jak brud, rdza, pył i woda. Ochrona zaawansowanych technicznie układów wtryskowych jest szczególnie ważna w przypadku nowoczesnych silników

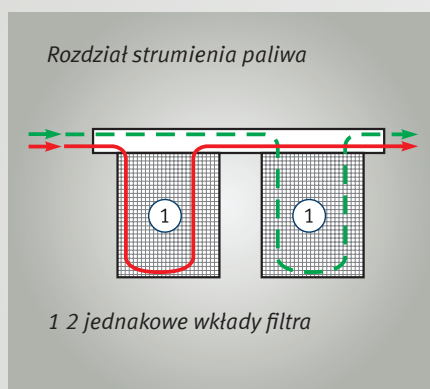
wysokoprężnych z wtryskiem. Już cząstki o wielkości 5 – 20  $\mu\text{m}$  mogą spowodować poważne uszkodzenia, a nawet awarię silnika.

Filtr paliwa różni się od filtra oleju drobniejszym papierem filtracyjnym, jako że

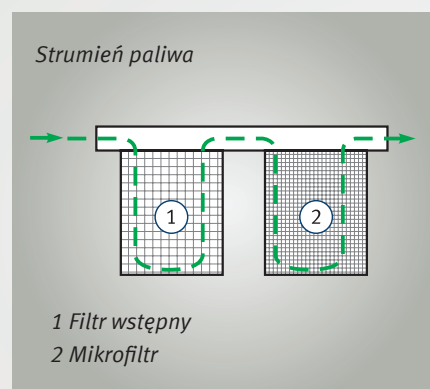
elementy układu paliwowego wykazują mniejsze tolerancje robocze. Filtry paliwa nie mogą posiadać zaworu obejściowego, ponieważ muszą całkowicie wykluczyć dostanie się do obwodu jakichkolwiek, nawet najmniejszych cząstek zanieczyszczeń.

### 8.4 Układ filtrów

Ze względu na różne konfiguracje w przypadku filtrów paliwa rozróżnia się między filtrami prostymi, stopniowymi i równoległymi. W filtrze stopniowym przed mikrofiltrem znajduje się filtr wstępny (filtr sitowy z metalu lub tworzywa sztucznego). Filtr równoległy składa się z dwóch jednakowych wkładów. W porównaniu z filtrem pojedynczym uzyskuje on większą przepustowość.



*Filtr równoległy*



*Filtr stopniowy*

### 8.5 Szkody następne

Filtry paliwa trzeba regularnie wymieniać. Jeżeli filtr jest niedrożny, silnik nie może być prawidłowo zasilany paliwem, co pociąga za sobą stratę mocy. Występują trudności z uruchomieniem silnika, silnik krztusi się i pracuje nierówno; przy przyspieszaniu silnik nie otrzymuje dostatecznej ilości

paliwa. Jeżeli używany jest element filtracyjny nieprzystosowany do zastosowania, albo jeżeli zainstalowany filtr wykazuje braki jakościowe i nie jest całkowicie sprawny technicznie, może się przez niego przedostawać zwiększona ilość zanieczyszczeń. W przypadku silników

z zapłonem iskrowym prowadzi to do uszkodzenia gaźnika albo układu wtryskowego i nadmierne zużycie tych podzespołów. W przypadku silnika wysokoprężnego dochodzi do uszkodzenia i awarii niezwykle czułych elementów wtryskowych.

## 8.6 Typ konstrukcji

Do grupy produktów filtrów paliwa marki Kolbenschmidt należą filtry wkręcane, wkłady filtracyjne i filtry przewodowe.



Wkręcany filtr paliwa FS



Filtr przewodu paliwowego FP



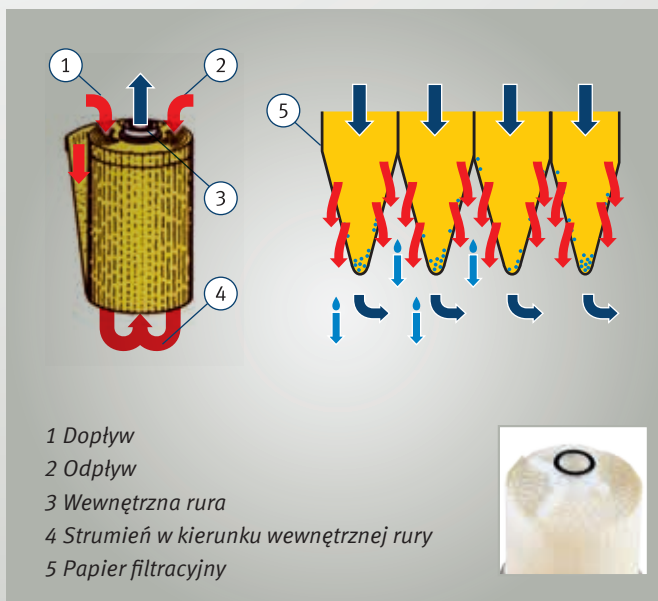
Wkład filtra paliwa FC/FX

W odniesieniu do pozycji w obudowie papierowe wkłady filtracyjne dzieli się na filtry osiowe i promieniowe. W przypadku filtrów osiowych papier nawinięty jest na rurę. Taśmy papieru są przy tym rozmieszczone tak, że tworzą otwarte kieszenie w kształcie liter V, w których gromadzą się cząstki zanieczyszczeń.

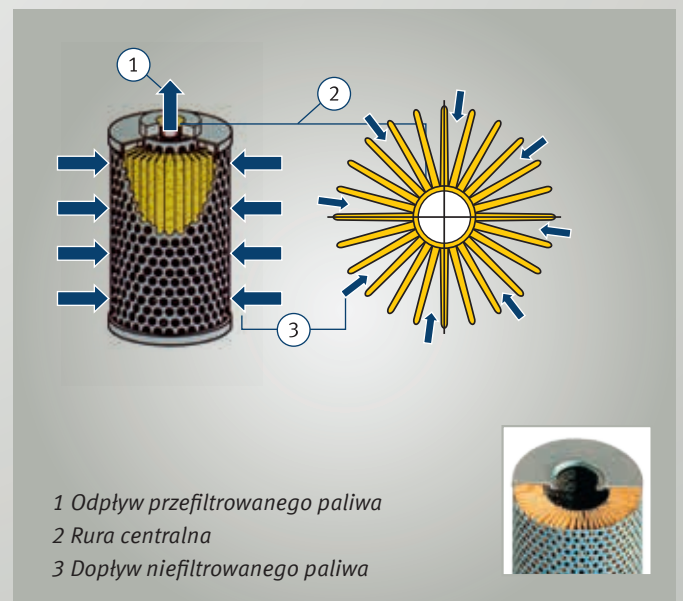
Dopływające paliwo opływa filtr osiowo z góry na dół, a oczyszczone paliwo odpływa przez rurę centralną.

wewnątrz, przy czym cząstki zanieczyszczeń pozostają na powierzchni papieru. Przefiltrowane paliwo odpływa przez otwory w rurze filtra.

W przypadku filtrów promieniowych papier nawinięty jest w kształcie gwiazdy na rurę z blachy perforowanej. Paliwo przepływa przez filtr radialnie od zewnątrz do



Filtr osiowy



Filtr promieniowy

### 8.6.1 Wkład filtra paliwa

Wkłady można wymieniać pojedynczo, znajdują się one w oddzielnej obudowie zamontowanej przy silniku. Wymiana filtra polega na odkręceniu pokrywy i zmianie elementu filtracyjnego. Nowoczesne wkłady filtracyjne są dziś wykonywane z materiałów nadających się do utylizacji termicznej. Jako elementy filtracyjne stosuje się wkłady z papieru i filcu.

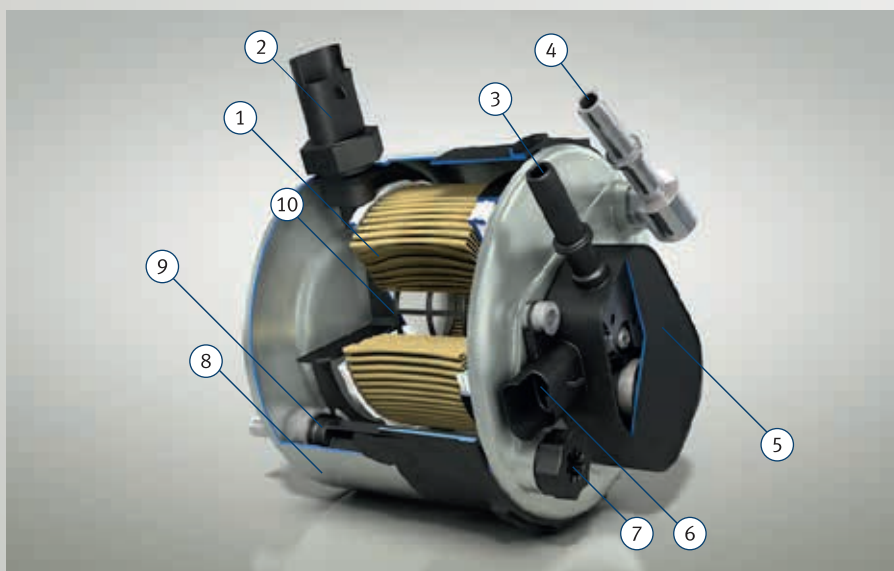


Wkład filtra z papieru



Wkład filtra z filcu

### 8.6.2 Filtr przewodu paliwowego (inline)



Budowa filtra paliwa

- 1 Medium filtracyjne
- 2 Czujnik poziomu wody
- 3 Dopływ paliwa
- 4 Odpływ paliwa
- 5 Moduł grzejny
- 6 Śruba spustowa kondensatu
- 7 Przyłącze elektryczne
- 8 Stabilna ciśnieniowo obudowa filtra
- 9 Kanał odpływu wody
- 10 Klatka wsporcza

Filtry przewodu mają postać filtrów sitowych lub papierowych i są zainstalowane w przewodzie paliwowym. W zależności od zastosowania obudowa filtra jest wykonana z aluminium, blachy stalowej lub tworzywa.

Filtry sitowe stosuje się np. jako filtry wstępne w zbiornikach paliwa albo pompach paliwa. Składają się z plecionki drucianej lub poliamidowej z drobnymi oczkami o szerokości od 40 do 60  $\mu\text{m}$ .

Do mikrofiltracji używa się filtrów papierowych o dokładności od 6 do 10  $\mu\text{m}$ . Ich mocowanie na przewodzie paliwowym odbywa się przeważnie przez zwykłe nasadzenie.

#### Funkcja układu separacji wody:

Dzięki wysokiemu napięciu powierzchniowemu powstający w zbiorniku kondensat (skroplona z powietrza para wodna) jest najpierw zatrzymywany po stronie brudnej. W miarę wzrostu różnicy ciśnień przedostaje się przez pory na stronę czystą, gdzie tworzy większe krople.

Te z kolei, dzięki większemu ciężarowi właściwemu, dostają się do zbiornika na wodę. Zbiornik na wodę można opróżnić przez otwarcie śruby spustowej kondensatu. W niektórych pojazdach poziom wody jest rozpoznawany przez czujnik.

### 8.6.3 Wkręcany filtr paliwa

Filtry wkręcane składają się z obudowy i elementu filtracyjnego i są one wymieniane przy konserwacji jako całość. Są zazwyczaj montowane w komorze silnika albo pod pojazdem między zbiornikiem paliwa i silnikiem.

W samochodach osobowych, oprócz wymiennych filtrów o standardowej konstrukcji, stosuje się także filtry ze śrubami spustowymi kondensatu i zintegrowanym regulatorem ciśnienia.

W samochodach użytkowych występują poza tym formy specjalne ze zintegrowanymi funkcjami dodatkowymi, np.:

- zawory i czujniki sterujące ciśnieniem i temperaturą,
- elektryczne układy ogrzewania,
- wymienniki ciepła lub
- czujniki wody ze zbiornikami na wodę.



Wkręcany filtr paliwa

### 8.7 Instrukcje montażowe wymiany filtra

Podczas wykonywania prac przy układzie paliwowym obowiązuje nakaz zachowania najwyższej ostrożności. W układzie paliwowym jeszcze długo po wyłączeniu silnika panuje wysokie ciśnienie!

- Należy zachowywać zalecane przez producenta interwały wymiany.
- Należy się też koniecznie stosować do instrukcji montażowych producenta pojazdu.

- Do wymiany używać odpowiednich narzędzi.
- Przy montażu filtrów przewodów paliwowych koniecznie uważać na kierunek przepływu. Jest on oznaczony strzałką i musi biec od zbiornika do silnika.



#### Wskazówka:

Przy każdej wymianie pompy paliwa należy też koniecznie wymienić filtr. Wymiana względnie taniego filtra może zapobiec większej, drogiej naprawie!

## 9 | Filtry mocznikowe

W nowoczesnych systemach uzdatniania spalin filtry mocznikowe chronią komponenty systemu przed zużyciem.

Szczególnie w samochodach użytkowych coraz częściej stosuje się katalizatory typu SCR (Selective Catalytic Reduction), które potrafią obniżyć zawartość tlenków azotu nawet o 90%. Technologia SCR wykorzystuje do tego celu nieszkodliwy dla środowiska, 32,5-procentowy roztwór mocznika w wodzie, który znajduje się

w oddzielnym zbiorniku pojazdu (nazwa handlowa „AdBlue”). Roztwór mocznika dozowany jest przez pompę lub wtryskiwacz do strumienia spalin i wywołuje reakcję chemiczną w katalizatorze. Mocznik przechodzi w amoniak, który rozkłada zawarte w spalinach tlenki azotu na azot

i wodę. W celu zapewnienia żywotności eksploatacyjnej dozownika filtry mocznikowe stosuje się do filtracji roztworu mocznika. Dokładność i żywotność eksploatacyjna tego rodzaju filtrów jest taka sama jak w przypadku filtrów oleju napędowego.



Filtry mocznikowe

## 10 | Filtr płynu chłodzącego

Filtry płynu chłodzącego chronią silnik przez filtrowanie zanieczyszczeń i dozowanie zawartych w filtrze dodatków do układu chłodzenia. Dodatki te, znane też jako inhibitory, zużywają się jednak z czasem. Dlatego też niezwykle ważne jest tu zachowywanie regularnych interwałów konserwacyjnych zgodnych z przepisami producenta pojazdu.



Filtry płynu chłodzącego

## 11.1 Zadanie i funkcja

Układy filtracji oleju silnikowego stanowią bardzo ważne podzespoły nowoczesnych pojazdów. Znacznie przyczyniają się do uzyskiwania przewidzianej żywotności eksploatacyjnej silników.

Podczas gdy zadaniem filtra powietrza jest minimalizacja ilości cząstek zanieczyszczeń, filtr oleju musi filtrować te cząstki, które dostały się już do wnętrza silnika. Takimi zanieczyszczeniami mogą być ścier metaliczny, cząstki pyłu

z powietrza spalania, sadza lub produkty korozji.

Filtry oleju nie mają wpływu na chemiczne i fizyczne zmiany oleju podczas pracy silnika, ponieważ nie są one w stanie usuwać części płynnych lub rozpuszczonych w oleju. Dzięki nim nie dochodzi jednak do przedwczesnego zużycia powierzchni bieżnych silnika. W okresie swojej eksploatacji pomiędzy interwałami konserwacyjnymi filtr zapewnia

skuteczność oleju silnikowego przez pozytywny wpływ na jego lepkość i płynność.

Ze względu na to, że w nowoczesnych pojazdach coraz większe znaczenie ma stale rosnąca liczba układów hydraulicznych, również w nich stosuje się filtry oleju. Są coraz częściej używane szczególnie w hydraulicznych układach kierowniczych.



*OS Wkręcany filtr oleju*



*OC/OH Wkład filtra oleju*

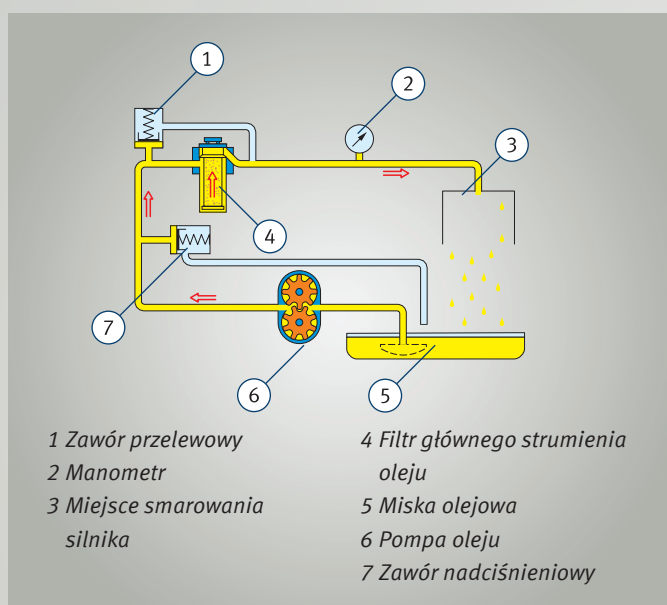


*OX Wkład filtra oleju, niezawierający metalu*

### 11.2 Układ

Ze względu na pozycję w obiegu oleju rozróżnia się filtry głównego oraz bocznego strumienia oleju oraz systemy łączone.

#### 11.2.1 Filtr oleju w strumieniu głównym

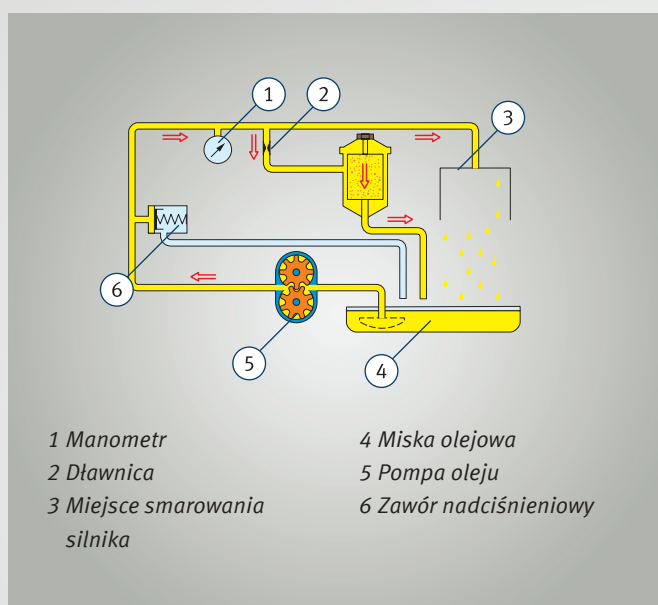


Przez główny kanał olejowy zasilane są łożyska ślizgowe, a przez wał korbowy korbownicy i tłoki. Poza tym olej doprowadzany jest do głowic cylindrów, gdzie smaruje wałek rozrządu i elementy napędowe zaworów.

W przypadku silników wyposażonych w układ doładowania olej służy też częściowo do smarowania turbosprężarki.

Filtry głównego strumienia oleju są preferowane, ponieważ w ich przypadku cały strumień oleju przepływa przez element filtracyjny. Zapewnia to odfiltrowanie zanieczyszczeń już przy pierwszym przejściu przez filtr. Taka konfiguracja ma jednak tę wadę, że jeden filtr musi przyjąć całe natężenie przepływu oleju. Filtry głównego strumienia oleju muszą mieć zawór obejściowy i powinny się z zasady znajdować w obiegu oleju za regulatorem ciśnienia.

#### 11.2.2 Filtr oleju w strumieniu bocznym



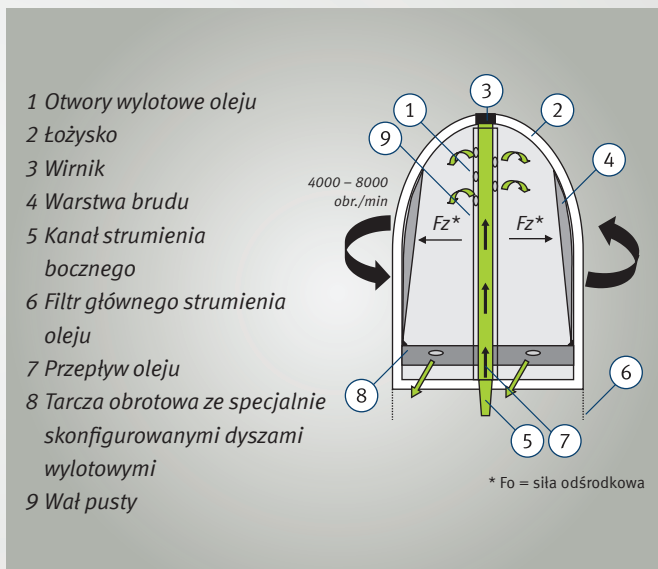
Filtr bocznego strumienia oleju znajduje się w odgałęzieniu (strumieniu bocznym) przebiegającym równoległe do strumienia głównego. Przewód ten instaluje się między punktami smarowania i pompą tłoczącą. Zainstalowana przed nim dławnica przepuszcza przez ten filtr tylko część całej pompowanej ilości oleju (5 – 10%). Do punktów smarowania dociera więc tylko częściowo oczyszczony olej. Ze względu na niewielkie natężenie i szybkość przepływu filtr bocznego strumienia oleju nie jest w stanie szybko odfiltrować cząstek zanieczyszczeń. Należy go więc uważać za mikrofiltr o wysokim stopniu filtracji.

### 11.2.3 Filtr oleju w systemie łączonym

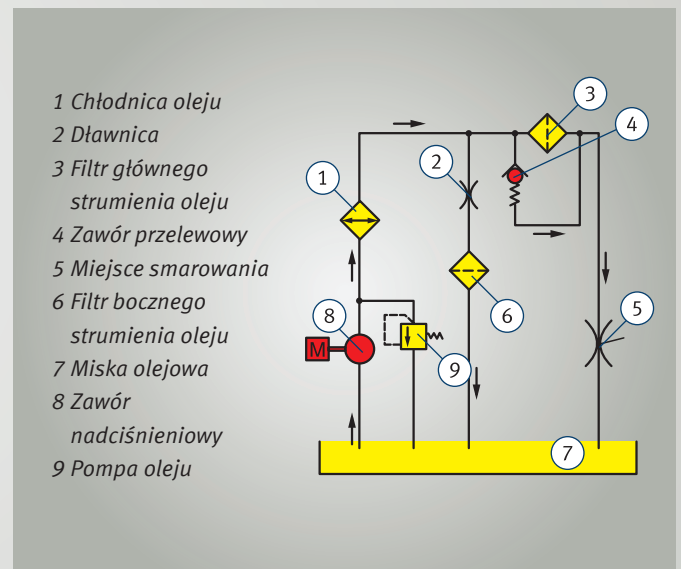
Jeżeli filtry bocznego strumienia oleju są używane w połączeniu z filtrami głównego strumienia oleju, zapewniona jest wyjątkowo skuteczna filtracja: Najdrobniejsze cząstki, które przedostają się przez filtr głównego strumienia oleju, są separowane są przez filtr bocznego strumienia oleju. Filtr bocznego strumienia oleju zapewnia bardzo intensywne oczyszczanie przy wysokim współczynniku filtracji.

Jako filtry bocznego strumienia oleju w samochodach użytkowych i maszynach budowlanych stosuje się przede wszystkim wirówki. Olej przekierowany z kanału głównego do kanału bocznego przepływa przez pusty wał wirnika i odpowiednio rozmieszczone otwory do wnętrza filtra. Przez specjalnie wypozycjonowane dysze wylotowe w dnie olej wypływa następnie z wirówki.

Proces ten generuje siły odrzutowe, które wprawiają wirnik w ruch obrotowy. W zależności ciśnienia i temperatury możliwe są tutaj prędkości obrotowe w zakresie od 4000 do 8000 obr./min. Powstałe wskutek ruchu obrotowego siły odśrodkowe kierują zawarte w oleju cząstki zanieczyszczeń na wewnętrzną ścianę wirnika. Tam pozostają do chwili wymiany wirówki w ramach kolejnego interwału konserwacyjnego.



Wirówka



Filtr oleju w systemie łączonym



Filtry oleju

### 11.3 Szkody następne

---

Powodujące efekt cierny cząstki zanieczyszczeń, dostające się wskutek niedostatecznej filtracji do wnętrza silnika, mogą pozostawiać blizny oraz otarcia na tłokach i pierścieniach tłokowych, a także powodować beczkowate wyrobienie cylindrów. Dotyczy to w pierwszej linii przede wszystkim ostrych, zgarniających olej krawędzi pierścieni tłokowych (patrz rozdział 1.5 Zużycie elementów silnika).

Wskutek niedostatecznego uszczelnienia komory spalania, gazy spalinowe przepływające obok tłoka zwiększają ciśnienie w skrzyni korbowej. Nadciśnienie to prowadzi z kolei do utraty oleju w miejscach uszczelnienia i wycieku oleju z prowadnic zaworów dolotowych.

Poza tym może dojść do zmniejszenia jakości sprężania, a więc i mocy silnika.

Powodujące efekt cierny cząstki zanieczyszczeń mogą też poważnie uszkadzać łożyska korbowodów i wału korbowego. Zwiększony wskutek ścieru luz łożyskowy zmniejsza wytrzymałość i może spowodować uszkodzenie łożyska.

## 11.4 Filtr wkręcany

Filtr wkręcany składa się z korpusu (wykonanego z blachy stalowej), elementu filtracyjnego oraz mocowanej przeważnie metodą zawijania obwodowego lub naspawanej pokrywy. Przy wymianie filtra wymieniany jest kompletny element filtracyjny. Wiele filtrów wymiennych posiada dodatkowo tzw. zawór obejściowy (bypass lub przelewowy) oraz element przeciwpowrotny. Ten typ filtra stosuje się zarówno w samochodach osobowych, jak i w samochodach użytkowych.

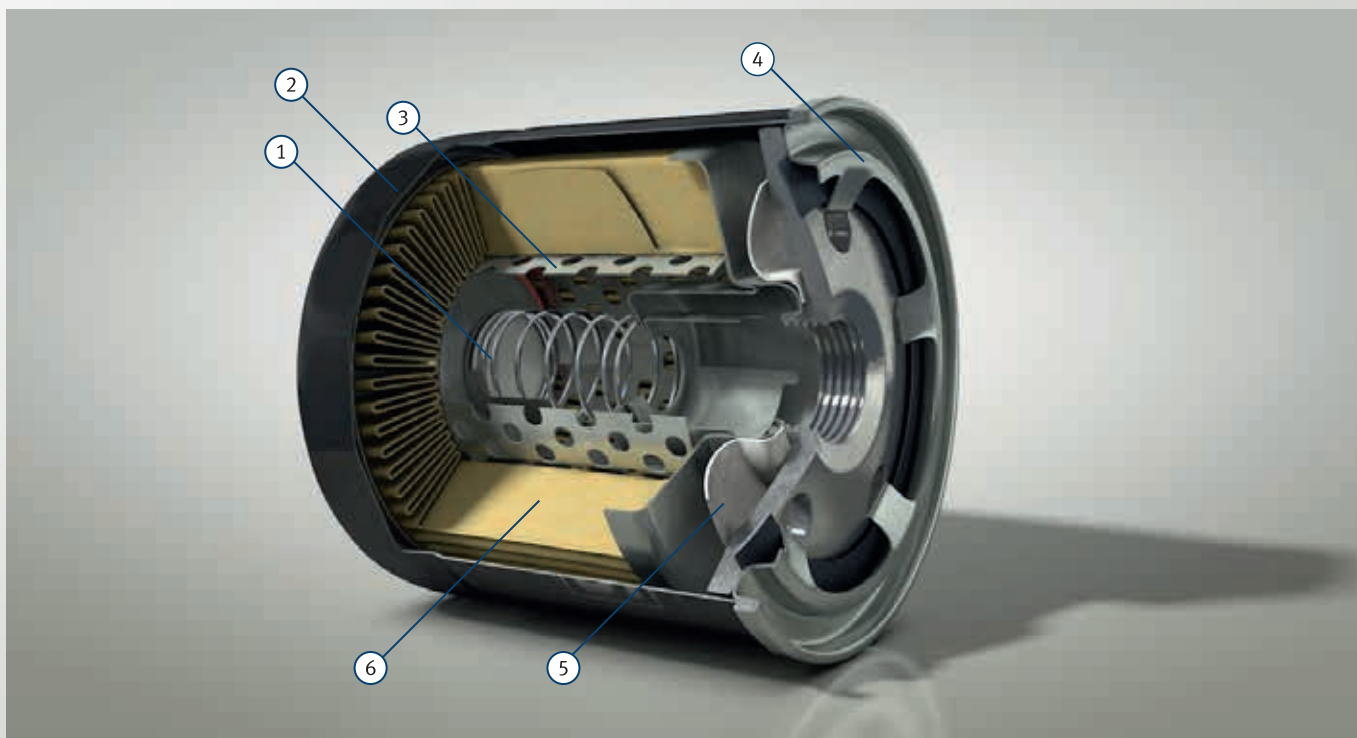
### Zawór obejściowy

Zawór obejściowy jest też określany jako zawór przelewowy albo bypass. Jego zadaniem jest otwieranie bezpośredniego dostępu do obiegu oleju przy podwyższonym ciśnieniu oleju. W ten sposób do układu dostaje się co prawda nieprzefiltrowany olej, jest to jednak lepsze niż całkowite przerwanie doprowadzenia oleju smarowego. Zawór obejściowy może się znajdować przed zaworem głównym lub – jak w przypadku wielu filtrów marki Kolbenschmidt – być zintegrowany z elementami filtracyjnymi. W praktyce ciśnienie otwarcia ustawiane jest w zależności od zastosowania na ok. 1 – 2 bar.

Przekroczenie ustawionej wartości może wystąpić w czasie rozgrzewania zimnego silnika (lepkiego oleju) lub gdy filtr jest silnie zanieczyszczony i wyeksploatowany.

### Element przeciwpowrotny

Kolejną cechą konstrukcyjną filtrów wymiennych jest element przeciwpowrotny. Zależnie od pozycji montażowej filtra oleju element (zawór) przeciwpowrotny może być zainstalowany w przewodzie dopływowym albo w przewodzie odpływowym. Zapobiega on opróżnieniu filtra oleju, gdy silnik nie pracuje.



*Budowa wkręcanego filtra oleju*

- 1 Zawór obejściowy
- 2 Korpus filtra
- 3 Rurka wsporcza

- 4 Pokrywa filtra
- 5 Element przeciwpowrotny
- 6 Medium filtracyjne

### 11.5 Filtr obudowy

W przeciwieństwie do filtrów wkręcanych obudowa jest tu przykręcona do silnika albo stanowi stały element skrzyni korbowej. W przypadku tej konstrukcji wymienia się tylko wkład filtra. W nowoczesnych pojazdach filtry te wykonane są z niezawierających metali elementów. Dzięki możliwości przyjaznej dla środowiska utylizacji ten rodzaj filtracji wciąż zyskuje na znaczeniu.

Przeгляд zalet filtrów niezawierających metali:

- Podczas serwisowania wymienia się tylko wkład filtra. Obudowa filtra i zawory są zamontowane na stałe do bloku silnika.
  - Czysta wymiana wkładu, bez kontaktu skóry z przepracowanym olejem.
  - Wydłużone interwały konserwacyjne.
  - Ochrona zasobów naturalnych przez stosowanie odzyskiwanych materiałów. Wkład filtra składa się już tylko z medium filtracyjnego i termoplastycznych elementów końcowych.
- Utylizacja energetyczna wkładu filtra. W trakcie spalania energia zgromadzona we wkładach filtrów jest odzyskiwana.
  - Drastyczna redukcja kosztów serwisowania i usuwania. Niezawierające metali i klejów wkłady filtrów nie wymagają pracochłonnego demontażu. Cały wkład filtra można zutylizować termicznie.



Filtr obudowy

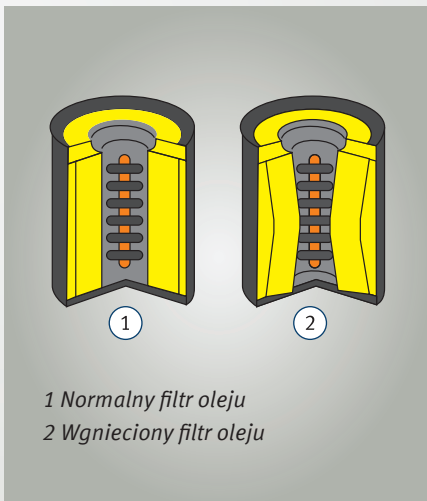
## 11.6 Awaria filtra oleju wskutek nadciśnienia

Gdy filtr jest wgnieciony albo wybrzuszony, podejrzewa się zazwyczaj najpierw wadę samego filtra. Jest tak jednak niezwykle rzadko. Deformacja filtra jest przeważnie symptomem problemów z układem smarowania.

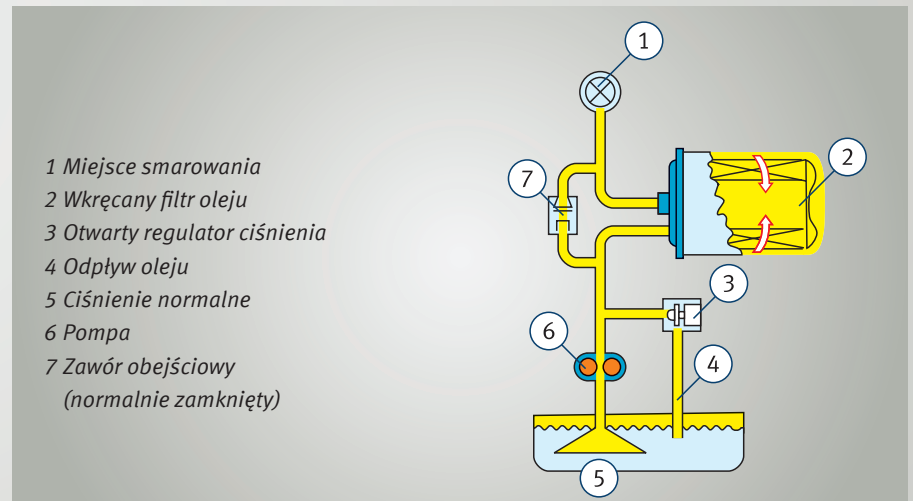
Przyczyną błędu jest często regulator ciśnienia, który jest przeważnie zintegrowany z pompą oleju. Pompa oleju zapewnia wymagane w układzie smarowania ciśnienie, tworzące film smarny między częściami silnika. Zadaniem regulatora ciśnienia jest utrzymywanie ciśnienia w układzie na określonym poziomie.

Po otwarciu zaworu ciśnienie w układzie smarowania pozostaje praktycznie stałe. Jeżeli jednak regulator ciśnienia jest zacięty albo aktywuje się powoli po uruchomieniu silnika, w układzie zaczyna panować niedopuszczalnie wysokie ciśnienie.

Jeżeli zawór nie otworzy się wcale, ciśnienie rośnie dalej i deformuje najłabsze ogniwo systemu – czyli filtr: uszczelka pęka, a jeśli filtr jest zamontowany bardzo sztywno, rozrywa się zawijka. Ze względu na to, że w tej sytuacji dochodzi też do wycieku oleju, należy jak najszybciej wyłączyć silnik w celu uniknięcia większych szkód.



Zdeformowany filtr oleju



Schemat działania układu smarowania

### 11.7 Instrukcje montażowe wymiany filtra

Nigdy nie wymieniać oleju bez wymiany filtra: przy każdej wymianie oleju należy koniecznie wymieniać filtr oleju.

- Olej silnikowy należy spuszczać przy ciepłym silniku, aby miska olejowa została całkowicie opróżniona i razem z olejem zostało wypłukanych jak najwięcej ciał obcych.
- Jako pomocy używać specjalnych kluczy.
- Starannie usunąć resztki uszczelki z przyłgni silnika, dokładnie wyczyścić przyłgnię.

- Przy wymianie wkładu należy dokładnie wyczyścić obudowę filtra.
- Zawsze używać nowych uszczelek, dostarczonych w opakowaniu. Użycie starej uszczelki nie zapewni skutecznego uszczelnienia.
- Nasmarować uszczelki olejem silnikowym. Nie używać do tego celu smaru. Składniki smaru mogą zaatakować pierścienie uszczelniające o przekroju okrągłym filtra.
- Zakładając filtr na gwint uważać, aby nie skrzywić filtra.
- Przed dokręceniem sprawdzić, czy wszystkie uszczelki są prawidłowo osadzone.
- Dokręcić filtr tylko ręką, nie używać pomocy.
- Sprawdzić poziom oleju.
- Uruchomić silnik i sprawdzić na biegu jałowym, czy układ smarowania jest szczelny.



Filtry oleju przekładniowego do automatycznych skrzyń biegów mają za zadanie chronić skrzynię biegów przed wnikaniem do niej ciał obcych.

Specjalne oleje do automatycznych skrzyń biegów muszą spełniać liczne dodatkowe wymagania, które nie dotyczą olejów do manualnych skrzyń biegów. Oprócz smarowania powierzchni zębów, kół obiegowych i bieżni łożysk olej jest też potrzebny do uruchamiania taśm hamulcowych i sprzęgieł. Zadaniem oleju przekładniowego jest też przenoszenie momentu obrotowego z pompy na wirnik turbiny.

Optymalna filtracja cząstek zwiększających zużycie, takich jak np. metaliczny ścier przez filtr przekładni zapewnia zachowanie sprawności skrzyni biegów i zwiększa jej żywotność eksploatacyjną.



Filtry oleju przekładniowego

## 13. Słowo końcowe

Filtry marki Kolbenschmidt są produkowane z wykorzystaniem najnowocześniejszych, podlegających ciągłej kontroli technologii produkcyjnych. Tylko tak można zapewnić zgodność z wyśrubowanymi wymaganiami dzisiejszych precyzyjnych silników. Jakości często nie widać gołym okiem – jest tak szczególnie w zakresie budowy filtrów. Po filtrze nie widać, czy jest w stanie spełnić obowiązujące wymagania. Wszystkie filtry marki Kolbenschmidt są zgodne co najmniej z wymaganiami obowiązującymi dla wyposażenia fabrycznego (OEM). Zapewnia to optymalną ochronę silnika i żywotność eksploatacyjną.

Papier do filtrów marki Kolbenschmidt jest specjalnie impregnowany i sklepany lub zszywany tak, aby wytrzymał ciśnienie. Geometria fałd dostosowana do danego

przypadku zastosowania zapewnia regularność odstępów pomiędzy fałdami, a co za tym idzie – optymalne wykorzystanie powierzchni filtra. Poprzez ciągłe kontrole w czasie procesu produkcyjnego, filtry marki Kolbenschmidt muszą ciągle udowadniać swoją jakość. Są niezawodne, wydajne i skuteczne. Ich precyzyjna obróbka zapewnia optymalne dopasowanie: łatwy i bezproblemowy montaż, dzięki dostarczaniu razem z filtrem odpowiednim uszczelkom i pierścieniom uszczelniającym o przekroju okrągłym.

Filtry marki Kolbenschmidt zapobiegają między innymi przedwczesnemu zużyciu silnika wskutek efektu tarcia, nadmiernemu zużyciu paliwa, ubytkom mocy silnika oraz pogorszeniu jakości spalin.

**Wskazówka:**  
Dlatego też należy regularnie wymieniać filtry.

Dla pojazdów europejskich dostarczamy szeroki asortyment najwyższej klasy filtrów marki Kolbenschmidt, na których zawsze można polegać.

**Dlatego używaj filtrów oleju, powietrza i paliwa marki Kolbenschmidt.**

# Słownik pojęć

## **bar**

Metryczna jednostka ciśnienia:

1 bar = 10<sup>2</sup> kPa.

## **Chłonność**

Ilość zanieczyszczeń, które może wchłonąć medium filtracyjne do chwili osiągnięcia określonej różnicy ciśnień.

## **Ciśnienie rozrywające**

Różnica ciśnień, przy której filtr albo element filtracyjny zostaje zniszczony przez ciśnienie wewnętrzne.

## **Dodatek**

Chemiczny dodatek zapewniający uzyskanie określonych wartości albo poprawę wydajności.

## **Dokładność filtracji**

Średnica najmniejszych cząstek, które mogą jeszcze przejść przez pory medium filtracyjnego.

## **Element przeciwpowrotny**

Zawór, który po wyłączeniu silnika uniemożliwia powrót oleju przez otwór wlotowy filtra.

## **Filtr bezwzględny**

Część używana w ramach kontroli zgodnych z normą ISO 5011: Filtr umieszczony wylotowo, montowany w celu wychwycenia pyłu przepuszczonego przez badany element.

## **Gaz przedmuchowy**

Gaz dostający się do skrzyni korbowej wskutek nieszczelności między tłokiem, pierścieniami tłokowym i ścianą cylindra.

## **Lepkość**

Lepkość cieczy, spowodowana tarciem wewnętrznym między molekułami i zależna od temperatury.

## **µm (mikron, mikrometr)**

Metryczna jednostka miary:

1 µm = 0,001 mm.

## **Oddziaływania van der Waalsa**

Sily przyciągania działające między obojętnymi cząsteczkami, szczególnie przy dużym zbliżeniu.

## **Różnica ciśnień Δp**

Różnica ciśnień między wlotem i wylotem filtra.

## **Ruchy Browna**

Odkryte przez angielskiego botanika R. Browna ruchy drgające, wykonywane przez mikroskopijne cząstki (np. pyły) w gazach i cieczach; są spowodowane nieregularnymi uderzeniami cząsteczek otaczającego medium.

## **Siła odśrodkowa**

Siła, która podczas ruchu obrotowego ciągnie ruchome ciało od środka na zewnątrz.

## **Współczynnik filtracji**

Procentowy udział cząstek, które może odseparować filtr. Wyróżnia się:

- Całkowity współczynnik filtracji: obejmuje wszystkie cząstki zanieczyszczeń, niezależnie od podziału na rzędy wielkości.
- Frakcyjny współczynnik filtracji: ta jednostka miary wymaga podania rozkładu wielkości cząstek.

## **Zawór obejściowy**

Zwany też zaworem przelewowym lub bypassem. Znajduje się przeważnie w filtrze i chroni go przed nadmiernym ciśnieniem.

## **Żywotność eksploatacyjna filtra**

Czas eksploatacji filtra albo elementu, jaki upływa do momentu konserwacji lub wymiany.

# Transfer wiedzy



[www.ms-motorservice.com](http://www.ms-motorservice.com)

## Wiedza fachowa od eksperta

**Szkolenia na całym świecie**  
*Bezpośrednio od producenta*

**Informacje techniczne**  
*Od praktyków dla praktyków*

**Filmy techniczne**  
*Zrozumiałe objaśnienie profesjonalnych sposobów montażu*

**Prezentacja produktów online**  
*Informacje o produktach dostępne online*

**Sklep internetowy**  
*Bezpośredni dostęp do naszych produktów*

**Technipedia**  
*Czy szukasz informacji technicznych dotyczących silnika?*

**Aplikacja Motorservice**  
*Mobilny dostęp do wiedzy technicznej*

**Nowości**  
*Regularne informacje pocztą elektroniczną*

**Media społecznościowe**  
*Zawsze na bieżąco*



**Indywidualne informacje**  
*Specjalnie dla naszych klientów*

**Aplikacja Motorservice**  
**Mobilny dostęp do**  
**wiedzy technicznej**



**Dowiedz się więcej**

[www.ms-motorservice.com/app](http://www.ms-motorservice.com/app)

Partner Motorservice:

Headquarters:

**MS Motorservice International GmbH**

Wilhelm-Maybach-Straße 14-18

74196 Neuenstadt, Germany

[www.ms-motorservice.com](http://www.ms-motorservice.com)

