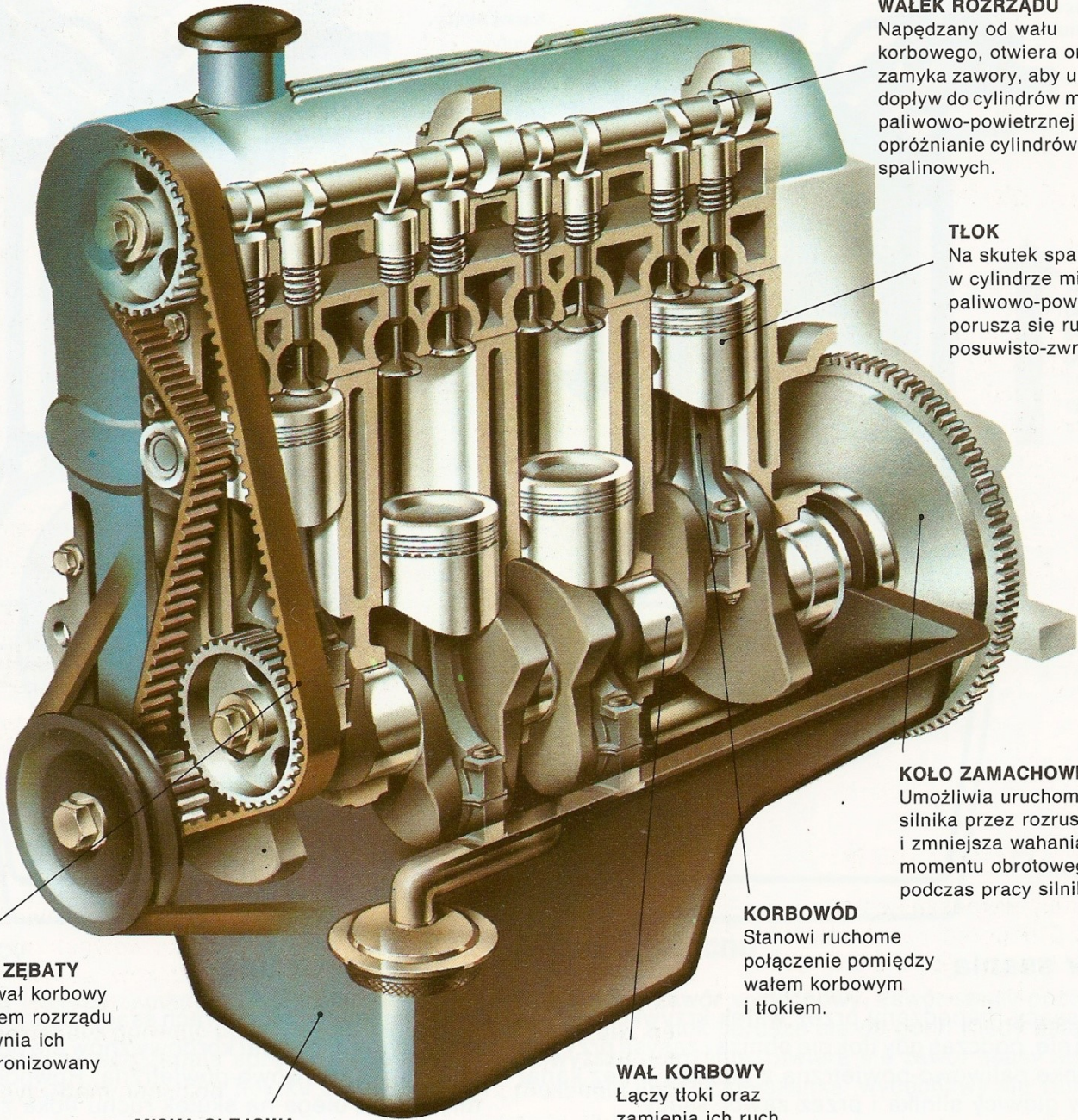


# **RODZAJE UKŁADÓW ROZRZĄDU**

# Zadanie układu rozrządu

- a) doprowadzanie świeżego ładunku z układu dolotowego do cylindra
- b) odprowadzanie gazów spalinowych do układu wylotowego



**PASEK ZĘBATY**  
Łączy wał korbowy z wałkiem rozrządu i zapewnia ich zsynchronizowany obrót.

**MISKA OLEJOWA**  
Zawiera olej konieczny do smarowania silnika.

**WAŁEK ROZRZĄDU**  
Napędzany od wału korbowego, otwiera oraz zamyka zawory, aby umożliwić dopływ do cylindrów mieszanki paliwowo-powietrznej oraz opróżnianie cylindrów z gazów spalinowych.

**TŁOK**  
Na skutek spalania w cylindrze mieszanki paliwowo-powietrznej porusza się ruchem posuwisto-zwrotnym.

**KOŁO ZAMACHOWE**  
Umożliwia uruchomienie silnika przez rozrusznik i zmniejsza wahania momentu obrotowego podczas pracy silnika.

**KORBOWÓD**  
Stanowi ruchome połączenie pomiędzy wałem korbowym i tłokiem.

**WAŁ KORBOWY**  
Łączy tłoki oraz zamienia ich ruch posuwisto-zwrotny na ruch obrotowy.

# Rodzaje układów rozrządu

## a) suwakowy

- *silniki dwusuwowe*

## b) zaworowy

- *silniki czterosuwowe*
- dolnozaworowy
- górnozaworowy
- mieszany



# Budowa układu rozrządu

- a) zawory i gniazda zaworów
- b) napęd zaworów
- c) napęd wałka rozrządu

# Zalety rozrządu górnozaworowego

## a) zwarte komory spalania

- duże stopnie sprężania

## b) małe opory przepływu gazów

- większy współczynnik napełnienia cylindra

## c) prostszy odlew kadłuba

- można stosować tuleje mokre

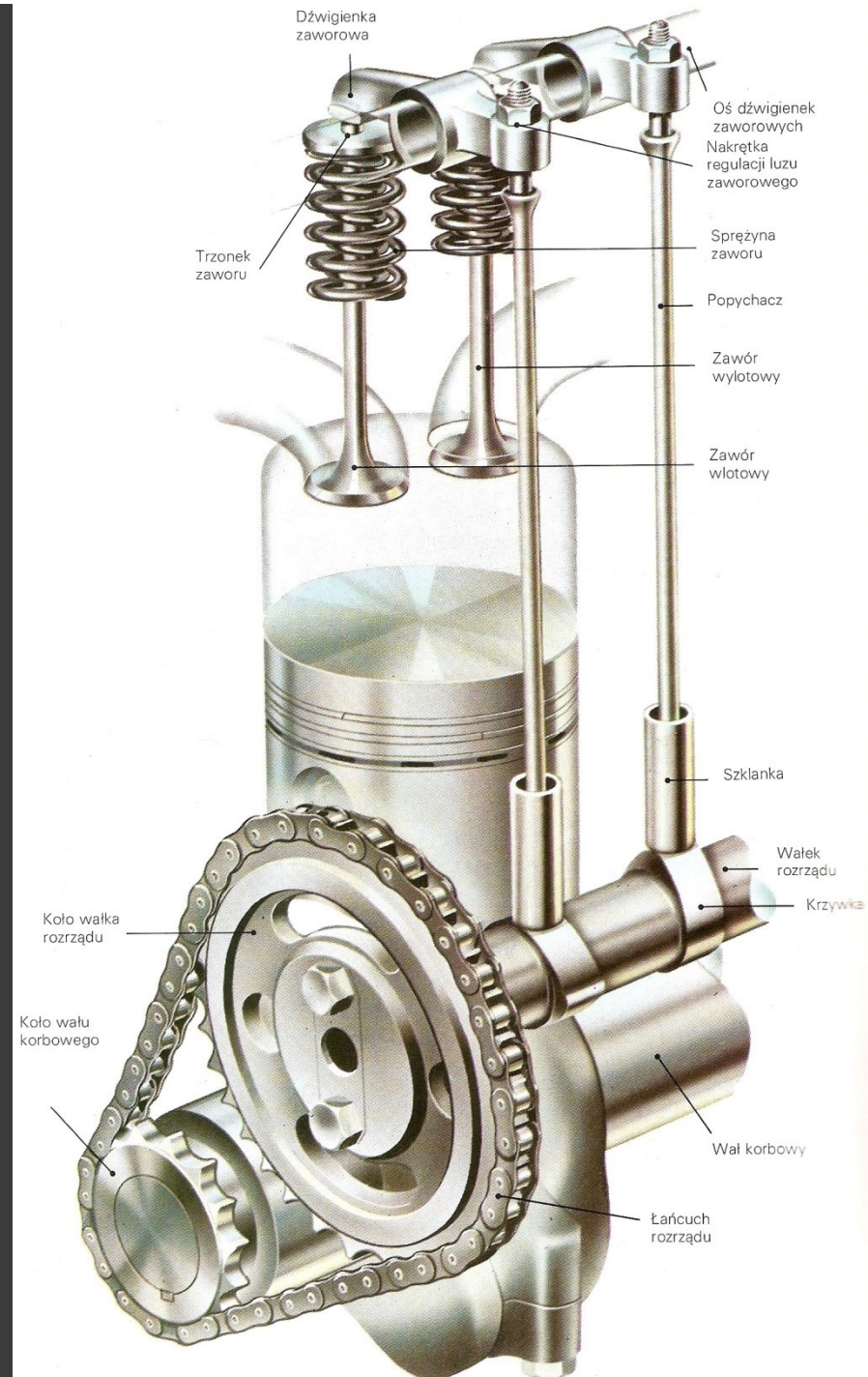
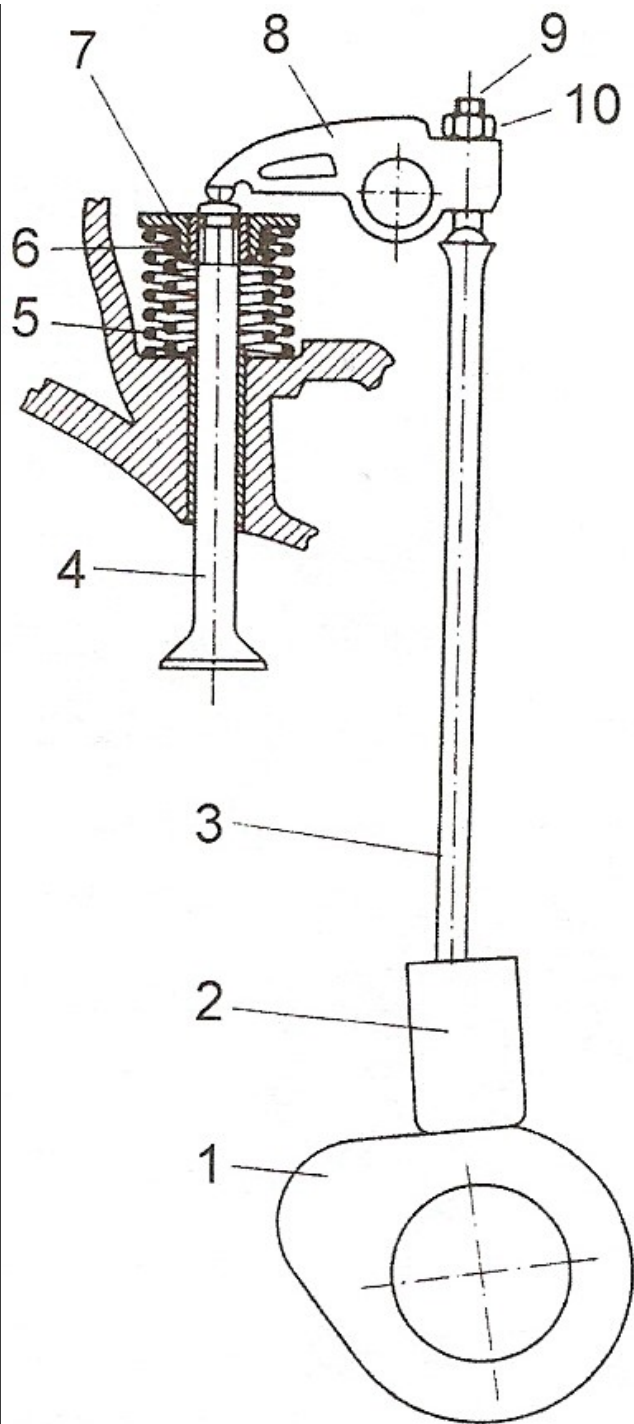
## d) łatwy dostęp do zaworów

## e) możliwość zastosowania więcej niż dwóch zaworów na cylinder

# Rodzaje rozrządu górnozaworowego

## a) OHV – (*overhead valves*)

- wałek rozrządu w dolnej części kadłuba





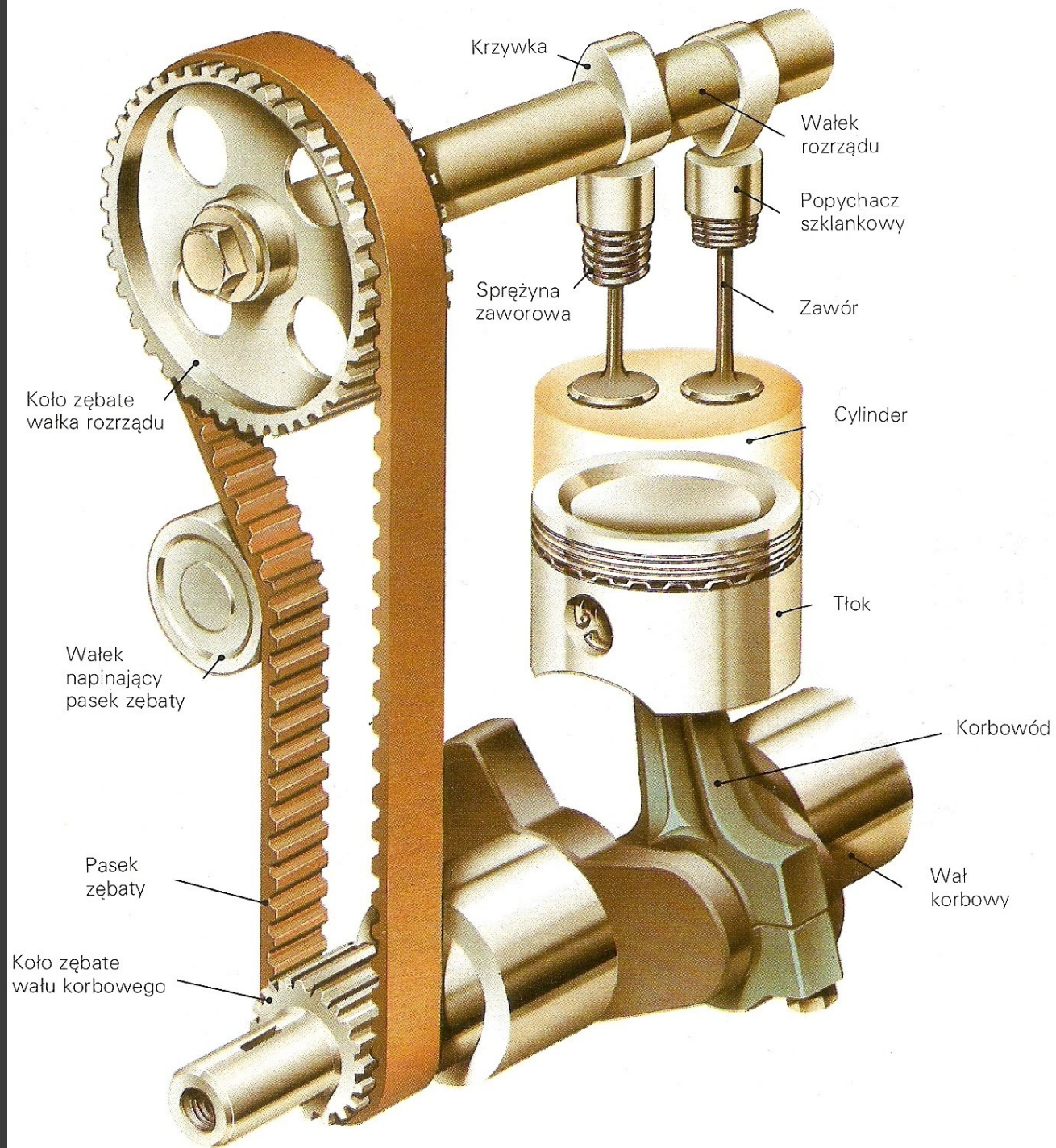
# Rodzaje rozrządu górnozaworowego

## a) OHV – (*overhead valves*)

- wałek rozrządu w dolnej części kadłuba

## b) OHC – (*overhead camshaft*)

- wałek rozrządu w głowicy



# Rodzaje rozrządu górnozaworowego

a) OHV – (*overhead valves*)

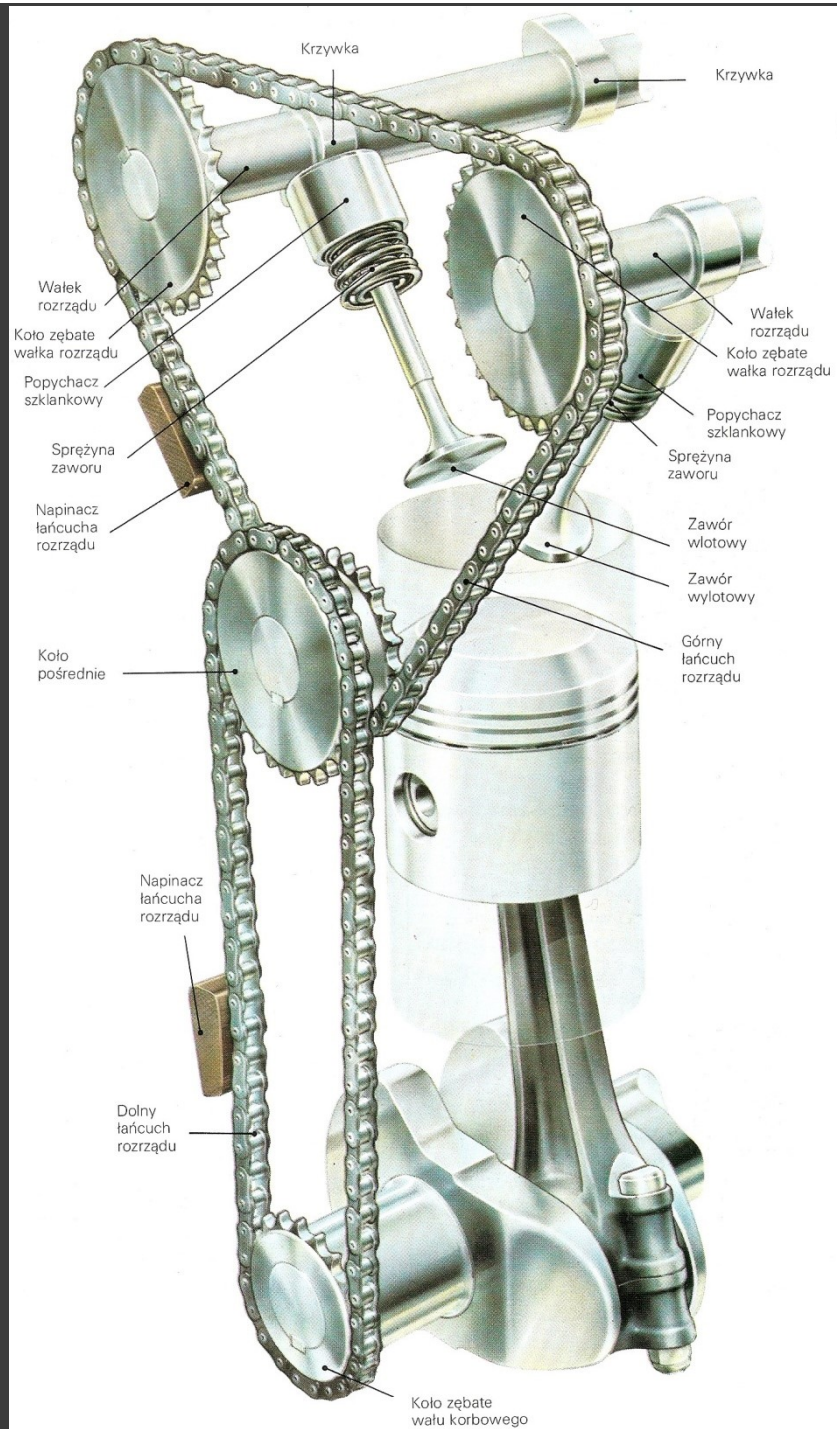
- wałek rozrządu w dolnej części kadłuba

b) OHC – (*overhead camshaft*)

- wałek rozrządu w głowicy

c) DOHC (*double overhead camshaft*)

- dwa wałki rozrządu w głowicy





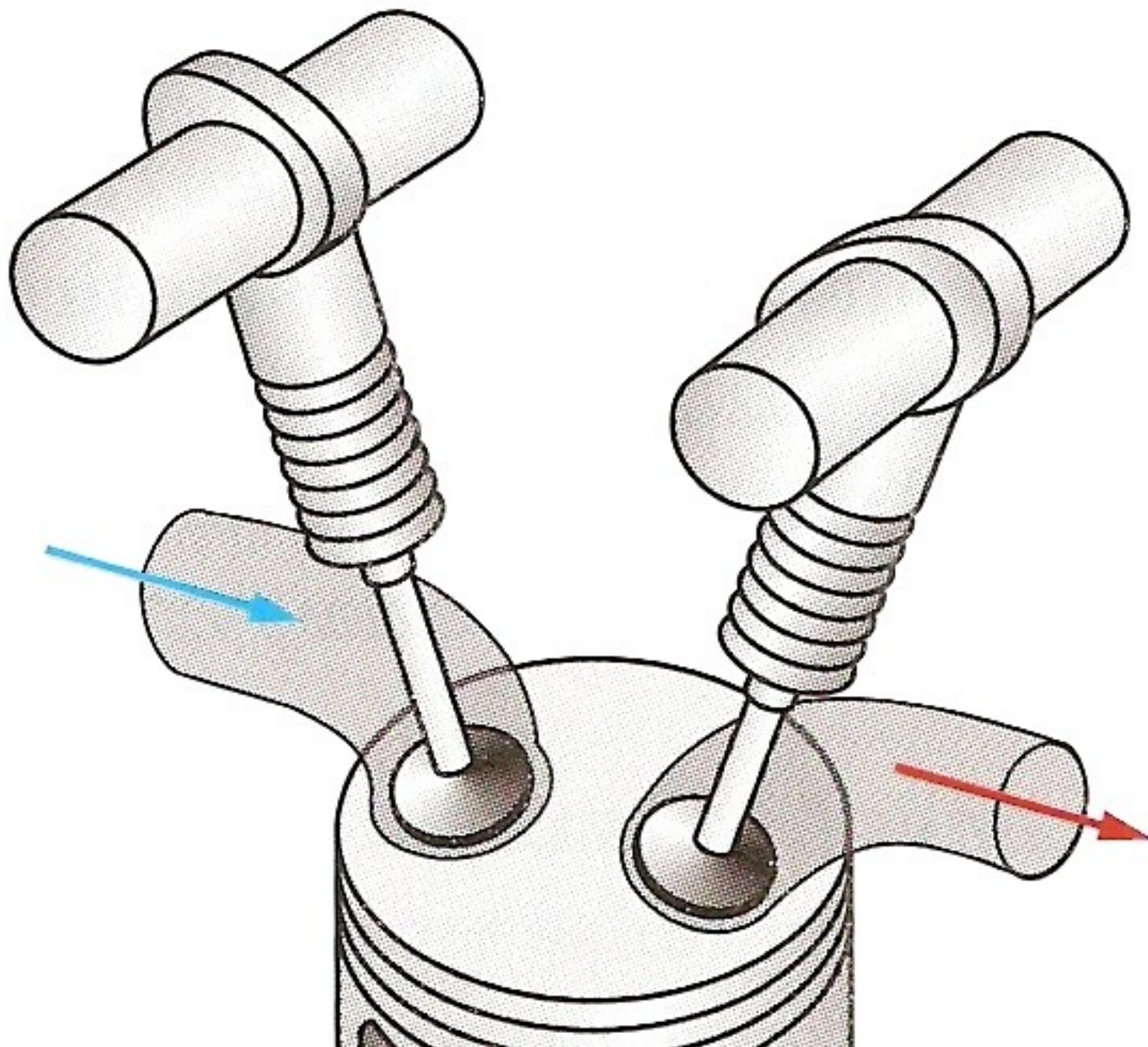
# Układy wielozaworowe

- a) mniejsze opory przepływu gazów
- b) łatwiejsze otwieranie i zamykanie (lżejsze)
- c) możliwość pracy z większą prędkością obrotową
- d) bardziej precyzyjna praca
- e) łatwiejsze chłodzenie



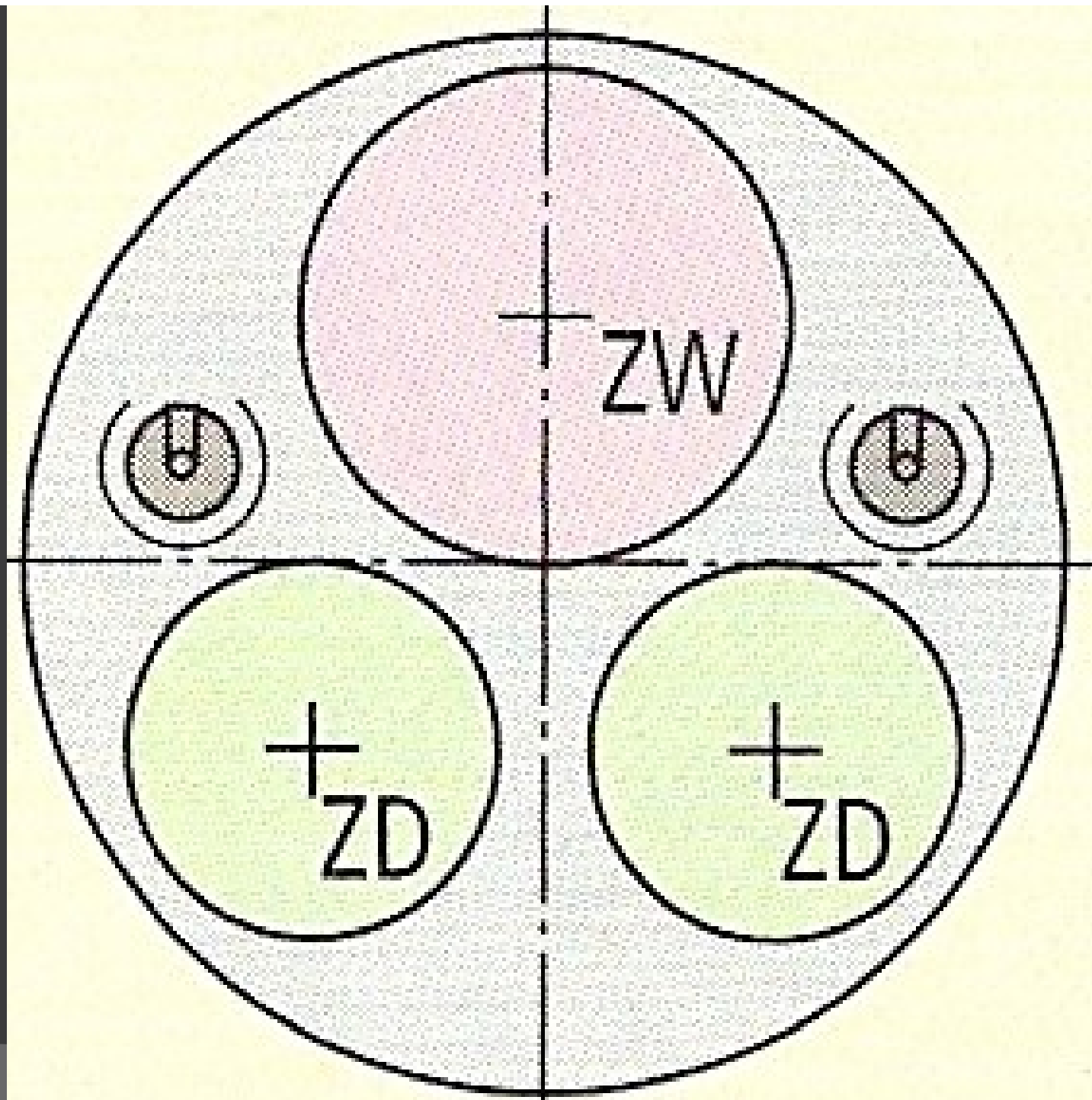
# Układy dwuzaworowe

- a) ograniczony przepływ gazów – głównie świeżego ładunku
- b) mniejszy współczynnik napełnienia cylindra
- c) mniejsza moc silnika

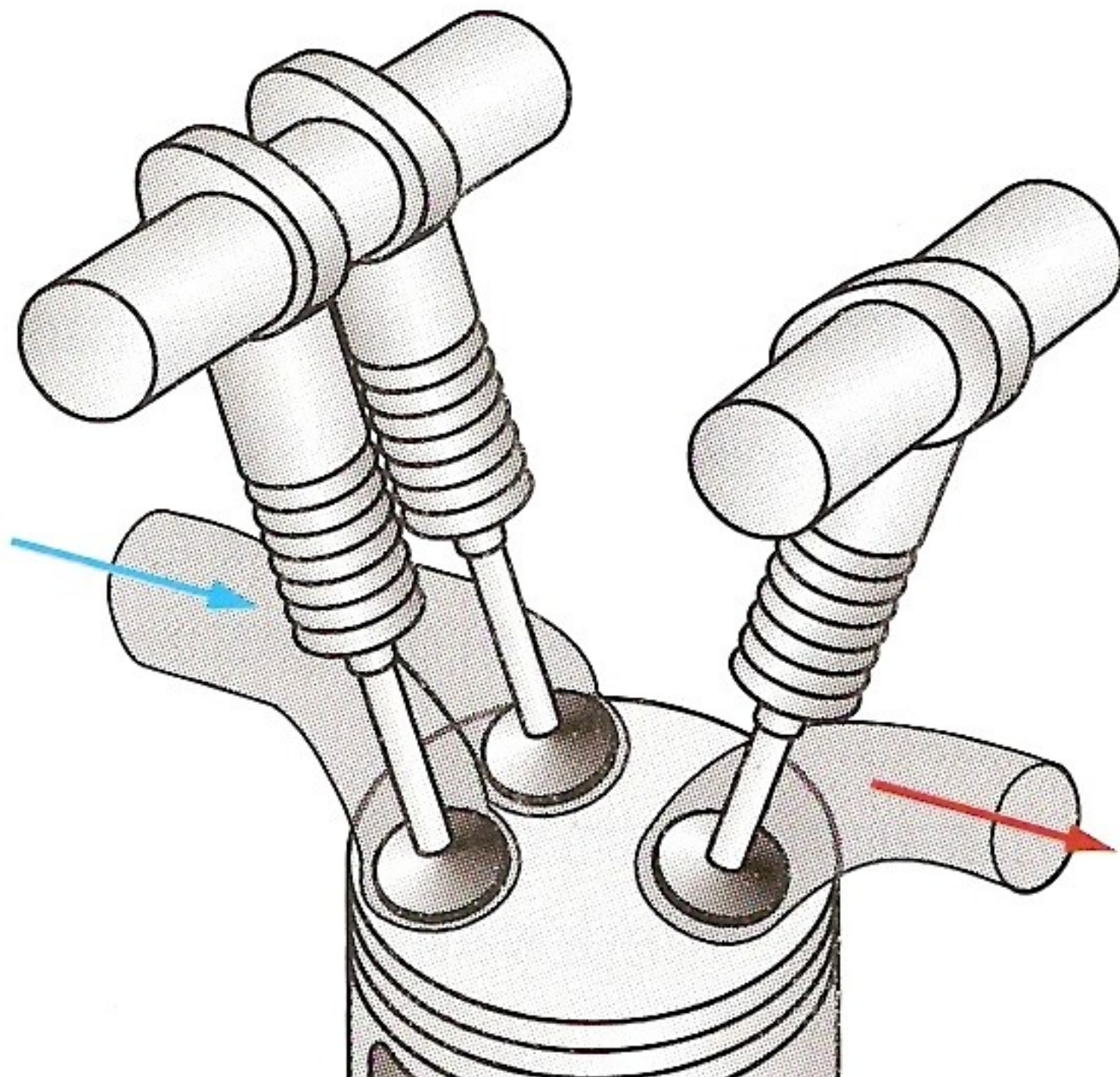


# Układ trójzaworowy

- a) 2 dolotowe, 1 większy wylotowy
- b) 2 świece zapłonowe
- c) sterowanie wałkiem rozrządu
- d) lepsze spalanie mieszanki
- e) nowoczesne silniki



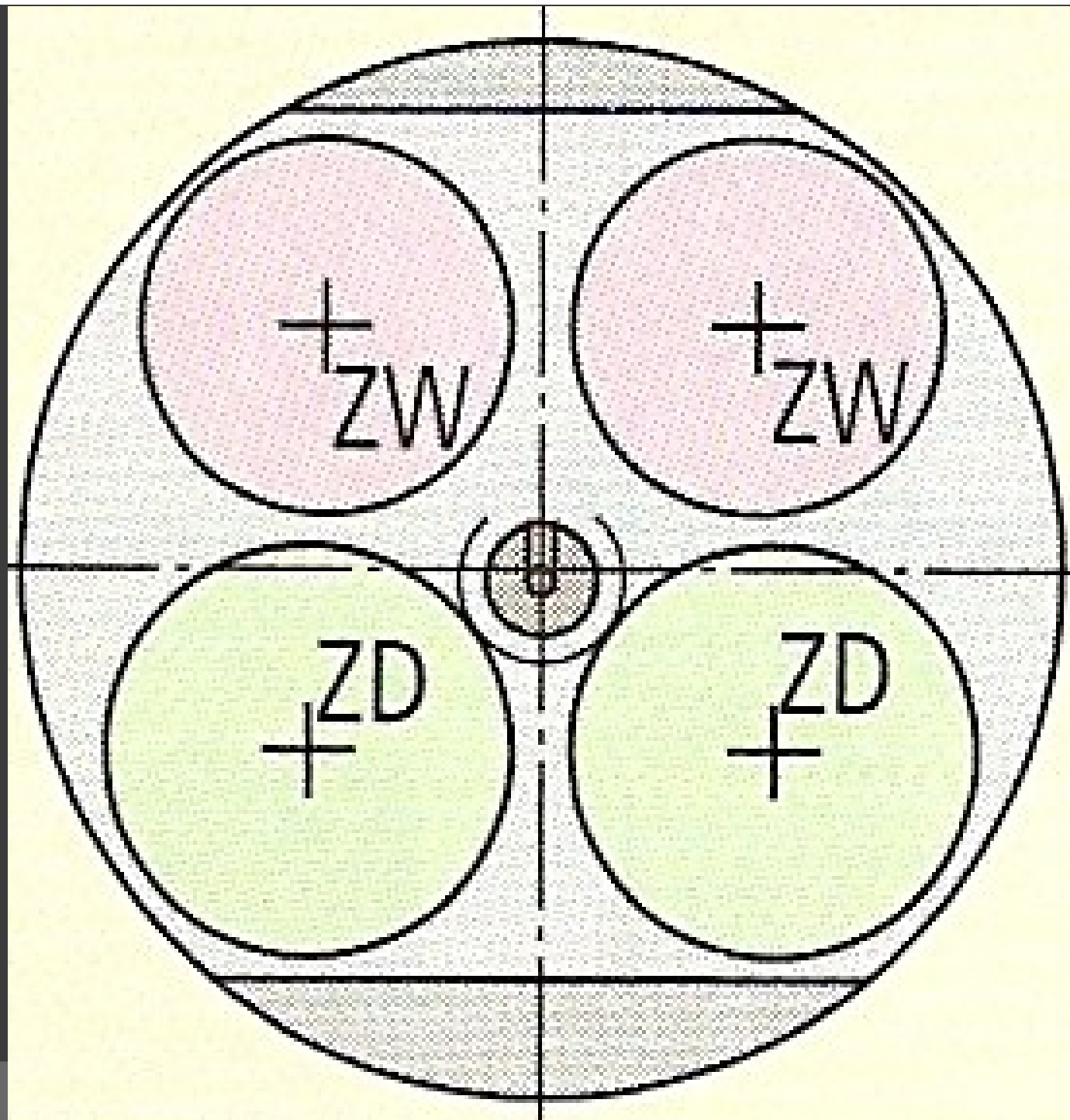


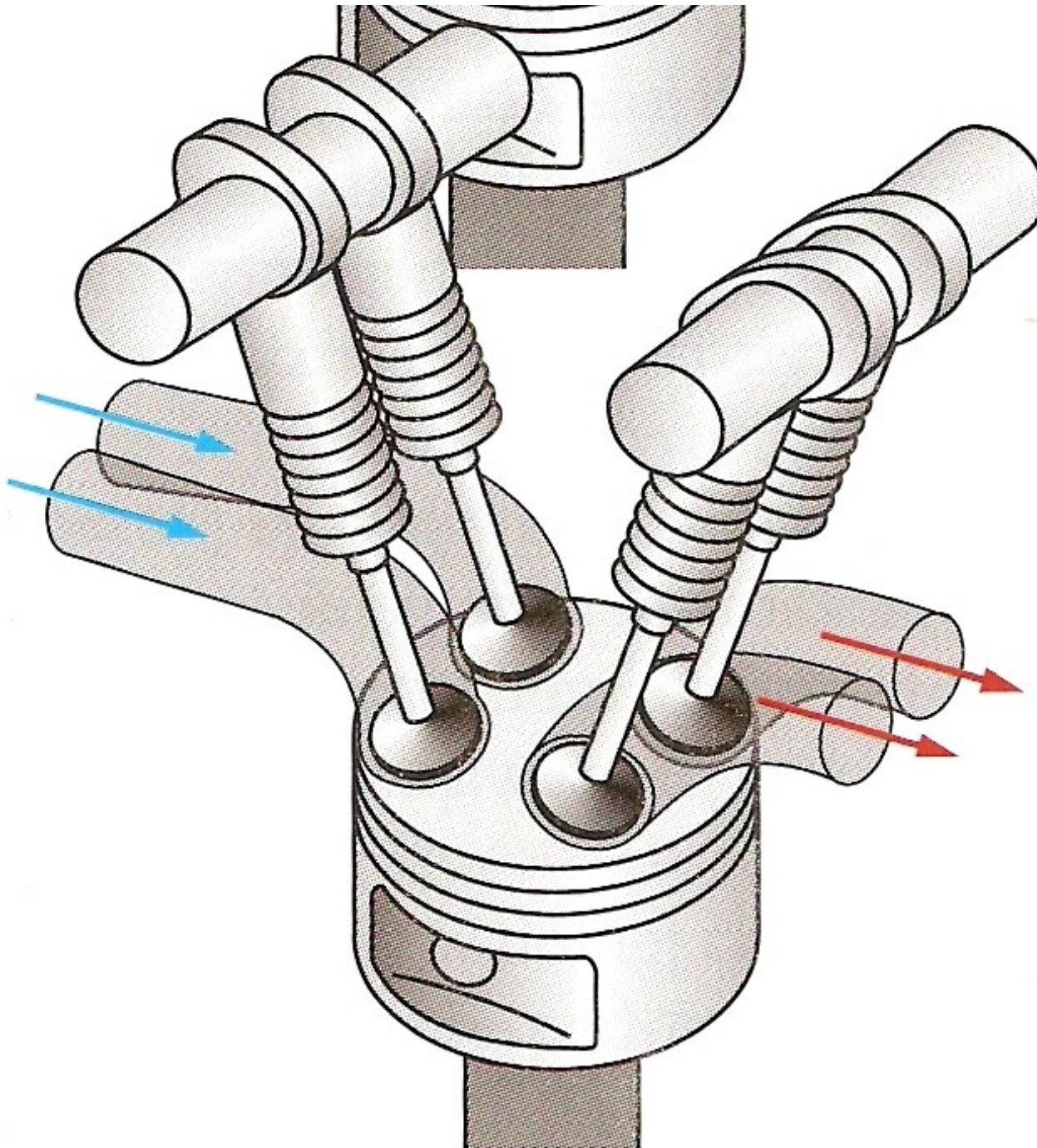




# Układ czterozaworowy

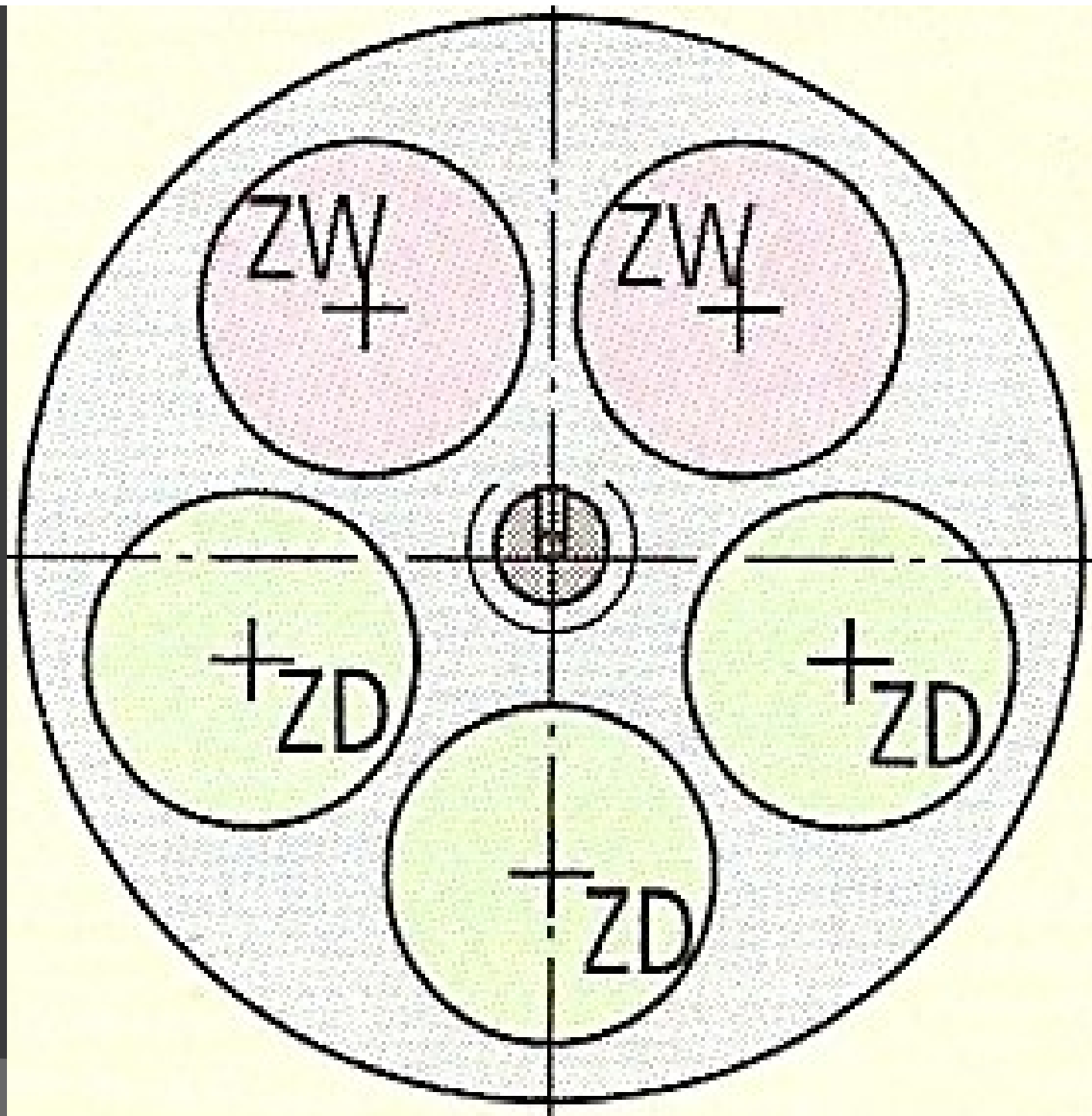
- a) 2 trochę większe dolotowe, 2 wylotowe
- b) świeca zapłonowa umieszczona centralnie
- c) sterowanie ZD i ZW osobnymi wałkami rozrządu
- d) krótka droga płomienia
- e) niewielkie straty ciepła
- f) najpowszechniejszy



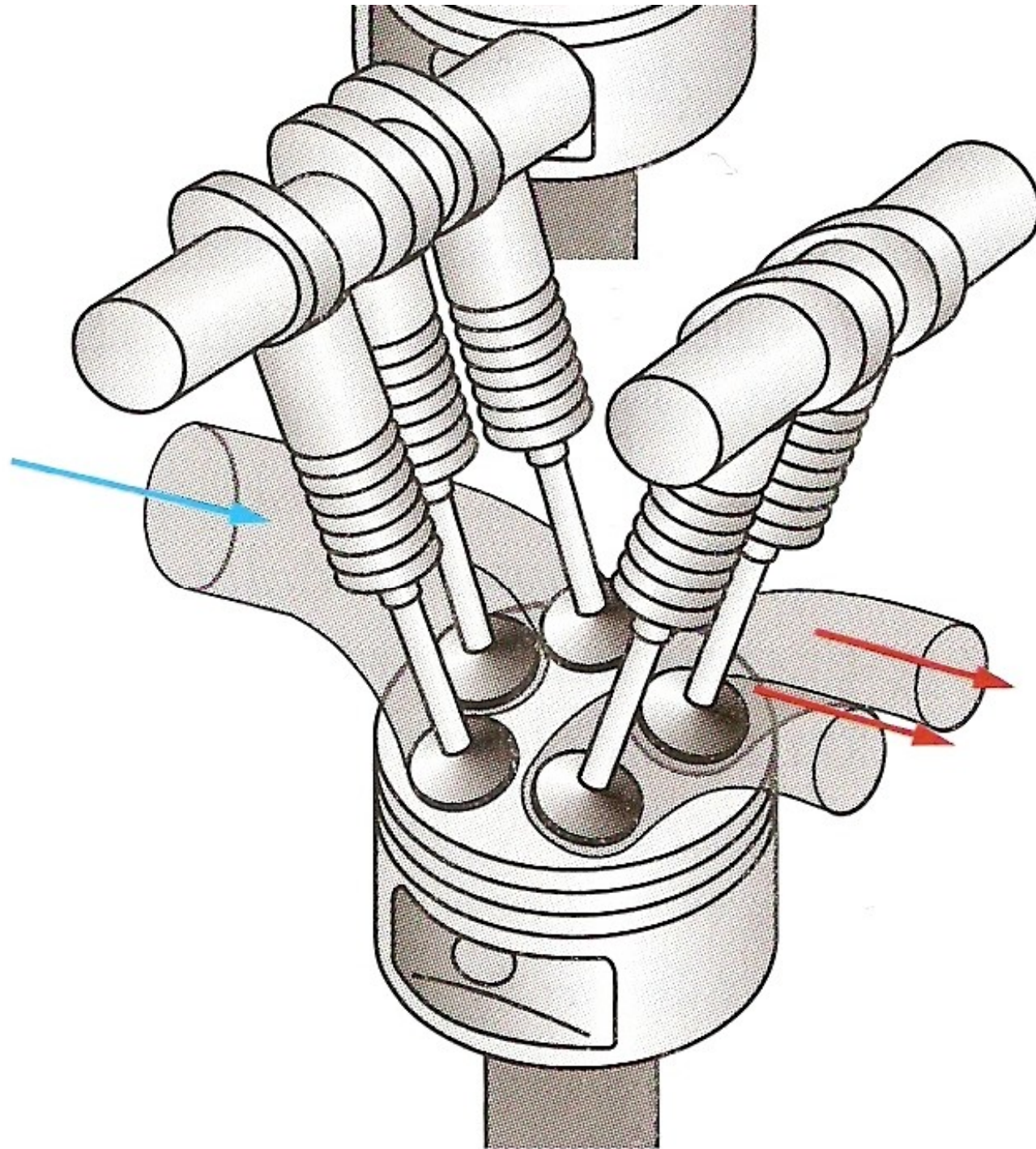


# Układ pięciozaworowy

- a) 3 dolotowe, 2 trochę większe wylotowe
- b) świeca zapłonowa umieszczona centralnie
- c) sterowanie jednym wałkiem rozrządu
- d) krótka droga płomienia
- e) optymalny przekrój przepływu
- f) lekkie zawory
- g) więcej elementów konstrukcyjnych







**ZAWORY**

# Budowa zaworu

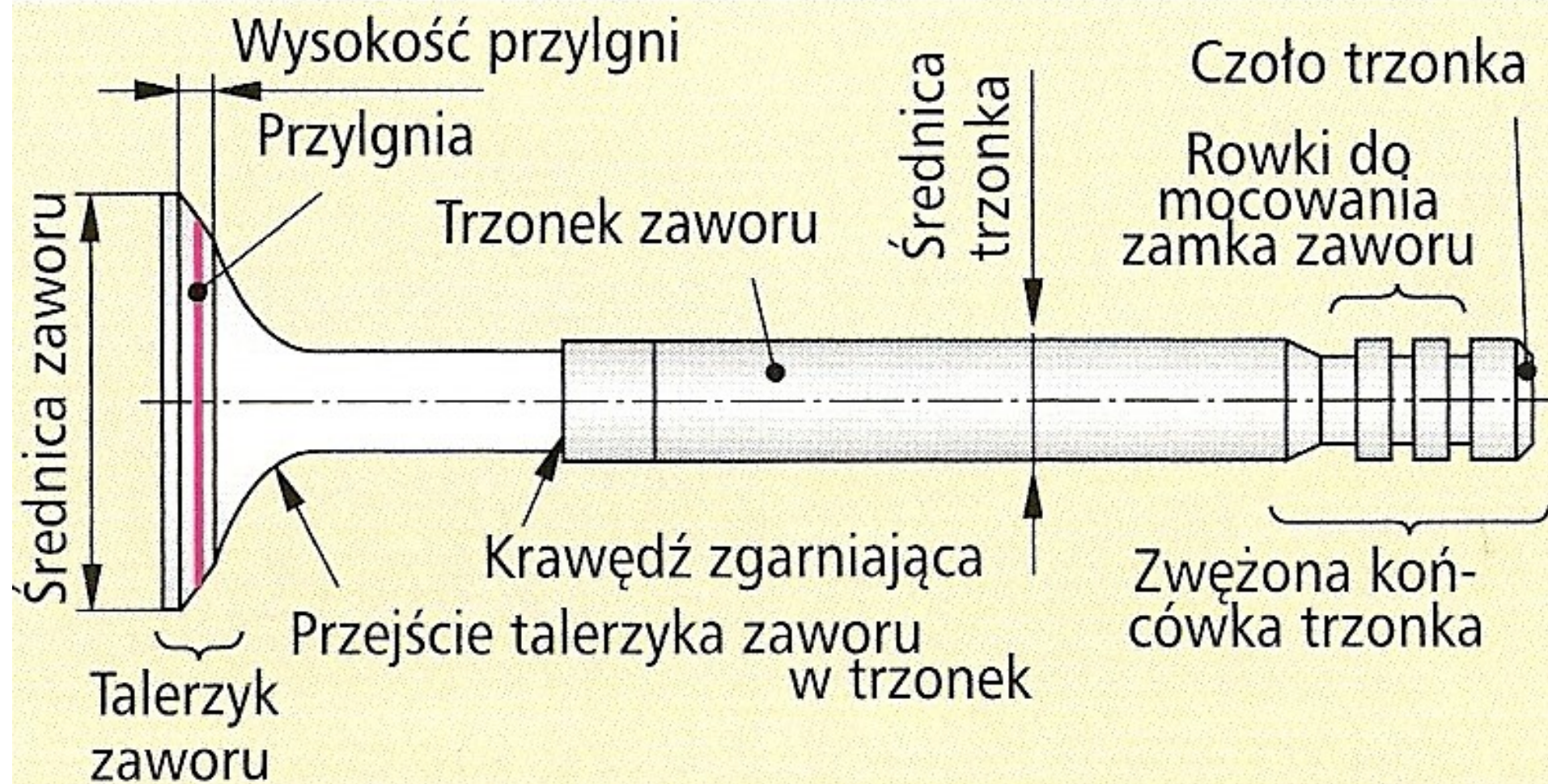
a) **trzonek** – prowadzi zawór i odprowadza ciepło

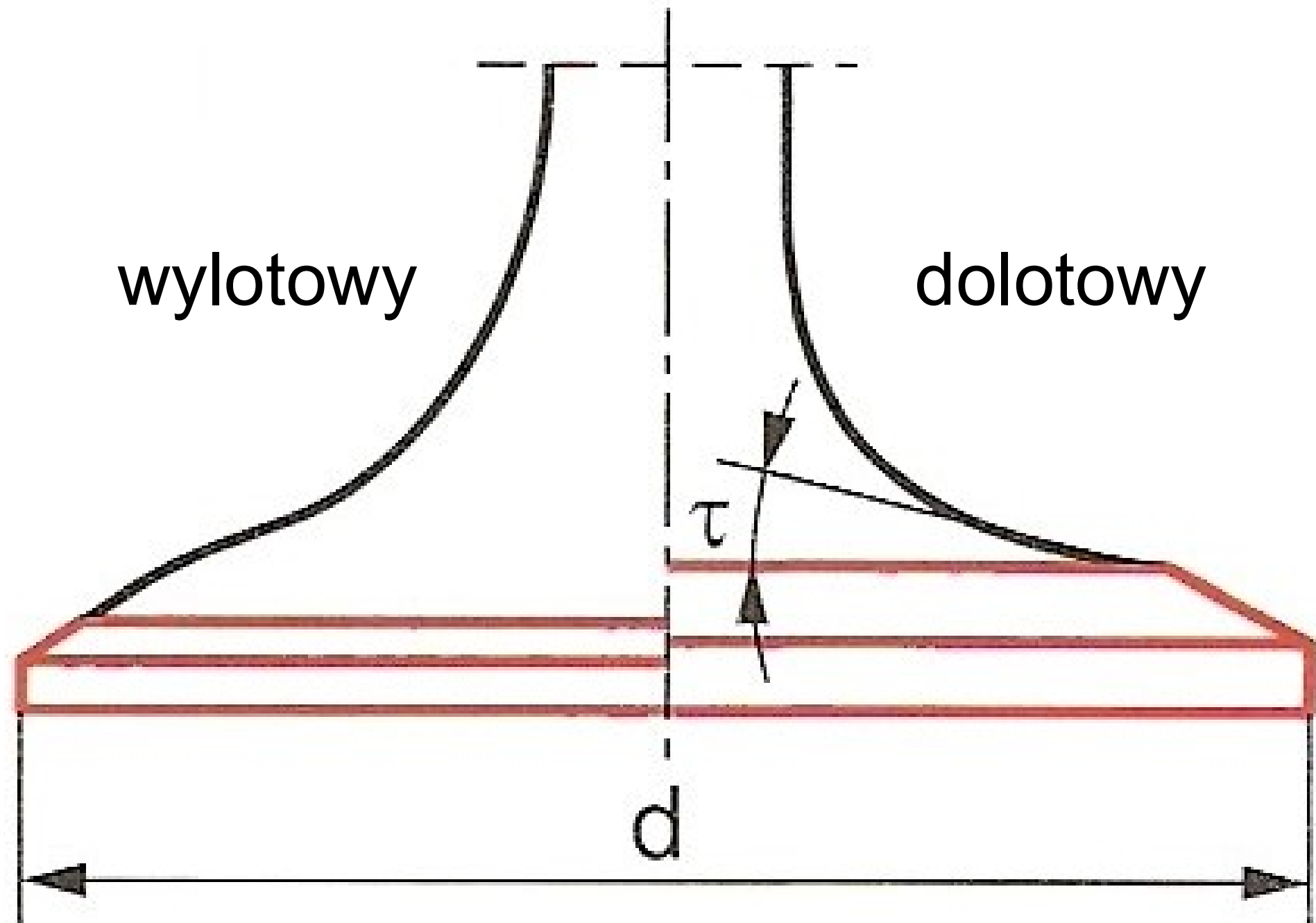
- szyjka zamka – chwyta talerzyk (miseczkę)
- stopka
- czoło – jest naciskane przez popychacz lub dźwignię

b) **grzybek (*talerzyk*)** – kieruje przepływem gazów

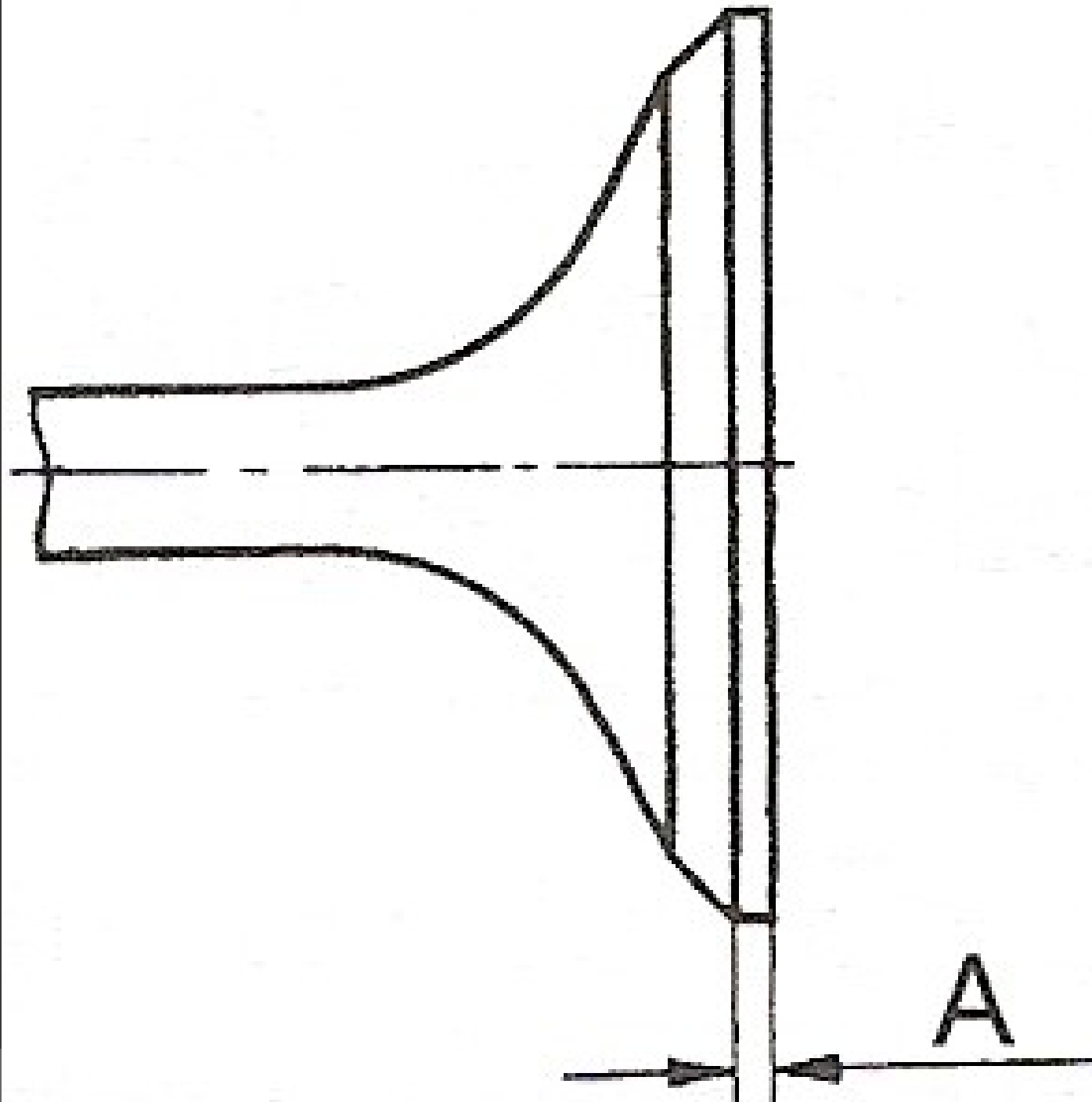
- przylgnia – uszczelnia wnętrze cylindra





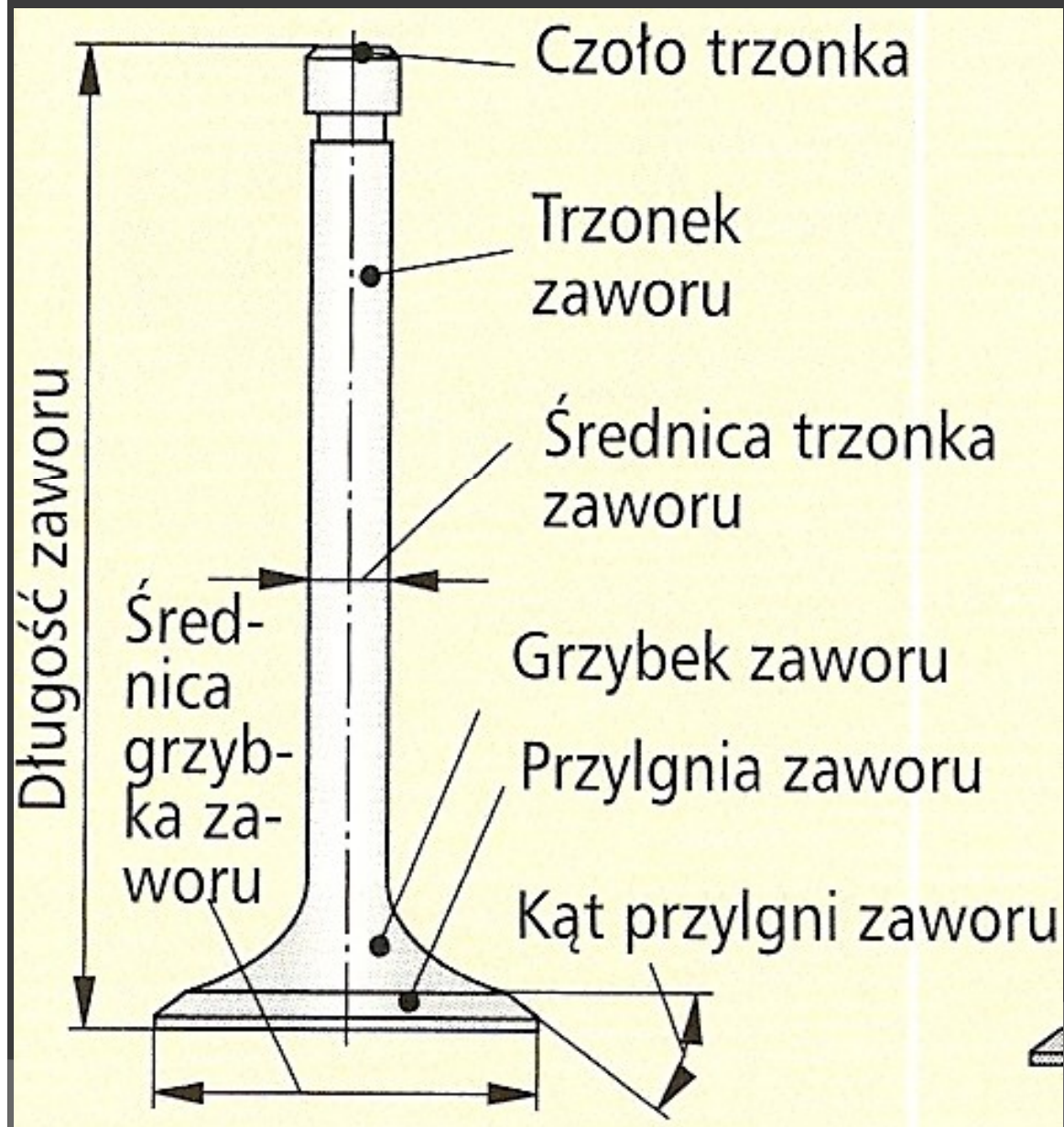






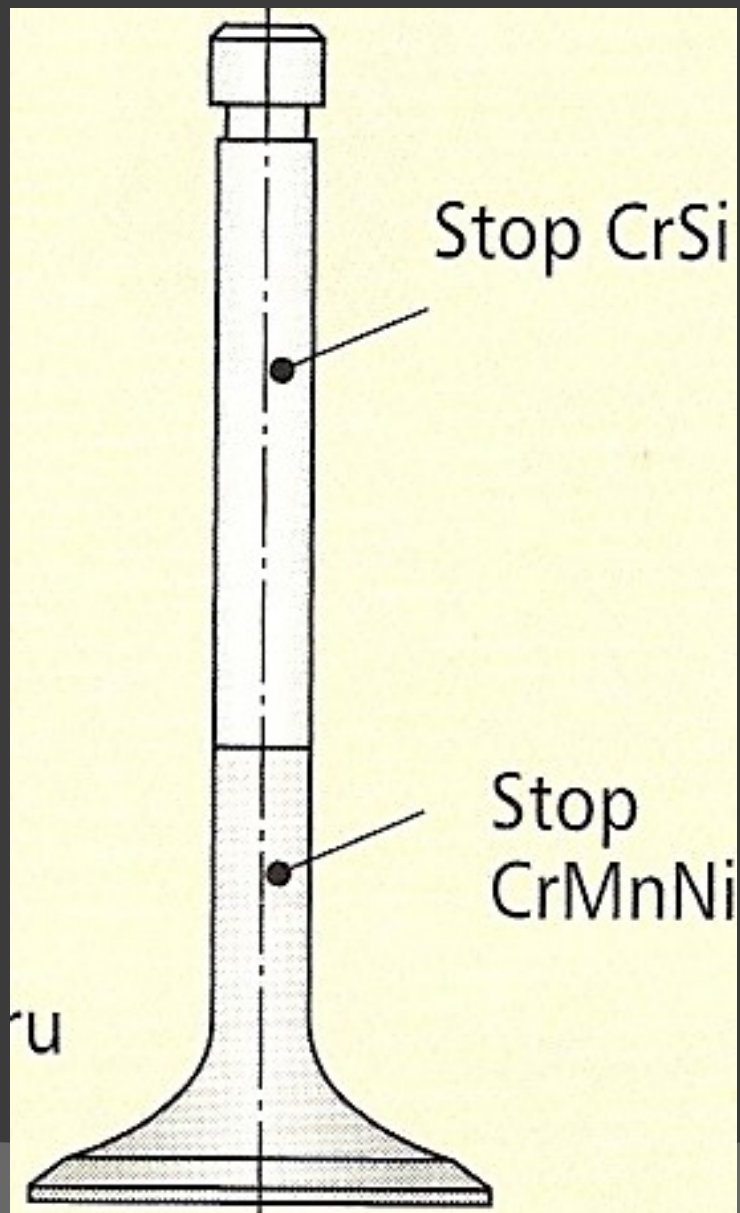
# Rozwiązania konstrukcyjne zaworów

# Zawory jednolite



- a) stop CrSi (ZD)  
stop CrMn (ZW)
- b) jednorodny  
hartowany  
materiał na  
przylgnię zaworu

# Zawory bimetaliczne



a) **grzybek ze stopu CrMnNi**

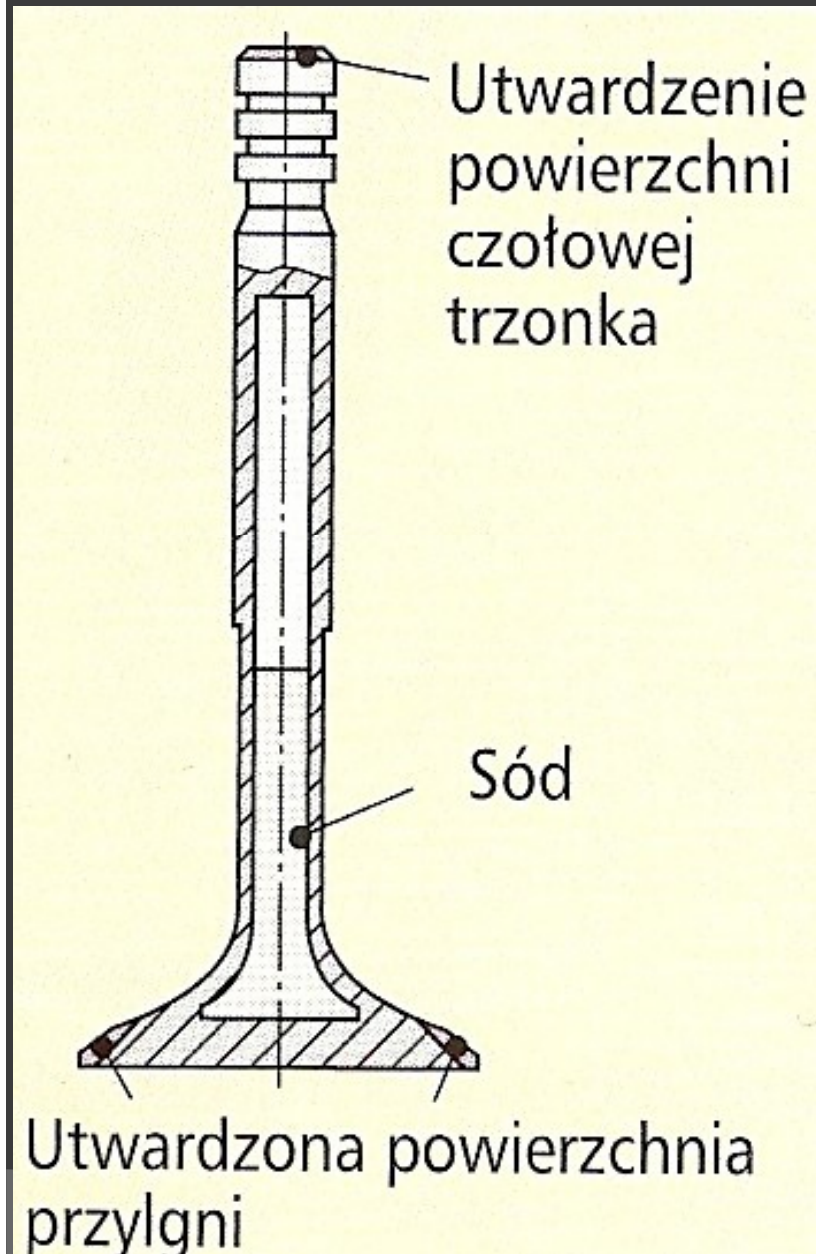
- odporny na wysoką temperaturę
- odporny na korozję

b) **trzonek ze stopu CrSi**

- odporny na ścieranie

c) **obie części zgrzewane tarcioowo**

# Zawory drażone

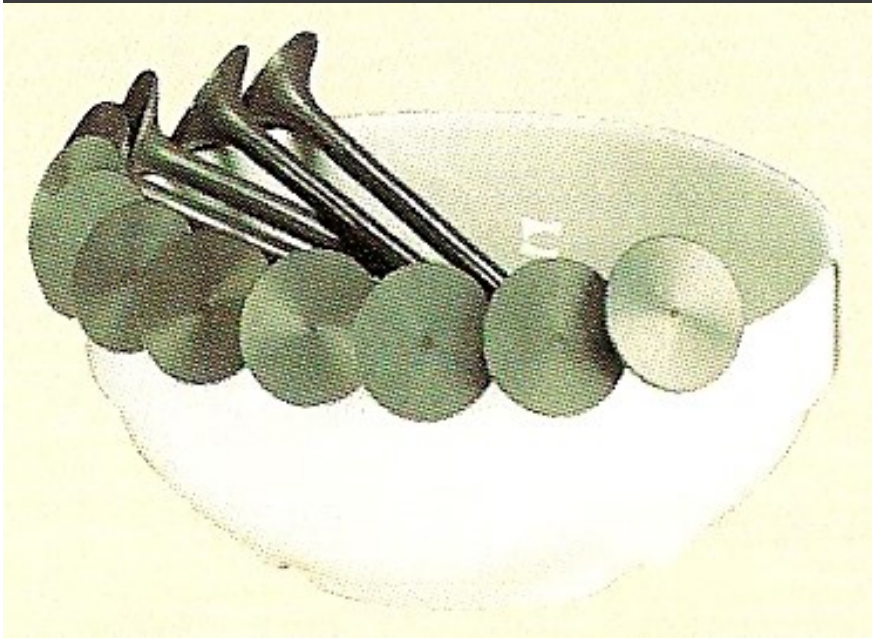


## ● wypełniony i chłodzony sodem

- odprowadza ciepło od grzybka do trzonka

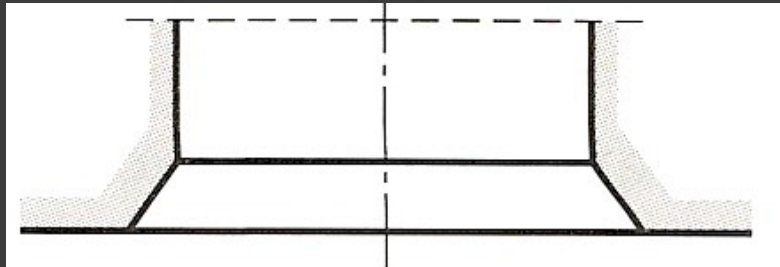


# Zawory ceramiczne



- a) krzemowo-azotowe
- b) bardzo duża żywotność
- c) dobrze pracują przy dużych prędkościach obrotowych
- d) prawie się nie zużywają (odporne na ścieranie)
- e) brak jeszcze produkcji seryjnej
- f) drogie

# Gniazda zaworów

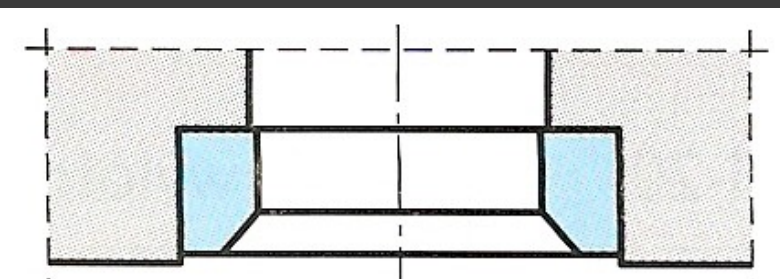


## a) w głowicach żeliwnych

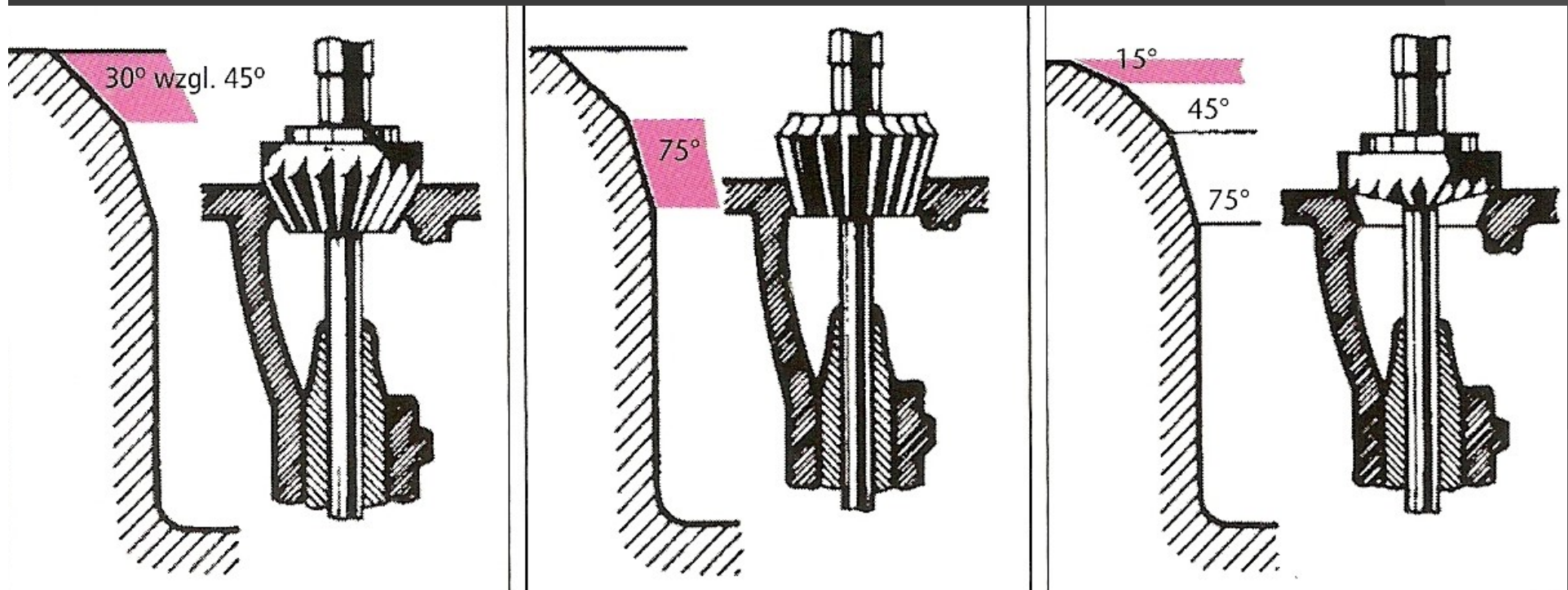
- wykonywane bezpośrednio w materiale głowicy

## b) w głowicach ze stopów lekkich

- wstawiane wkładki pierścieniowe
  - żeliwne
  - ze stopów specjalnych

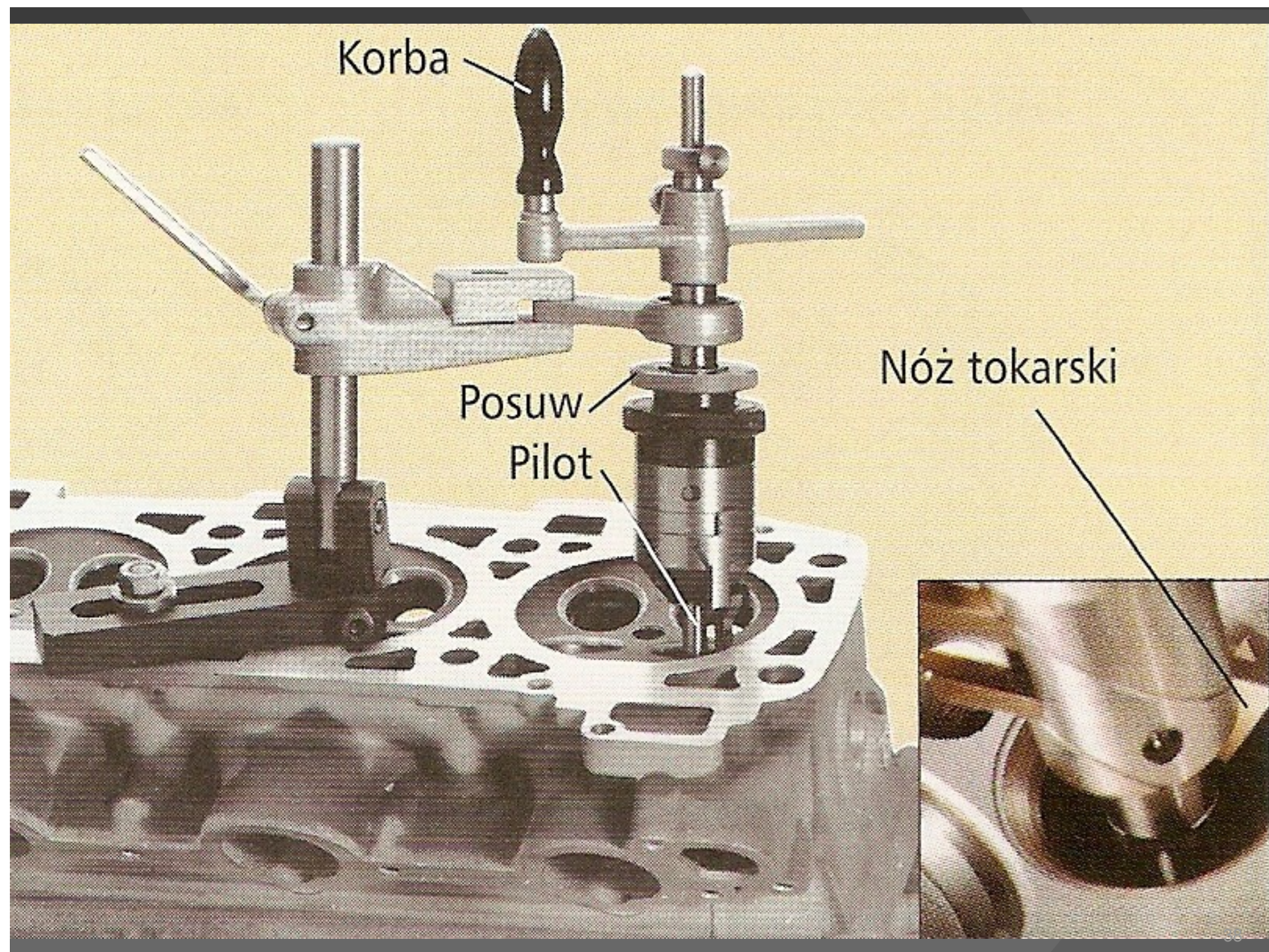


# Trzystopniowe frezowanie gniazda



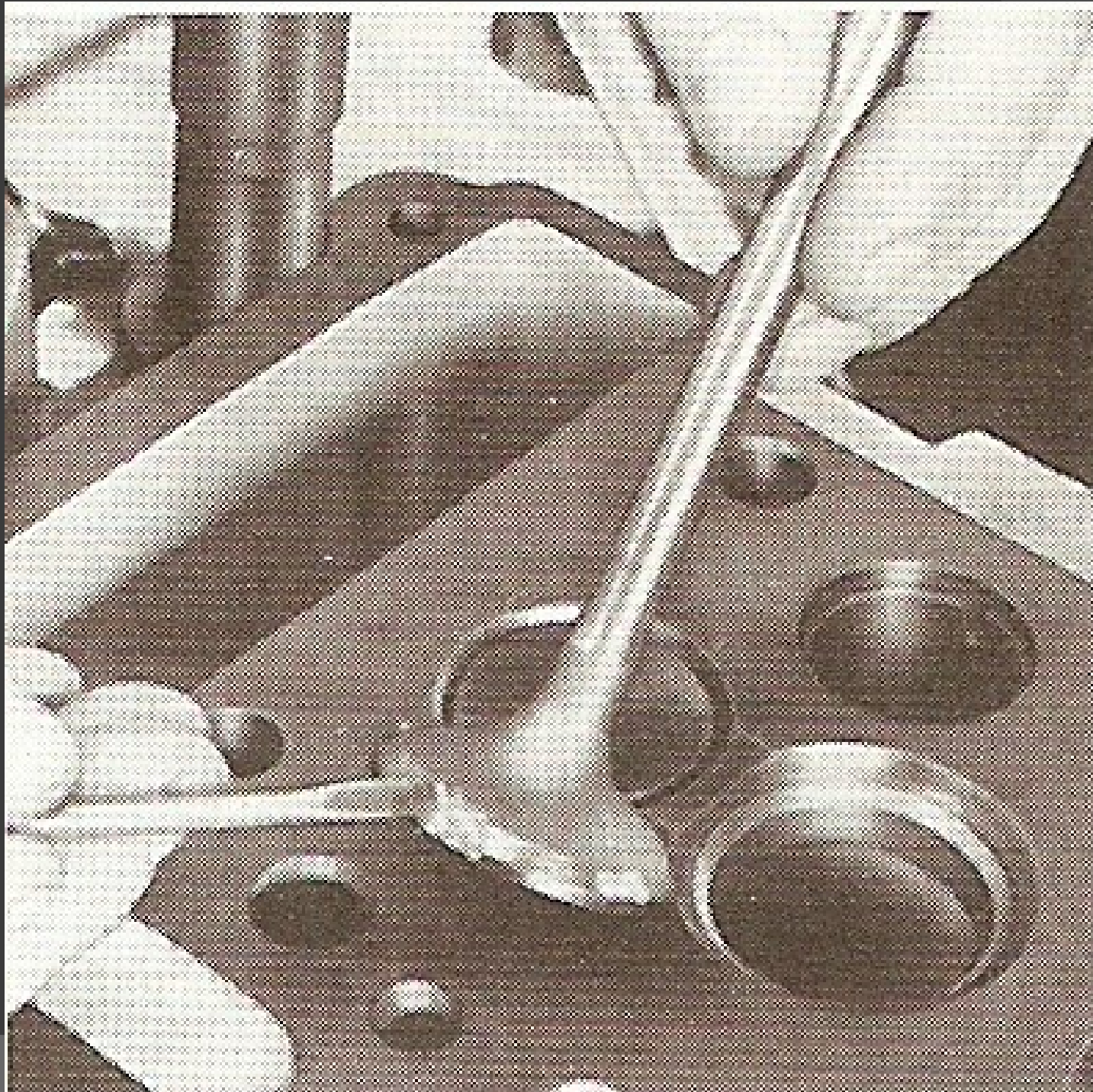
# Wytaczanie gniazda

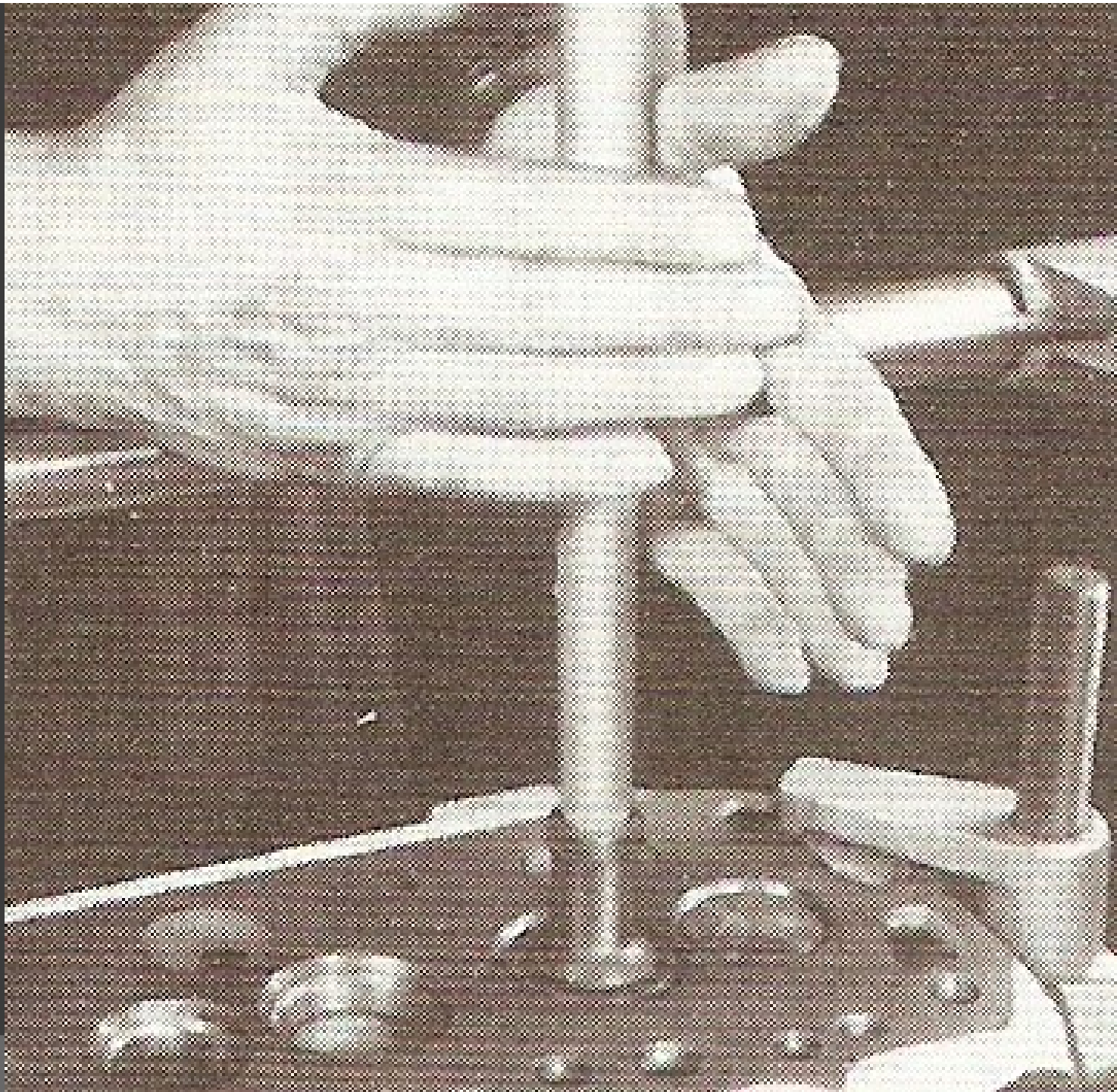






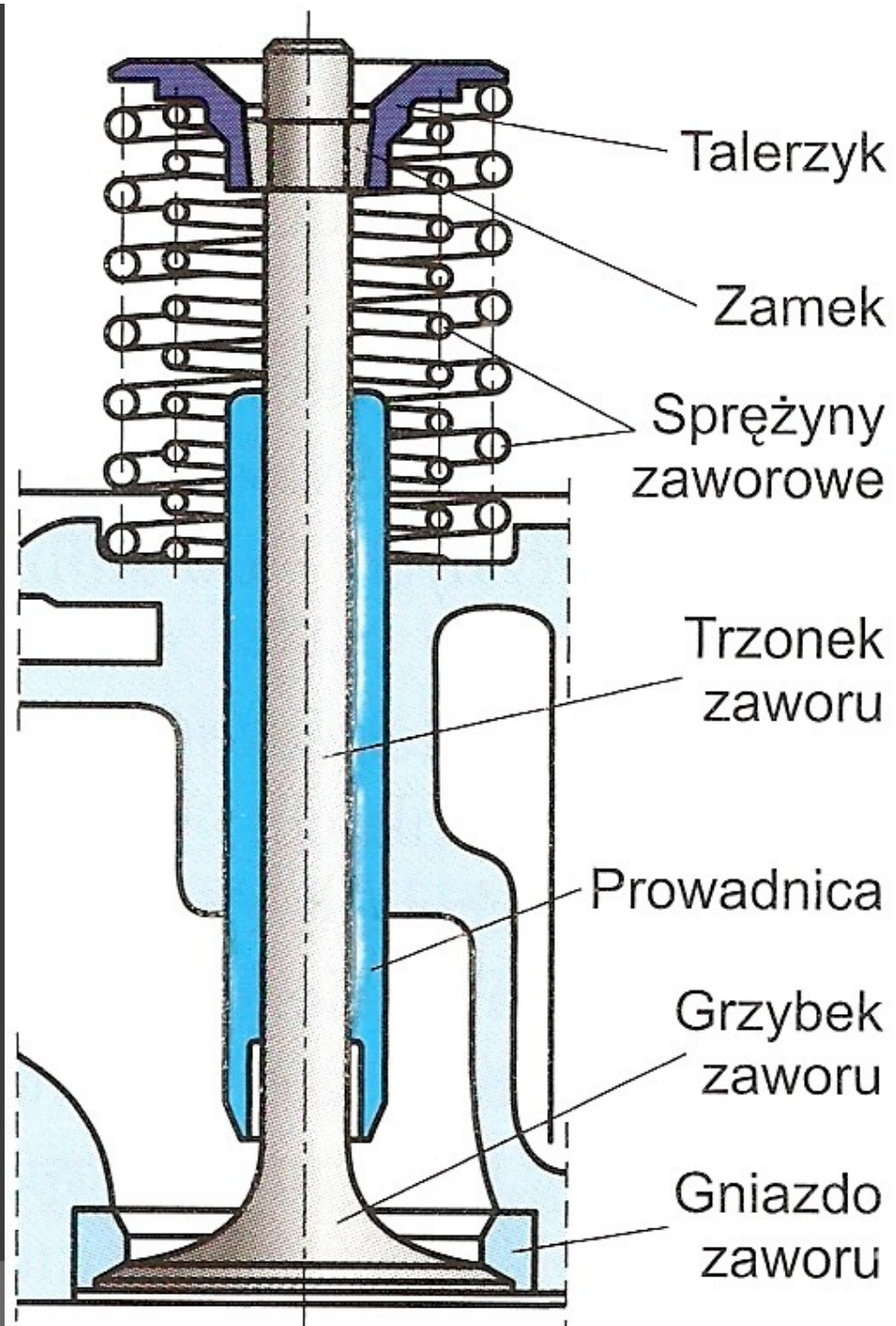
# Docieranie zaworu do gniazda



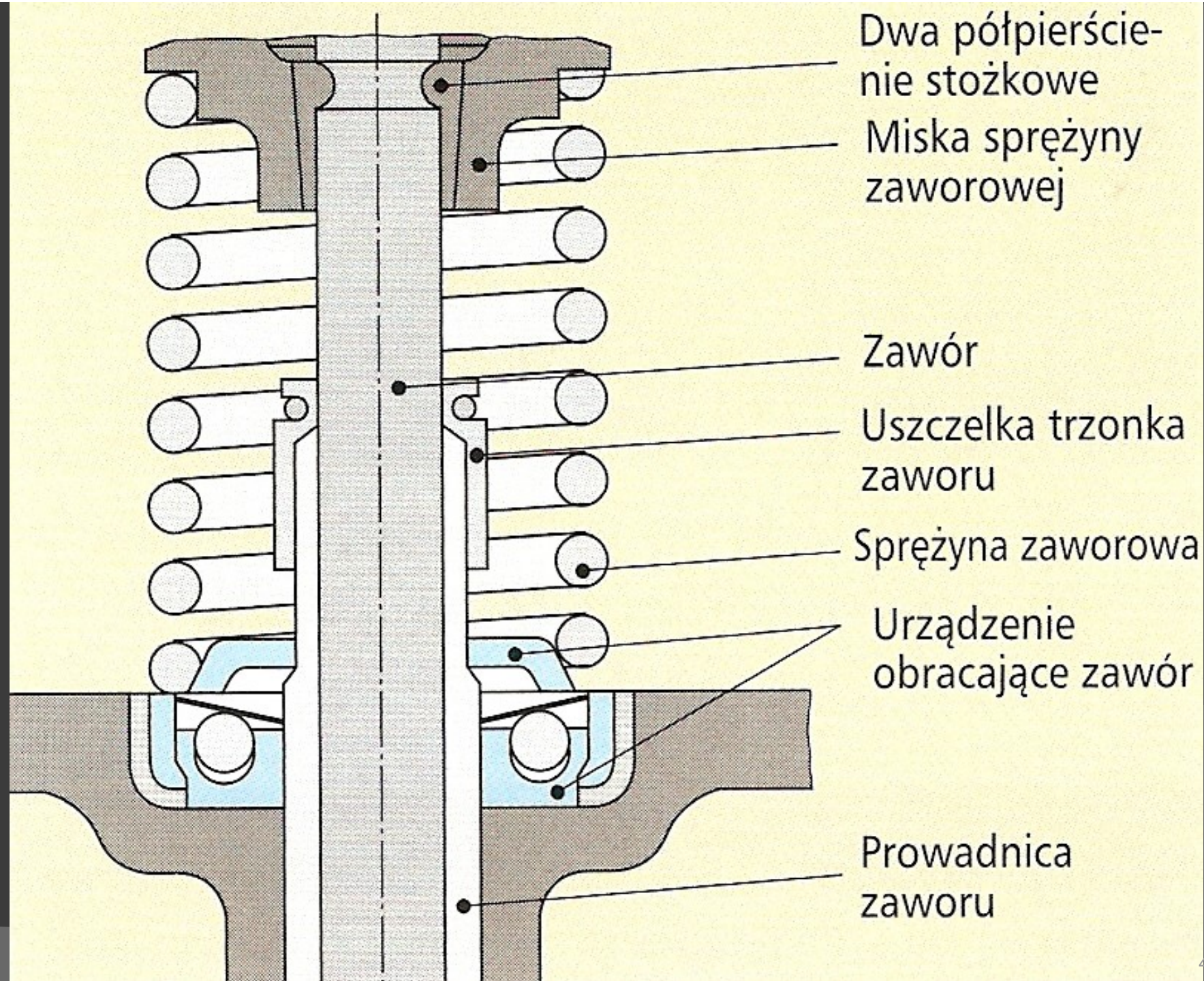


# Sprężyny zaworów



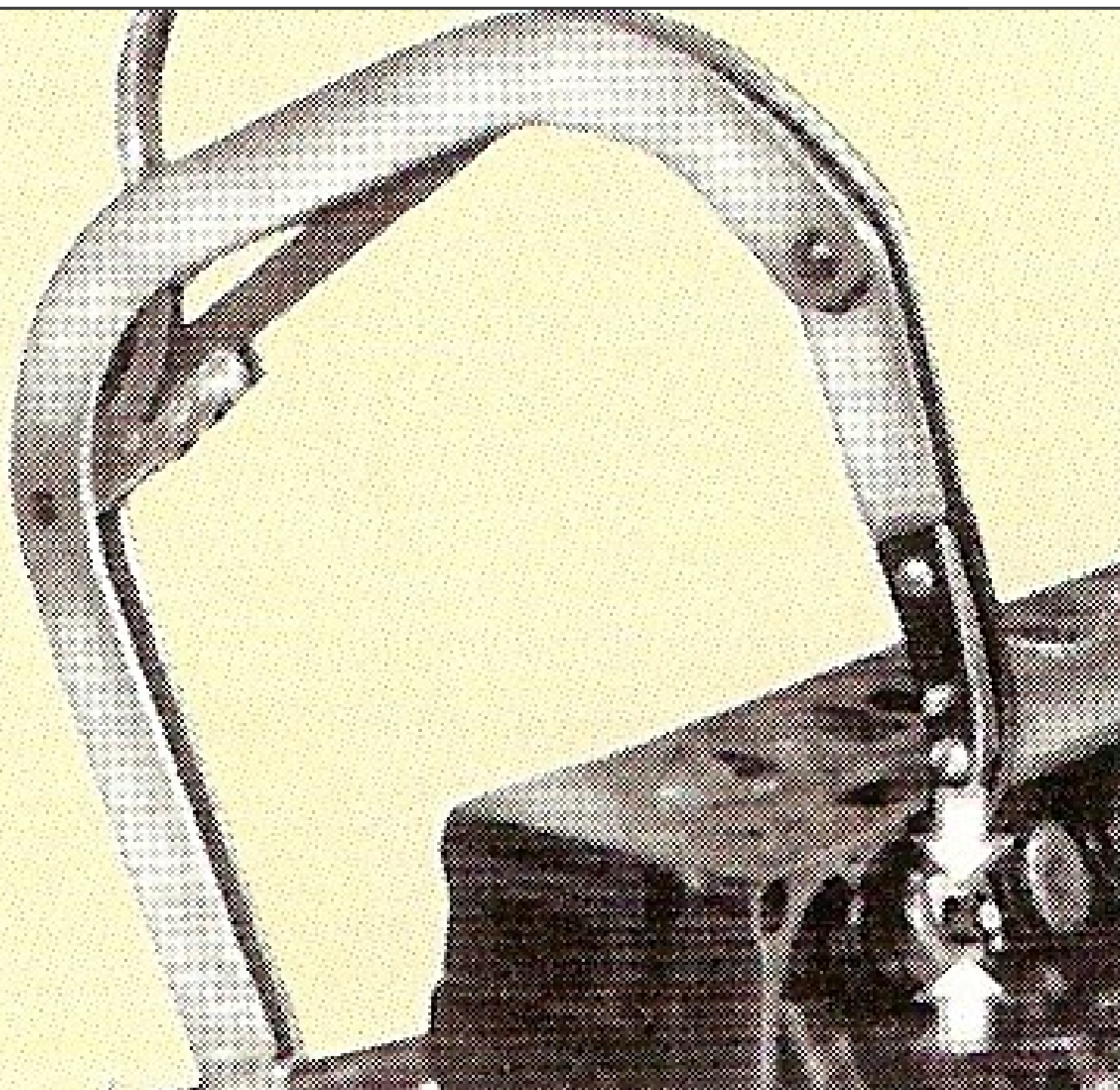


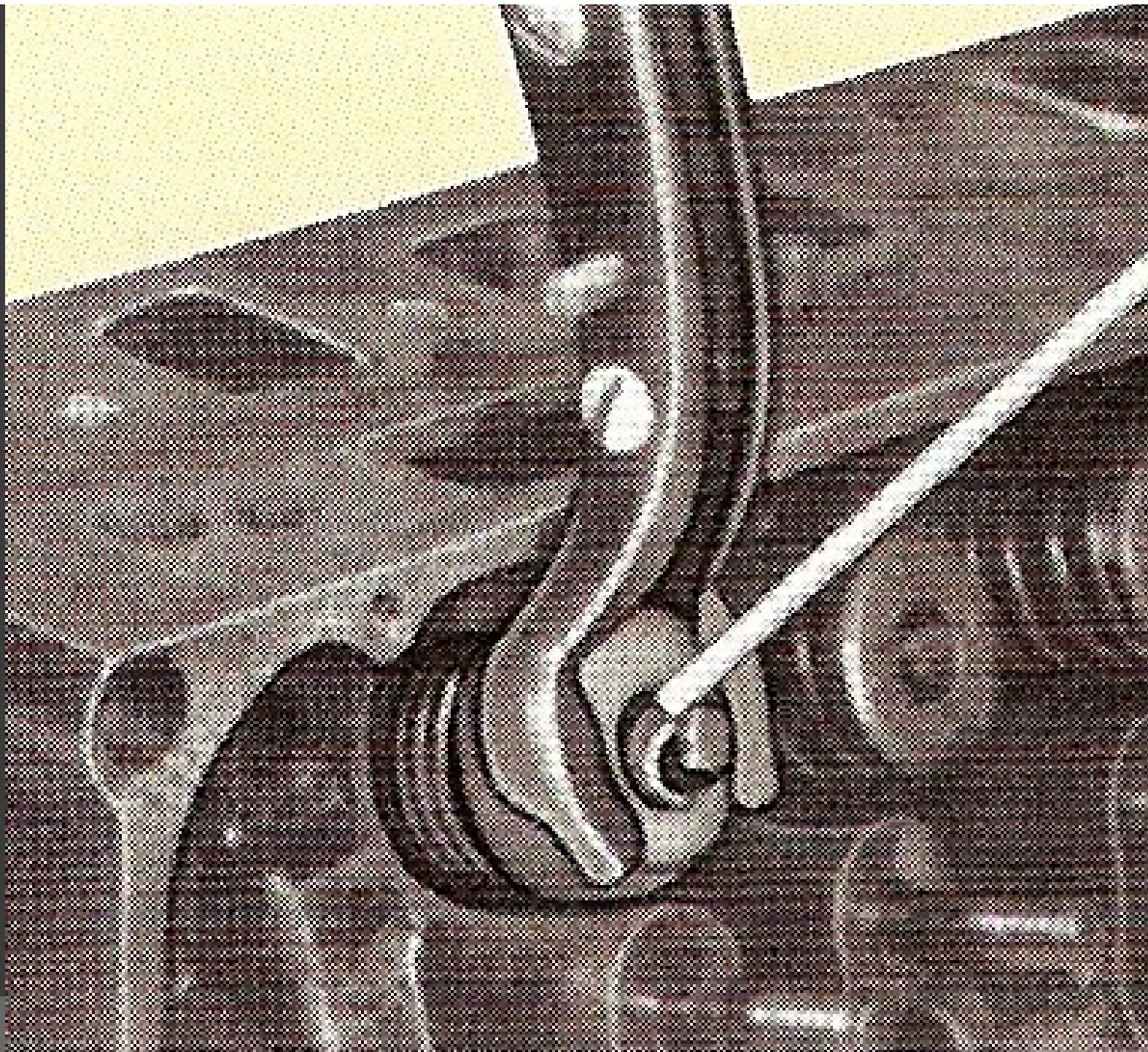




# Zdejmowanie sprężyn

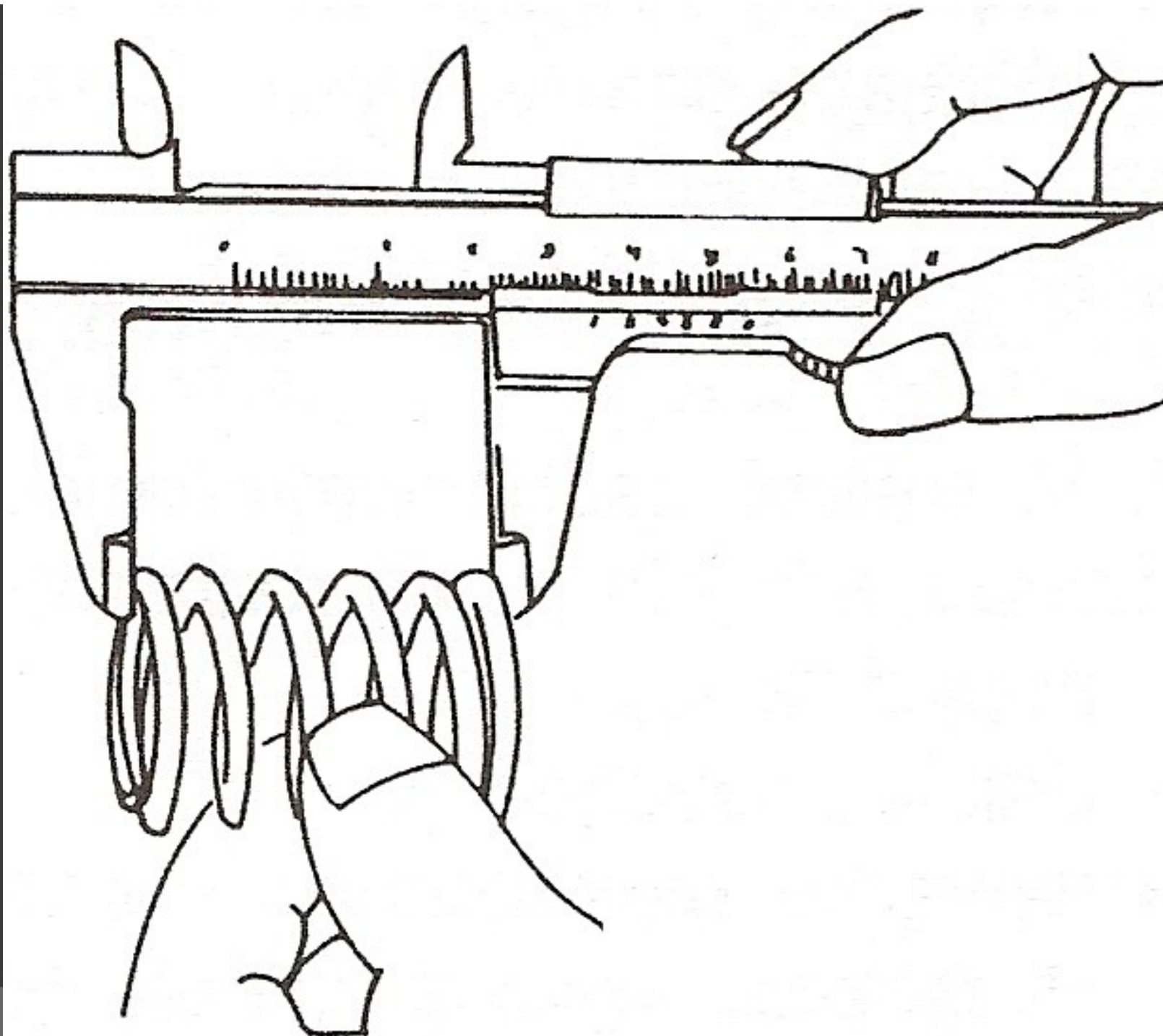


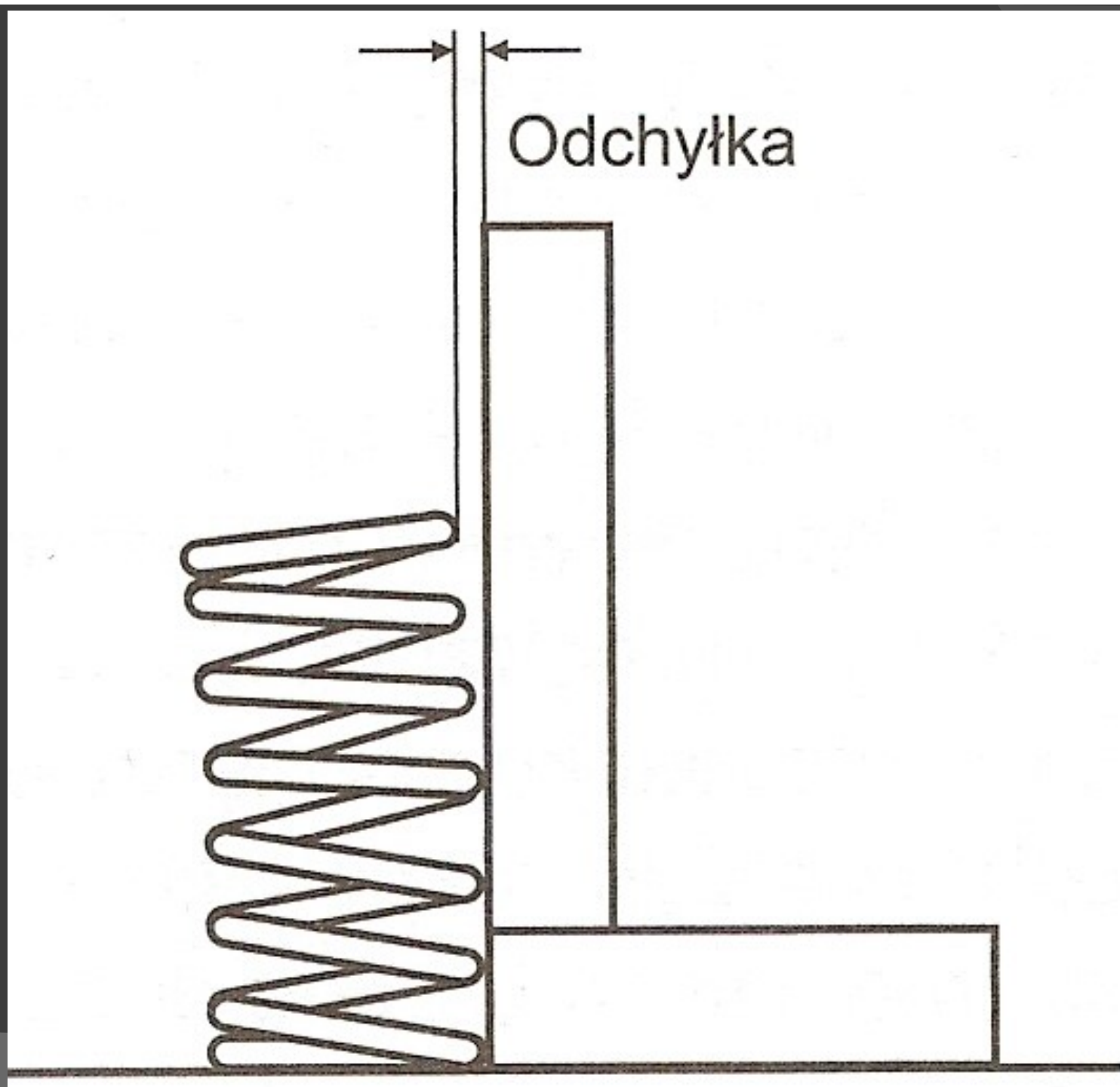






# Pomiary sprężyn





# **MECHANIZMY NAPIĘDU ZAWORÓW**

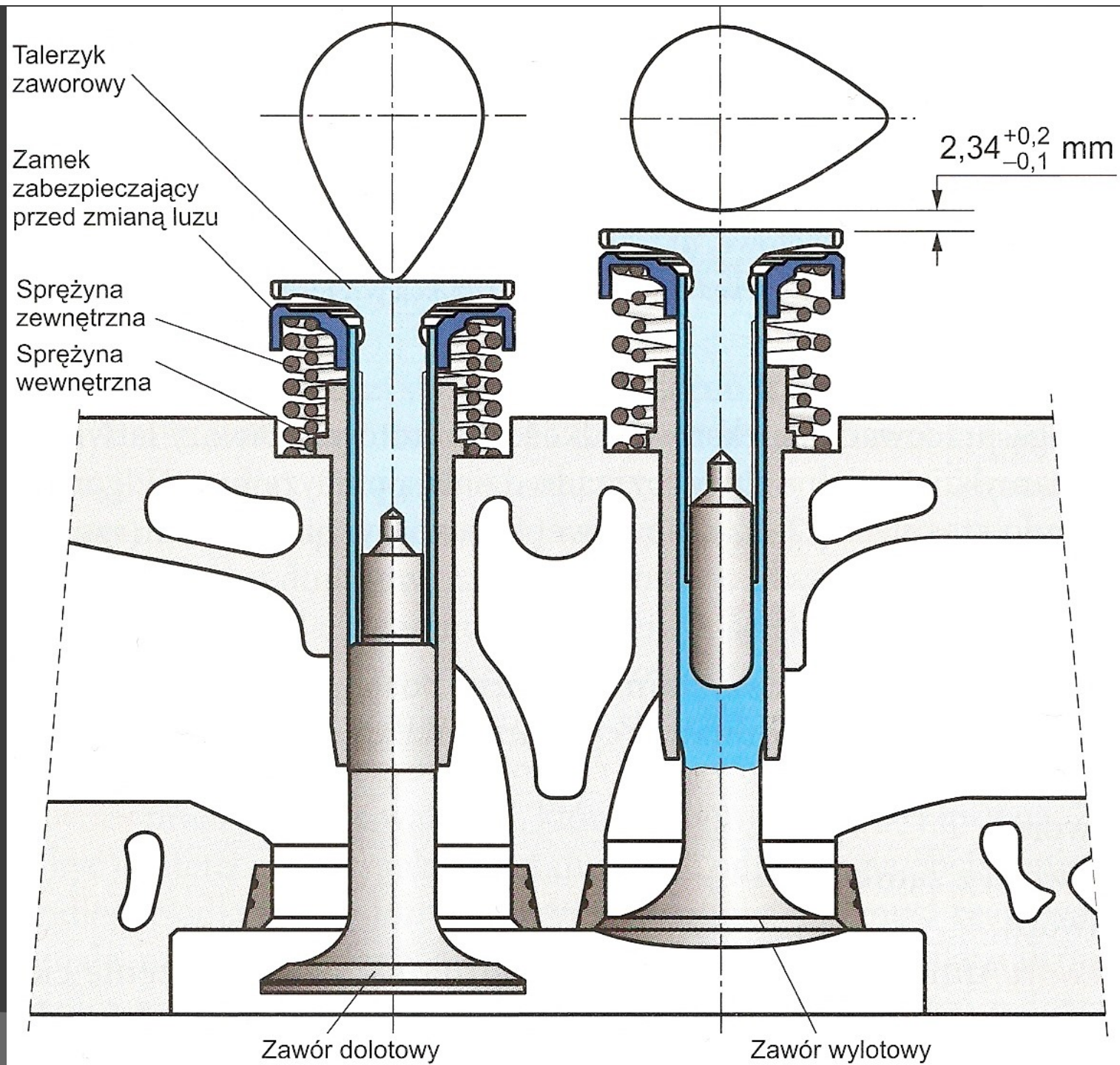


# Elementy mechanizmu napędu

- a) popychacze
- b) dźwigienki zaworów
- c) drążki (laski) popychaczy
- d) wałek rozrządu

# Rodzaje napędów

a) bezpośredni napęd zaworów



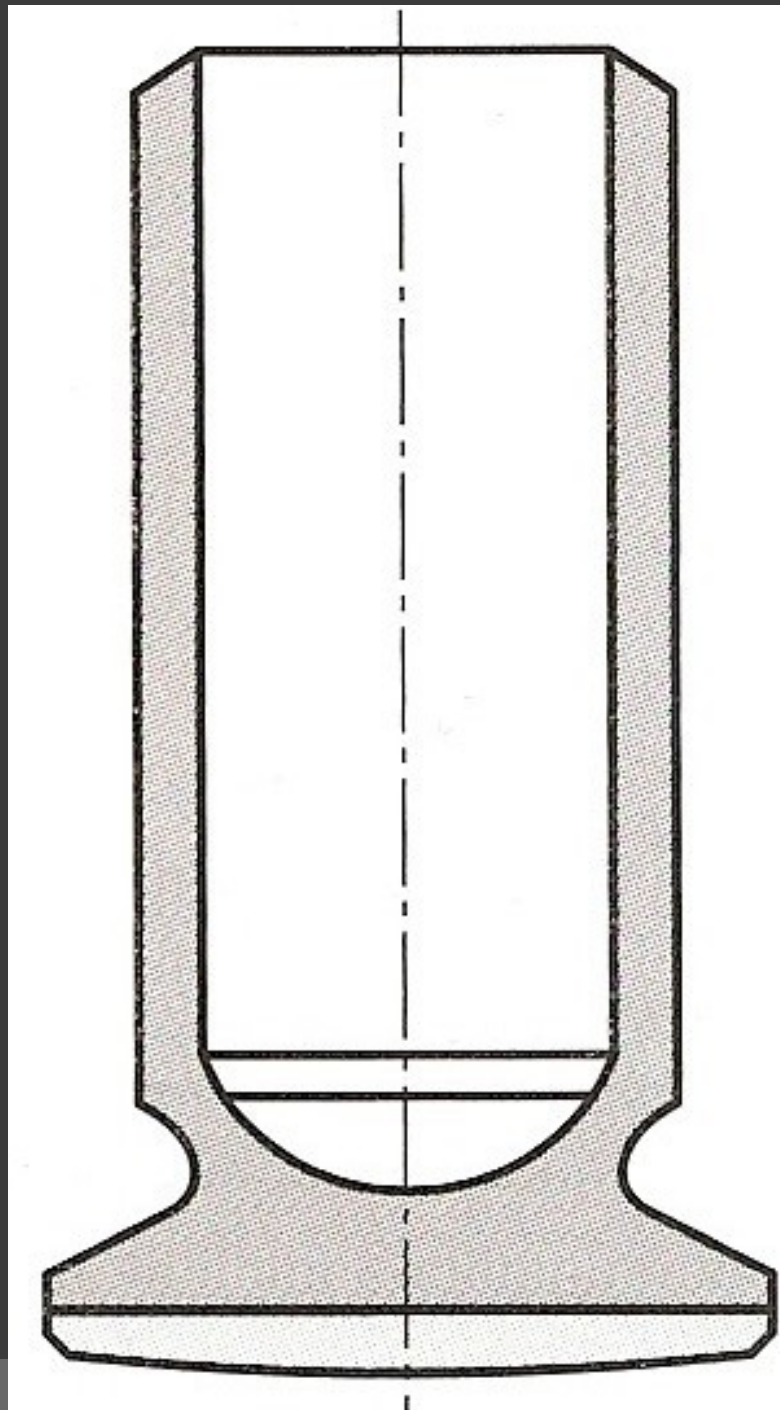
# Rodzaje napędów

- a) bezpośredni napęd zaworów
- b) pośredni napęd zaworów
  - za pomocą popychaczy

# Popychacze

a) płaskie (szklankowe)







Krzywka wałka  
rozrządu

Popychacz  
szklankowy

Komora  
zapasowa

Tłoczek

Komora popychacza

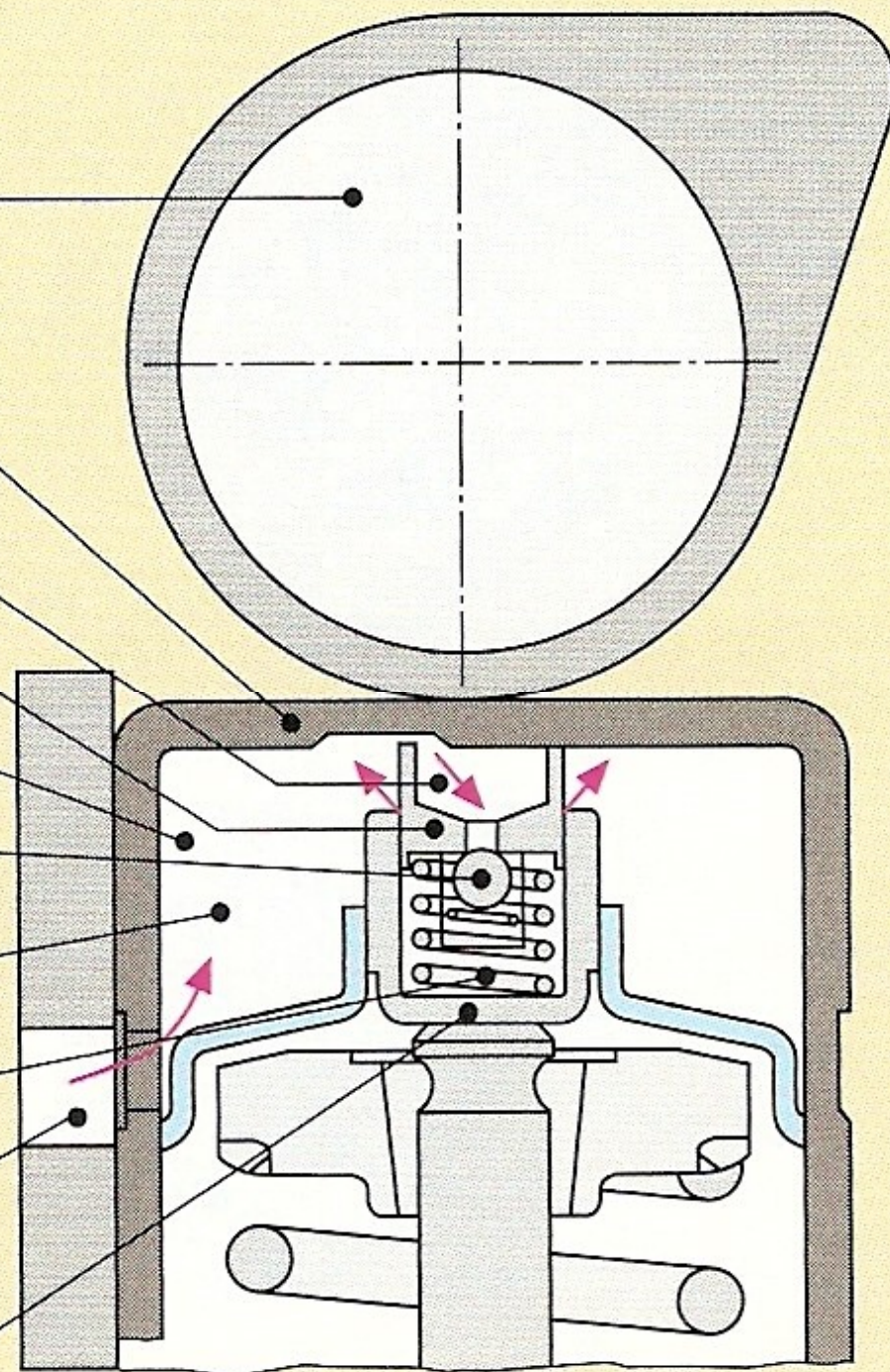
Kulkowy zawór  
zwrotny

Komora cylinderka

Sprężyna

Otwory olejowe  
w głowicy

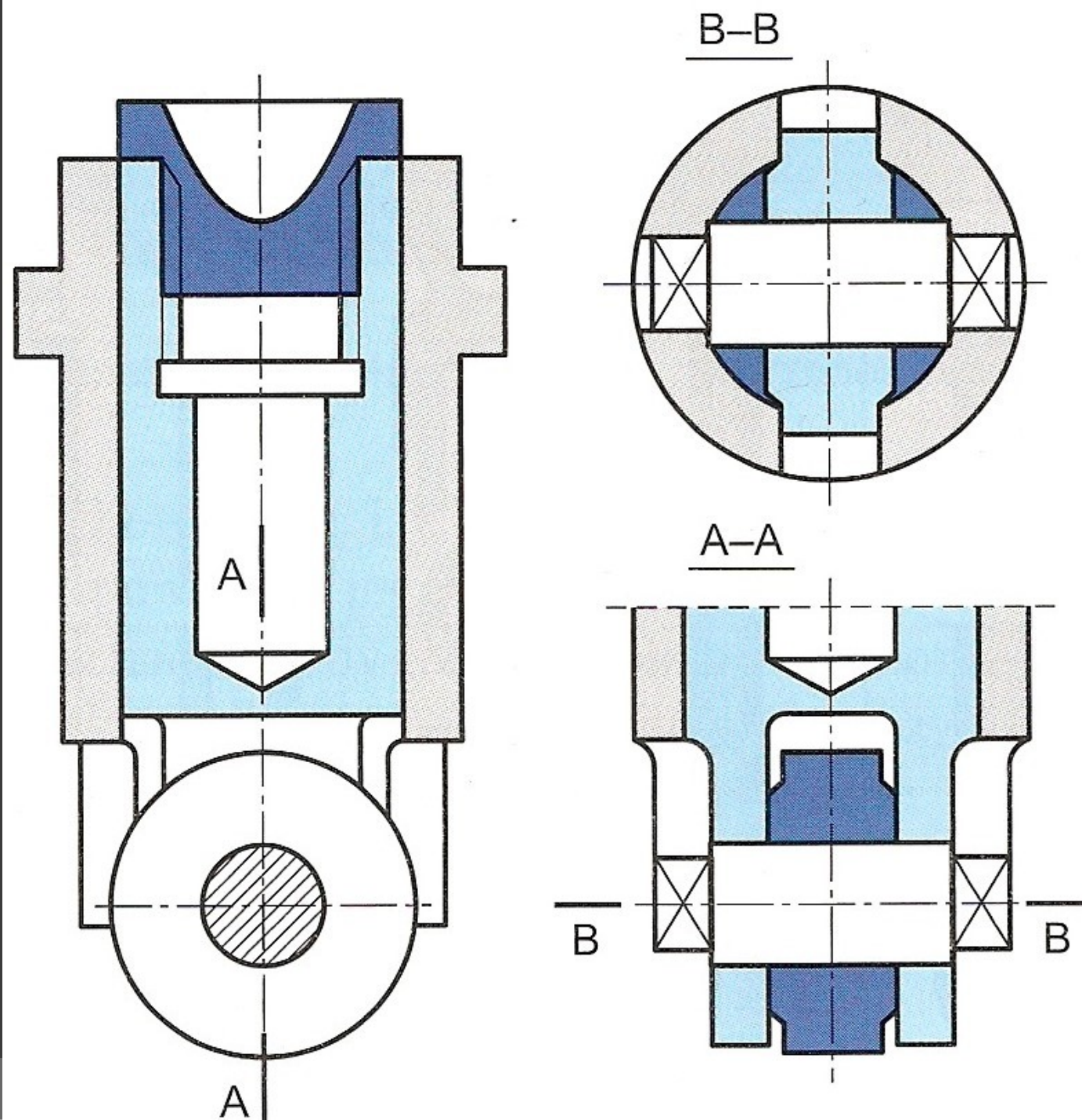
Cylinderek



# Popychacze

- a) płaskie (szklankowe)
- b) rolkowe

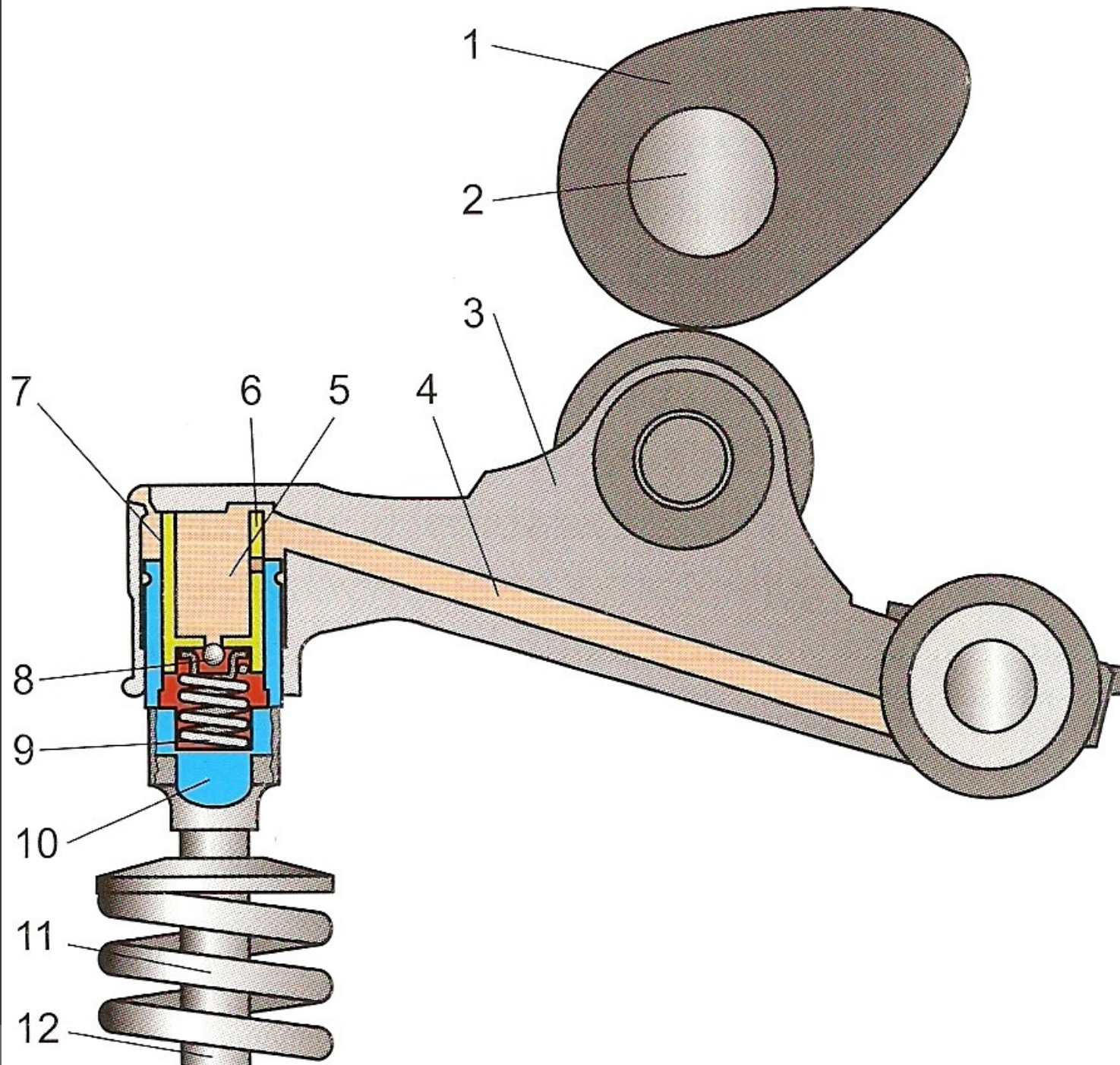




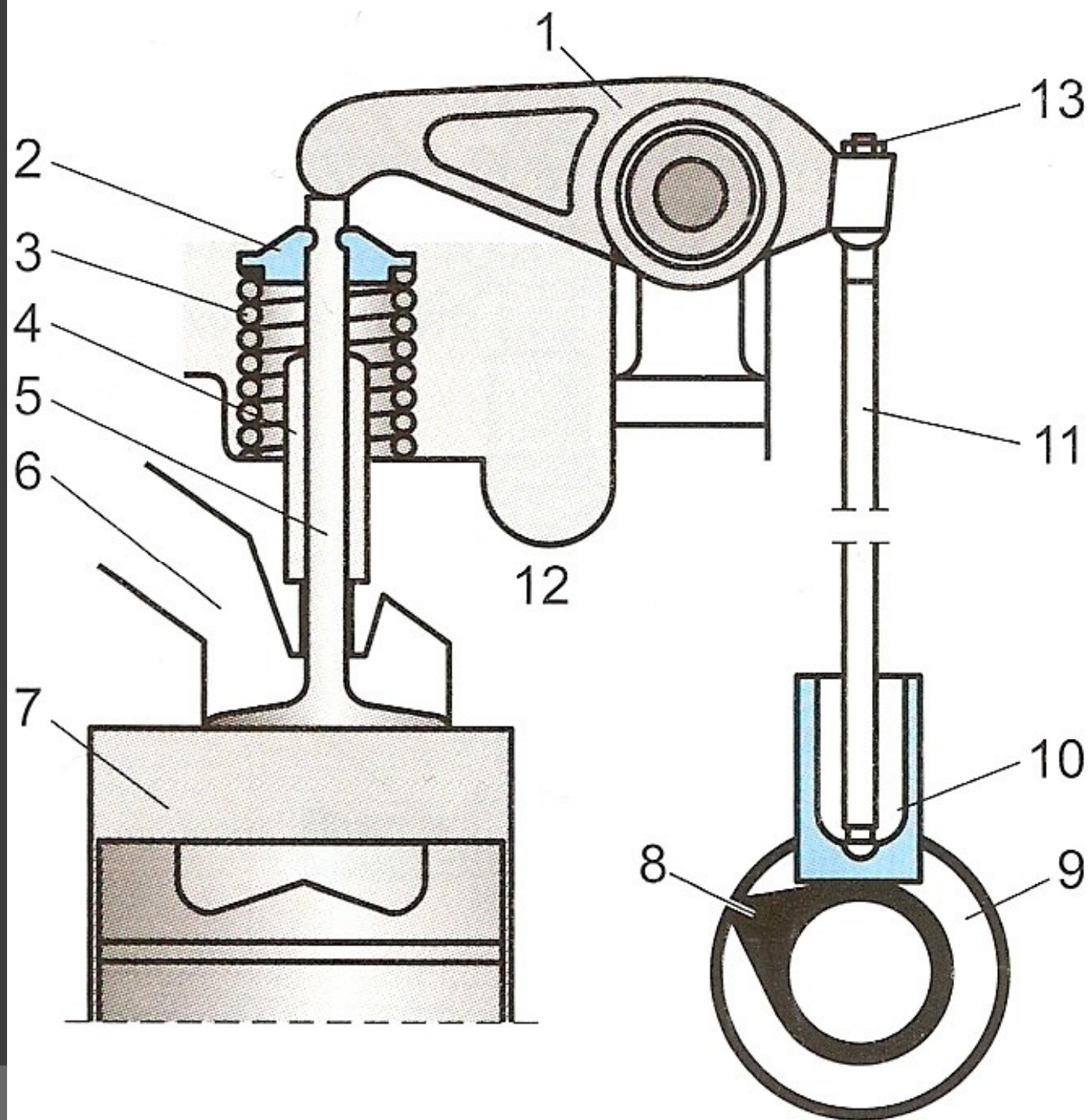
# Popychacze

- a) płaskie (szklankowe)
- b) rolkowe
- c) dźwigniowe





# Drażki popychaczy

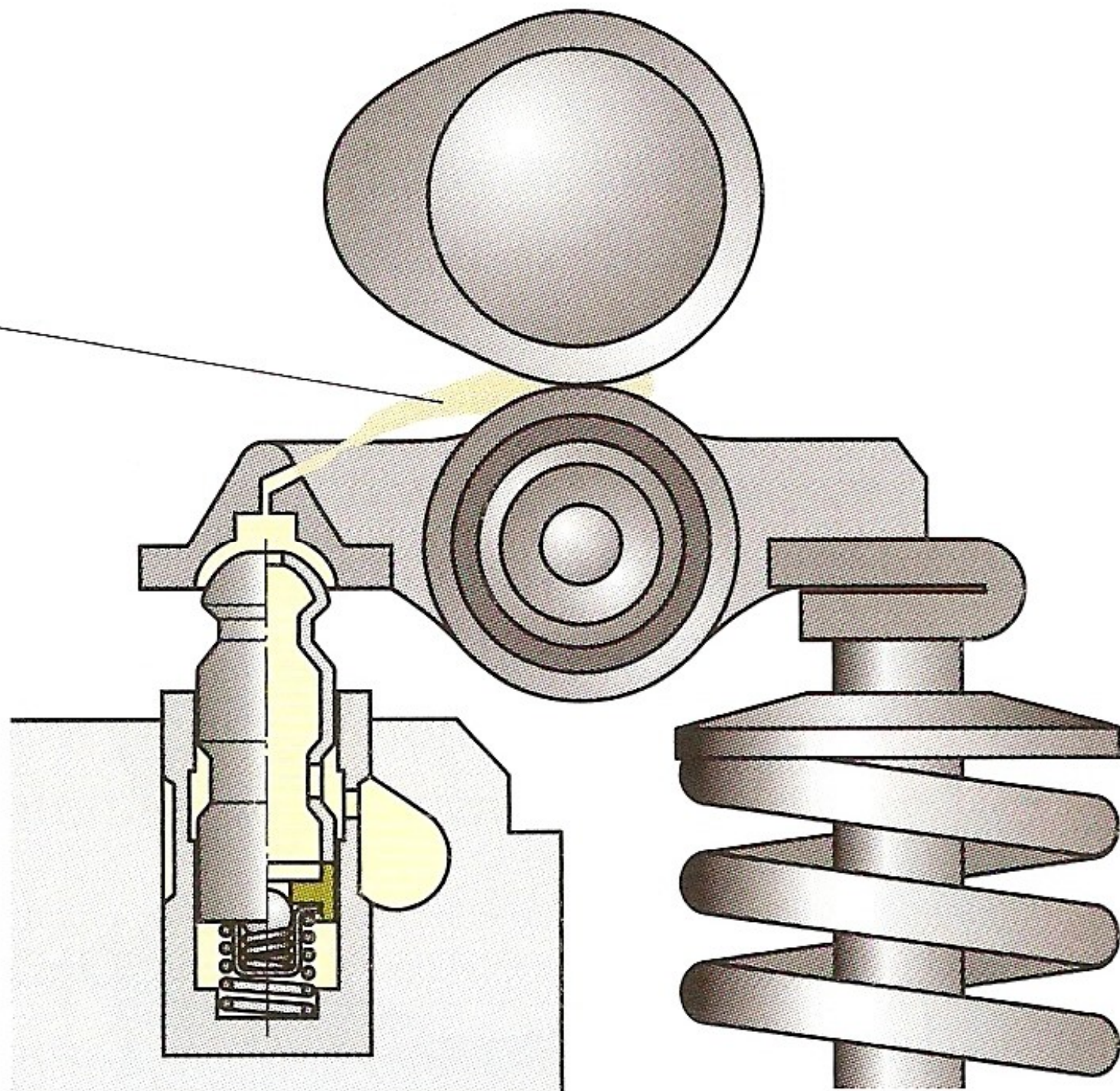


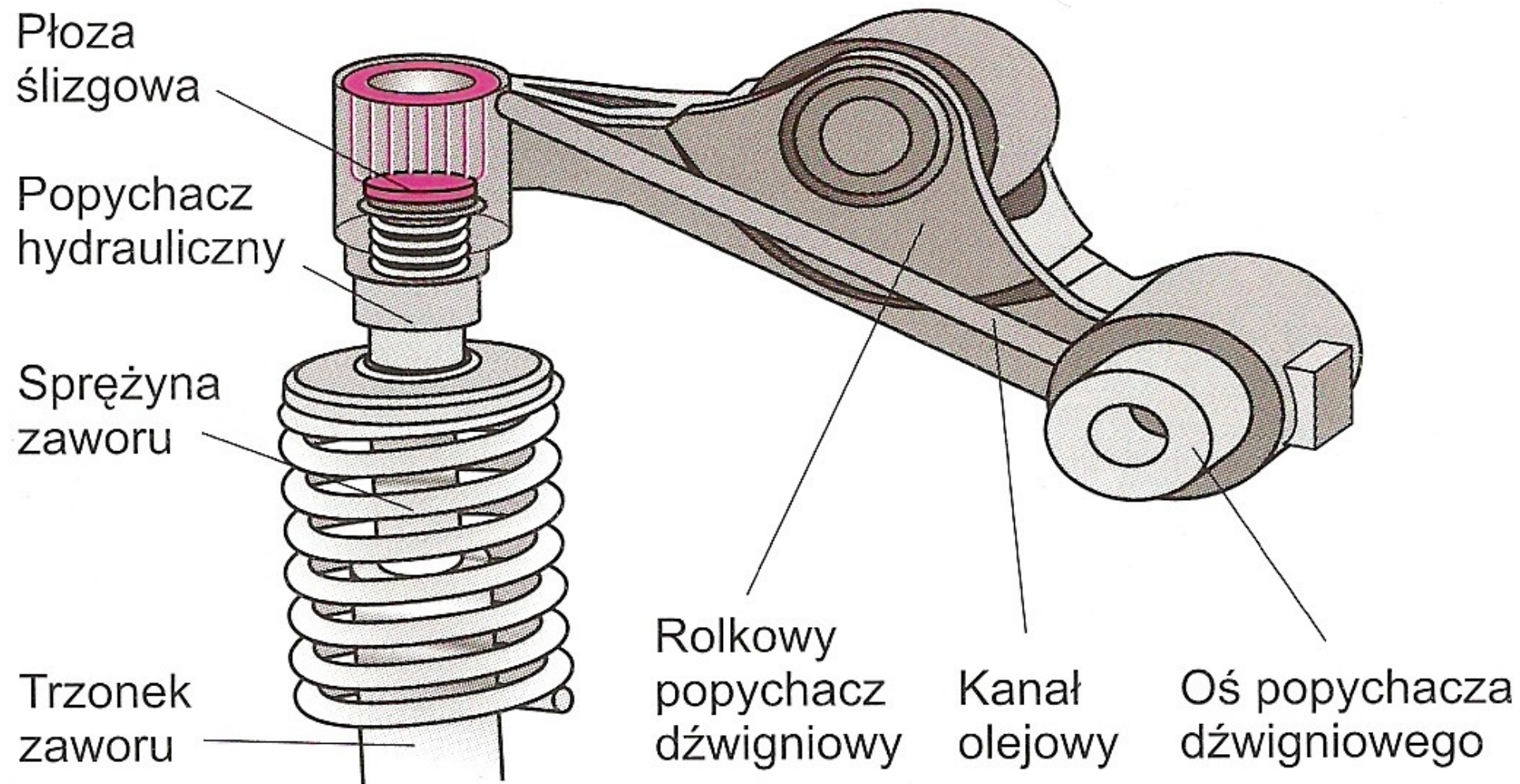
# Popychacze hydrauliczne

- a) kasują luzy zaworów niezależnie od temperatury silnika
- b) mniejszy poziom hałasu
- c) większa trwałość elementów mechanizmu napędu
- d) mniejsza emisja substancji szkodliwych



Olej





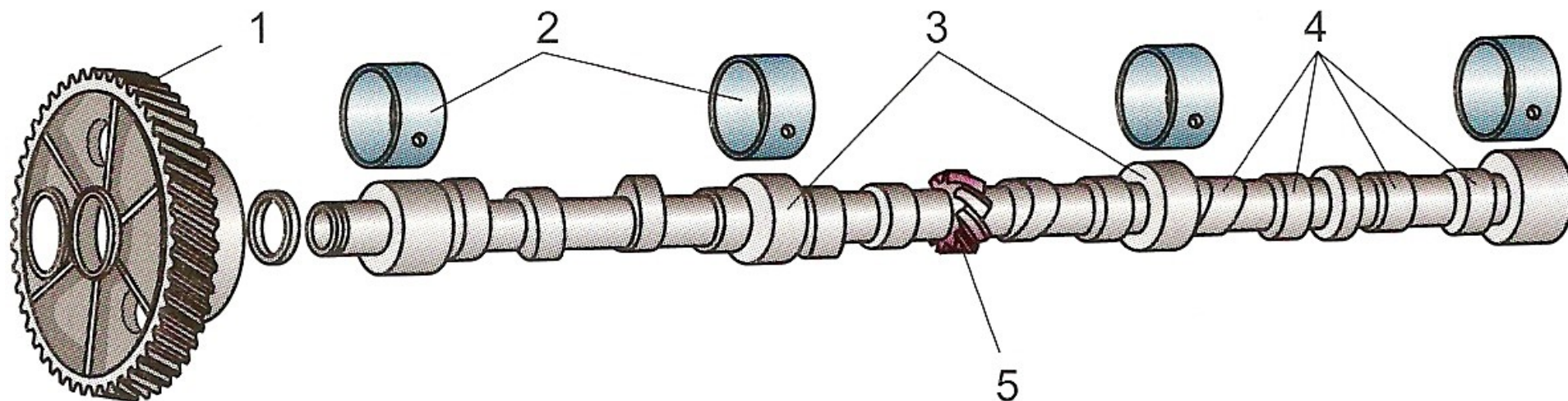
**WAŁEK ROZRZĄDU**



# Budowa wałka rozrządu

- a) krzywki
- b) czopy łożyskowe z panewkami
- c) koło zębate (łańcuchowe) napędu wałka
- d) urządzenia do zmiany faz rozrządu i wzniosu zaworów





- 1 – koło zębate napędu wałka
- 2 – panewki
- 3 – czopy łożyskowe
- 4 – krzywki
- 5 –

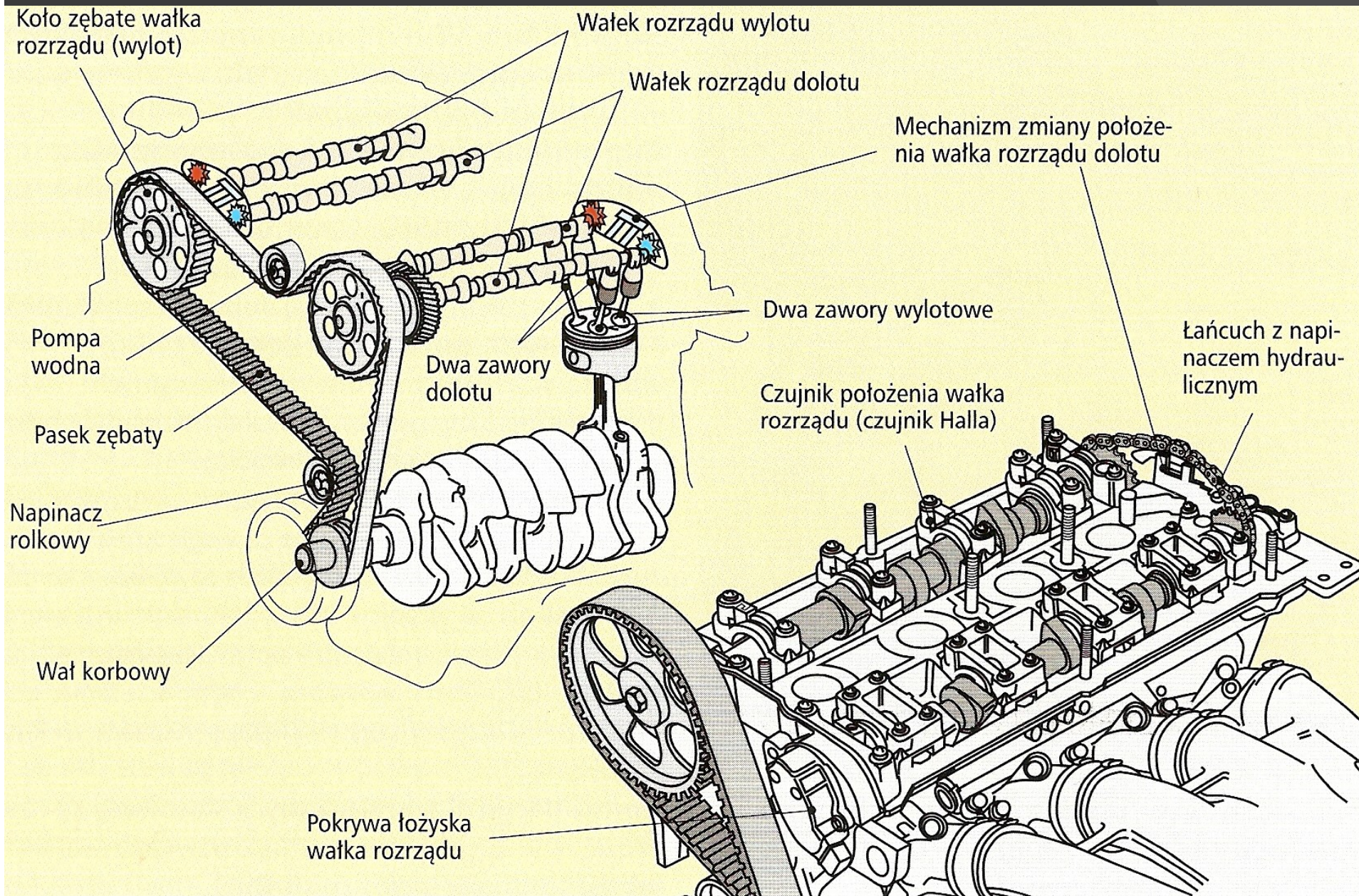
# Zadania krzywek

- a) duże pole przekroju otwarcia zaworu
- b) jak najmniejsze przyspieszenie
- c) ciągłość przyspieszeń

# DOHC

- dwa wałki rozrządu w głowicy
  - jeden do napędu zaworów dolotowych, a drugi wylotowych







# Napęd wałka rozrządu

## a) przekładnie zębate

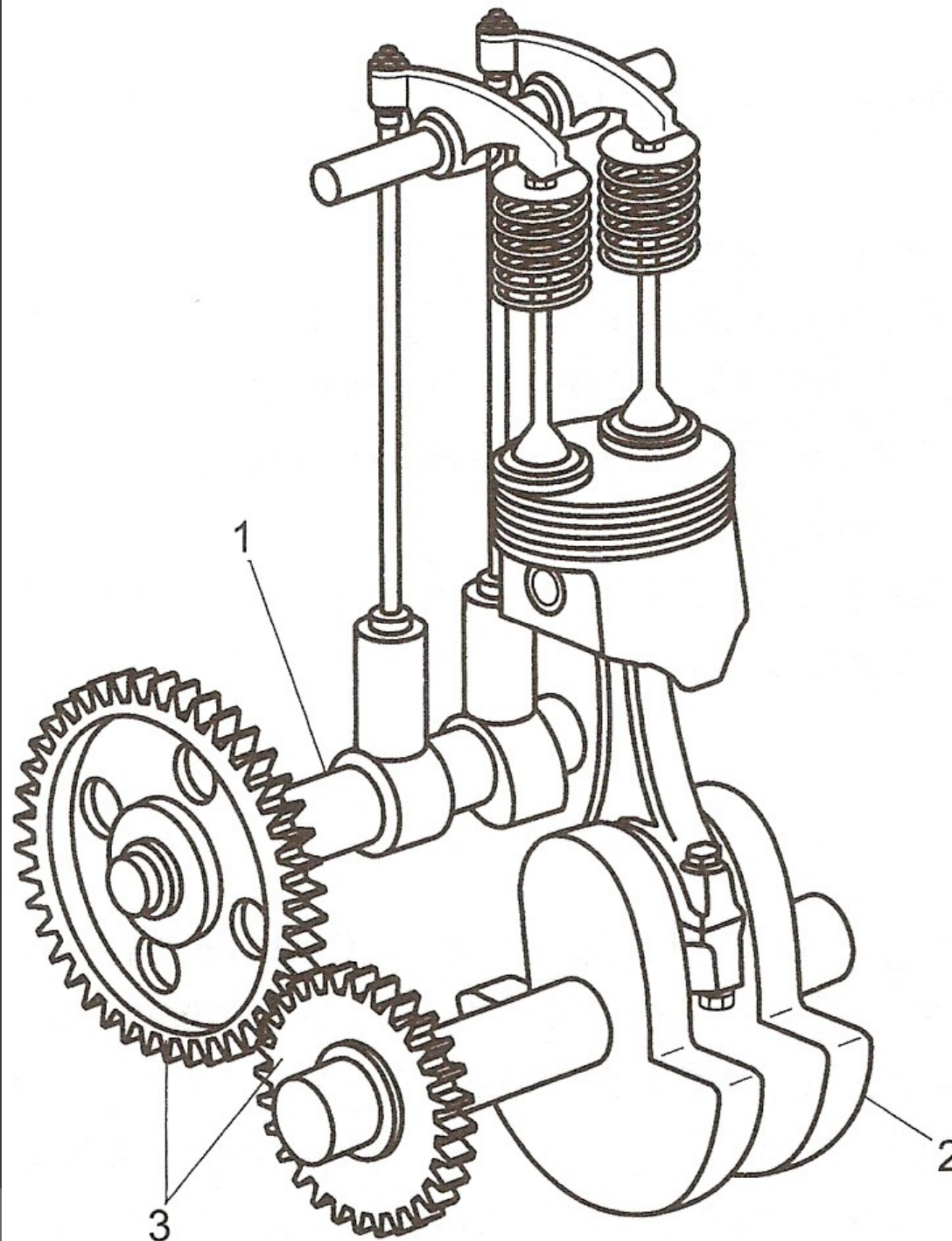
- walcowe
- stożkowe (wałek królewski)

## b) przekładnie łańcuchowe

## c) przekładnie pasowe z paskiem zębatym

# Przekładnia zębata walcowa

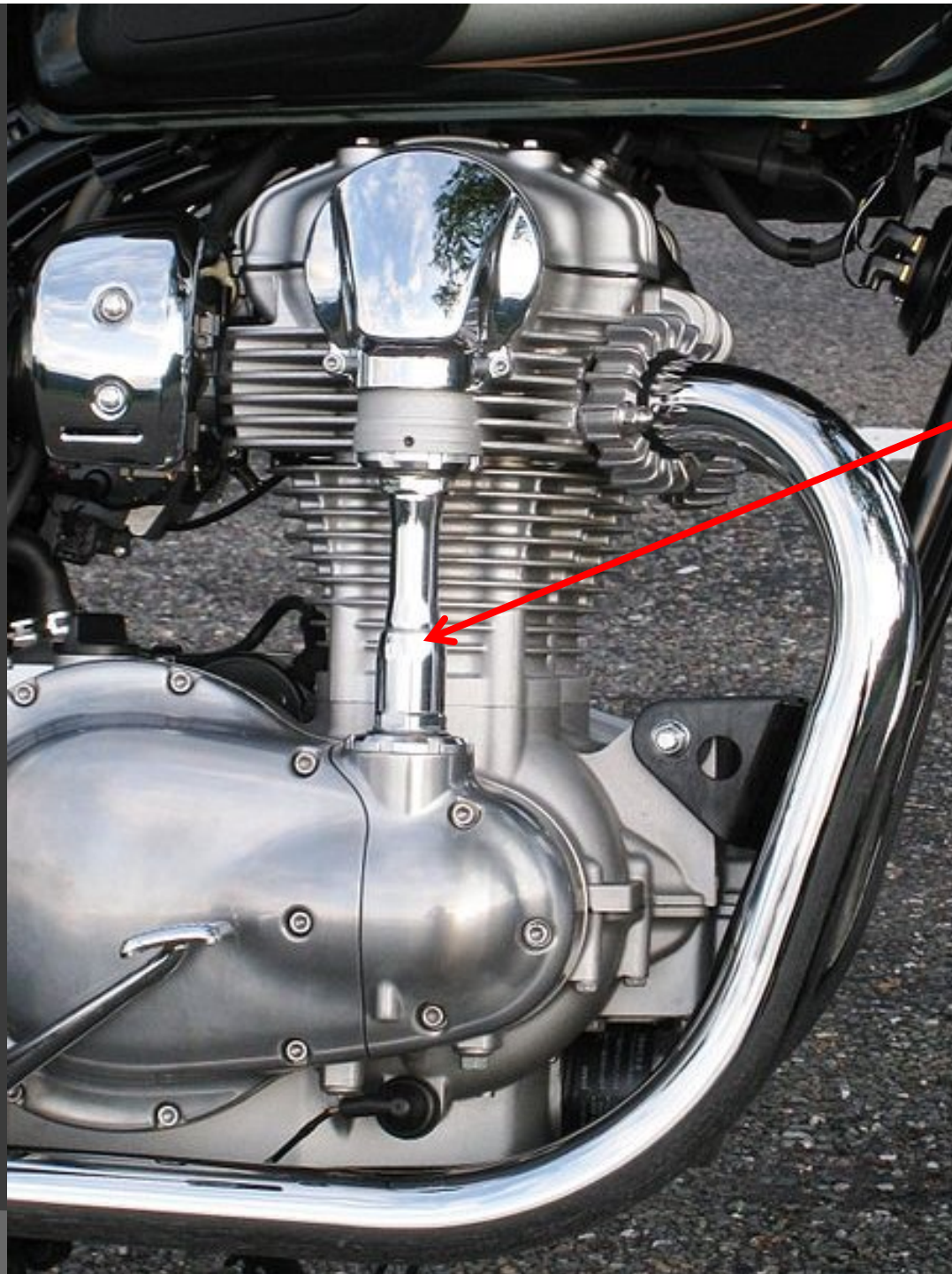
- a) duża dokładność sterowania
- b) długie utrzymywanie tej dokładności  
(konieczność bardzo dokładnego rozstawienia wałów)
- c) niezbyt głośna
- d) stosowana wyłącznie w układach OHV



# Wątek królewski

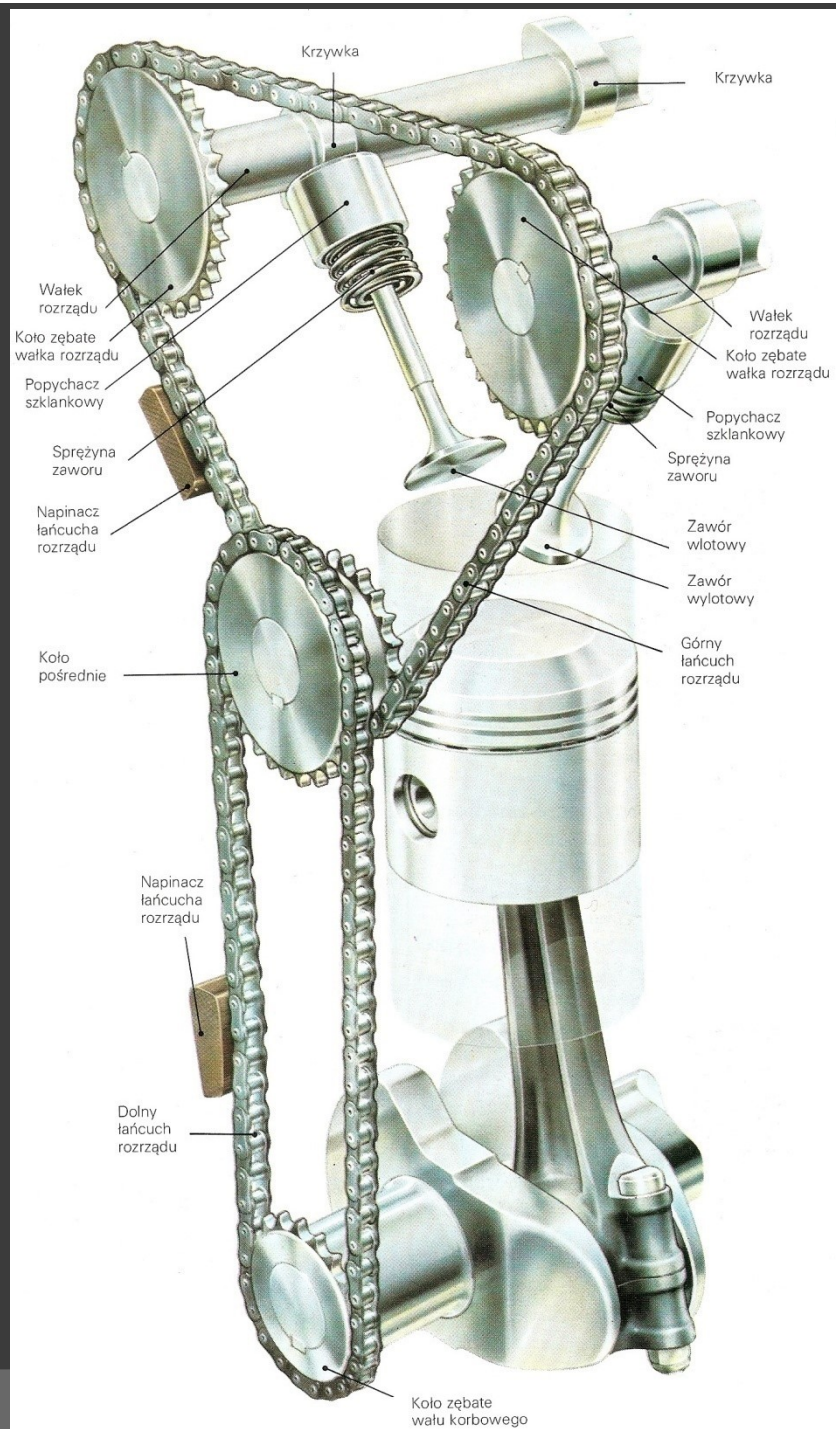
- a) trwały
- b) niezawodny
- c) drogi
- d) hałaśliwy





# Przekładnia łańcuchowa

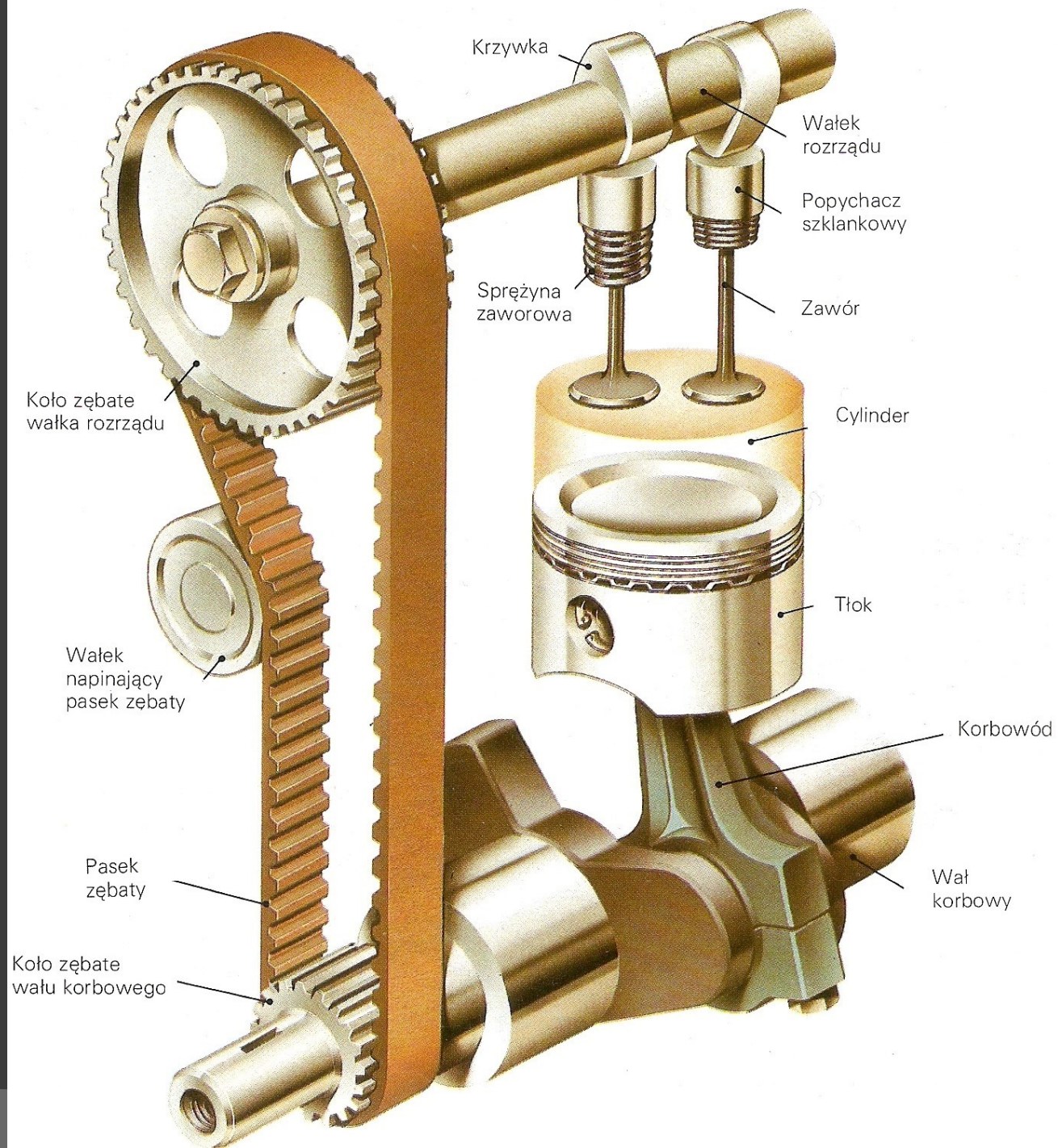
- a) rozciąganie się łańcucha w czasie pracy
- b) drgania przy większych odległościach między kołami łańcuchowymi – konieczność stosowania napinaczy i prowadnic
- c) rzadsza wymiana łańcucha



# Przekładnia pasowa zębata

- a) lekka
- b) prosta w obsłudze
- c) cicha
- d) nie wymaga smarowania
- e) elastyczna
- f) niski poziom drgań
- g) trwałość – 60.000-220.000 km
- h) wrażliwa na temperaturę i rozpuszczalniki



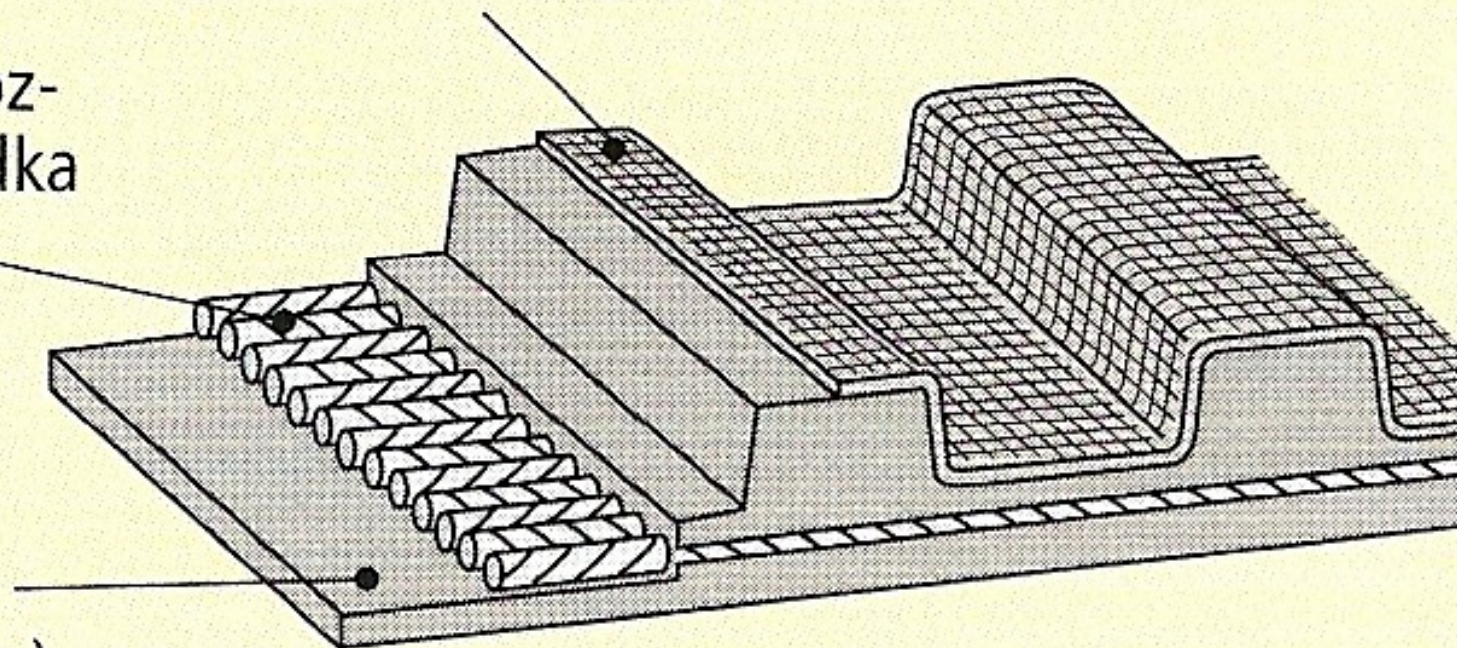




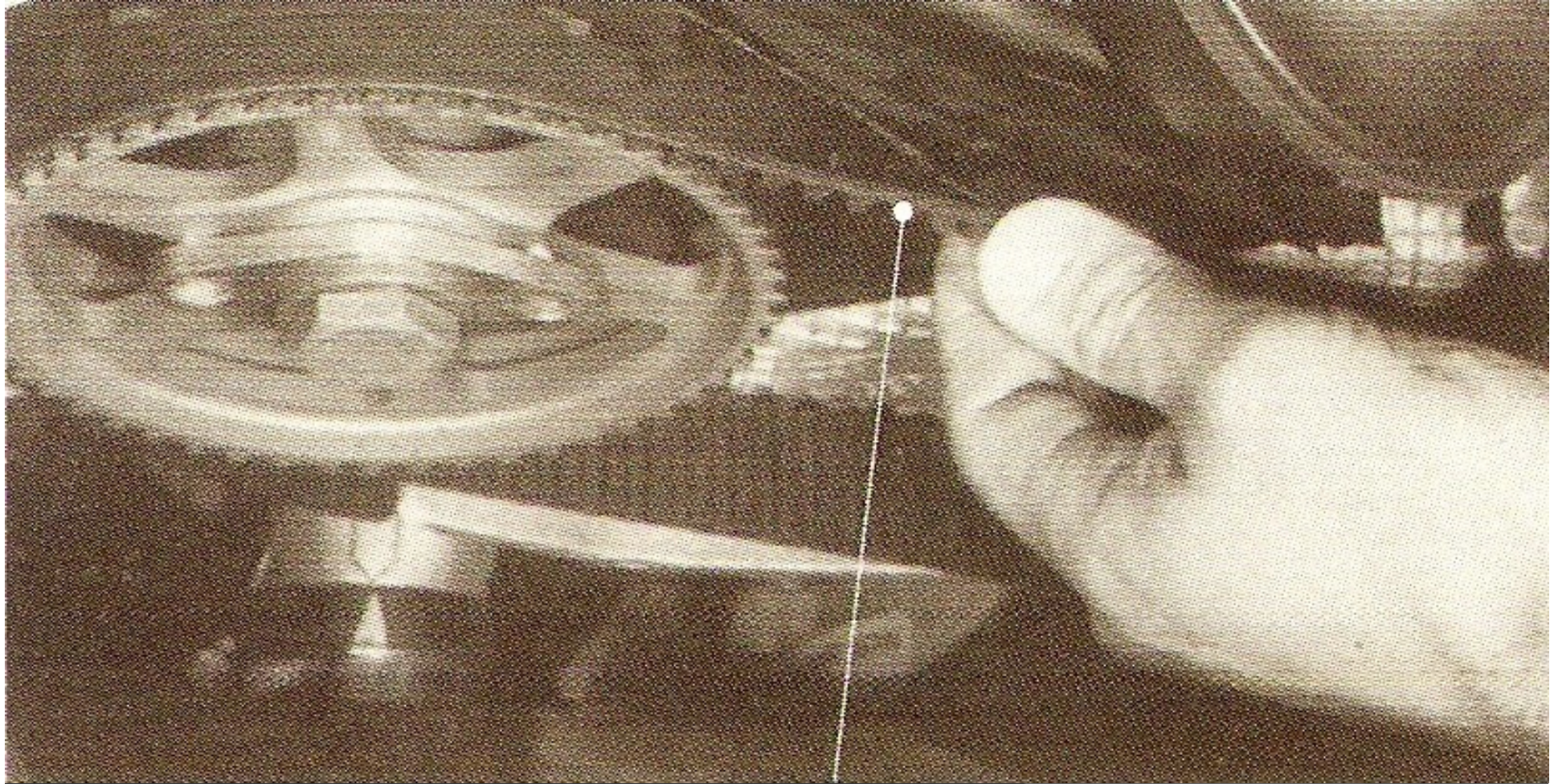
Powierzchnia z tworzywa sztucznego (poliamid)

Odporna na rozciąganie wkładka z włókna szklanego

Korpus pasa zębatego (polichloropren)







# **ZMIENNE FAZY ROZRZĄDU**



# Zmienne fazy rozrządu

➤ *zmiana chwili otwarcia i zamknięcia zaworów dolotowych w silnikach niedoładowanych*

a) **większy moment obrotowy w szerszym zakresie prędkości obrotowych**

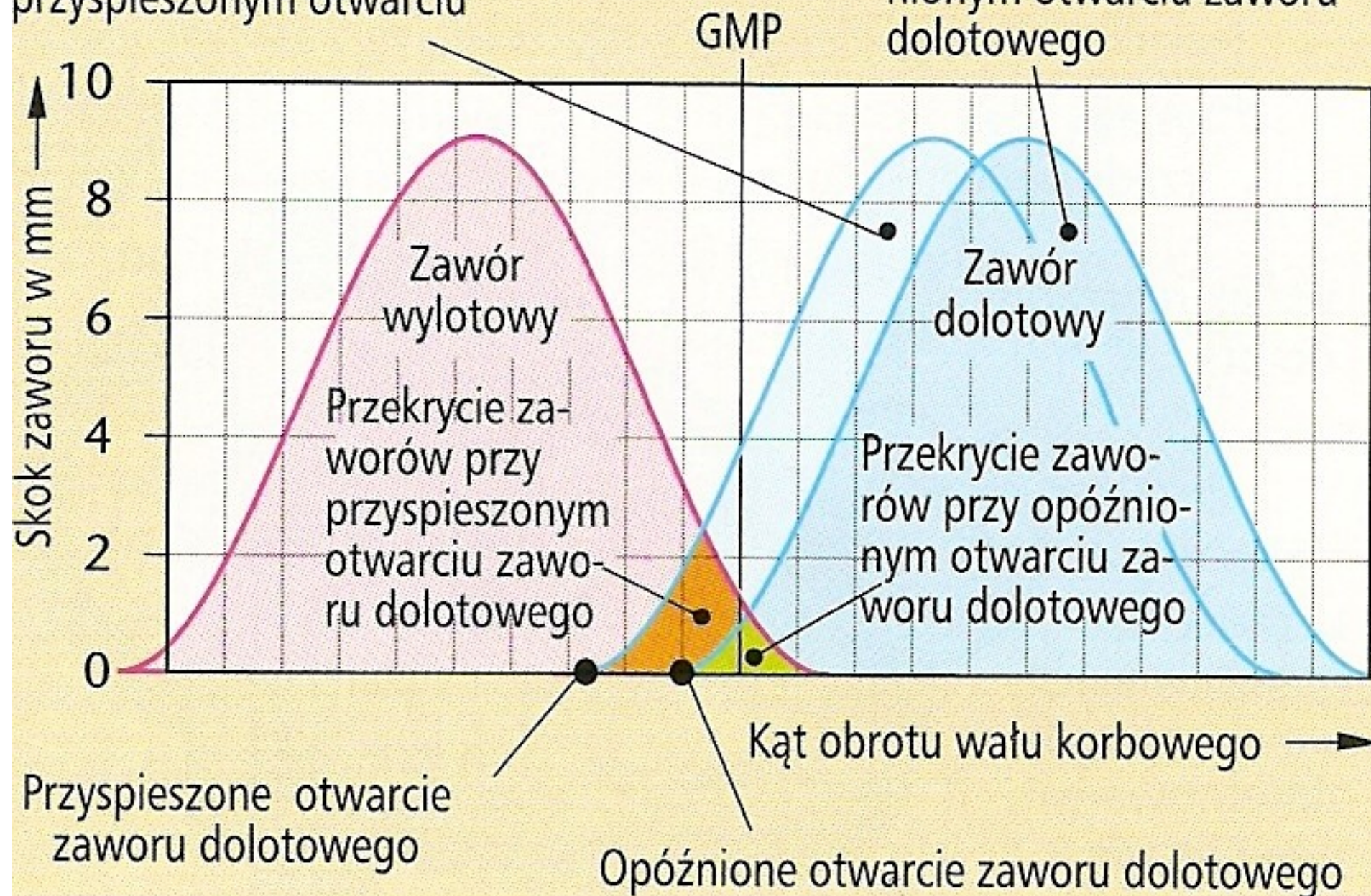
- większe przyspieszenie przy mniejszym zużyciu paliwa

b) **dokładniejsze spalanie paliwa w wyższej temperaturze**

- mniej toksyczne spaliny

Wznios zaworu dolotowego przy przyspieszonym otwarciu

Wznios zaworu przy opóźnionym otwarciu zaworu dolotowego





# Zmienne fazy rozrządu

- a) przy małych prędkościach obrotowych –  
wcześniejsze otwarcie i zamknięcie ZD
  - dłuższy czas współotwarcia zaworów
  - lepsze przepłukanie komory spalania
  - uniknięcie utraty ładunku
- b) przy dużych prędkościach obrotowych –  
późniejsze otwarcie i zamknięcie ZD
  - krótszy czas współotwarcia zaworów

# Sposoby zmiany faz rozrządu

- a) przez przestawienie wałka rozrządu
  - obrót wałka rozrządu względem koła łańcuchowego
- b) krzywki o różnych zarysach
- c) system VarioCam



# Obrót wałka rozrządu względem koła łańcuchowego

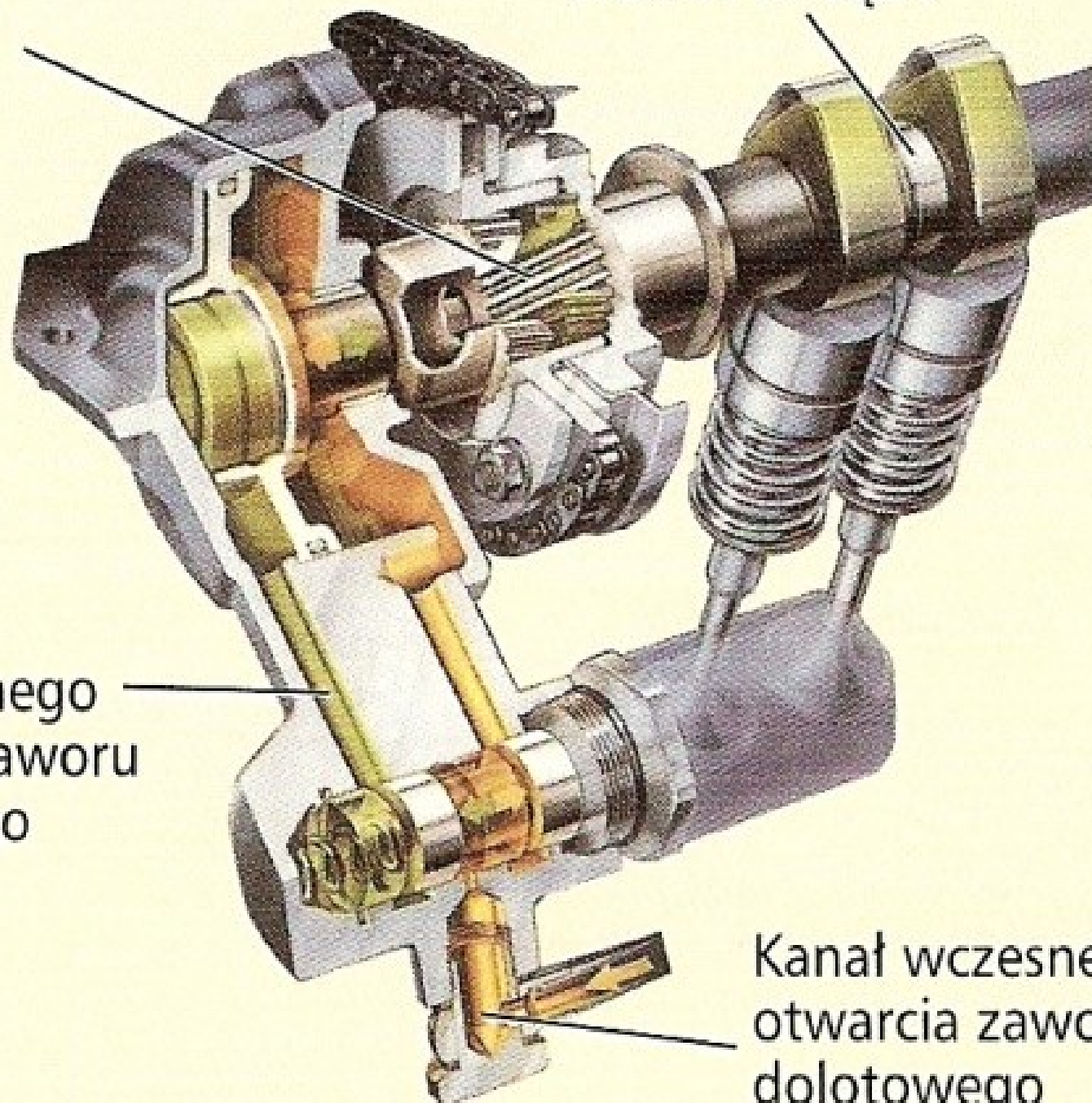
- a) hydrauliczny tłok przesuwają osiowo koło o zazębieniu wewnętrznym i zewnętrznym
- zęby zewnętrzne współpracują z kołem łańcuchowym
  - zęby wewnętrzne powodują przy dużej prędkości obrót wałka rozrządu w kierunku „wcześniej”
  - działanie ciśnienia w przeciwnym kierunku obraca wałek w kierunku „później”
- b) kąt współotwarcia zaworów – 0-30° OWK
- c) nie można przestawiać skoku zaworu

Koło zębate

Wałek rozrządu

Kanał późnego  
otwarcia zaworu  
dolotowego

Kanał wczesnego  
otwarcia zaworu  
dolotowego



# Krzywki o różnych zarysach

- trzy dźwigienki jednostronne uruchamiają dwa zawory, każda dźwigienka sterowana jest osobną krzywką
  - pierwotna i wtórna dźwigienka współpracują z krzywkami o małym wzniosie i łagodnym profilu
  - środkowa krzywka ma ostry profil i duży maksymalny wznios

Wałki rozrządu

Ustawienie wałka rozrządu przy dużej prędkości obrotowej

Ogranicznik ze sprężyną cofającą

Rygiel przesuwny B

Rygiel przesuwny A

Zawór dolotowy

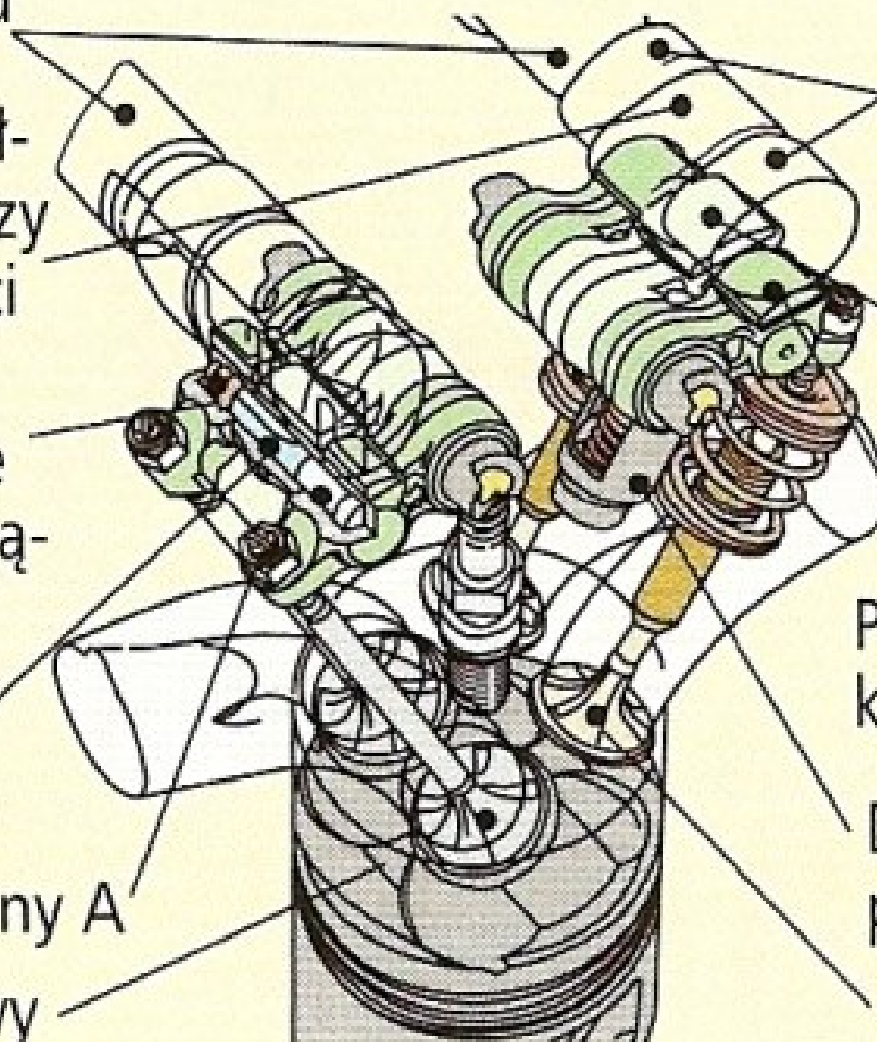
Ustawienie wałka rozrządu przy małej prędkości obrotowej

Środkowa dźwigienka jednostronna

Pierwotna dźwigienka jednostronna

Dźwigienka podtrzymująca

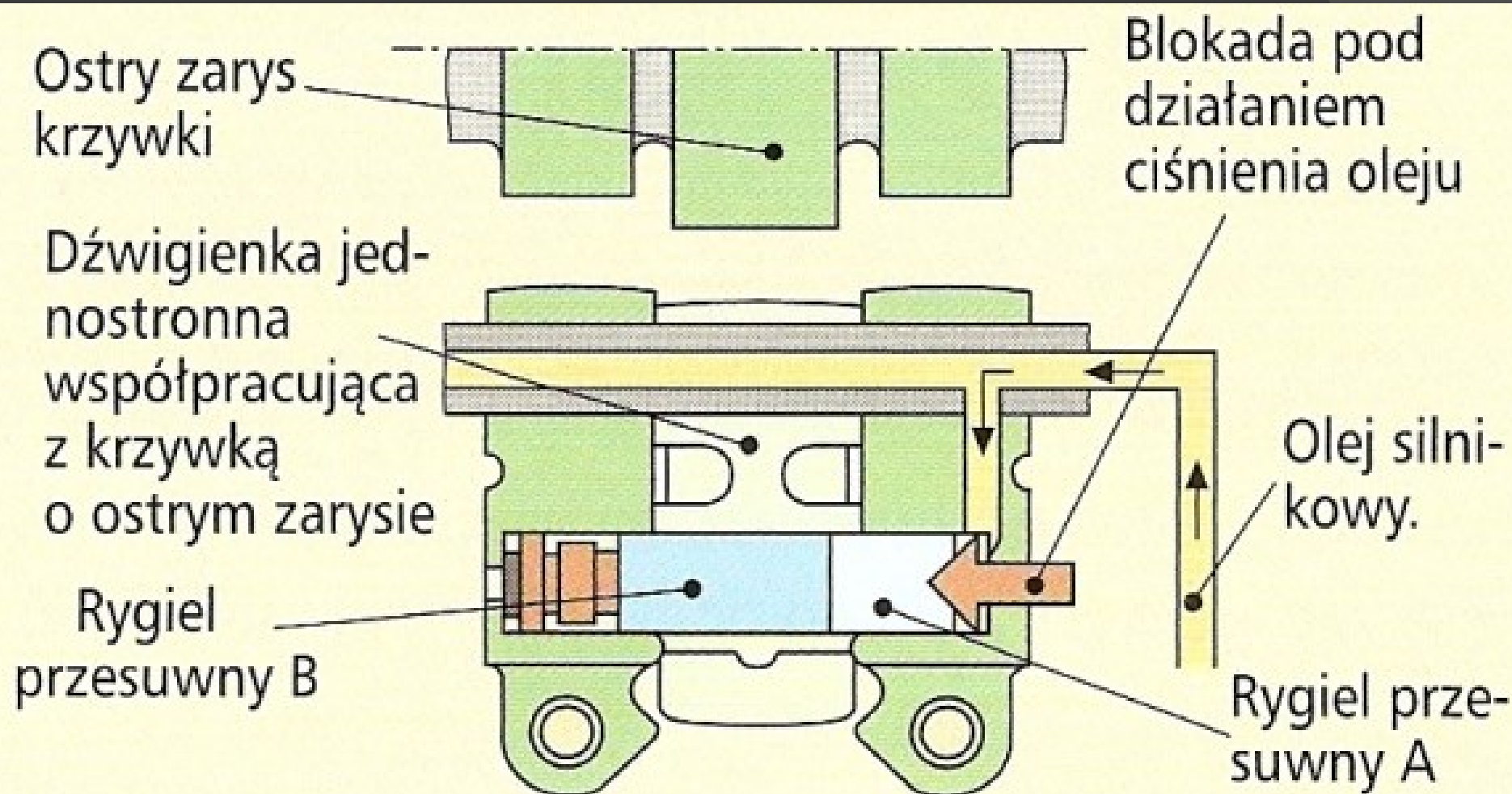
Zawór wylotowy





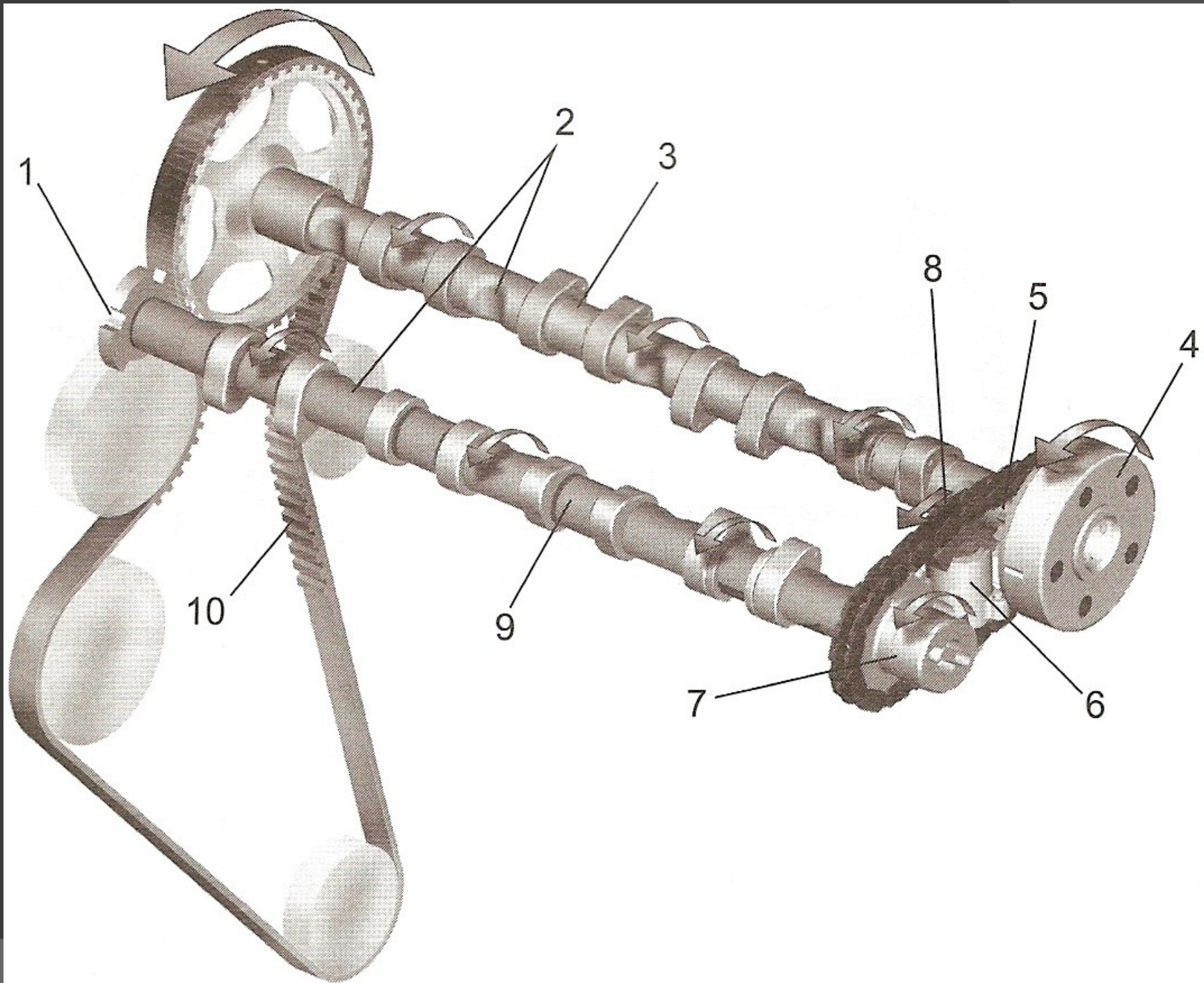
# Krzywki o różnych zarysach

- a) przy małych prędkościach obrotowych  $n$ 
  - środkowa dźwigienka odblokowana przez dźwigienkę podtrzymującą, drga swobodnie nie wykonując żadnej funkcji
- b) przy dużych prędkościach obrotowych  $n$ 
  - rygiel blokuje wszystkie dźwigienki, ale tylko środkowa ma kontakt z krzywką
- c) można dopasować czasy otwarcia i zamknięcia ZD i ZW oraz skok zaworu i przekrój przepływu między zaworem a gniazdem

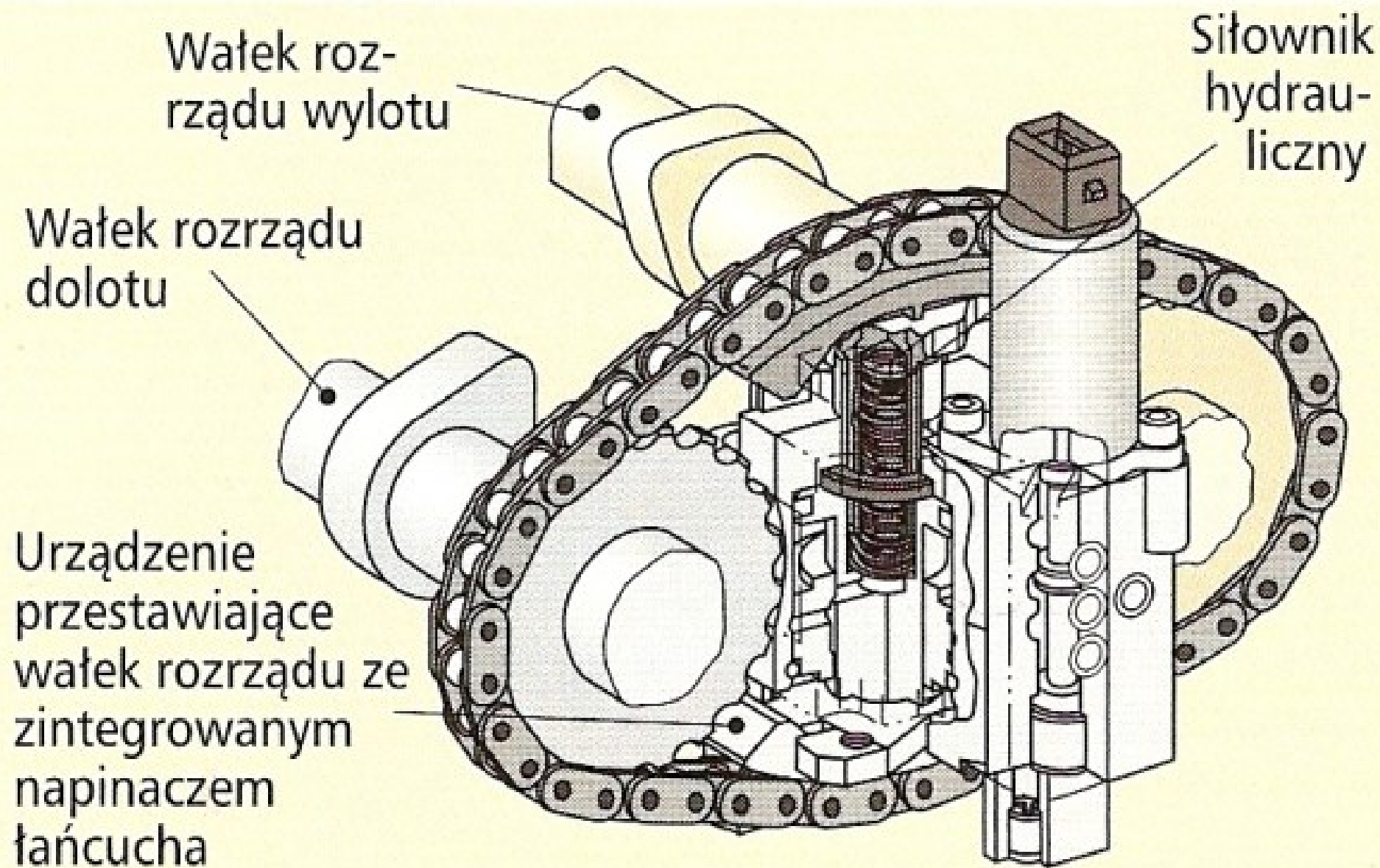


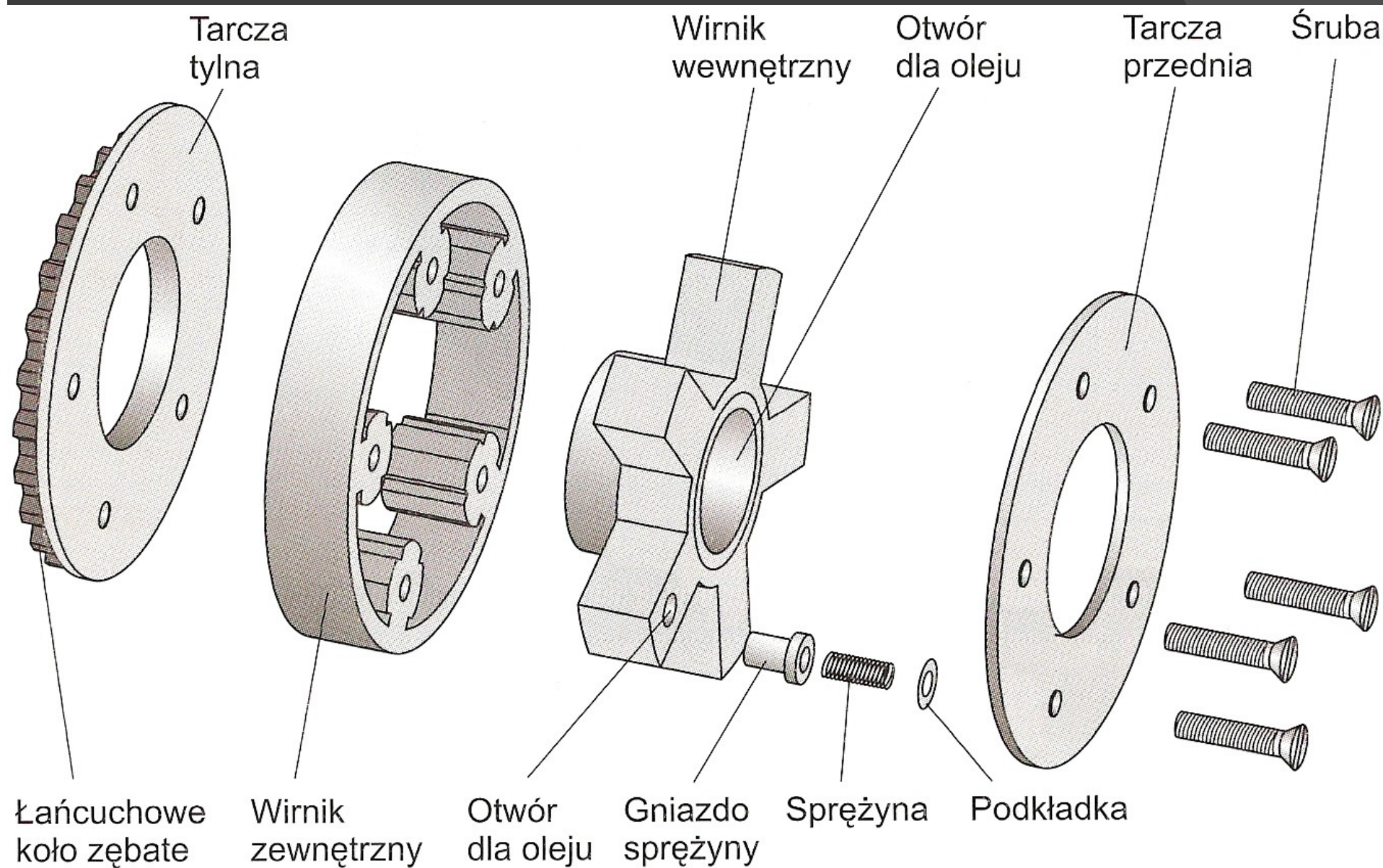
# System VarioCam

- a) siłownik hydrauliczny może przesuwając łańcuch do góry lub w dół przez co zmienia się kąt obrotu wałka ZD
- b) nie można przestawić skoku zaworu, tylko czas współotwarcia





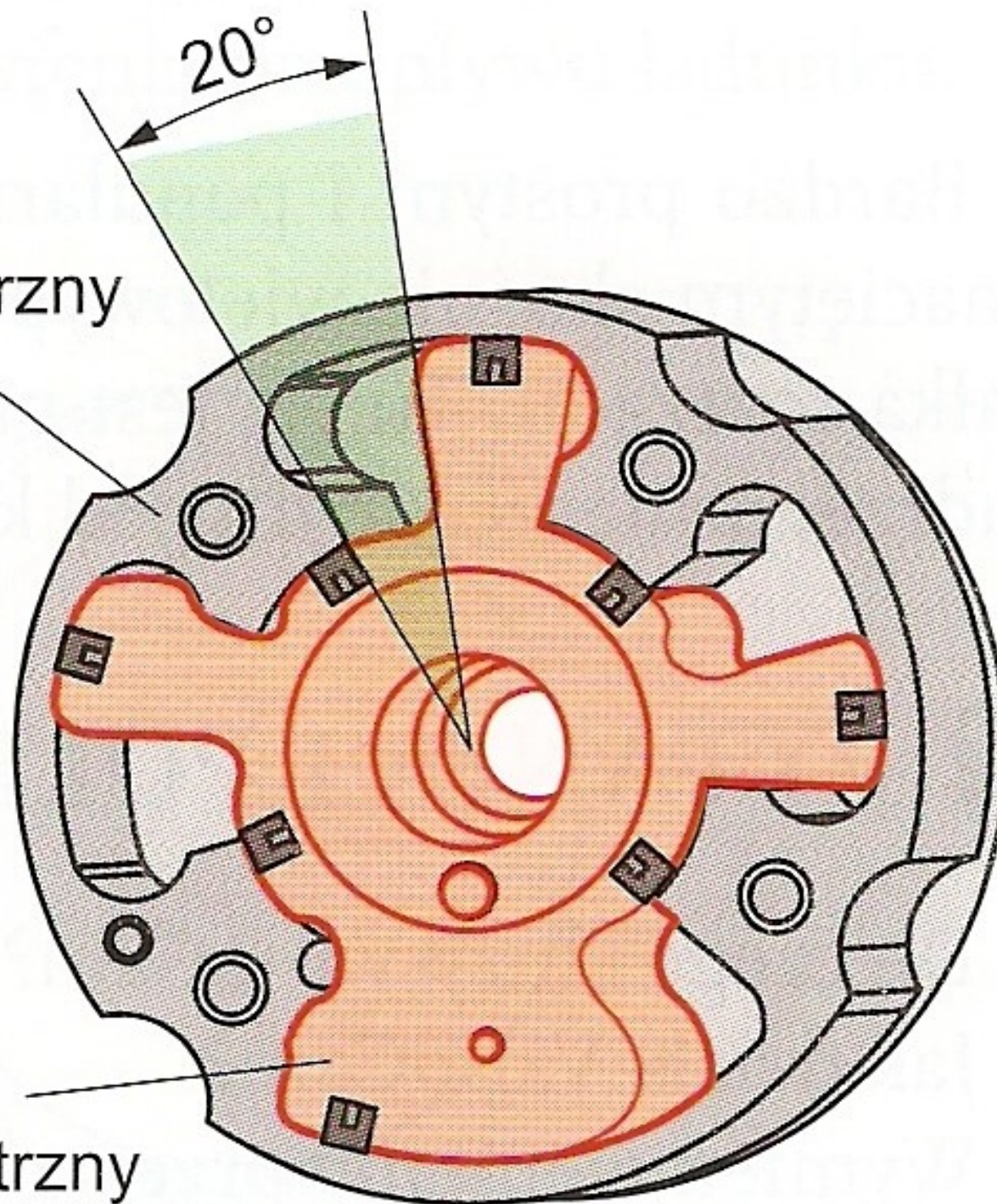






Wirnik  
zewnątrzny

Wirnik  
wewnętrzny



# **ZMIENNE WZNIOSY ZAWORÓW**

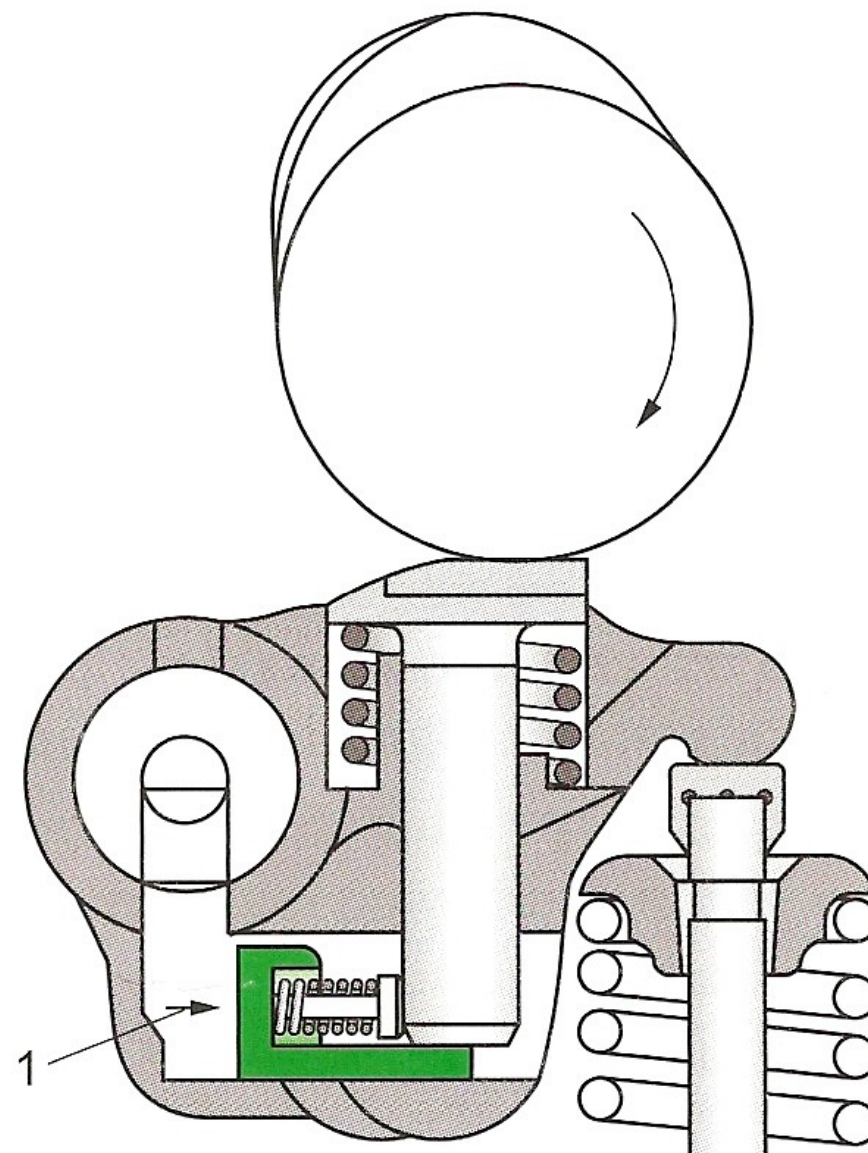
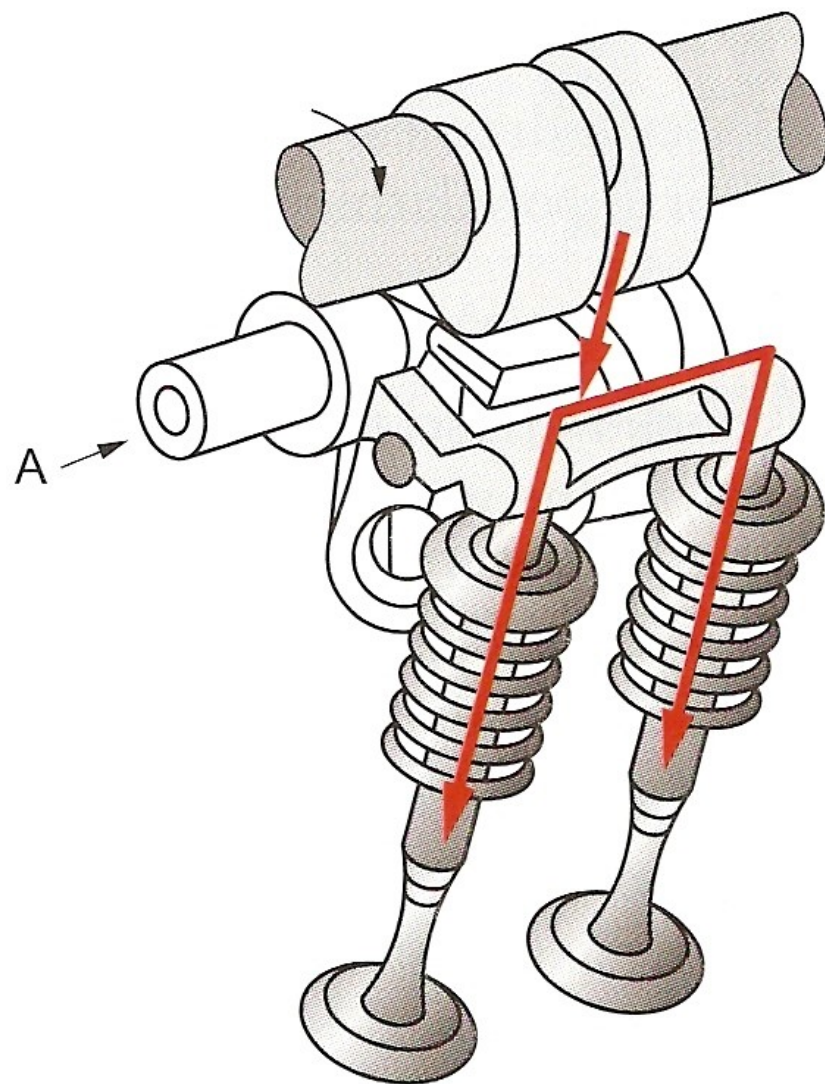


# Zadania zmiennych wzniósów

- a) ograniczenie oporów przepływu przy dużych prędkości obrotowych  $n$
- b) regulacja ilości zasysanego ładunku

# Dwie krzywki na zawór

- a) jedna krzywka współpracuje z rolką dźwigni przy małej i średniej prędkości obrotowej
- b) druga krzywka jest dołączana przy dużej prędkości obrotowej



Widok A

# Krzywki o różnych zarysach

- a) trzy dźwigienki jednostronne uruchamiają dwa zawory, każda dźwigienka sterowana jest osobną krzywką
- pierwotna i wtórna dźwigienka współpracują z krzywkami o małym wzniosie i łagodnym profilu
  - środkowa krzywka ma ostry profil i duży maksymalny wznios



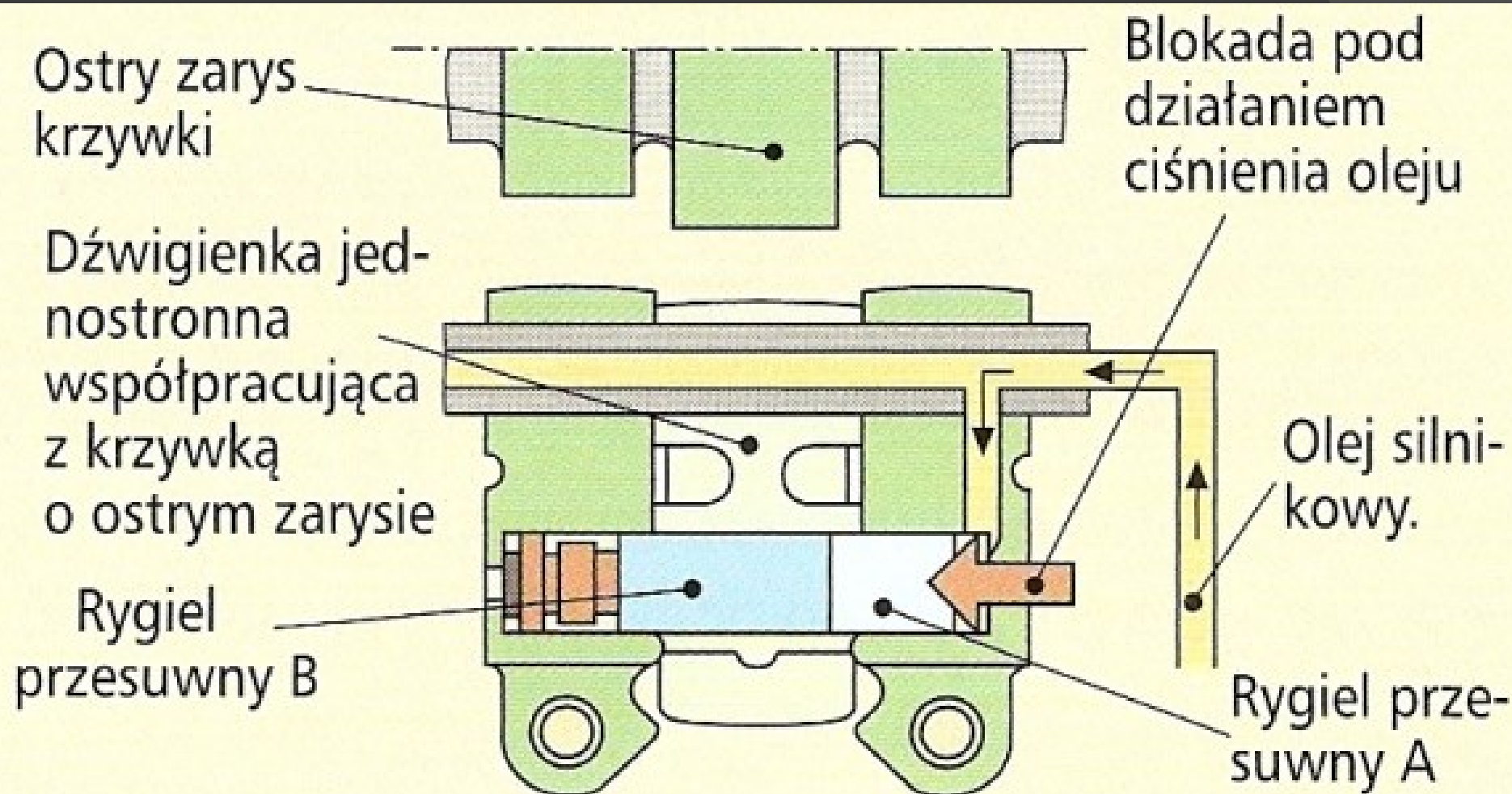
# Krzywki o różnych zarysach

## b) przy małych prędkościach obrotowych

- środkowa dźwigienka odblokowana przez dźwigienkę podtrzymującą, drga swobodnie nie wykonując żadnej funkcji

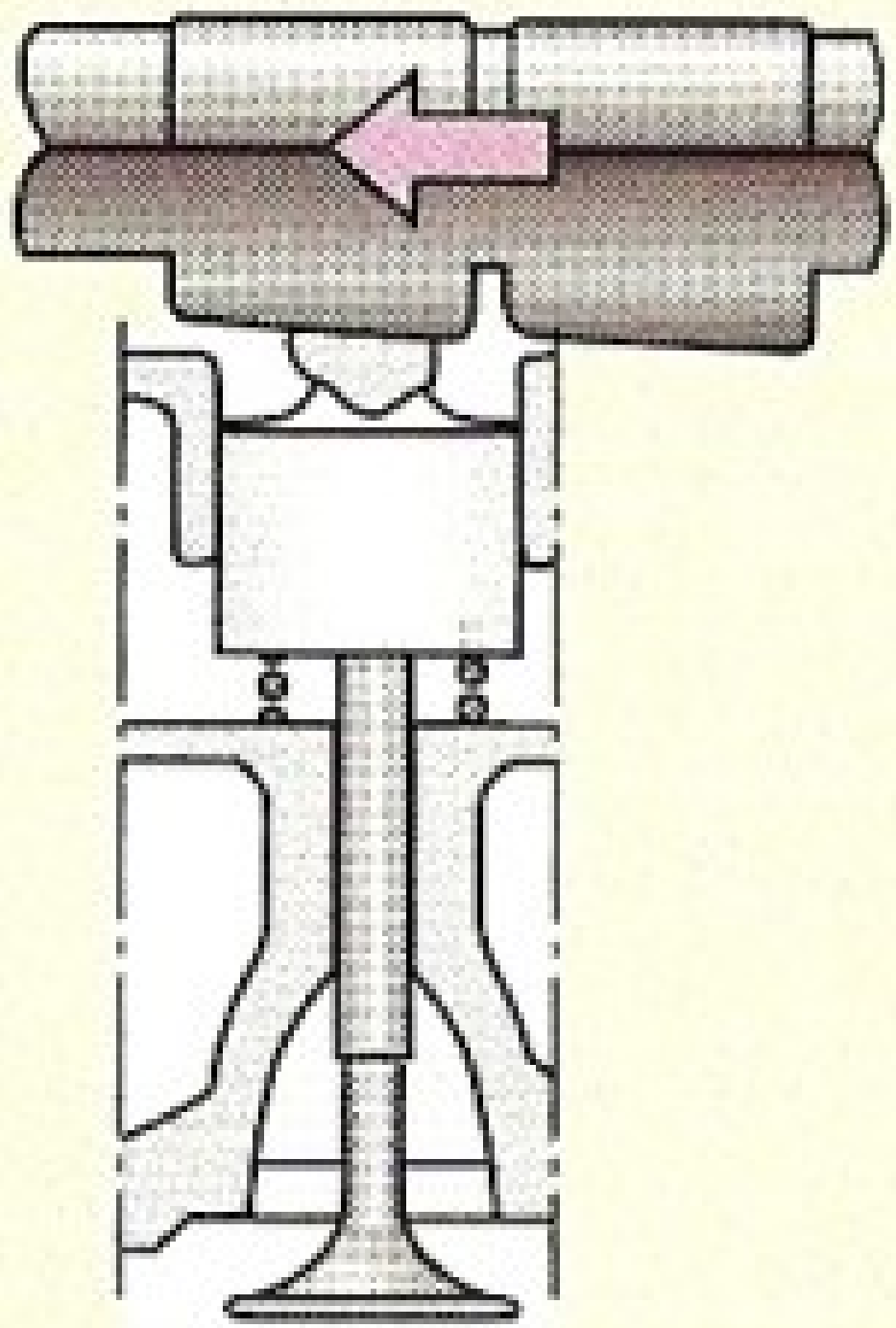
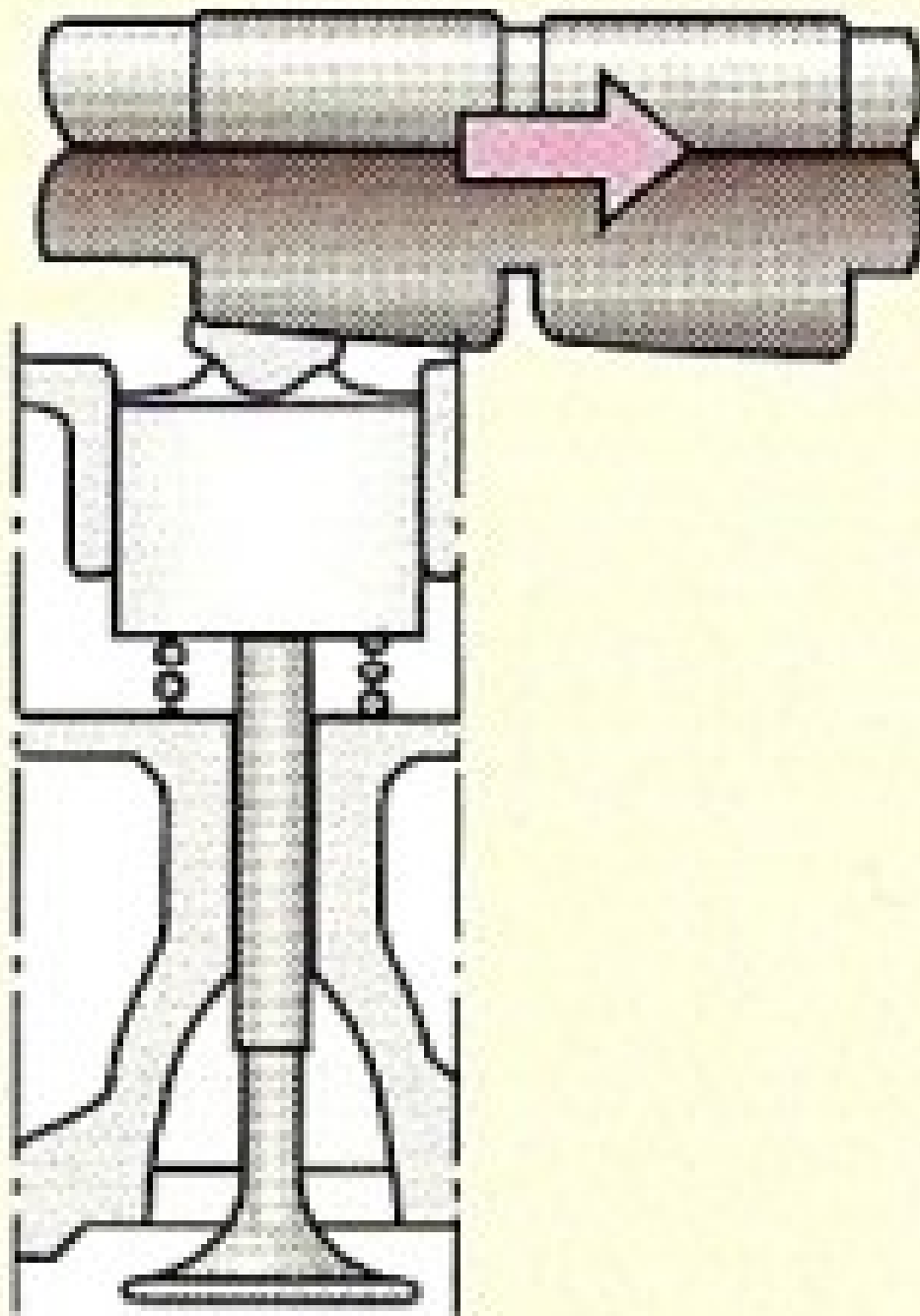
## c) przy dużych prędkościach obrotowych

- rygiel blokuje wszystkie dźwigienki, ale tylko środkowa ma kontakt z krzywką



# Krzywki progresywne

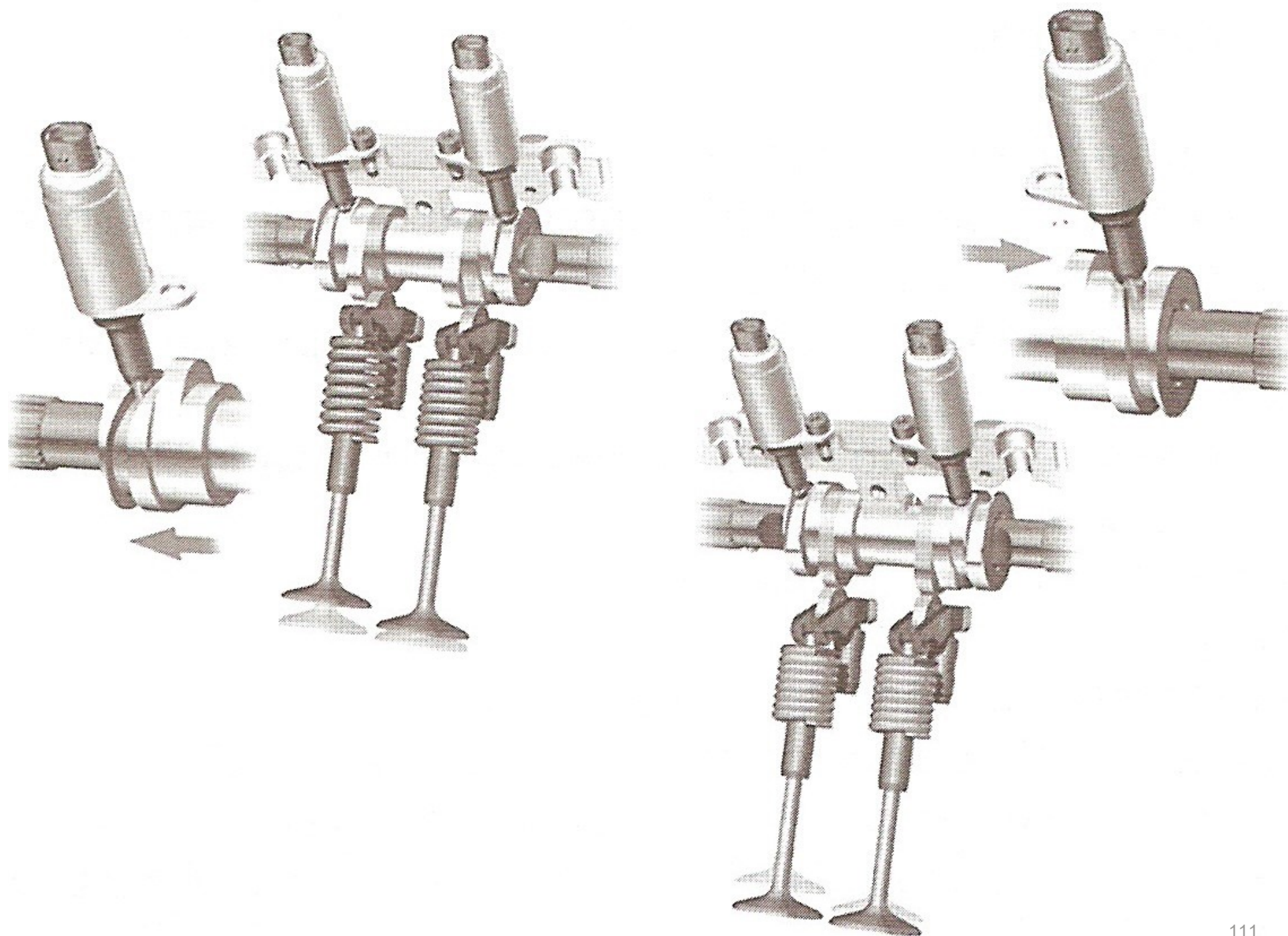
- a) wałek rozrządu z krzywkami o ukośnej powierzchni jest osiowo przesuwany nad popychaczem szklankowym
- b) całkowicie zmienny skok i przekrój otwarcia
- c) ścieranie współpracujących powierzchni
- d) dodatkowa siła obciążająca





# Krzywki z dwoma zarysami

- element krzywkowy z dwoma zarysami i dwoma zaworami elektromagnetycznymi



# Zawory sterowane elektroniczno-mechanicznie

- a) regulacja zgodnie z fazami rozrządu
- b) niewiele elementów mechanicznych
  - brak wałka rozrządu i jego napędu
- c) niezbyt trwałe
- d) problem doprowadzenia energii do napędu

