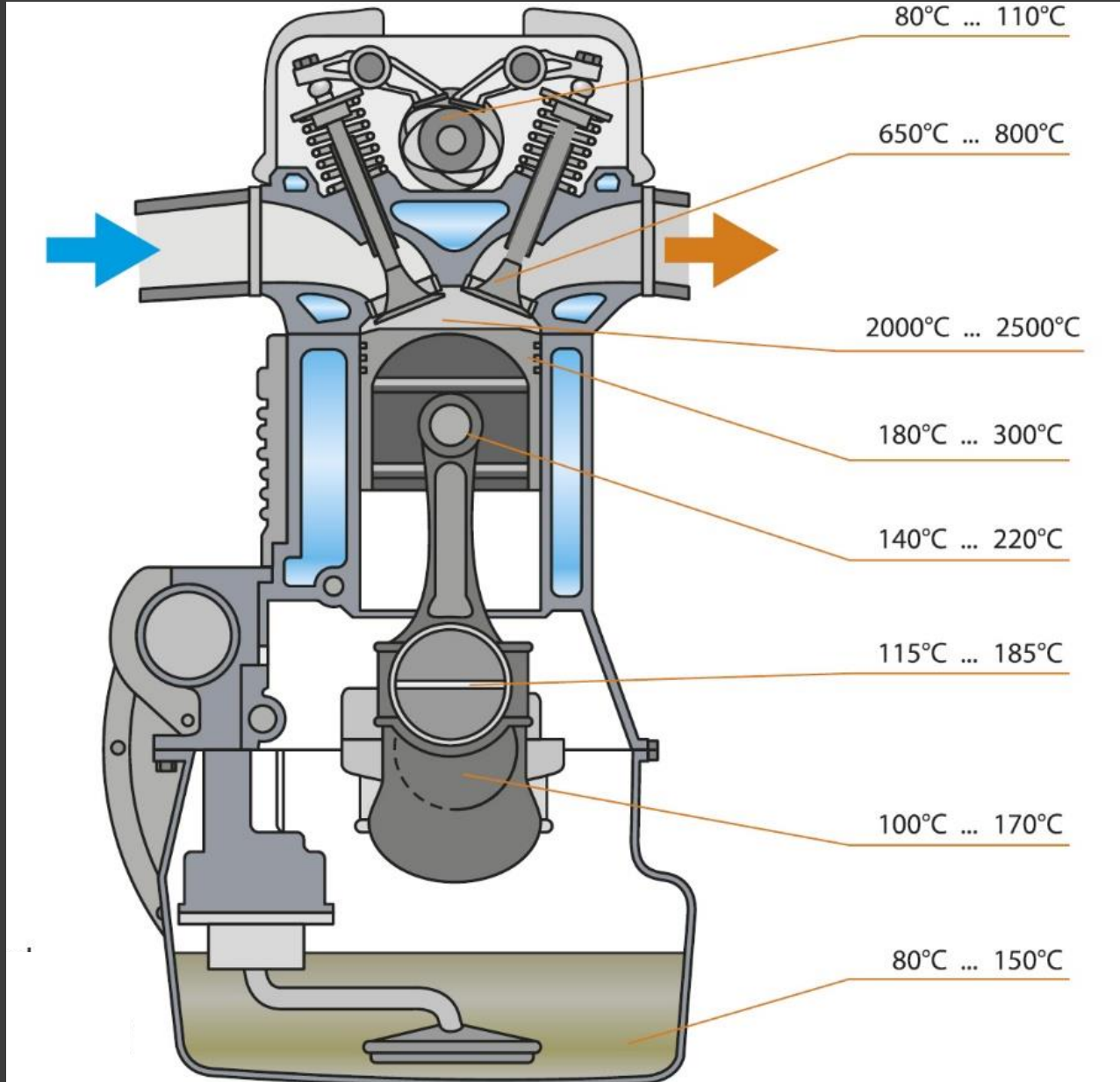


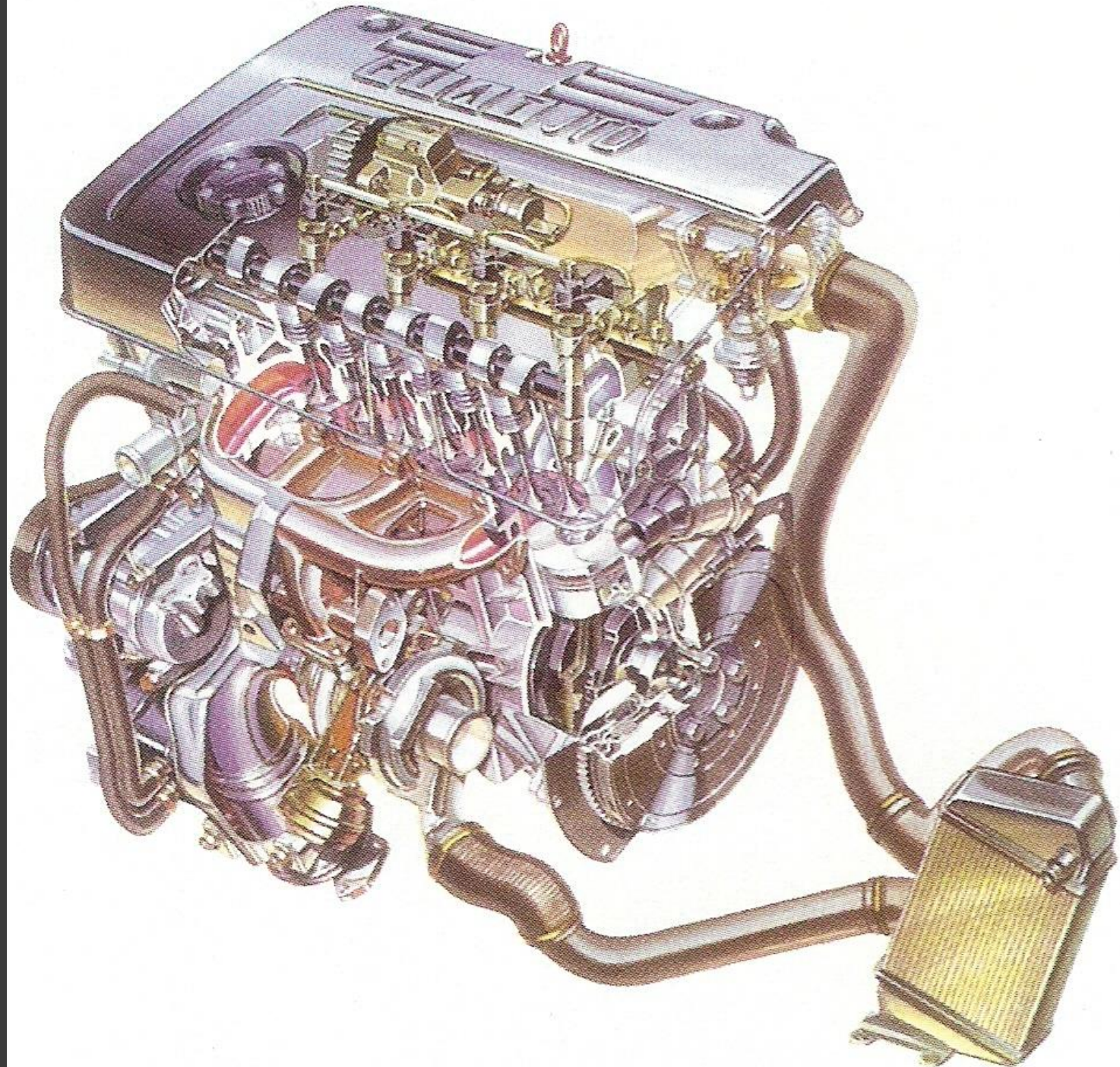
UKŁAD CHŁODZENIA WIADOMOŚCI WSTĘPNE

Warunki pracy silnika



Zadania układu chłodzenia

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

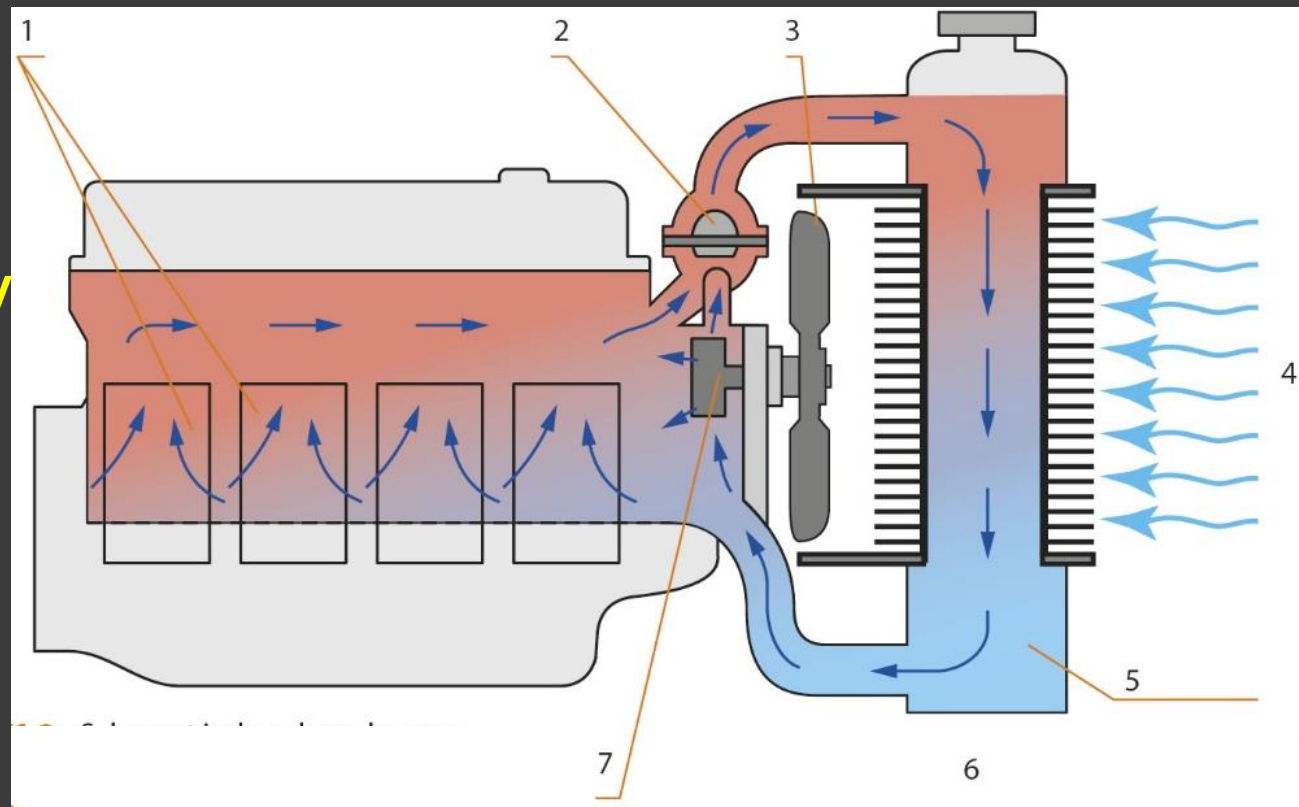
Wady pośredniego układu chłodzenia

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

Budowa obiegu pośredniego

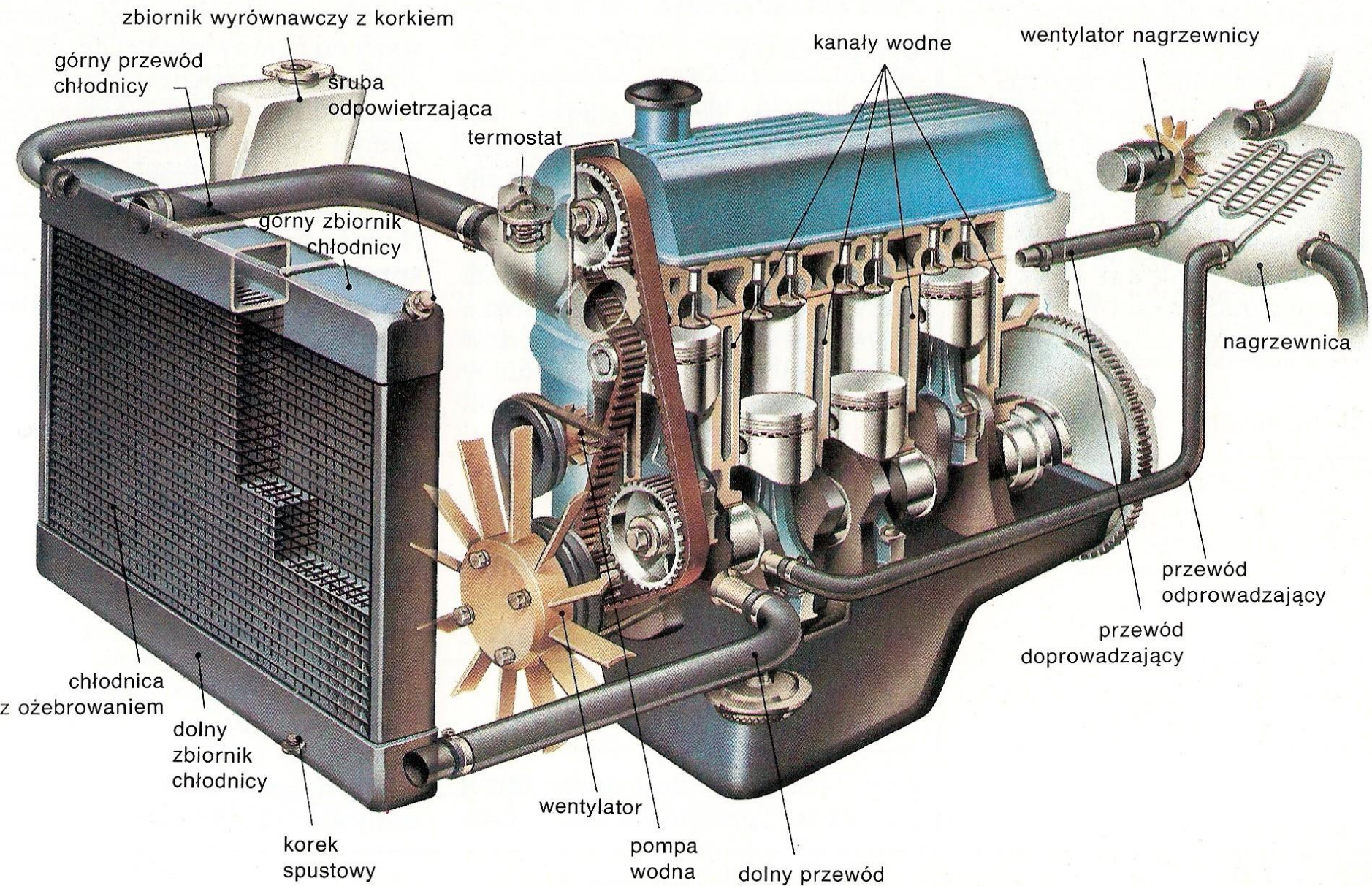
- a) kanały przepływu cieczy (w kadłubie i głowicy)
- b) chłodnica (wymiennik ciepła)
- c) pompa cieczy chłodzącej
- d) termostat
- e) wentylator
- f) zbiornik wyrównawczy
- g) przewody

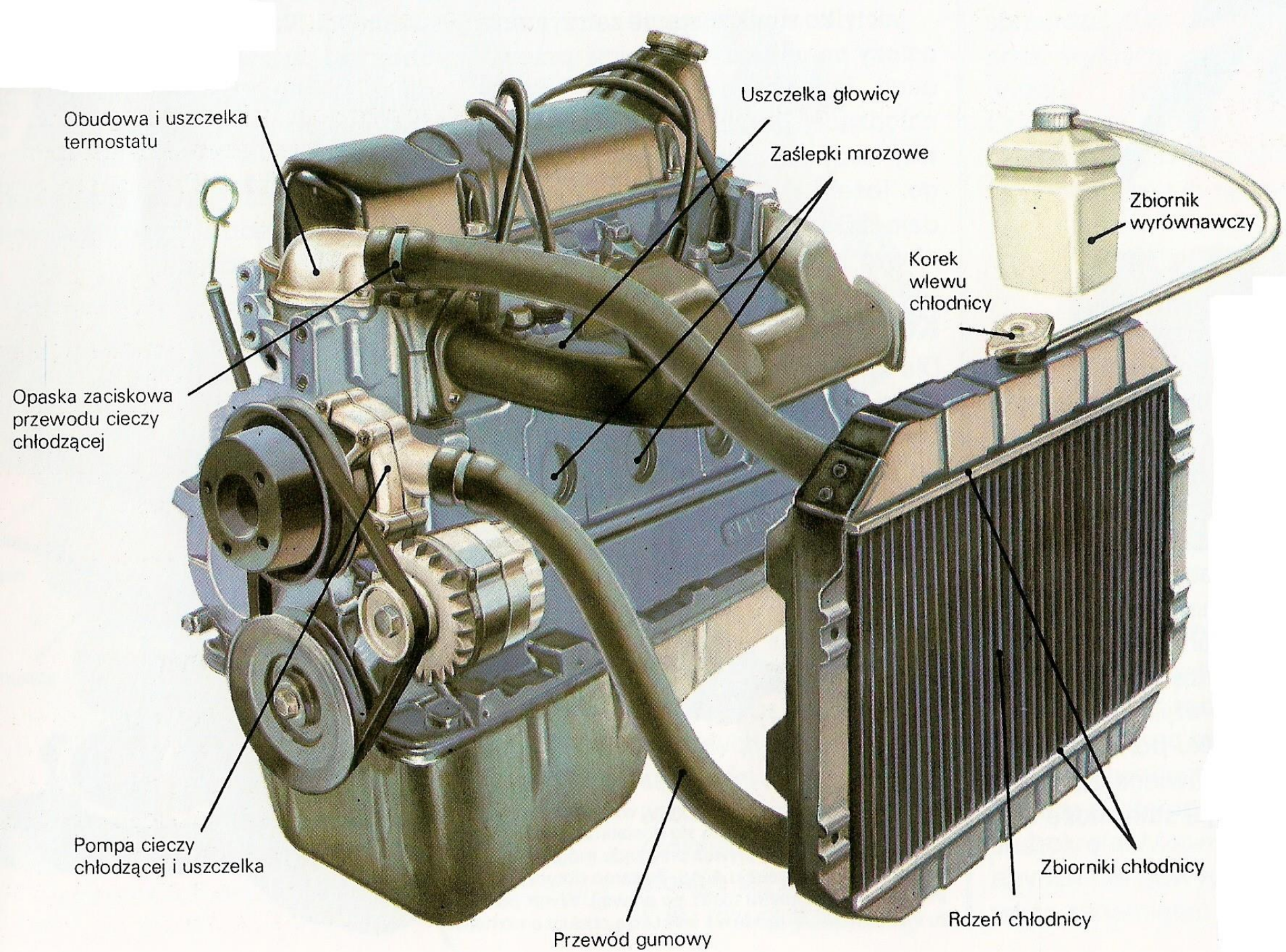
- 1 – płaszcz wodny
- 2 – termostat
- 3 – wentylator
- 4 – przepływ powietrza
- 5 – ciecz chłodząca
- 6 – chłodnica
- 7 – pompa cieczy chłodzącej

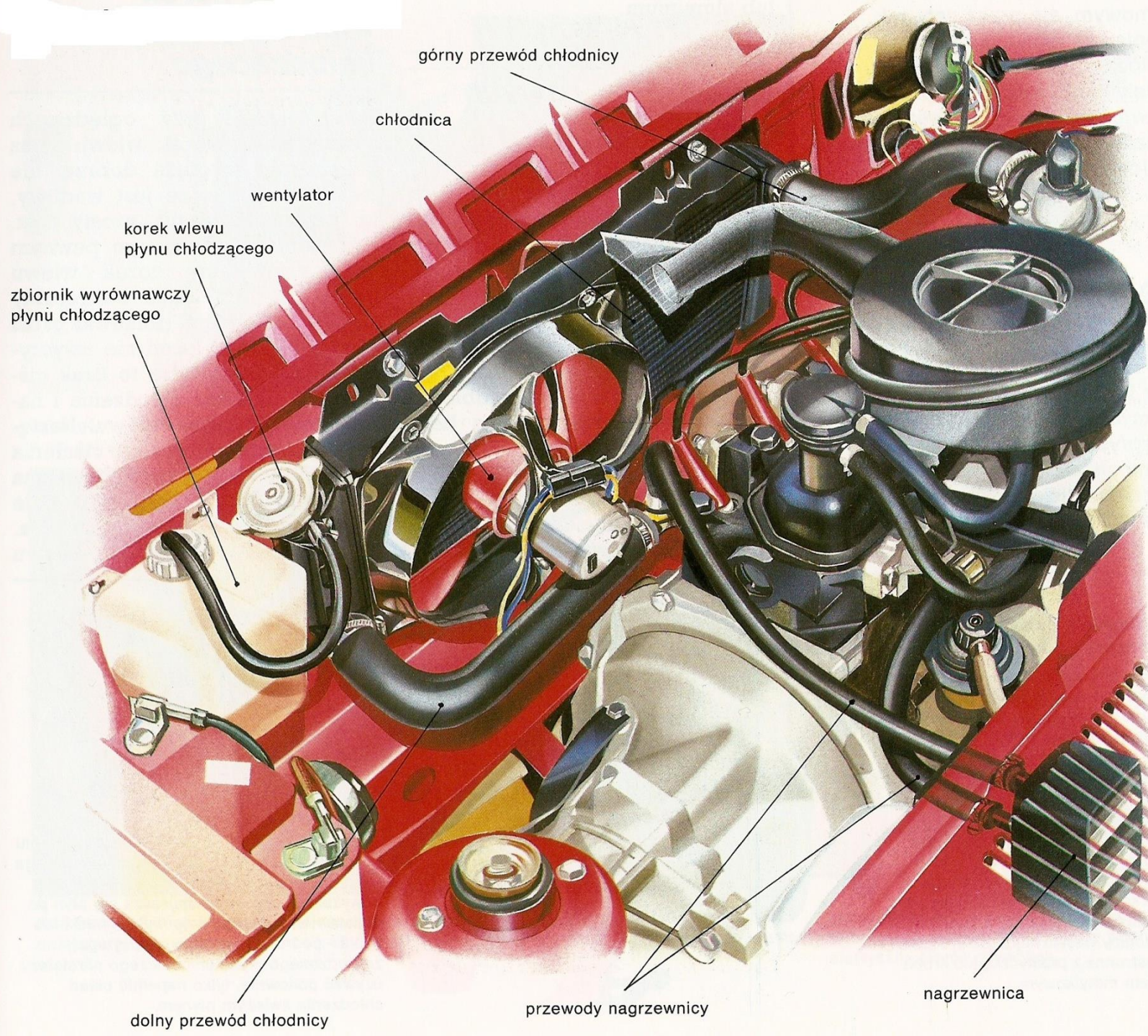


Budowa obiegu pośredniego

- 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*







górnny przewód chłodnicy

chłodnica

wentylator

korek wlewu
płyn chłodzącego

zbiornik wyrównawczy
płyn chłodzącego

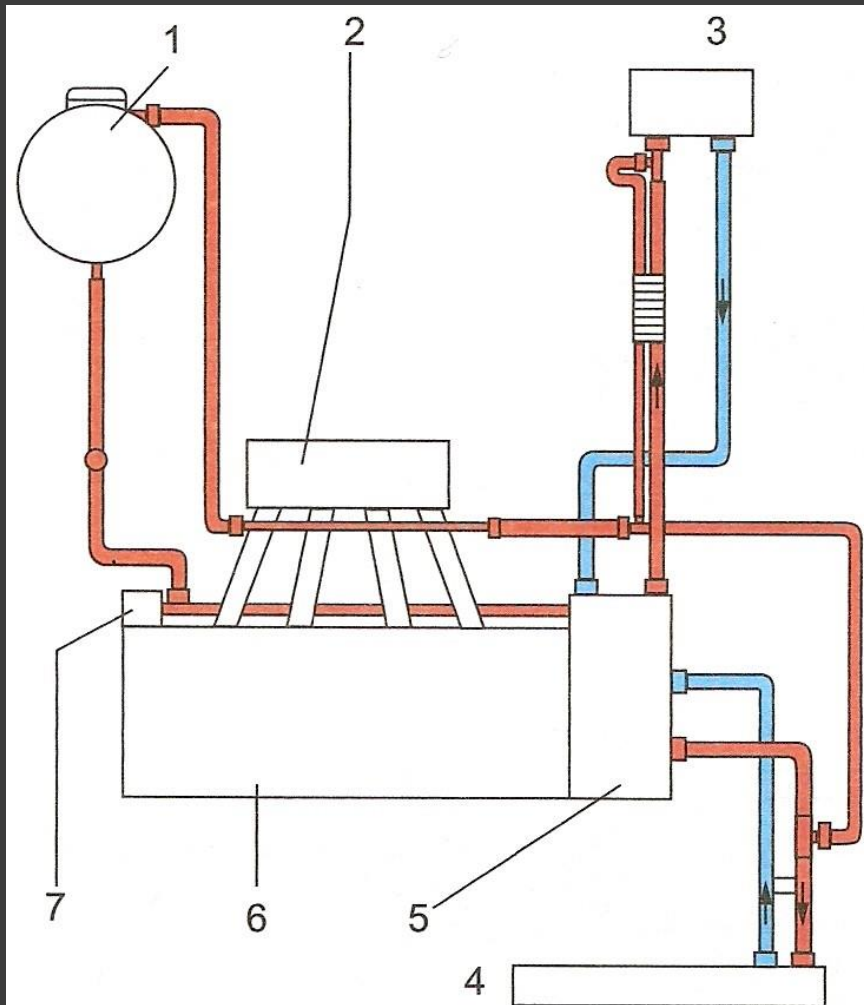
dolny przewód chłodnicy

przewody nagrzewnicy

nagrzewnica

Układ chłodzenia

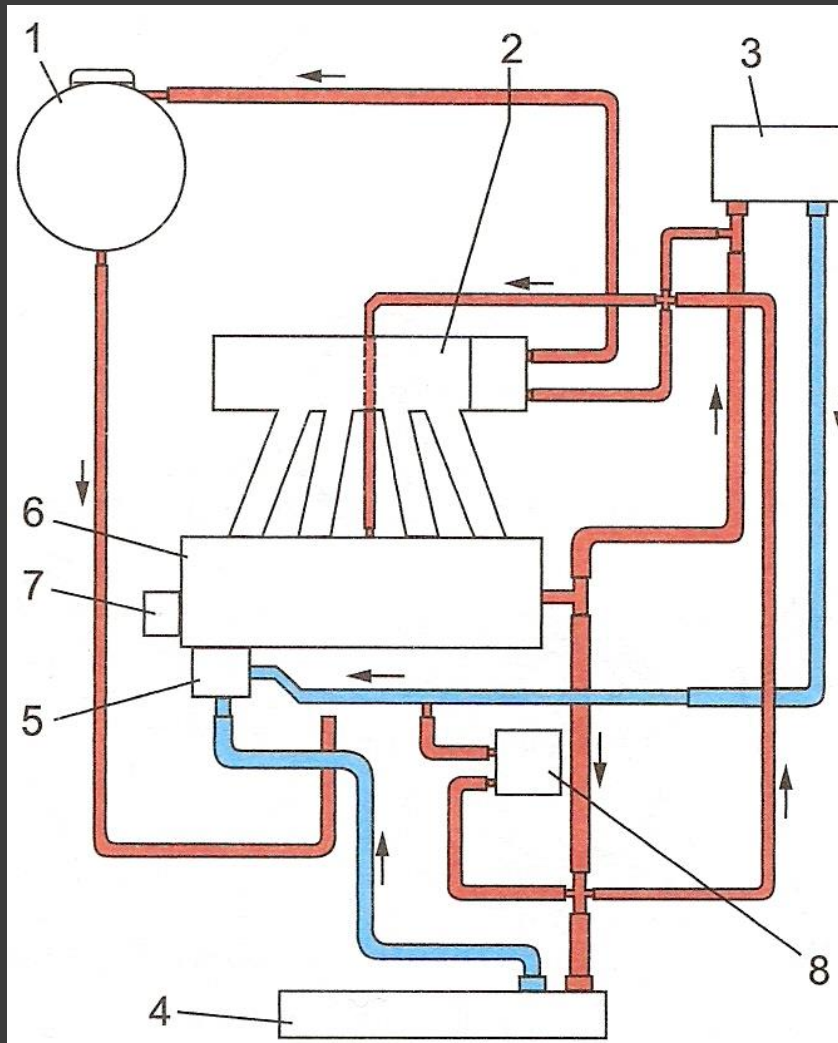
a) z termostatem na wylocie z silnika



- 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

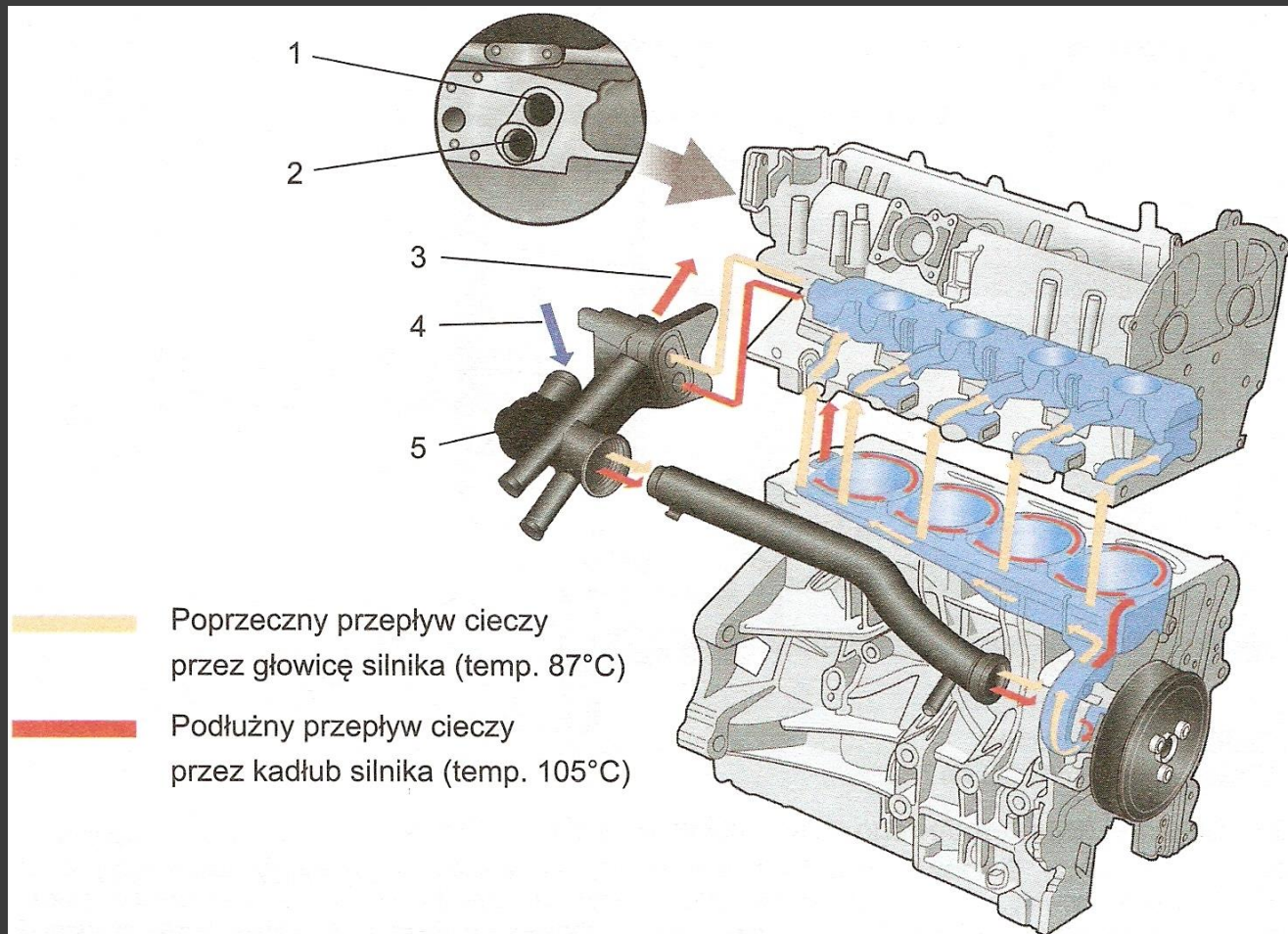


- 1 – zbiornik wyrównawczy
- 2 – kolektor dolotowy
- 3 – nagrzewnica
- 4 – chłodnica
- 5 – obudowa termostatu
- 6 – silnik
- 7 – pompa cieczy chłodzącej
- 8 – chłodnica oleju

Dwuobwodowy układ chłodzenia

a) Budowa

- termostat obwodu chłodzenia głowicy
- termostat obwodu chłodzenia kadłuba



Dwuobwodowy układ chłodzenia

a) Budowa

- termostat obwodu chłodzenia głowicy
- termostat obwodu chłodzenia kadłuba

b) Działanie

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

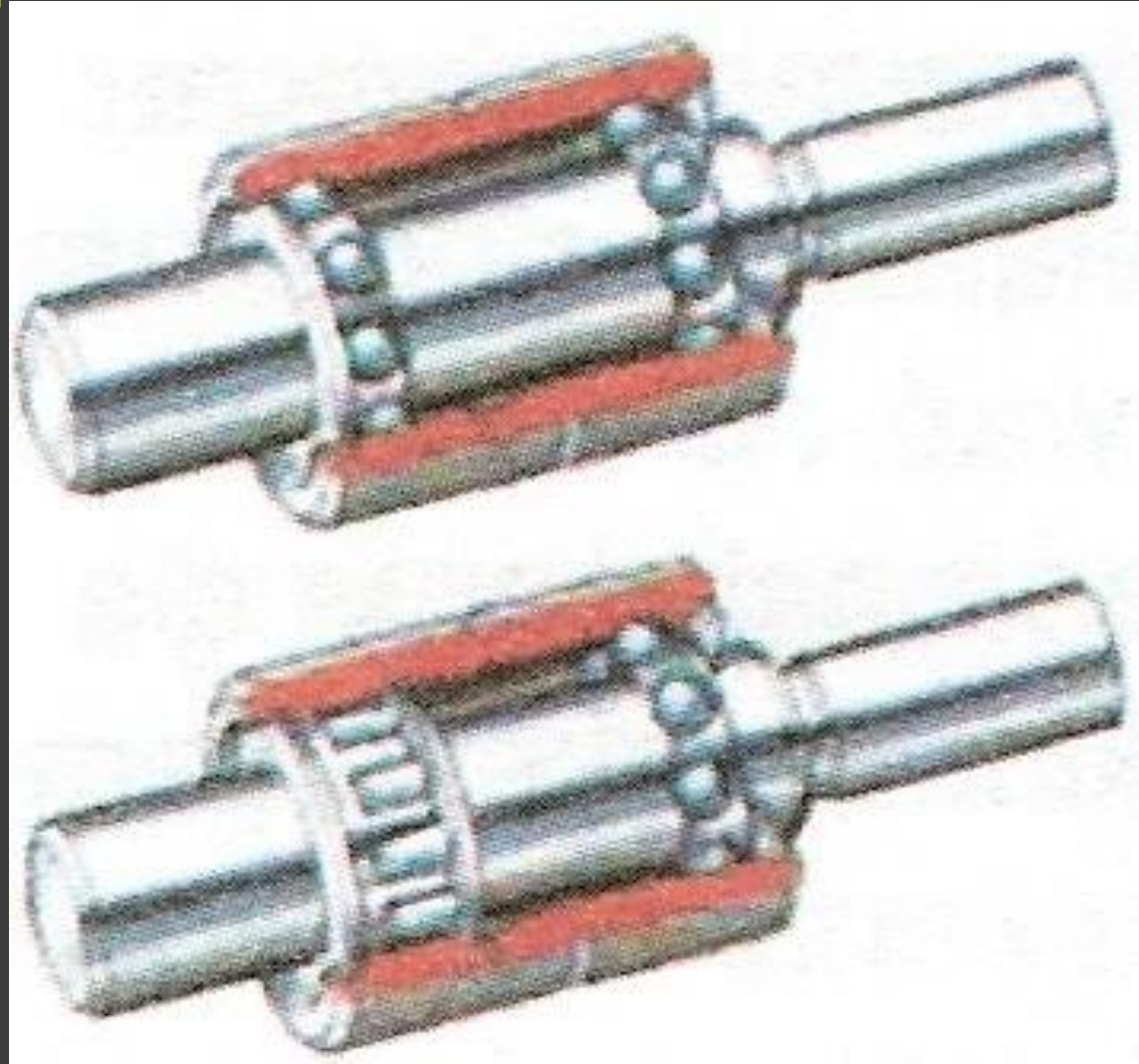
Korzyści dwuobwodowego układu chłodzenia

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

POMPA CIECZY CHŁODZĄCEJ

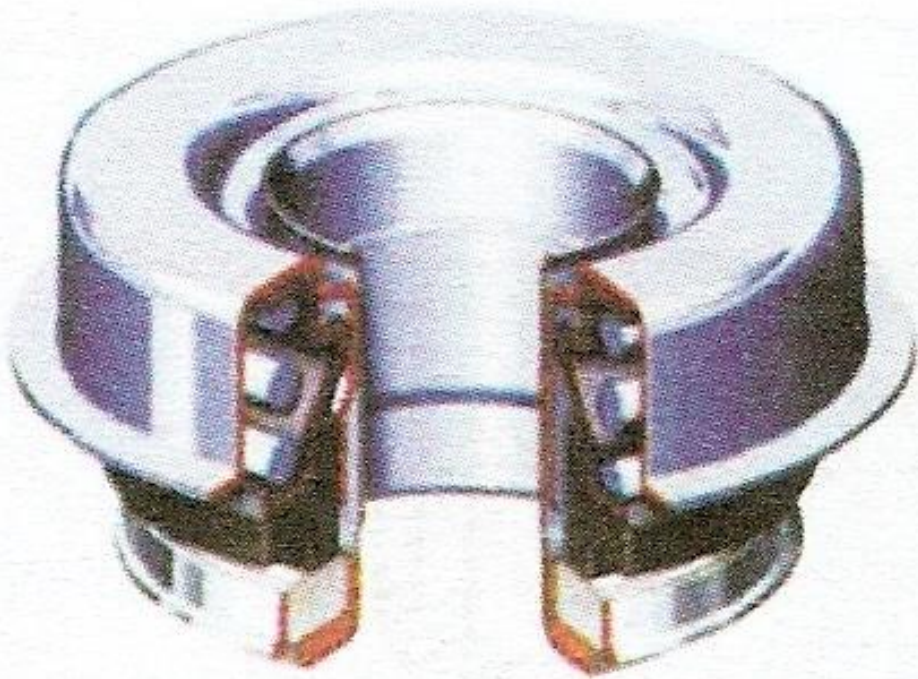
Budowa pompy

- a) korpus
- b) wałek z łożyskami



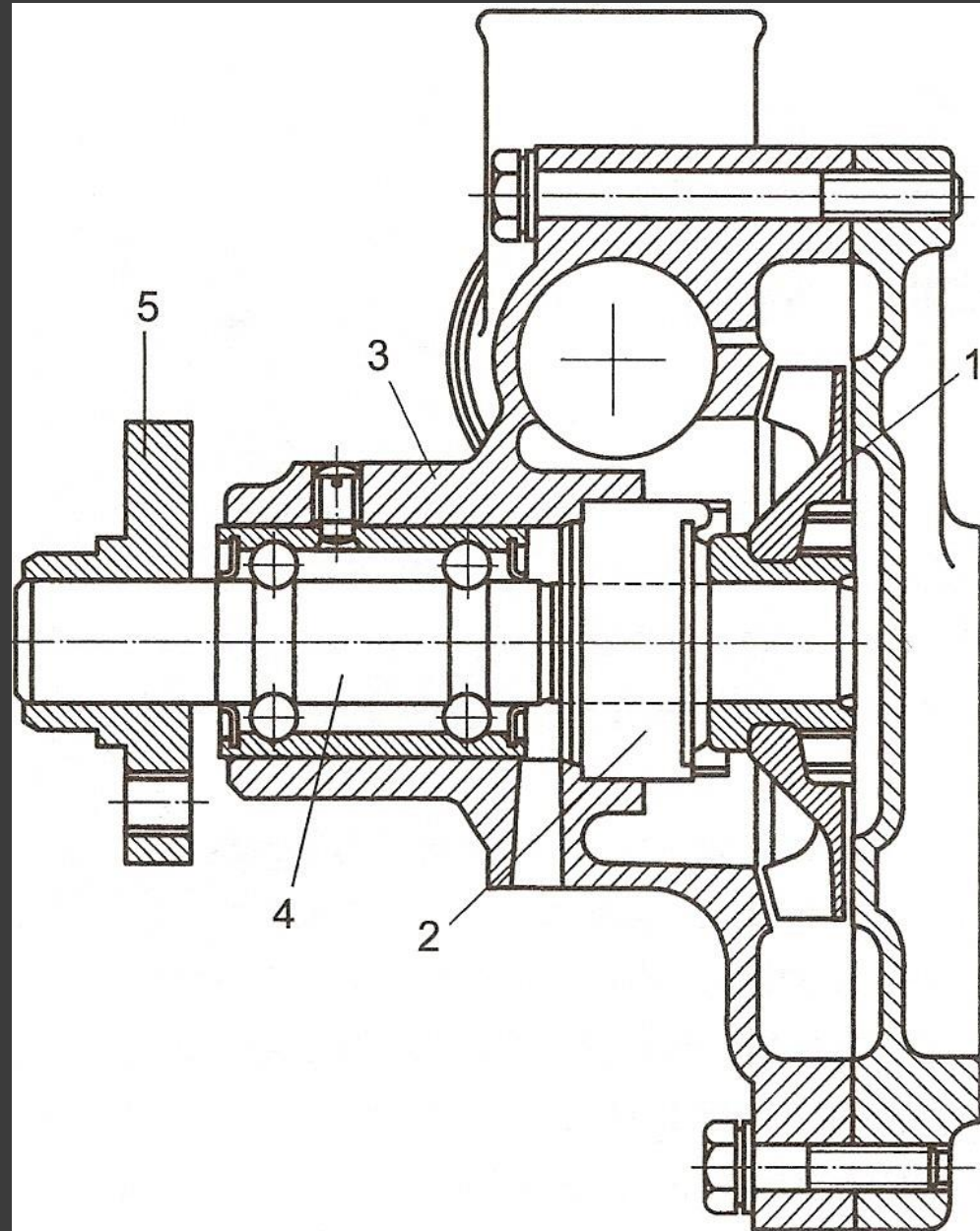
Budowa pompy

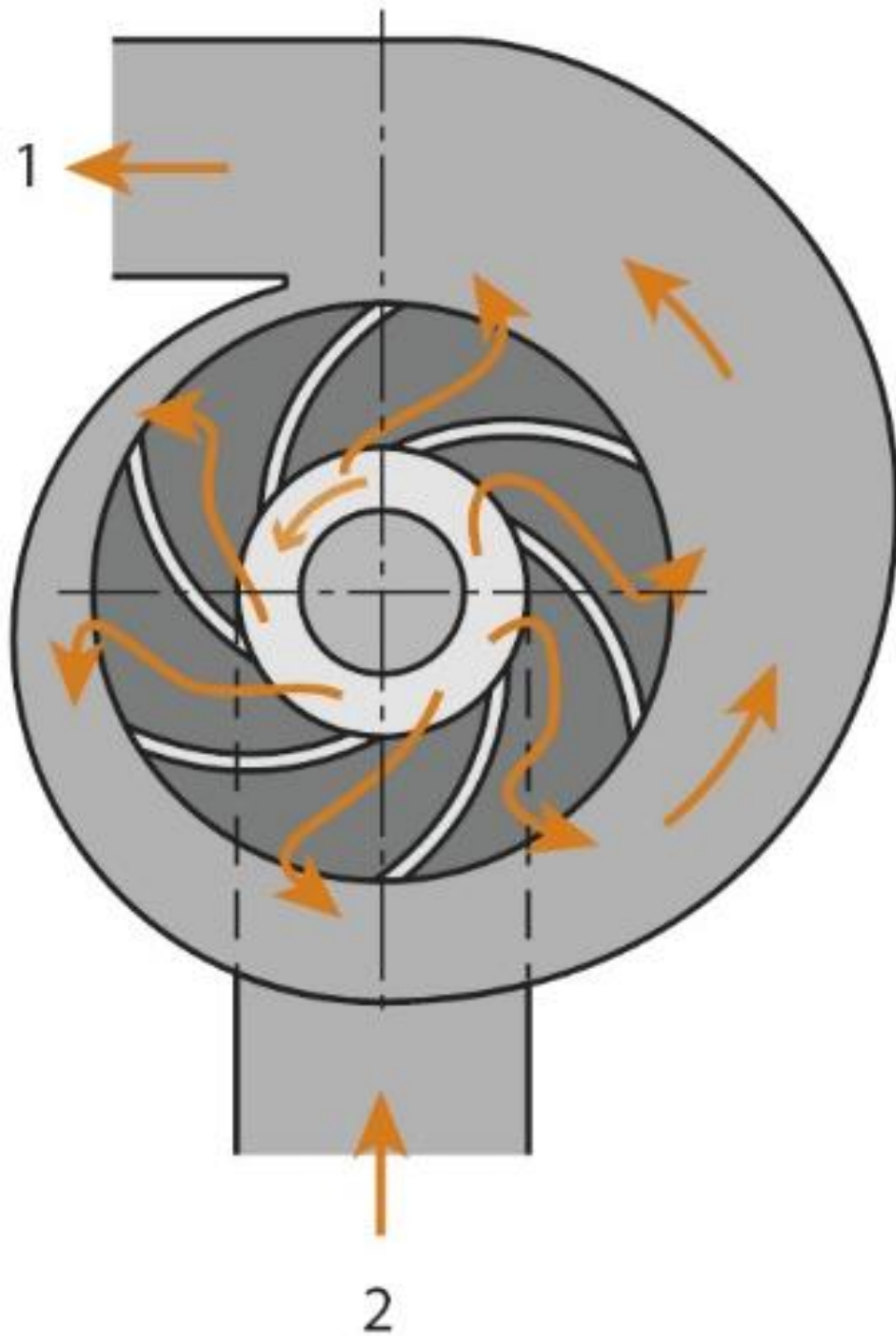
- a) korpus
- b) wałek z łożyskami
- c) uszczelniacz



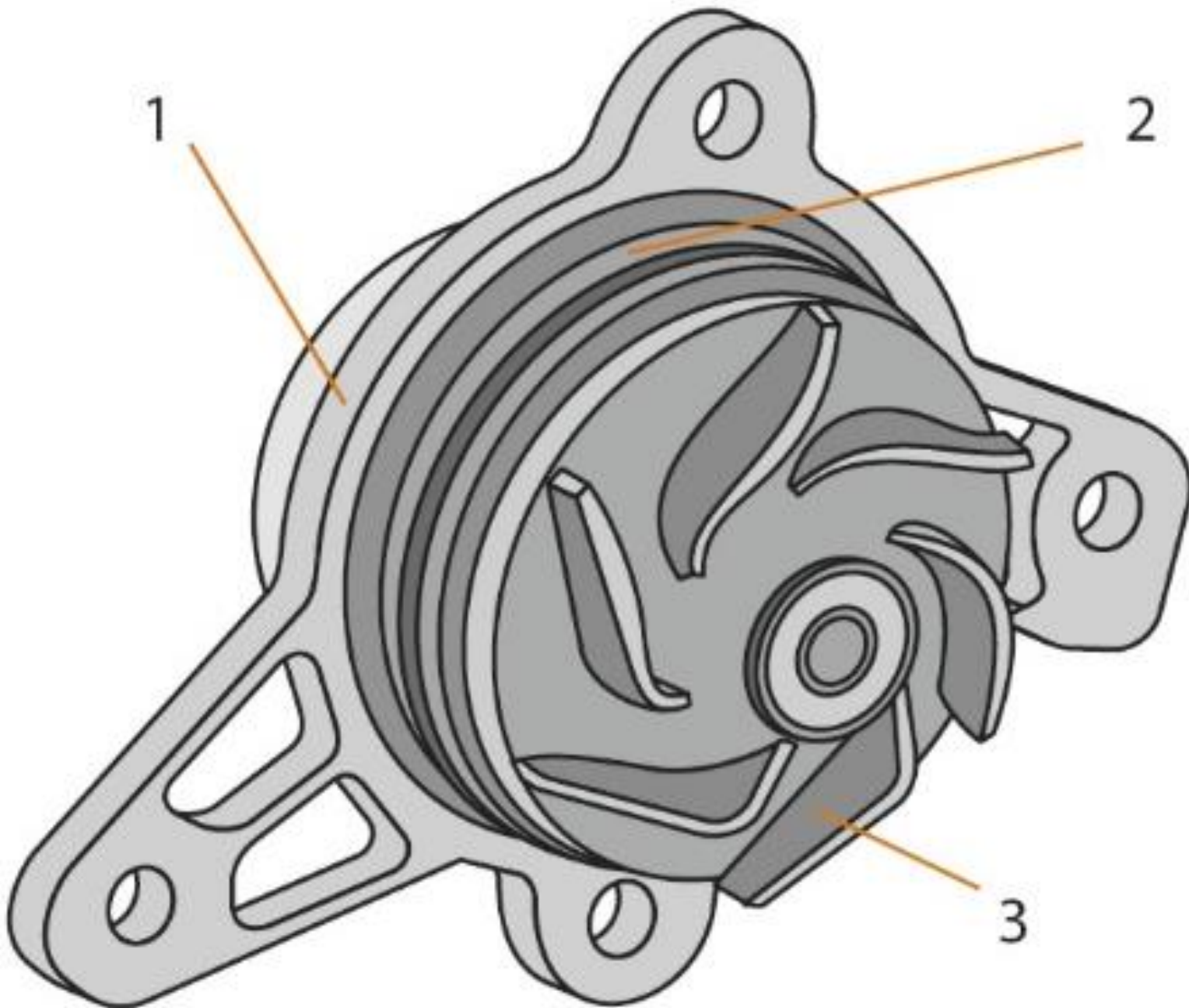
Budowa pompy

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





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

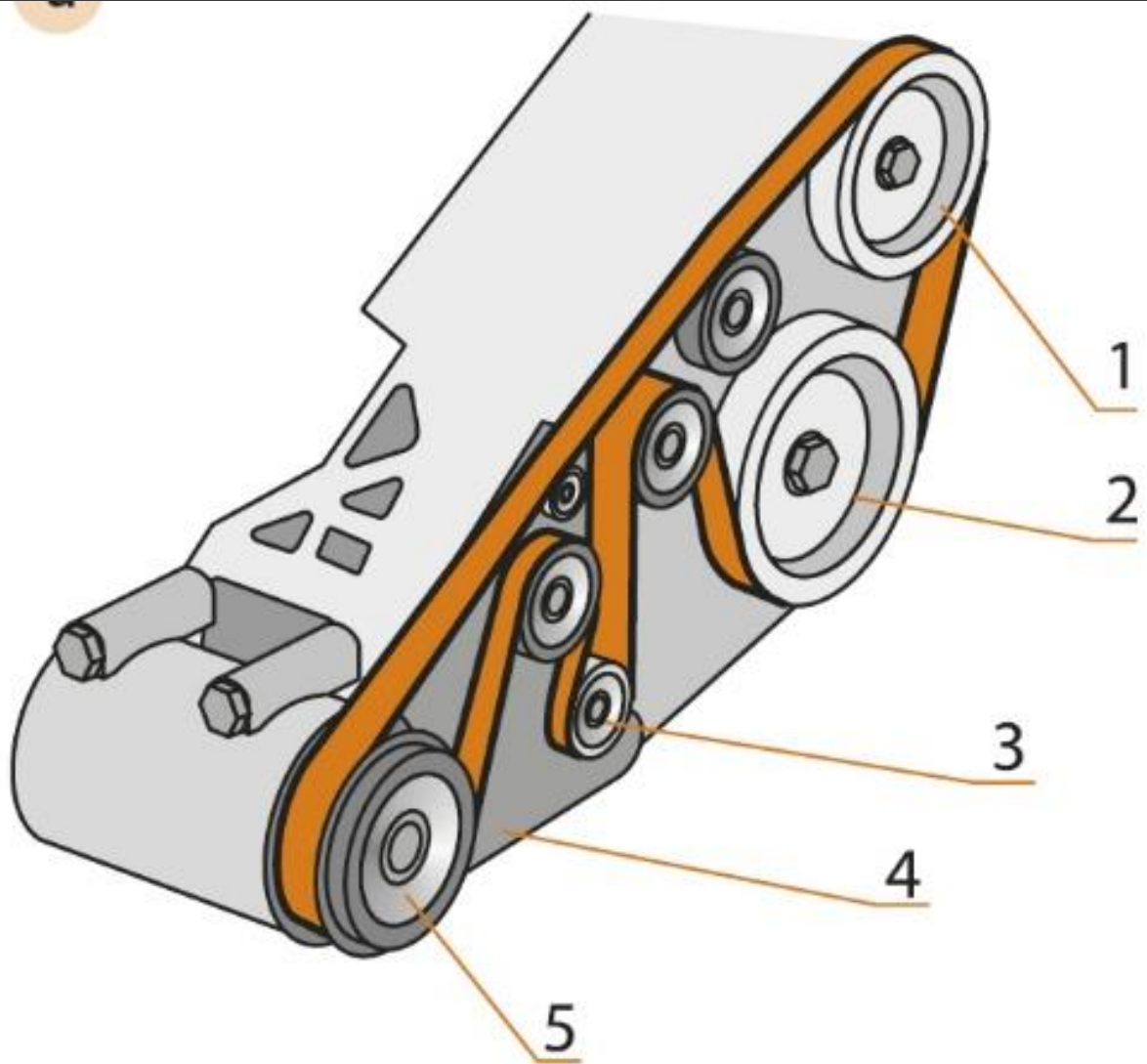


- 1 – obudowa
- 2 – uszczelka
- 3 – wirnik

Napęd pompy

a) mechaniczny

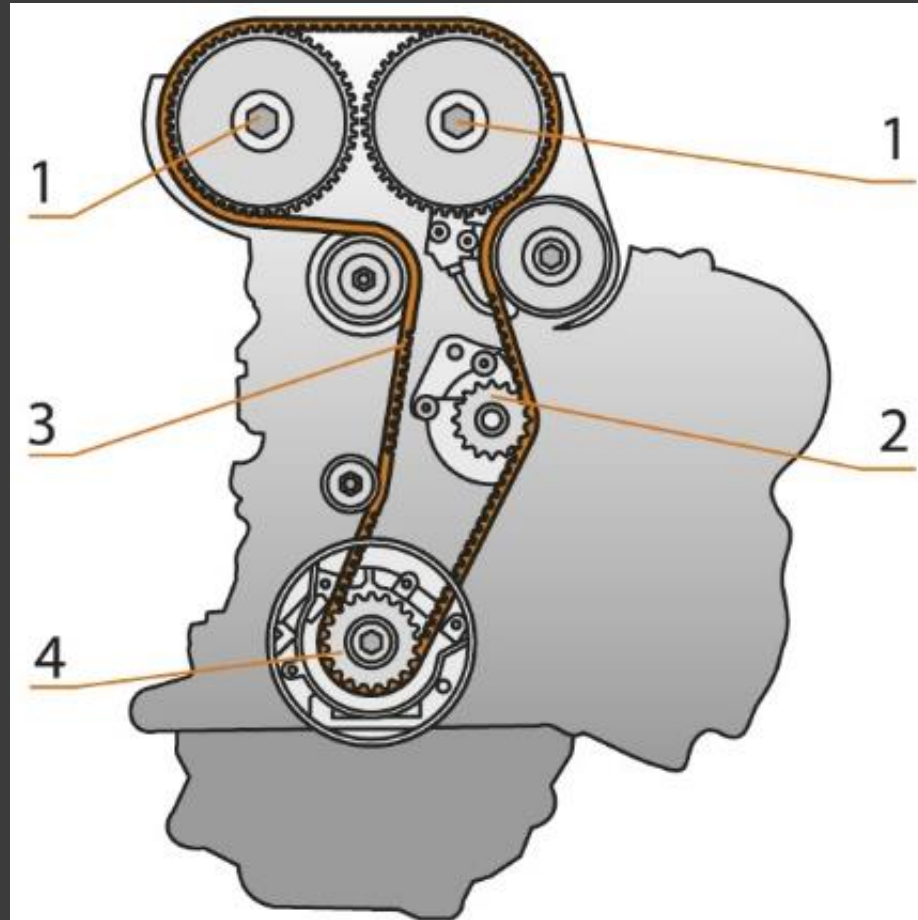
- paskiem klinowym



Napęd pompy

a) mechaniczny

- paskiem klinowym
- paskiem zębatym (rozzędu)

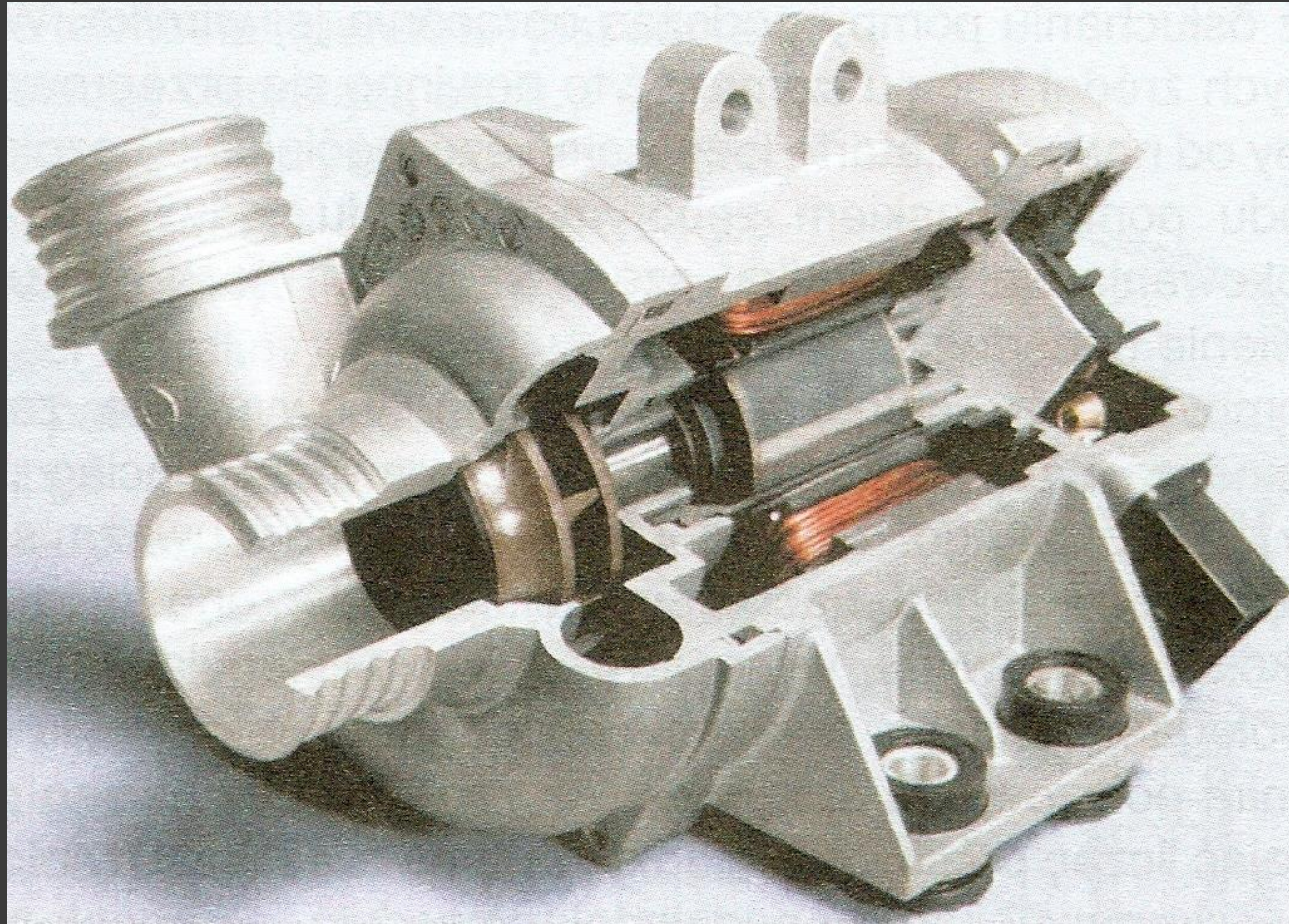


Napęd pompy

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

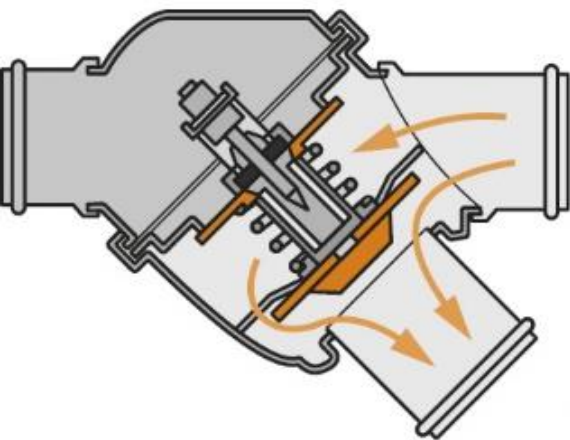
b) swoboda wyboru miejsca umieszczenia pompy

Obsługa pompy

- oględziny zewnętrzne
 - nieszczelności
 - hałas
 - naciąg paska klinowego

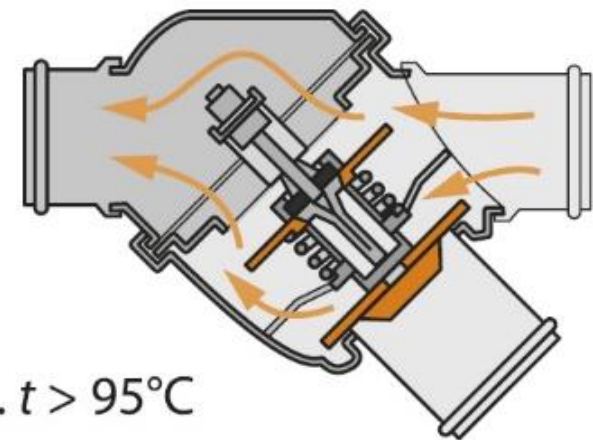
TERMOSTAT

Zasada działania



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

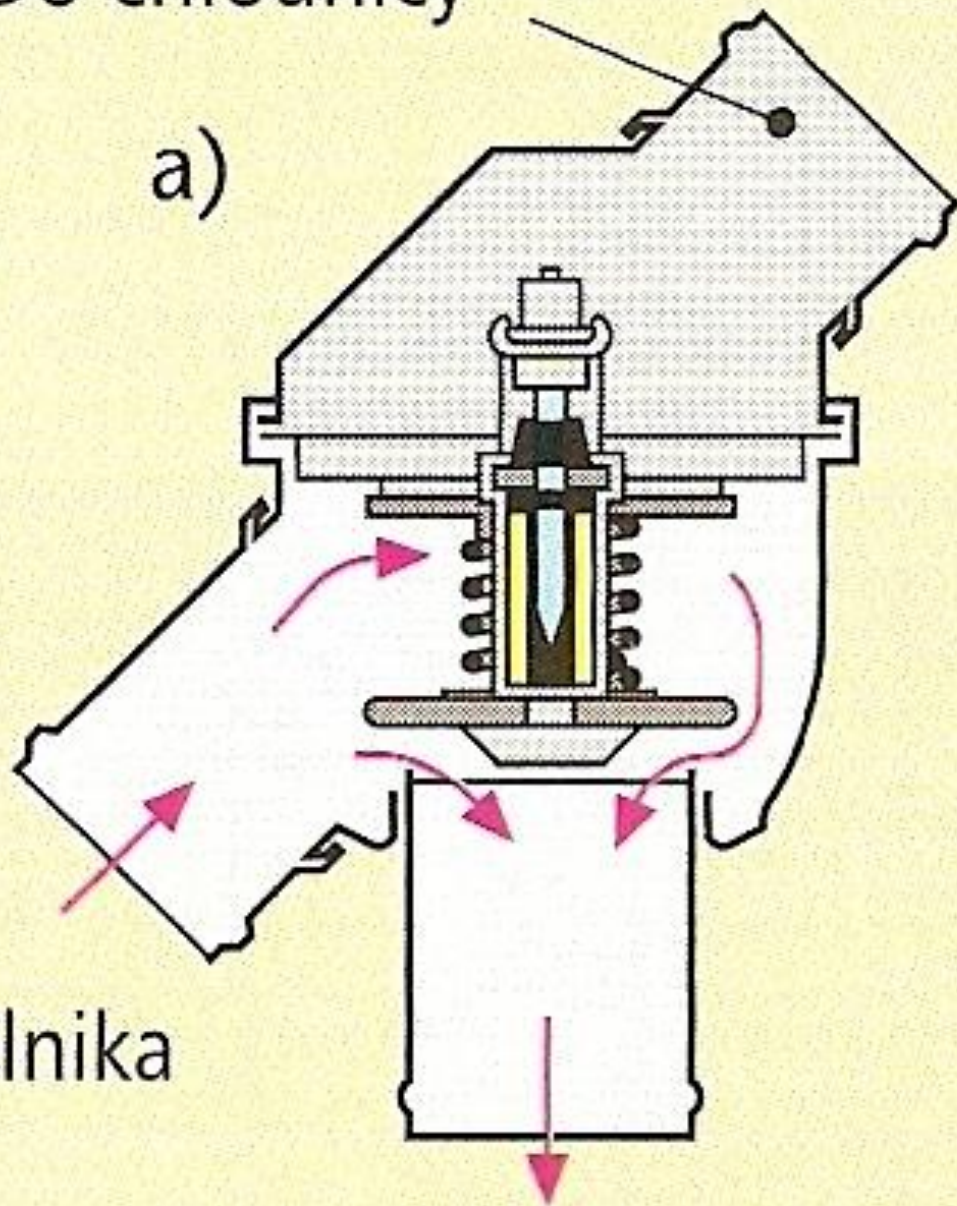
Położenie termostatu przy ...



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

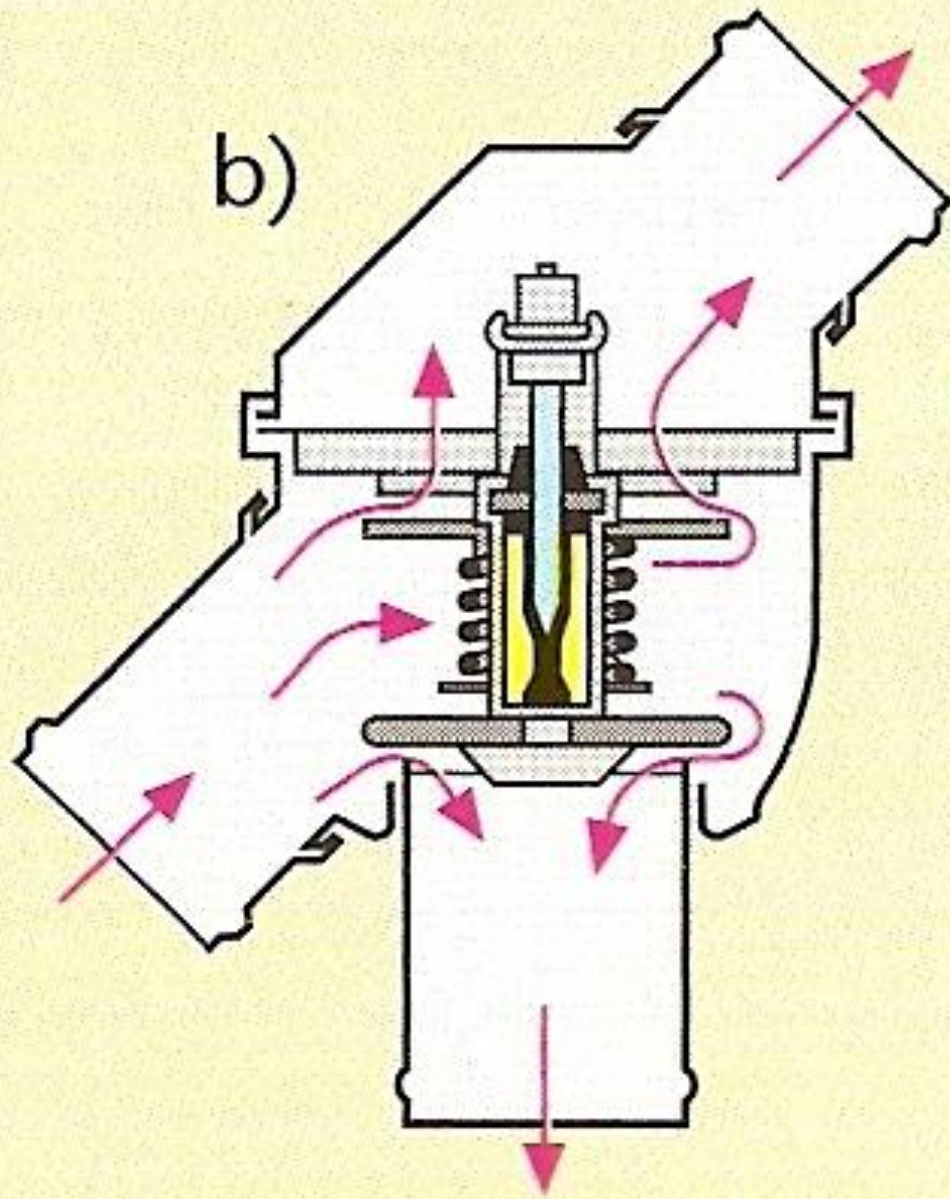
Do chłodnicy

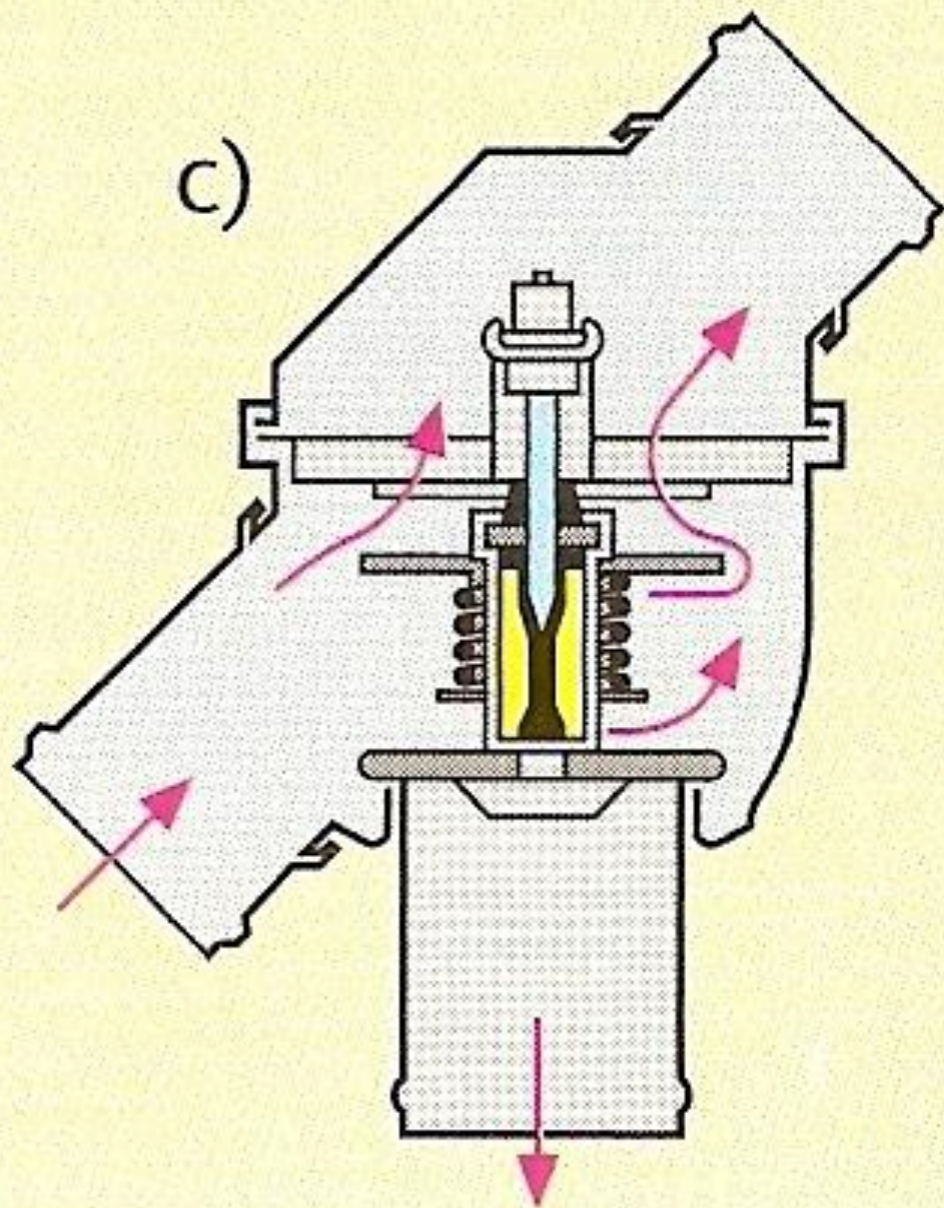
a)

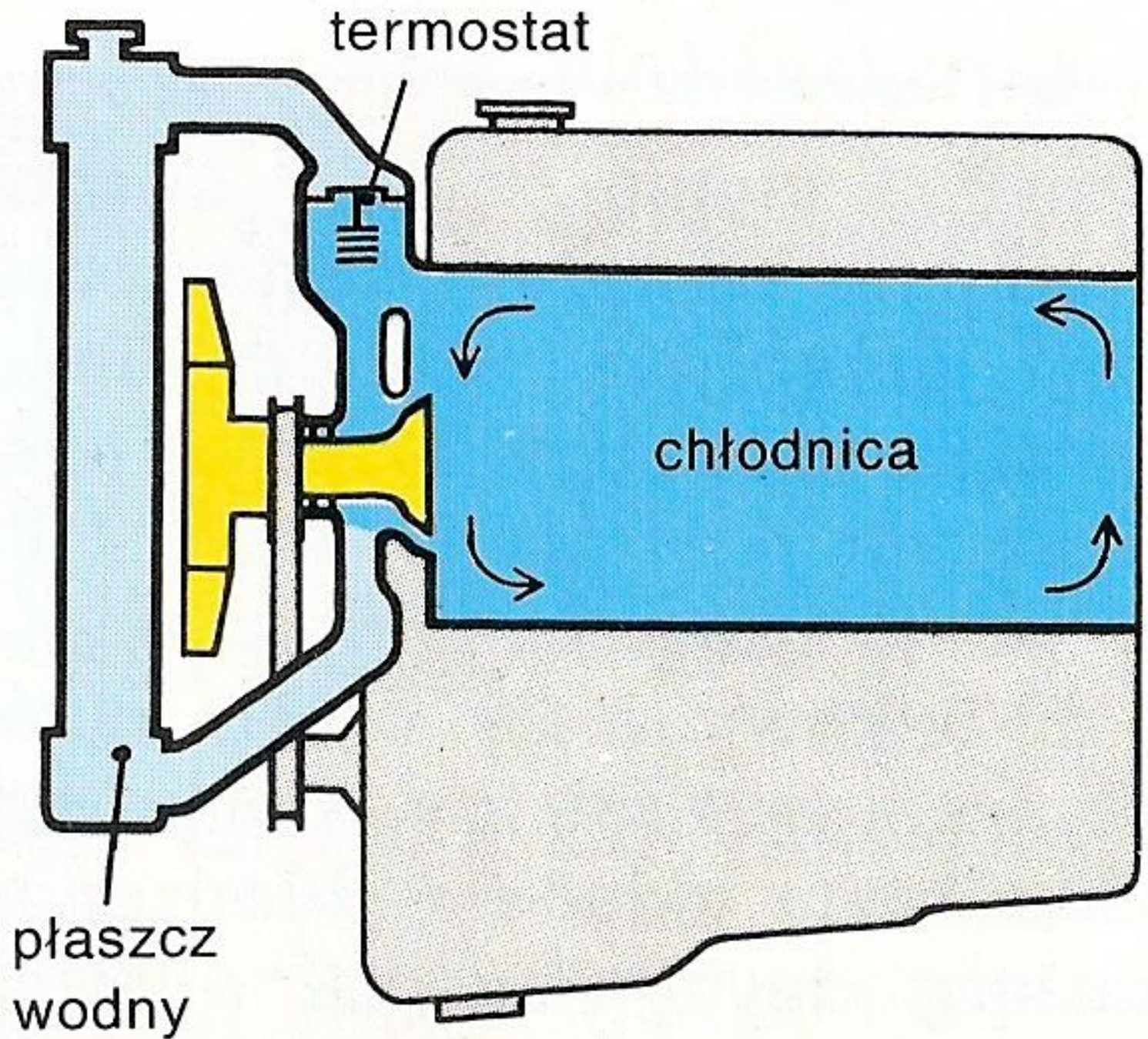


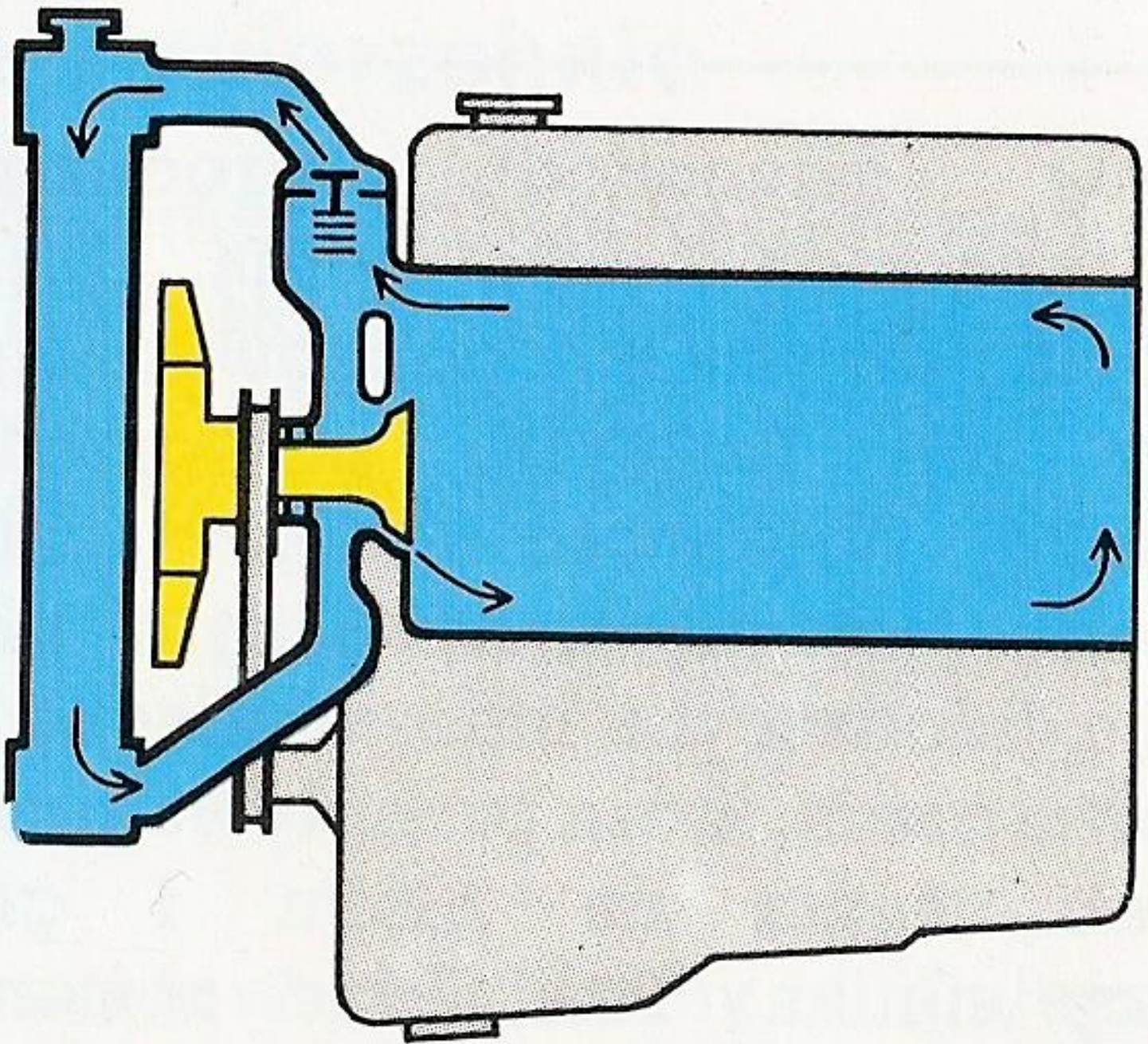
Z silnika

Do silnika





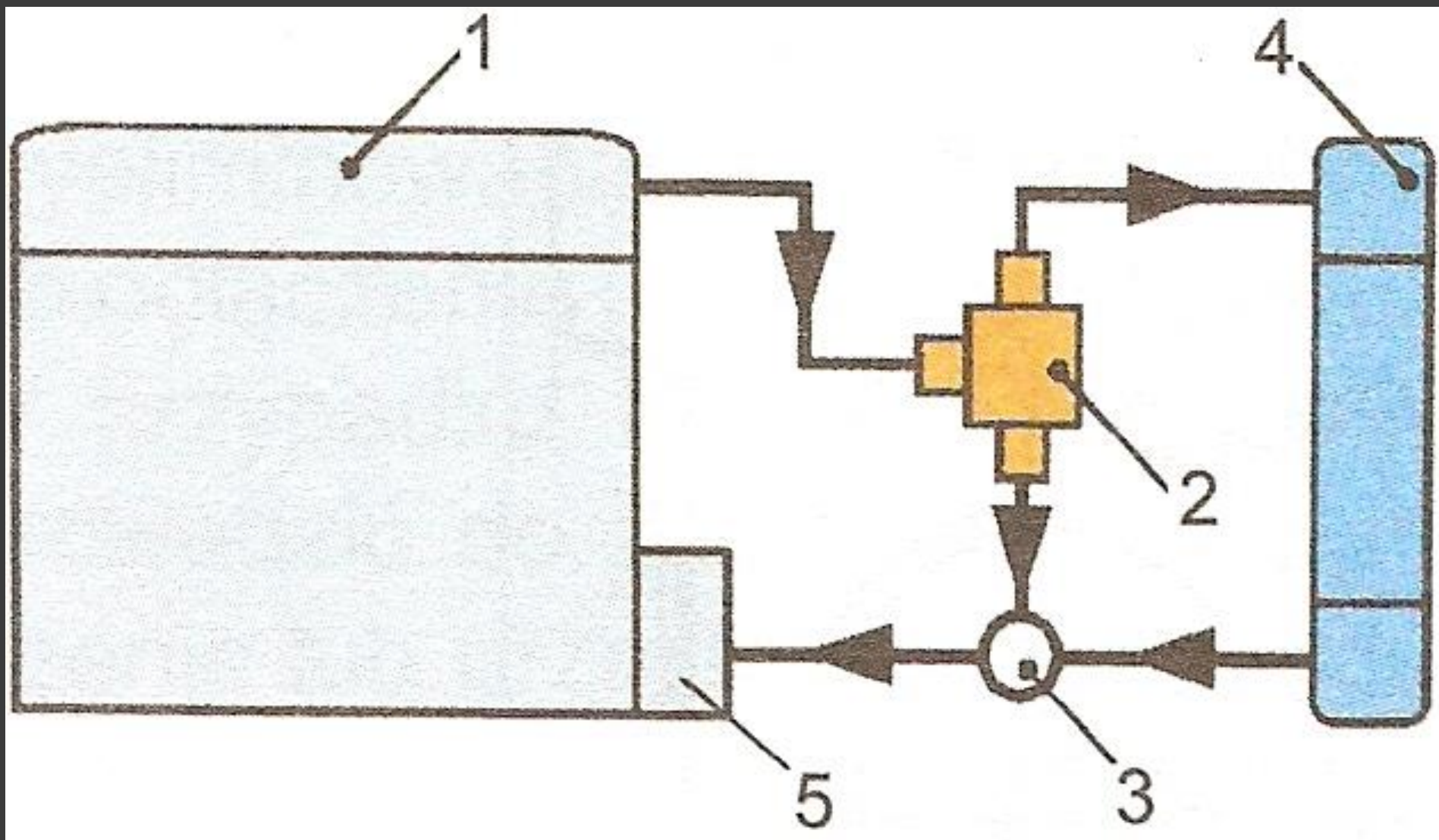




Budowa termostatu

- 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

Termostat na wyjściu z silnika



Termostat na wyjściu z silnika

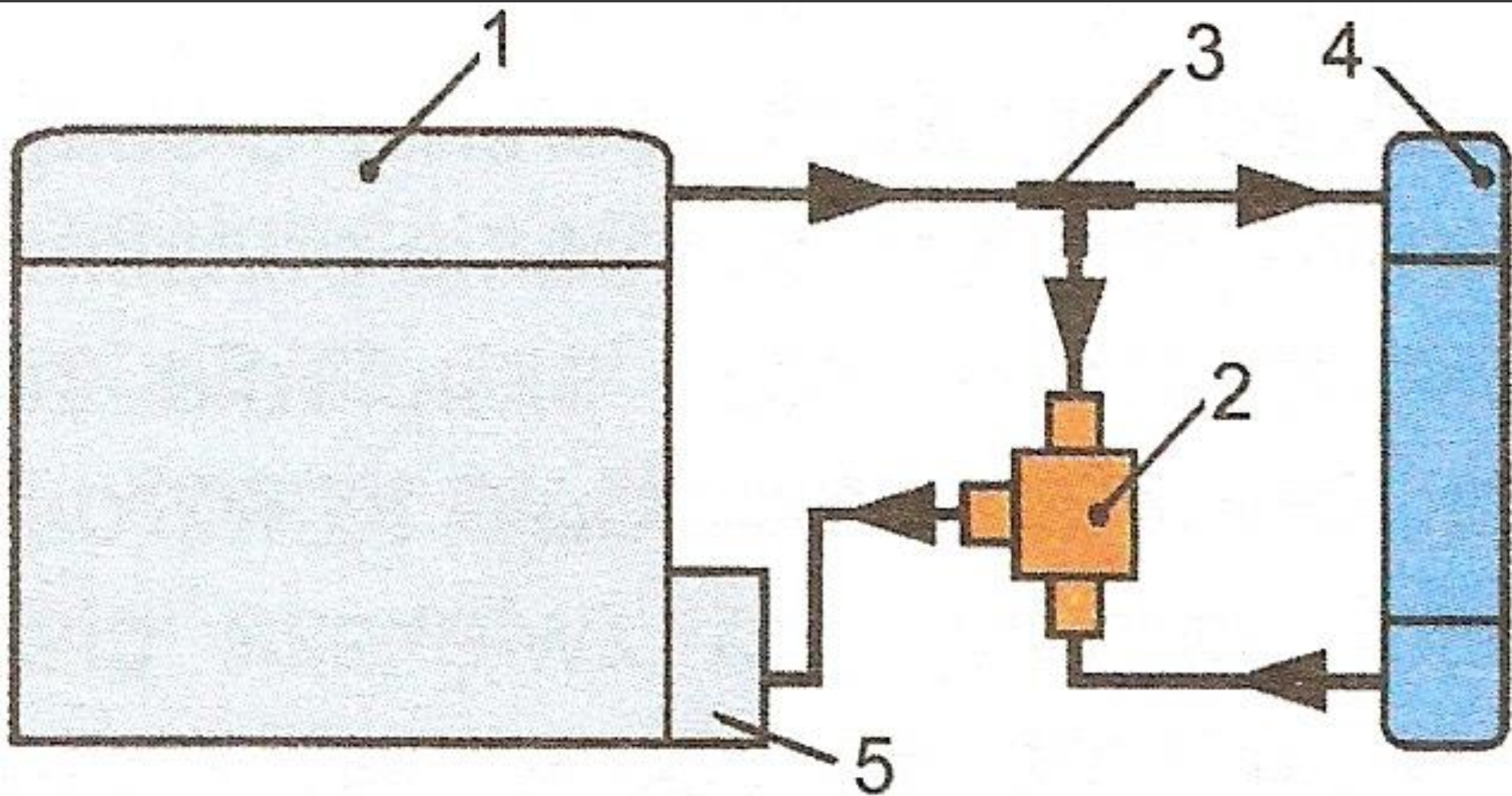
a) zalety

- 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

CHŁODNICA CIECZY CHŁODZĄCEJ

Osłona powietrza powrotnego

Klapy sterowane temperaturą

Wentylator elektryczny

Chłodnica wody

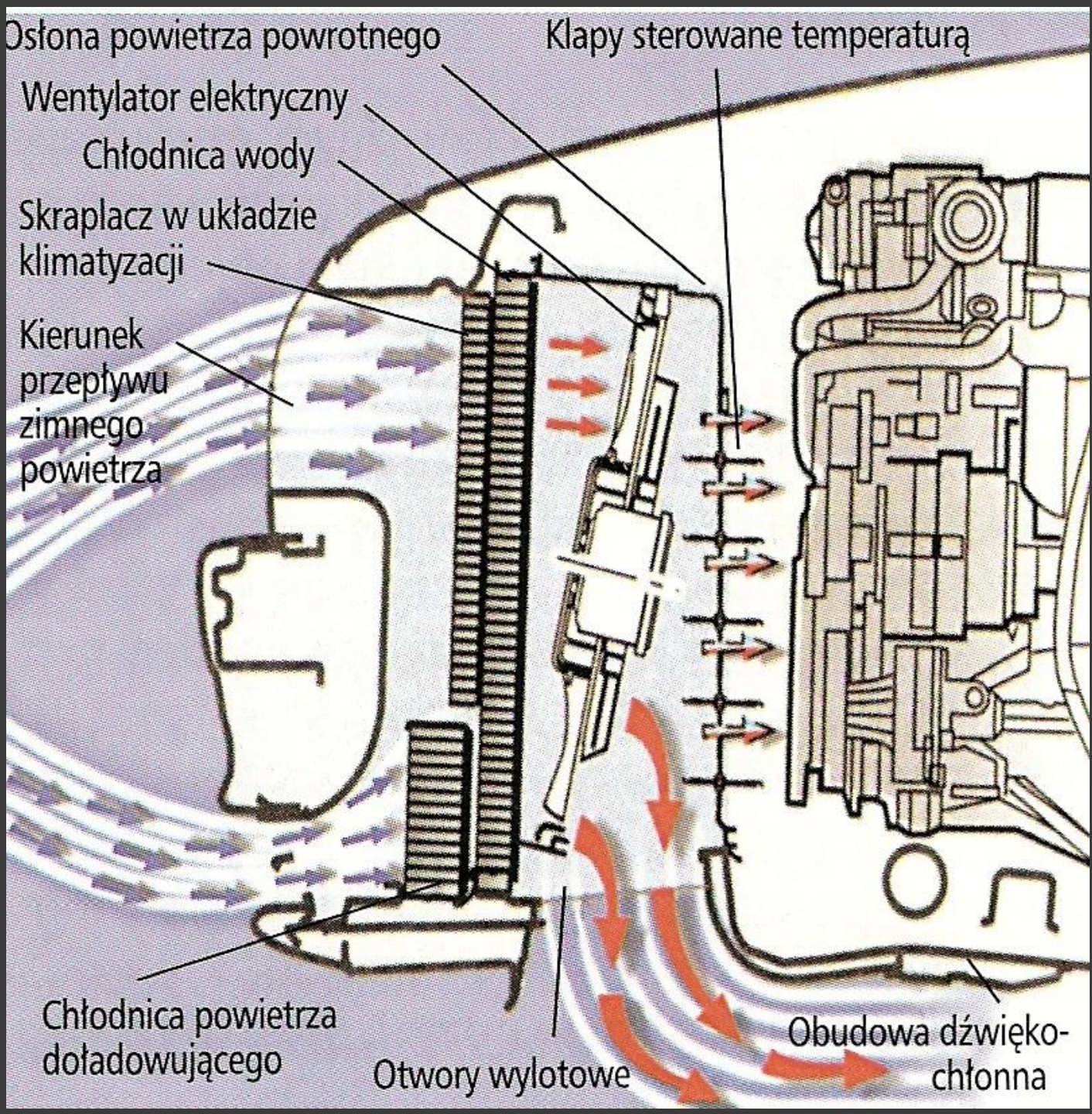
Skrapacz w układzie klimatyzacji

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

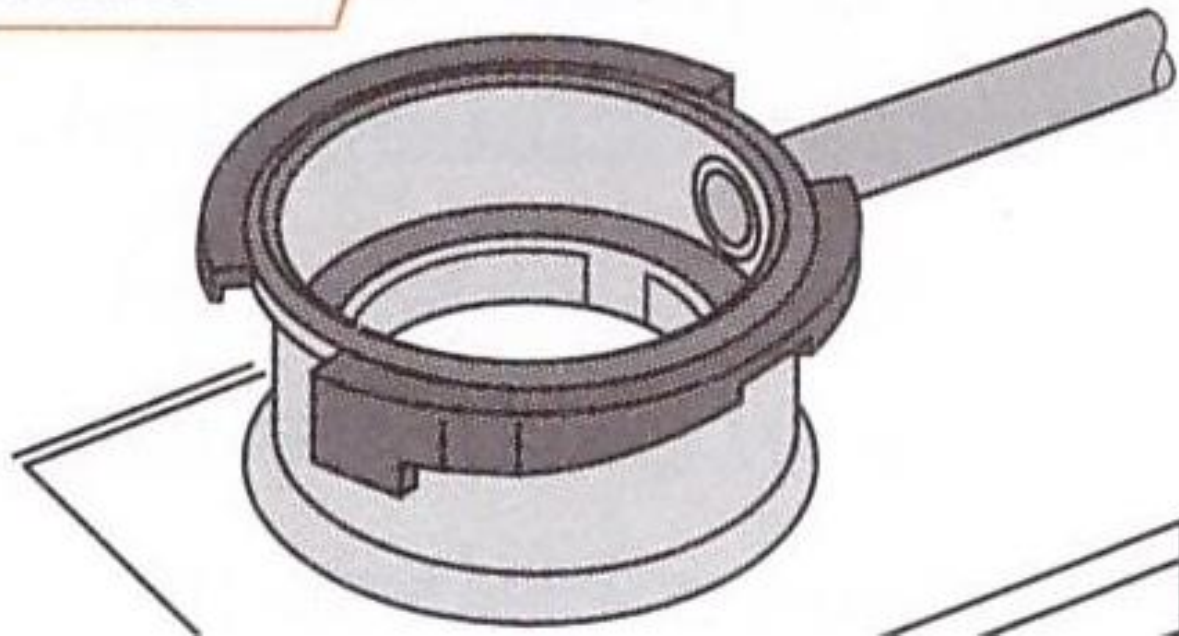
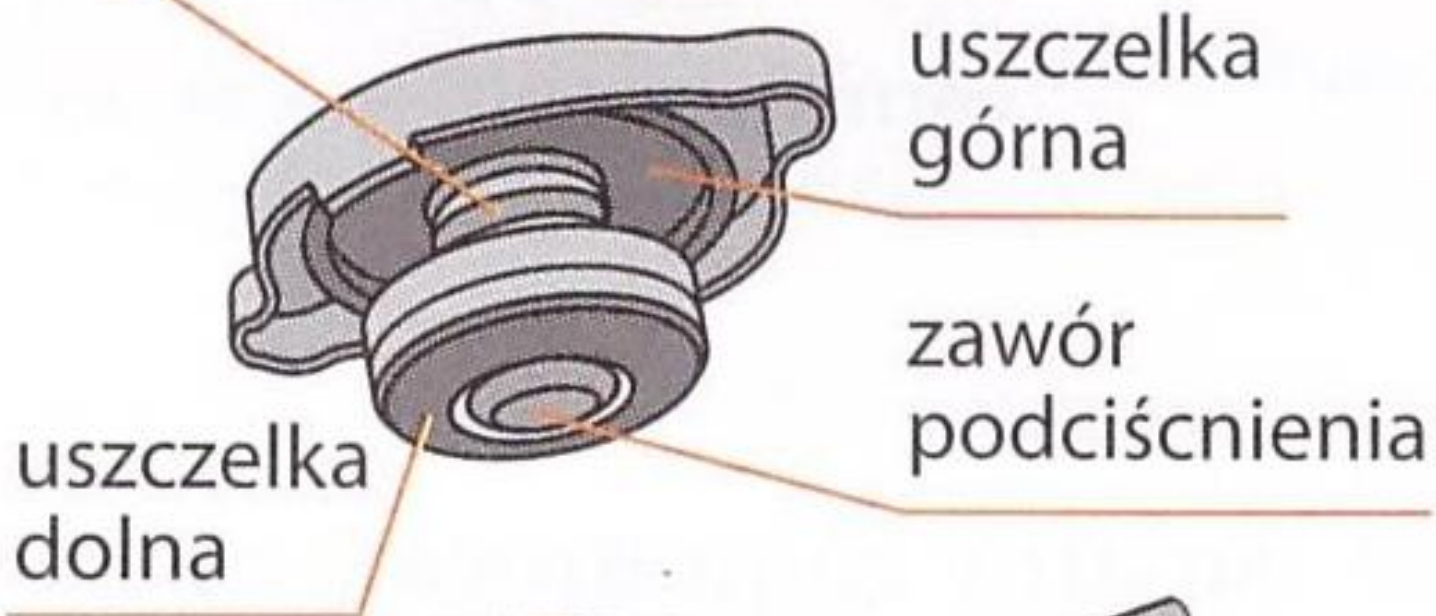
a) zawór nadciśnieniowy

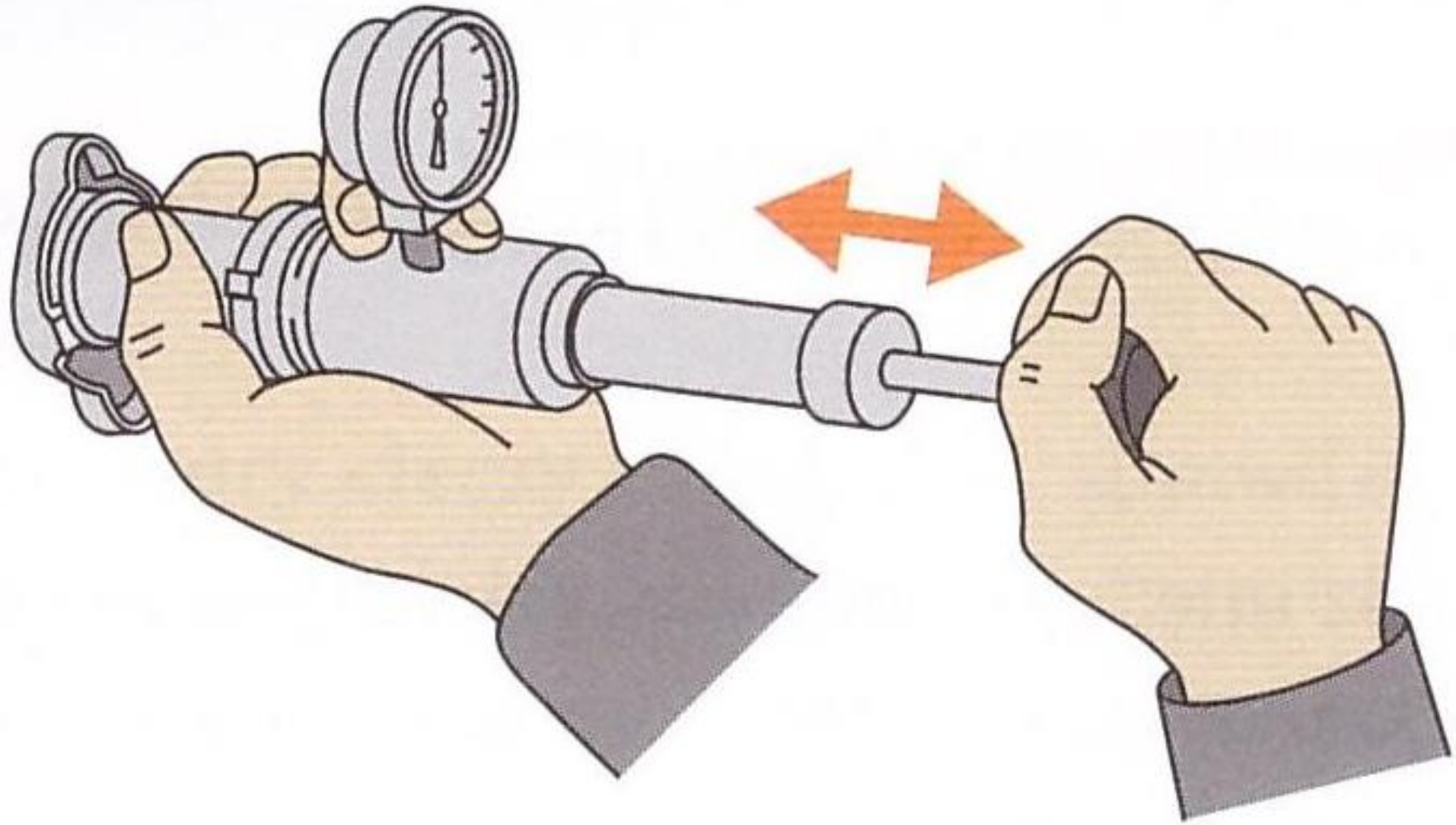
- 30-60 kPa
- wzrost temperatury wrzenia
 - większa intensywność chłodzenia
 - mniejsze wymiary i masa chłodnicy

b) zawór podciśnieniowy

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

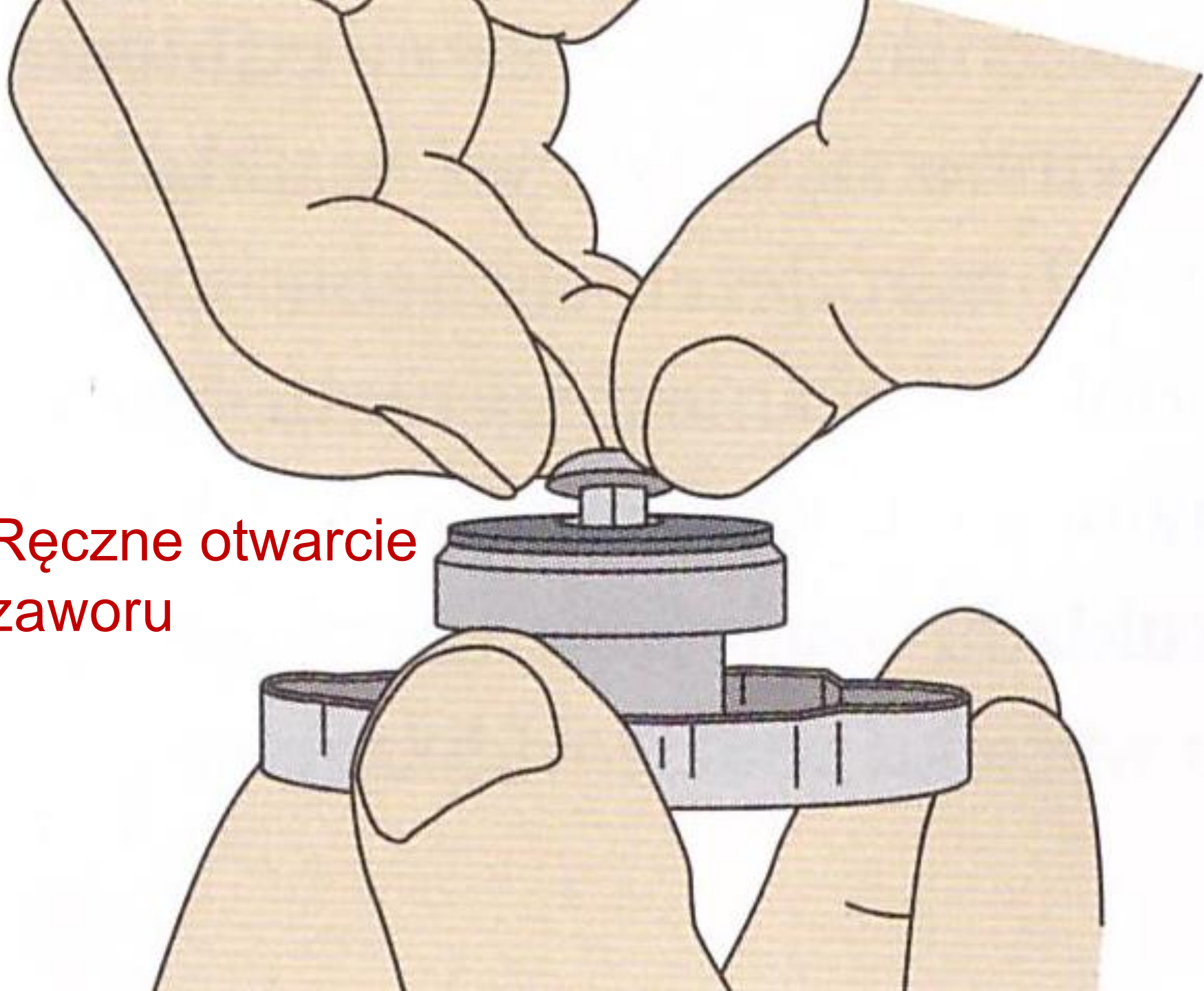
sprężyna zaworu nadciśnieniowego







Ręczne otwarcie
zaworu



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 wyłączonego silnika
- b) nie pobiera mocy mechanicznej
- c) współpracuje ze sterownikiem silnika

Rodzaje pracy wentylatora

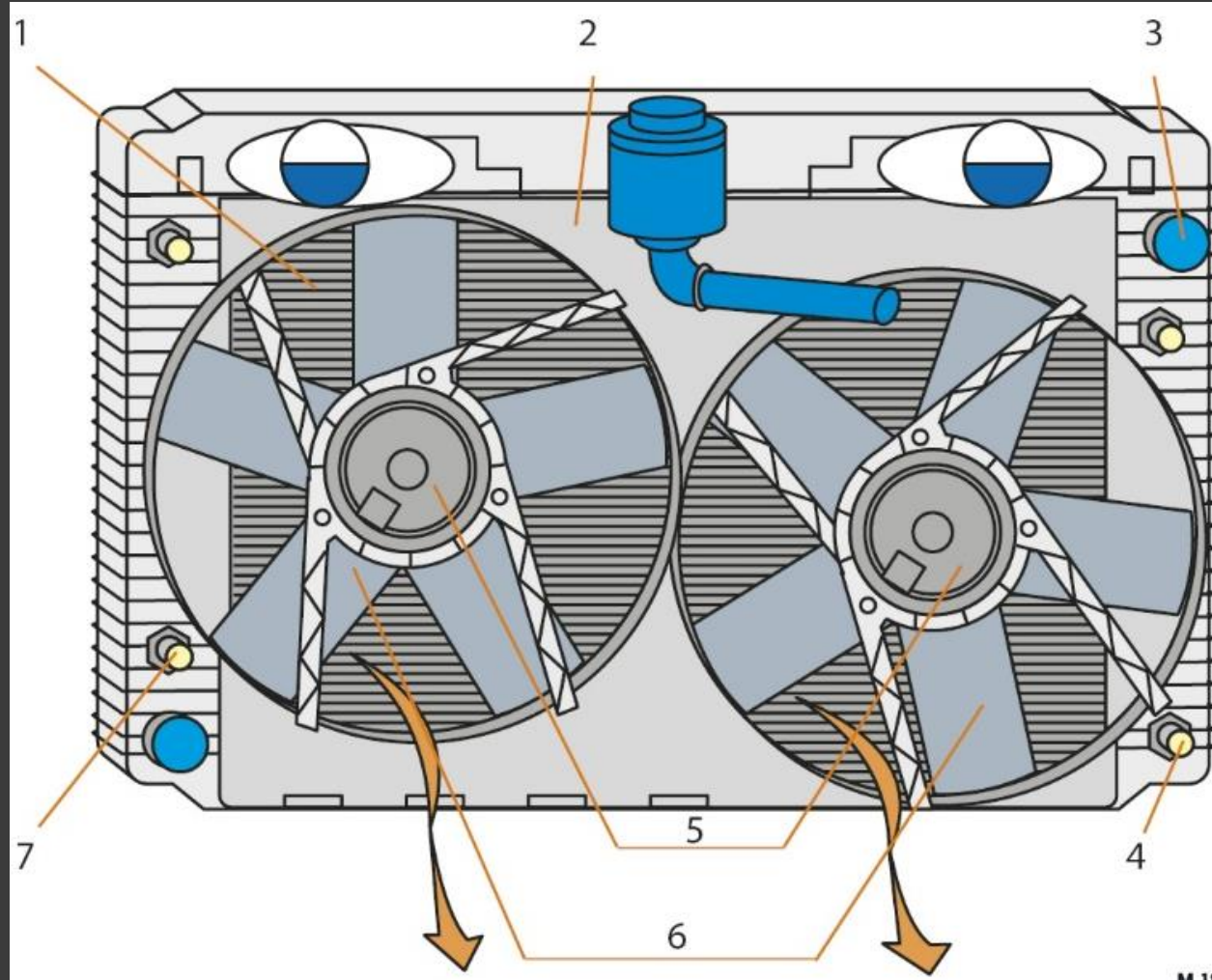
- a) z jedną prędkością
- b) z kilkoma prędkościami
- c) z prędkością regulowaną płynnie

Dwa wentylatory

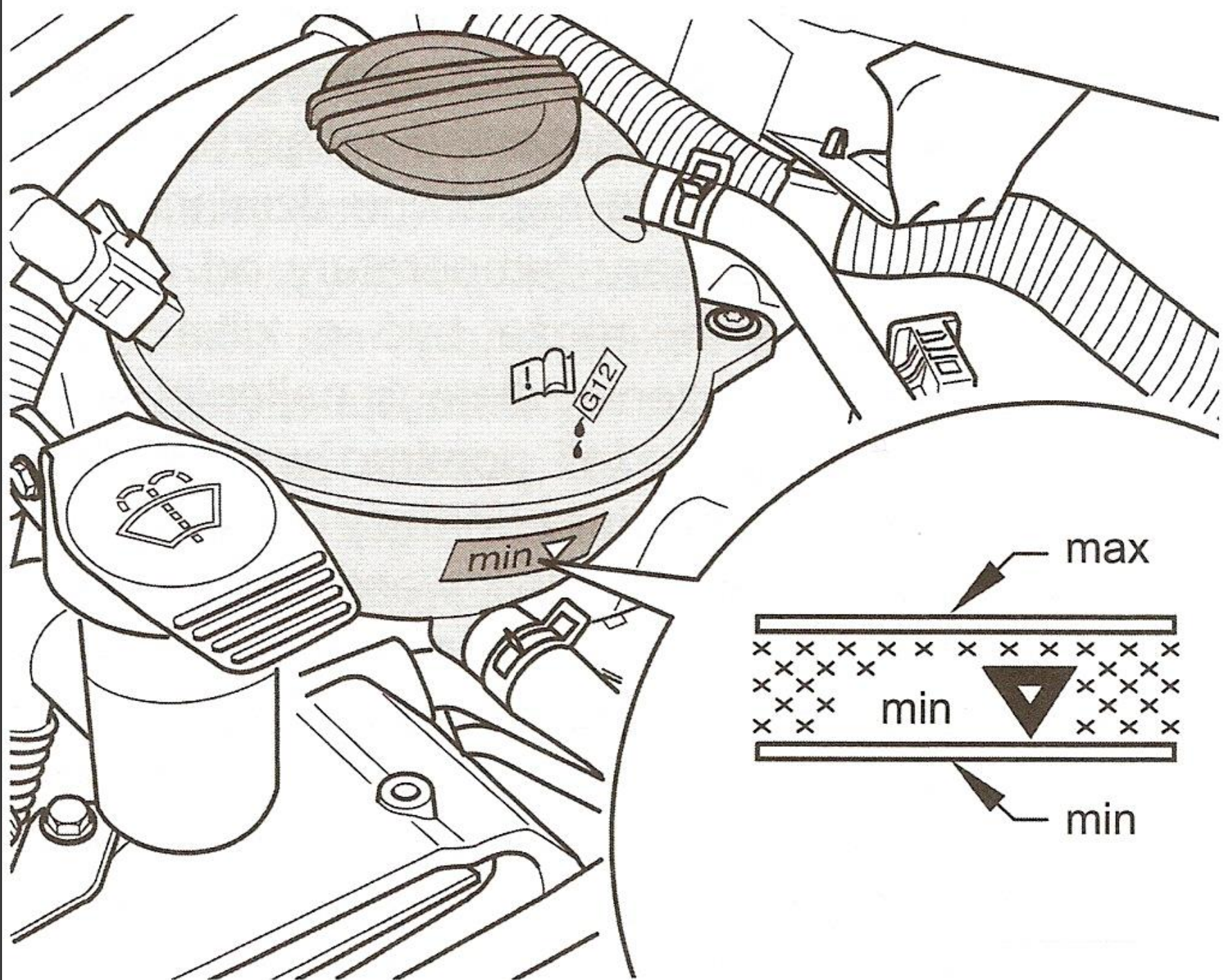
a) **główny**

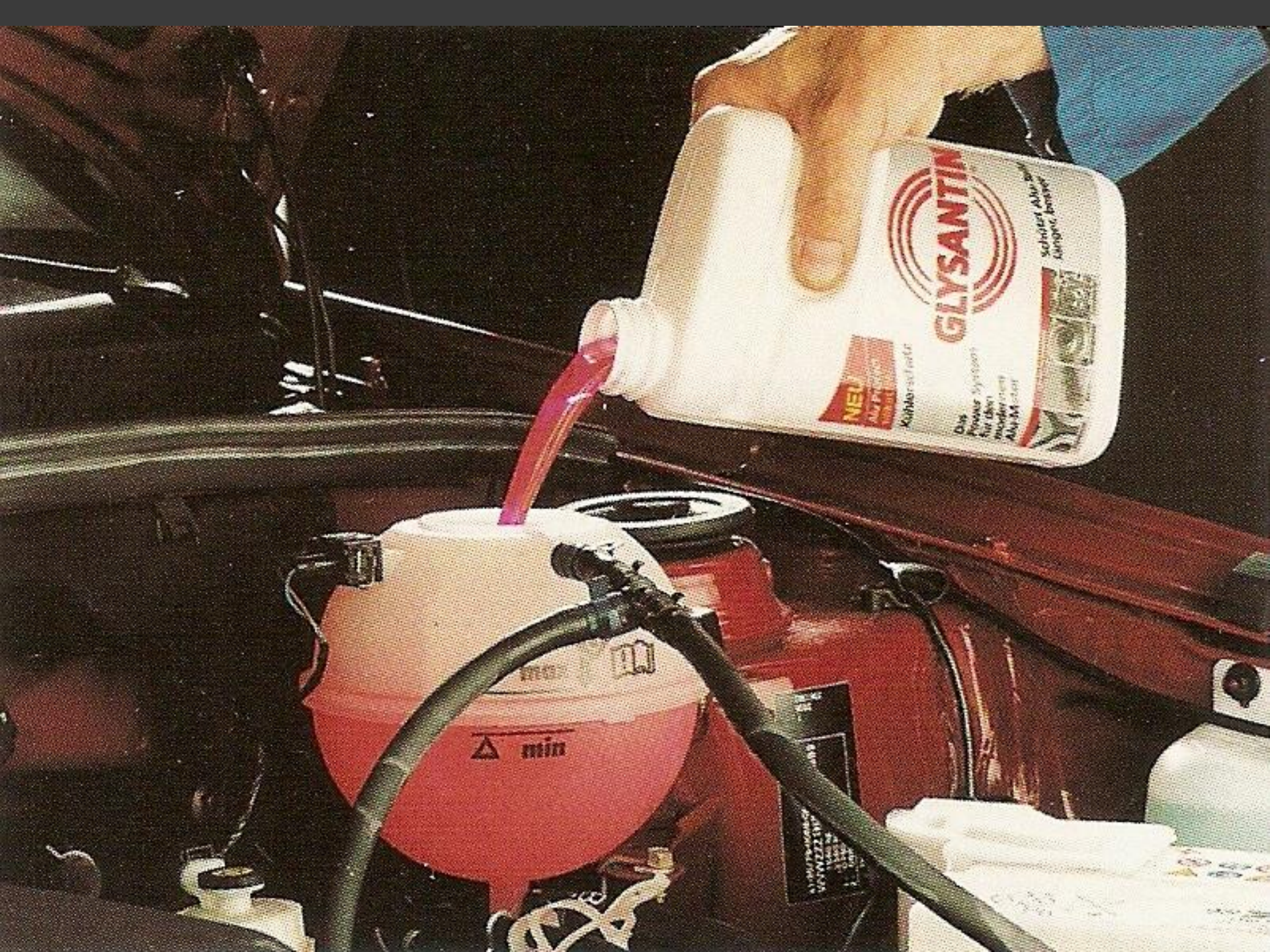
- bliżej gorącego zbiornika

b) **pomocniczy**



ZBIORNIK WYRÓWNAWCZY





GLYSANTIN

NEU
Mit Phosphat
Kühlererfüllung

Die Probe System
für Ihren
Motorraum
Alu-Motoren

Schützt alle an
Ihrem Motor

min

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)

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