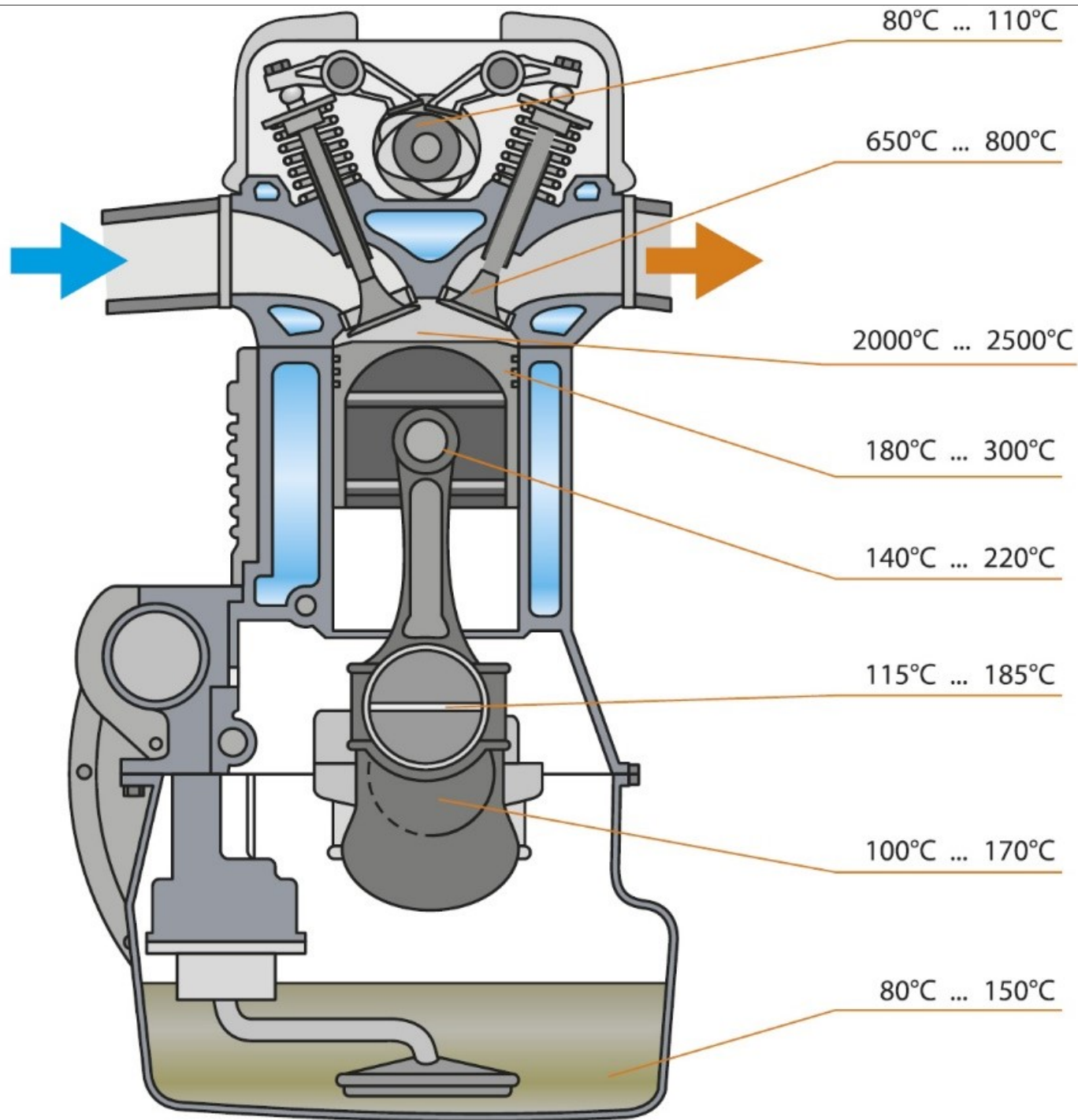


UKŁAD CHŁODZENIA WIADOMOŚCI WSTĘPNE

Warunki pracy silnika



Zadania układu chłodzenia

a) **utrzymywanie prawidłowej temperatury podczas pracy silnika (90-100°C)**

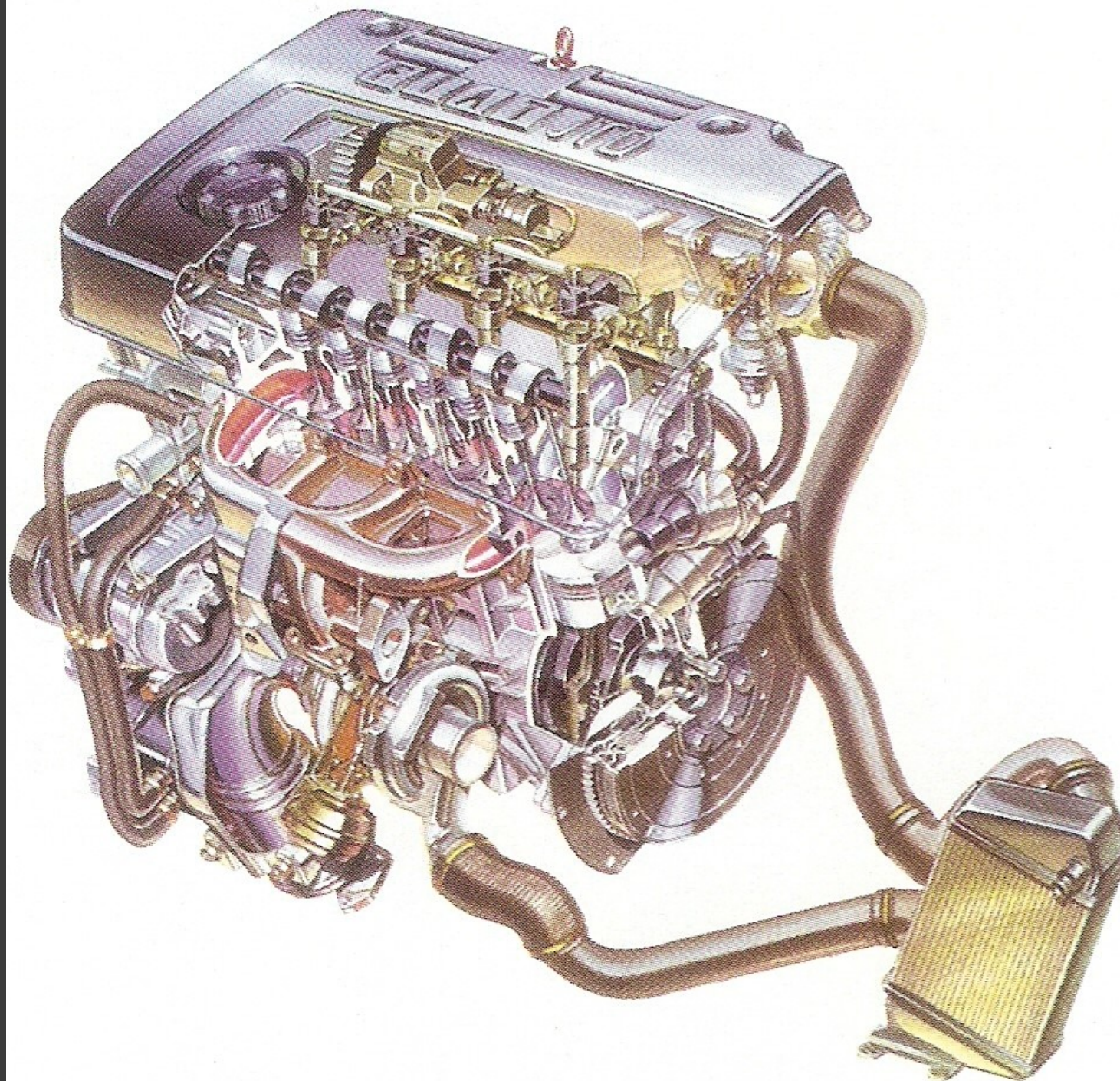
- osiąganie znamionowych wartości momentu obrotowego i mocy użytecznej
- małe zużycie paliwa
- mała emisja szkodliwych składników spalin
- spokojna praca
- jak największa trwałość

b) **wyrównywanie temperatur w różnych miejscach silnika**

c) ***chłodzenie oleju w układzie smarowania silnika***

d) ***chłodzenie spalin (w silnikach z recyrkulacją spalin)***

e) ***chłodzenie powietrza doładowującego (intercooler)***



Czynniki ograniczające maksymalną temperaturę pracy

- a) własności olejów silnikowych
- b) napełnienie cylindra
- c) występowanie w silniku ZI spalania stukowego i zapłonu żarowego
- d) rozszerzalność cieplna elementów silnika
- e) wytrzymałość materiałów w wysokich temperaturach
- f) odporność cieplna tworzyw sztucznych i materiałów uszczelnień

Rodzaje układu chłodzenia

- a) bezpośredni (chłodzenie powietrzem)
- b) pośredni (chłodzenie cieczą)

POŚREDNI UKŁAD CHŁODZENIA

Zalety pośredniego układu chłodzenia

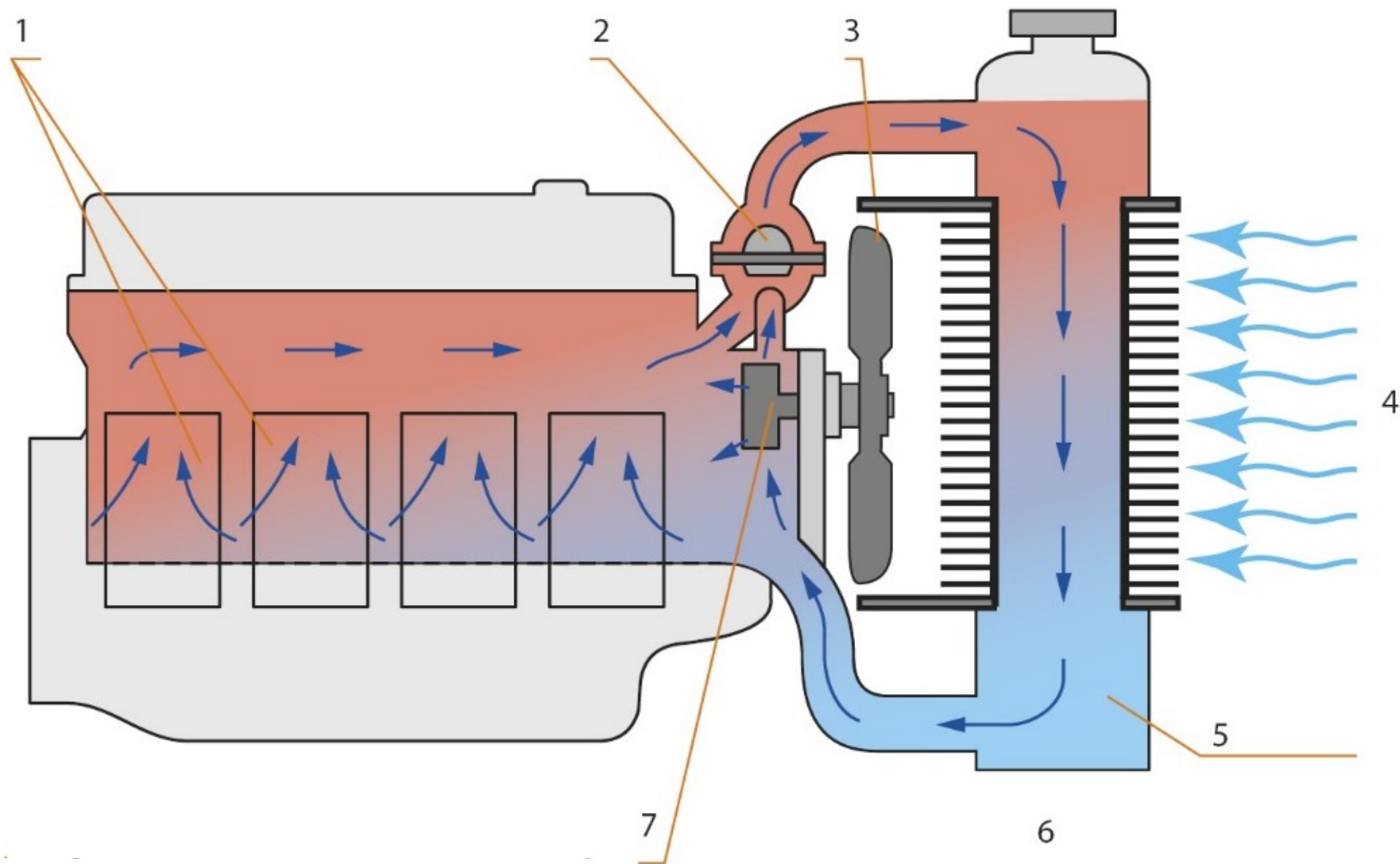
- a) dobre odprowadzanie ciepła
- b) niższy poziom temperatury maksymalnej
- c) dobre wyciszenie pracy silnika
- d) większa sztywność kadłuba silnika
- e) dobre warunki wykorzystania ciepła z układu chłodzenia

Wady pośredniego układu chłodzenia

- a) wyższe koszty produkcji silnika i osprzętu
- b) dłuższy czas nagrzewania zimnego silnika
- c) mniejsza pewność działania

Budowa obiegu pośredniego

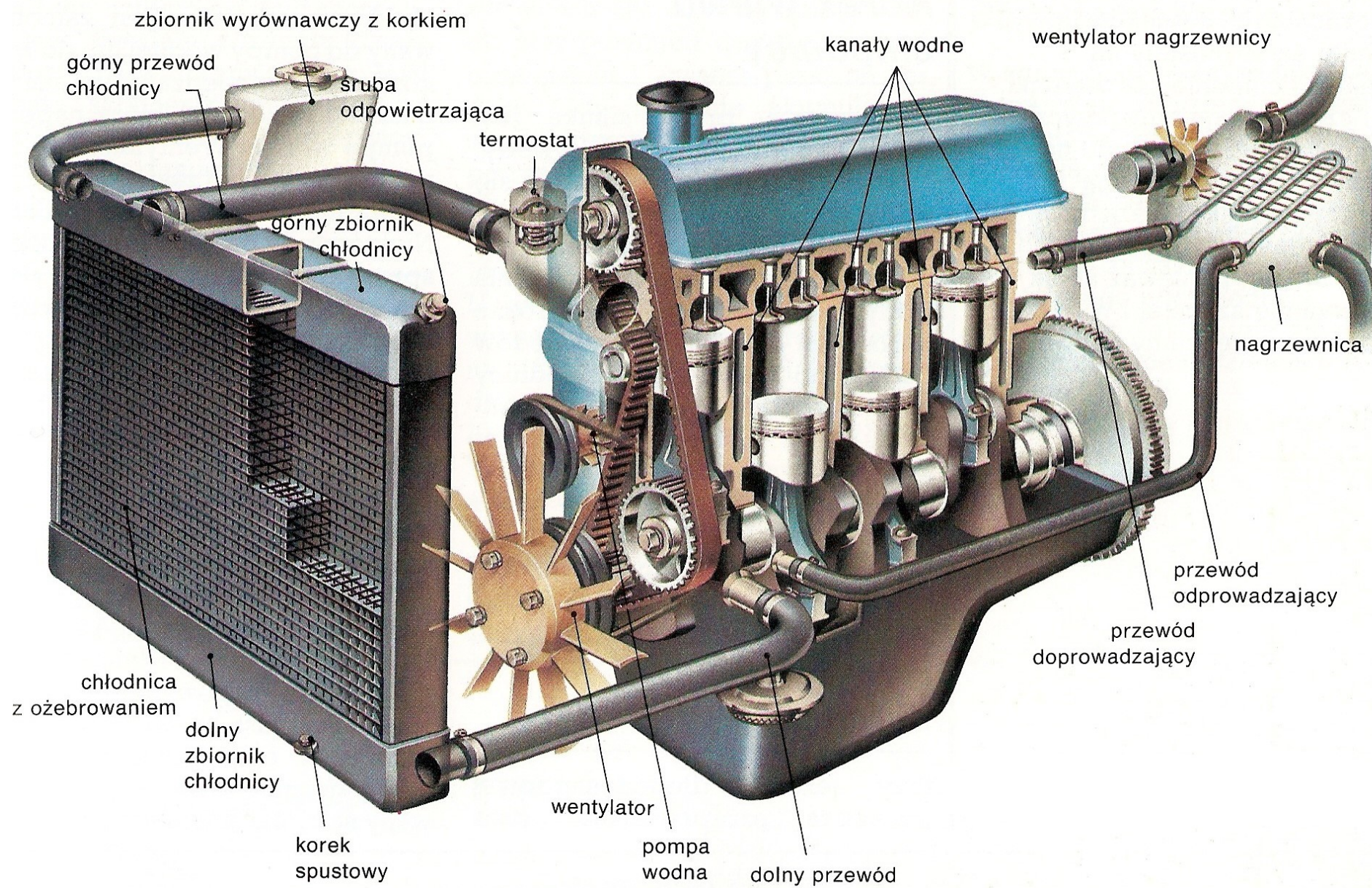
- a) kanały przepływu cieczy (w kadłubie i głowicy)
- b) chłodnica (wymiennik ciepła)
- c) pompa cieczy chłodzącej
- d) termostat
- e) wentylator
- f) zbiornik wyrównawczy
- g) przewody

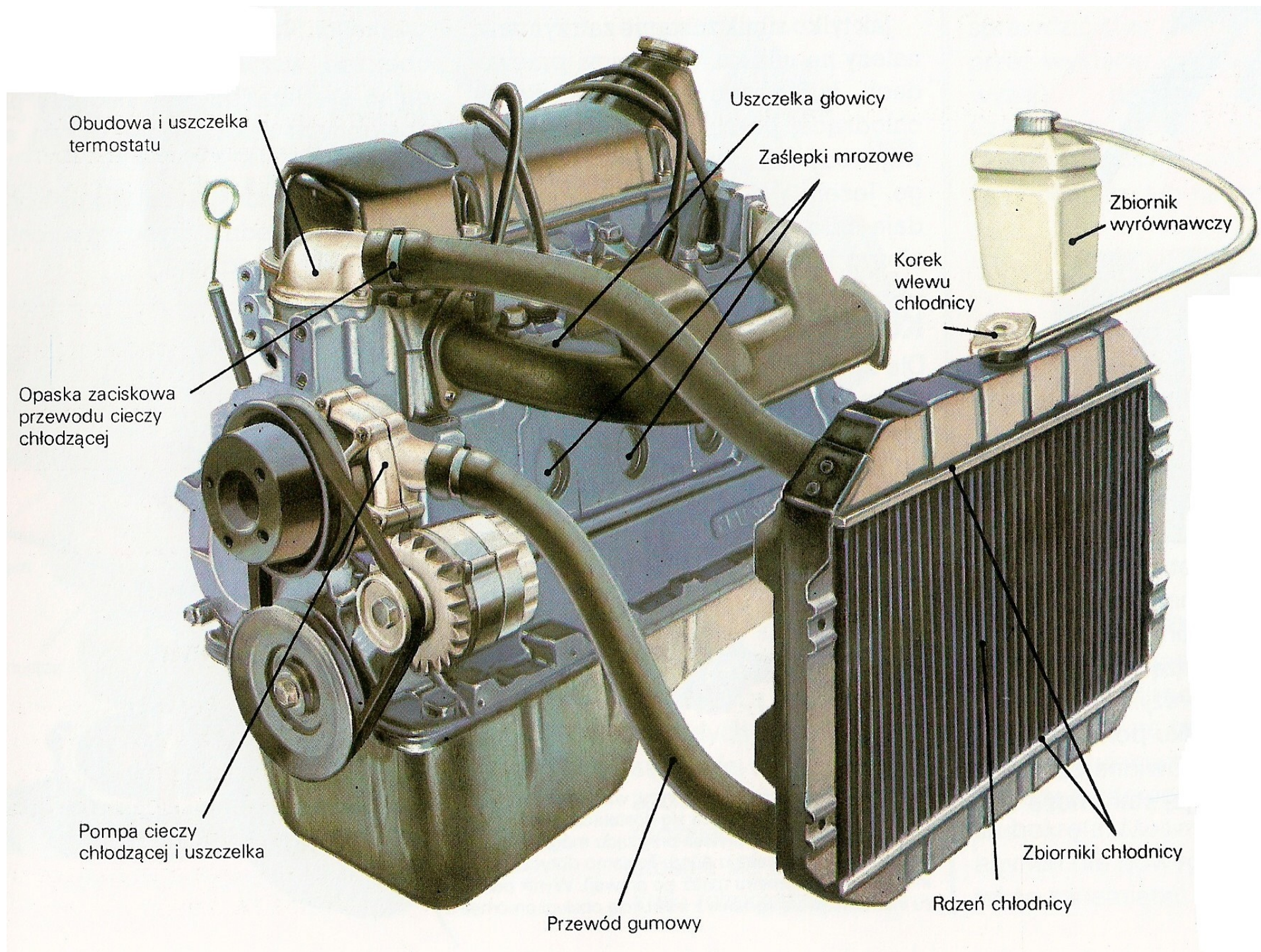


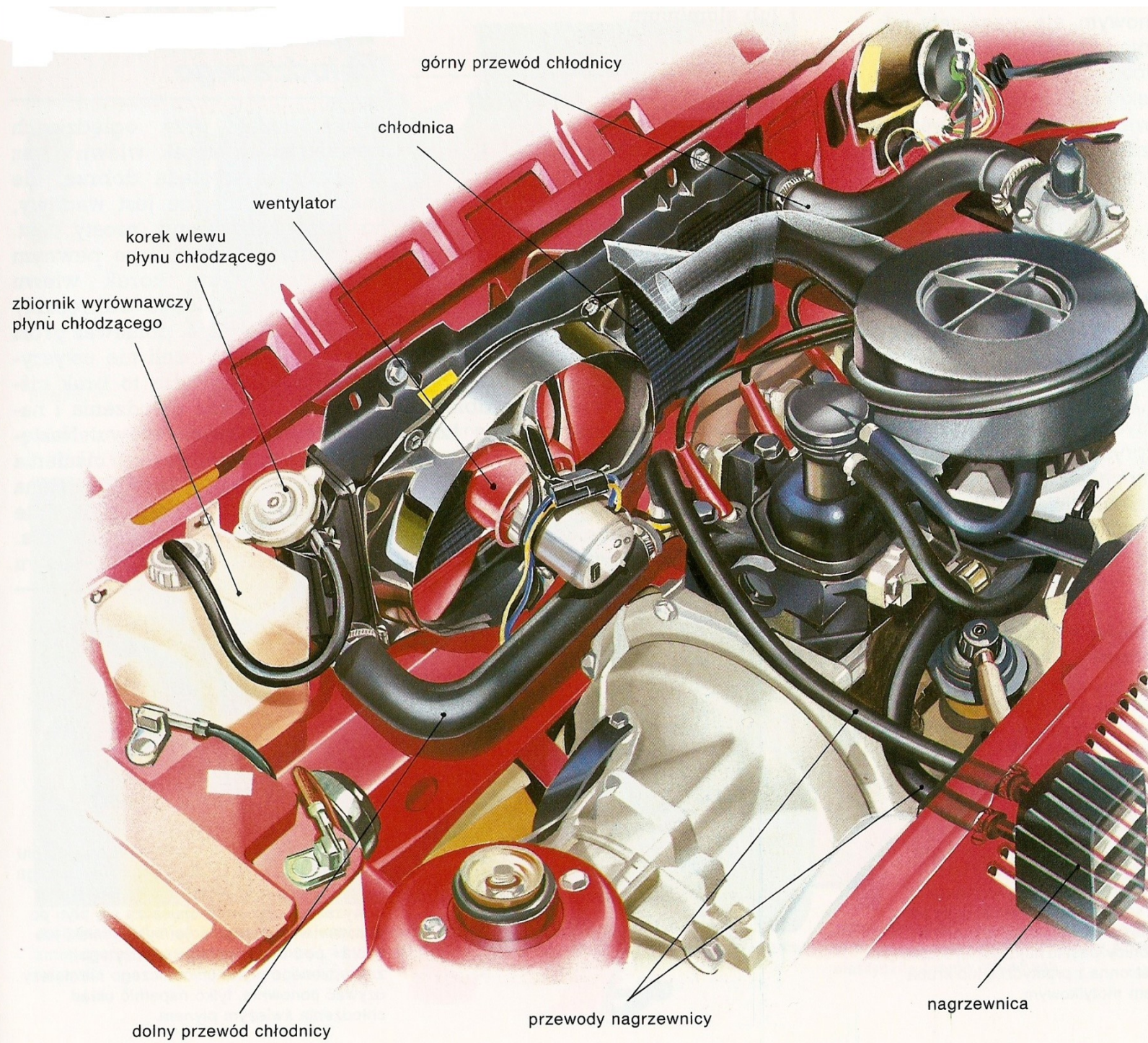
- | | | |
|-----------------------------|---------------------|----------------|
| 1 – płaszcz wodny | 2 – termostat | 3 – wentylator |
| 4 – przepływ powietrza | 5 – ciecz chłodząca | 6 – chłodnica |
| 7 – pompa cieczy chłodzącej | | |

Budowa obiegu pośredniego

- h) nagrzewnica wnętrza pojazdu*
- i) chłodnica oleju silnikowego*
- j) chłodnica oleju przekładniowego*
- k) kolektor dolotowy z podgrzewaniem przepustnicy*
- l) chłodnica spalin układu recyrkulacji*
- m) chłodnica powietrza doładowanego*

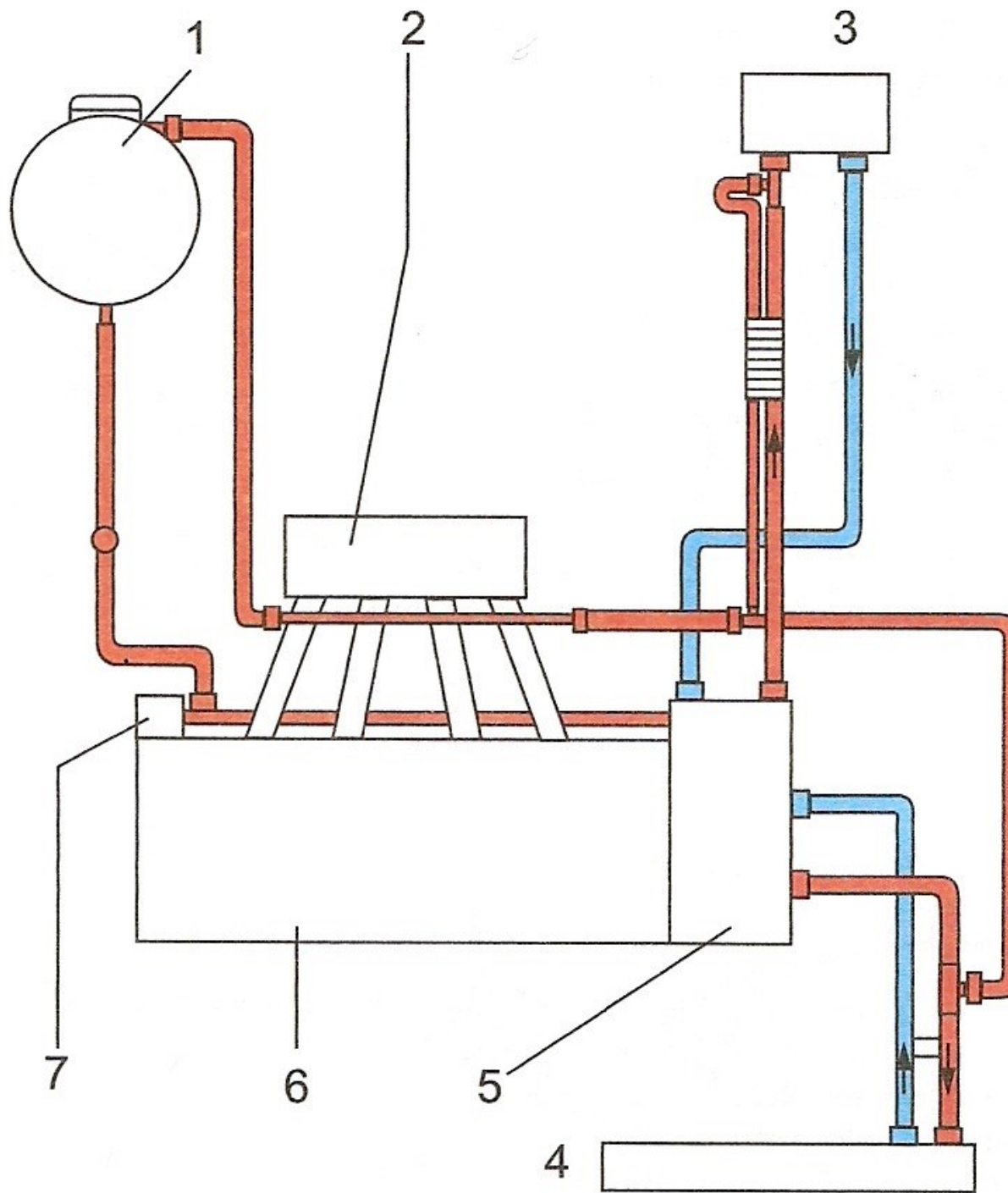






Układ chłodzenia

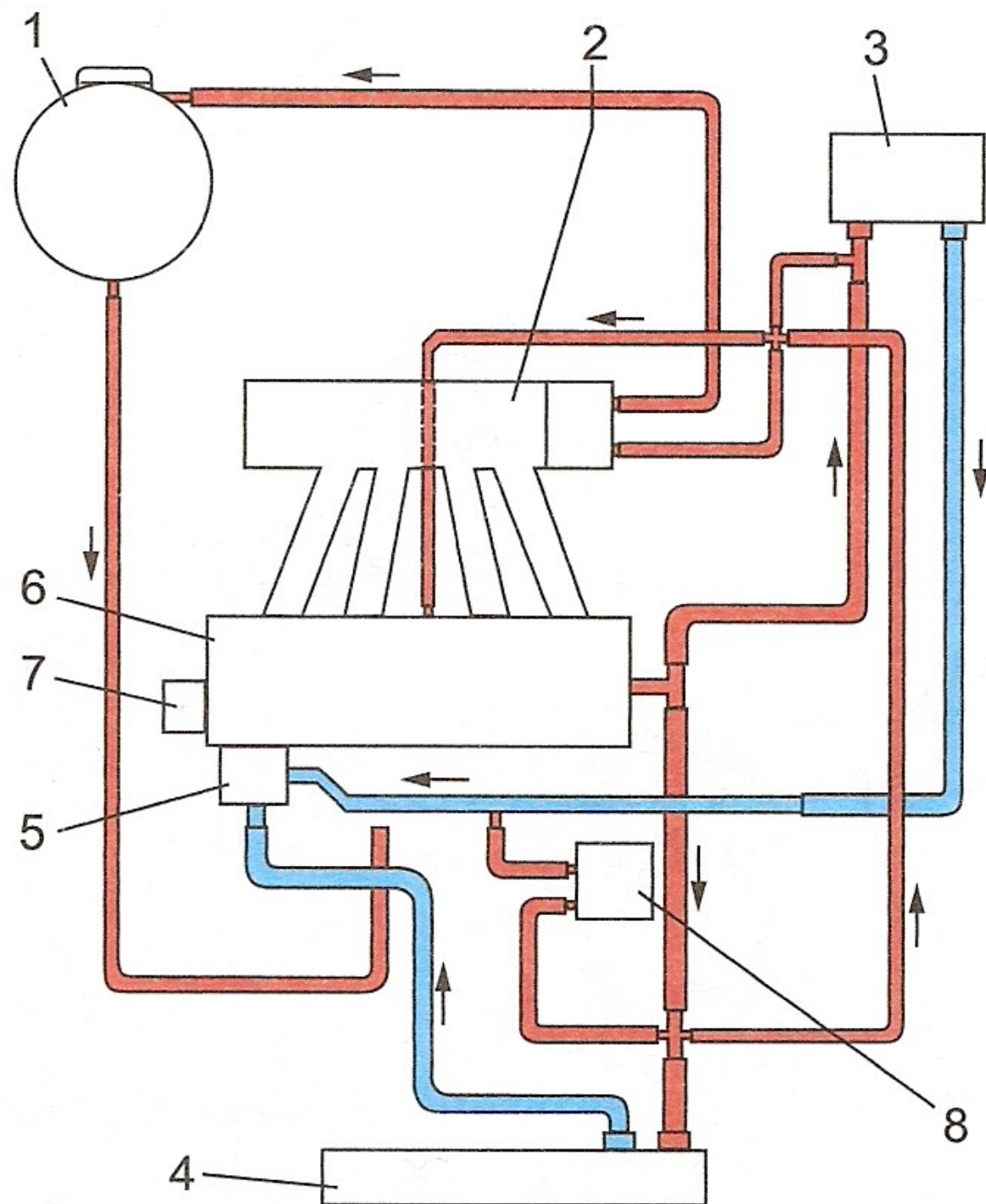
a) z termostatem na wylocie z silnika



- 1 – zbiornik wyrównawczy
- 2 – kolektor dolotowy
- 3 – nagrzewnica
- 4 – chłodnica
- 5 – obudowa termostatu
- 6 – silnik
- 7 – pompa cieczy chłodzącej

Układ chłodzenia

- a) z termostatem na wylocie z silnika
- b) z termostatem na wlocie do silnika

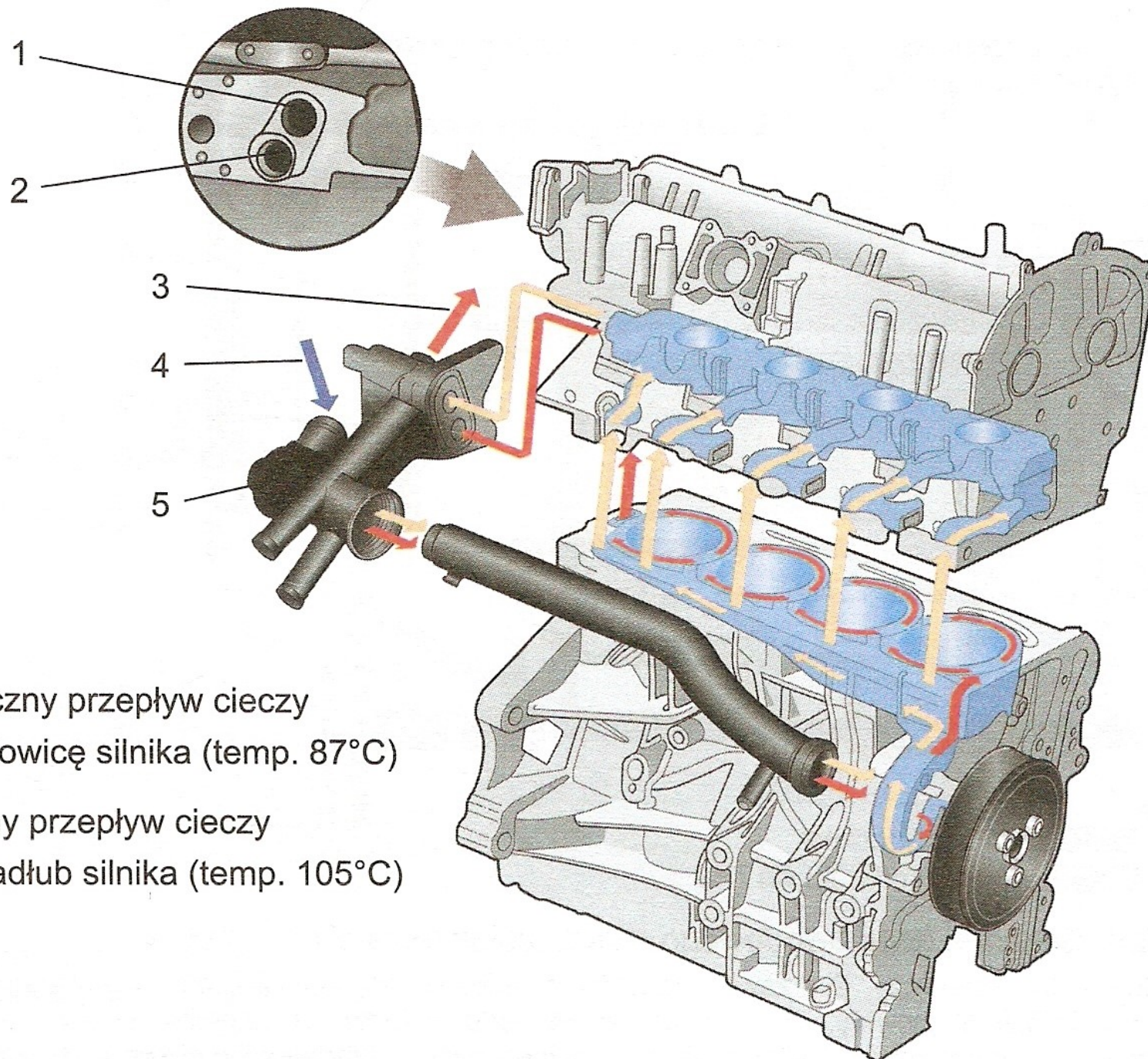


- 1 – zbiornik wyrównawczy
- 2 – kolektor dolotowy
- 3 – nagrzewnica
- 4 – chłodnica
- 5 – obudowa termostatu
- 6 – silnik
- 7 – pompa cieczy chłodzącej
- 8 – chłodnica oleju

Dwuobwodowy układ chłodzenia

a) Budowa

- termostat obwodu chłodzenia głowicy
- termostat obwodu chłodzenia kadłuba



Poprzeczny przepływ cieczy
przez głowicę silnika (temp. 87°C)

Podłużny przepływ cieczy
przez kadłub silnika (temp. 105°C)

Dwuobwodowy układ chłodzenia

a) Budowa

- termostat obwodu chłodzenia głowicy
- termostat obwodu chłodzenia kadłuba

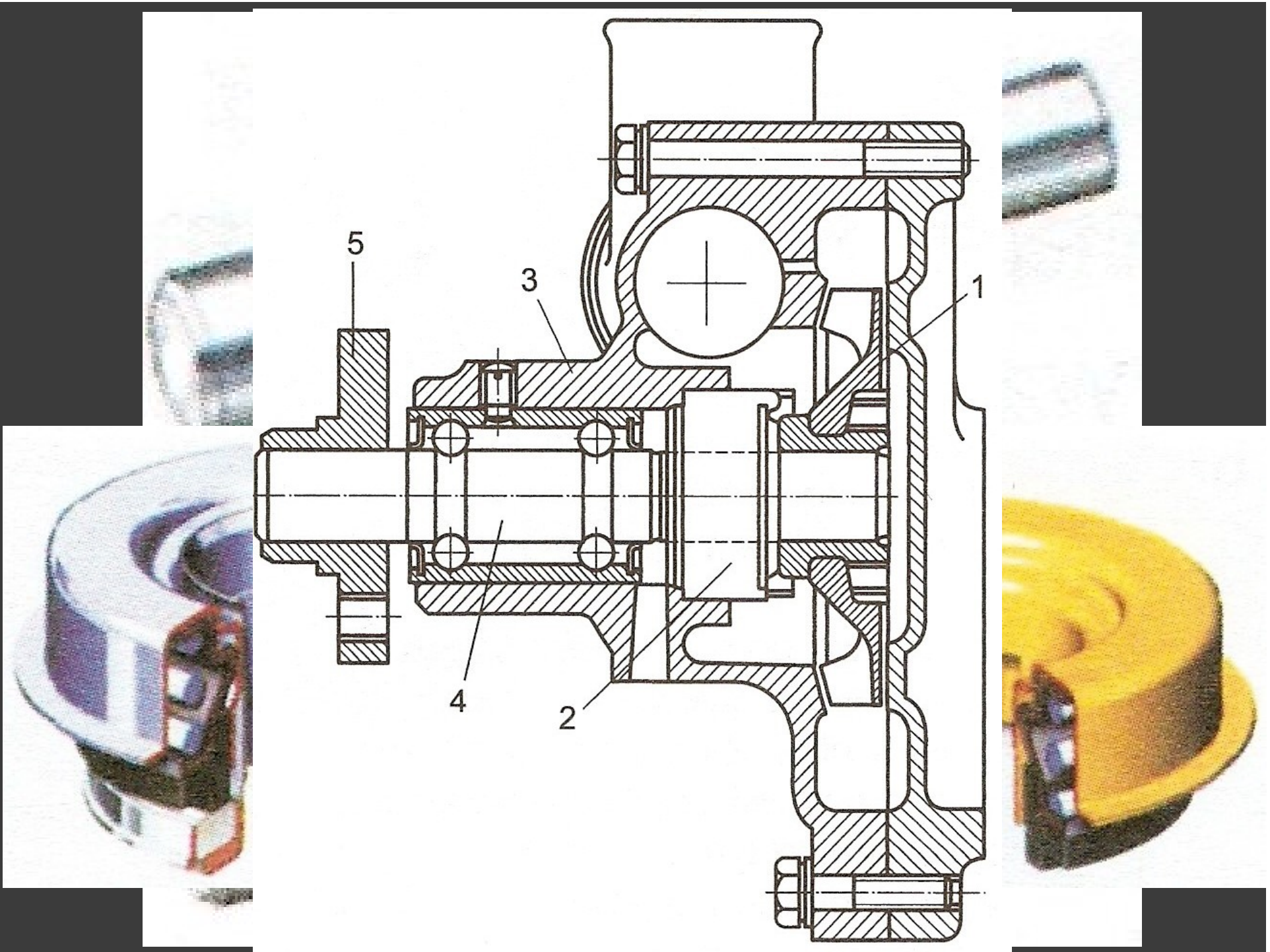
b) Działanie

- temperatura do 85°C
 - zamknięte obydwa termostaty
- temperatura 85-105°C
 - otwarty termostat chłodzenia głowicy
- temperatura ponad 105°C
 - obydwa termostaty otwarte (chłodzenie głowicy i kadłuba)

Korzyści dwuobwodowego układu chłodzenia

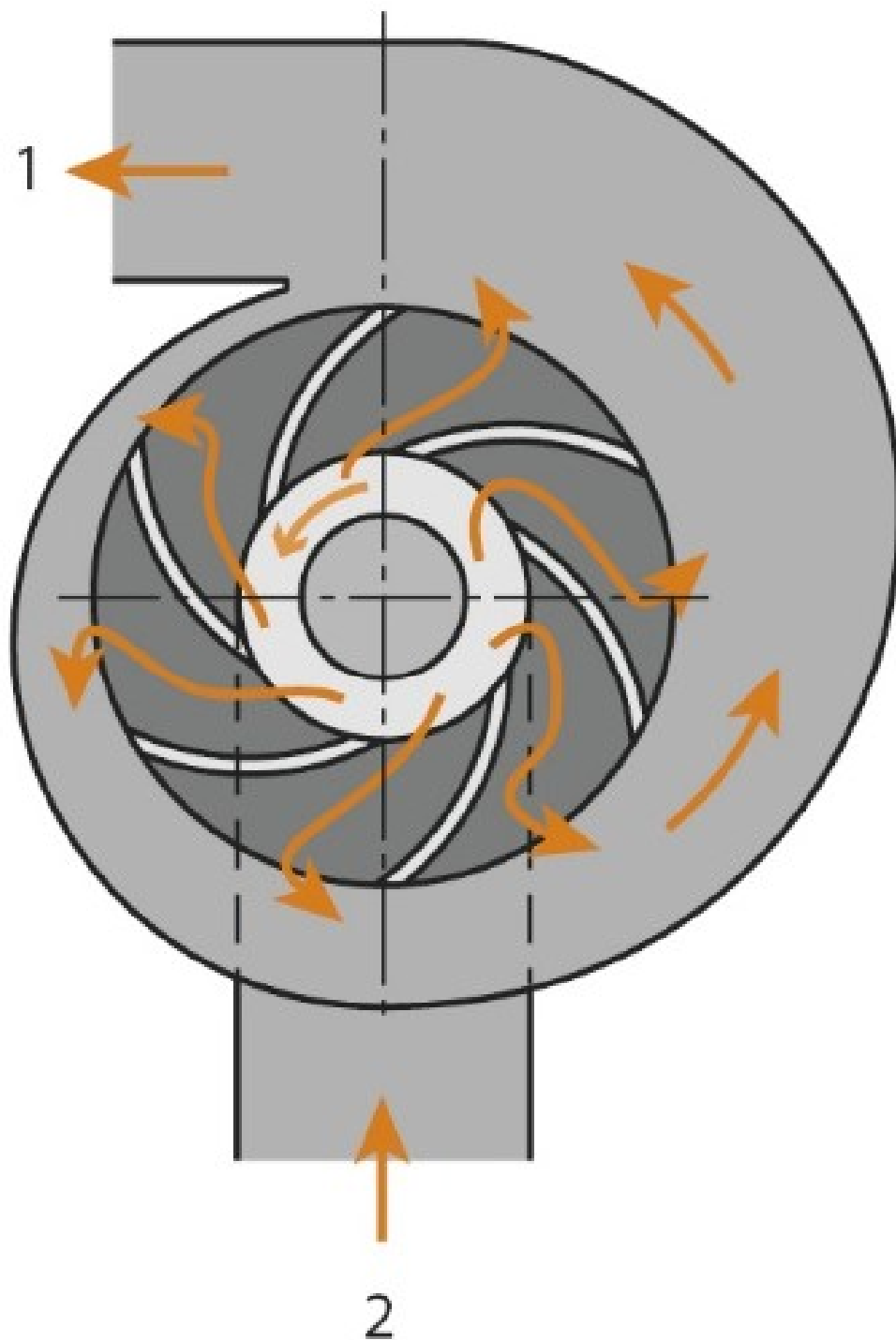
- a) szybsze nagrzanie kadłuba
- b) zmniejszenie tarcia w łożyskach wału korbowego
- c) lepsze chłodzenie komór spalania głowicy

POMPA CIECZY CHŁODZĄCEJ

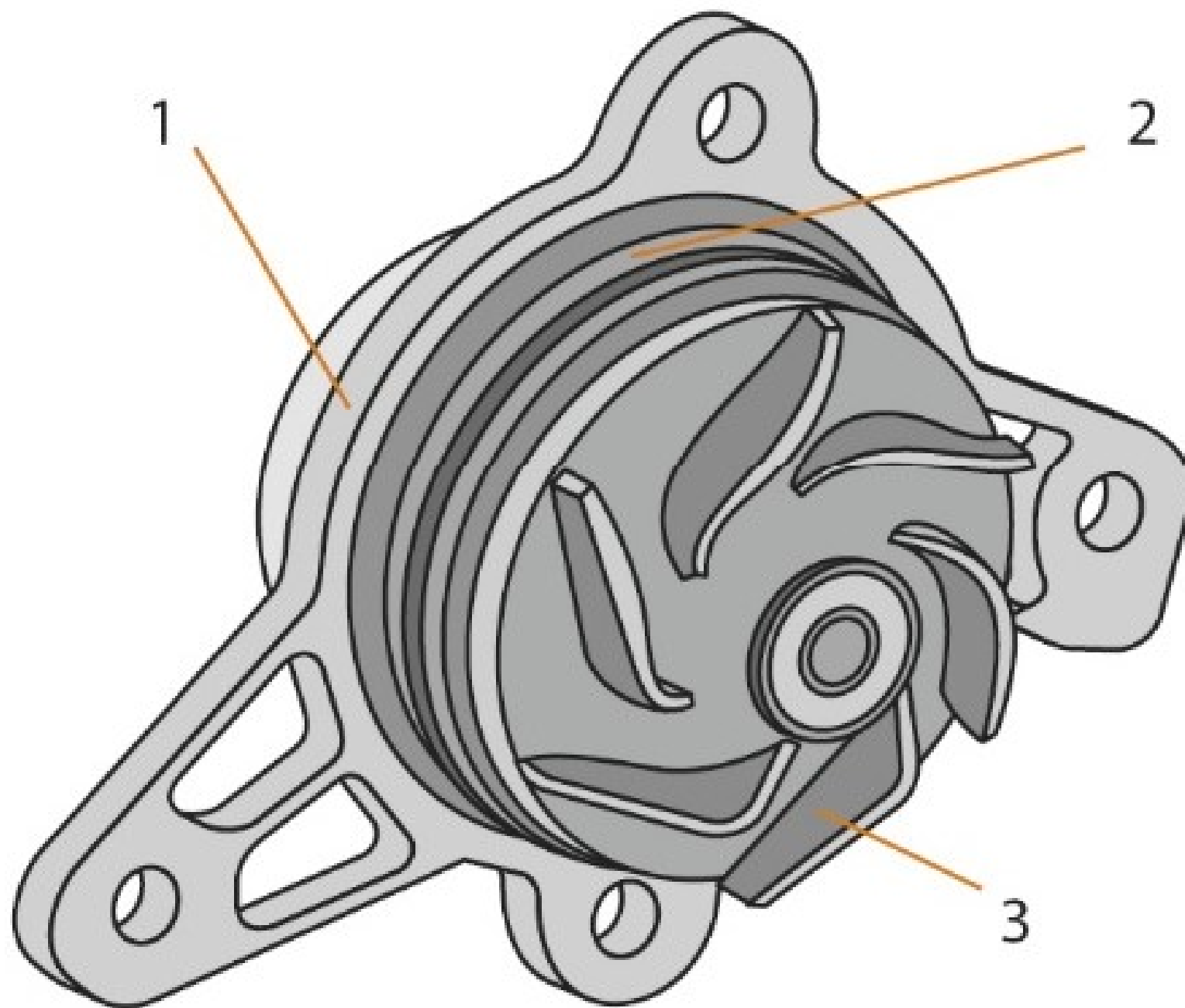


Budowa pompy

- a) korpus
- b) wałek z łożyskami
- c) uszczelniacz
- d) wirnik
- e) koło pasowe



1 – odpływ cieczy do bloku silnika
2 – dopływ cieczy z chłodnicy

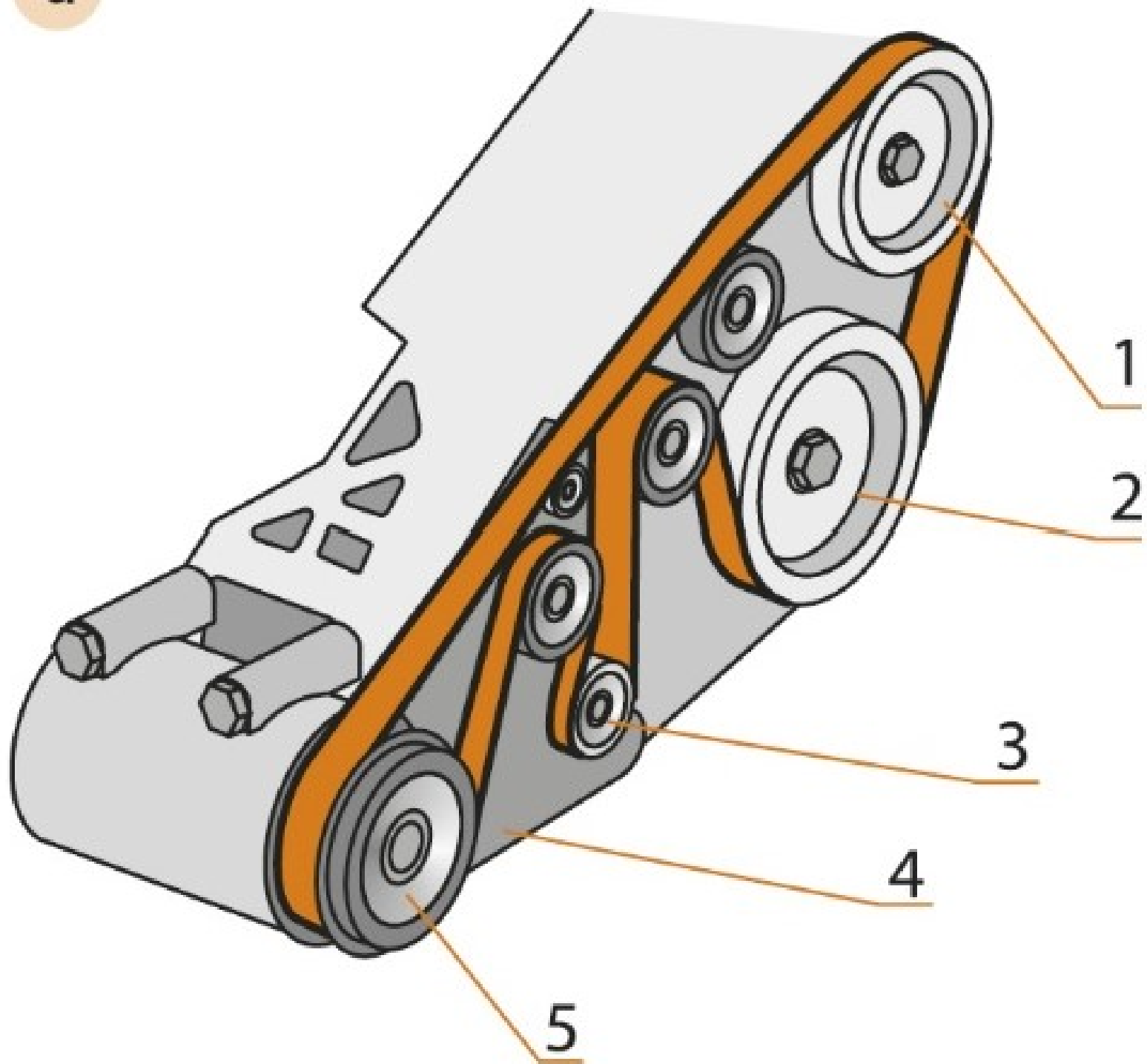


- 1 – obudowa
- 2 – uszczelka
- 3 – wirnik

Napęd pompy

a) mechaniczny

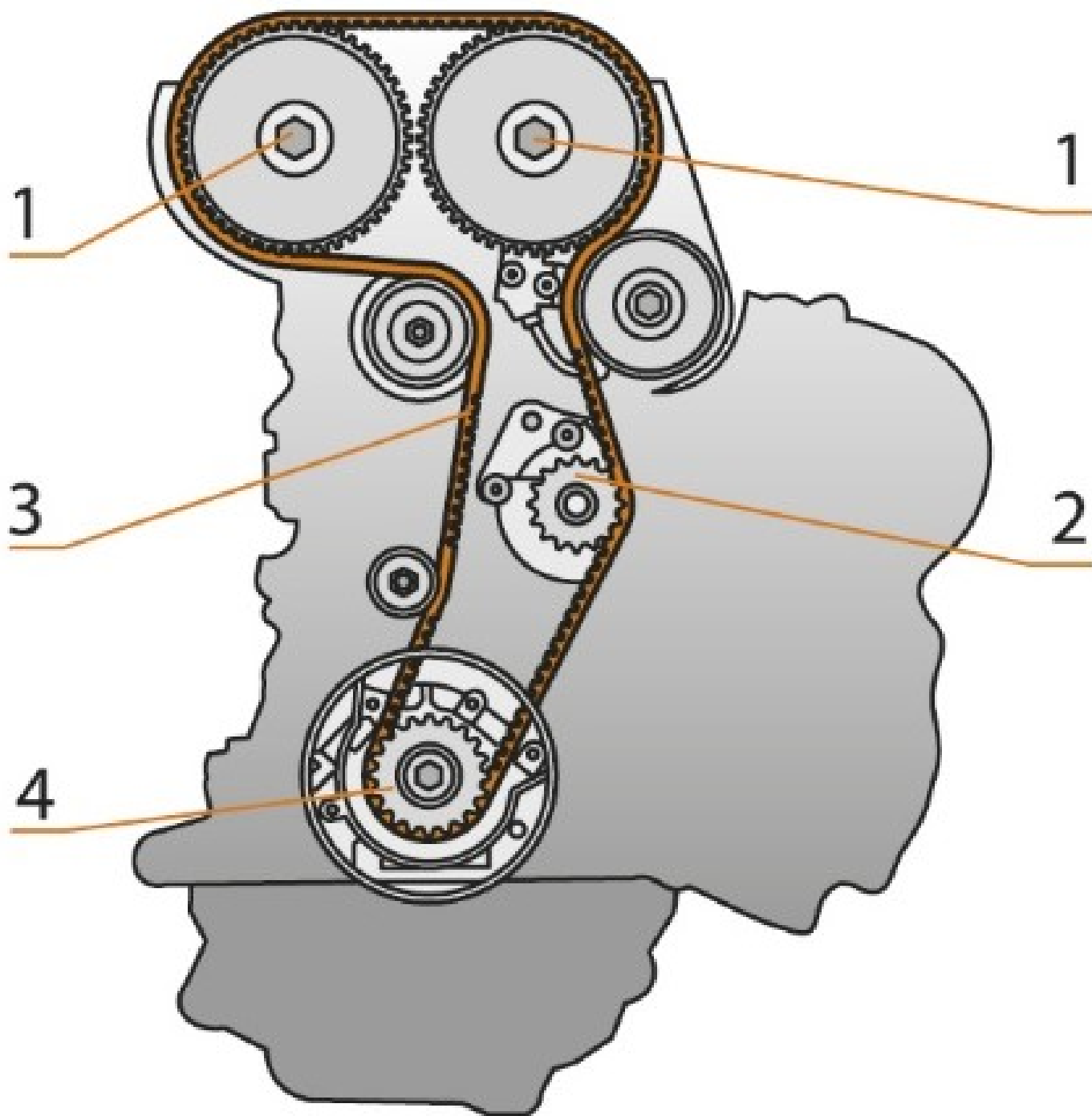
- paskiem klinowym



Napęd pompy

a) mechaniczny

- paskiem klinowym
- paskiem zębatym (rozzędu)

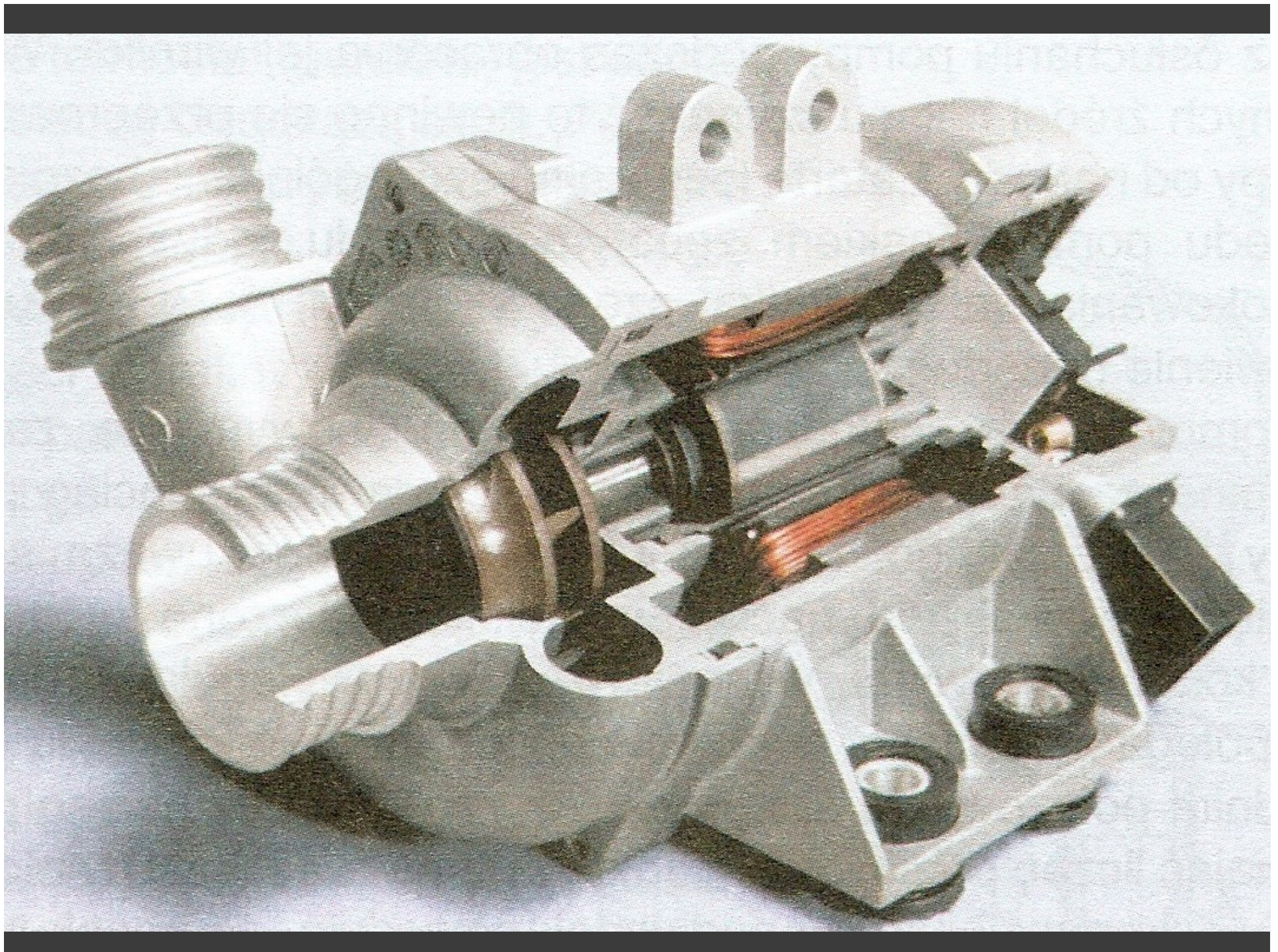


Napęd pompy

a) mechaniczny

- paskiem klinowym
- paskiem zębatym (rozzędu)

b) elektryczny



Zalety napędu elektrycznego

a) współpraca ze sterownikiem silnika

- mniejsze zużycie paliwa
- poprawa składu spalin podczas zimnego rozruchu i nagrzewania silnika
- podtrzymywanie obiegu cieczy chłodzącej po wyłączeniu silnika
- szybkie reagowanie na obciążenia cieplne ważnych elementów silnika
- szybkie osiągnięcie prawidłowej temperatury silnika

b) swoboda wyboru miejsca umieszczenia pompy

Typowe niesprawności pompy

a) bicie wirnika

- naturalne zużycie łożysk i powstawanie luzów
- zbyt mocno naciągnięty pasek napędu
- niewspółosiowo zamontowana pompa

b) nieszczelność

- za wysoka temperatura cieczy
- zanieczyszczenie układu
- niewłaściwa ciecz chłodząca

c) zbyt mały wydatek przepływu

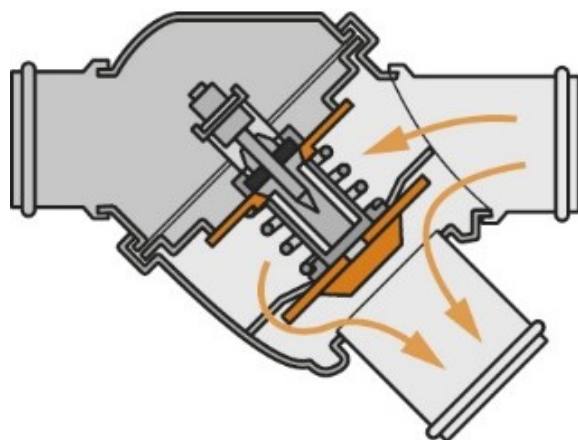
- uszkodzenie łopatek wirnika

Obsługa pompy

- oględziny zewnętrzne
 - nieszczelności
 - hałas
 - naciąg paska klinowego

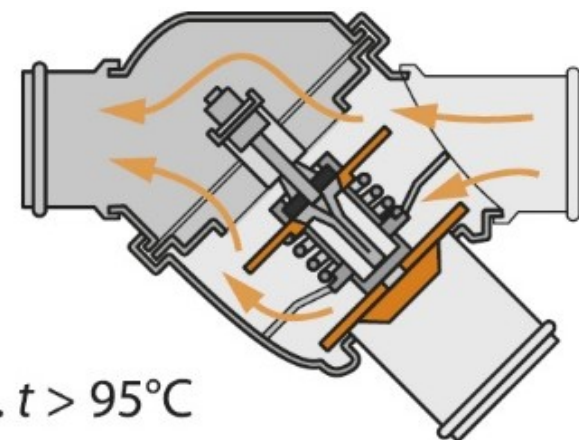
TERMOSTAT

Zasada działania



... $t < 80^{\circ}\text{C}$

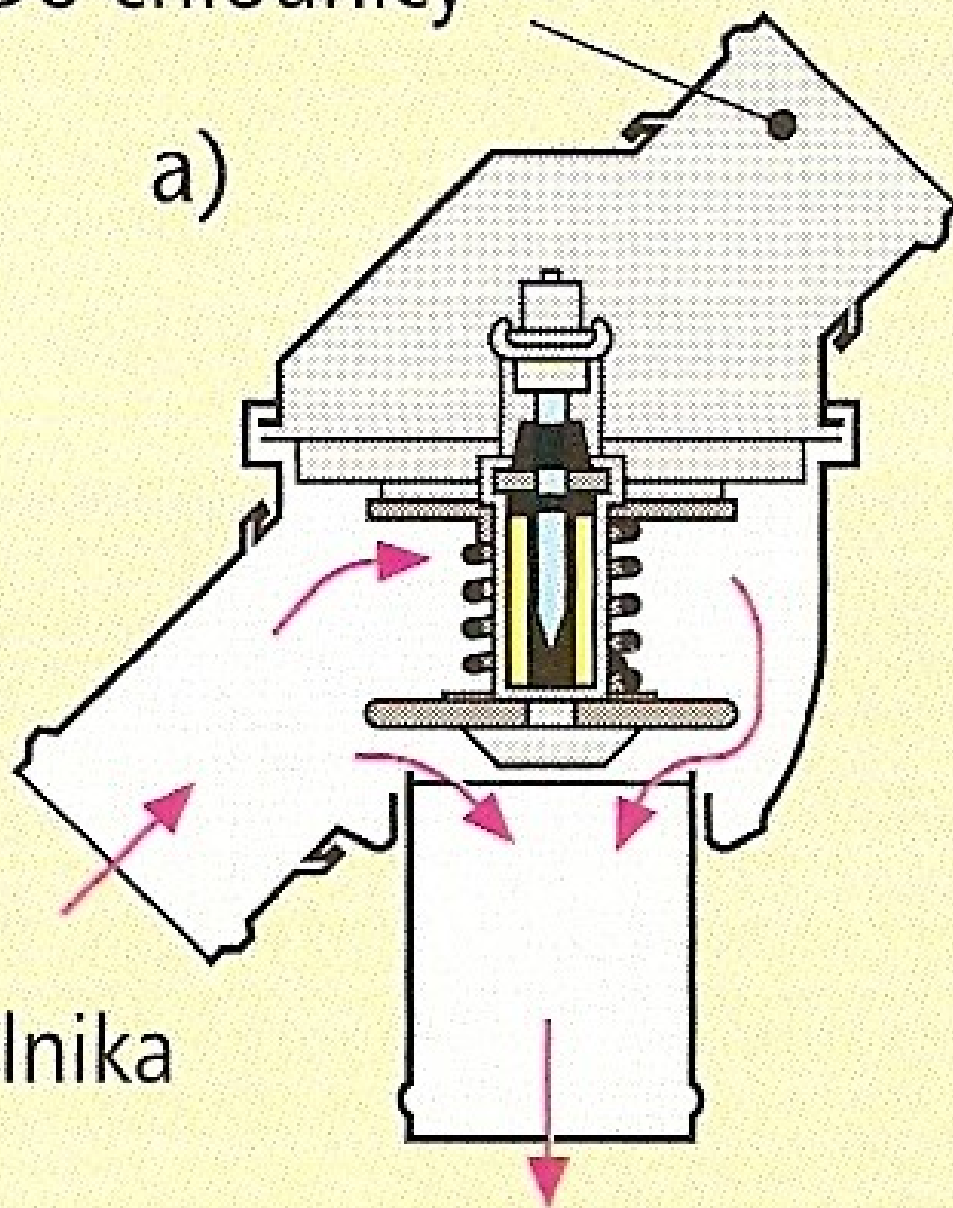
Położenie termostatu przy ...



... $t > 95^{\circ}\text{C}$

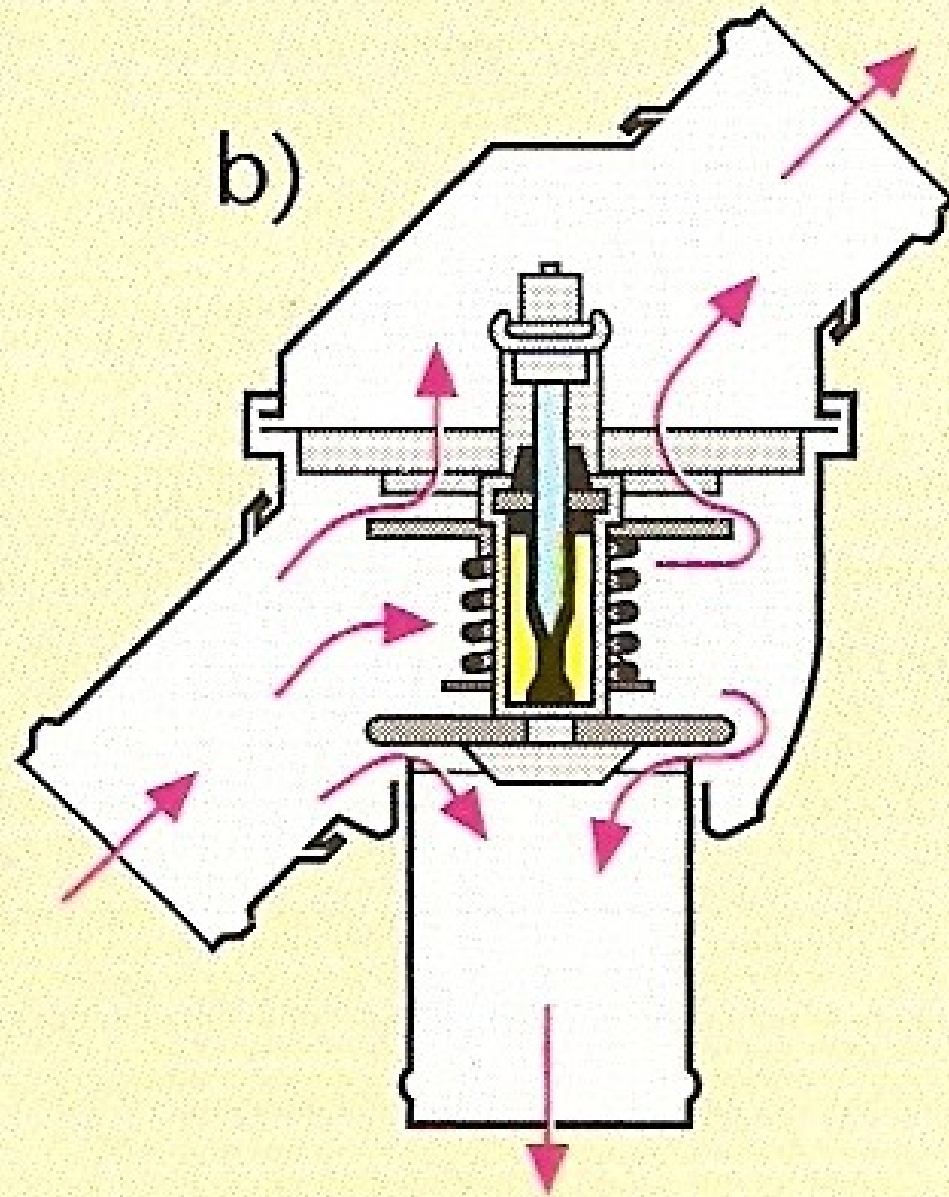
Do chłodnicy

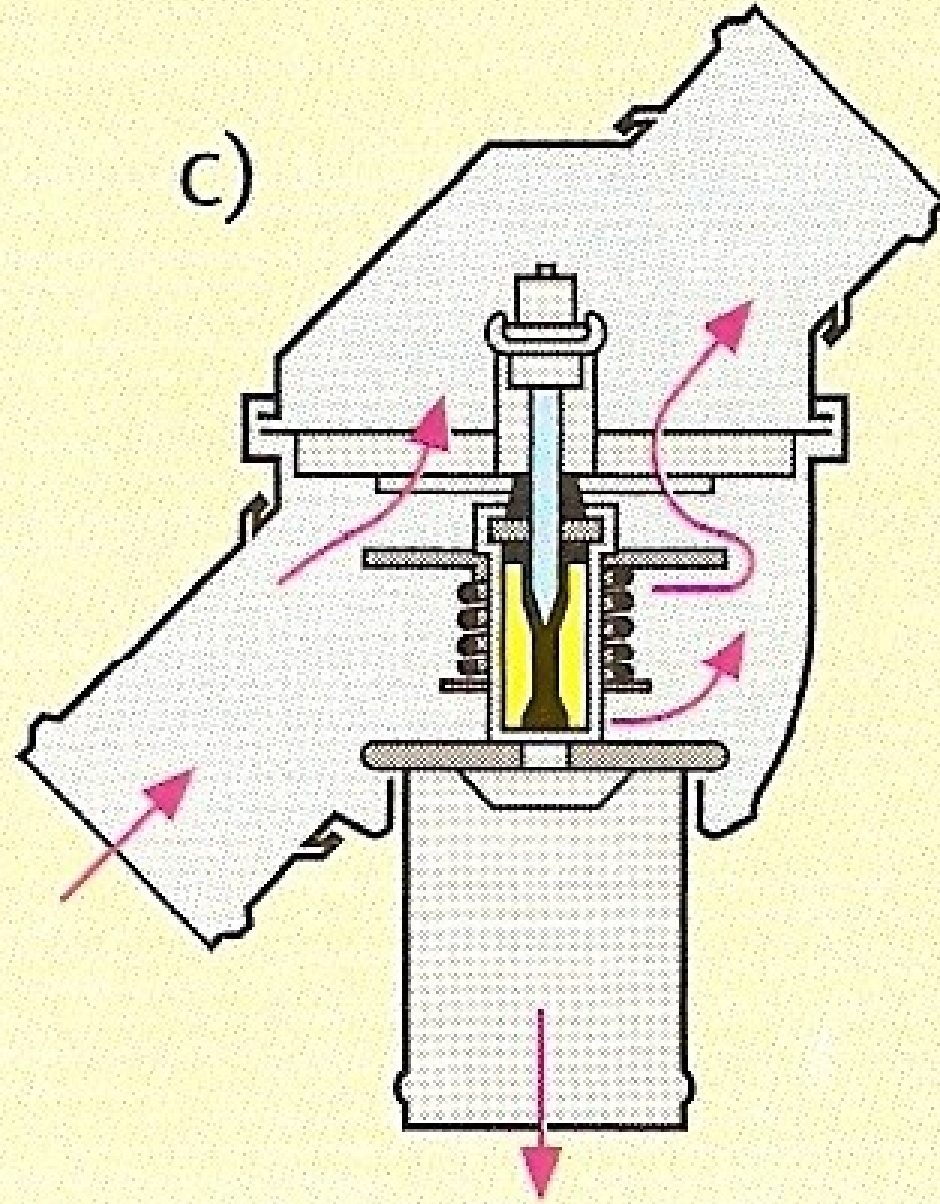
a)

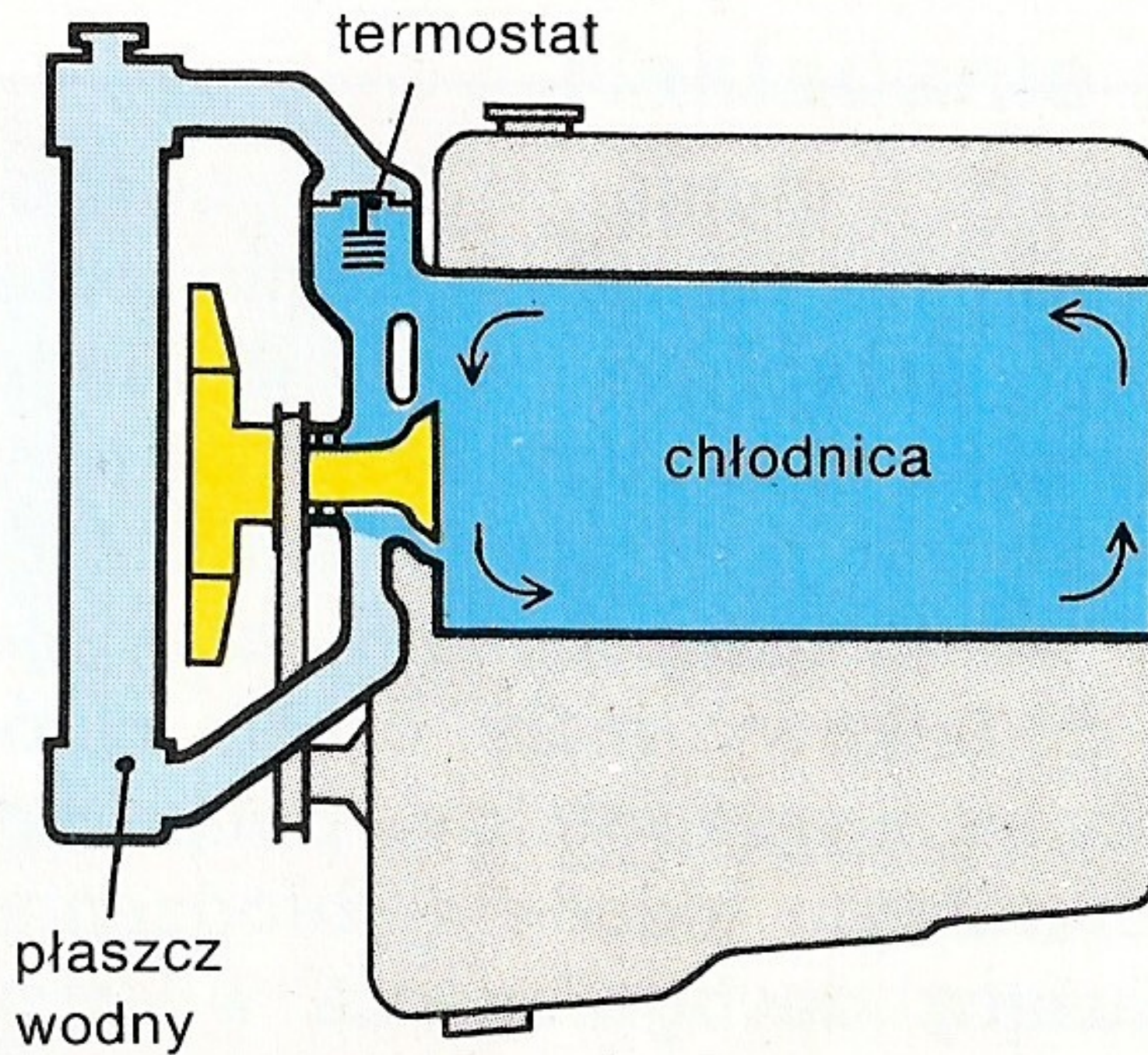


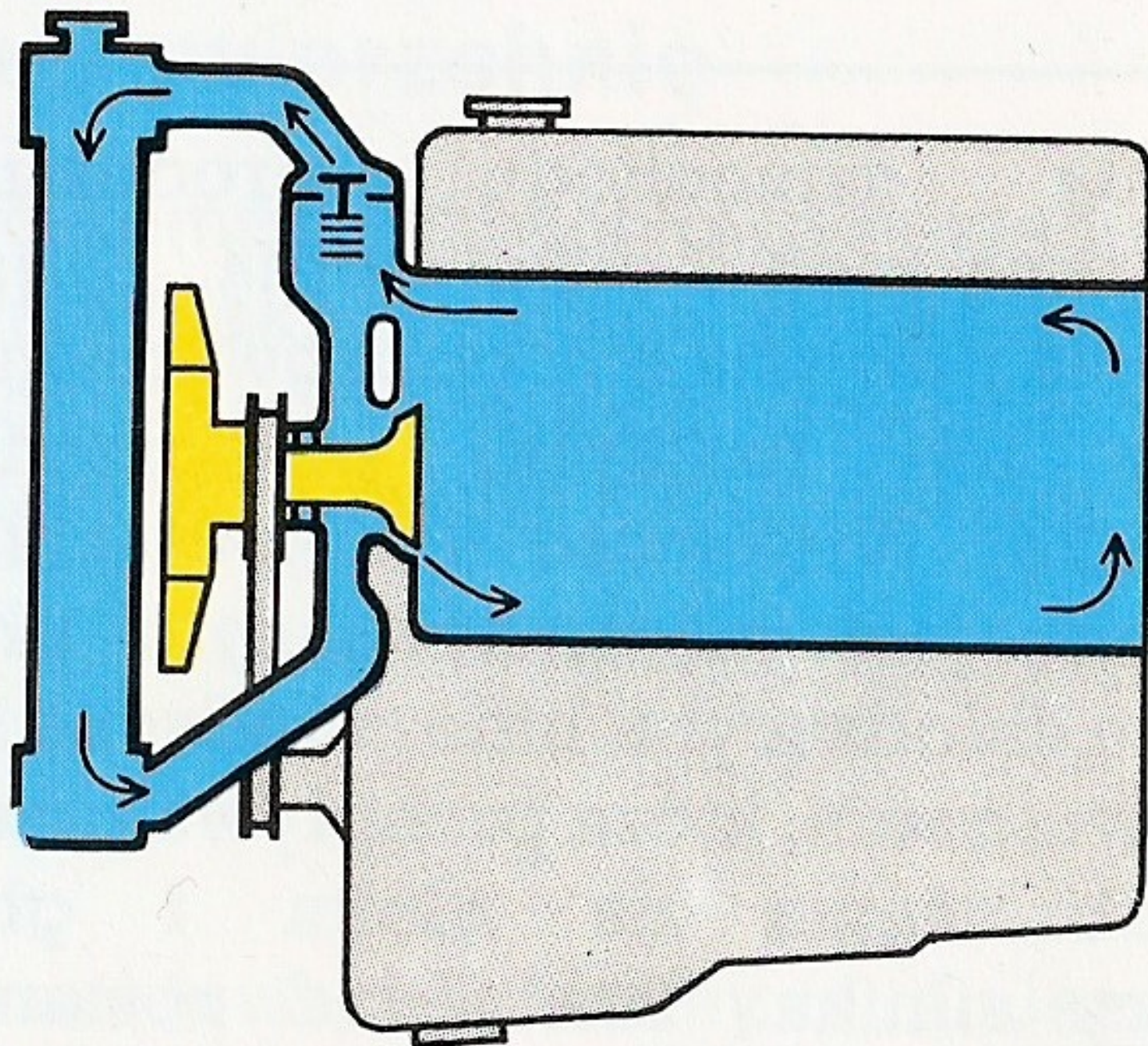
Z silnika

Do silnika









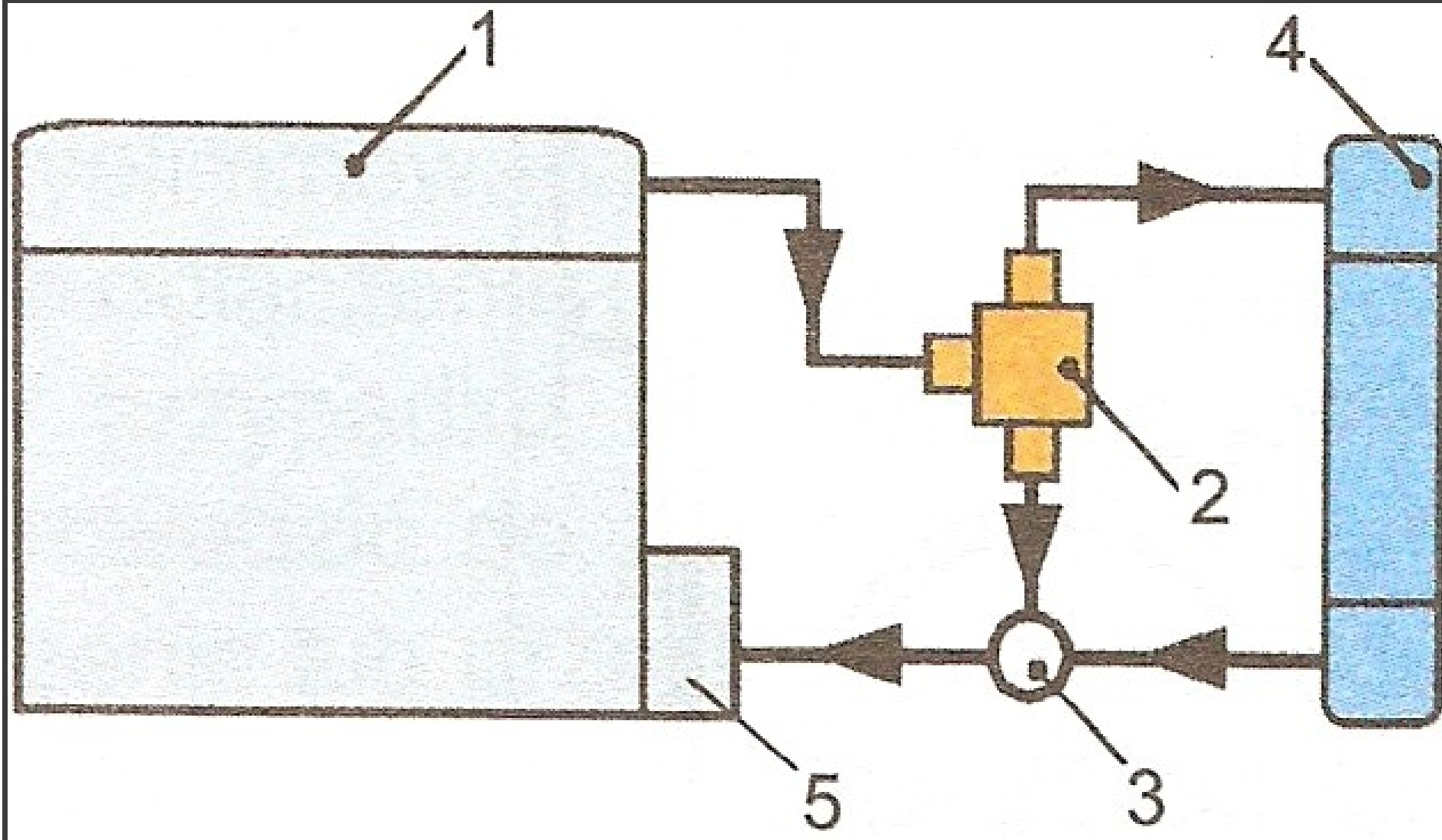
Budowa termostatu

- a) obudowa metalowa
- b) materiał rozszerzalny
 - niska temperatura topnienia i duża rozszerzalność cieplna (np. parafina z metalowym proszkiem)
- c) element podatny
 - wkładka z elastomeru
 - przepona
- d) dwa zawory

Sposoby montażu termostatu

- a) na wyjściu z silnika
- b) na wejściu do silnika

Termostat na wyjściu z silnika



Termostat na wyjściu z silnika

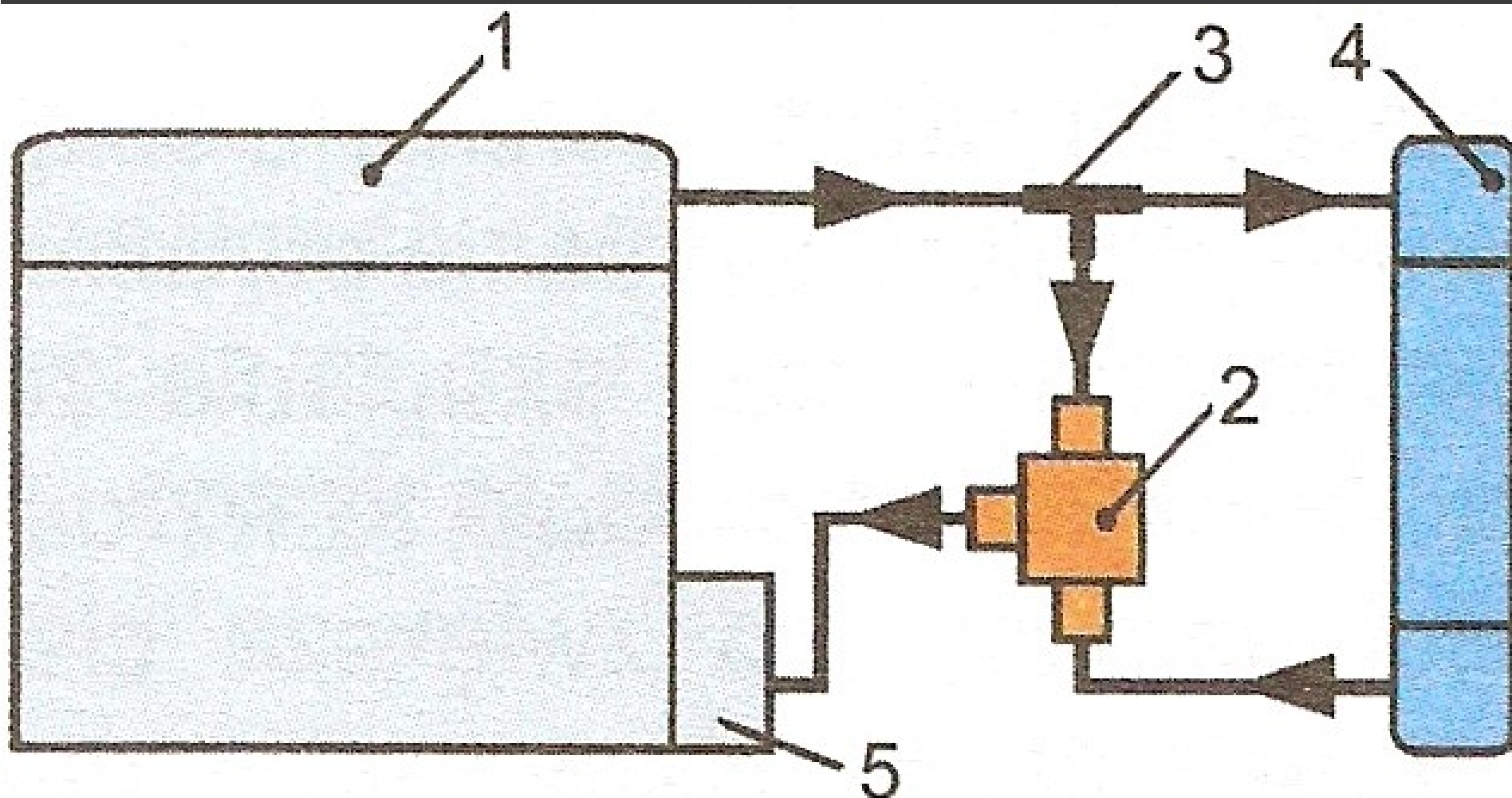
a) zalety

- dobra kontrola temperatury części silnika
- szybka reakcja na zmianę temperatury cieczy chłodzącej wypływającej z silnika

b) wady

- większe wahania temperatury cieczy chłodzącej w razie konieczności regulacji
(brak kontroli nad cieczą dopływającą do silnika)

Termostat na wejściu do silnika



Termostat na wejściu do silnika

a) zalety

- lepsza kontrola temperatury cieczy dopływającej do silnika
- mniejsze wahania temperatury cieczy chłodzącej w razie regulacji

b) wady

- gorsza kontrola temperatury cieczy chłodzącej wypływającej z silnika

Typowe niesprawności termostatów

a) uszkodzenie w pozycji zamkniętej

- silnik jest przegrzany (ciecz nie jest schładzana w chłodnicy)

b) uszkodzenie w pozycji otwartej

- silnik jest niedogrzany (ciecz ciągle jest chłodzona)

CHŁODNICA CIECZY CHŁODZĄCEJ

Osłona powietrza powrotnego

Klapy sterowane temperaturą

Wentylator elektryczny

Chłodnica wody

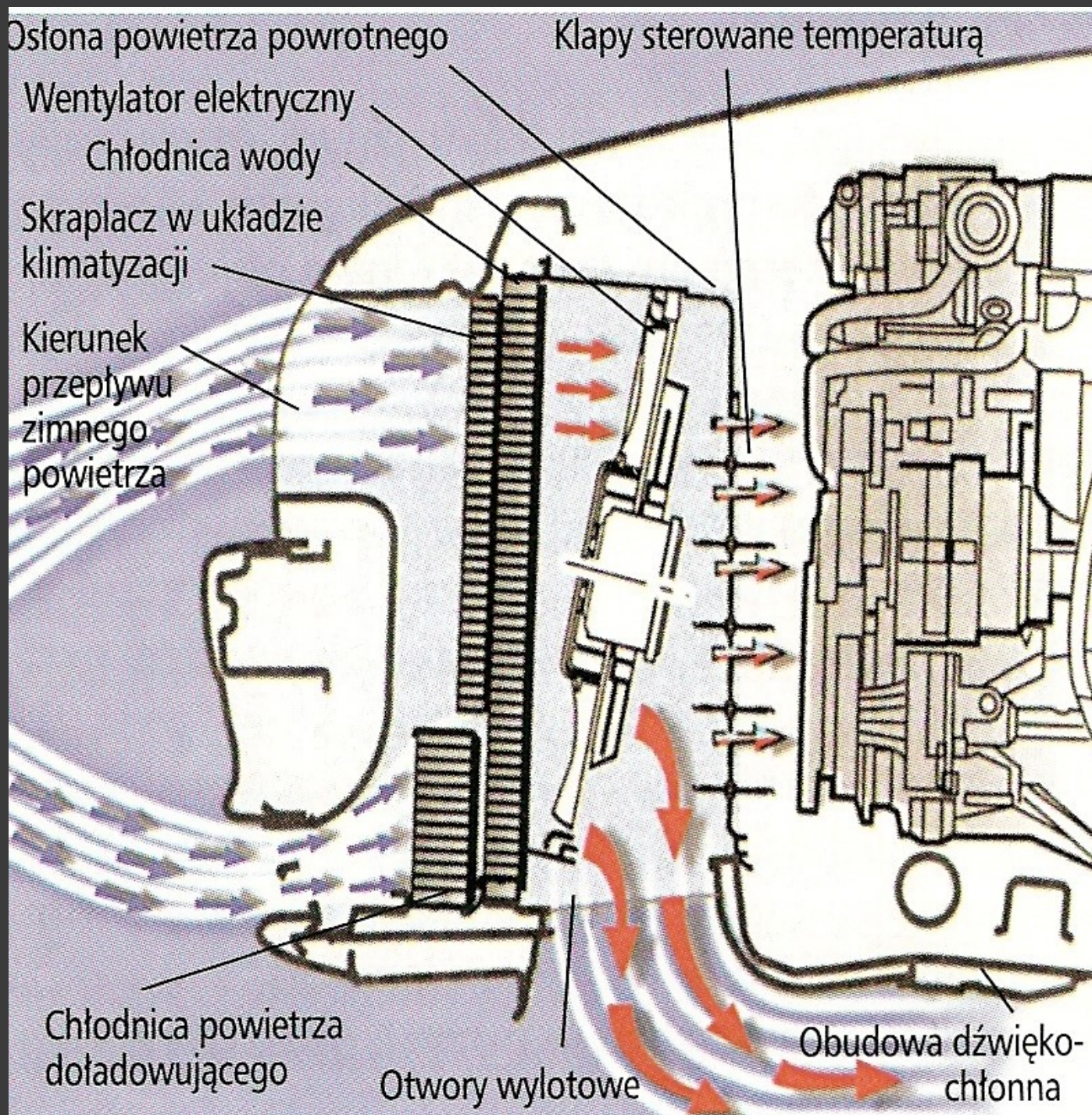
Skrapacz w układzie klimatyzacji

Kierunek przepływu zimnego powietrza

Chłodnica powietrza doładowującego

Otwory wylotowe

Obudowa dźwiękochłonna



Budowa chłodnicy

- a) zbiornik wlotowy
- b) zbiornik wylotowy
- c) rdzeń (właściwy wymiennik ciepła)

Rodzaje chłodnic

a) z przepływem pionowym

- zbiornik górny i dolny

b) z przepływem poziomym

- zbiorniki boczne

Zawory w korku zbiornika

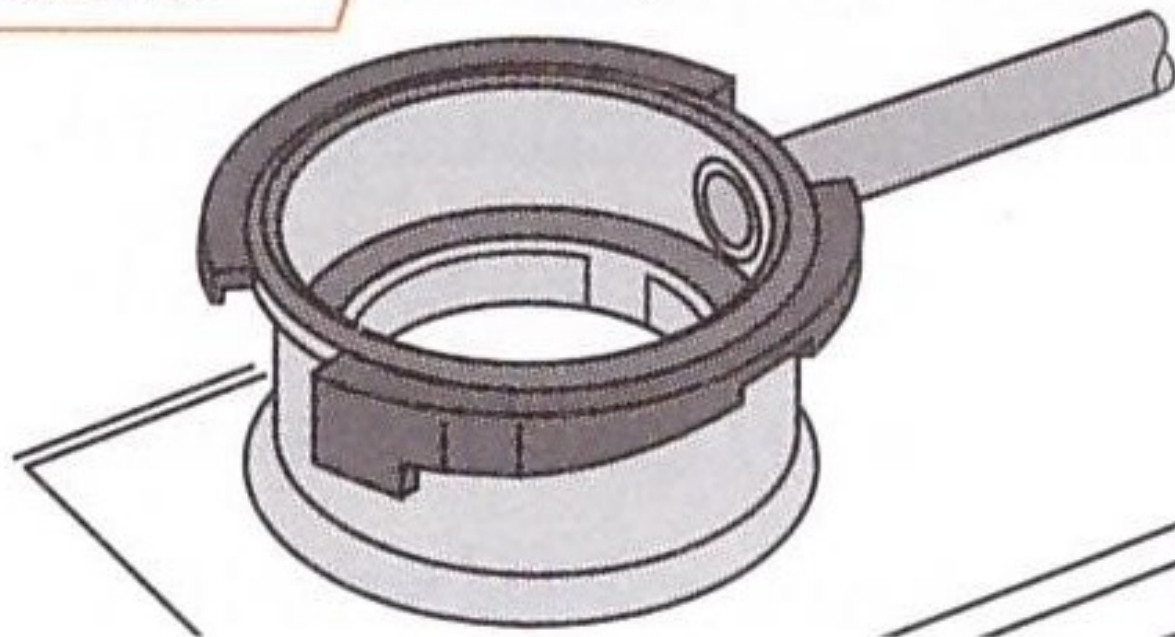
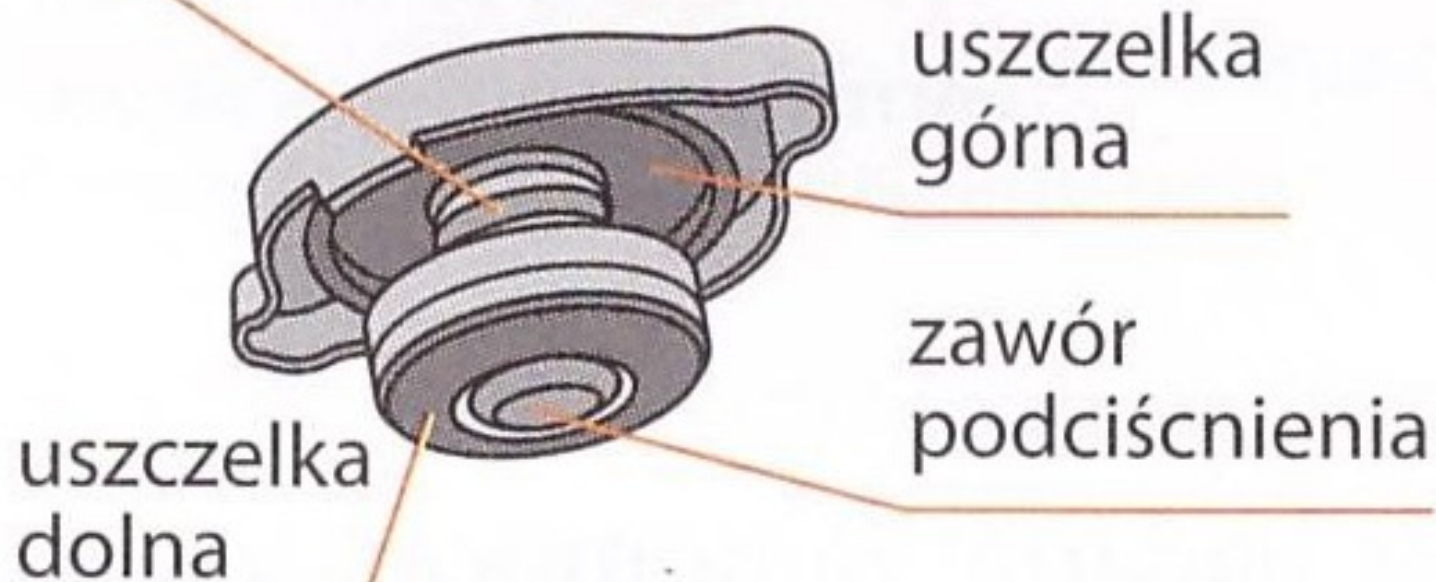
a) zawór nadciśnieniowy

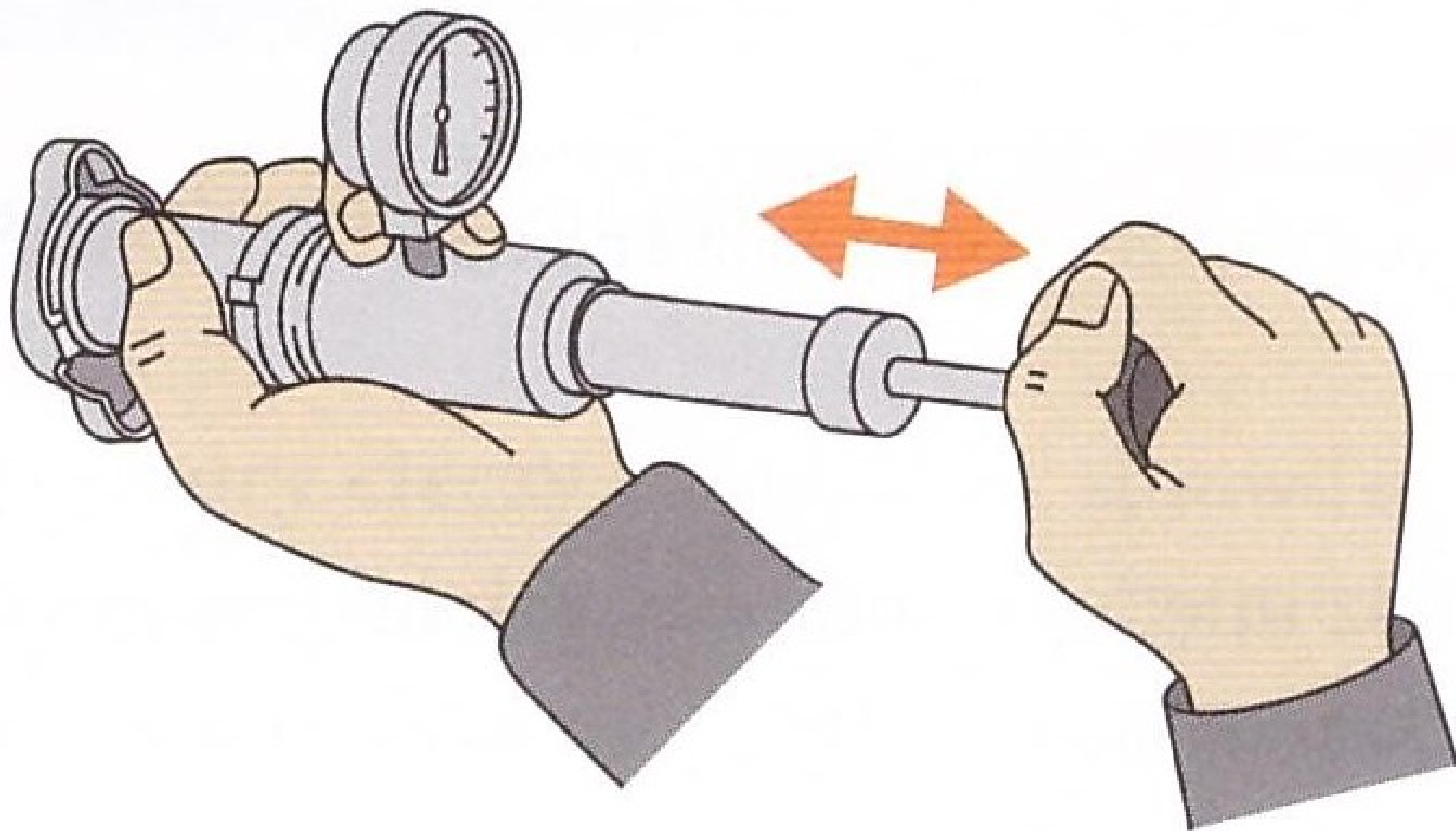
- 30-60 kPa
- wzrost temperatury wrzenia
 - większa intensywność chłodzenia
 - mniejsze wymiary i masa chłodnicy

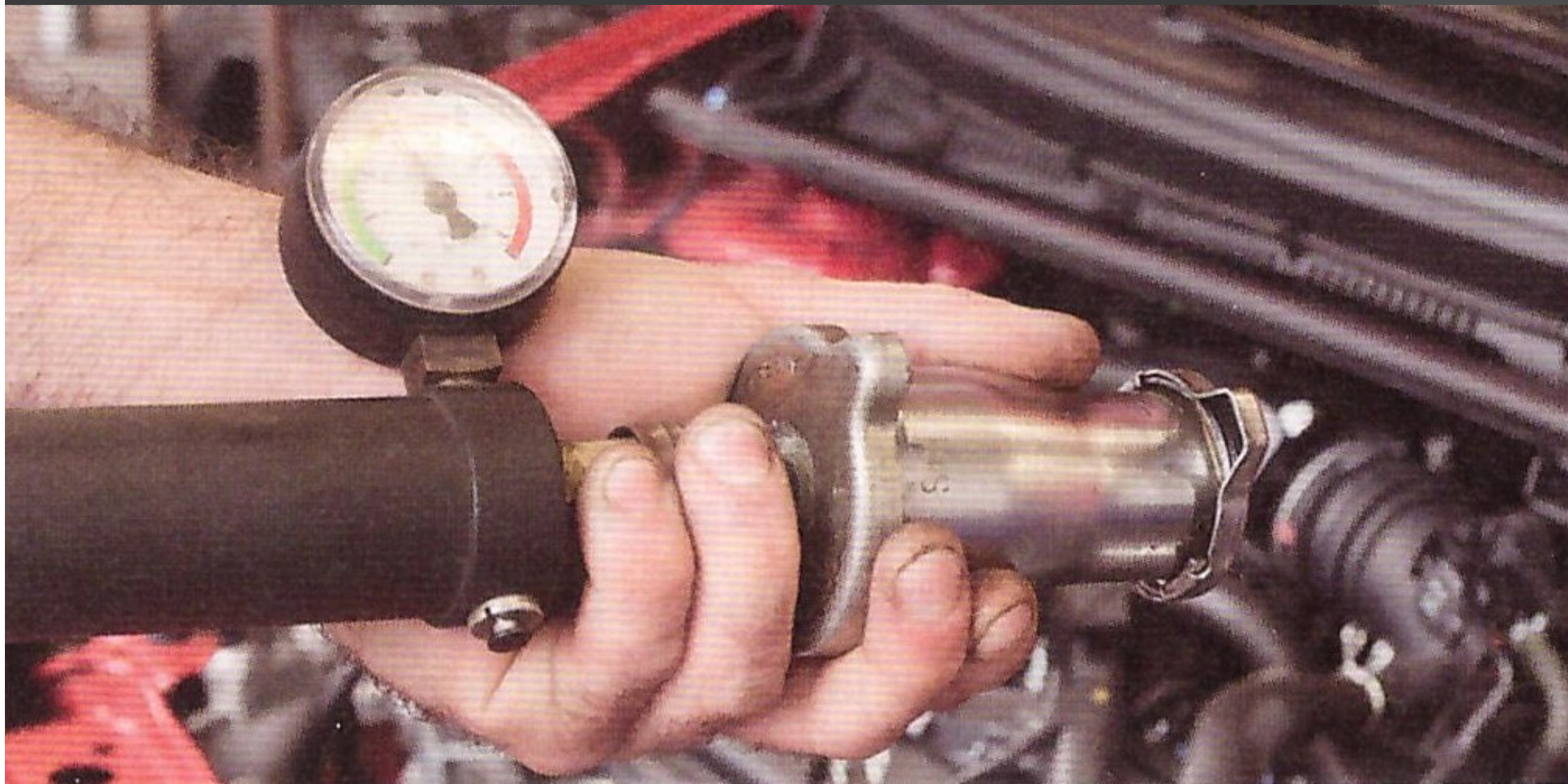
b) zawór podciśnieniowy

- 5-20 kPa
- dopływ powietrza do zbiornika podczas stygnięcia cieczy i zmniejszania się jej objętości

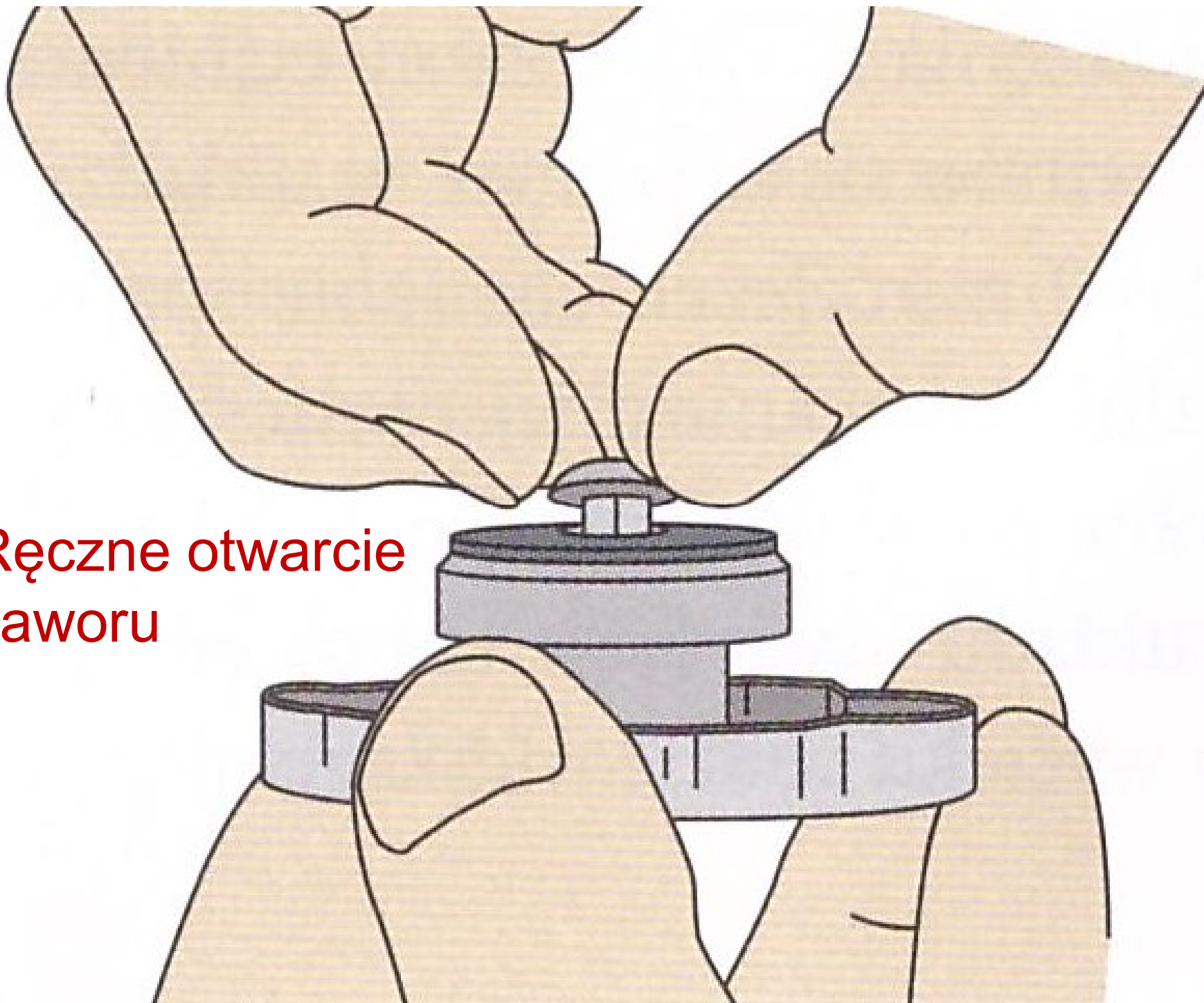
sprężyna zaworu nadciśnieniowego







Ręczne otwarcie
zaworu



Niesprawności chłodnicy

a) uszkodzenia

b) zanieczyszczenia

- czyszczenie mechaniczne
- przepłukanie

WENTYLATOR

Budowa wentylatora

a) wirnik

- wytłoczki z blachy stalowej
- odlewy aluminiowe
- tworzywo sztuczne

b) napęd

- przekładnia pasowa od wału korbowego
- przekładnia pasowa ze sprzęgłem elektromagnetycznym
- napęd mechaniczny ze sprzęgłem lepkościowym
- napęd silnikiem elektrycznym

Zalety napędu elektrycznego

- a) działa niezależnie od silnika
 - chłodzi mimo wyłączzonego silnika
- b) nie pobiera mocy mechanicznej
- c) współpracuje ze sterownikiem silnika

Rodzaje pracy wentylatora

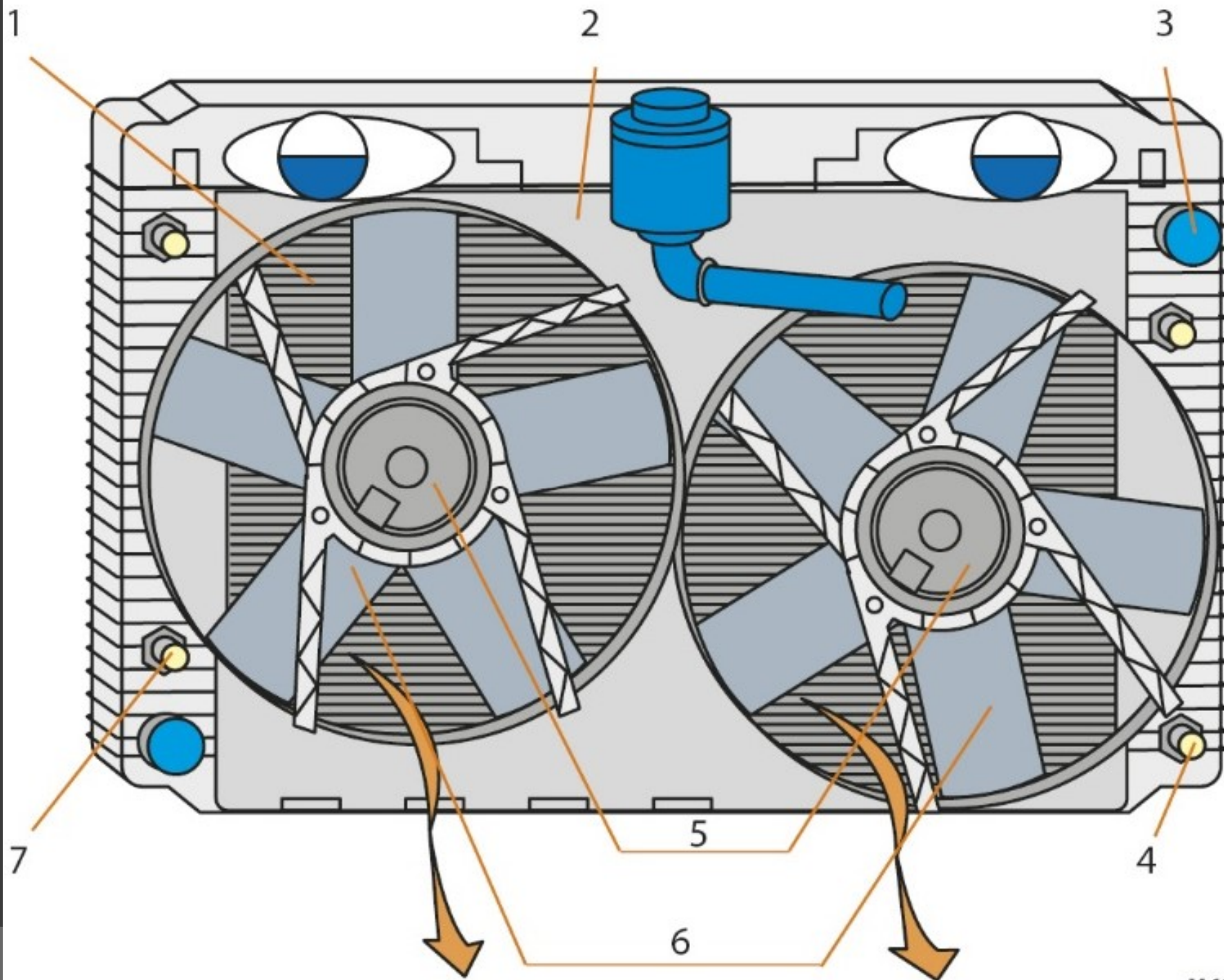
- a) z jedną prędkością
- b) z kilkoma prędkościami
- c) z prędkością regulowaną płynnie

Dwa wentylatory

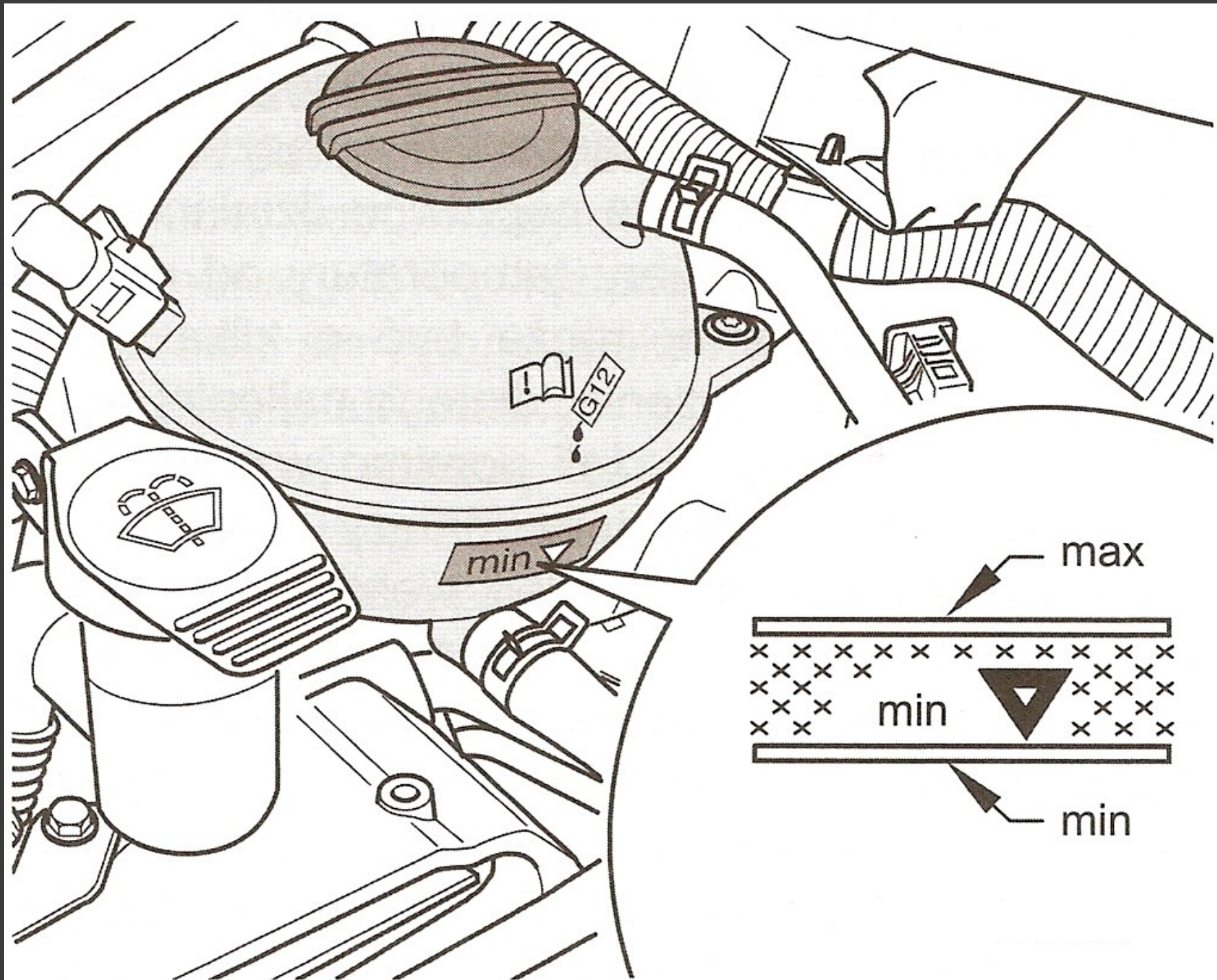
a) główny

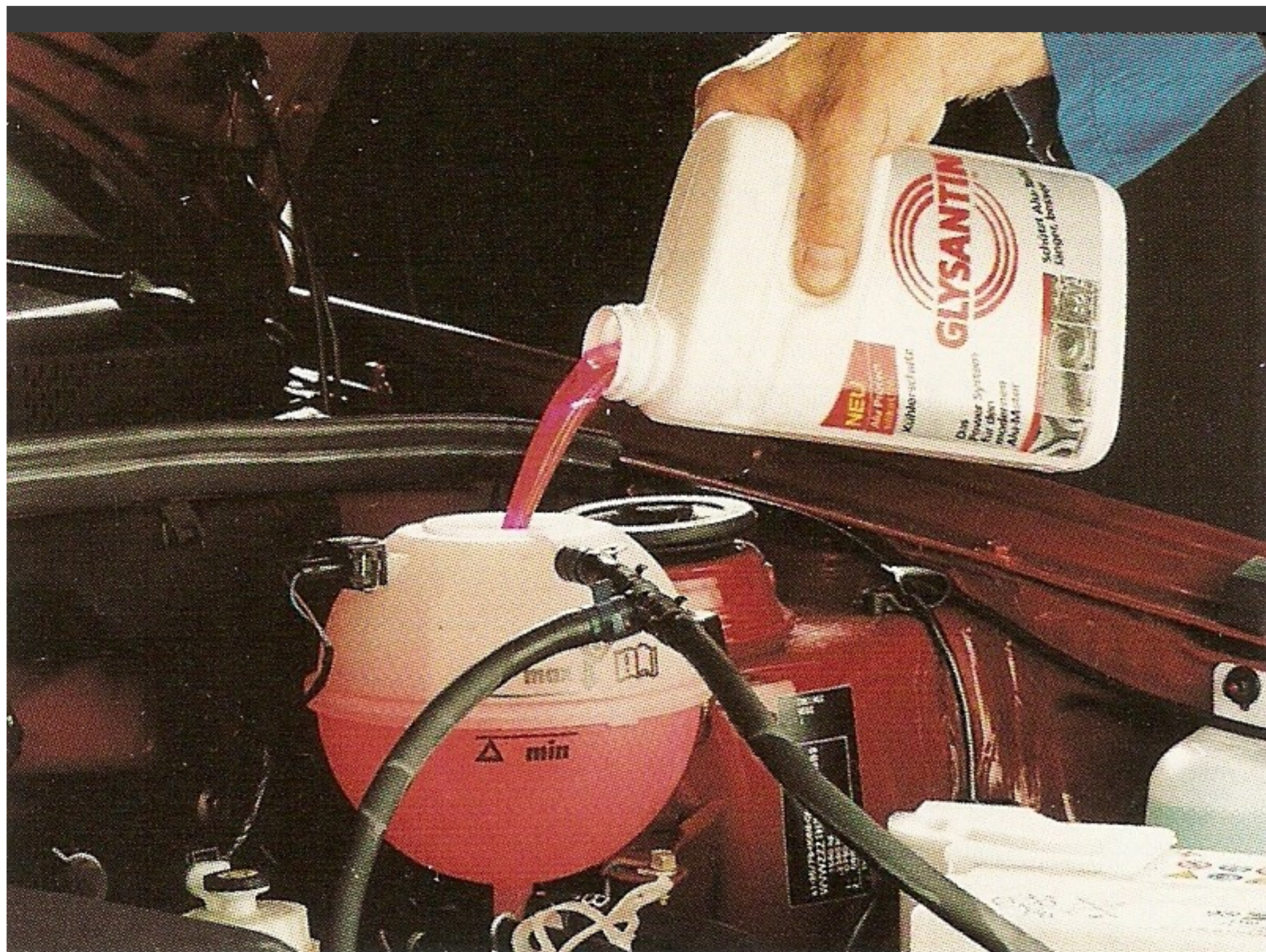
- bliżej gorącego zbiornika

b) pomocniczy



ZBIORNIK WYRÓWNAWCZY





Czujnik poziomu cieczy chłodzącej

- dwie elektrody zanurzone w cieczy

CIECZE CHŁODZĄCE

Rodzaje cieczy chłodzących

- a) glikole etylenowe
- b) glikole propylenowe

Porównanie wad glikoli

◎ etylenowy

- bardziej toksyczne

◎ propylenowy

- wolniej ulegają biodegradacji
- większa lepkość
- droższy
- gorsze zdolności produkcyjne

Skutki łączenia różnych cieczy chłodzących

- a) ciecz może się stać agresywna korozyjnie
- b) mogą tworzyć się osady zmniejszające skuteczność chłodzenia

Konieczność okresowej wymiany cieczy chłodzących

- a) korodowanie układu chłodzenia i silnika
- b) zatkanie zużytymi dodatkami (przeegrzanie)

OBSŁUGA POŚREDNIEGO UKŁADU CHŁODZENIA

Sprawdzenie i uzupełnienie ilości cieczy chłodzącej

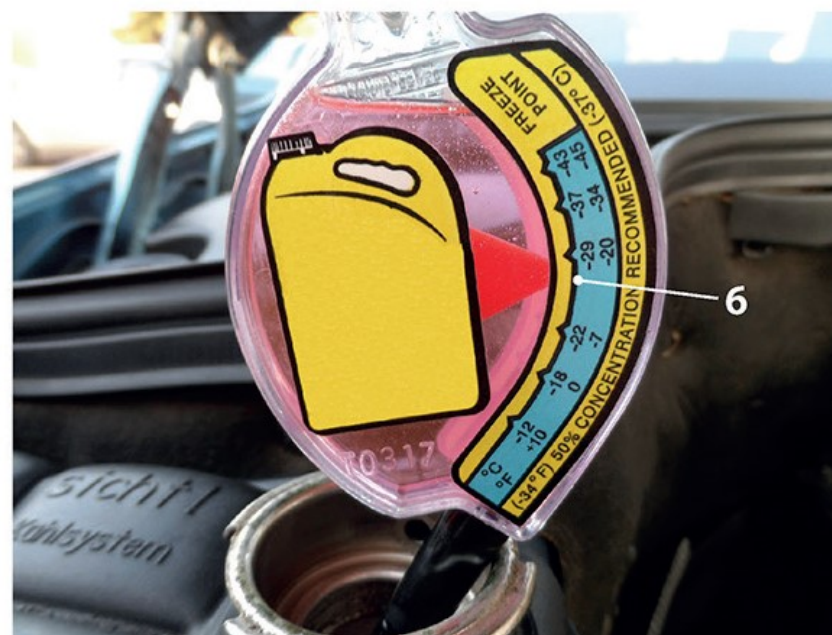
- a) przy zimnym silniku
- b) opary są bardziej agresywne chemicznie niż składniki ciekłe

Sprawdzenie przydatności cieczy chłodzącej

a) pomiar gęstości cieczy

- glikomat (działa na zasadzie areometru)





1 – króciec wlewu zbiorniczka 2 – zbiorniczek wyrównawczy 3 – glikomat
4, 5 – zasysanie cieczy 6 – odczyt wyniku pomiaru

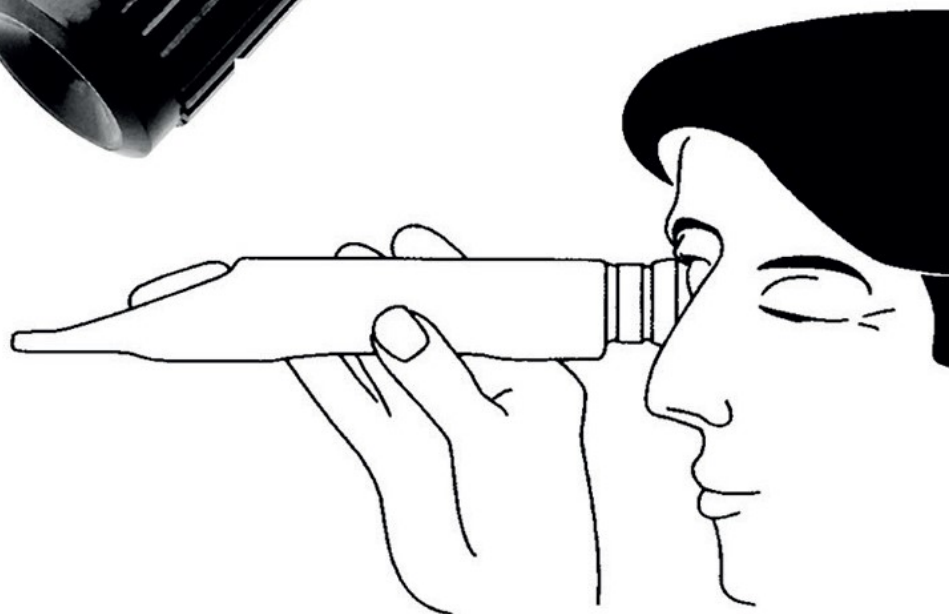
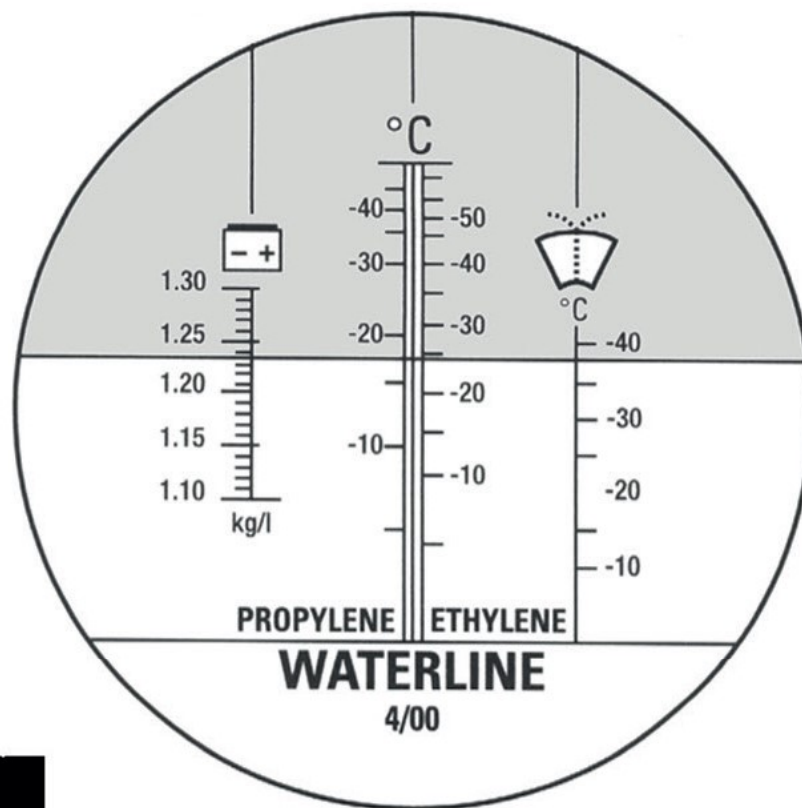
Sprawdzenie przydatności cieczy chłodzącej

a) pomiar gęstości cieczy

- glikomat (działa na zasadzie areometru)
- inne urządzenie dla glikolu etylenowego, inne dla propylenowego

b) pomiar współczynnika załamania światła

- refraktometr



Sprawdzenie szczelności układu

a) tester spadku ciśnienia

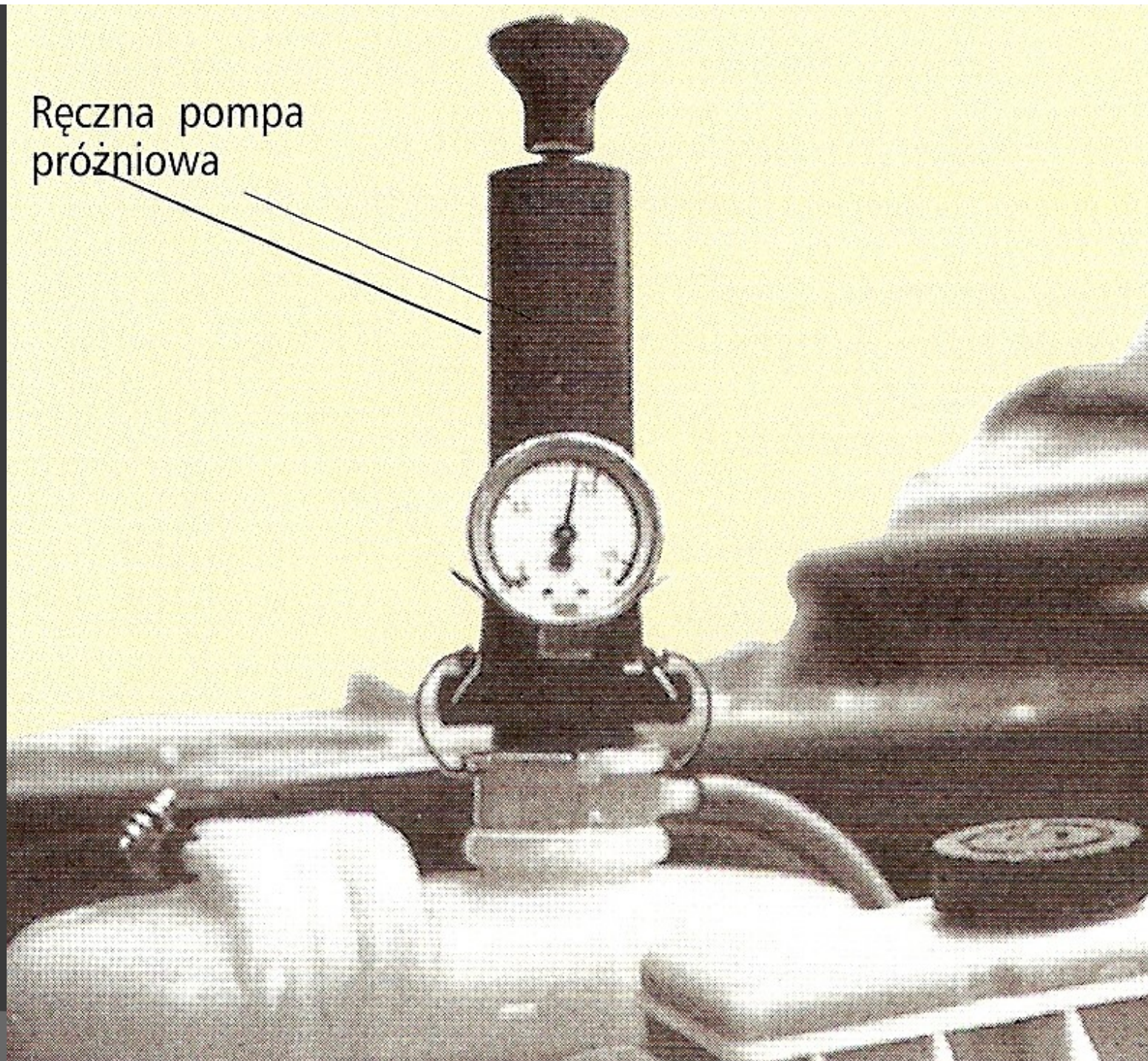
- ciśn. 0,1-0,15 MPa powinno się utrzymać min. 2 min



Wytwarzanie ciśnienia w układzie



Ręczna pompa
próżniowa





Sprawdzenie szczelności układu

a) tester spadku ciśnienia

- ciśn. 0,1-0,15 MPa powinno się utrzymać min. 2 min

b) tester CO₂



Sprawdzenie szczelności układu

a) tester spadku ciśnienia

- ciśn. 0,1-0,15 MPa powinno się utrzymać min. 2 min

b) tester CO₂

- barwa niebieska – układ nieszczelny



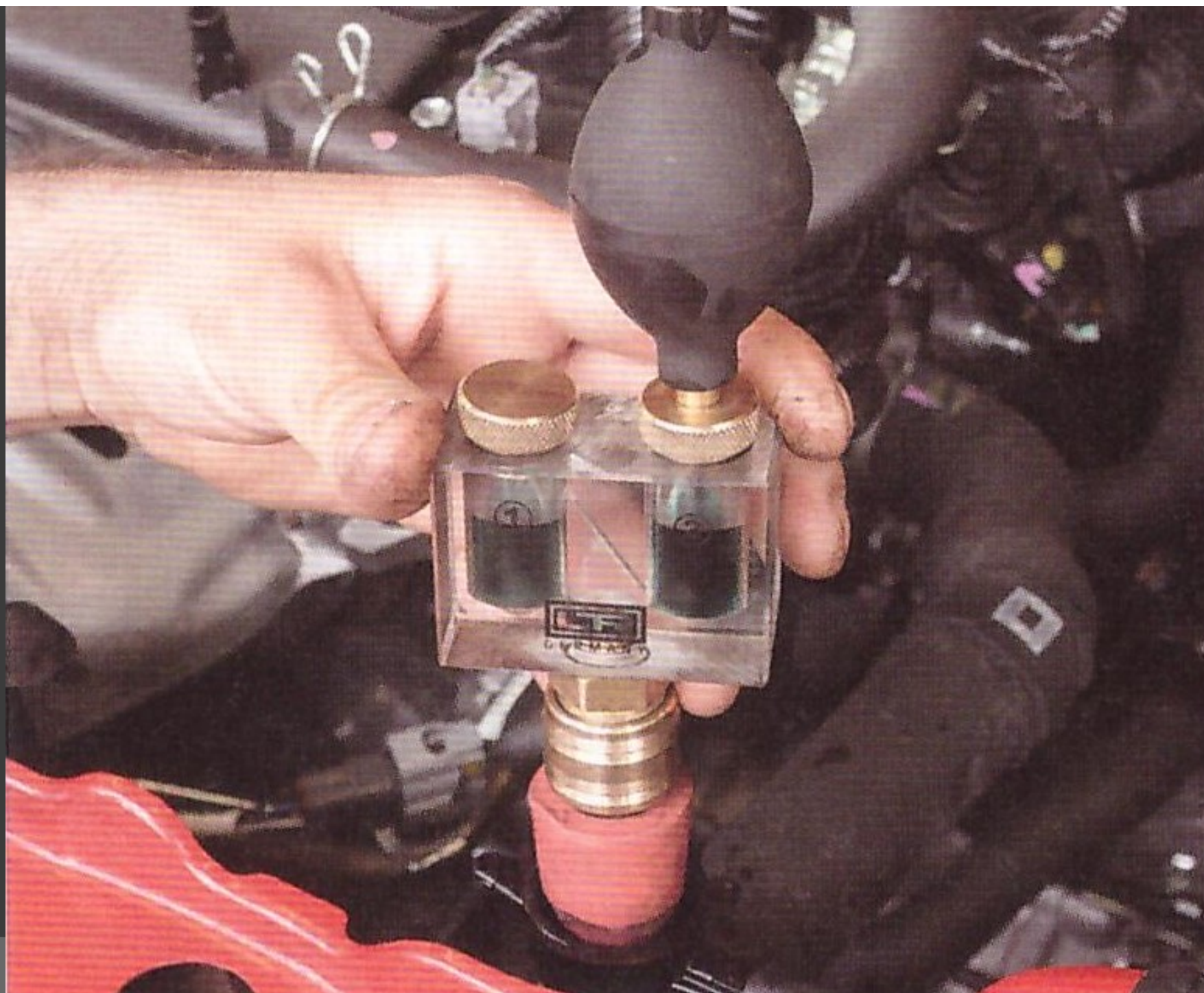
Sprawdzenie szczelności układu

a) tester spadku ciśnienia

- ciśn. 0,1-0,15 MPa powinno się utrzymać min. 2 min

b) tester CO₂

- barwa niebieska – układ nieszczelny
- barwa zielona – układ szczelny



Sprawdzenie szczelności układu

a) tester spadku ciśnienia

- ciśn. 0,1-0,15 MPa powinno się utrzymać min. 2 min

b) tester CO₂

- barwa niebieska – układ nieszczelny
- barwa zielona – układ szczelny

c) nieszczelności zewnętrzne

- dolanie płynu fluorescencyjnego
- sprawdzenie lampą ultrafioletową



Sprawdzenie szczelności układu

d) nieszczelności wewnętrzne

- do komory spalania
 - białe spaliny przy nagrzanym silniku
 - bulgotanie cieczy w zbiorniku wyrównawczym
- do układu smarowania
 - wzrost poziomu oleju w misce olejowej
 - olej ma barwę kawy z mlekiem

Chłodzenie powietrzem

BEZPOŚREDNI
UKŁAD CHŁODZENIA

Zalety układu bezpośredniego

- a) szybkie nagrzewanie silnika
- b) bezobsługowość
- c) niezawodność działania zwłaszcza w niskich temperaturach
- d) prosta konstrukcja

Wady układu bezpośredniego

- a) wyższe temperatury obiegu i gorących elementów silnika
 - spalanie stukowe, mniejszy współczynnik napełnienia cylindra, większa emisja tlenków azotu
- b) duży pobór mocy przez dmuchawę
- c) gorsze warunki pracy oleju
- d) większa hałaśliwość pracy
- e) konieczność zwiększenia odległości między cylindrami
- f) mniejsza sztywność kadłuba
 - indywidualne cylindry i głowice
- g) trudność w umieszczeniu wałka rozrządu w głowicy
- h) możliwość przedostania się spalin wraz z powietrzem kierowanym do ogrzewania wnętrza

Rodzaje chłodzenia bezpośredniego

a) samoczynne

- strumień powietrza wywołany ruchem pojazdu

b) wymuszone

- strumień powietrza tłoczony przez dmuchawę
 - układ nadciśnieniowy
 - układ podciśnieniowy

Obsługa bezpośredniego układu chłodzenia

- a) sprawdzanie szczelności kanałów nadmuchu powietrza chłodzącego
- b) utrzymanie w czystości zewnętrznych powierzchni chłodzonych
- c) sprawdzanie i regulacja naciągu paska klinowego napędu dmuchawy
- d) sprawdzanie działania termostatu