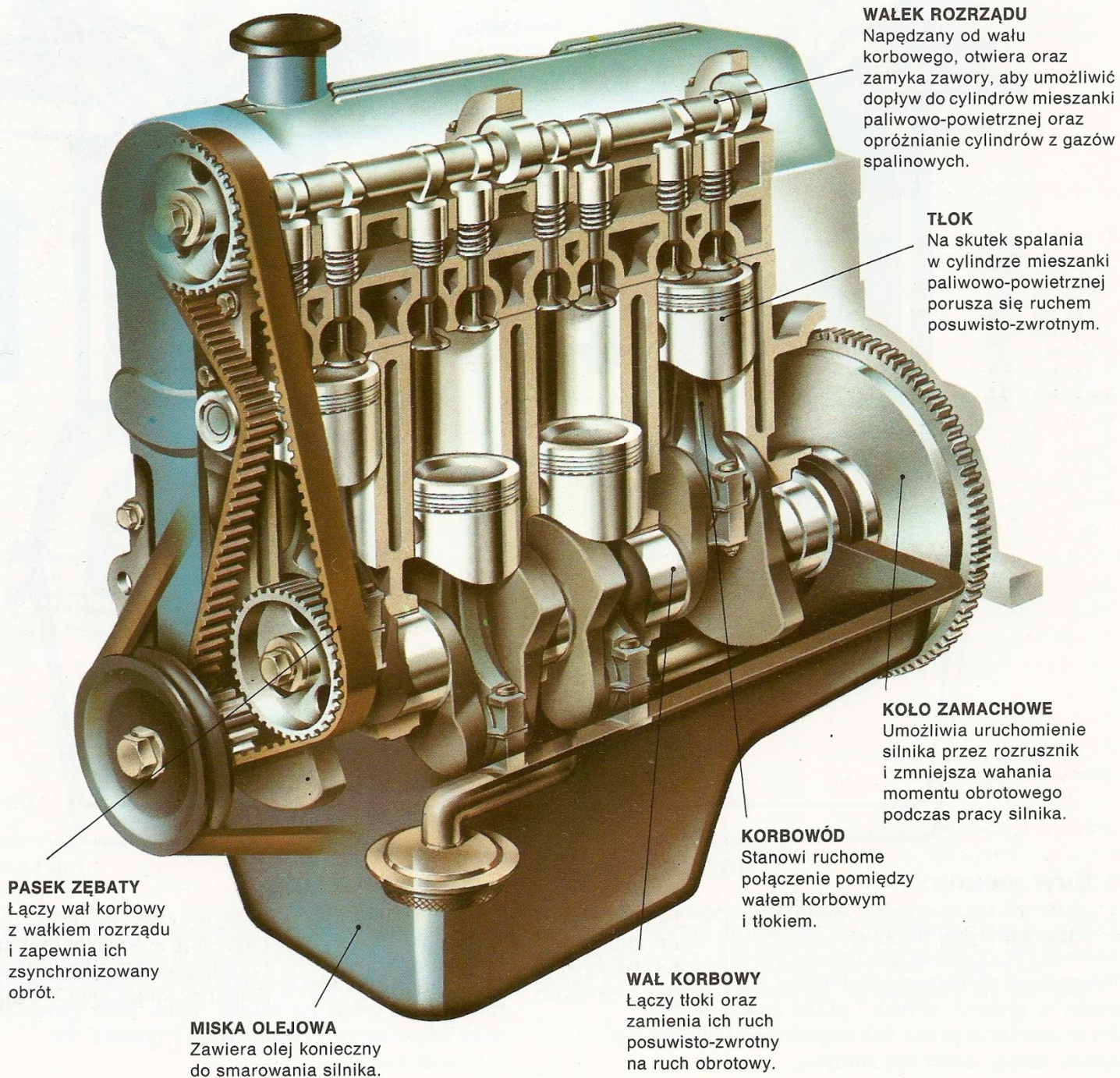


# RODZAJE UKŁADÓW ROZRZĄDU

# Zadanie układu rozrządu

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



### 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.

### PASEK ZĘBATY

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

### MISKA OLEJOWA

Zawiera olej konieczny do smarowania silnika.

# 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

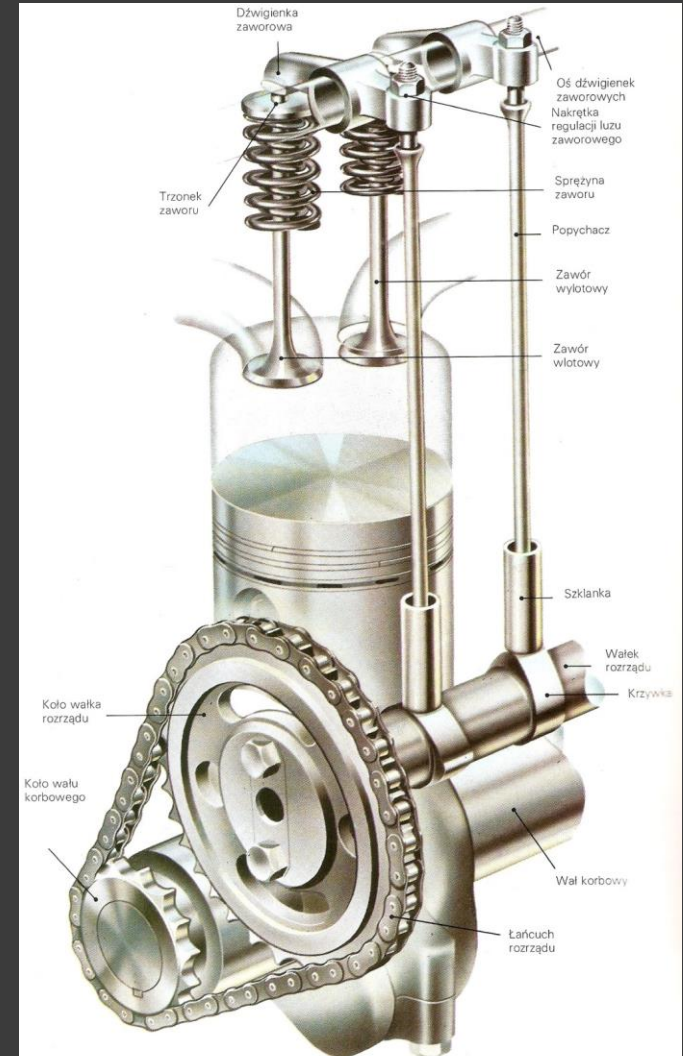
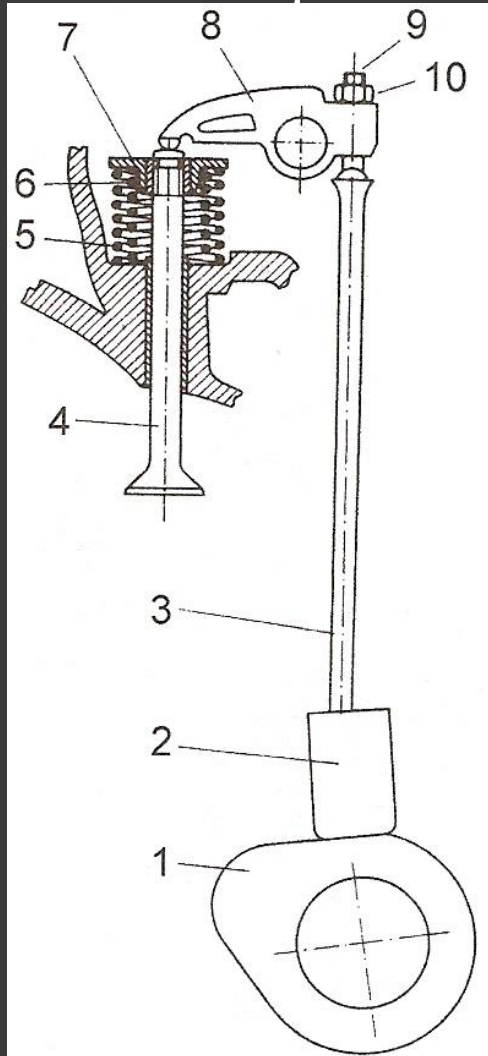
## e) możliwość zastosowania więcej niż dwóch zaworów na cylinder



# Rodzaje rozrządu górnozaworowego

## a) OHV – (*overhead valves*)

- wałek rozrządu w dolnej części kadłuba



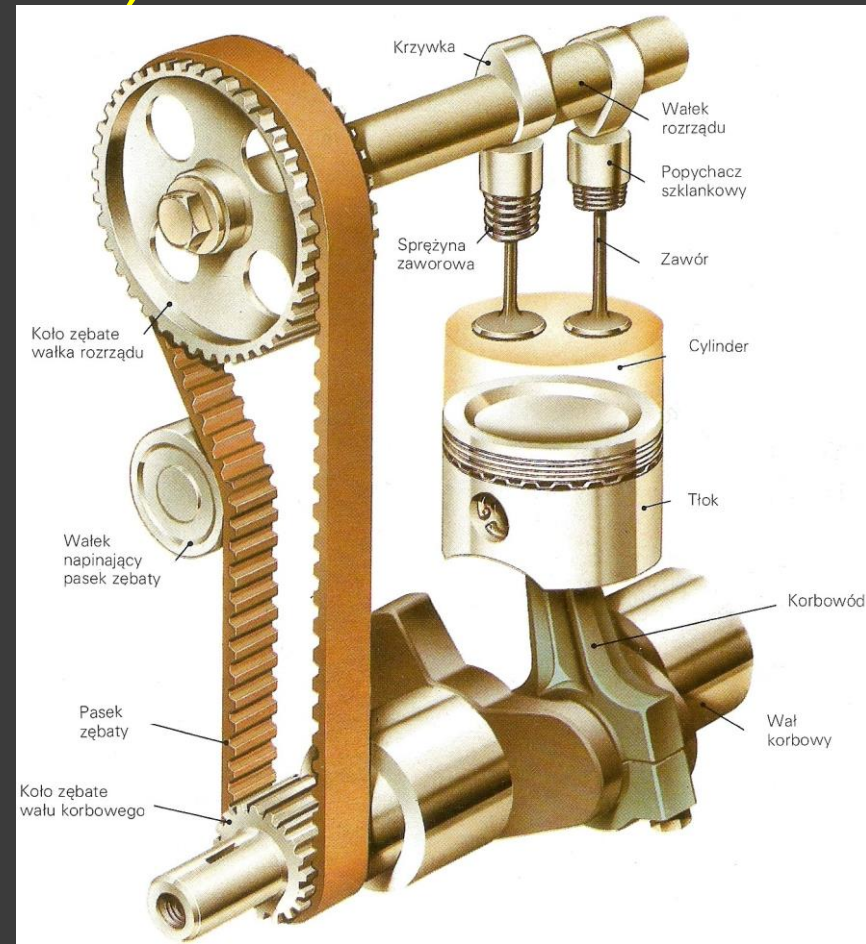
# Rodzaje rozrządu górnozaworowego

## 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*)

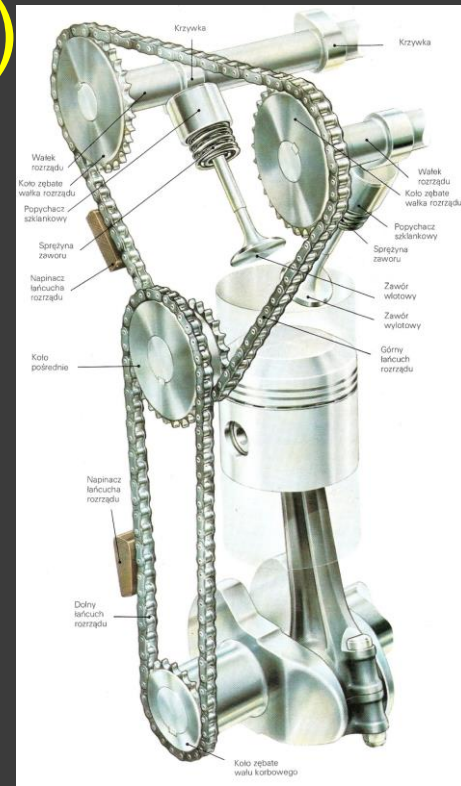
- wałek rozrządu w dolnej części kadłuba

## b) OHC – (*overhead camshaft*)

- wałek rozrządu w głowicy

## c) DOHC (*double overhead camshaft*)

- dwa wałki rozrządu w głowicy

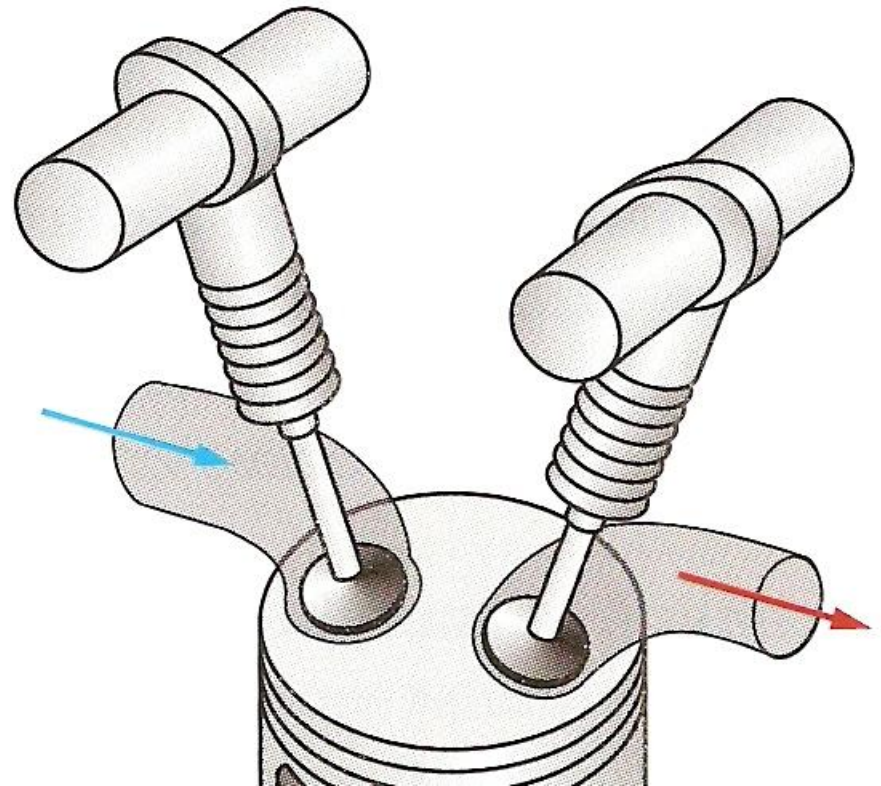


# Układy wielozaworowe

- 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

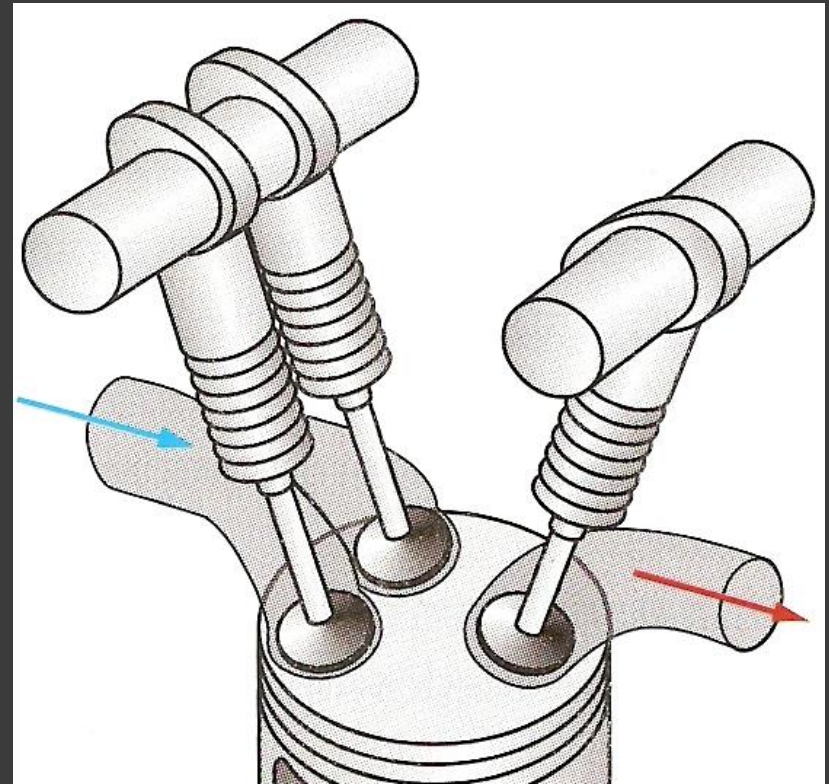
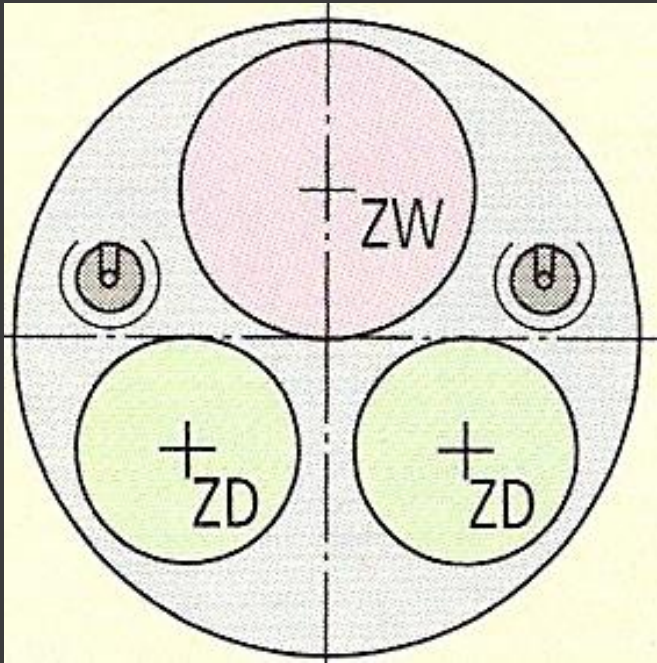
# Układy dwuzaworowe

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



# Układ trójzaworowy

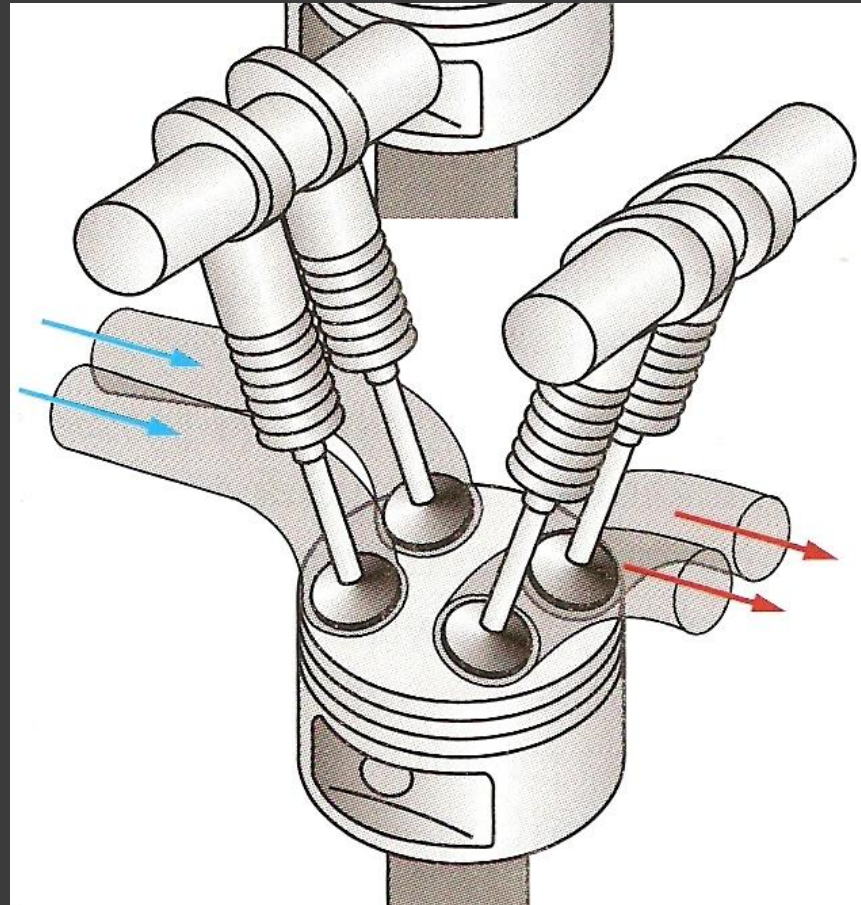
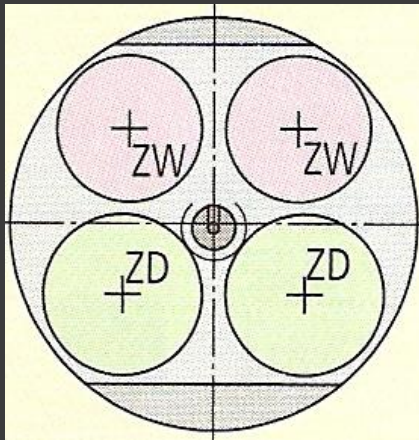
- a) 2 dolotowe, 1 większy wylotowy
- b) 2 świece zapłonowe
- c) sterowanie wałkiem rozrządu
- d) lepsze spalanie mieszanki
- e) nowoczesne silniki





# Układ czterozaworowy

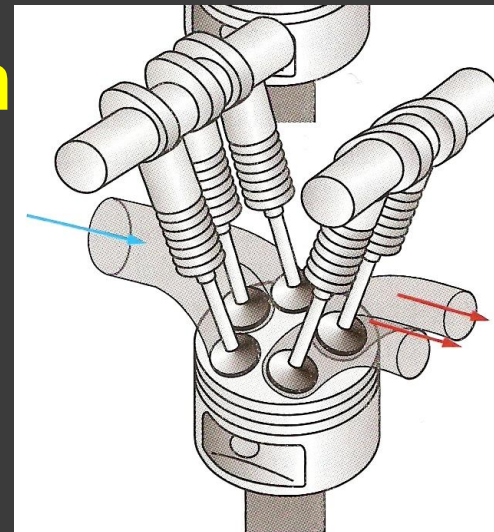
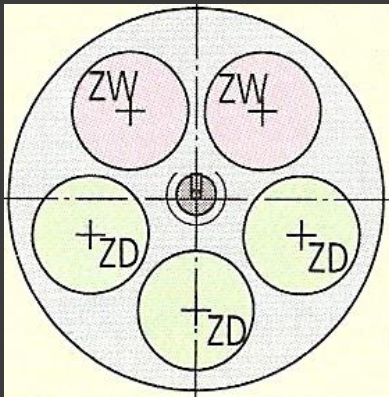
- a) 2 trochę większe dolotowe, 2 wylotowe
- b) świeca zapłonowa umieszczona centralnie
- c) sterowanie ZD i ZW osobnymi wałkami rozrządu
- d) krótka droga płomienia
- e) niewielkie straty ciepła
- f) najpowszechniejszy





# Układ pięciozaworowy

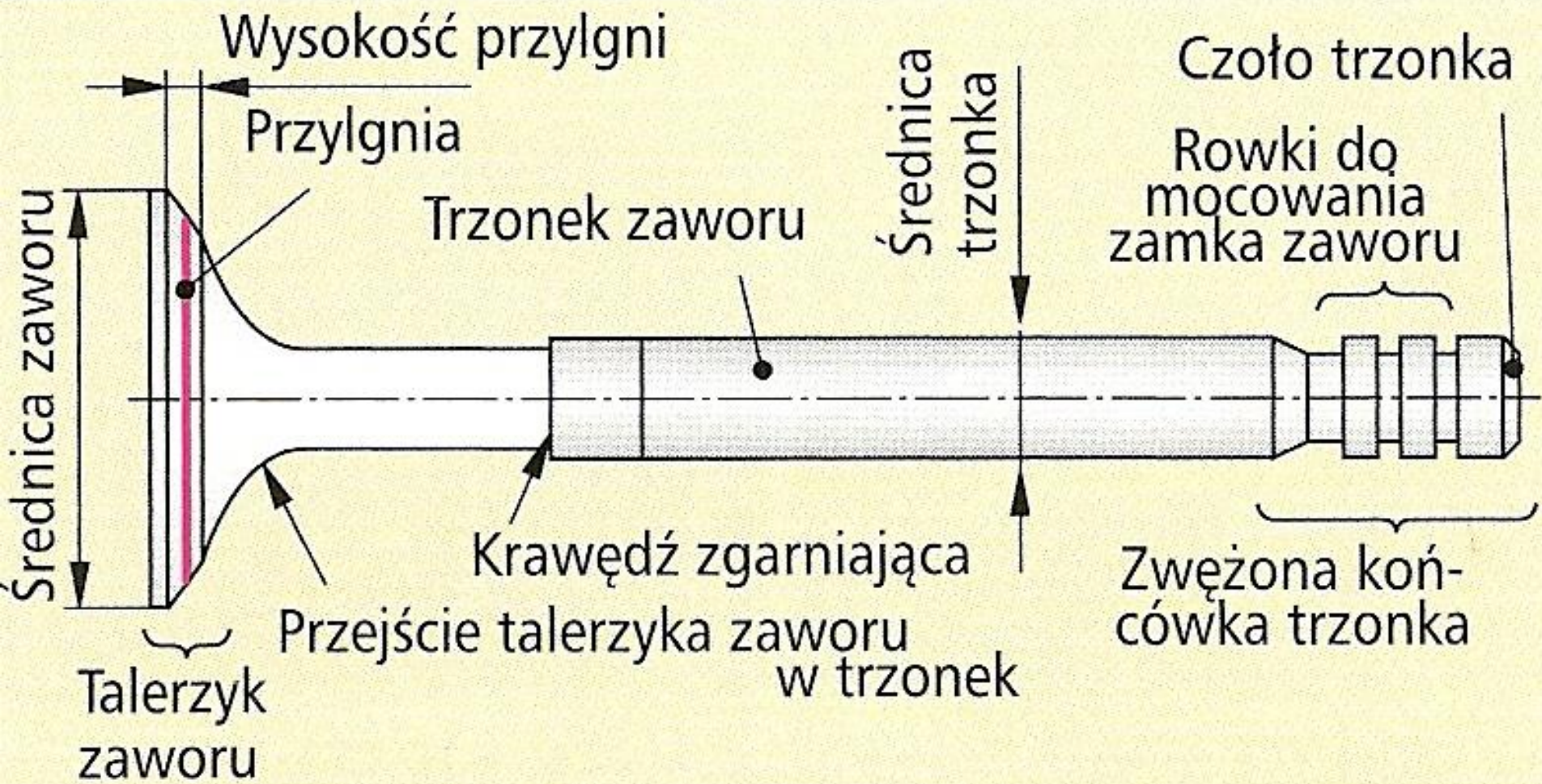
- a) 3 dolotowe, 2 trochę większe wylotowe
- b) świeca zapłonowa umieszczona centralnie
- c) sterowanie jednym wałkiem rozrządu
- d) krótka droga płomienia
- e) optymalny przekrój przepływu
- f) lekkie zawory
- g) więcej elementów konstrukcyjnych



**ZAWORY**

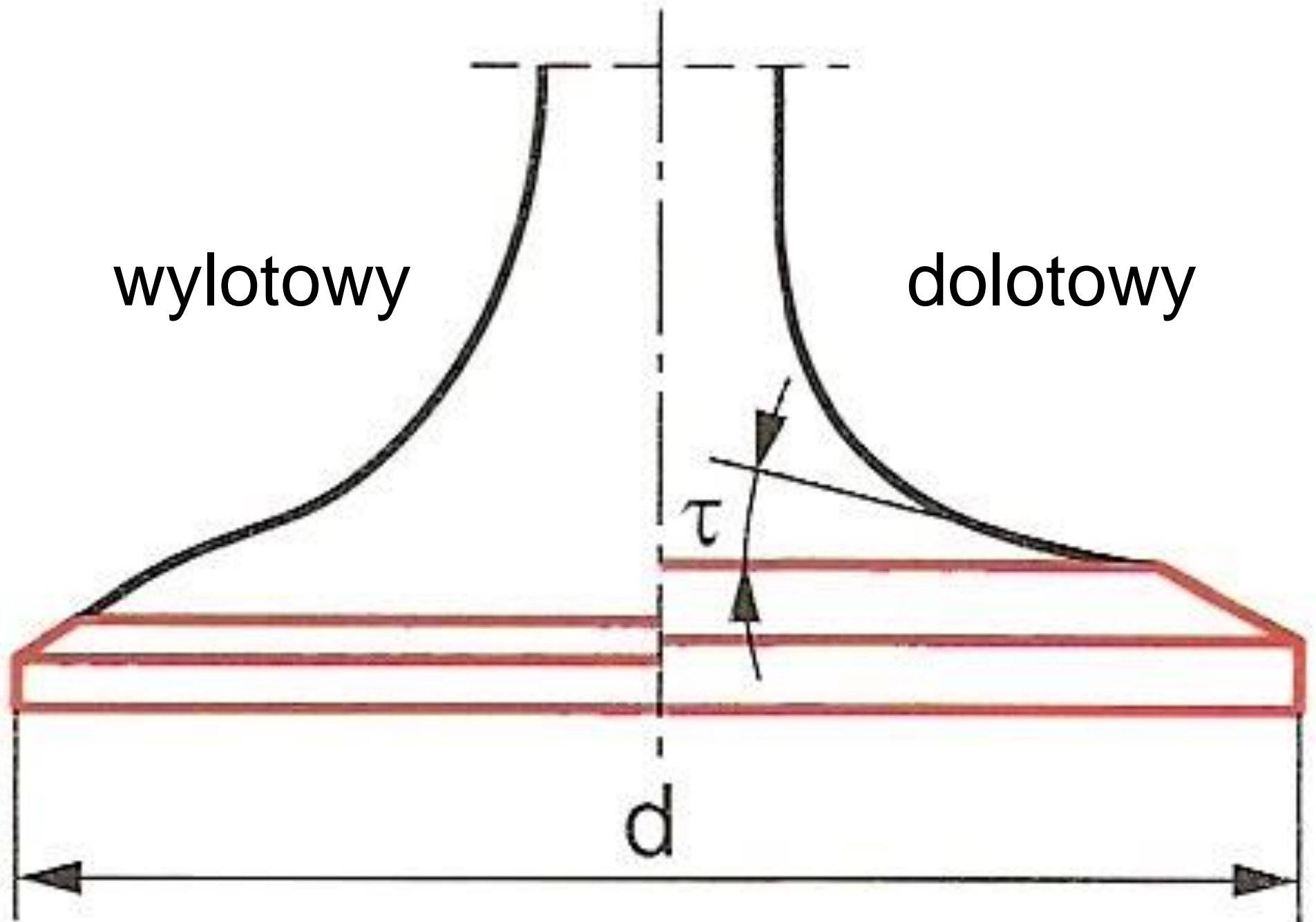
# Budowa zaworu

- 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 wewnątrz cylindra



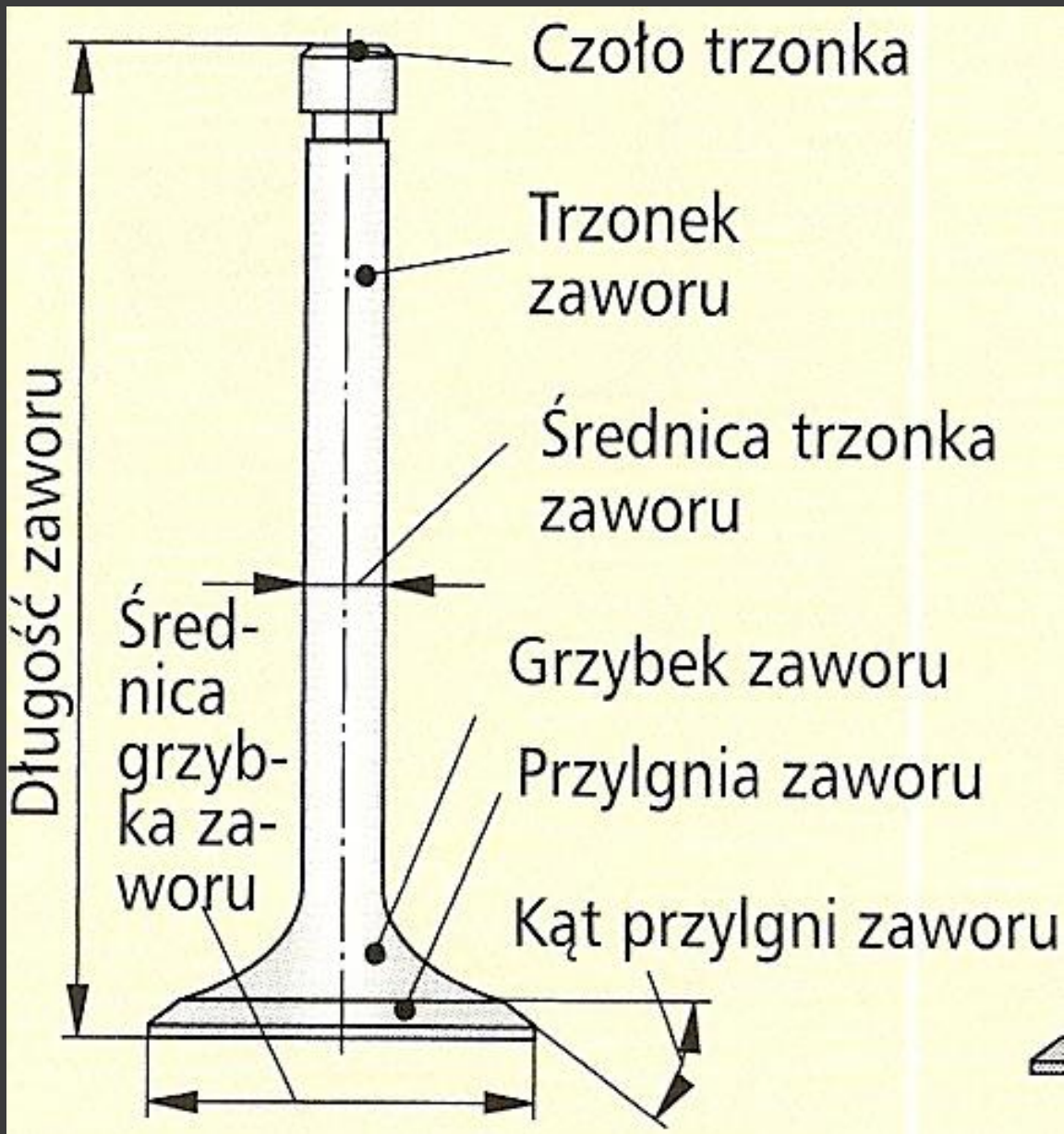
wylotowy

dolotowy



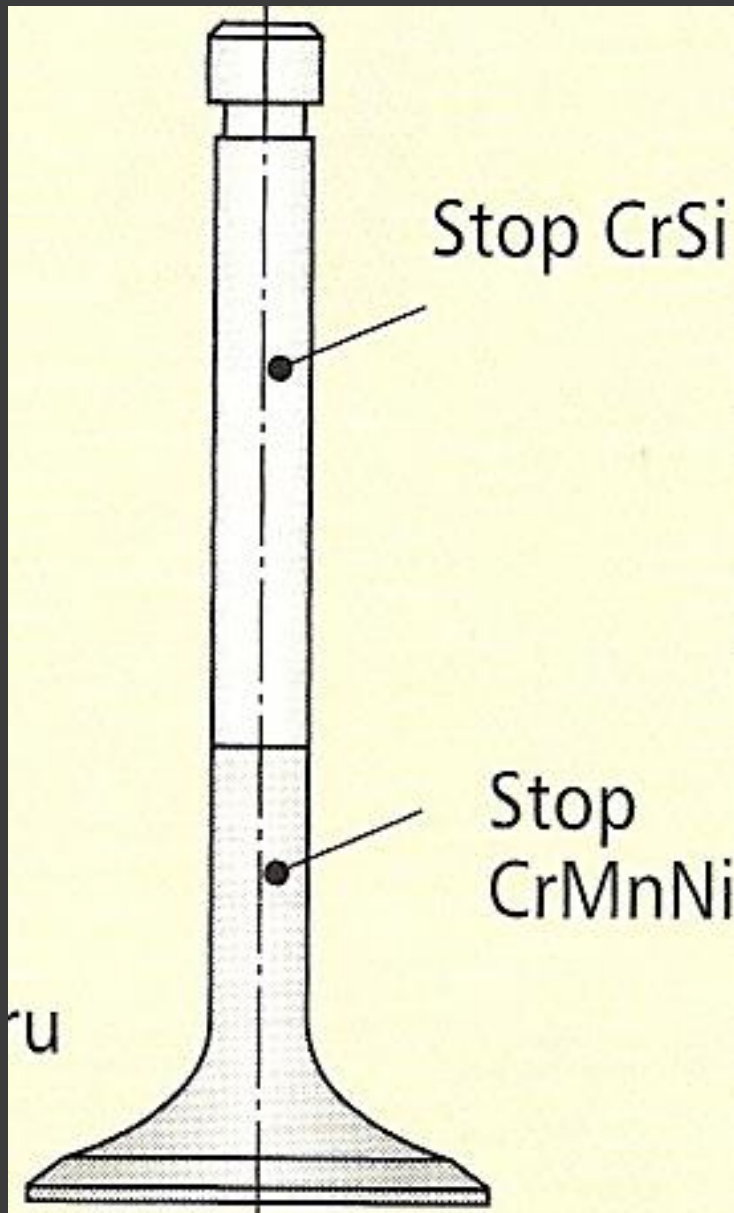


# Zawory jednolite



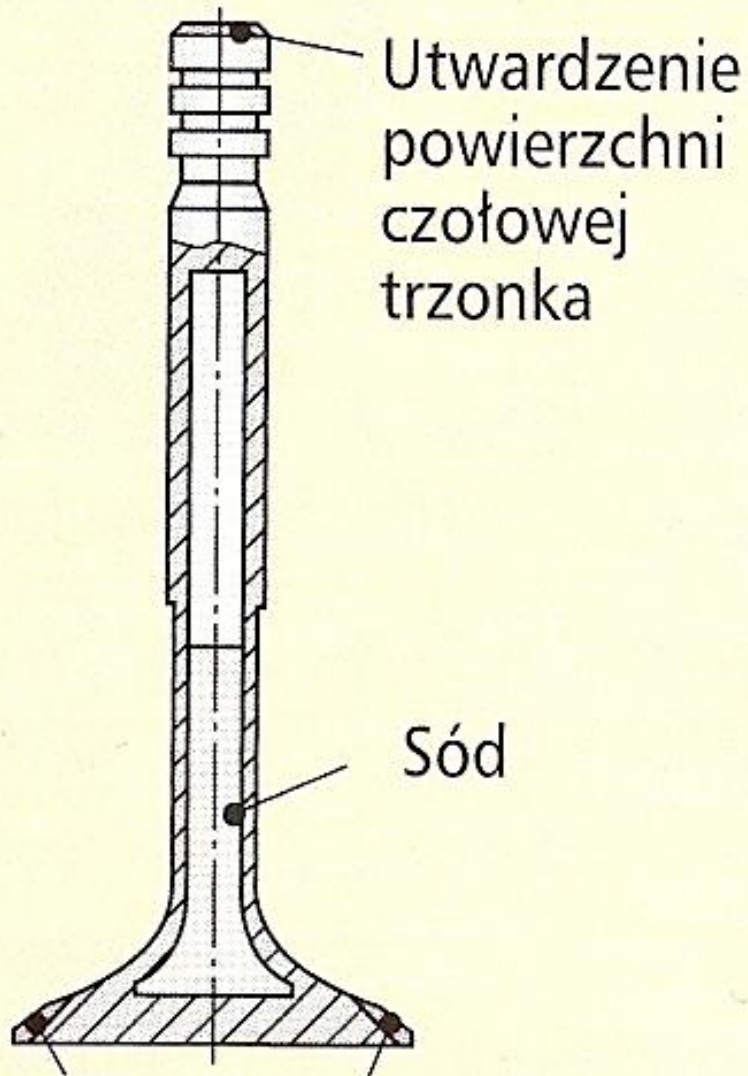
- a) stop CrSi (ZD)  
stop CrMn (ZW)
- b) jednorodny  
hartowany  
materiał na  
przylgnię zaworu

# 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 tarciowo**

# Zawory drażone

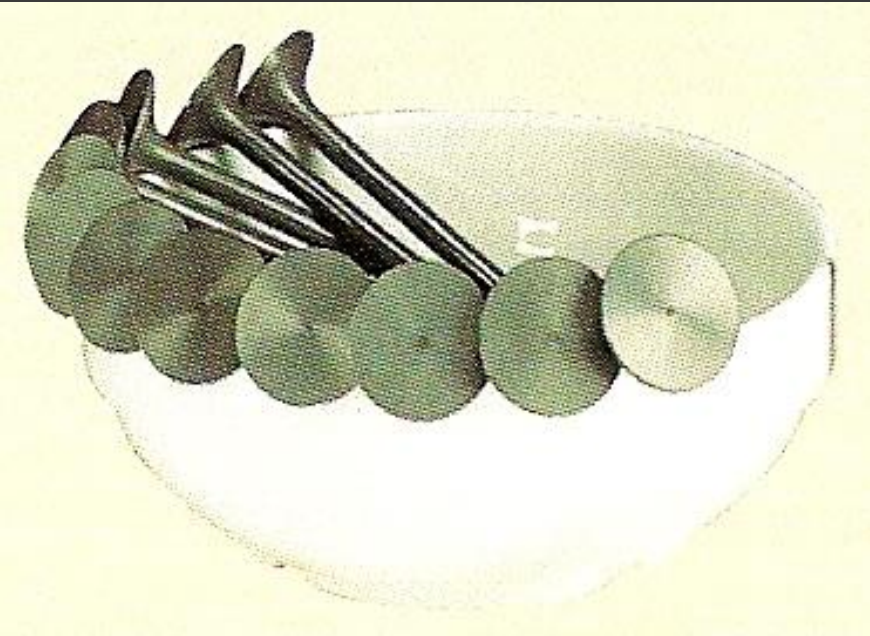


● wypełniony i chłodzony sodem

- odprowadza ciepło od grzybka do trzonka

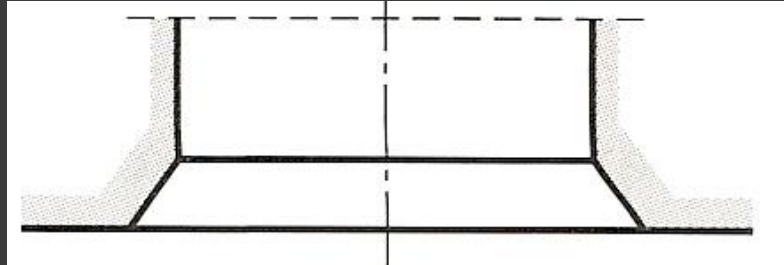
Utwardzona powierzchnia przylgni

# 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

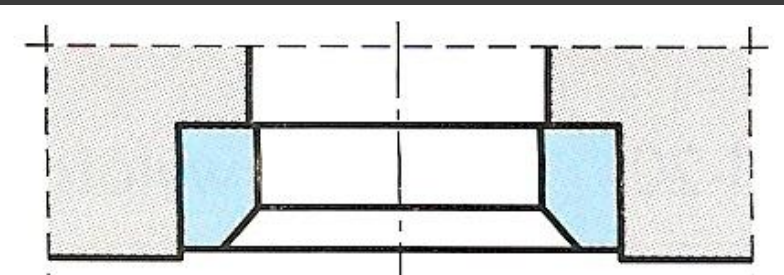
# Gniazda zaworów



- a) w głowicach żeliwnych
- wykonywane bezpośrednio w materiale głowicy

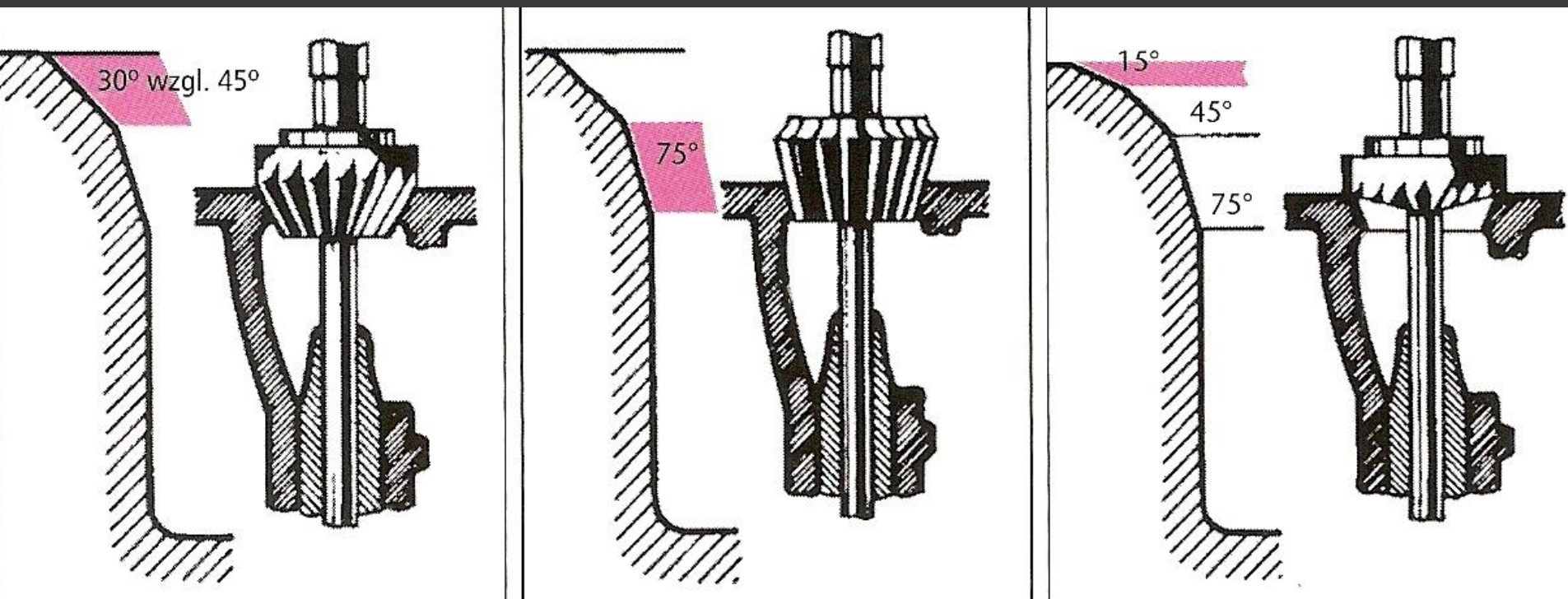
- b) w głowicach ze stopów lekkich

- wstawiane wkładki pierścieniowe
  - żeliwne
  - ze stopów specjalnych



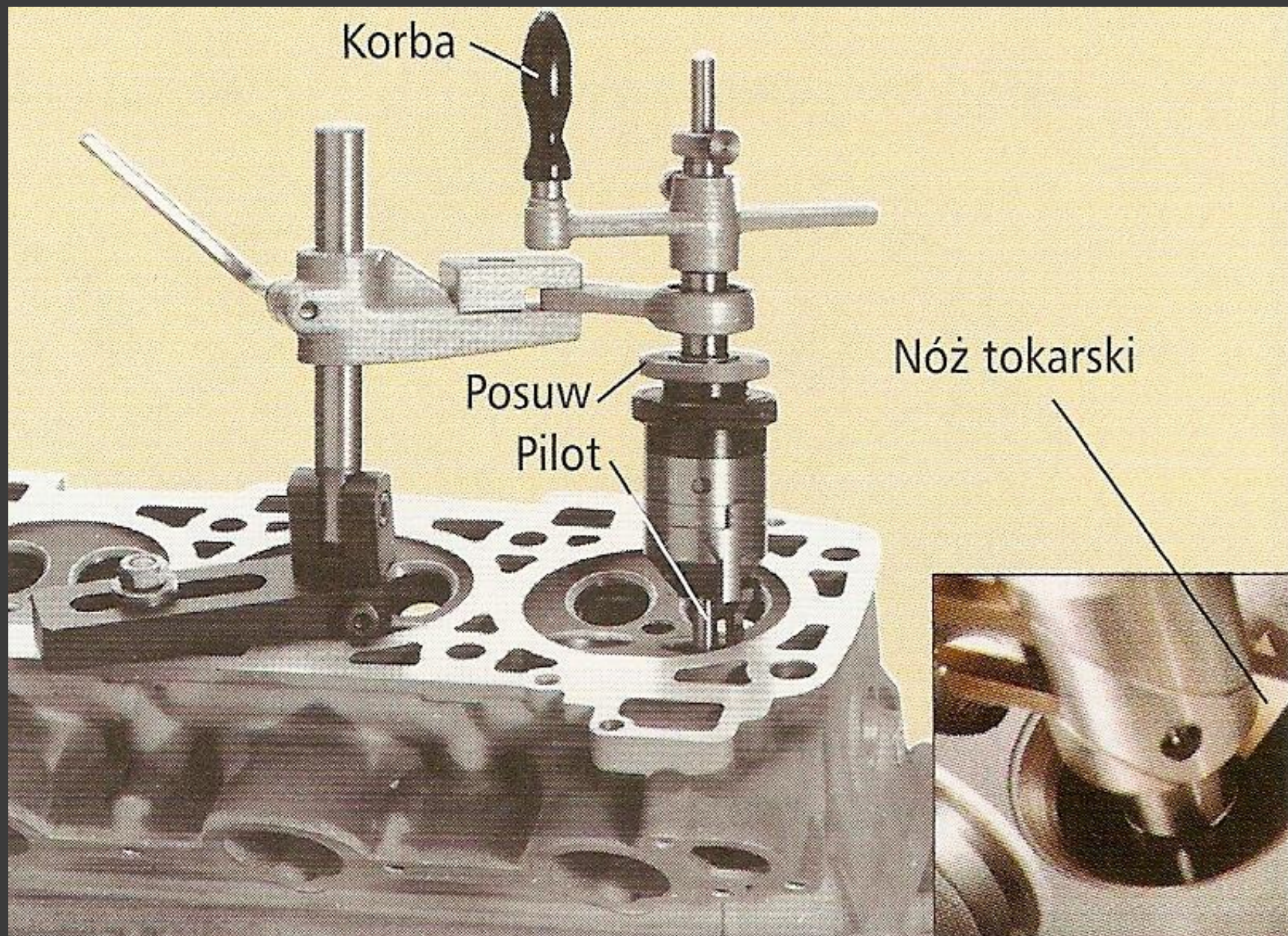


# Trzystopniowe frezowanie gniazda



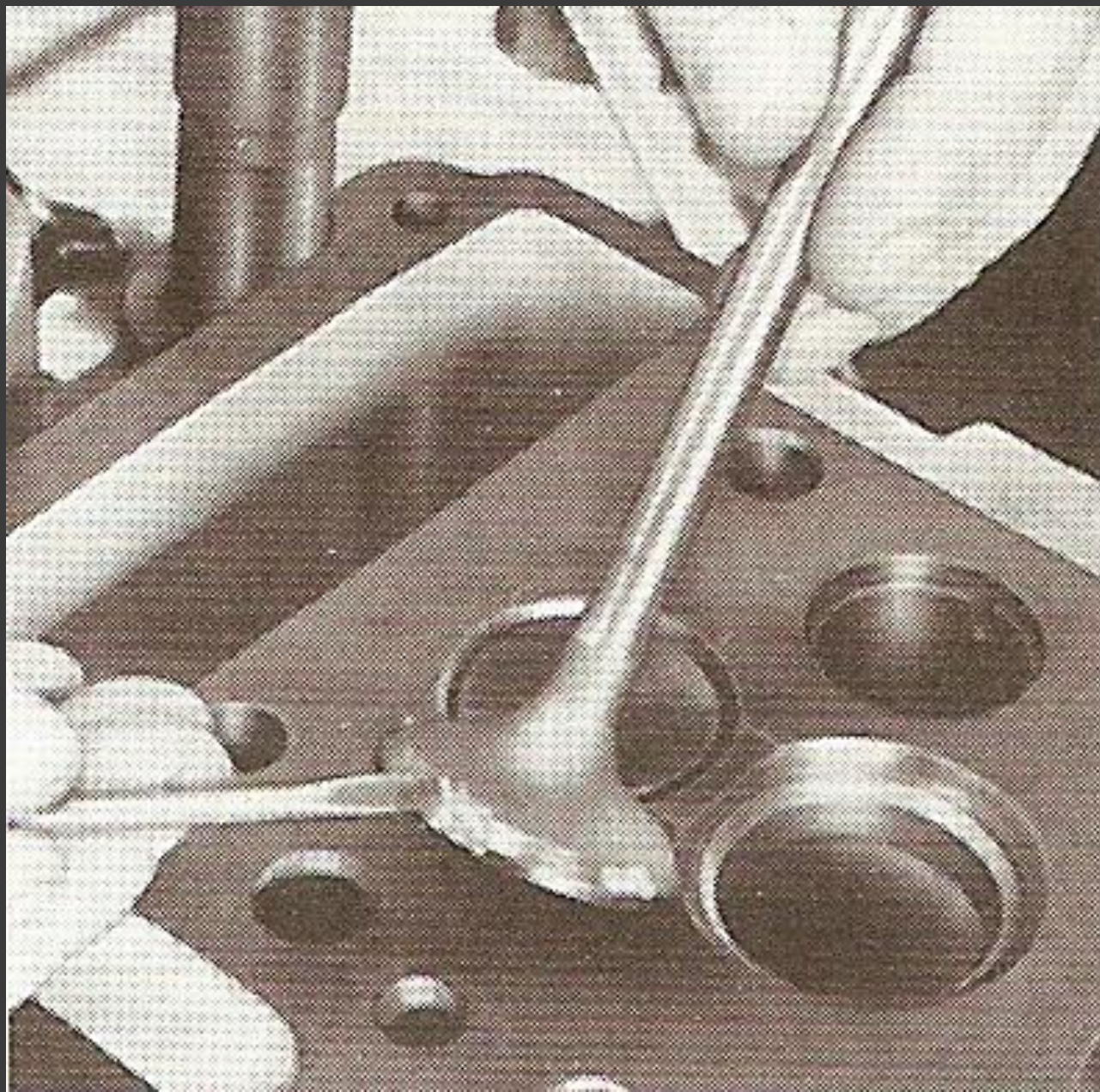


# Wytaczanie gniazda



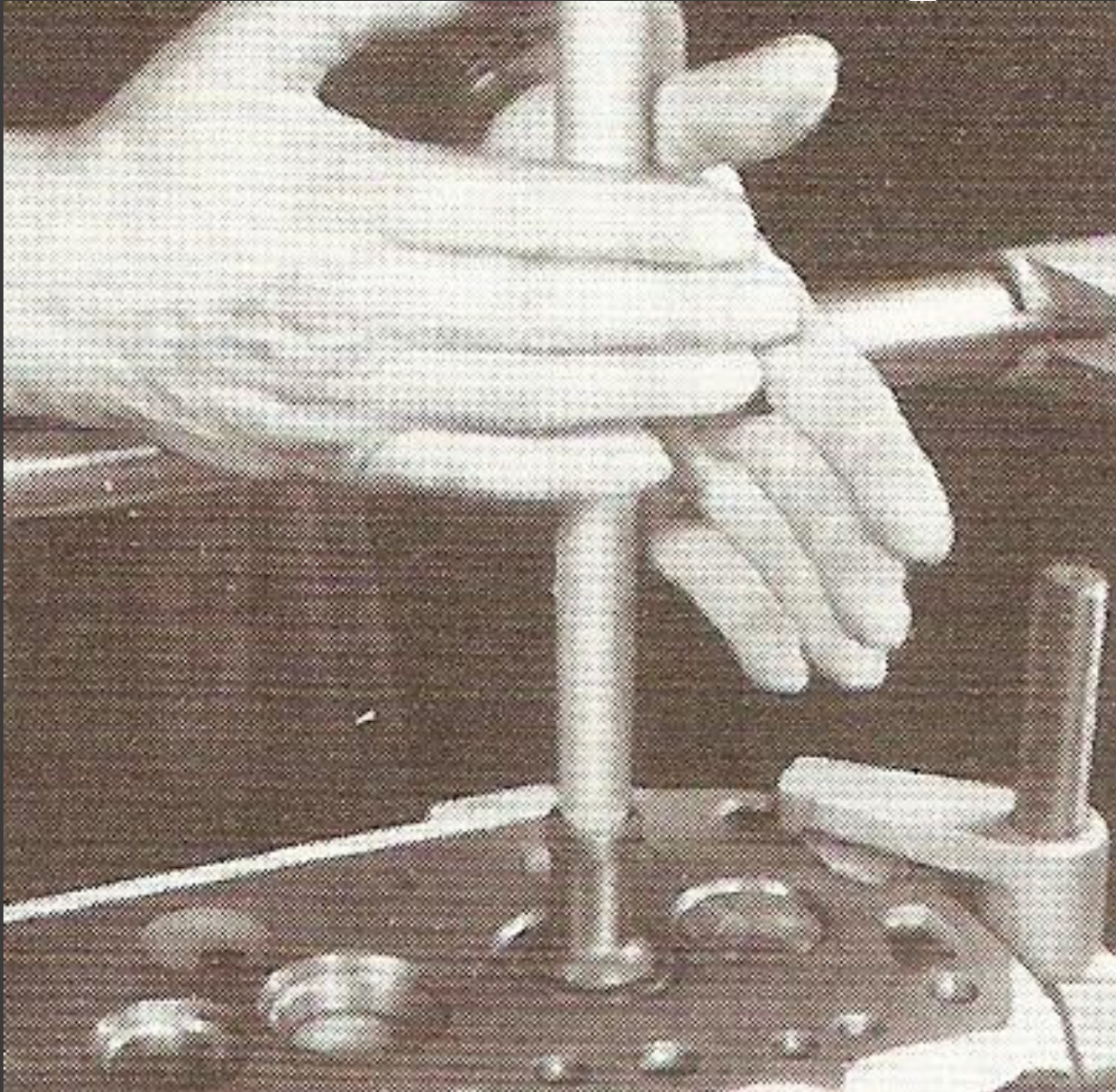


# Docieranie zaworu do gniazda



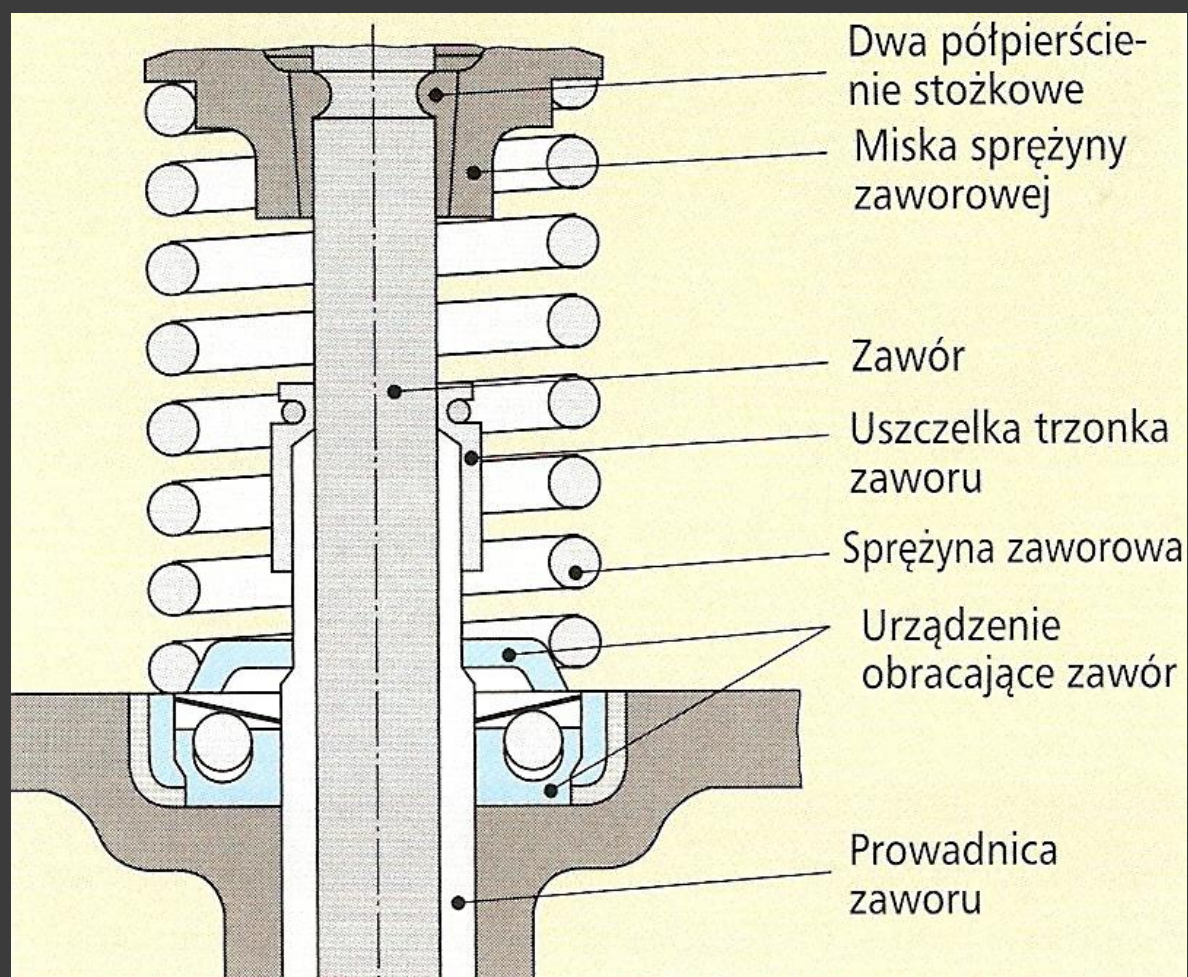
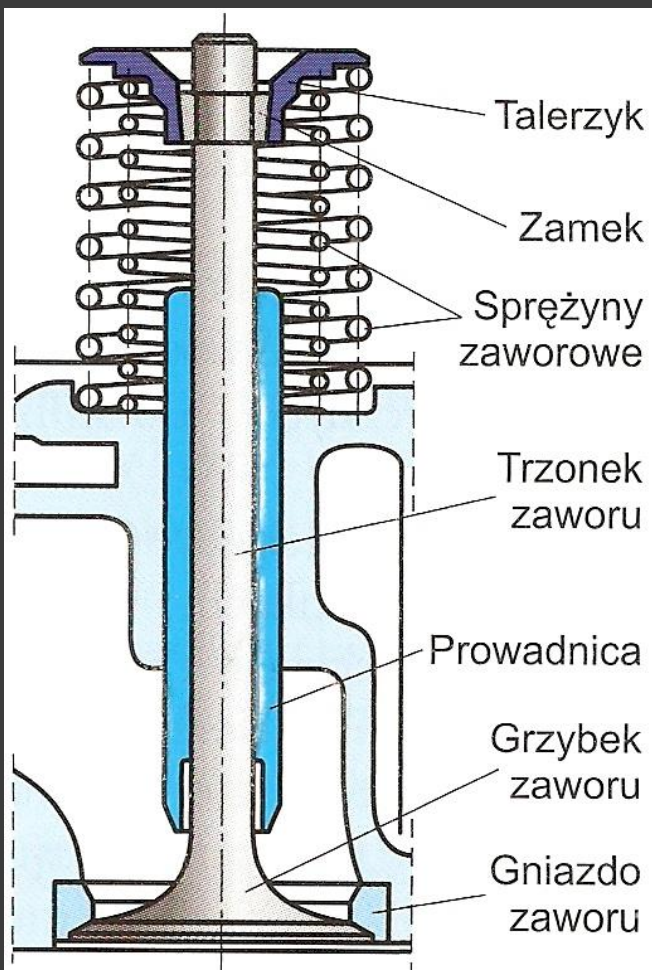


# Docieranie zaworu do gniazda



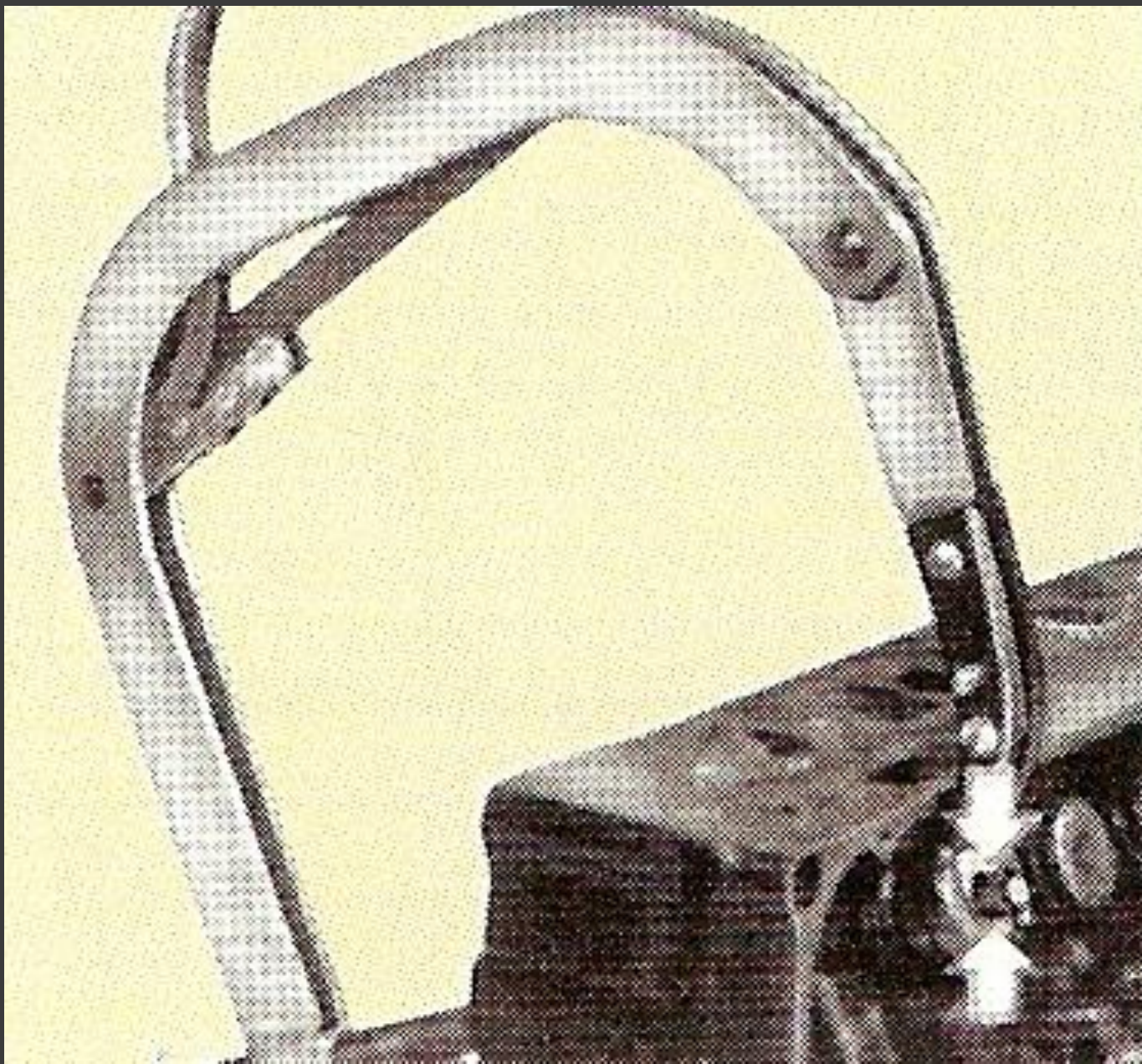


# Sprężyny zaworów



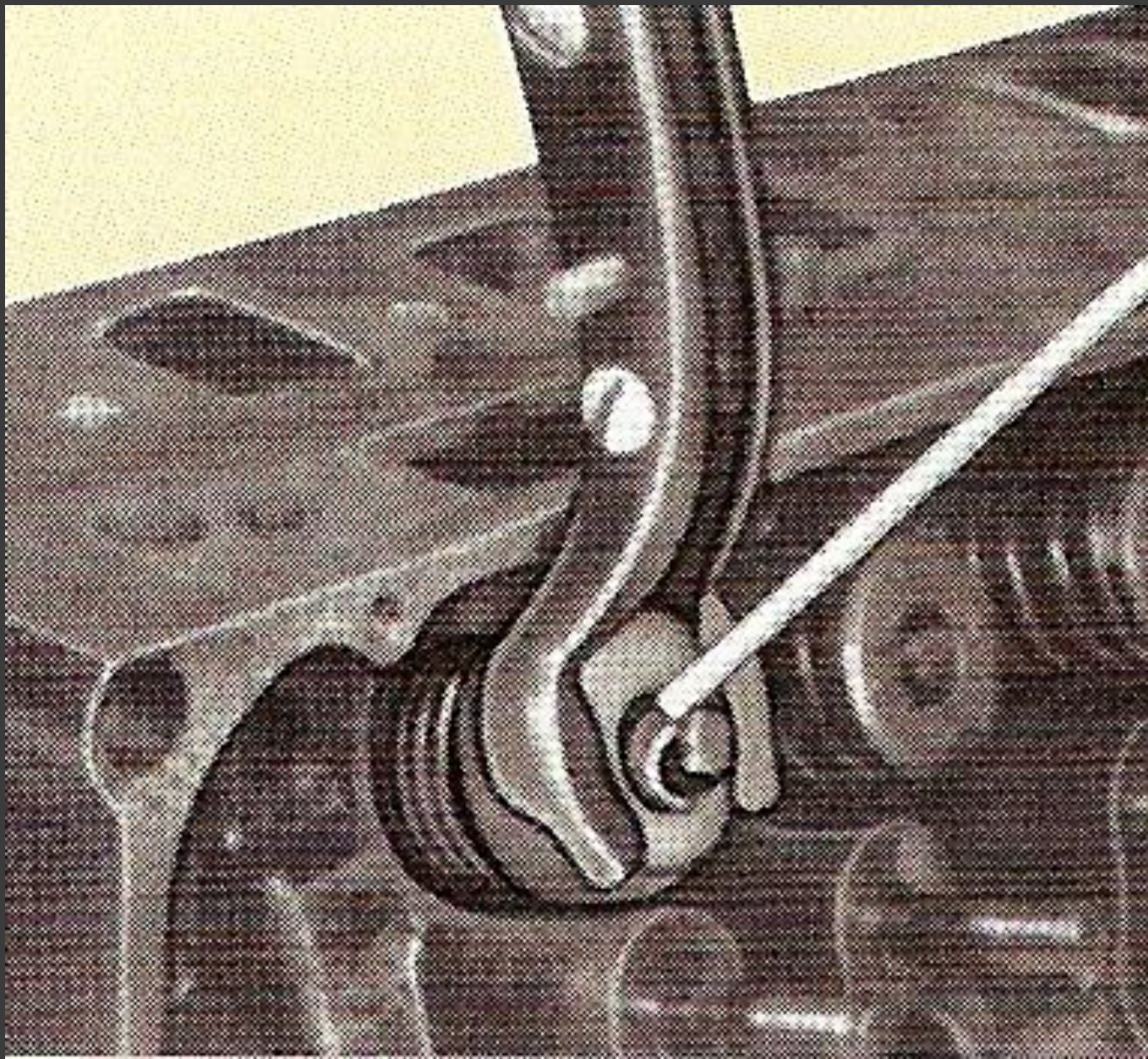


# Zdejmowanie sprężyn

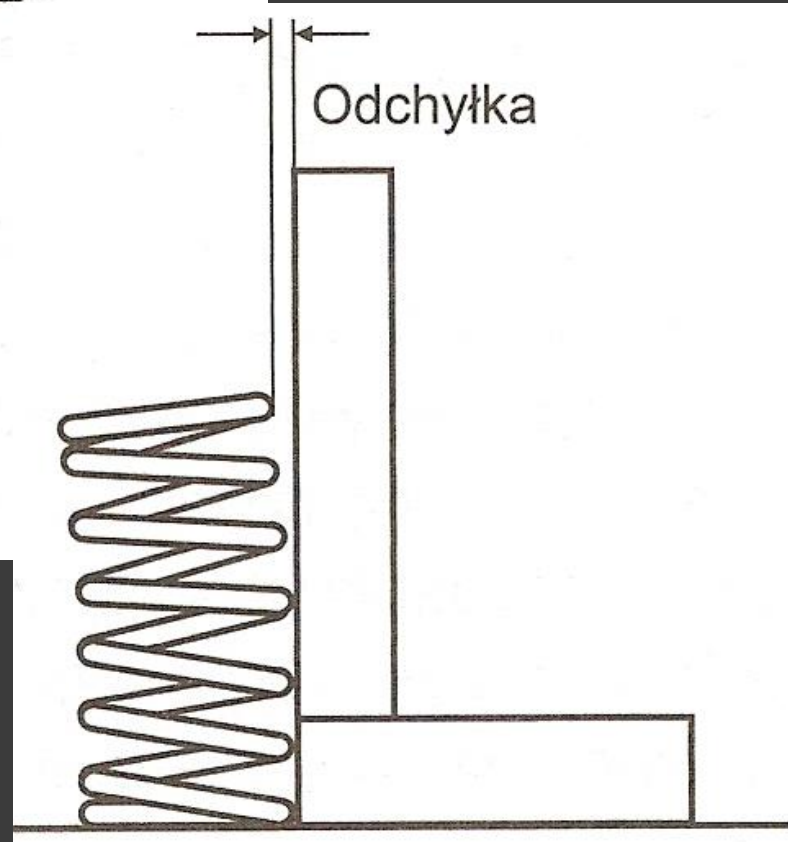
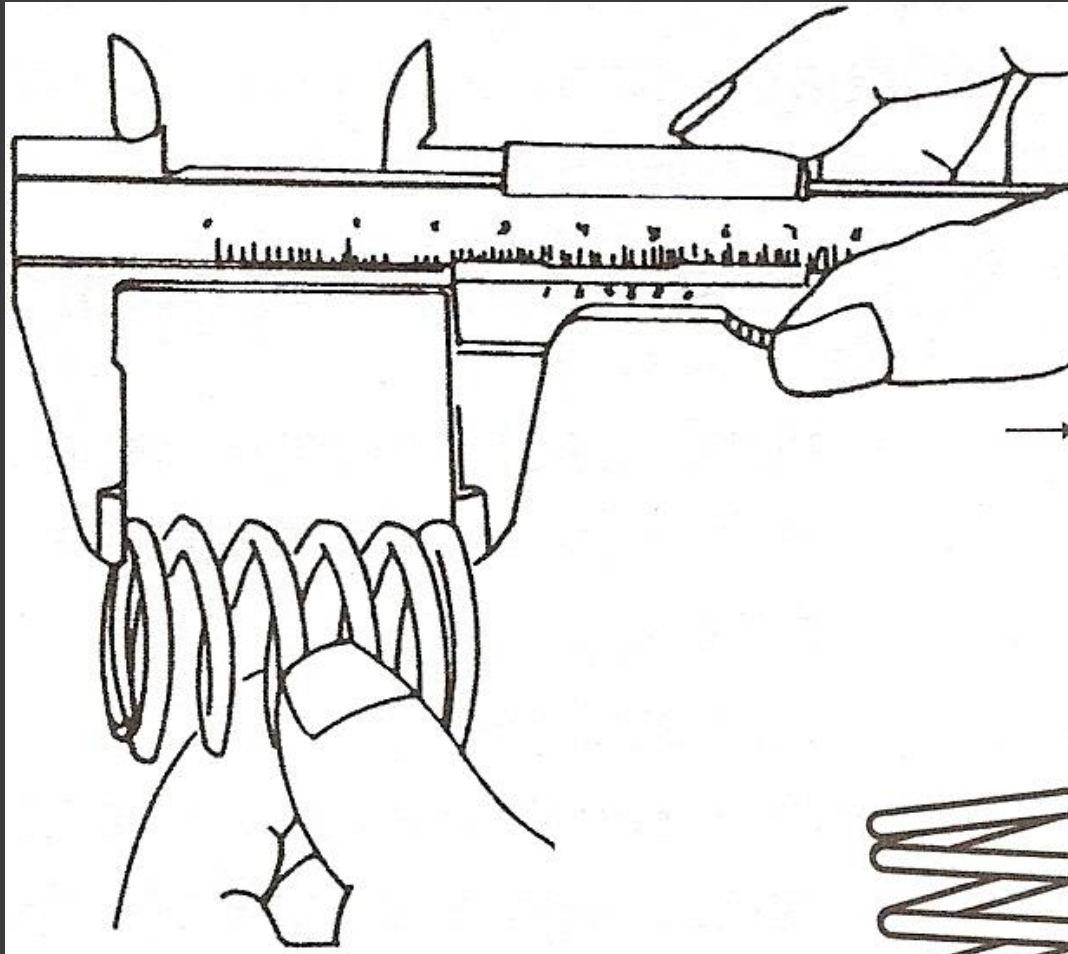




# Zdejmowanie sprężyn



# Pomiary sprężyn





# **MECHANIZMY NAPĘDU ZAWORÓW**

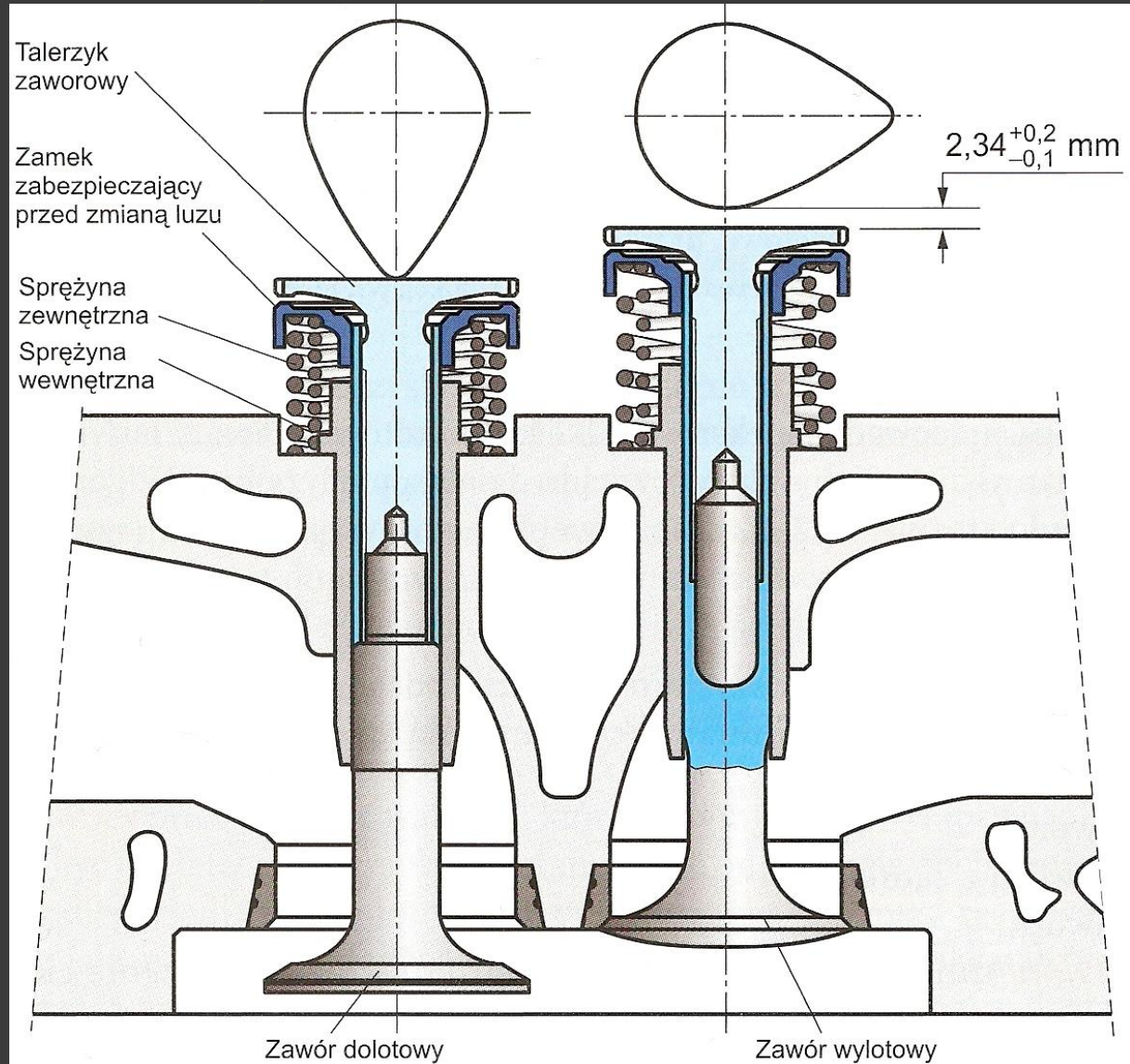
# Elementy mechanizmu napędu

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



# Rodzaje napędów

## a) bezpośredni napęd zaworów

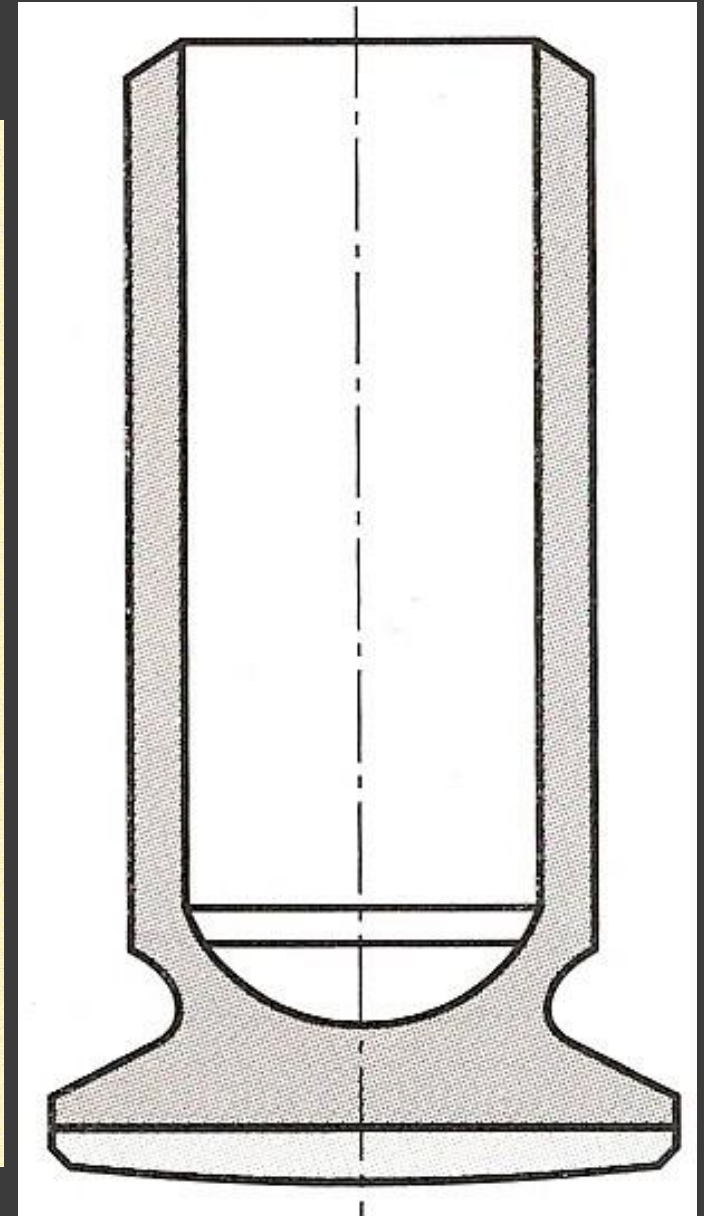
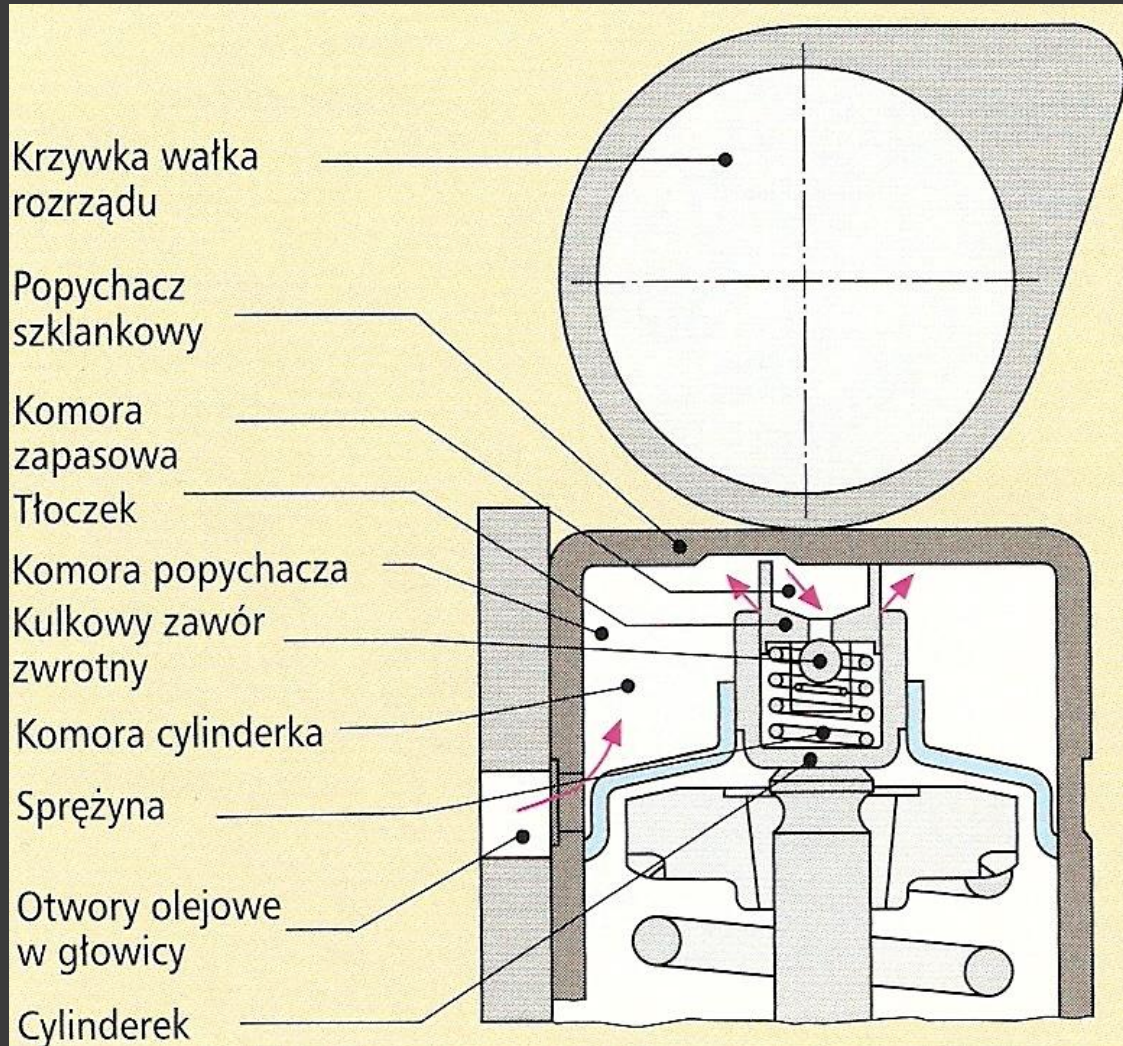


# Rodzaje napędów

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

# Popychacze

## a) płaskie (szklankowe)

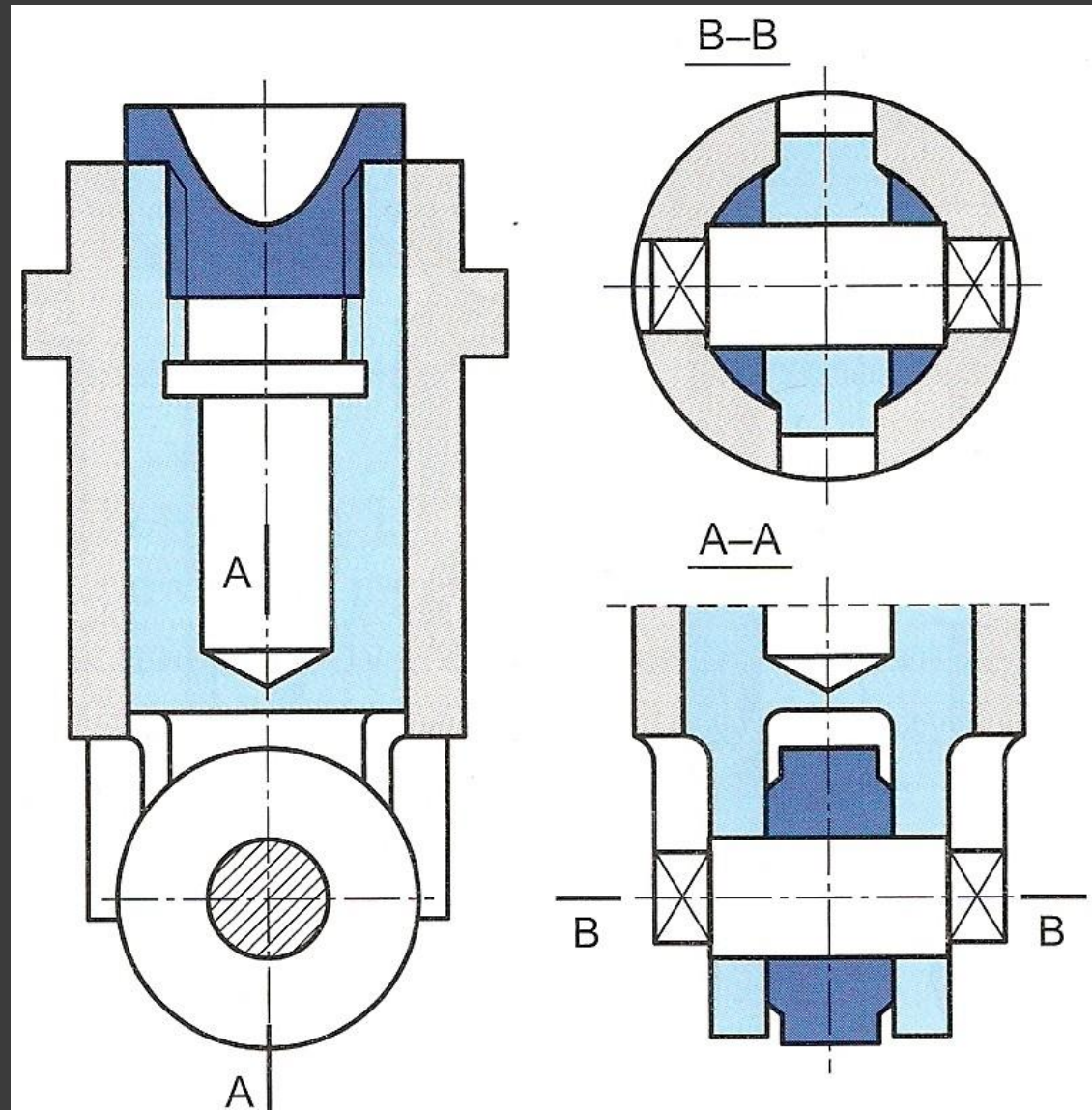




# Popychacze

a) płaskie (szklankowe)

b) rolkowe

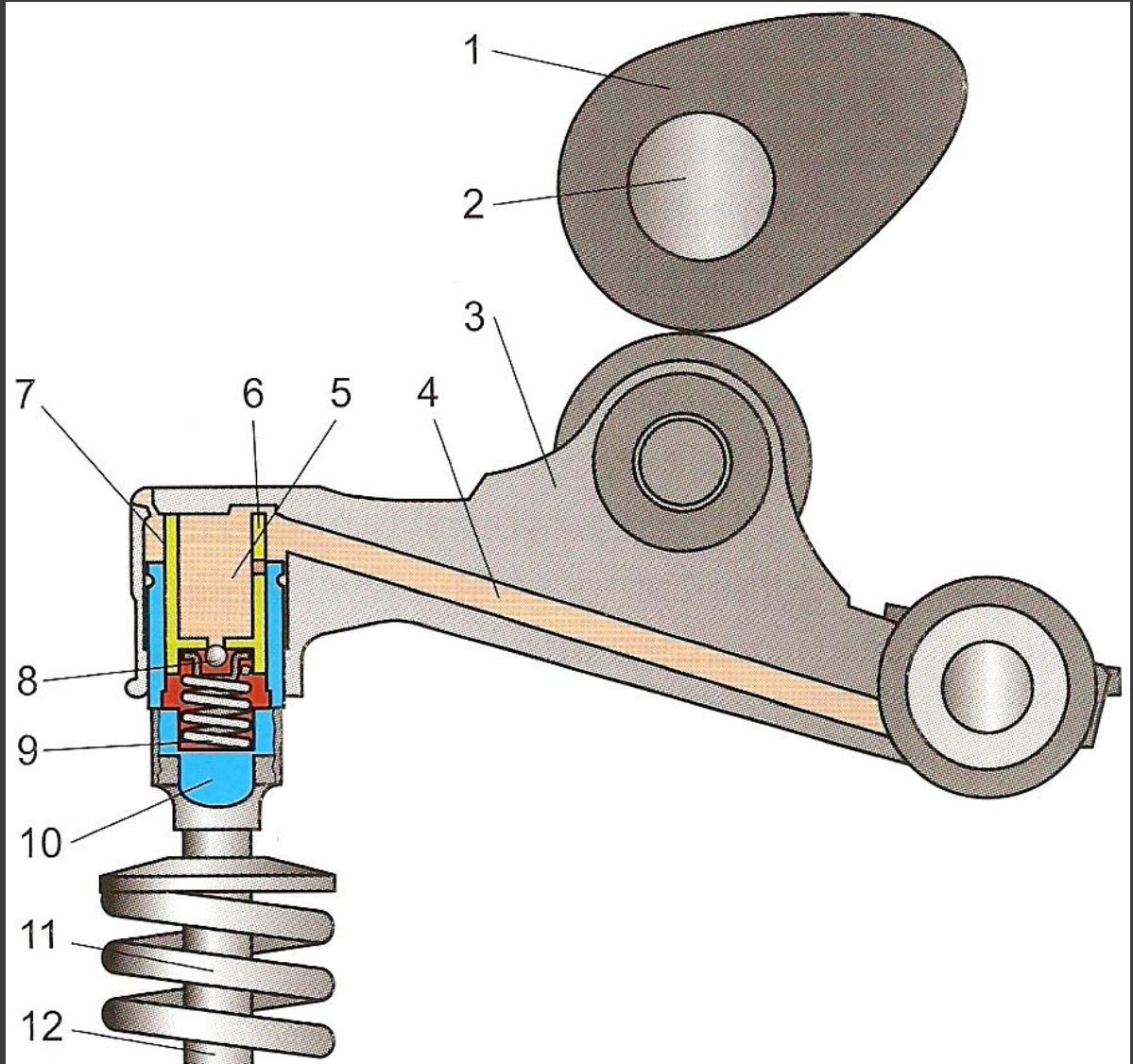


# Popychacze

a) płaskie (szklankowe)

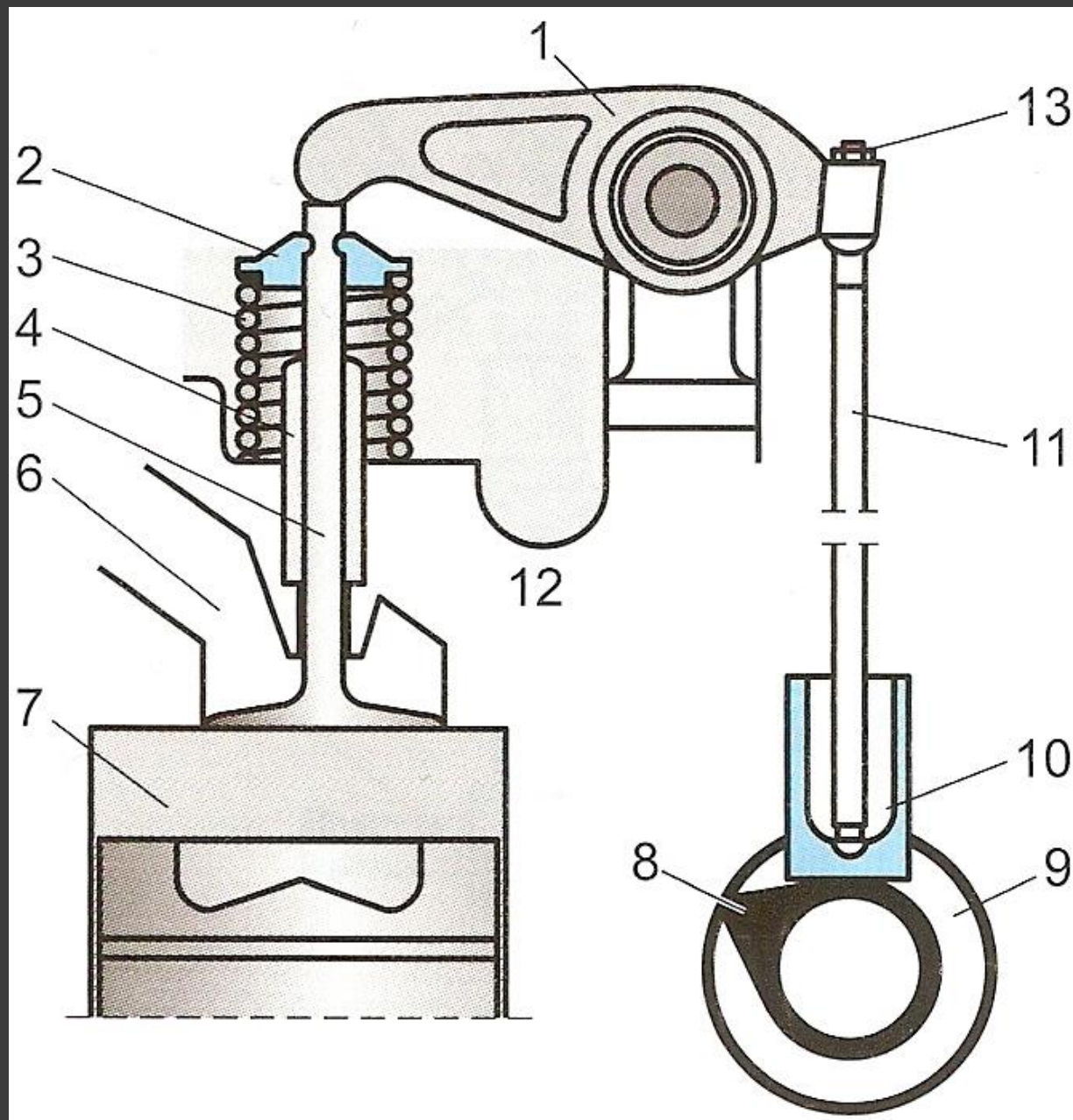
b) rolkowe

c) dźwigniowe





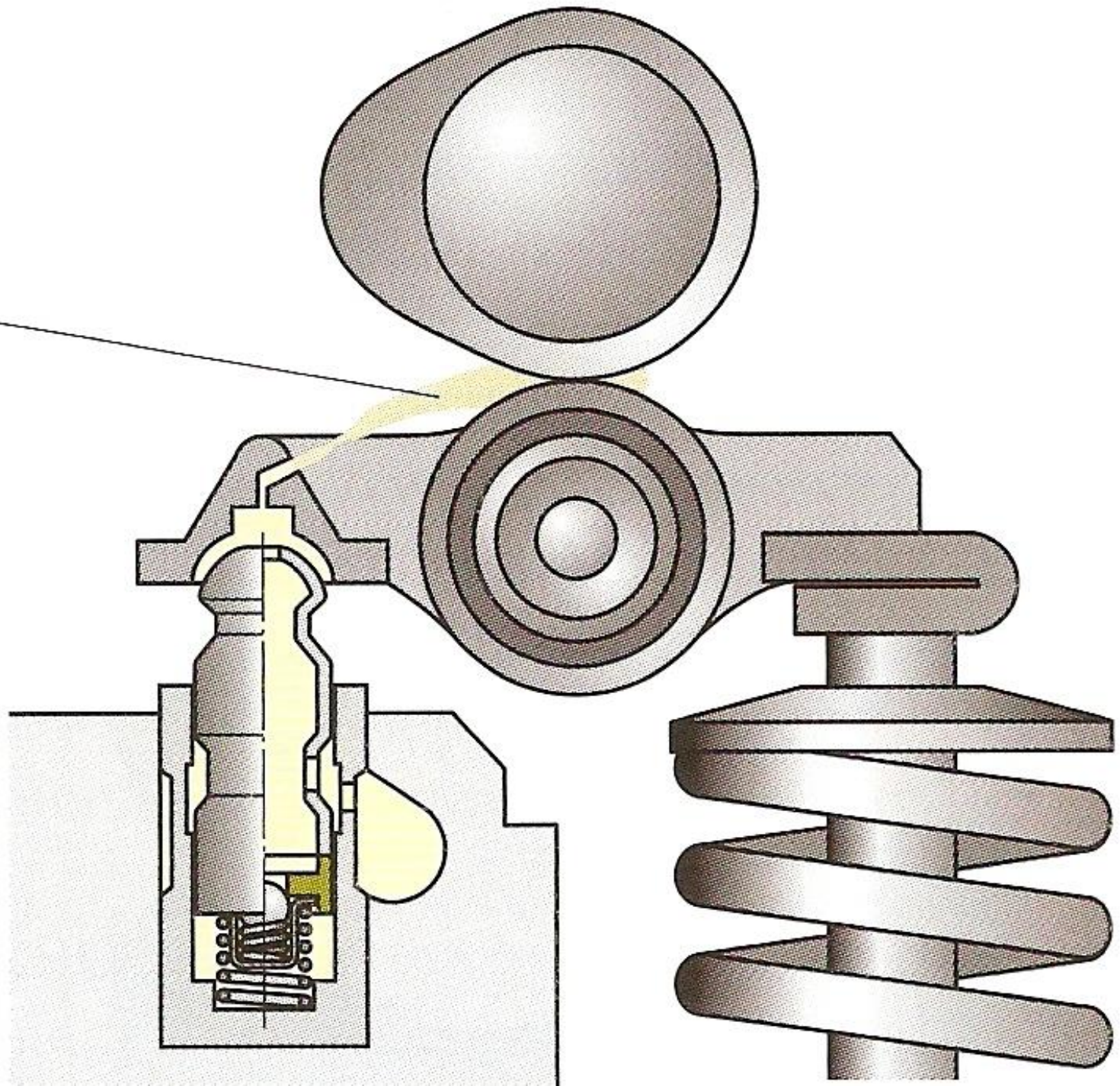
# Drażki popychaczy



# 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



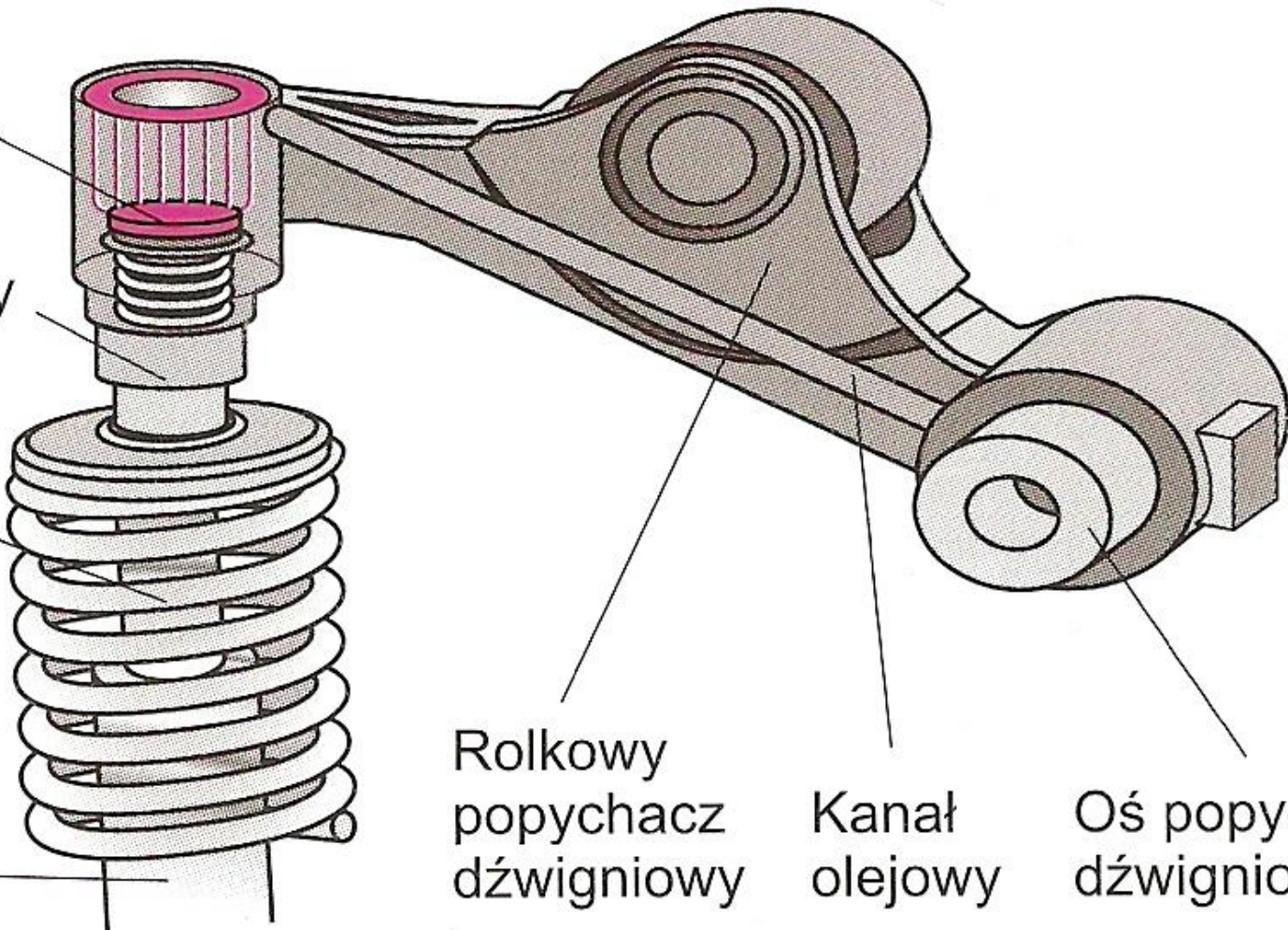


Płóza  
ślizgowa

Popychacz  
hydrauliczny

Sprężyna  
zaworu

Trzonek  
zaworu



Rolkowy  
popychacz  
dźwigniowy

Kanał  
olejowy

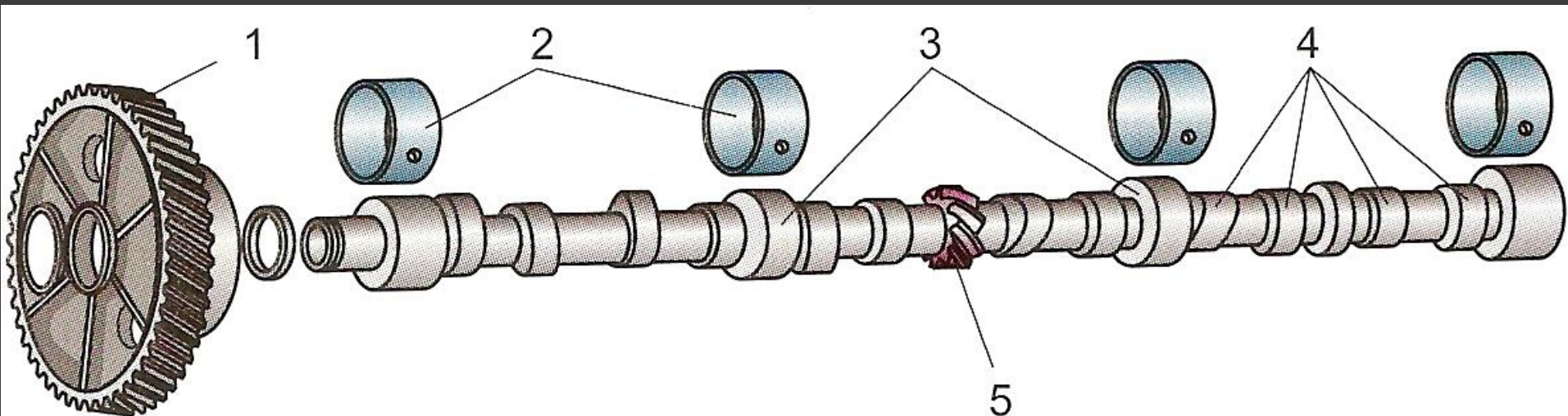
Oś popychacza  
dźwigniowego

**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



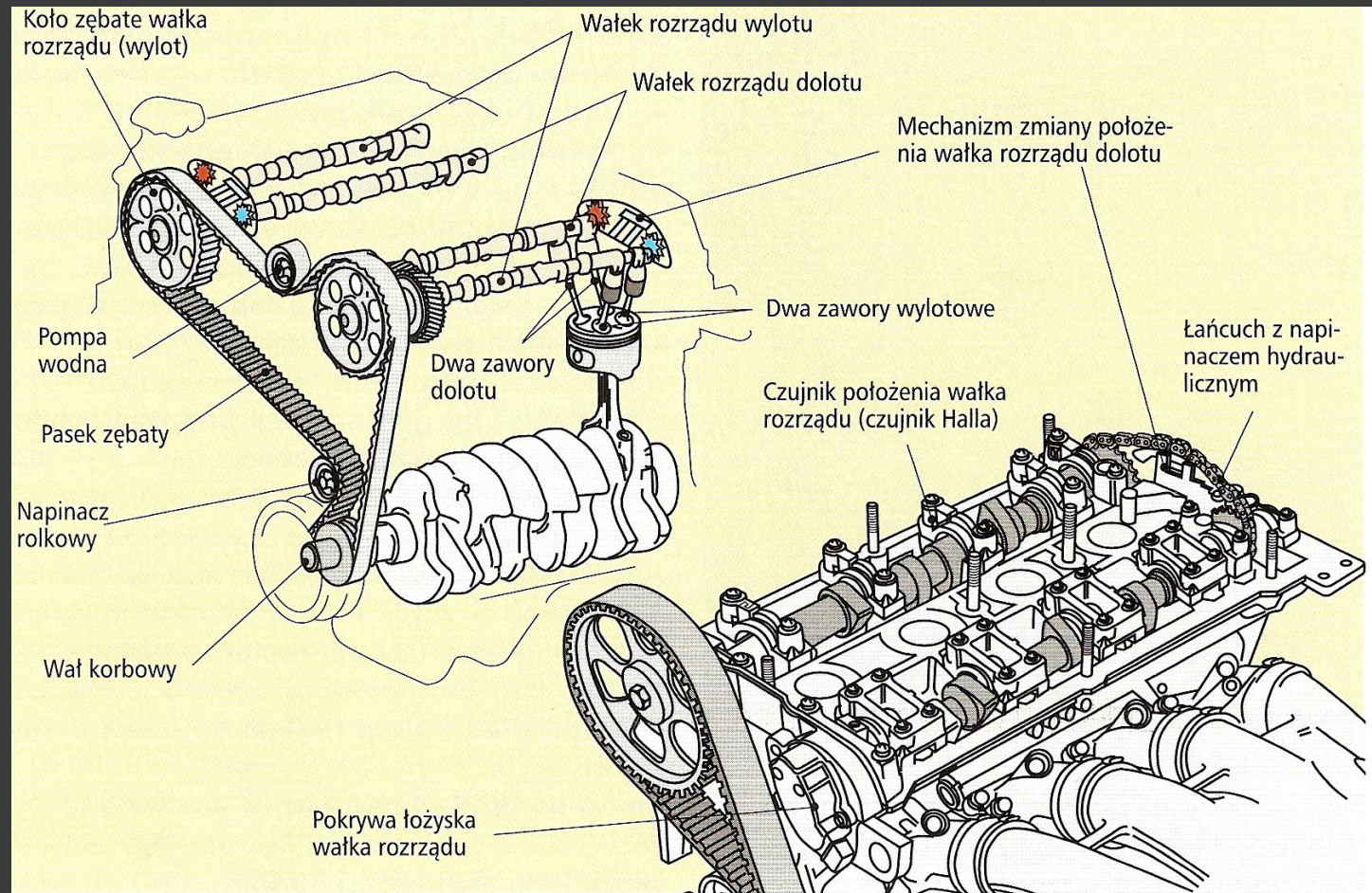
# Zadania krzywek

- 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

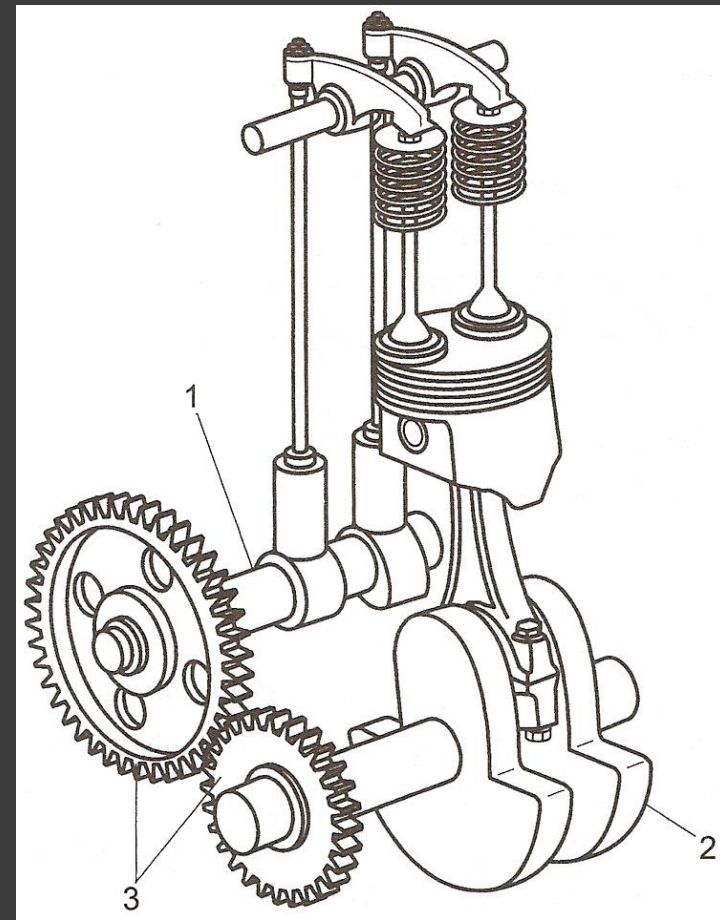
- walcowe
- stożkowe (wałek królewski)

## b) przekładnie łańcuchowe

## c) przekładnie pasowe z paskiem zębatym

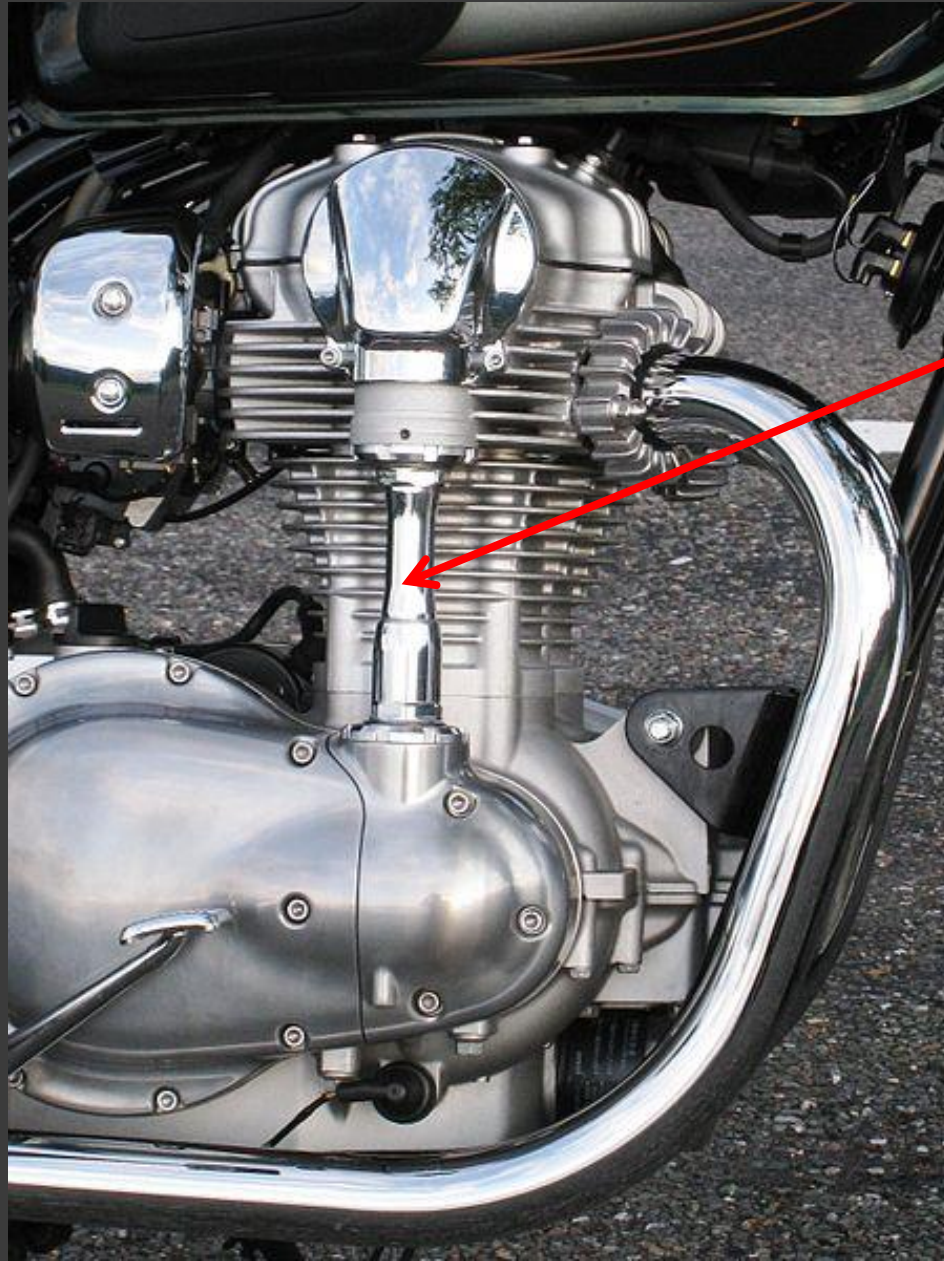
# Przekładnia zębata walcowa

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



# Wałek królewski

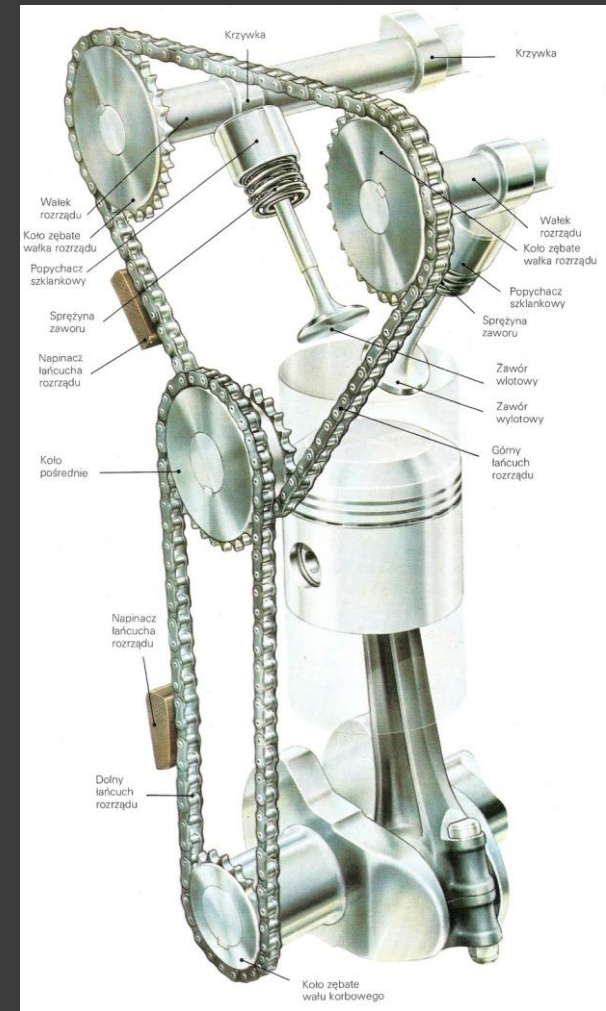
- a) trwały
- b) niezawodny
- c) drogi
- d) hałaśliwy





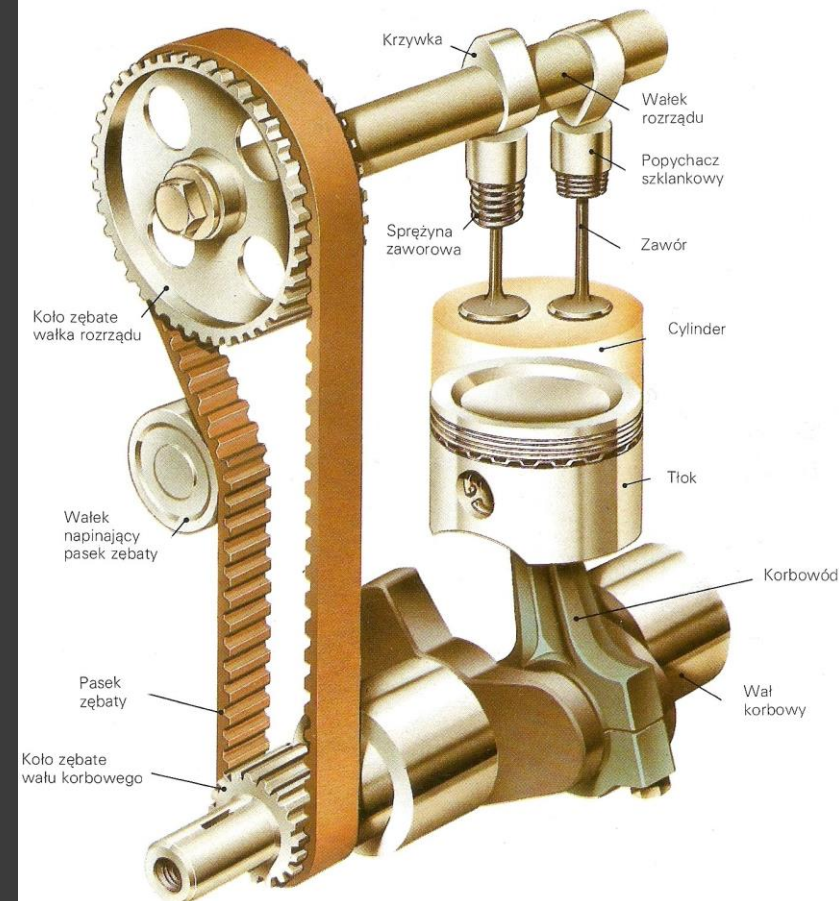
# Przekładnia łańcuchowa

- 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

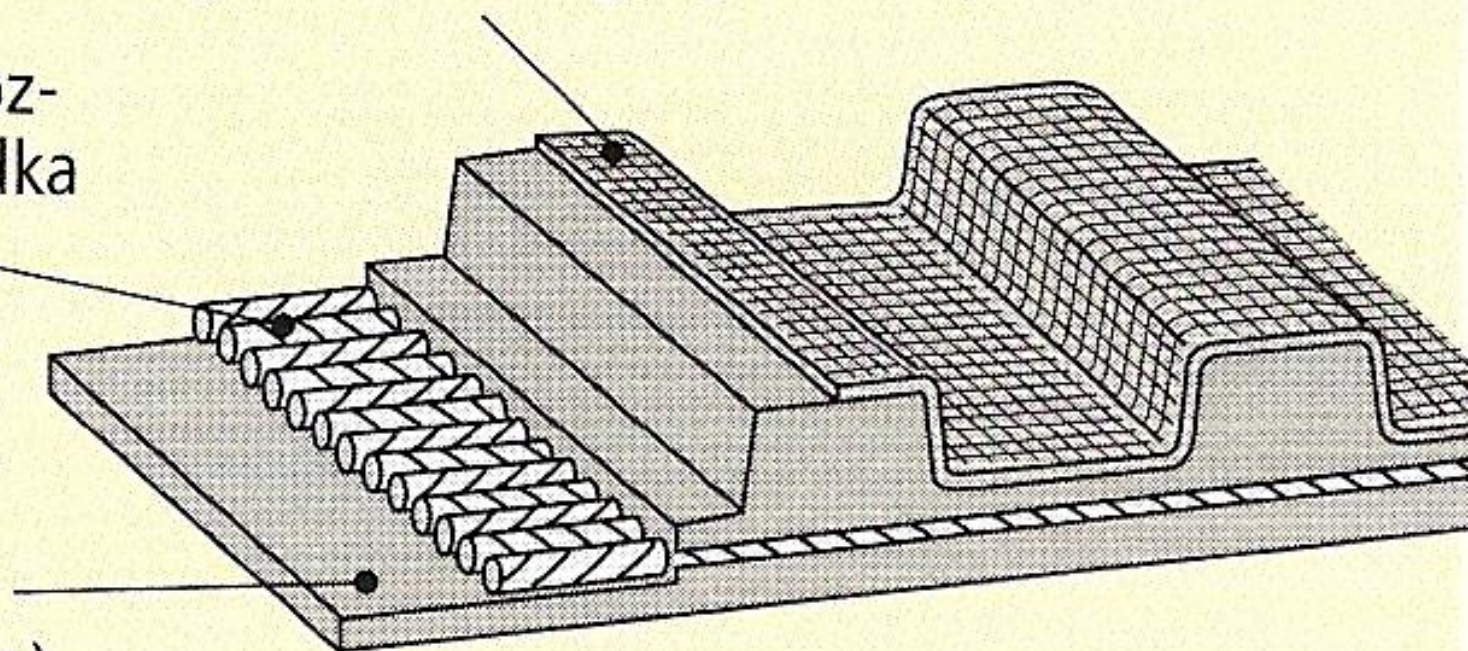




Powierzchnia z tworzywa sztucznego (poliamid)

Odporna na rozciąganie wkładka z włókna szklanego

Korpus pasa zębatego (polichloropren)





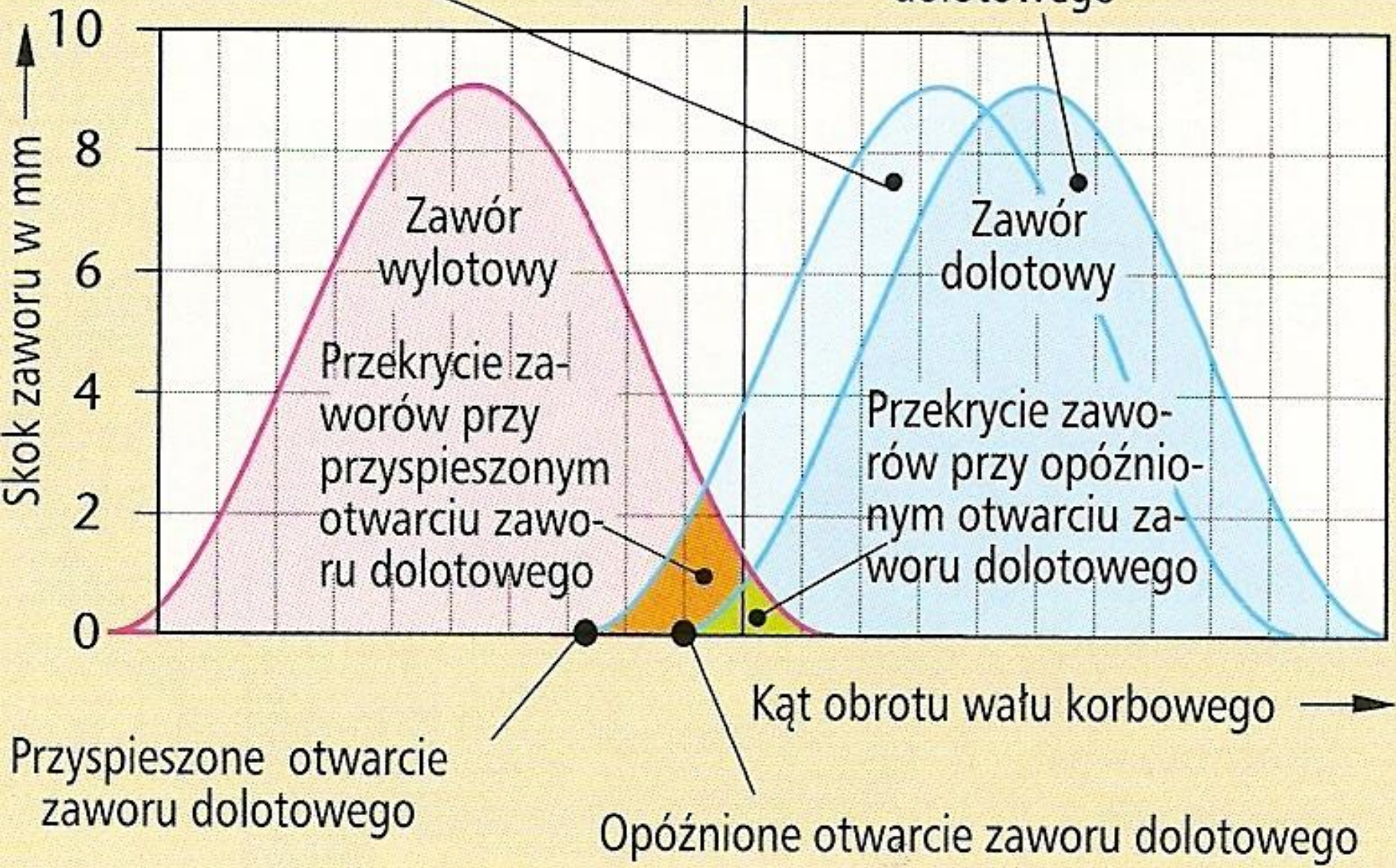
# ZMIENNE FAZY ROZRZĄDU

# 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



GMP

Skok zaworu w mm

Zawór wylotowy

Zawór dolotowy

Przekrycie zaworów przy przyspieszonym otwarciu zaworu dolotowego

Przekrycie zaworów przy opóźnionym otwarciu zaworu dolotowego

Kąt obrotu wału korbowego

Przyspieszone otwarcie zaworu dolotowego

Opóźnione otwarcie 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**

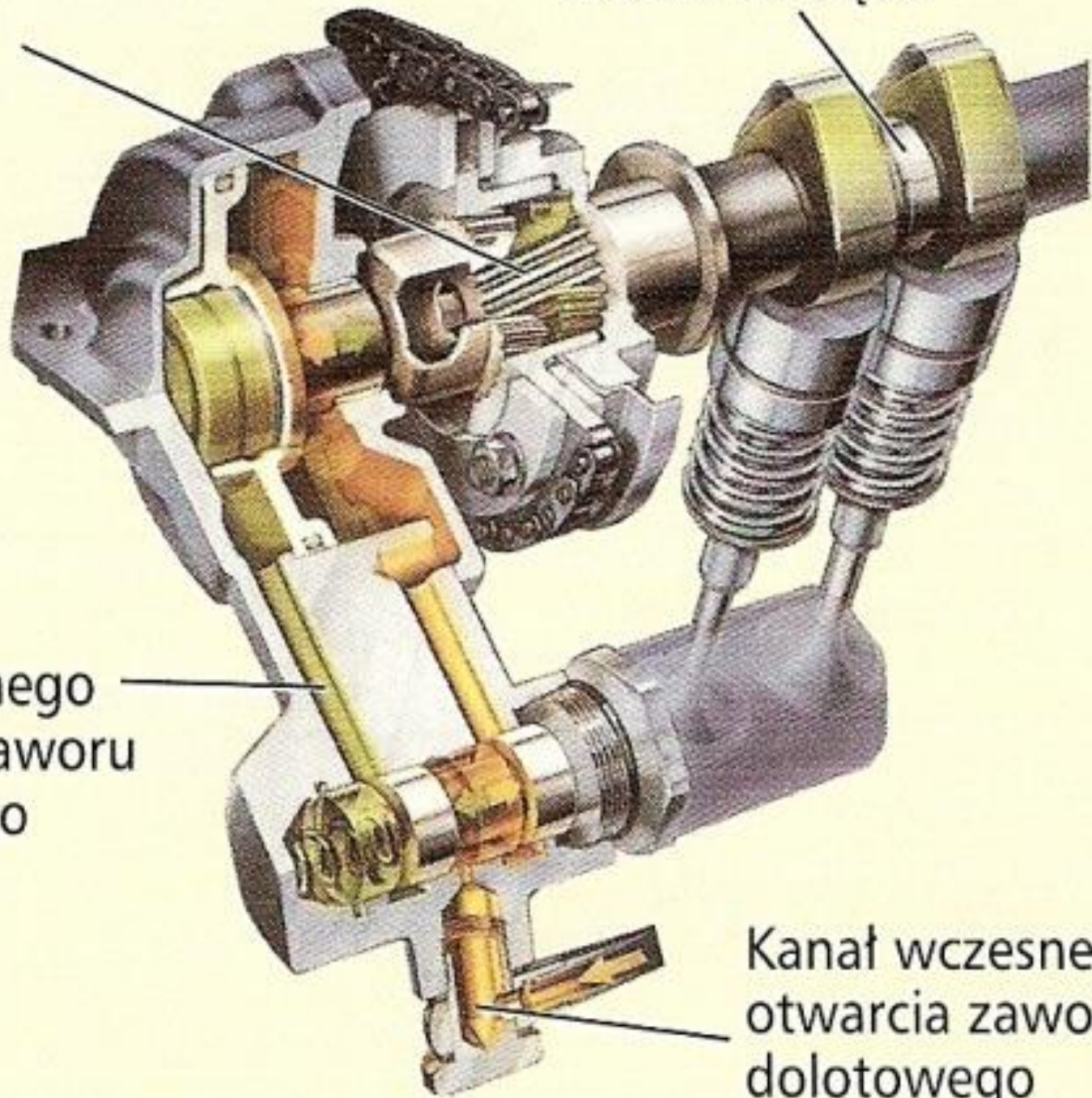
# Obrót wałka rozrządu względem koła łańcuchowego

- 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

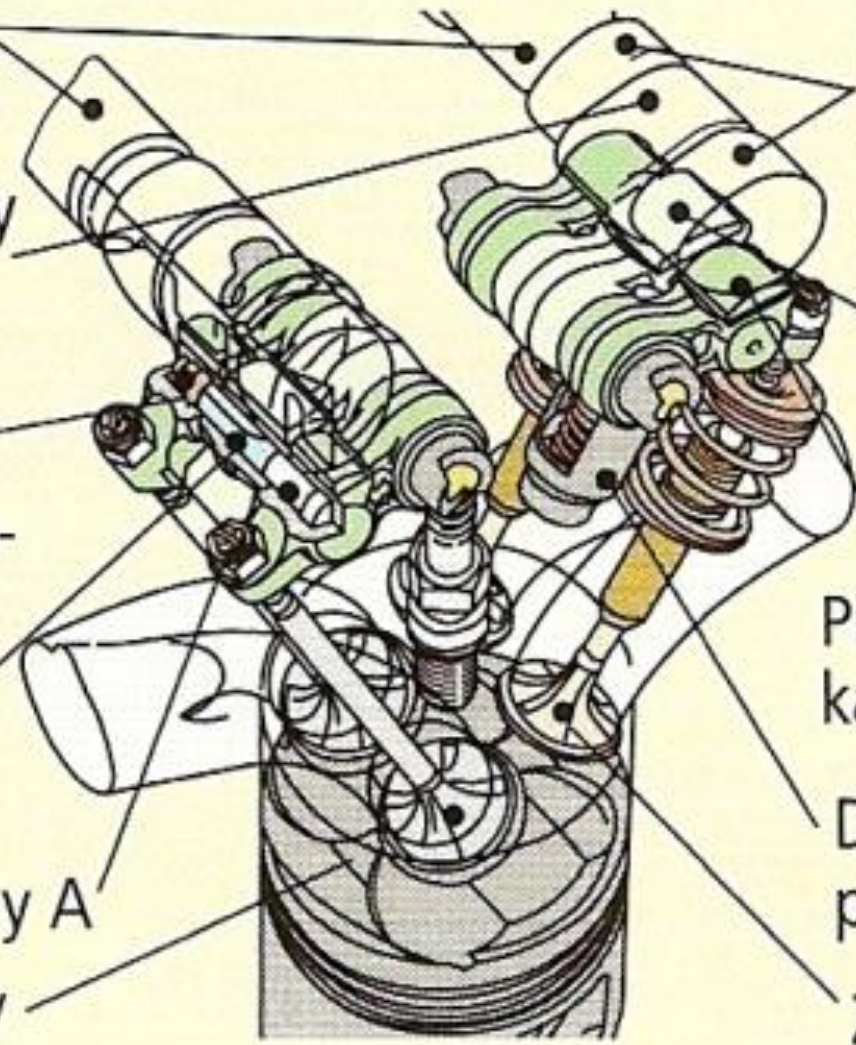
Ustawienie wałka rozrządu przy małej prędkości obrotowej

Środkowa dźwigienka jednostronna

Pierwotna dźwigienka jednostronna

Dźwigienka podtrzymująca

Zawór wylotowy





# Krzywki o różnych zarysach

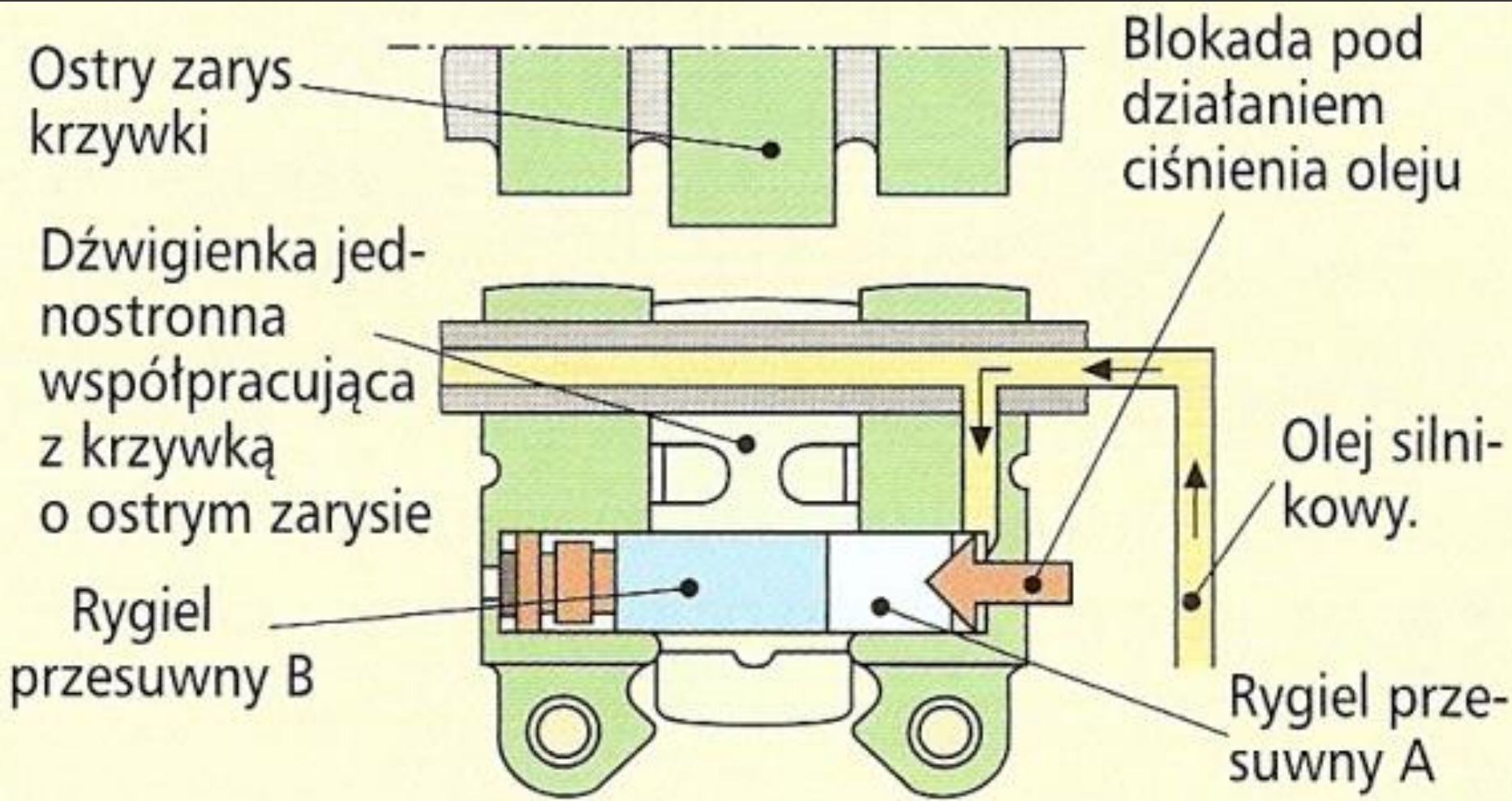
## a) przy małych prędkościach obrotowych $n$

- 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

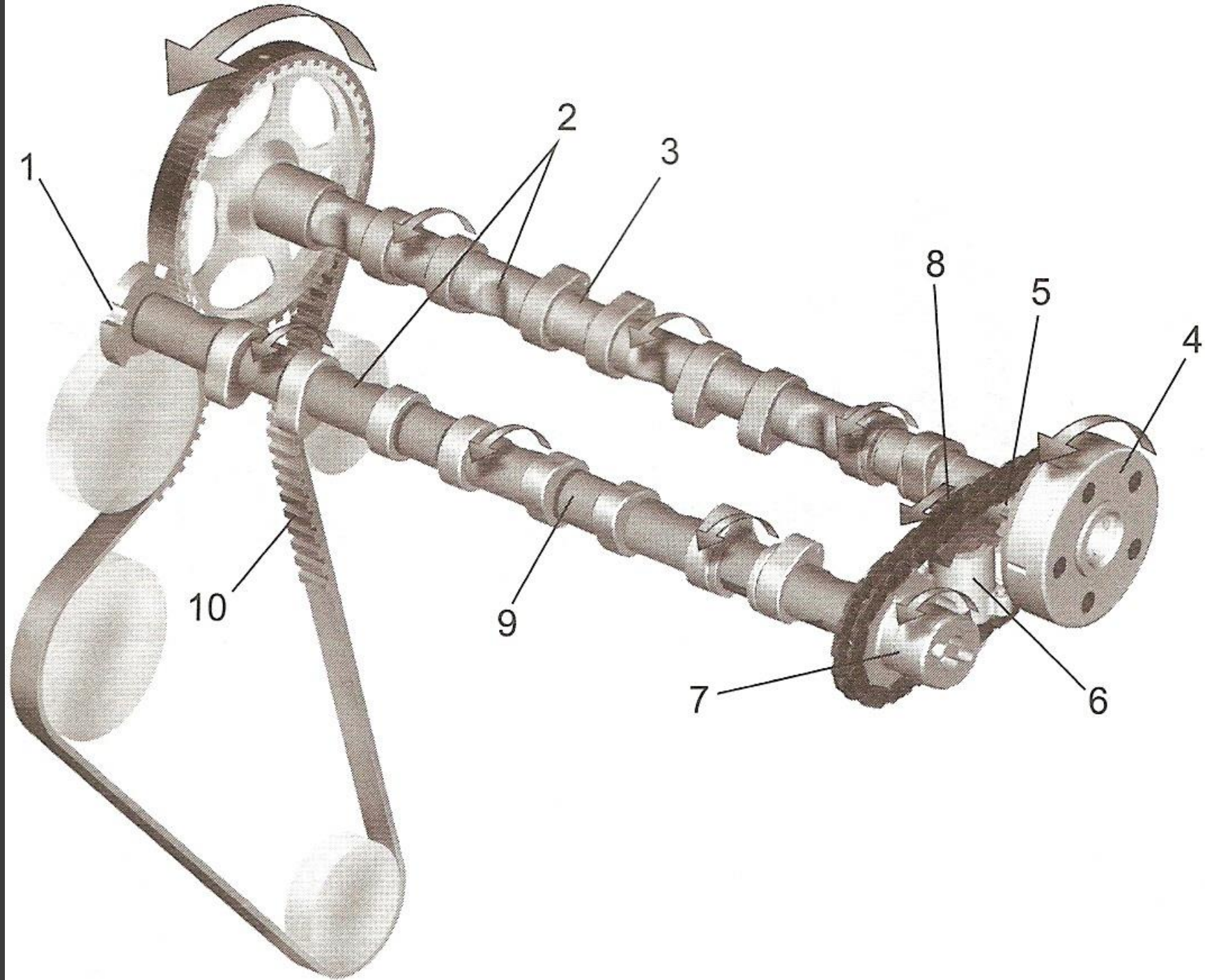
## c) można dopasować czasy otwarcia i zamknięcia ZD i ZW oraz skok zaworu i przekrój przepływu między zaworem a gniazdem



# System VarioCam

- a) silownik 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



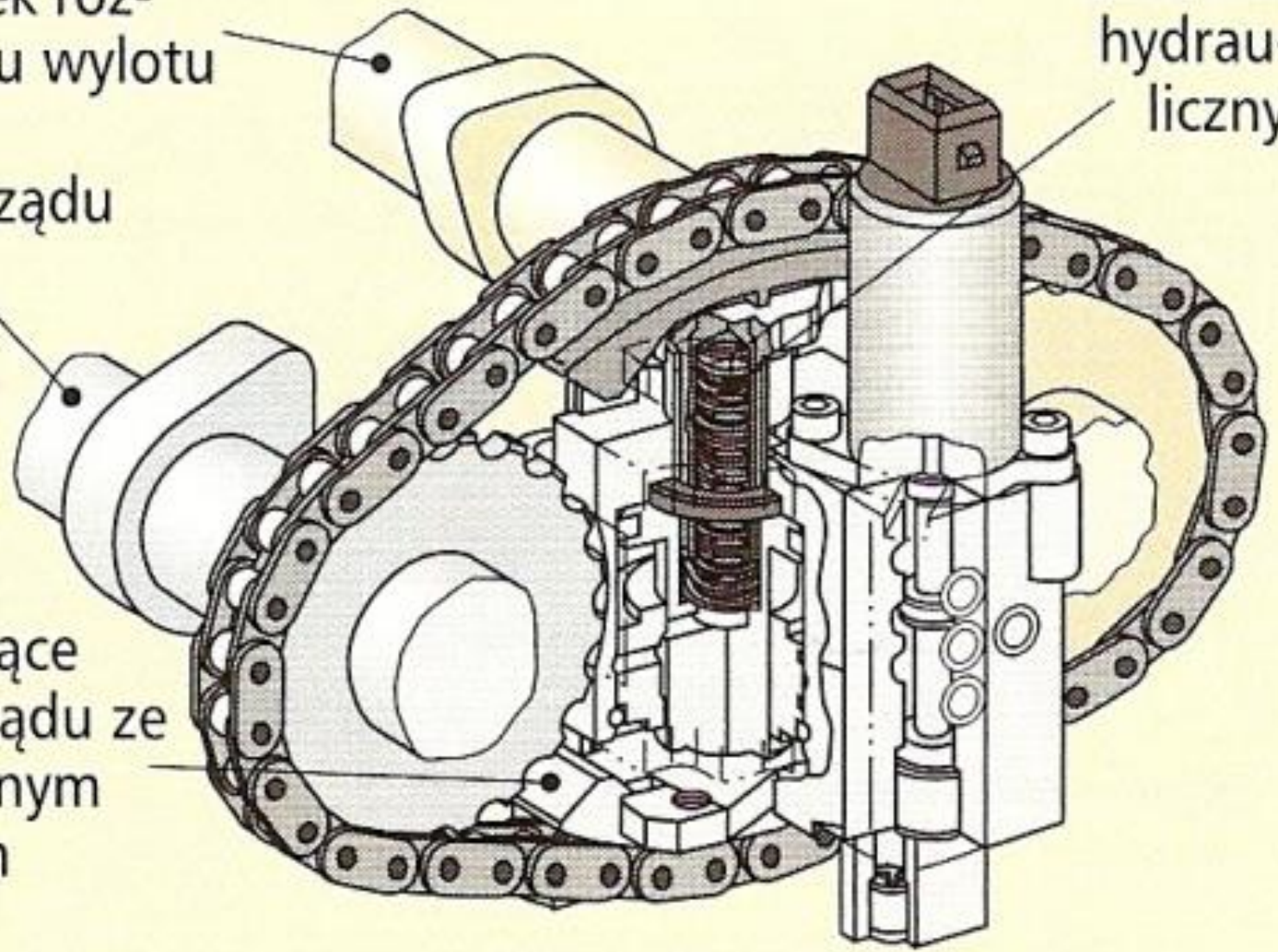


Wątek rozrządu wylotu

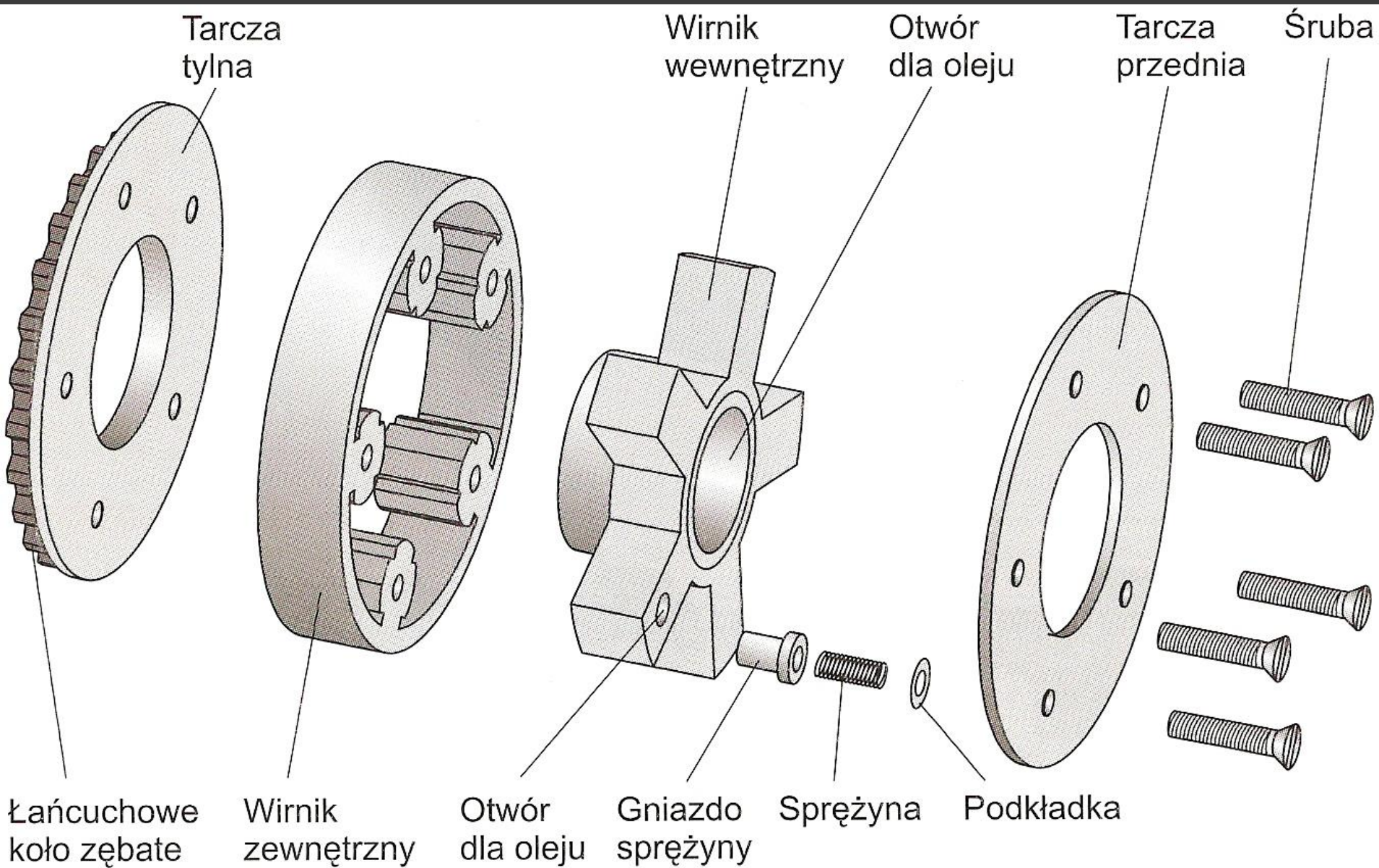
Siłownik hydrauliczny

Wątek rozrządu dolotu

Urządzenie przestawiające wążek rozrządu ze zintegrowanym napinaczem łańcucha



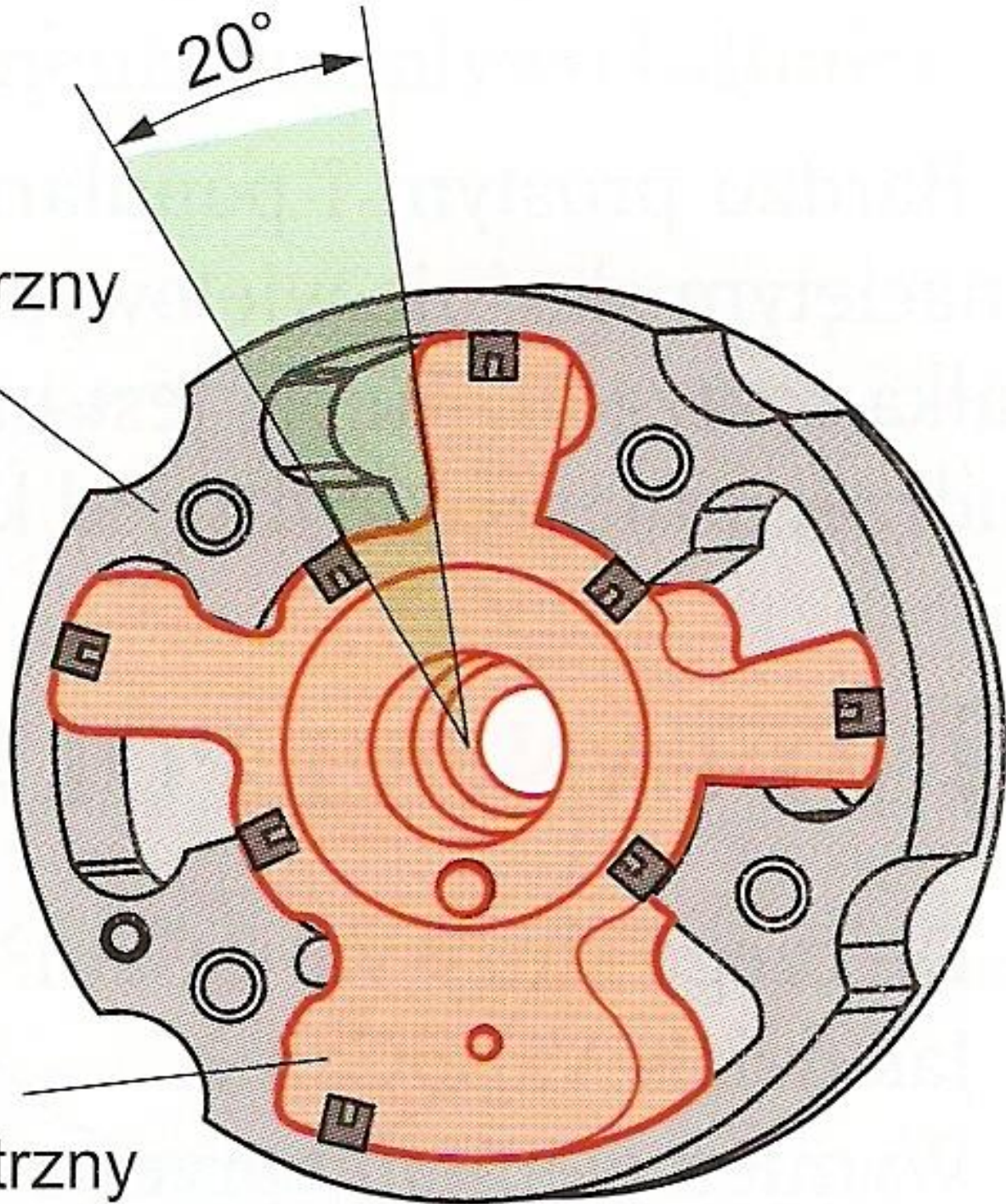






Wirnik zewnętrzny

Wirnik wewnętrzny



# ZMIENNE WZNIOSY ZAWORÓW

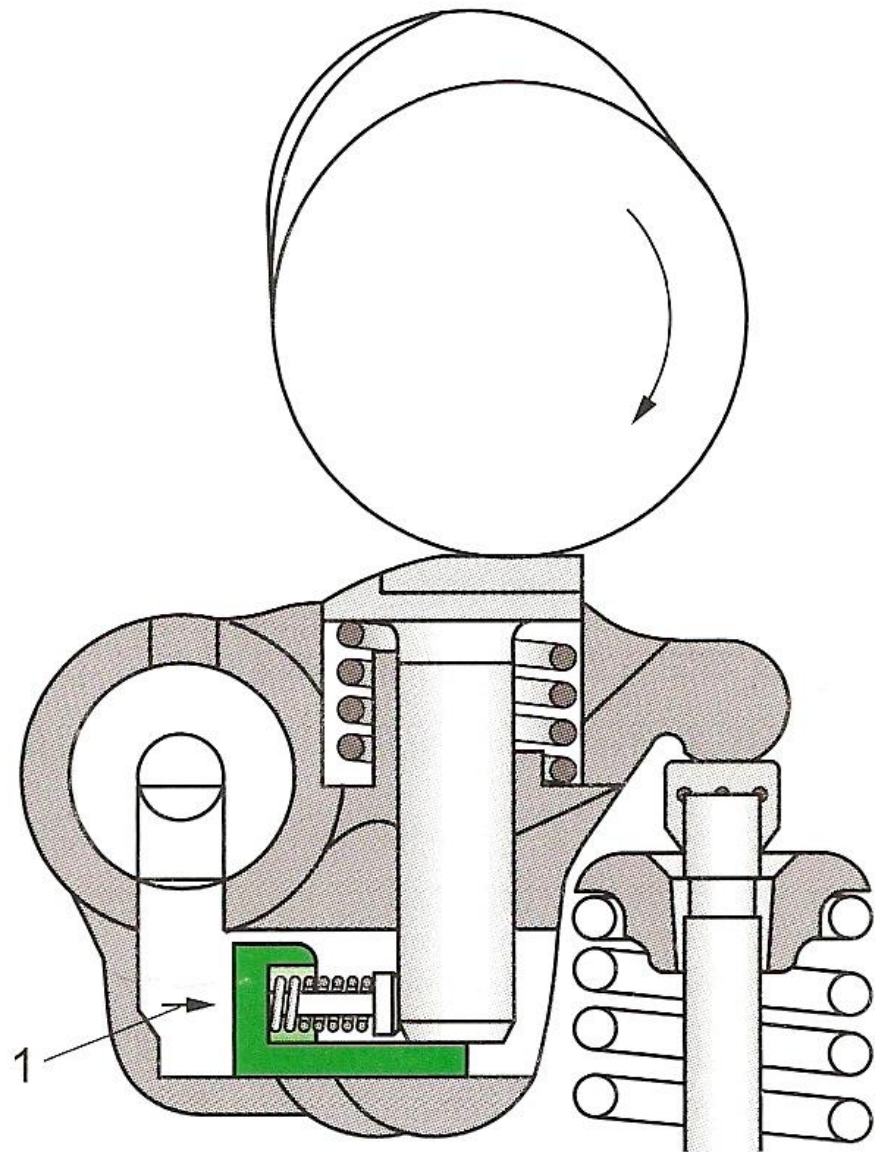
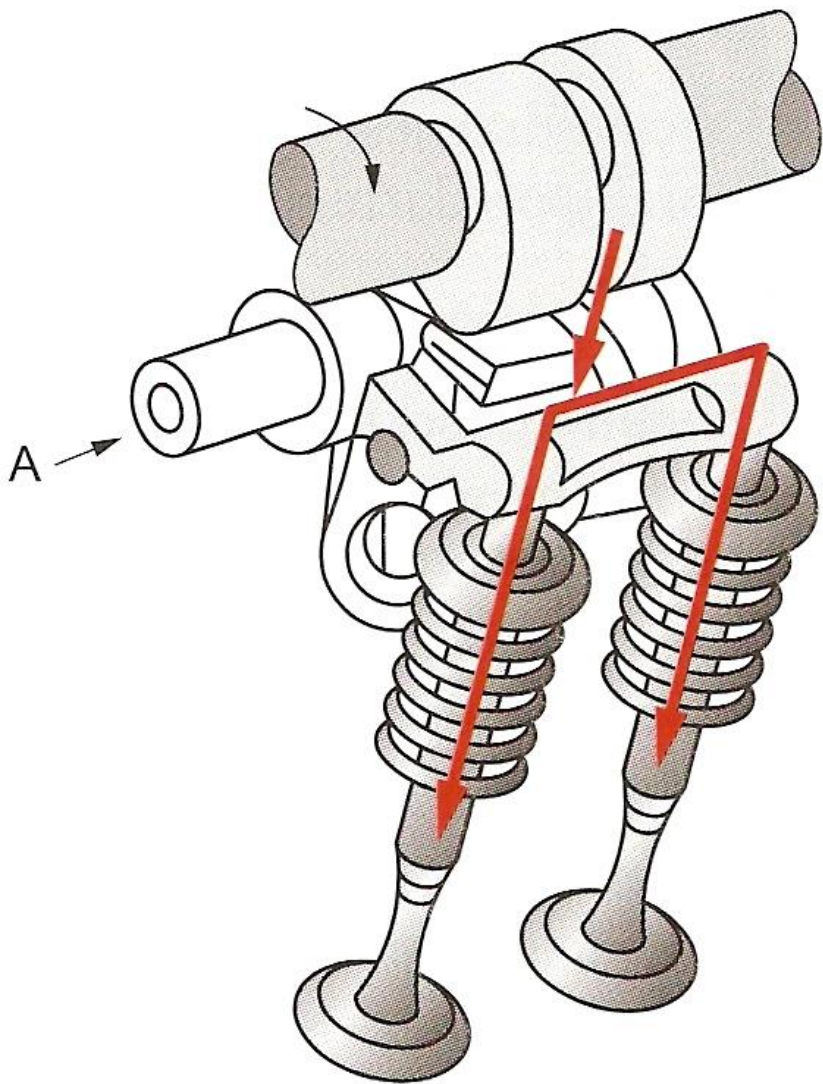
# Zadania zmiennych wzniosów

- 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



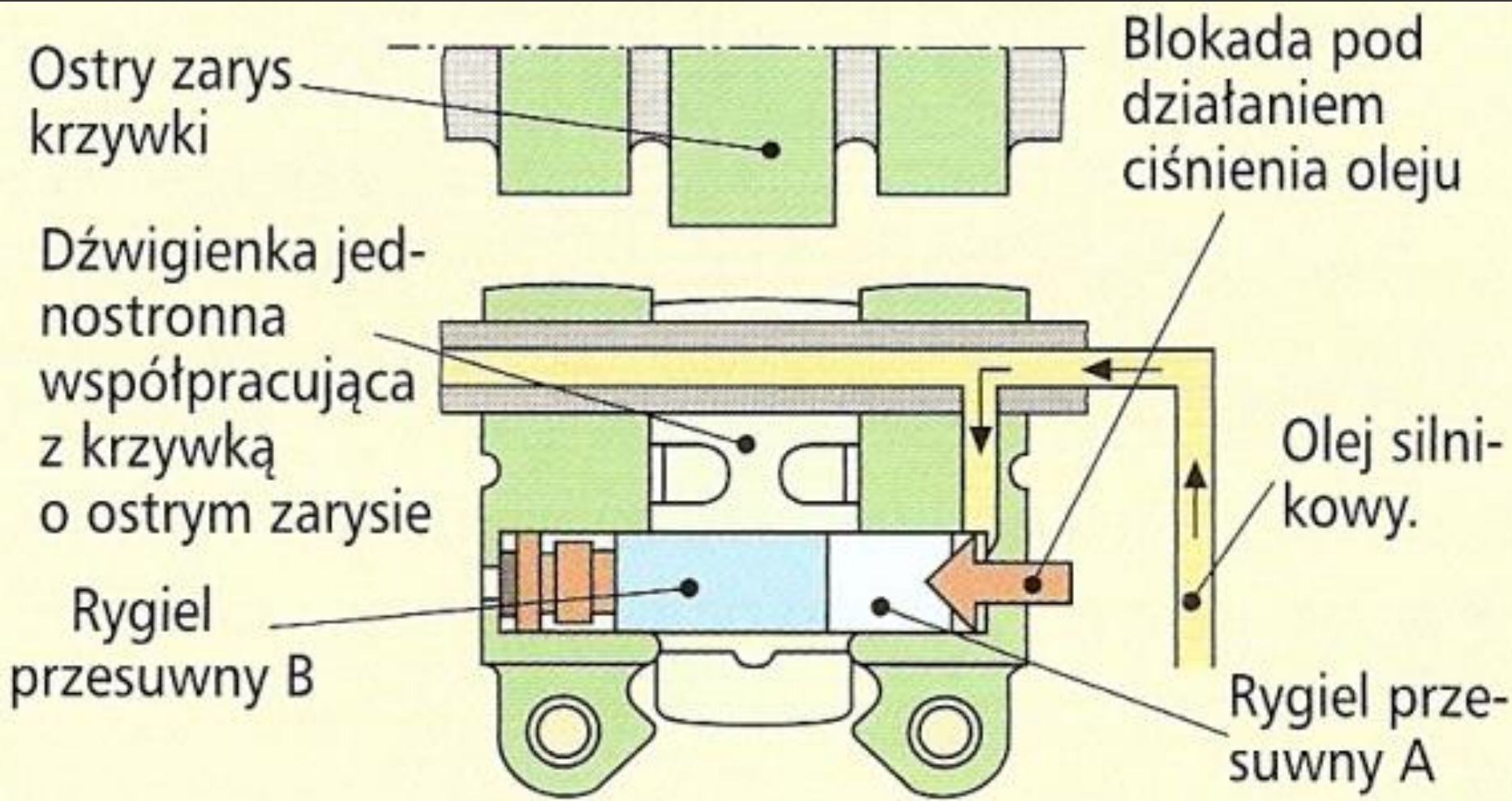
# Krzywki o różnych zarysach

## b) przy małych prędkościach obrotowych

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

## c) przy dużych prędkościach obrotowych

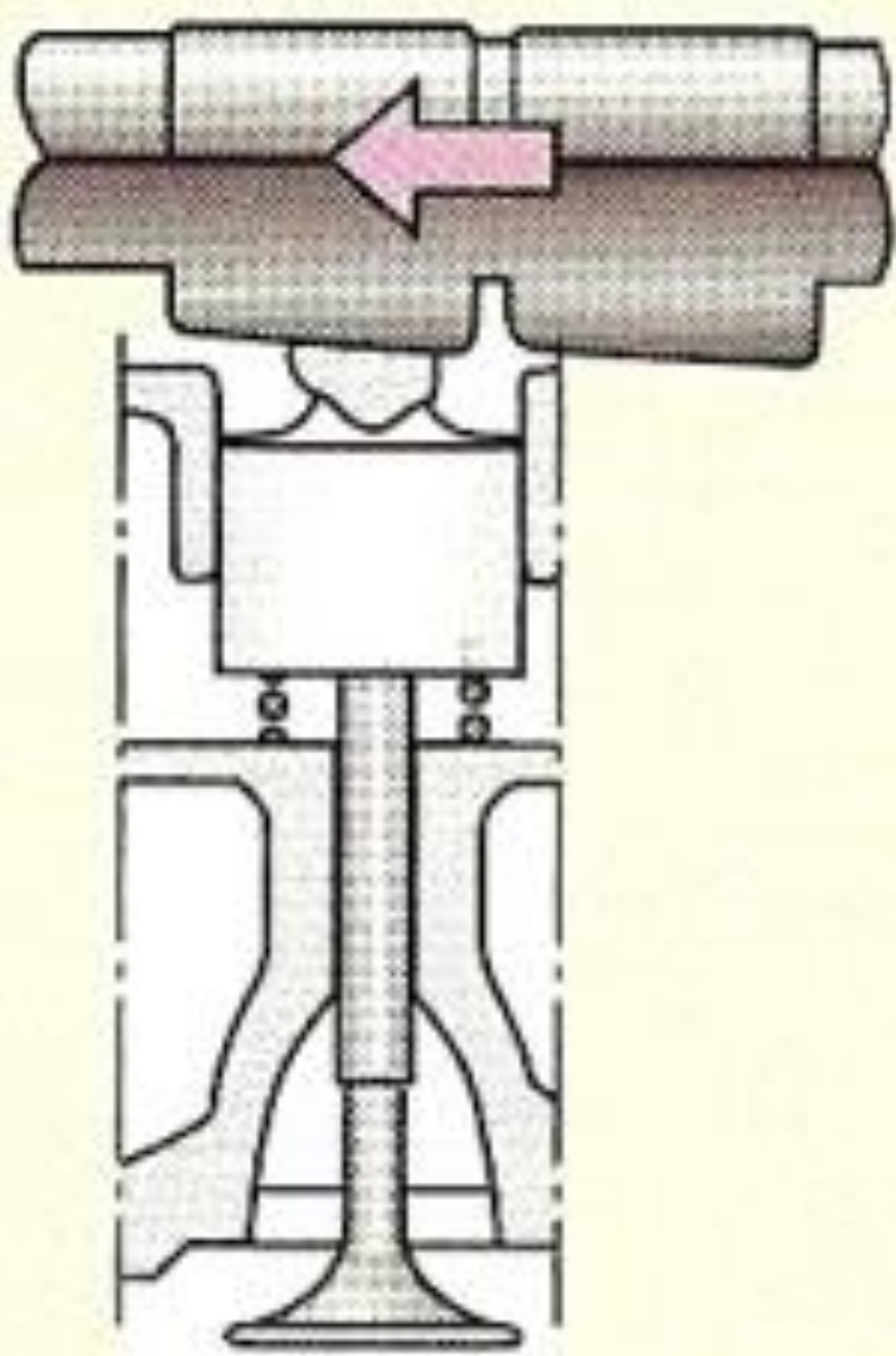
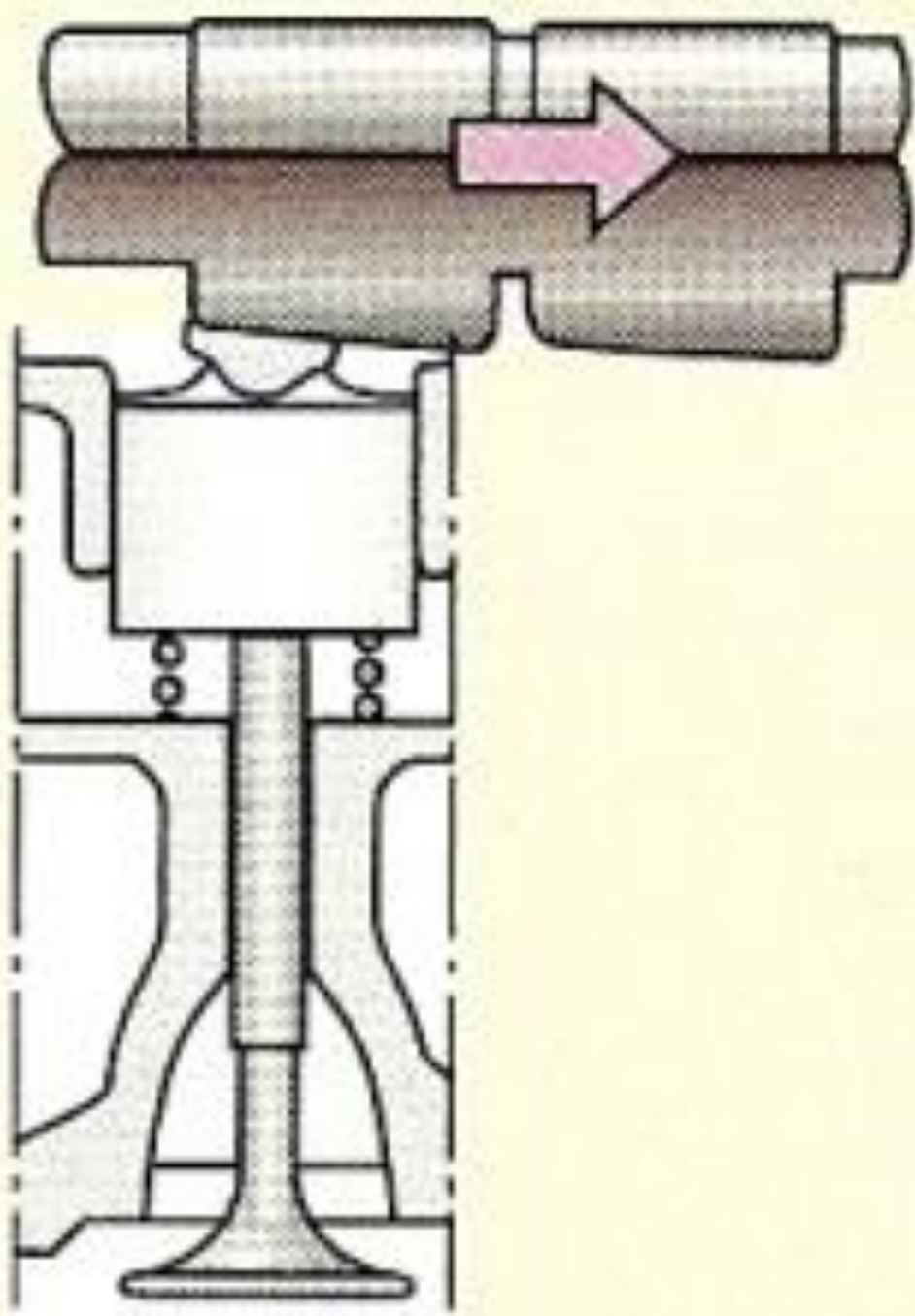
- rygiel blokuje wszystkie dźwigienki, ale tylko środkowa ma kontakt z krzywką



# Krzywki progresywne

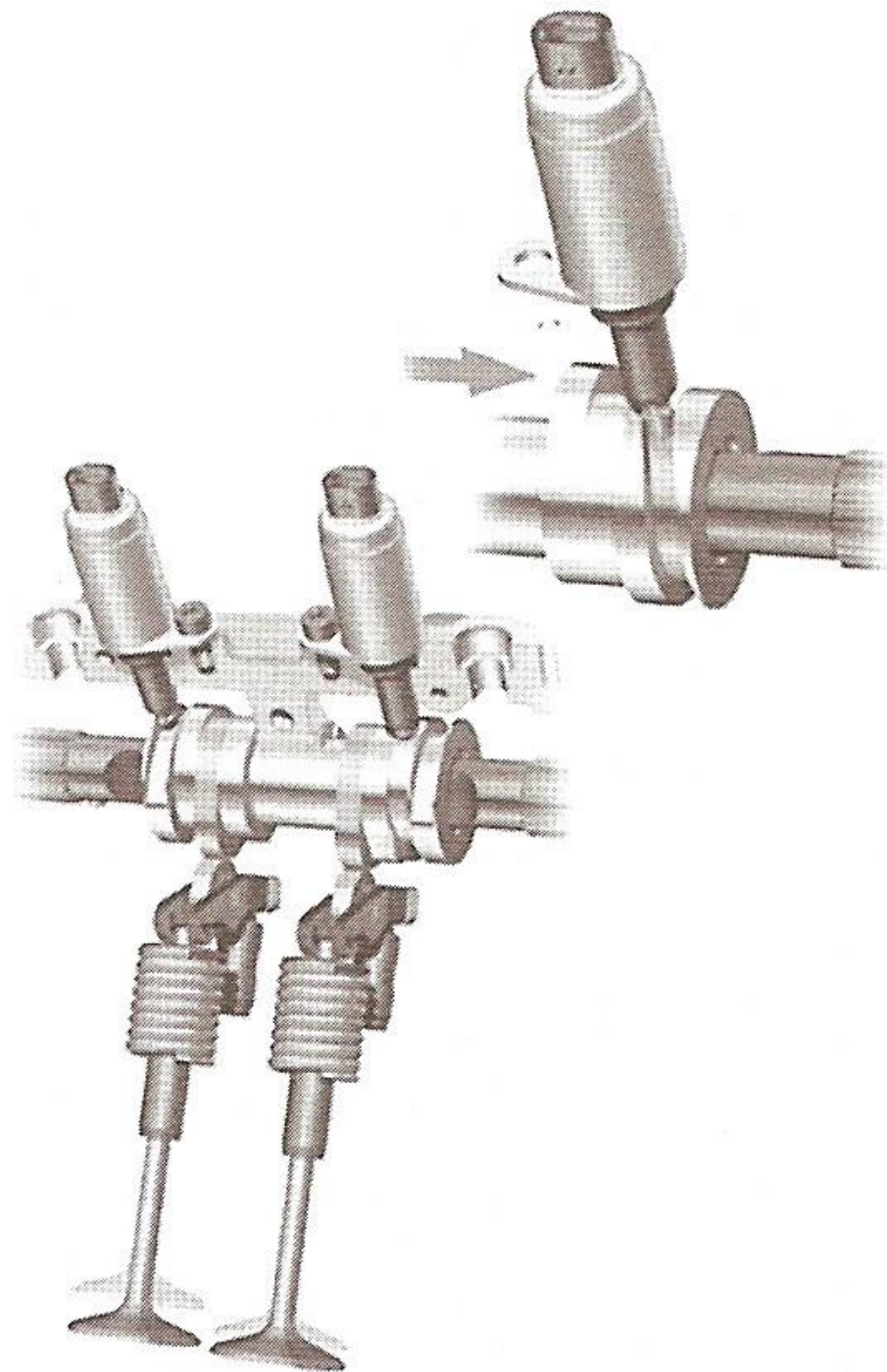
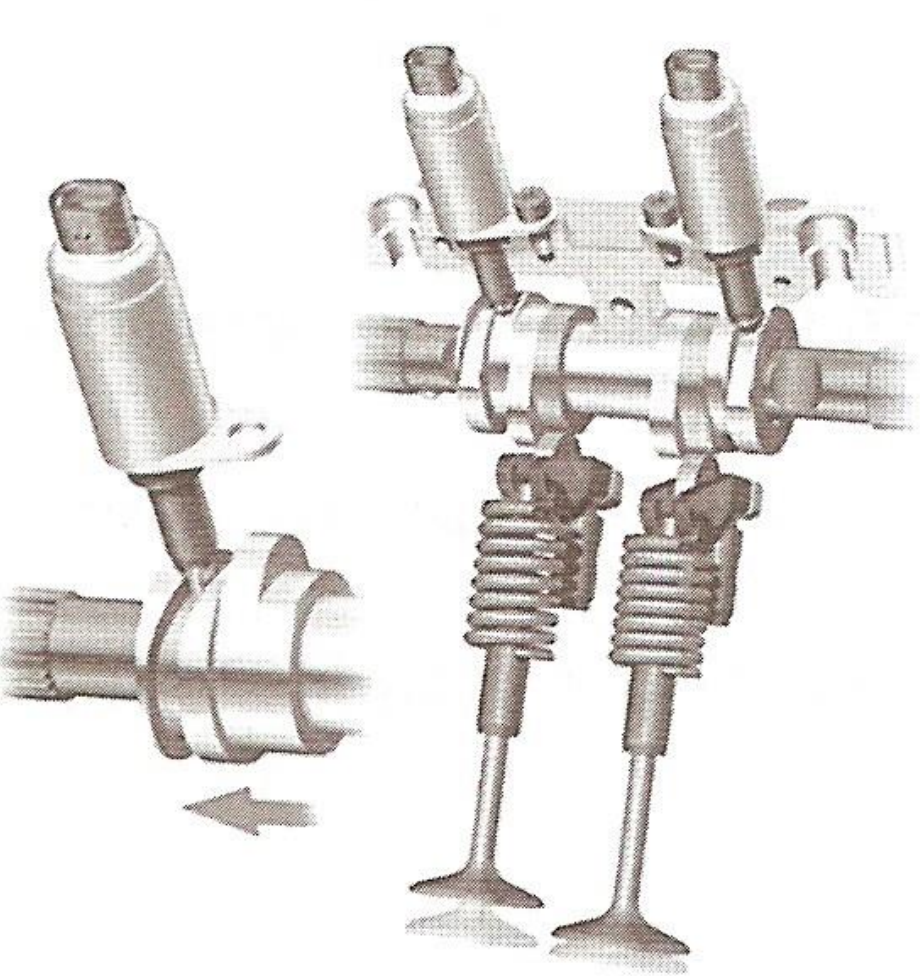
- a) wałek rozrządu z krzywkami o ukośnej powierzchni jest osiowo przesuwany nad popychaczem szklankowym
- b) całkowicie zmienny skok i przekrój otwarcia
- c) ścieranie współpracujących powierzchni
- d) dodatkowa siła obciążająca





# 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

