

**MAHLE**



Zarządzanie temperaturą  
w pojazdach elektrycznych  
i hybrydowych

**BEHR®**

# Spis treści

## Wprowadzenie

Technologie elektryczne i hybrydowe –  
nowe możliwości dla warsztatów 04

## Przegląd technologii hybrydowych

Porównanie 05

## Systemy wysokiego napięcia w pojazdach elektrycznych

Funkcja 07  
Opis podzespołów 10

## Zasady pracy przy pojazdach elektrycznych i hybrydowych

Porady praktyczne 14

## Klimatyzacja kabinowa

Podstawowe informacje 15

## Wysokonapięciowy kompresor klimatyzacji

Funkcja 16

## Zarządzanie temperaturą akumulatora

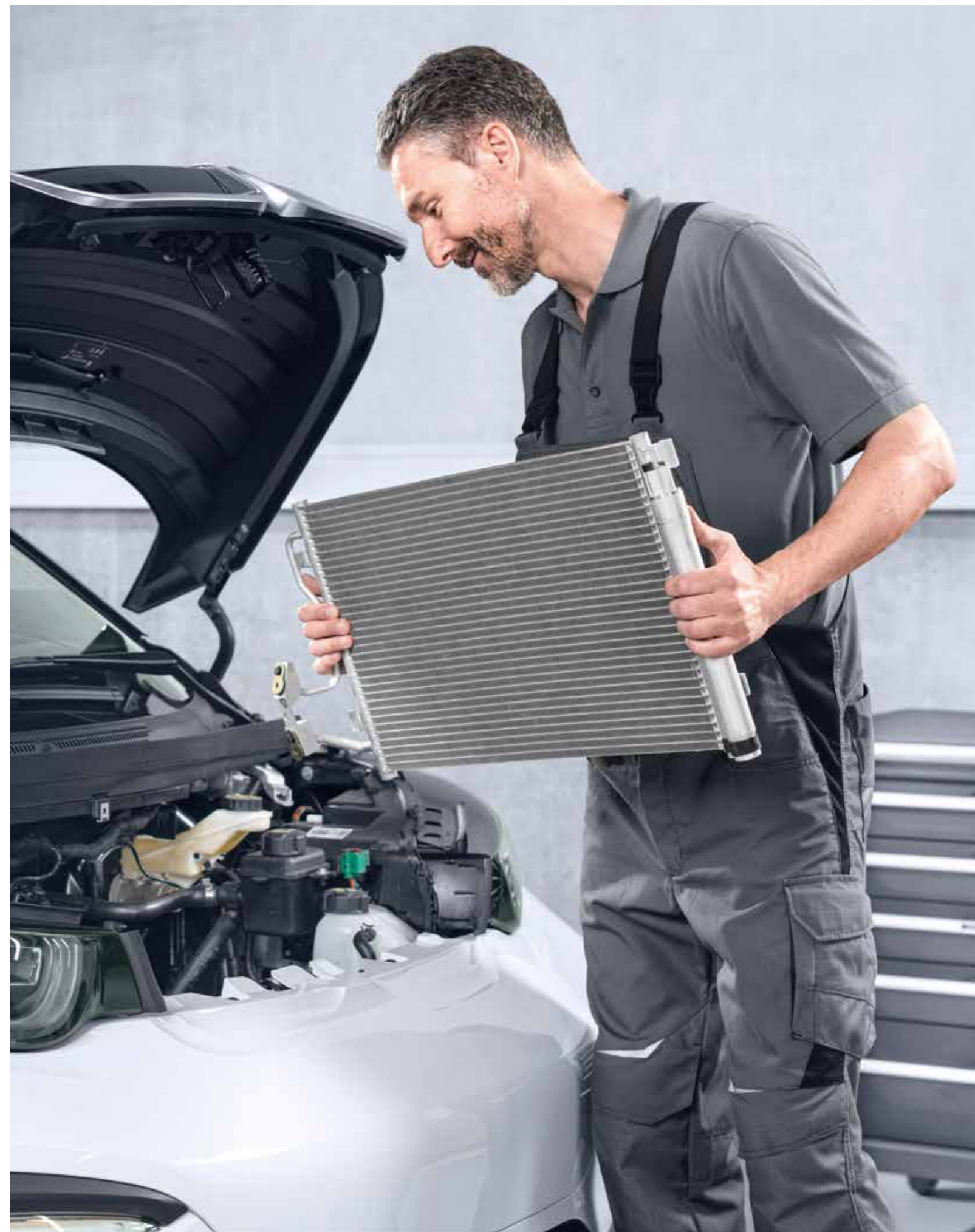
Porównanie 17

## Szkolenia z zakresu napraw pojazdów elektrycznych i hybrydowych

O tym warto wiedzieć 20

## Porady dla warsztatów

Serwisowanie pojazdów elektrycznych i hybrydowych 21  
Pomoc drogowa, holowanie i transport lawetą  
w przypadku pojazdów elektrycznych i hybrydowych 21



# Wprowadzenie

## Technologie elektryczne i hybrydowe – nowe możliwości dla warsztatów

W 2018 r. na całym świecie sprzedano ponad 2,1 mln samochodów elektrycznych i hybrydowych typu plug-in, po raz pierwszy przekraczając pułap 2 milionów pojazdów. Ich udział wzrósł zatem do 2,4% wszystkich rejestracji nowych pojazdów i wykazuje dalszą tendencję wzrostową (źródło: Center of Automotive Management). W Norwegii udział tych pojazdów w rynku wynosi już około 50%!

Według Międzynarodowej Agencji Energii (IEA) wzrost mobilności elektrycznej i hybrydowej jest stymulowany głównie przez programy rządowe, takie jak premie za odsprzedaż, lokalne zakazy jazdy dla samochodów z silnikami spalinowymi lub wymogi dotyczące czystości powietrza. Agencja IEA uważa pojazdy elektryczne za jedną z kilku współczesnych technologii napędowych, która może być wykorzystywana do długofalowej realizacji zrównoważonych celów z zakresu ograniczania szkodliwych emisji.

Według badania przeprowadzonego przez firmę konsultingową PricewaterhouseCoopers w 2030 r. co trzeci nowy samochód rejestrowany w Europie może być pojazdem elektrycznym. Nie ulega już wątpliwości, że pojazdy z technologią elektryczną, hybrydową czy wodorową rzeczywiście zdobędą przewagę na rynku. Wkrótce staną się one normą na naszych ulicach.

Pojazdy tego typu również wymagają serwisowania i napraw, a zarządzanie temperaturą stanie się jeszcze bardziej złożoną kwestią. Kontrola temperatury akumulatora i układów energoelektronicznych odgrywa w tym kontekście równie ważną rolę jak ogrzewanie i chłodzenie wnętrza pojazdu.

Również tego typu napędy wymagają komponentów klimatyzacyjnych – a ich znaczenie wręcz rośnie, ponieważ układ klimatyzacji ma często bezpośredni lub pośredni wpływ na chłodzenie akumulatorów i komponentów elektronicznych.

Właśnie dlatego serwisowanie klimatyzacji będzie w przyszłości o wiele istotniejszym elementem oferty.

# Przegląd technologii hybrydowych

## Porównanie

*Ogólne znaczenie pojęcia „hybryda” to krzyżówka, mieszaniec lub kombinacja. W inżynierii samochodowej termin odnosi się do techniki napędowej: pojazd hybrydowy jest wyposażony w silnik spalinowy oraz w elementy napędu elektrycznego.*

*W ramach tej technologii można wyodrębnić trzy poziomy zaawansowania: od technologii mikrohybrydowej (micro hybrid), poprzez miękkie hybrydy (mild hybrid), aż do pełnej technologii hybrydowej (full hybrid). Pomimo różnic technicznych wszystkie rozwiązania mają jedną wspólną cechę: zastoso- wany akumulator jest ładowany energią odzyskiwaną podczas hamowania.*

- Mikrohybrydy (micro hybrid)**  
są zazwyczaj wyposażone w konwencjonalny silnik spalinowy z automatycznym systemem start-stop i systemem odzyskiwania energii hamowania (tzw. rekuperacja).
- Miękkie hybrydy (mild hybrid)**  
są dodatkowo wyposażone w mały silnik elektryczny i mocniejszy akumulator. Elektryczny napęd pomocniczy służy wyłącznie do wspomagania podczas ruszania oraz do zwiększenia momentu obrotowego podczas wyprzedzania (tzw. funkcja boostingu).
- Pełne hybrydy (full hybrid)**  
nie tylko posiadają funkcję boostingu, ale również mogą jeździć wyłącznie w oparciu o napęd elektryczny. W tym celu zostały wyposażone w kompletny elektryczny układ przeniesienia napędu. Wymaga on jednak znacznie mocniejszego akumulatora niż w przypadku miękkich hybryd.
- Hybrydy ładowane z sieci elektrycznej (plug-in)**  
mają możliwość ładowania akumulatora prądem z domowego gniazdka, na przykład przez noc. Dodatkową zaletą tego typu pojazdów jest możliwość jednoczesnego dostosowania temperatury w kabinie pasażerskiej do żądanego poziomu – jeszcze przed rozpoczęciem jazdy. Oznacza to, że pojazd będzie natychmiast gotowy do użycia następnego dnia rano. Rozwiązanie typu plug-in jest przykładem technologii pełnohybrydowej.

Obecnie najpopularniejszymi modelami pojazdów pełnohybrydowych są Toyota Prius, BMW ActiveHybrid X6 (E72) i VW Touareg Hybrid. Natomiast BMW ActiveHybrid 7 i Mercedes S400 (F04) to przykłady miękkiej hybrydy.

Funkcja	Micro Hybrid	Mild Hybrid	Full Hybrid
<b>Moc silnika elektrycznego / alternatora</b>	2–3 kW (odzyskiwanie energii hamowania przez alternator)	10–15 kW	>15 kW
<b>Zakres napięć</b>	12 V	42–150 V	>100 V
<b>Możliwa oszczędność paliwa w porównaniu z pojazdami o napędzie konwencjonalnym</b>	<10%	<20%	>20%
<b>Funkcje zwiększające oszczędność paliwa</b>	Funkcja start-stop Rekuperacja	Funkcja start-stop Funkcja boost Rekuperacja	Funkcja start-stop Funkcja boost Rekuperacja Jazda na napędzie elektrycznym

Jak widać na powyższym przeglądzie, każda z technologii posiada różne funkcje przyczyniające się do oszczędności paliwa. Te cztery funkcje zostały pokrótce opisane poniżej.

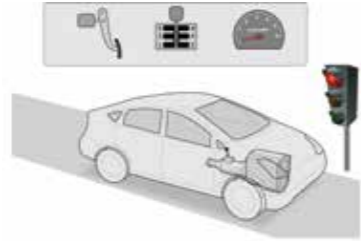


## Ważna wskazówka bezpieczeństwa

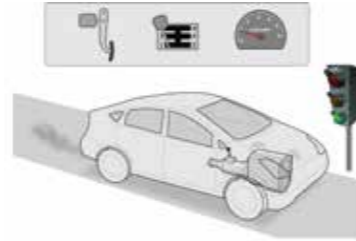
Poniższe informacje techniczne oraz porady praktyczne zostały opracowane w celu zapewnienia profesjonalnego wsparcia dla warsztatów samochodowych. Zamieszczone tutaj informacje są przeznaczone wyłącznie dla odpowiednio przeszkolonych specjalistów.

### Funkcja start-stop

Kiedy pojazd się zatrzymuje (np. przed sygnalizacją świetlną lub w korku), silnik spalinowy wyłącza się. Po naciśnięciu sprzęgła i włączeniu pierwszego biegu przed ruszeniem silnik spalinowy uruchamia się automatycznie. Dzięki temu pojazd jest natychmiast gotowy do dalszej jazdy.



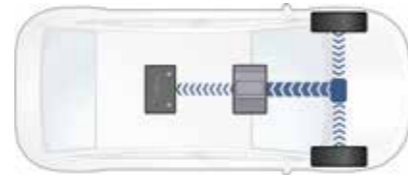
Zatrzymanie pojazdu – silnik wyłącza się automatycznie.



Uruchomienie sprzęgła, włączenie biegu – silnik uruchamia się automatycznie.

### Rekuperacja

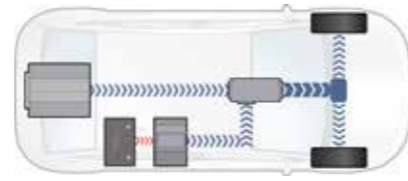
Rekuperacja (odzyskiwanie) energii jest rozwiązaniem umożliwiającym odzyskiwane części energii hamowania. W normalnym przypadku energia ta zostałaby utracona podczas hamowania jako energia cieplna. W przypadku rekuperacji alternator pojazdu pełni rolę hamulca silnikowego, wspomagając normalne hamulce w kołach. Energia wytwarzana przez alternator podczas hamowania jest doprowadzana do akumulatora (baterii). Proces ten zwiększa moment hamujący silnika, co spowalnia pojazd.



Hamowanie pojazdu – wyższa moc ładowania akumulatora

### Funkcja boost

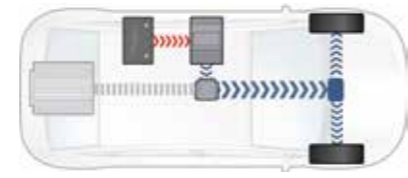
W fazie przyspieszania następuje sumowanie momentów obrotowych silnika spalinowego i elektrycznego. Pojazd hybrydowy może zatem uzyskać wyższe przyspieszenie niż porównywalny pojazd o napędzie konwencjonalnym. Funkcja boostingu pełni rolę wspomagania podczas ruszania i zwiększa moc podczas wyprzedzania. Moment jest generowany przez elektryczny napęd pomocniczy i wykorzystywany wyłącznie do tych dwóch celów. Dla przykładu: w pojeździe VW Touareg Hybrid oznacza to wzrost mocy o 34 kW.



Funkcja boostingu – silnik spalinowy i silnik elektryczny napędzają pojazd jednocześnie

### Jazda na napędzie elektrycznym

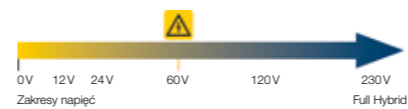
Jeśli podczas jazdy wymagana jest niewielka moc napędowa – np. w ruchu miejskim – to pojazd wykorzystuje wyłącznie silnik elektryczny, a silnik spalinowy jest wyłączony. Zalety tego typu napędu to brak zużycia paliwa i brak emisji spalin. Stosowanie tego rozwiązania wiąże się jednak z odrębnymi wymaganiami, które należy uwzględnić w codziennej pracy.



Jazda na napędzie elektrycznym – napęd jedynie przez silnik elektryczny

### Napięcie elektryczne w instalacji elektrycznej pojazdu

Ze względu na wymagania techniczne napędu elektrycznego oraz generowane moce w pojeździe elektrycznym/hybrydowym konieczne jest zastosowanie innych instalacji niż dotychczasowe układy o napięciu 12 i 24 V. Niezbędne są znacznie wyższe zakresy napięć. Instalacje wysokiego napięcia w pojazdach wykorzystują napięcia od 30 V do 1000 V AC (prąd przemienny) lub od 60 V do 1500 V DC (prąd stały) do zasilania układu napędowego i agregatów pomocniczych. Dotyczy to większości pojazdów elektrycznych i hybrydowych.



# Systemy wysokiego napięcia w pojazdach elektrycznych

## Funkcja

Zgodnie z definicją pojazd elektryczny to pojazd silnikowy napędzany silnikiem elektrycznym. Wymagana energia elektryczna pochodzi z baterii trakcyjnej (akumulatora), a nie z ogniwa paliwowego ani agregatu przedłużającego zasięg pojazdu (range extender). Ponieważ sam samochód elektryczny nie emituje podczas pracy żadnych istotnych zanieczyszczeń, jest klasyfikowany jako pojazd bezemisyjny.

W pojazdach elektrycznych koła są napędzane silnikami elektrycznymi. Energia elektryczna jest magazynowana w akumulatorach w formie jednej lub kilku baterii trakcyjnych lub zasilających. Sterowane elektronicznie silniki elektryczne mogą generować maksymalny moment obrotowy nawet przy zatrzymanym pojeździe. W przeciwieństwie do silników spalinowych zazwyczaj nie wymagają one ręcznej skrzyni biegów i uzyskują wysokie przyspieszenia przy niskich prędkościach. Silniki elektryczne są cichsze niż silniki benzynowe i wysokoprężne, niemal nie generują drgań i nie wydzielają szkodliwych spalin. Mają imponującą sprawność przekraczającą poziom 90%.

## Klimatyzacja i chłodzenie w pojazdach elektrycznych

Aby pojazd elektryczny mógł pracować z wyjątkowo wysoką sprawnością, konieczne jest utrzymanie temperatury silnika elektrycznego, układów energoelektronicznych i akumulatora w ściśle określonym zakresie temperatur. Może to zapewnić jedynie zaawansowany system zarządzania temperaturą.

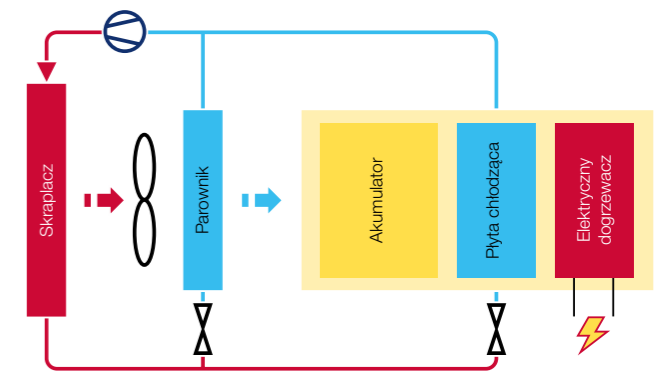
### Obwód bazujący na czynniku chłodniczym (lub bezpośrednie chłodzenie akumulatorowe)

Obwód systemu bazującego na czynniku chłodniczym składa się z następujących głównych komponentów: skraplacz, parownik i akumulator (ogniwa akumulatorowe, płyta chłodząca i elektryczny dogrzewacz). Jest zasilany przez obieg czynnika chłodniczego systemu klimatyzacji i sterowany osobno przez zawory i czujniki temperatury. Opis funkcjonowania poszczególnych komponentów znajduje się w objaśnieniu do prezentacji systemu opartego na chłodziwie i czynnika chłodniczym.

Zmniejszenie masy dzięki wyeliminowaniu różnych podzespołów napędu spalinowego (silnik, skrzynia biegów, zbiornik paliwa) jest równoważona przez stosunkowo dużą masę akumulatorów. Właśnie dlatego pojazdy elektryczne są zazwyczaj cięższe niż ich odpowiedniki z silnikami spalinowymi. Pojemność akumulatora (lub akumulatorów) ma duży wpływ na masę i cenę pojazdu.

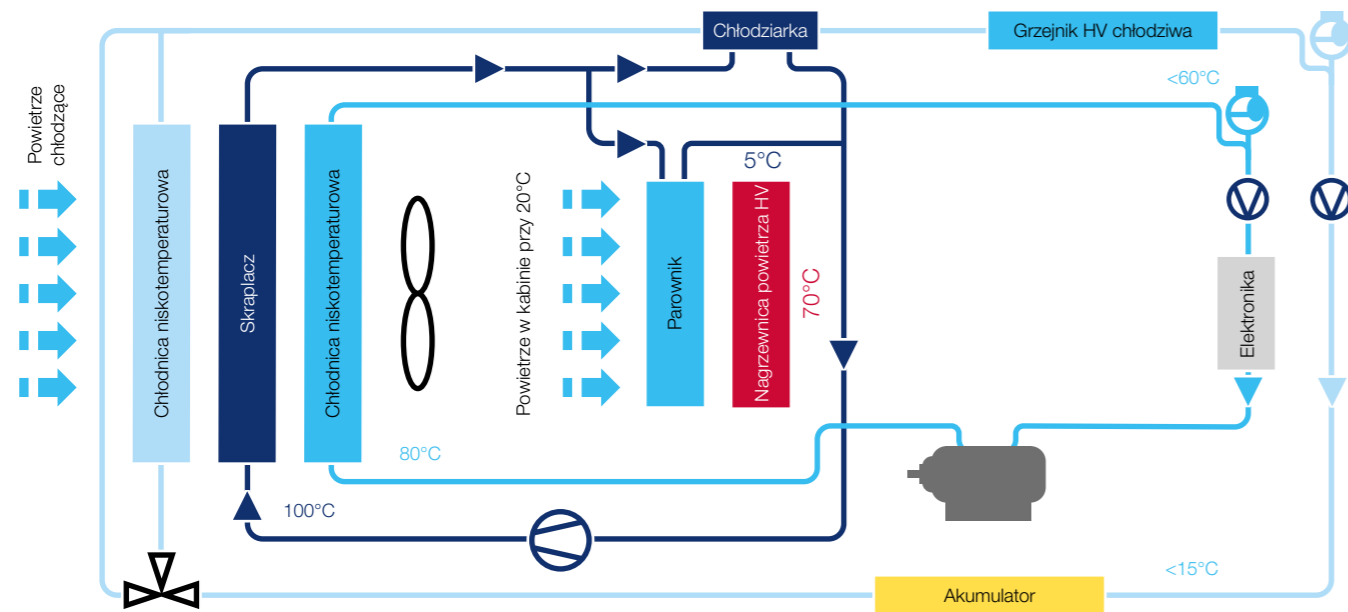
W przeszłości pojazdy elektryczne charakteryzowały się krótkim zasięgiem jazdy na jednym naładowaniu akumulatora. Ostatnio rośnie jednak liczba samochodów elektrycznych, które mogą pokonać dystans kilkuset kilometrów – są to np. Tesla Model S, VW e-Golf, Smart electric drive, Nissan Leaf, Renault ZOE czy BMW i3.

Aby zwiększyć zasięg pojazdów elektrycznych, stosuje się czasem dodatkowe urządzenia (zwykle w postaci silnika spalinowego) do wytwarzania energii elektrycznej. Te agregaty nazywa się przedłużaczami zasięgu (z ang. range extender).



Obwód bazujący na czynniku chłodniczym

## Obwód bazujący na chłodziwie i czynniku chłodniczym (lub pośrednie chłodzenie akumulatorowe)



Im mocniejsze akumulatory, tym bardziej celowe jest zastosowanie stosunkowo złożonego układu chłodzenia opartego na chłodziwie i czynniku chłodniczym. Cały układ chłodzenia jest podzielony na kilka obiegów, z których każdy posiada własną chłodnicę (chłodnicę niskotemperaturową), pompę chłodziwa, termostat i zawór odcinający dopływ chłodziwa. Obieg czynnika chłodniczego systemu klimatyzacji jest również zintegrowany z tym systemem za pośrednictwem specjalnego wymiennika ciepła. Wysokonapięciowy (HV, high voltage) grzejnik chłodziwa zapewnia odpowiednią temperaturę akumulatora przy niskich temperaturach zewnętrznych.

Temperatura płynu chłodzącego silnik elektryczny i układu energoelektronicznego jest utrzymywana poniżej 60°C w oddzielnym obiegu (wewnętrzny obieg na rysunku) za pomocą niskotemperaturowej chłodnicy. Aby uzyskać pełną moc i zapewnić mak-

symalną trwałość akumulatora, należy utrzymywać temperaturę płynu chłodzącego akumulator w przedziale od ok. 15°C do 30°C. Jeśli temperatury są zbyt niskie, chłodziwo jest podgrzewane przez dogrzewacz wysokonapięciowy. Przy zbyt wysokich temperaturach płyn chłodzący jest schładzany przez chłodnicę niskotemperaturową. Jeśli to nie wystarczy, płyn jest dalej chłodzony za pomocą wymiennika ciepła (tzw. chłodziarki / chillera) zintegrowanego zarówno z obiegiem chłodziwa, jak i obiegiem czynnika chłodniczego. W takim przypadku czynnik chłodniczy układu klimatyzacji przepływa przez chłodziarkę, aby nadal obniżać temperaturę chłodziwa również cyrkulującego przez ten podzespół. Cały proces regulacji jest realizowany za pomocą poszczególnych termostatów, czujników, pomp i zaworów.



## Opis podzespołów

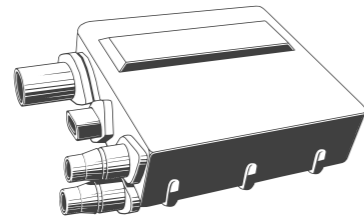
### Chłodziarka

Chłodziarka to specjalny wymiennik ciepła podłączony zarówno do obiegu chłodziwa, jak i do obiegu czynnika chłodniczego, co pozwala na dodatkowe obniżenie temperatury chłodziwa przez czynnik chłodniczy z układu klimatyzacji. Dzięki temu akumulator może być w razie potrzeby chłodzony pośrednio przez układ klimatyzacji. W tym celu chłodziwo z obiegu wtórnego przepływa przez płyty chłodzące akumulatora. Po pobraniu ciepła medium chłodzące jest schładzane do temperatury początkowej w chłodziarce. Obniżenie temperatury w chłodziarce następuje przez odparowanie innego czynnika chłodniczego cyrkulującego w obiegu pierwotnym.



### Chłodnica niskotemperaturowa

Temperatura płynu chłodzącego silnik elektryczny i układów energoelektronicznych jest utrzymywana poniżej 60°C w oddzielnym obiegu chłodzącym za pomocą chłodziwa niskotemperaturowej.



### Wysokonapięciowy dogrzewacz chłodziwa

Jeśli temperatury są zbyt niskie, chłodziwo jest podgrzewane przez elektryczny dogrzewacz wysokonapięciowy. Jest on zintegrowany z obiegiem chłodziwa.



### Termostat

Termostaty – elektryczne lub mechaniczne – utrzymują temperaturę chłodziwa na stałym poziomie.



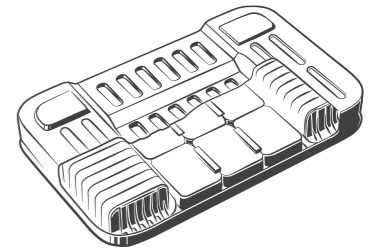
### Dogrzewacz elektryczny / dogrzewacz wysokonapięciowy

W pojazdach elektrycznych nie występuje ciepło odpadowe z silnika, które byłoby przenoszone na chłodziwo. Konieczne jest więc ogrzewanie kabiny za pomocą dogrzewacza elektrycznego umieszczonego w systemie wentylacyjnym.



### Akumulator wysokiego napięcia

Akumulator wysokiego napięcia (akumulator HV) jest – obok silnika elektrycznego – jednym z kluczowych elementów pojazdu elektrycznego. Składa się z połączonych ze sobą modułów bateryjnych, które z kolei składają się z ogniw. Akumulatory są zazwyczaj oparte na technologii litowo-jonowej. Charakteryzują się one wysoką gęstością energii. Ze względu na malejącą intensywność reakcji chemicznej sprawność akumulatora znacznie spada w temperaturach poniżej 0°C. W temperaturach powyżej 30°C proces starzenia mocno przyspiesza, a w temperaturach powyżej 40°C może dojść do uszkodzenia akumulatora. Aby osiągnąć jak najdłuższą żywotność i sprawność, akumulator musi być eksploatowany w określonym zakresie temperatur.



### Zawór odcinający chłodziwa / czynnika chłodniczego

Zawory odcinające dopływ chłodziwa / czynnika chłodniczego sąysterowywane elektrycznie i w razie potrzeby otwierają i zamykają części obwodu chłodziwa / czynnika chłodniczego lub łączą ze sobą kilka obwodów.



### Układ energoelektroniczny

Jego zadaniem w pojeździe jest sterowanie silnikami elektrycznymi, komunikacja z układem sterowania pojazdu i diagnostyka napędu. Układ energoelektroniczny (zwany też elektroniką mocy) składa się z reguły ze sterownika elektronicznego, falownika i przetwornicy DC/DC. Aby układ energoelektroniczny mógł być utrzymywany w określonym zakresie temperatur, jest podłączony do układu chłodzenia/ogrzewania pojazdu.



### Chłodnica akumulatora

Z każdej strony płyt chłodzących znajduje się jeden segment akumulatorowy. Segmenty akumulatorowe i płyty chłodzące tworzą trwale połączony moduł akumulatorowy. W przypadku bezpośredniego chłodzenia akumulatora przez płyty chłodzące przepływa czynnik chłodniczy systemu klimatyzacji. W przypadku pośredniego chłodzenia akumulatora przez płyty chłodzące przepływa chłodziwo. Jeśli wydajność chłodzenia nie wystarcza do pośredniego chłodzenia akumulatora, chłodziwo może być dodatkowo chłodzone przez chłodziarkę. Chłodziarka jest specjalnym wymiennikiem ciepła, służącym do pośredniego chłodzenia akumulatorów i zintegrowanym zarówno z obiegiem chłodziwa, jak i z obiegiem czynnika chłodniczego.



### Elektryczny kompresor klimatyzacji

Kompresor jest zasilany elektrycznie przez prąd o wysokim napięciu. Umożliwia to również chłodzenie wnętrza pojazdu przy wyłączonym silniku. Ponadto układ klimatyzacji może również schładzać chłodziwo.



### Skrapalacz

Skrapalacz jest potrzebny do chłodzenia czynnika chłodniczego rozgrzanego wskutek sprężenia w kompresorze. Gorący gazowy czynnik chłodniczy wpływa do skraplacza i oddaje ciepło do otoczenia przez przewód rurowy i blaszki (lamelle). W wyniku schłodzenia stan skupienia czynnika chłodniczego zmienia się z gazowego na ciekły.



### Elektryczna pompa wody

Elektryczne pompy wody lub chłodziwa ze zintegrowanym regulatorem elektronicznym są sterowane bezstopniowo, odpowiednio do wymaganej wydajności chłodzenia. Mogą być stosowane jako pompy główne, dodatkowe lub cyrkulacyjne i pracują niezależnie od silnika, zgodnie z zapotrzebowaniem.

### Klimatyzacja

Ze względu na wysoką sprawność napędy elektryczne emitują podczas pracy niewiele ciepła do środowiska i w ogóle nie emitują ciepła podczas postoju. Do ogrzania samochodu przy niskich temperaturach zewnętrznych lub rozmrożenia szyb potrzebne są więc dodatkowe grzejniki. Stanowią one dodatkowe odbiorniki energii i są bardzo istotne ze względu na wysokie zużycie energii. Zużywają one część energii zgromadzonej w akumulatorze, co ma znaczący wpływ na zasięg jazdy – zwłaszcza w zimie. Dogrzewacze elektryczne zintegrowane z systemem wentylacji są prostą, efektywną, ale również bardzo energochłonną metodą ogrzewania. W związku z tym obecnie stosuje się też energo-

### Zarządzanie ładowaniem i rozładowywaniem

W akumulatorach stosowane są różne systemy zarządzania, które kontrolują ich ładowanie i rozładowywanie, monitorują temperaturę, oceniają zasięg pojazdu i prowadzą diagnostykę. Trwałość zależy tu głównie od warunków pracy i zgodności z ograniczeniami eksploatacyjnymi. Systemy zarządzania akumulatorami – w tym systemy do zarządzania temperaturą – zapobiegają ich szkodliwemu, potencjalnie krytycznemu z punktu widzenia bezpieczeństwa przeładowaniu lub głębokiemu rozładowaniu oraz krytycznym temperaturom. Monitorowanie poszczególnych ogniw akumulatora pozwala reagować, zanim dojdzie do awarii lub uszkodzenia innych ogniw. Informacje o statusie mogą być również przechowywane do celów serwisowych, a w przypadku wystąpienia błędów kierowca może otrzymywać odpowiednie komunikaty.

oszczędne pompy ciepła. Latem można je wykorzystywać jako system klimatyzacji do chłodzenia wnętrza pojazdu. Podgrzewacze siedzisk i ogrzewane szyby doprowadzają ciepło bezpośrednio do ogrzewanych miejsc, zmniejszając tym samym również zapotrzebowanie na ogrzewanie wnętrza. Postój samochodu elektrycznego często ma miejsce przy stacjach ładowania. Tam pojazd może zostać ogrzany lub ochłodzony przed rozpoczęciem jazdy – bez obciążania akumulatora. Później, w trakcie jazdy, do ogrzewania lub chłodzenia wnętrza pojazdu potrzeba już znacznie mniej energii. Obecnie oferowane są też aplikacje na smartfony, za pomocą których można zdalnie sterować ogrzewaniem.

W zasadzie pojemność akumulatorów wystarcza dziś w większości samochodów elektrycznych na wszystkie krótkie i średnie trasy. Badanie opublikowane w 2016 r. przez Massachusetts Institute of Technology wykazało, że zasięg dzisiejszych standardowych samochodów elektrycznych jest wystarczający do realizacji 87% wszystkich przejazdów. Zasięgi te są jednak bardzo różne. Prędkość pojazdu elektrycznego, temperatura zewnętrzna, a w szczególności korzystanie z ogrzewania i klimatyzacji prowadzą do znacznej redukcji zasięgu. Coraz krótsze czasy ładowania i ciągła rozbudowa infrastruktury umożliwiają jednak stale zwiększanie zasięgu samochodów elektrycznych.



# Zasady pracy przy pojazdach elektrycznych i hybrydowych

## Porady praktyczne

W pojazdach elektrycznych i hybrydowych muszą być zainstalowane komponenty układów wysokiego napięcia. Są one oznakowane ustandaryzowanymi naklejkami ostrzegawczymi. Dodatkowo wszystkie kable wysokiego napięcia dowolnego producenta mają kolor jaskrawopomarańczowy.

**Należy przestrzegać zaleceń producentów pojazdów i naszych wskazówek warsztatowych!**

## Na co pracownicy warsztatu powinni zwracać uwagę?

### Uruchamianie i przemieszczanie pojazdu:

Prowadzenie pojazdu z układem wysokiego napięcia – nawet, jeśli chodzi o przejazd tylko z lub do warsztatu – wymaga odpowiedniego poinstruowania danej osoby.

### Serwis i konserwacja:

Prace serwisowe i konserwacyjne (wymiana kół, prace kontrolne) przy pojazdach wyposażonych w układy wysokiego napięcia mogą wykonywać wyłącznie osoby, które zostały wcześniej poinformowane o zagrożeniach związanych z układami wysokiego napięcia i odpowiednio poinstruowane przez „specjalistę w zakresie wykonywania prac przy pojazdach wyposażonych w iskrobezpieczny układ wysokiego napięcia”.

### Wymiana komponentów układu wysokiego napięcia:

Osoby wymieniające elementy wysokiego napięcia – np. kompresory klimatyzacji – muszą posiadać odpowiednie kwalifikacje (specjalista w zakresie prac przy pojazdach wyposażonych w iskrobezpieczny układ wysokiego napięcia).

Podczas pracy przy pojazdach wyposażonych w systemy wysokiego napięcia obowiązuje następujący sposób postępowania:

1. **Pozbawić napięcia**
2. **Zabezpieczyć przed ponownym włączeniem**
3. **Zweryfikować brak napięcia**

### Wymiana akumulatora:

Naprawa lub wymiana komponentów pod napięciem w układzie wysokiego napięcia (akumulator) wymaga specjalnych kwalifikacji.

### Pomoc drogowa, holowanie i transport lawetą:

Każda osoba udzielająca pomocy drogowej w razie awarii pojazdów wyposażonych w układ wysokiego napięcia, holująca takie pojazdy lub transportująca je na lawecie musi przejść instruktaż w zakresie budowy i sposobu działania takich pojazdów i ich układów wysokiego napięcia. Poza tym z góry należy przestrzegać odpowiednich instrukcji producenta pojazdu. W przypadku uszkodzenia komponentów wysokonapięciowych (akumulator) należy wezwać straż pożarną.

# Klimatyzacja kabinowa

## Podstawowe informacje

W konwencjonalnych układach napędowych z silnikiem spalinowym klimatyzacja wnętrza pojazdu zależy bezpośrednio od pracy silnika ze względu na napędzany mechanicznie kompresor. Również w pojazdach określanych przez specjalistów jako mikrohybrydowe i posiadających tylko funkcję start-stop stosuje się kompresory napędzane pasem. Powoduje to następujący problem: po zatrzymaniu pojazdu i wyłączeniu silnika już po upływie 2 sekund wzrasta temperatura na wlocie parownika klimatyzacji. Związany z tym powolny wzrost temperatury i wilgotności wywiewanego powietrza pasażerowie pojazdu odbierają jako nieprzyjemny.

Aby zlikwidować ten problem, można stosować opracowane niedawno akumulatory zimna (tzw. parowniki akumulacyjne). Parownik akumulacyjny składa się z dwóch bloków: bloku parownika i bloku akumulacyjnego. W fazie rozruchu lub podczas pracy silnika przez oba te bloki przepływa czynnik chłodniczy. W międzyczasie medium latentne znajdujące w parowniku jest schładzane tak mocno, że zamarza. Staje się ten sposób akumulatorem zimna.

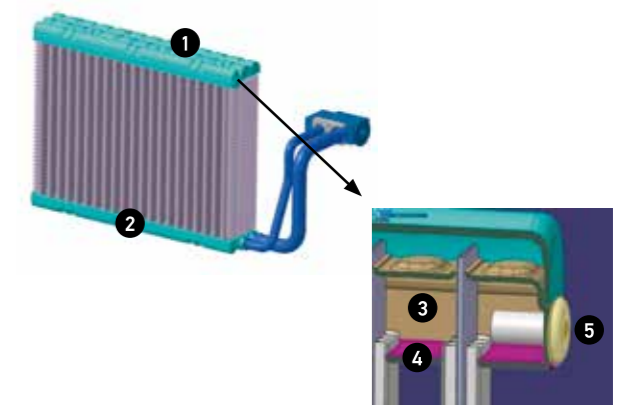


Parownik akumulacyjny

W fazie stop silnik jest wyłączony i kompresor nie jest napędzany. Ciepłe powietrze przepływające obok parownika ochładza się i następuje wymiana ciepła. Wymiana ta trwa do momentu całkowitego stopienia medium latentnego. Po ponownym ruszeniu proces zaczyna się od nowa, dzięki czemu już po minucie parownik akumulacyjny może znowu chłodzić powietrze.

W pojazdach bez parownika akumulacyjnego przy bardzo ciepłej pogodzie już po krótkim postoju konieczne jest ponowne uruchomienie silnika. Tylko w ten sposób można utrzymać chłodzenie wnętrza pojazdu. W razie potrzeby klimatyzacja wnętrza pojazdu obejmuje również ogrzewanie kabiny.

W pojazdach typu full-hybrid podczas jazdy na napędzie elektrycznym silnik spalinowy jest wyłączony. Ciepło resztkowe znajdujące się w obiegu wody wystarcza do ogrzania kabiny tylko przez krótki czas. Jako wsparcie włączane są dogrzewacze wysokonapięciowe, które przejmują funkcję ogrzewania. Ich sposób działania przypomina działanie suszarki do włosów: powietrze wciągane przez dmuchawę kabinową jest ogrzewane podczas przepływania przez elementy grzejne i – już ogrzane – dostaje się do wnętrza pojazdu.



Schemat poglądowy – parownik akumulacyjny: (1) blok parownika o głębokości 40 mm, (2) blok akumulacyjny o głębokości 15 mm, (3) czynnik chłodniczy, (4) medium latentne, (5) nit jednostronnie zamknięty



# Wysokonapięciowy kompresor klimatyzacji

## Funkcja

Pojazdy typu full-hybrid wykorzystują elektryczne kompresory wysokonapięciowe, które nie są uzależnione od pracy silnika spalinowego. Dzięki tej nowatorskiej koncepcji napędu możliwe są funkcje, które dodatkowo zwiększają komfort w zakresie klimatyzacji pojazdu.



Przed rozpoczęciem jazdy możliwe jest wstępne schłodzenie rozgrzanego wnętrza pojazdu do żądanej temperatury. Funkcją można sterować zdalnie.

Takie chłodzenie postojowe może się odbywać tylko w zależności od dostępnej pojemności akumulatora. Kompresor jest wysterowany z możliwie jak najmniejszą mocą, z uwzględnieniem żądanej temperatury i energii dostępnej na potrzeby klimatyzacji.

Sterowanie mocą stosowanych obecnie kompresorów wysokonapięciowych odbywa się poprzez odpowiednią adaptację prędkości obrotowej w krokach co 50 obr./min. Dzięki temu nie ma konieczności wewnętrznej regulacji mocy.

W odróżnieniu od zasady tarczy sterującej stosowanej najczęściej w kompresorach z napędem pasowym, w kompresorach wysokonapięciowych do sprężania czynnika chłodniczego wykorzysty-

wana jest zasada działania spirali. Zaletą tych kompresorów jest redukcja masy o ok. 20% i zmniejszenie objętości skokowej o tę samą wartość przy zachowaniu identycznej mocy.

W celu uzyskania odpowiednio wysokiego momentu obrotowego do napędzania kompresora elektrycznego stosuje się napięcie stałe o wartości ponad 200 V – a więc bardzo wysokie jak na pojazd mechaniczny. Falownik wbudowany w silnik elektryczny przekształca to napięcie stałe na trójfazowe napięcie przemienne, którego wymaga bezszczotkowy silnik elektryczny. Konieczne odprowadzanie ciepła z falownika i uzwojeń silnika jest możliwe dzięki przepływowi czynnika chłodniczego z powrotem na stronę ssącą.

# Zarządzanie temperaturą akumulatora

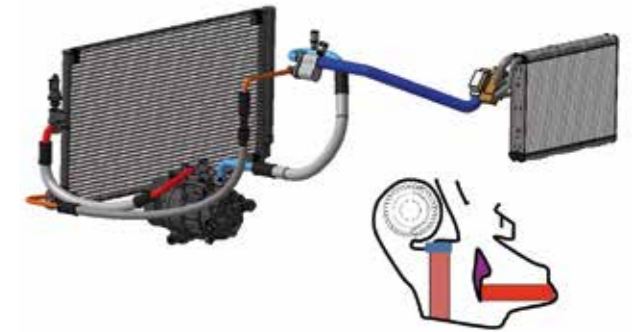
## Porównanie

### Zarządzanie temperaturą akumulatora

Akumulator jest niezbędnym elementem funkcyjnym pojazdu elektrycznego i hybrydowego. Musi szybko i niezawodnie zapewnić ogromne ilości energii dla napędu. Większość akumulatorów to wysokonapięciowe akumulatory litowo-jonowe i nikielowo-metalowo-wodorkowe. Dzięki temu możliwa jest dodatkowa redukcja masy i wielkości akumulatorów pojazdów hybrydowych.

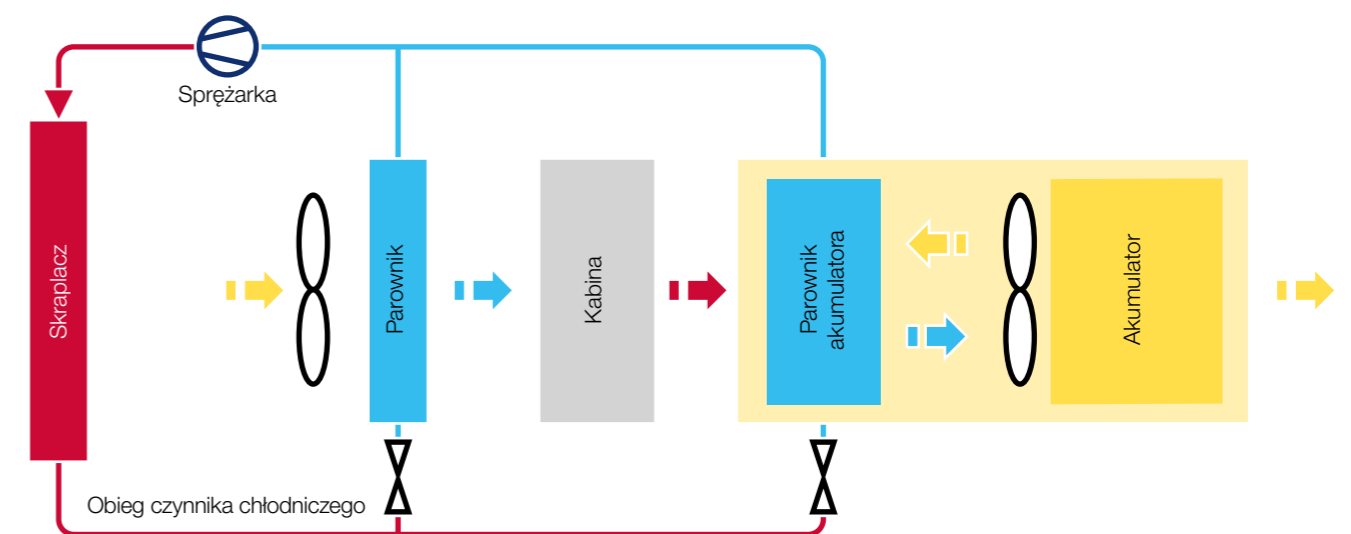
Stosowane akumulatory muszą pracować w określonym przedziale temperatur. Od temperatury pracy +40°C skraca się trwałość, a poniżej 0° zmniejsza się wydajność i moc akumulatora. Poza tym różnica temperatur pomiędzy poszczególnymi ogniwami nie może przekraczać określonej wartości.

Krótkotrwałe obciążenia szczytowe w połączeniu z wysokimi prądami występującymi podczas rekuperacji i boostingu powodują silne nagrzewanie ogniw. W miesiącach letnich osiąganie krytycznej wartości 40°C przyspieszają również wysokie temperatury otoczenia. Konsekwencją przekroczenia temperatury jest



przyspieszenie procesu starzenia i związana z tym przedwczesna awaria akumulatora. Producenci pojazdów dążą do osiągnięcia obliczeniowej żywotności eksploatacyjnej akumulatora na poziomie 1 okresu żywotności eksploatacyjnej samochodu (ok. 8–10 lat). Przedwczesnemu wyeksploatowaniu akumulatora można więc zapobiec tylko stosując odpowiednie systemy zarządzania temperaturą. Do tej pory w pojazdach stosowano trzy różne systemy zarządzania temperaturą.

### Opcja 1



Powietrze jest zasysane z klimatyzowanego wnętrza pojazdu i wykorzystywane do chłodzenia akumulatora. Chłodne powietrze zasane z wnętrza pojazdu ma temperaturę poniżej 40°C.

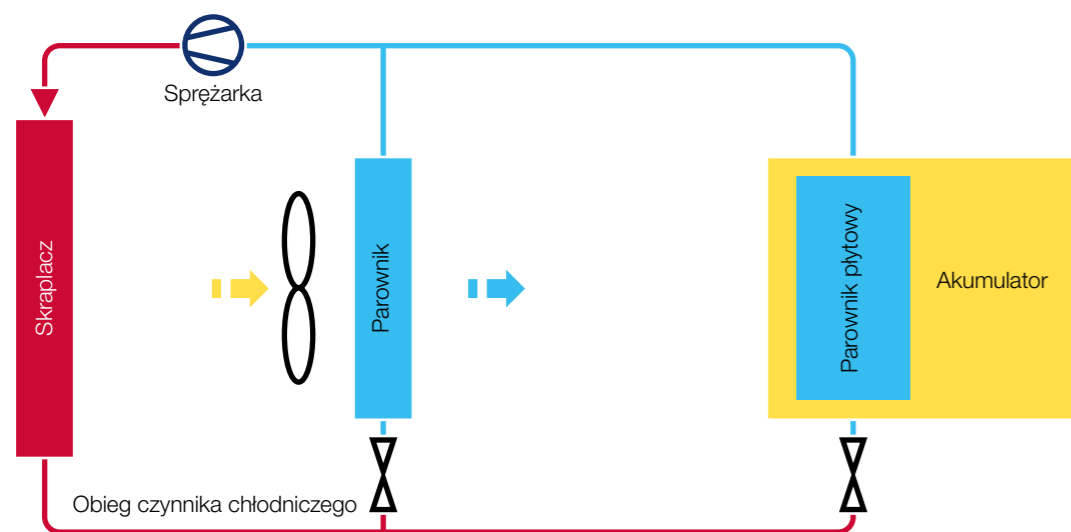
Powietrze to przepływa wokół swobodnie dostępnych powierzchni akumulatora.

### Wady tego rozwiązania:

- Niska skuteczność chłodzenia.
- Powietrze zasysane z wnętrza pojazdu nie wystarcza do równomiernej redukcji temperatury.
- Znaczny nakład związany z układem doprowadzania powietrza.
- Możliwość występowania we wnętrzu pojazdu nieprzyjemnych odgłosów generowanych przez dmuchawę.
- Kanały powietrzne tworzą bezpośrednie połączenie między przestrzenią pasażerską a akumulatorem. Należy to uznać za problematyczne ze względów bezpieczeństwa (np. możliwość uchodzenia gazu z akumulatora).
- Nie wolno też lekceważyć niebezpieczeństwa zanieczyszczenia zespołu akumulatorowego, ponieważ powietrze z wnętrza pojazdu zawiera pył i kurz. Pył odkłada się między ogniwami i w połączeniu ze skroploną wodą z powietrza tworzy osad przewodzący prąd. Osad ten zwiększa możliwość występowania prądów pelzających w akumulatorze.

Aby uniknąć tego zagrożenia, zasysane powietrze jest filtrowane. Alternatywnie powietrze może też być chłodzone przez oddzielny, mały klimatyzator, podobny do osobnych układów klimatyzacji tylnych siedzeń w samochodach klasy premium.

### Opcja 2



Specjalna płyta parownika jest umieszczona w ogniwie akumulatora i podłączona do systemu klimatyzacji w pojeździe. Wykorzystuje się przy tym metodę tak zwanego splittingu po stronie wysoko- i niskociśnieniowej przez przewody elastyczne i zawór rozprężny. W ten sposób zarówno parownik wnętrza pojazdu, jak i parownik płytowy akumulatora, który funkcjonuje jak zwykły parownik, są włączone do jednego i tego samego obwodu.

Różne zadania obu parowników skutkują odpowiednio różnymi wymaganiami dotyczącymi przepływu czynnika chłodniczego. O ile układ chłodzenia wnętrza pojazdu musi spełniać wymagania pasażerów, to akumulator wysokonapięciowy wymaga odpowiednio słabszego lub silniejszego chłodzenia w zależności od warunków jazdy i temperatury otoczenia.

Wymagania te skutkują koniecznością skomplikowanej regulacji ilości odparowywanego czynnika chłodniczego. Specjalna konstrukcja parownika płytowego umożliwia integrację komponentu

z akumulatorem i zapewnia dużą powierzchnię wymiany ciepła. Gwarantuje to utrzymywanie temperatury poniżej krytycznej wartości 40°C.

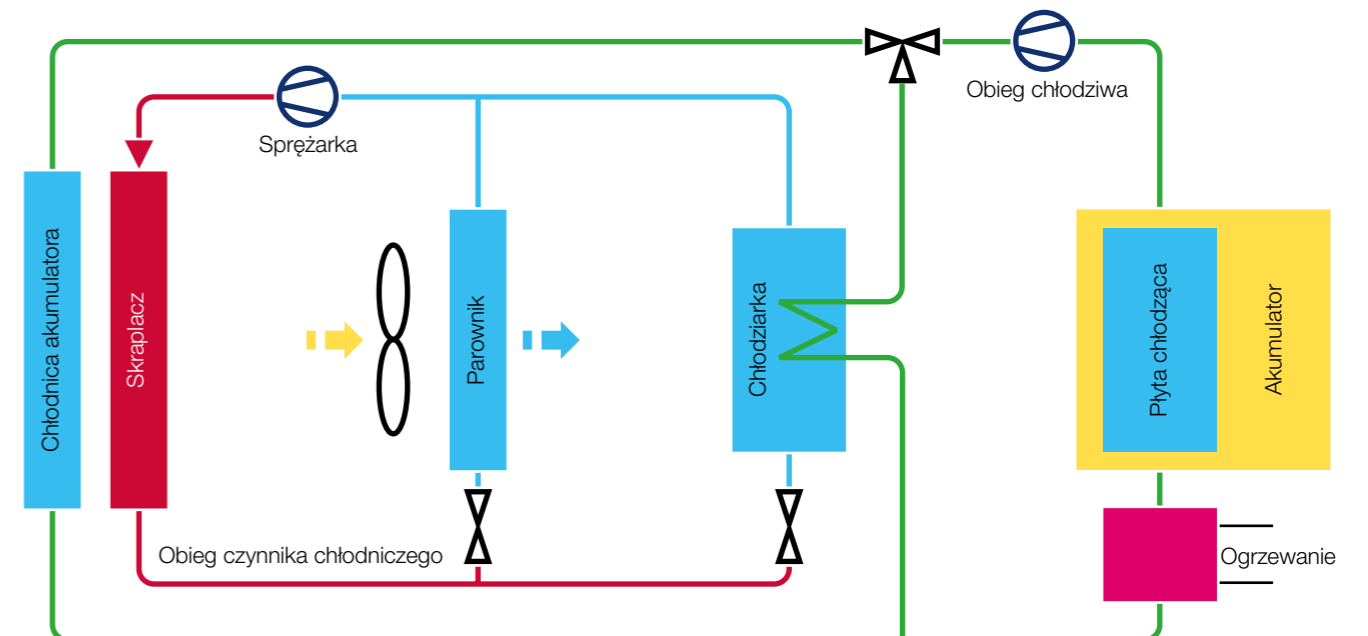
Przy bardzo niskich temperaturach zewnętrznych konieczne jest podnoszenie temperatury do wartości idealnej dla akumulatora, wynoszącej co najmniej 15°C. W tej sytuacji parownik płytowy jest jednak bezużyteczny. Zimny akumulator ma niższą sprawność niż akumulator o odpowiedniej temperaturze, a w bardzo niskich temperaturach poniżej zera stopni nie można go praktycznie ładować. W pojazdach typu mild hybrid jest to akceptowalne: w skrajnej sytuacji funkcja napędu hybrydowego jest dostępna jedynie w ograniczonym zakresie. Jazda na silniku spalinowym jest jednak możliwa. W pojeździe o napędzie wyłącznie elektrycznym konieczne jest ogrzewanie akumulatora umożliwiające uruchomienie pojazdu i jazdę w każdej sytuacji, również w zimie.



## Wskazówka

Wymiana samego parownika płytowego zintegrowanego bezpośrednio z akumulatorem nie jest możliwa. W razie usterki konieczna jest więc wymiana całego akumulatora.

### Opcja 3



W przypadku akumulatorów o większej pojemności prawidłowa temperatura ma fundamentalne znaczenie. W związku z tym przy bardzo niskich temperaturach wymagane jest dodatkowe ogrzewanie akumulatora pozwalające na utrzymanie temperatury w optymalnym zakresie. Tylko w ten sposób można uzyskać zadowalający zasięg w trybie jazdy na napędzie elektrycznym.

W celu realizacji dodatkowego ogrzewania akumulator jest zintegrowany z obwodem wtórnym. Obwód ten zapewnia stałą, idealną temperaturę roboczą w zakresie od 15°C do 30°C. W bloku akumulatorowym znajduje się zintegrowana płyta chłodząca, przez którą przepływa chłodziwo stanowiące mieszaninę wody i glikolu (zielony obwód na rysunku). Przy niskich temperaturach chłodziwo może zostać szybko ogrzane do idealnej temperatury przez układ ogrzewania. W przypadku wzrostu temperatury w akumulatorze podczas korzystania z funkcji hybrydowych ogrzewanie jest wyłączane. Chłodziwo może być wtedy chłodzone przez pęd

powietrza w znajdującej się w przedniej części pojazdu chłodnicy akumulatora lub chłodnicy niskotemperaturowej.

W przypadku, gdy przy wysokich temperaturach zewnętrznych moc chłodzenia zapewniana przez chłodziarkę akumulatora jest niewystarczająca, chłodziwo przepływa przez chłodziarkę (chiller). W chłodziarce następuje odparowywanie czynnika chłodniczego z układu klimatyzacji. Ponadto ciepło może być przenoszone z obiegu wtórnego na parujący czynnik chłodniczy w bardzo kompaktowy sposób i z wysoką gęstością mocy. Następuje wówczas dodatkowe chłodzenie wtórne chłodziwa. Dzięki zastosowaniu specjalnego wymiennika ciepła akumulator może być eksploatowany w optymalnym przedziale temperatur i z optymalną sprawnością.

# Szkolenia z zakresu napraw pojazdów elektrycznych i hybrydowych

## O tym warto wiedzieć

Warunkiem efektywnego serwisowania i skutecznych napraw skomplikowanych systemów do zarządzania temperaturą w pojazdach hybrydowych jest ciągłe doksztalcanie. Na przykład w Niemczech pracownicy pracujący na systemach wysokiego napięcia wymagają dodatkowego, 2-dniowego szkolenia przeprowadzonego przez „specjalistę w zakresie prac przy pojazdach wyposażonych w iskrobezpieczny układ wysokiego napięcia (HV)”.

Zdobyta podczas tego kursu wiedza zapewnia z jednej strony umiejętność rozpoznawania zagrożeń występujących przy wykonywaniu prac na systemie, a z drugiej – umiejętność wyłączenia napięcia na czas wykonywania prac. Bez odpowiedniego przeszkolenia realizacja prac na systemach wysokiego napięcia i/lub ich komponentach jest zabroniona. Naprawa lub wymiana komponentów pod napięciem w układzie wysokiego napięcia (akumulator) wymaga specjalnych kwalifikacji.



## Oferta szkoleń MAHLE w zakresie zarządzania temperaturą:

Dla praktykantów, czeladników, mistrzów lub inżynierów: w ofercie MAHLE Aftermarket można znaleźć odpowiednie szkolenie dla każdego.

Oprócz szkoleń teoretycznych MAHLE Aftermarket organizuje także specjalne szkolenia praktyczne dotyczące zapobiegania szkodom w samochodach ciężarowych, osobowych oraz maszynach rolniczych i budowlanych.

Jesteśmy pod tym względem bardzo elastyczni: wybierając Państwo konkretny temat i informując nas, gdzie i kiedy ma odbyć się szkolenie – organizacja całej reszty leży po naszej

stronie. Wystarczy skontaktować się z partnerem handlowym MAHLE Aftermarket lub bezpośrednio z nami pod adresem [ma.training@mahle.com](mailto:ma.training@mahle.com)

Eksperti ds. technicznych MAHLE Aftermarket są do Państwa dyspozycji i chętnie pomogą w organizacji ciekawych wydarzeń.

- Zarządzanie temperaturą w nowoczesnym silniku spalinowym
- Nowe technologie: możliwości i wyzwania związane z nowoczesnymi silnikami
- Poświadczenie kompetencji w zakresie klimatyzacji

# Porady dla warsztatów

## Serwisowanie pojazdów elektrycznych i hybrydowych

Również w przypadku ogólnych prac przeglądowo-naprawczych (na przykład przy układach wydechowych, oponach, amortyzatorach, przy wymianie oleju i opon itd.) występują specyficzne uwarunkowania. Czynności te mogą być wykonywane wyłącznie przez pracowników, którzy zostali przeszkoleni przez „specjalistę w zakresie prac przy pojazdach wyposażonych w iskrobezpieczny układ wysokiego napięcia” i odpowiednio poinstruowani o zagrożeniach związanych z takimi instalacjami. Poza tym wolno stosować wyłącznie narzędzia zgodne ze specyfikacjami producenta pojazdu!

Warsztaty samochodowe są zobowiązane do przeszkolenia wszystkich pracowników zajmujących się eksploatacją, konser-

wacją i naprawą pojazdów elektrycznych i hybrydowych. Należy też uwzględnić specyficzne warunki panujące w kraju użytkowania pojazdu.



Narzędzia do prac przy systemach wysokiego napięcia

## Pomoc drogową, holowanie i transport lawetą w przypadku pojazdów elektrycznych i hybrydowych

Kierowcy pojazdów wyposażonych w systemy wysokiego napięcia (HV) nie są narażeni na bezpośrednie zagrożenia elektryczne – nawet w przypadku awarii. System HV jest zabezpieczony przez wiele elementów stosowanych przez producentów pojazdów. Pomoc drogową dotyczącą pojazdów z systemami HV również nie stwarza zagrożeń, o ile nie jest konieczna ingerencja w system HV w celu usunięcia usterek.

Zagrożenia występują jednak w przypadku konieczności udzielenia pomocy drogowej, holowania pojazdów uszkodzonych w wypadku lub wydobywania pojazdów ze śniegu i wody. Choć poziom zabezpieczenia pojazdów przed zagrożeniami związanymi z porażeniem prądem elektrycznym lub wyładowaniami łukowymi jest bardzo wysoki, nie można zagwarantować 100% bezpieczeństwa w przypadku każdego uszkodzenia. W razie wątpliwości należy wziąć pod uwagę odpowiednie informacje producenta pojazdu lub poprosić go o takie informacje.

### Jak rozpoznać, że pojazd posiada system wysokiego napięcia?

- Po napisie na desce rozdzielczej lub na pojeździe
- Po pomarańczowych przewodach wysokiego napięcia (patrz ilustracja). Ogólna zasada: trzymać ręce z daleka od elementów wysokonapięciowych i pomarańczowych kabli
- Po oznaczeniach na komponentach HV (patrz ilustracja)



Komponenty wysokiego napięcia w komorze silnika

### Kto może udzielić pomocy drogowej w razie awarii?

Pomoc drogowa w razie usterek pojazdów elektrycznych i hybrydowych może być świadczona przez każdą osobę posiadającą wymagane do tego celu specjalne kwalifikacje. Pracownicy pomocy drogowej otrzymują instruktaże dotyczące budowy i obsługi pojazdów wyposażonych w systemy wysokiego napięcia. W tym zakresie obowiązują specyficzne wymagania i warunki

wykonywania prac nieelektrotechnicznych mające zastosowanie w kraju użytkowania pojazdu. (W Niemczech obowiązują informacje DGUV 200-005: „Kwalifikacje wymagane podczas prac przy pojazdach z systemami wysokiego napięcia” (wcześniej BGI 8686). Należy też uwzględnić specyficzne warunki panujące w kraju użytkowania pojazdu.)

### Pierwsze kroki w ramach pomocy drogowej

- Wyjąć kluczyk ze stacyjki (uwaga: systemy transponderowe włączają się automatycznie, gdy transponder zbliża się do pojazdu), a następnie odłączyć wtyczkę rozłącznika akumulatora wysokiego napięcia.
- Sprawdzić wzrokowo, czy komponenty wysokiego napięcia nie są uszkodzone.
- Nie wykonywać prac na komponentach HV. Mogą je wykonywać wyłącznie osoby wykwalifikowane w zakresie prac przy pojazdach z systemami wysokiego napięcia. Dotyczy to również sytuacji, gdy uszkodzenie komponentów wysokonapięciowych ma miejsce lub zostaje stwierdzone podczas udzielania pomocy drogowej.
- Napięcie resztkowe może występować również po wyłączeniu instalacji wysokiego napięcia – w zależności od producenta nawet przez kilka minut.



Wtyczka rozłącznika / odłącznik

### Uruchamianie zewnętrzne, holowanie i transport lawetą – co należy uwzględnić?

#### Uruchamianie zewnętrzne

Należy się bezwzględnie stosować do zaleceń producenta. Tylko niektóre pojazdy można uruchamiać zewnętrznie za pośrednictwem instalacji elektrycznej 12/24 V DC. Po wyłączeniu mogą występować niebezpieczne napięcia resztkowe, które nie są rozładowywane przez oporniki rozładowujące. Przed otwarciem należy się zapoznać z instrukcją obsługi i/lub informacjami technicznymi producenta pojazdu.

#### Transport lawetą i holowanie

- Pojazdy nieuszkodzone można z reguły załadować na pojazd transportowy (lawetę).
- Podczas holowania za pomocą holu sztywnego lub liny należy przestrzegać wytycznych producenta.
- Warunkiem bezpiecznego transportu lawetą jest uwzględnienie wszystkich czynności opisanych w rozdziale „Bezpieczna pomoc w przypadku samochodów elektrycznych”.
- Jeśli pojazd jest holowany lub wciągany na lawetę z użyciem wciągarki, to w obszarze punktów mocowania i przyłożenia elementów mocujących nie mogą się znajdować żadne komponenty wysokiego napięcia, które mogłyby ulec uszkodzeniu. To samo dotyczy podnoszenia za pomocą podnośnika lub dźwigu.

#### Postępowanie w razie wypadku

- W razie wypadku system wysokiego napięcia jest w większości przypadków wyłączany w momencie uruchomienia poduszki powietrznej. Dotyczy to prawie wszystkich samochodów osobowych, ale niekoniecznie pojazdów użytkowych.
- W celu zapewnienia sobie bezpiecznej pracy należy uwzględnić wszystkie wymagania opisane w rozdziale „Podstawowe zasady pracy przy pojazdach elektrycznych i hybrydowych”.
- Niektórzy producenci zalecają lub nakazują odłączenie ujemnego bieguna akumulatora instalacji 12/24 V DC (dalsze informacje można również znaleźć w odpowiednich wytycznych prowadzenia akcji ratunkowych).

- Jeśli akumulatory HV lub kondensatory HV (urządzenia magazynujące energię w pojazdach użytkowych) zostały przypadkowo uszkodzone lub wyrwane podczas wypadku, stanowi to szczególne zagrożenie. W takim przypadku należy wezwać straż pożarną lub techniczny personel pomocniczy. Podczas manipulowania uszkodzonymi akumulatorami HV konieczne są odpowiednie środki ochrony osobistej (ochrona twarzy, rękawice ochronne do prac pod napięciem).
- Rozlane elektrolity mogą działać żrąco lub drażniąco, w zależności od typu akumulatora. Należy bezwzględnie unikać kontaktu z takimi substancjami. Po wypadku nie można wykluczyć zapłonu akumulatorów HV w wyniku reakcji wewnętrznych. W związku z tym pojazdy powypadkowe nie powinny być parkowane w pomieszczeniach zamkniętych.



MAHLE Aftermarket GmbH  
Pragstraße 26 - 46  
70376 Stuttgart, Niemcy  
Telefon: +49 711 501-0

[www.mahle-aftermarket.com](http://www.mahle-aftermarket.com)  
[www.mpulse.mahle.com](http://www.mpulse.mahle.com)