



# SZKOŁA POLICEALNA dla dorosłych

[www.samochodowka.edu.pl](http://www.samochodowka.edu.pl)

Kierunek kształcenia w zawodzie:

## TECHNIK POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH

Przedmiot:

*Budowa i naprawa pojazdów samochodowych*



*dr inż. Janusz Walkowiak*

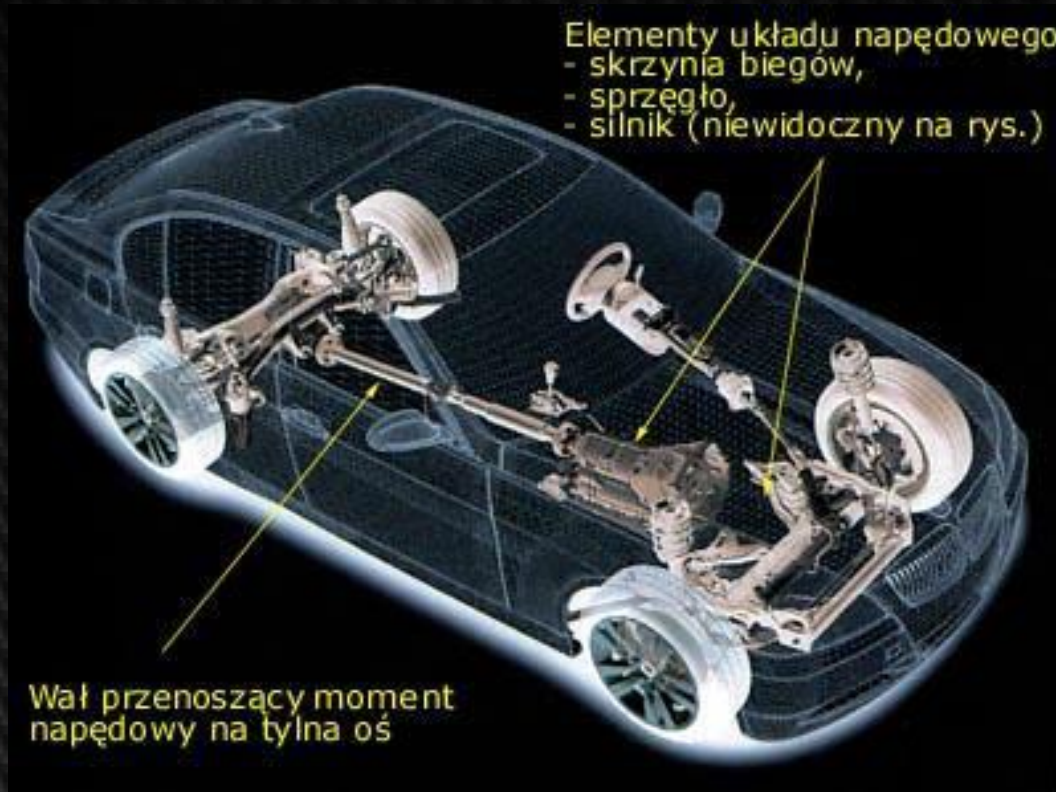
# UKŁAD PRZENIESIENIA NAPĘDU

## PLAN WYKŁADU:

1. Układ przeniesienia napędu. Zespoły, rodzaje napędów, zalety i wady.
2. Podzespoły układu przeniesienia napędu. Sprzęgło.
  - 2.1 Rodzaje sprzęgieł, sterowanie.
  - 2.2 Budowa, zasada działania sprzęgła ciernego.
  - 2.3 Mechanizmy sterowania sprzęgłem.
  - 2.4 Projektowanie sprzęgieł ciernych.
  - 2.5 Budowa, zasada działania sprzęgła hydrokinetycznego.
  - 2.6 Sprzęgła elektromagnetyczne.
  - 2.7 Inne rodzaje sprzęgieł.

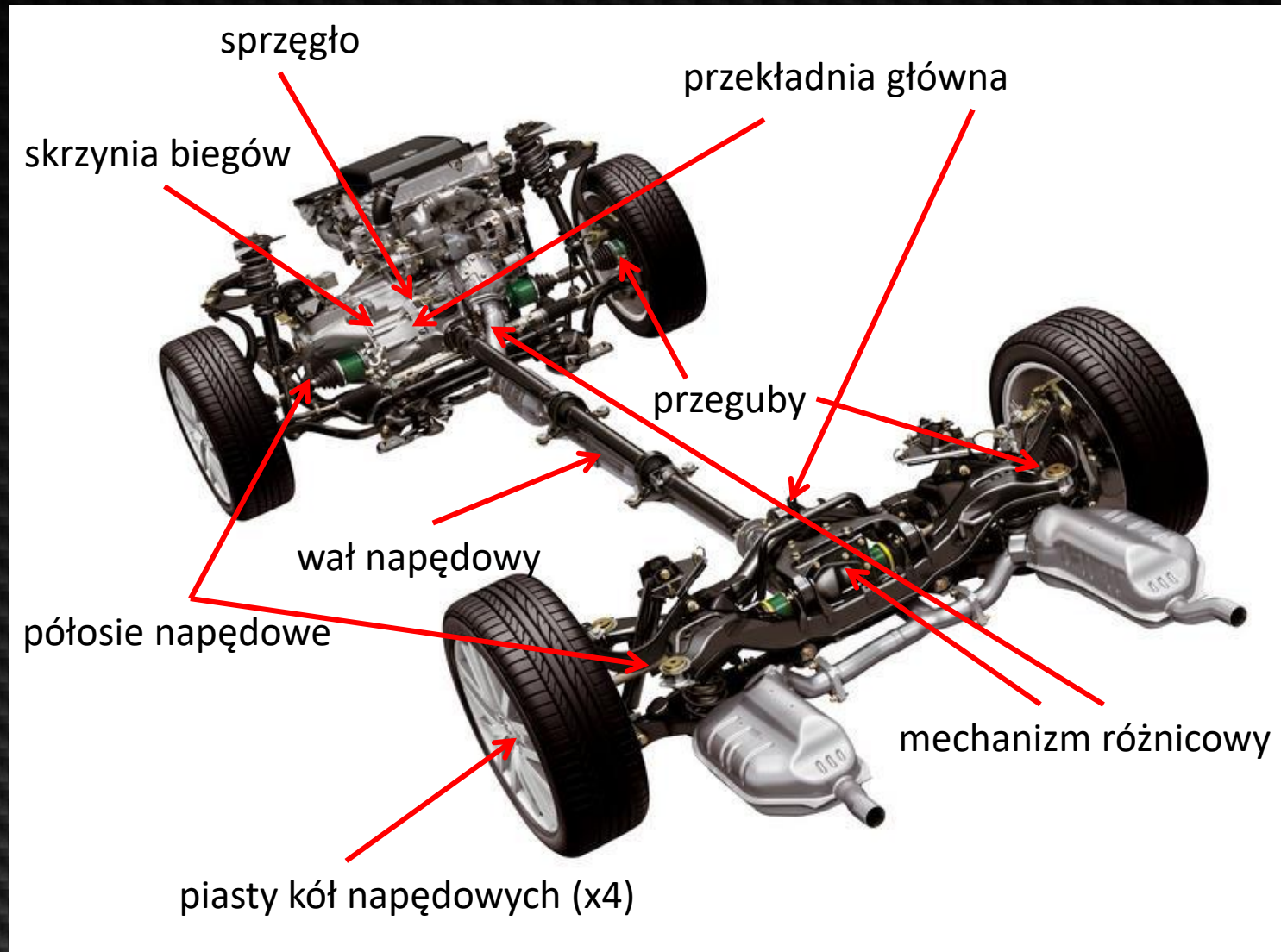


# UKŁAD PRZENIESIENIA NAPĘDU



ZADANIEM UKŁADU NAPĘDOWEGO SAMOCHODU JEST PRZENIESIENIE MOCY SILNIKA NA KOŁA NAPĘDOWE, ORAZ UZYSKANIE TAKICH WARTOŚCI PRZEŁOŻEŃ DYNAMICZNYCH, ABY WARTOŚĆ MOMENTU OBROTOWEGO WYSTARCZYŁA DO POKONANIA OPORÓW RUCHU I UZYSKANIA ODPOWIEDNIEJ PRĘDKOŚCI POJAZDU.

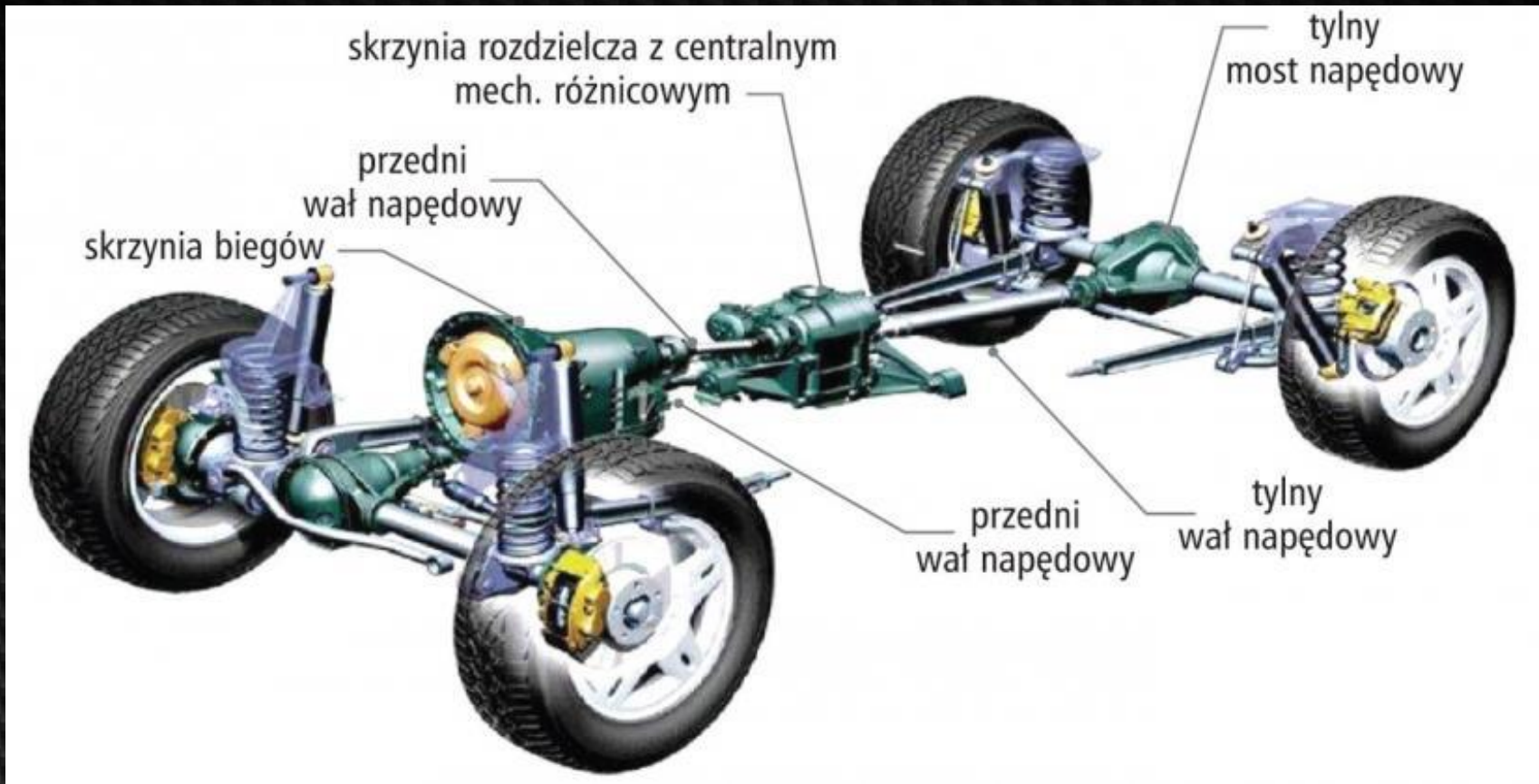
# Zespoły typowego układu napędowego





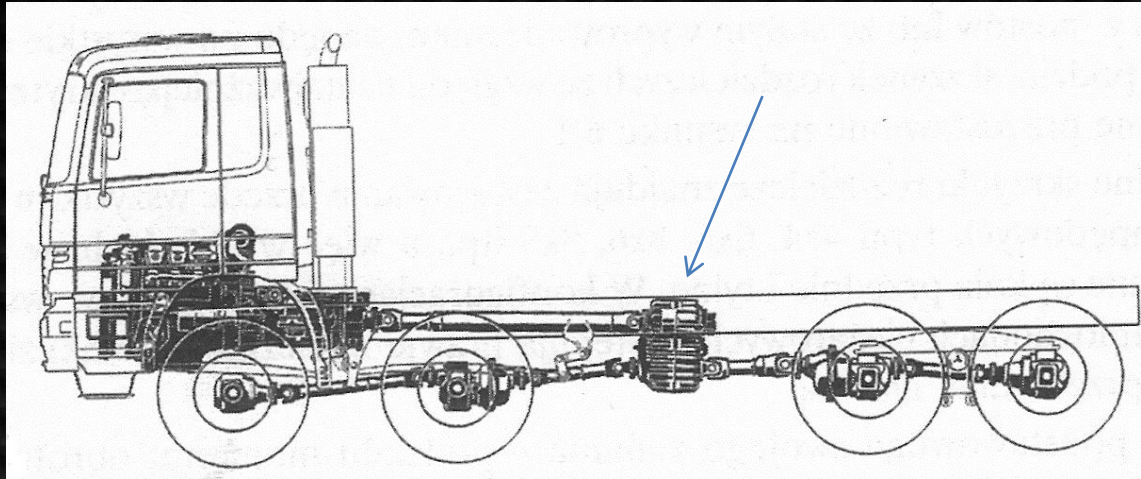
# Zespoły typowego układu napędowego

W innych układach napędowych

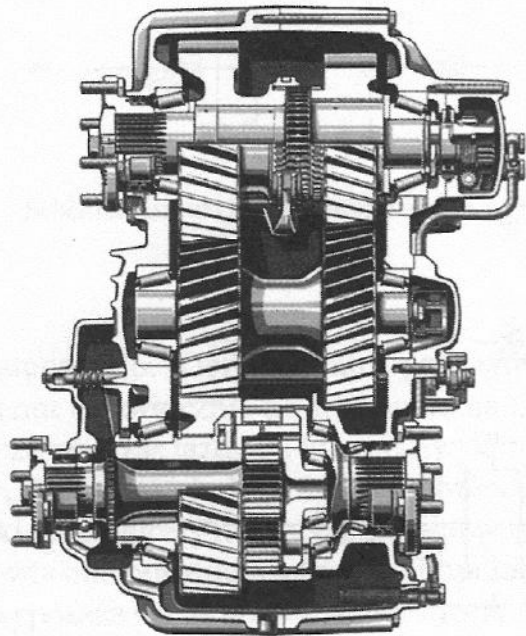


# Zespoły typowego układu napędowego

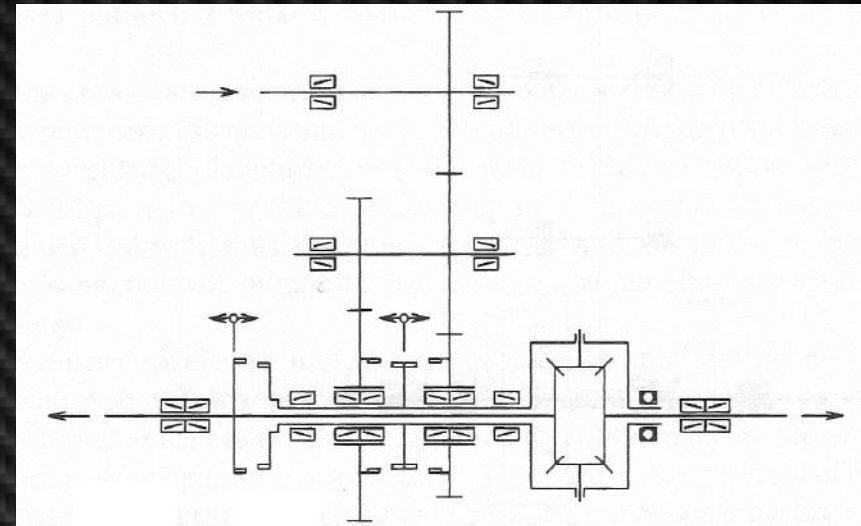
W innych układach napędowych



Umieszczenie skrzynki rozdzielczej w samochodzie



Dwubiegowa skrzynka rozdzielcza Mercedes-Benz VG 240 ze sprzęgłem zębatym na wałku wejściowym

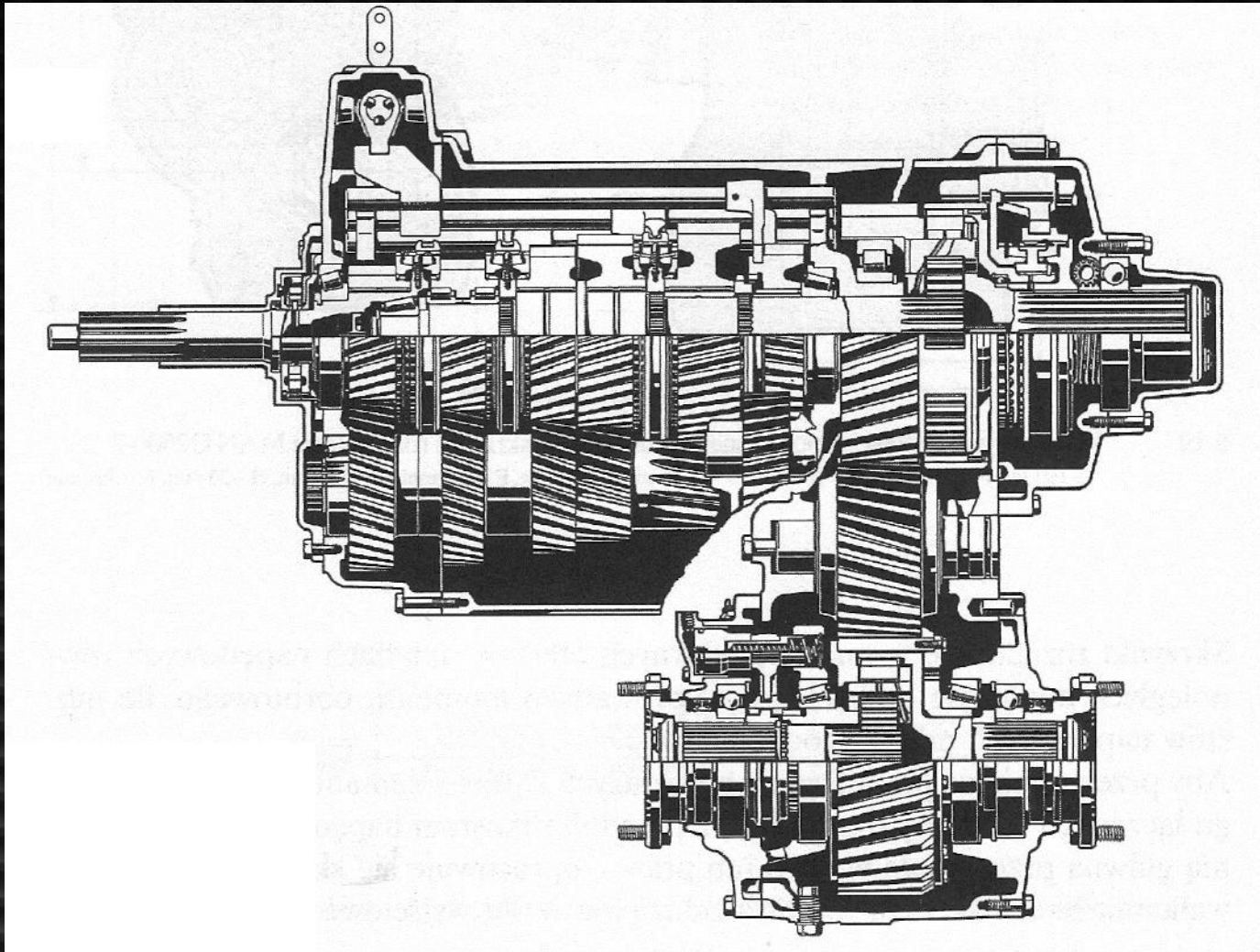


Schemat dwubiegowej skrzynki rozdzielczej ze sprzęgłem zębatym na wałku wejściowym



# Zespoły typowego układu napędowego

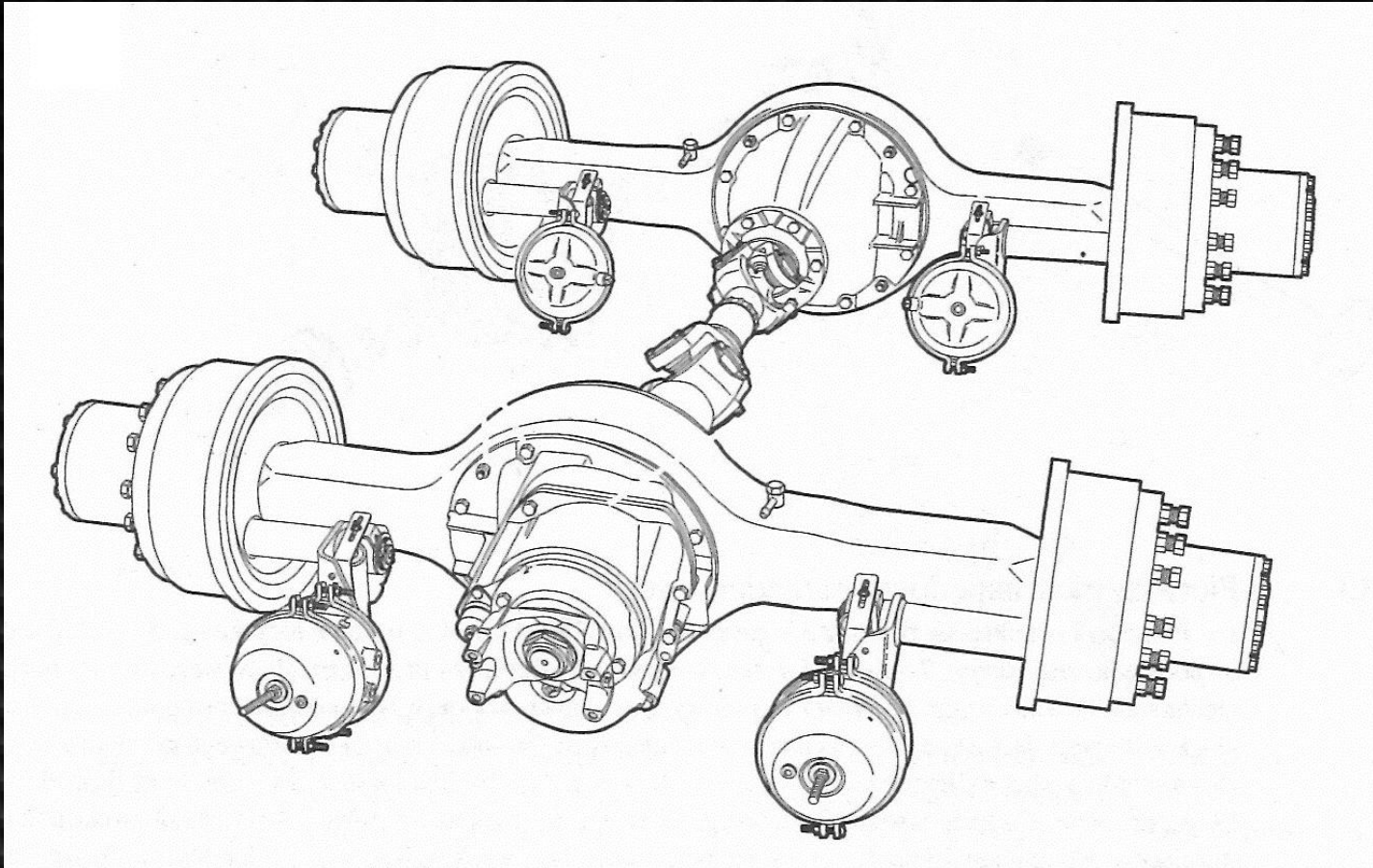
W innych układach napędowych



Jednobiegowa skrzynka rozdzielcza zespolona ze skrzynią biegów ZF Ecosplit 16S 220A

# Zespoły typowego układu napędowego

W innych układach napędowych



Mosty napędowe w układzie tandem



# Zadania zespołu układu napędowego

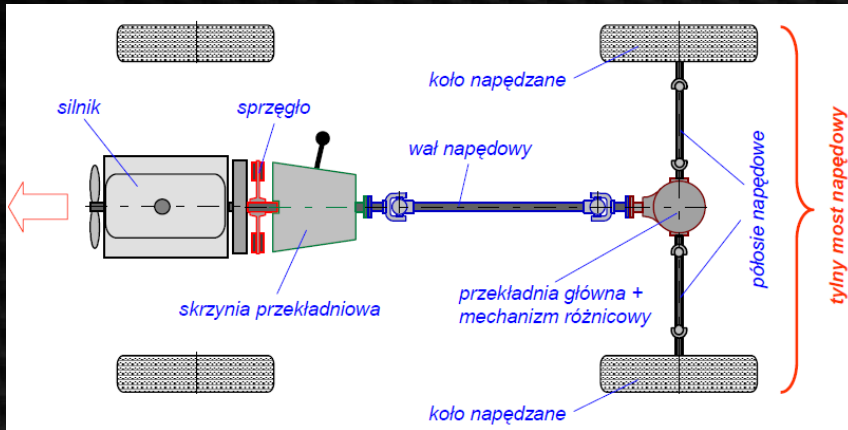
1. Ruszanie pojazdu z miejsca w różnych warunkach.
2. Osiąganie dużych przyspieszeń i maksymalnych prędkości.
3. Jazda do tyłu.
4. Manewrowanie z małymi prędkościami.
5. Rozłączanie układu przeniesienia napędu.

UKŁAD NAPĘDOWY MA ZNACZĄCY WPŁYW NA DYNAMIKĘ SAMOCHODU, ORAZ NA ZUŻYCIE PALIWA I EMISJĘ SPALIN.

# RODZAJE UKŁADÓW NAPĘDOWYCH

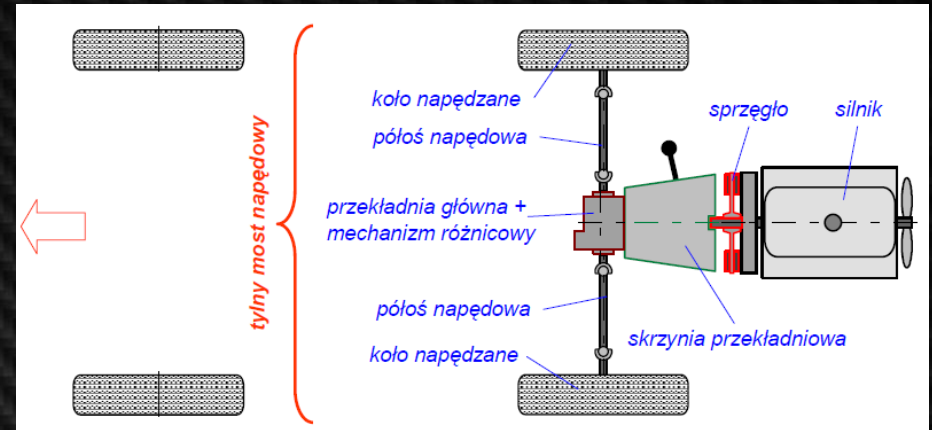
## NAPĘD KLASYCZNY

Silnik umieszczony z przodu napędza koła osi tylnej pojazdu.



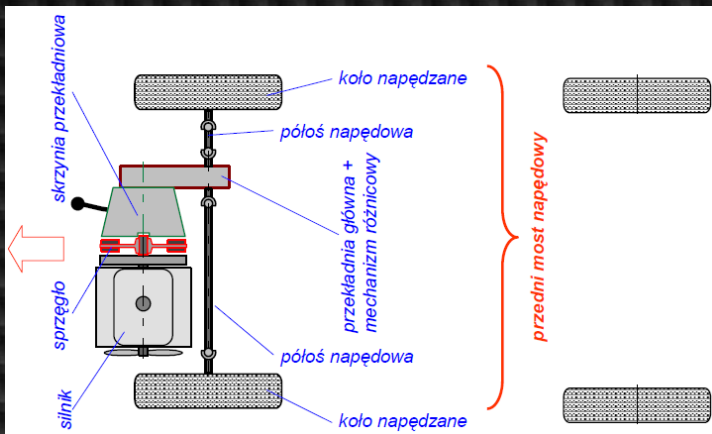
## ZBLOKOWANY NAPĘD TYLNY

Silnik umieszczony z tyłu napędza koła osi tylnej.



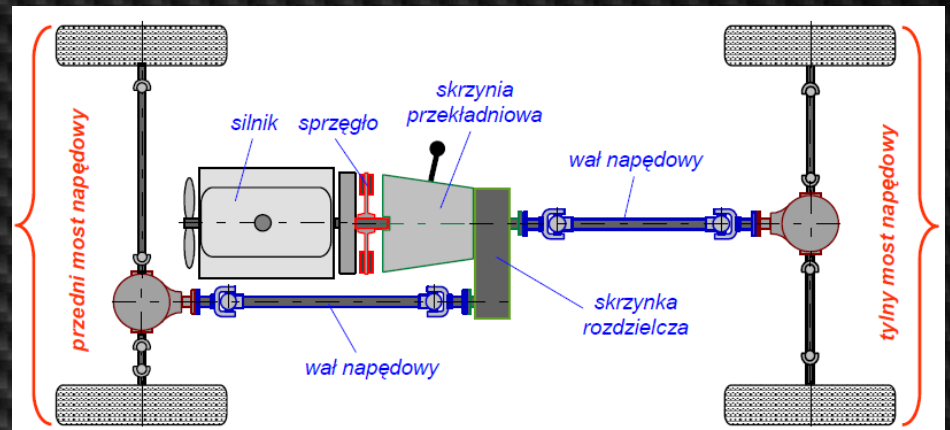
## ZBLOKOWANY NAPĘD PRZEDNI

Silnik umieszczony z przodu napędza koła osi przedniej.



## NAPĘD WIELU OSI

Silnik umieszczony najczęściej z przodu napędza koła więcej niż jednej osi pojazdu.





## **Zalety klasycznego układu napędowego:**

- + rozłożenie masy układu napędowego na obie osie
- + dociążanie kół osi napędzanej przy ruszaniu i przyspieszaniu
- + prosta budowa przedniej osi kierowanej

## **Wady klasycznego układu napędowego:**

- znaczna masa całego układu napędowego
- duża ilość elementów składowych
- konieczność prowadzenia wału napędowego przez całą długość pojazdu
- podniesienie środka ciężkości pojazdu
- w samochodach osobowych trudno wygospodarować głęboki bagażnik

## **Zalety przedniego układu napędowego:**

- + możliwość obniżenia położenia podłogi i środka ciężkości pojazdu
- + dociążanie kół osi napędzanej masą układu napędowego
- + bardziej ekonomiczny
- + prosta budowa osi tylnej
- + bezpieczniejszy podczas jazdy po łukach
- + możliwość zastosowania głębokiego bagażnika

## **Wady przedniego układu napędowego:**

- nierównomierne rozłożenie masy układu na osie pojazdu
- skomplikowana budowa napędzanej i kierowanej osi przedniej
- odciążanie kół osi napędzanej podczas ruszania i przyspieszania



## Zalety tylnego układu napędowego:

- + dociążanie kół osi napędzanej przy ruszaniu i przyspieszaniu
- + prosta budowa przedniej osi kierowanej

## Wady tylnego układu napędowego:

- skupienie masy całego układu napędowego nad tylną osią pogarsza stateczność jazdy na łukach
- utrudnione chłodzenie silnika – konieczność stosowania chłodzenia wymuszonego (ciągły pobór mocy z silnika)
- konieczność prowadzenia elementów sterowania i kontroli układu przez całą długość pojazdu
- trudności z ogrzewaniem pojazdu
- w samochodach osobowych trudno wygospodarować obszerny bagażnik nad osią przednią

## Zalety wieloosiowego układu napędowego:

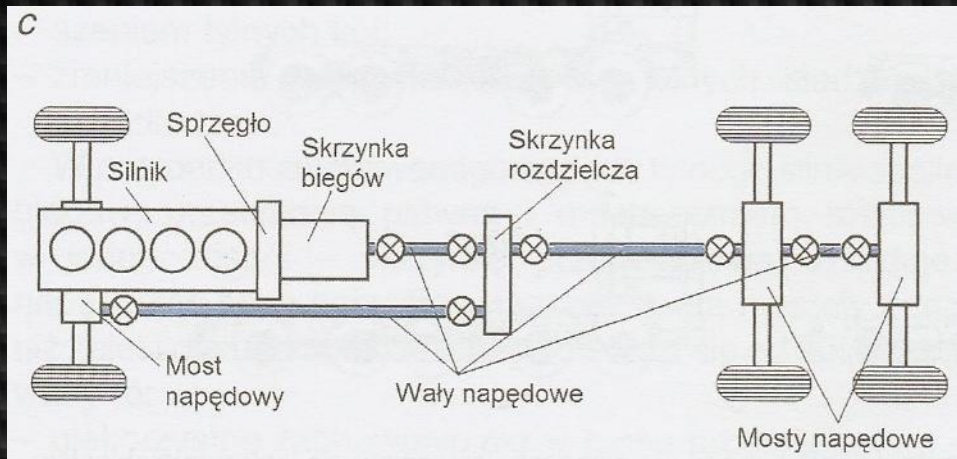
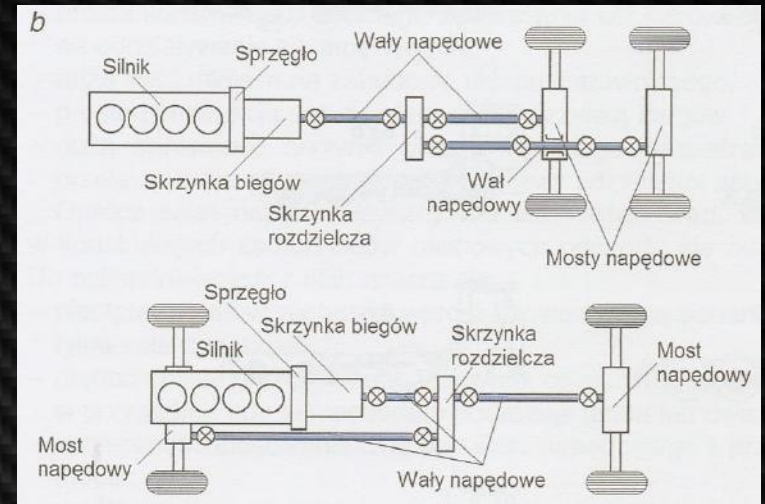
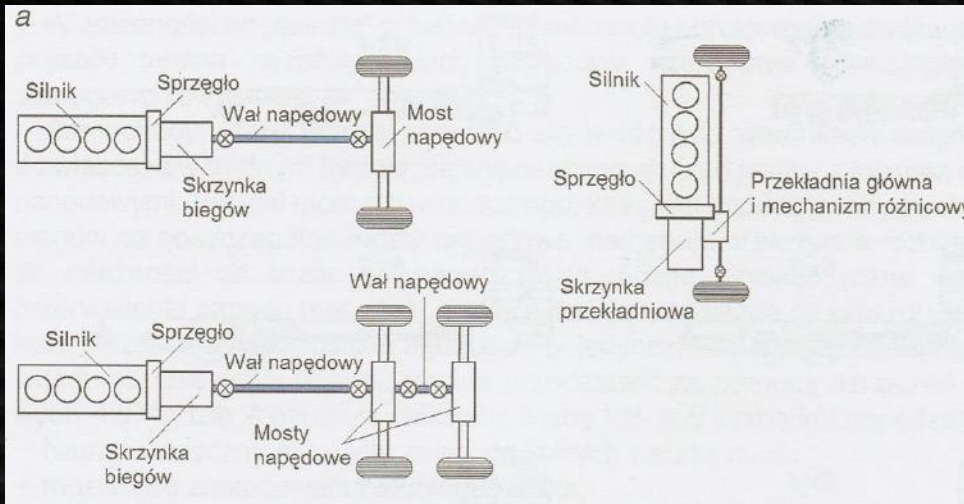
- + małe prawdopodobieństwo zerwania przyczepności podczas ruszania i przyspieszania
- + bardzo dobra stateczność podczas jazdy po łukach
- + bardzo dobre właściwości trakcyjne podczas jazdy w terenie, na śliskich nawierzchniach i podjazdach na wzniesienia

## Wady wieloosiowego układu napędowego:

- skomplikowana konstrukcja i znaczna masa układu napędowego
- ograniczenie ilości miejsca na bagaż
- większa liczba ewentualnych źródeł wibracji i hałasu
- wyższa cena pojazdu



# Schemat układu napędowego – przekazywanie momentu obrotowego



Układ napędowy:

- a) szeregowy,
- b) równoległy,
- c) szeregowo-równoległy.

# SPRZĘGŁO



## GŁÓWNE ZADANIA SPRZĘGŁA:

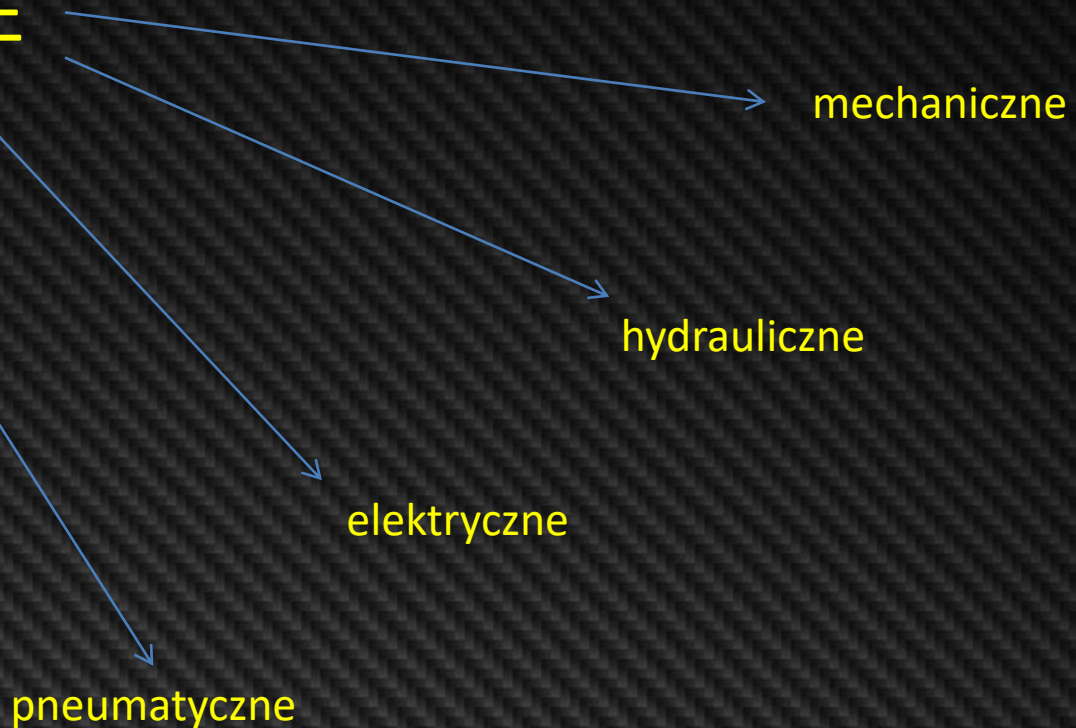
- ❑ przeniesienie momentu obrotowego z silnika do skrzyni biegów,
- ❑ chwilowe rozłączenie, oraz płynne łączenie pracującego silnika z podzespołami układu napędowego,
- ❑ zabezpieczenie przed nadmiernym przeciążeniem układu, tłumienie drgań skrętnych.



RODZAJE SPRZĘGIEŁ

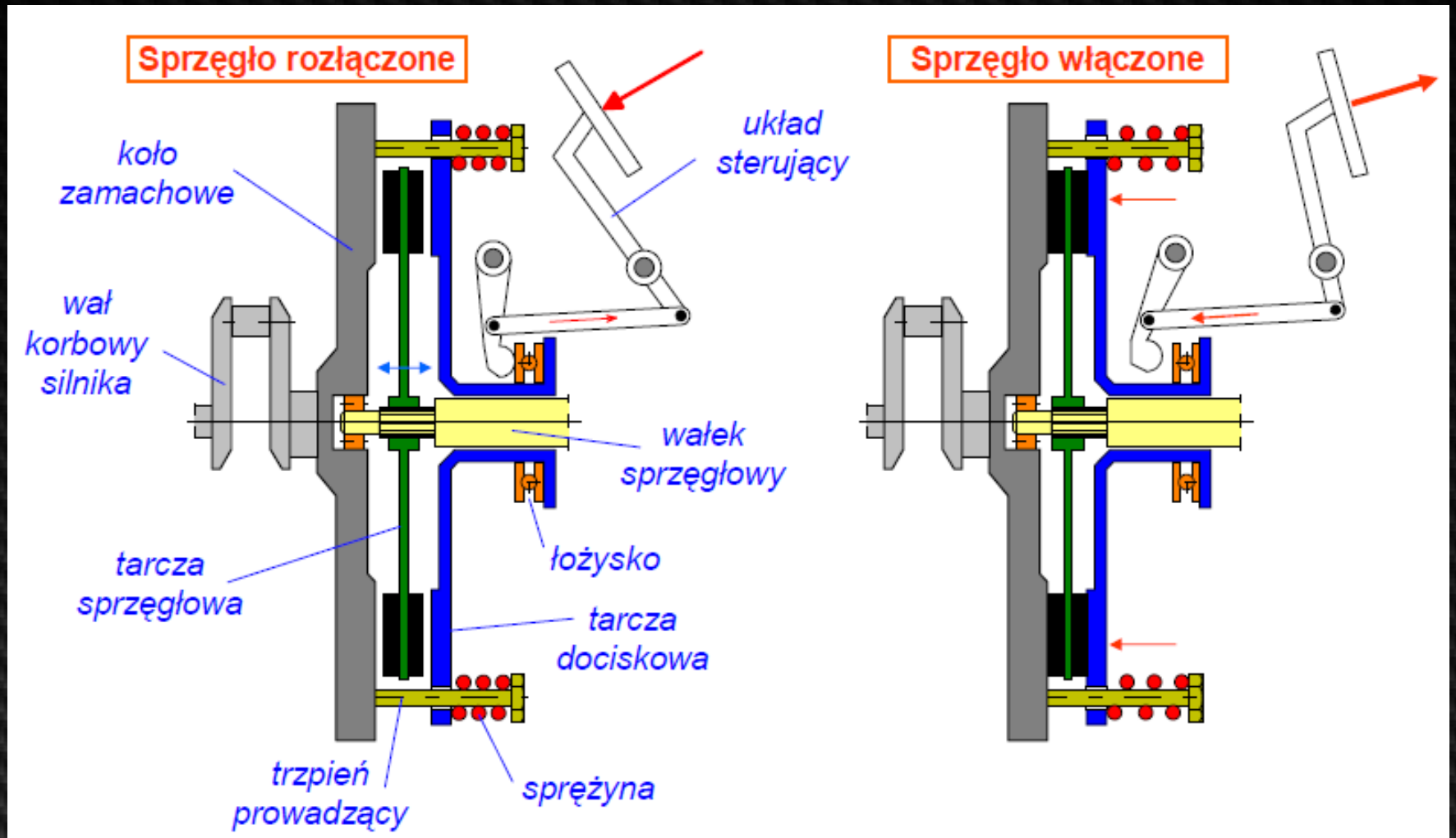


STEROWANIE

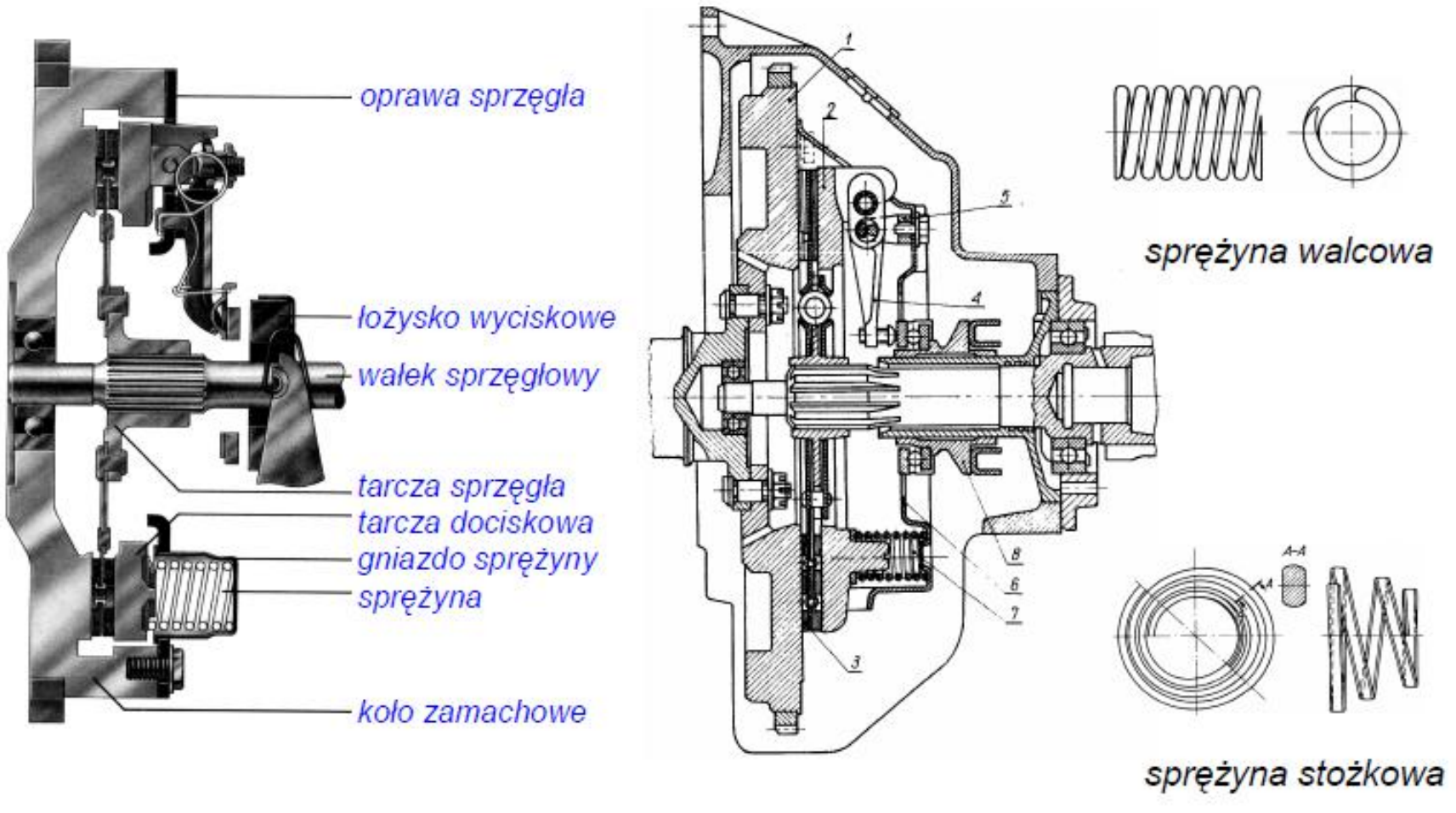




# Budowa, działanie sprzęgła ciernego ze sprężynami śrubowymi

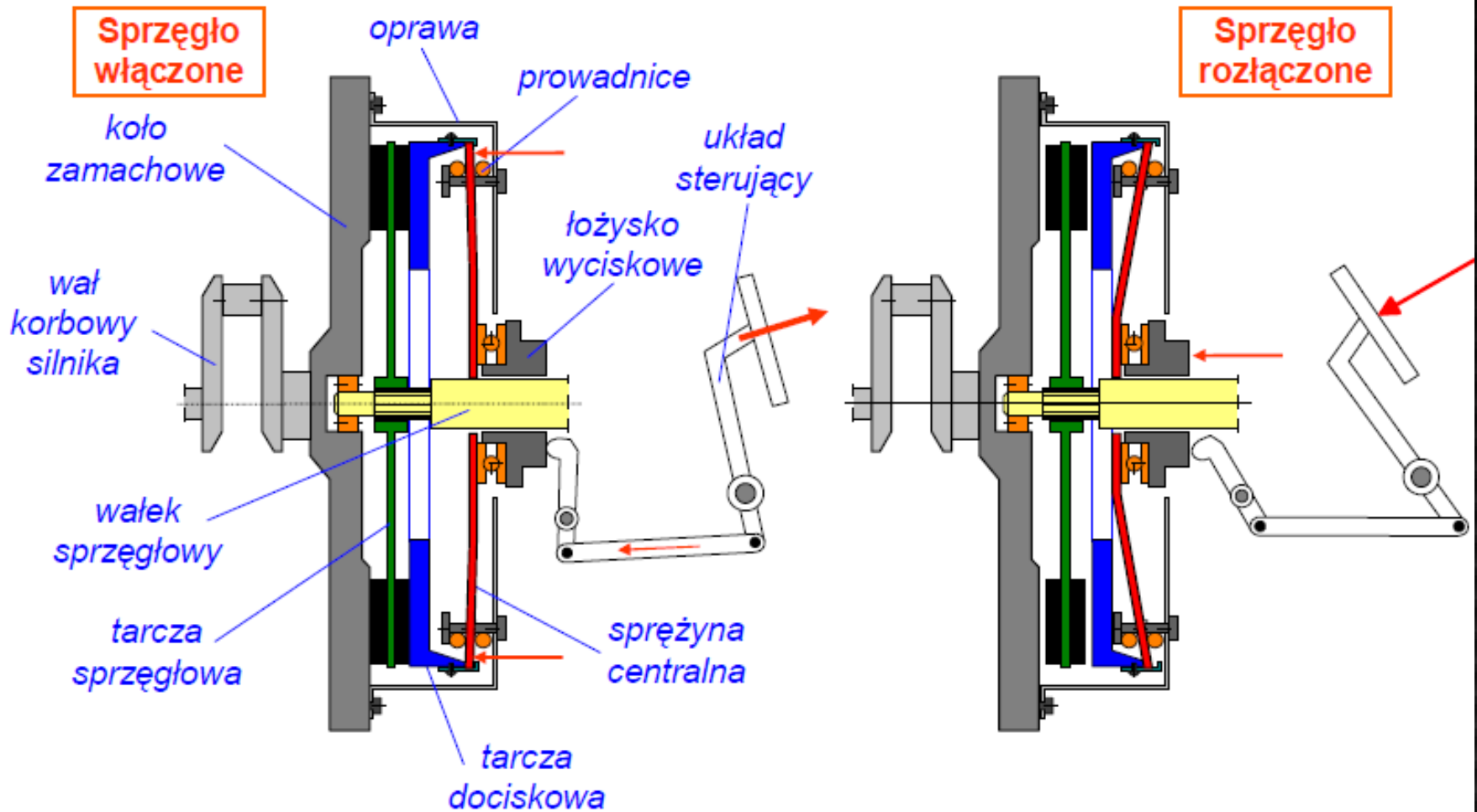


# Budowa, działanie sprzęgła ciernego ze sprężynami śrubowymi

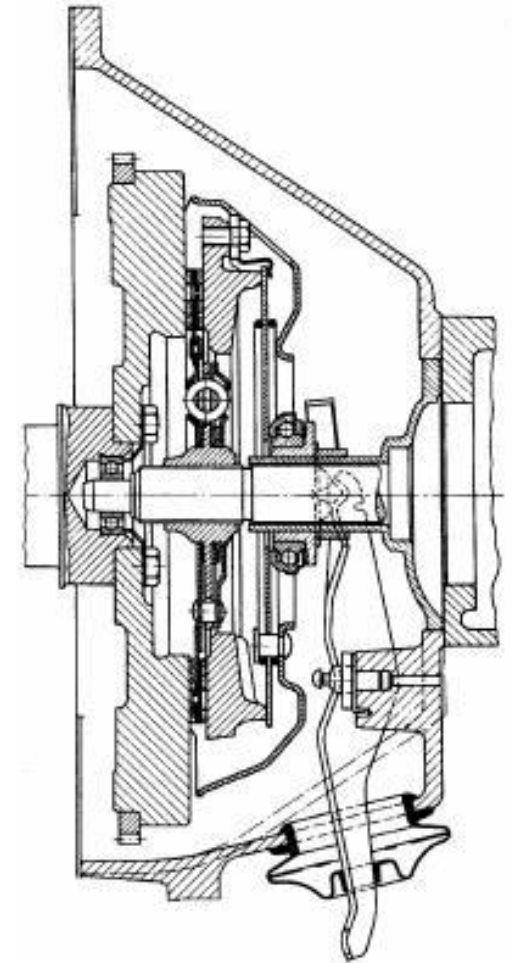
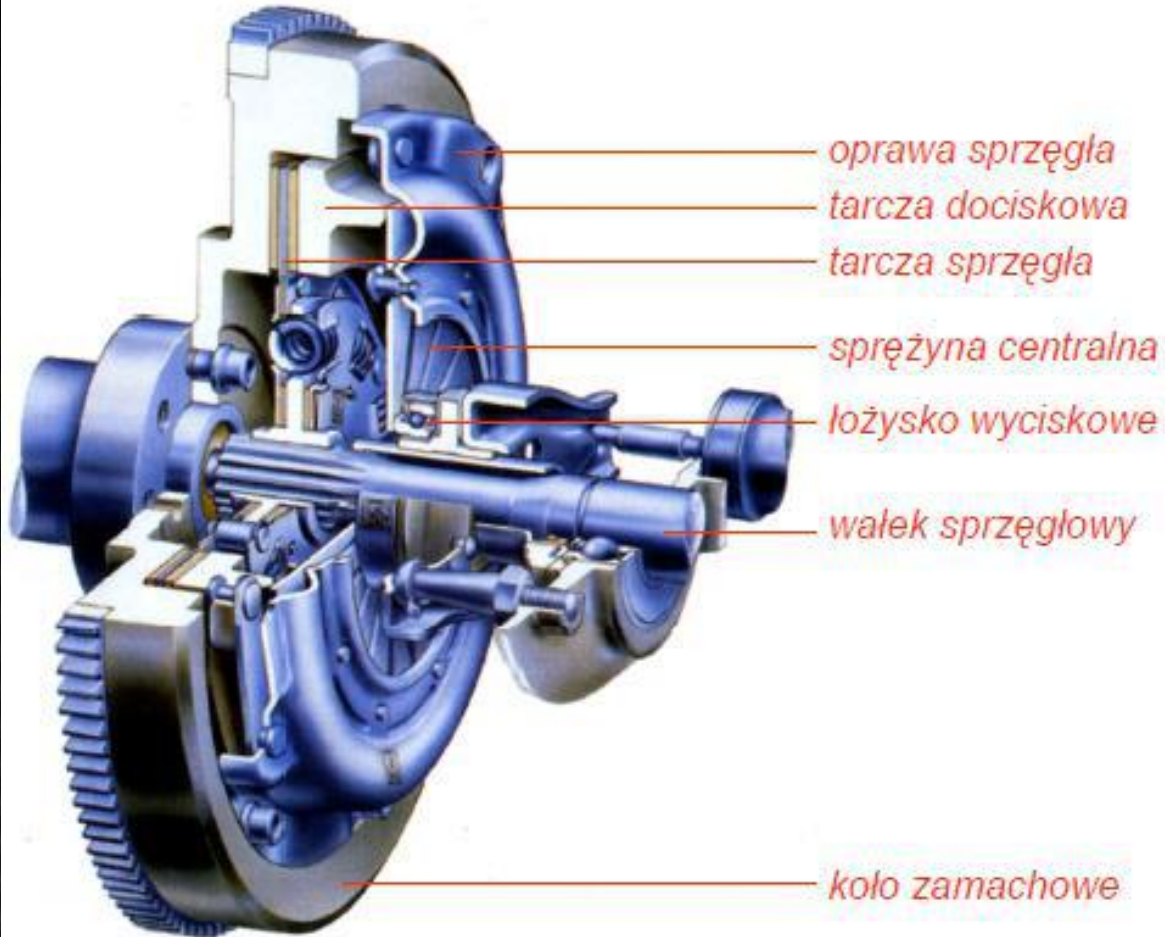




# Budowa, zasada działania sprzęgła ciernego z centralną sprężyną talerzową

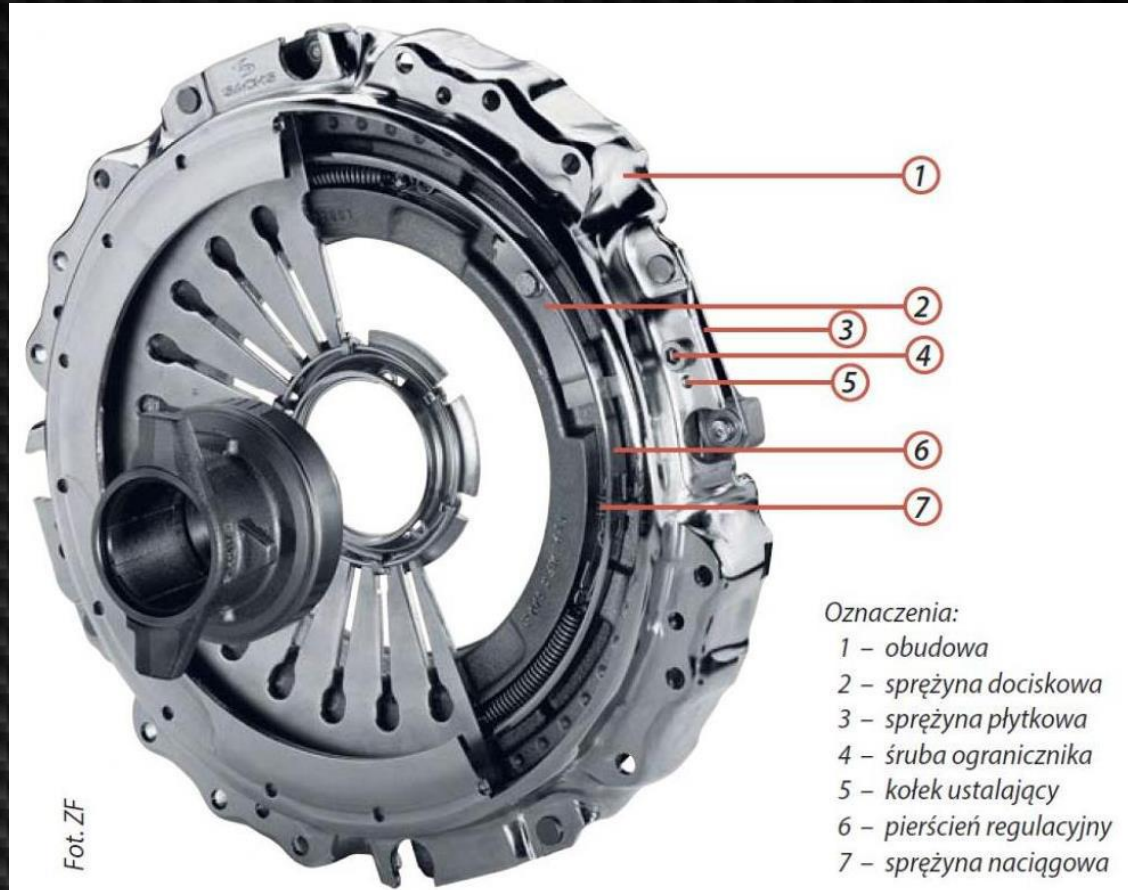
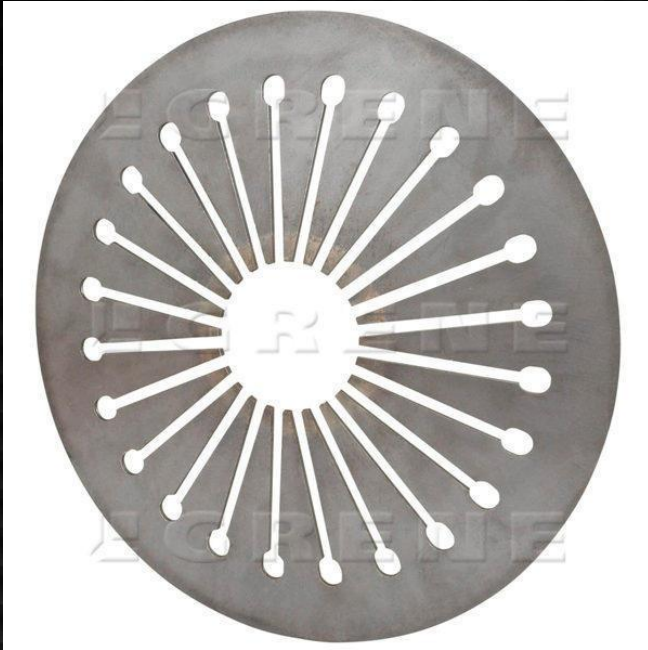


# Budowa, zasada działania sprzęgła ciernego z centralną sprężyną talerzową





# Sprężyna talerzowa

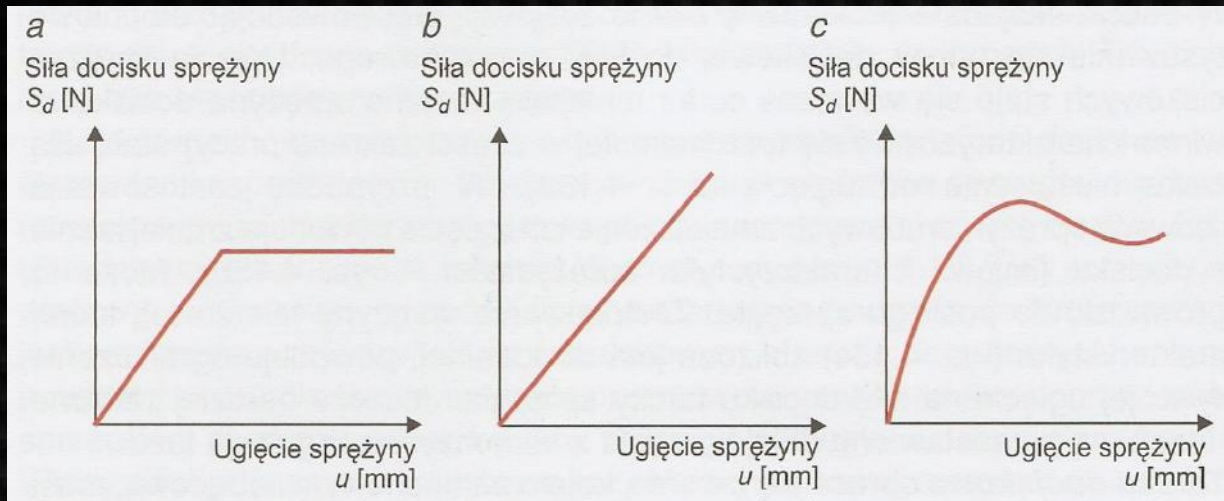


Fot. ZF

- Oznaczenia:
- 1 - obudowa
  - 2 - sprężyna dociskowa
  - 3 - sprężyna płytkowa
  - 4 - śruba ogranicznika
  - 5 - kołek ustalający
  - 6 - pierścień regulacyjny
  - 7 - sprężyna naciągowa



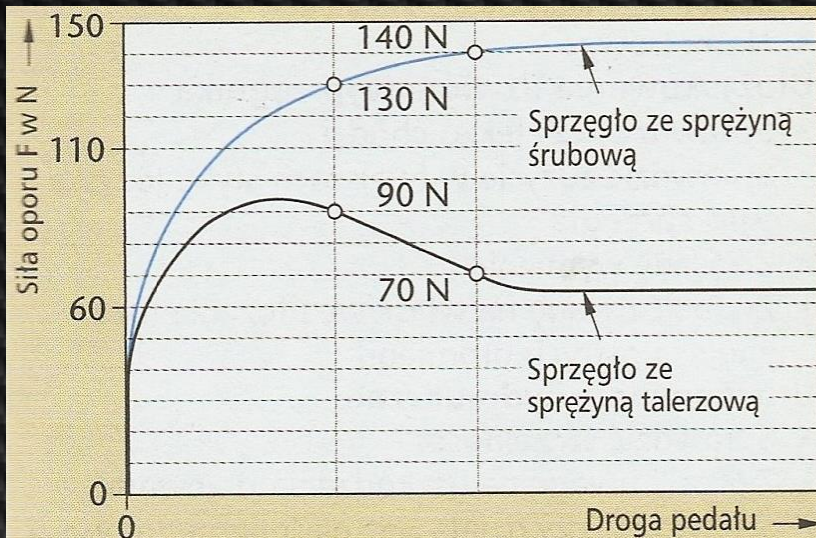
# Charakterystyka sprężyny centralnej (talerzowej) i śrubowej



Charakterystyki sprężyn dociskowych:

- a) idealnej,
- b) śrubowo-walcowej,
- c) talerzowej.

Siła na pedale przy sprzęgłach ze sprężyną talerzową i śrubową:

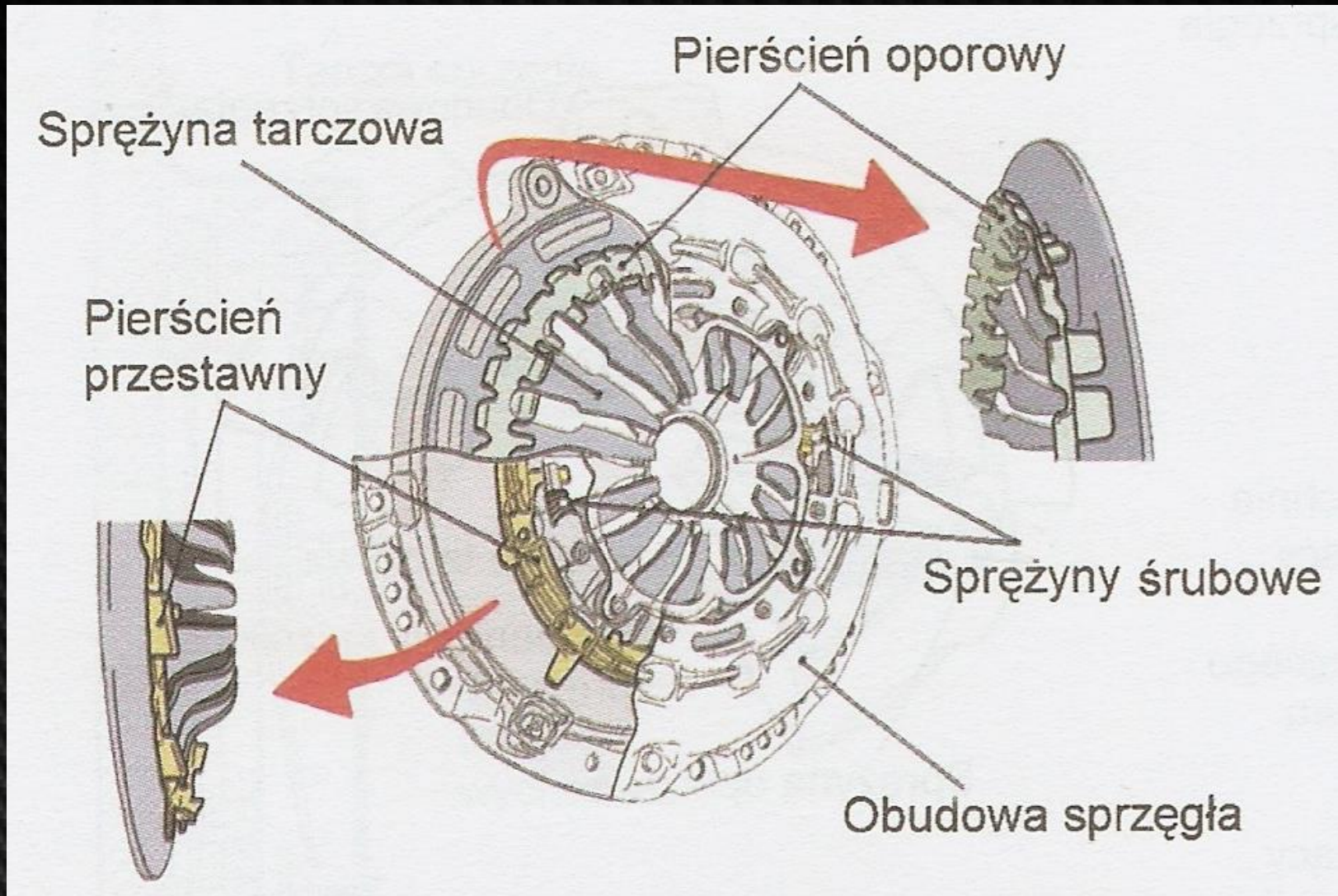


Przy sprzęgle ze sprężyną śrubową siła pedału stale wzrasta. Mówimy tu o charakterystyce liniowej. Przebieg krzywej jest niekorzystny.

Przy sprzęgle sprężyny talerzowej krzywa charakterystycznie przebiega dużo korzystniej; krótko po rozłączeniu sprzęgła siła pedału jest największa. Przy dalszym naciskaniu pedału siła jego oporu zmniejsza się, ponieważ sprężyna talerzowa uwypukliła się w drugą stronę. Zależy to od szczególnych właściwości stożka sprężyny talerzowej.



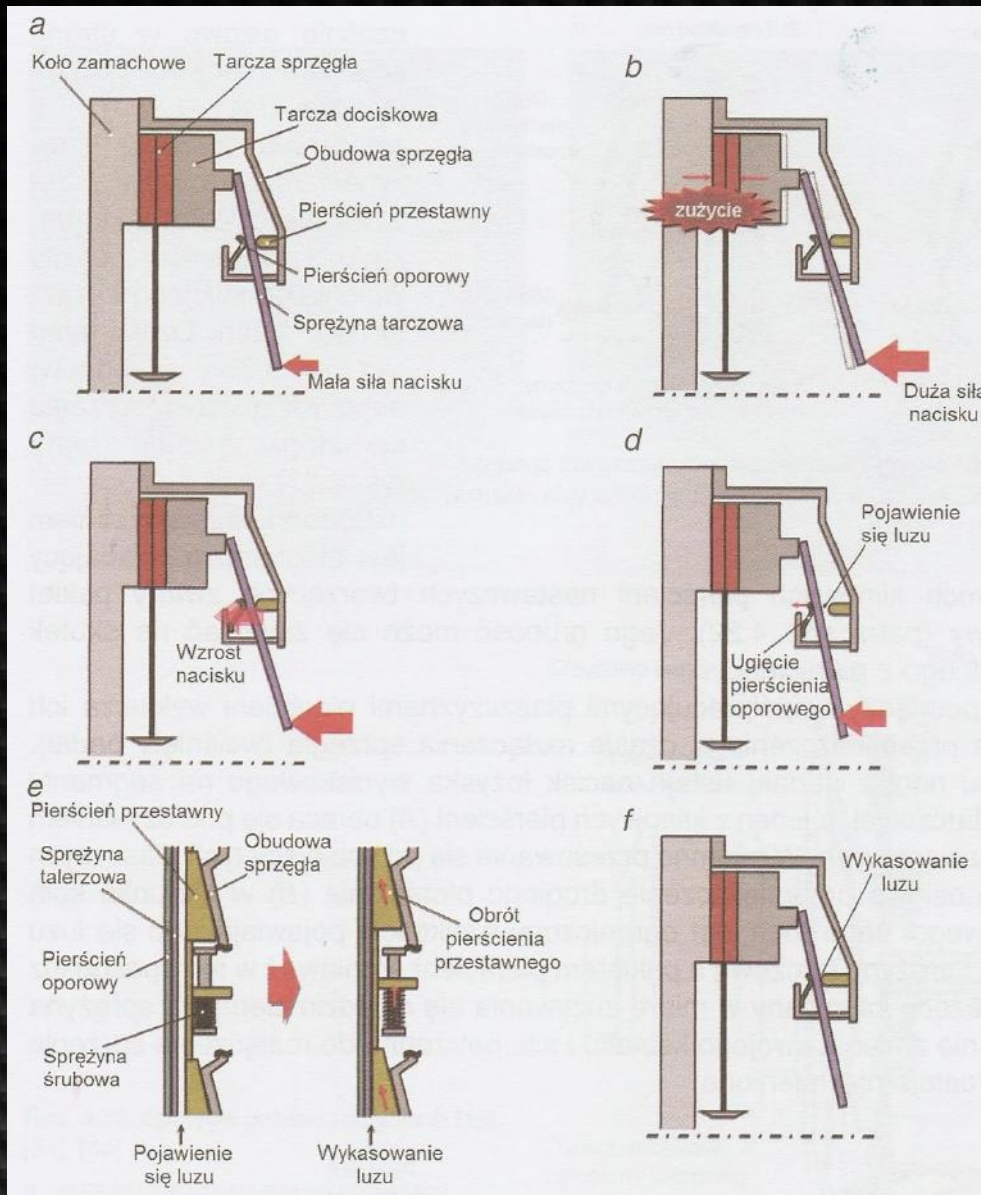
# Samoczynne regulatory luzu



Budowa sprzęgła z samoczynną regulacją luzu samochodu Toyota RAV4

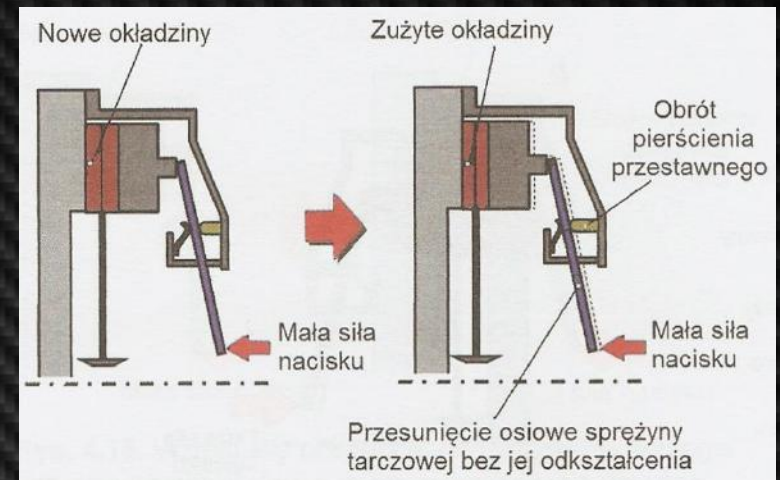


# Samoczynne regulatory luzu



Kolejne fazy działania sprzęgła z samoczynną regulacją luzu:

- mała siła rozłączania nowego sprzęgła,
- zwiększenie siły rozłączającej na skutek zużycia okładzin ciernych,
- zwiększenie siły wywieranej przez sprężynę tarczową na pierścień oporowy,
- ugięcie pierścienia oporowego i powstanie luzu,
- obrót pierścienia przestawnego i wykasowanie luzu,
- ponowne załączenie sprzęgła.



Niezmienny kształt sprężyny tarczowej sprzęgła z samoregulacją luzu niezależnie od stopnia zużycia okładzin ciernych.

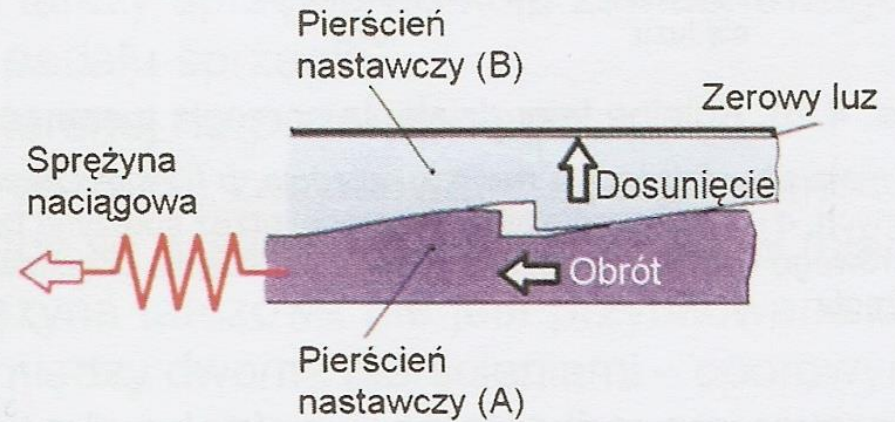


# Samoczynne regulatory luzu



Pierścień nastawczy (A)

Pierścień nastawczy (B)

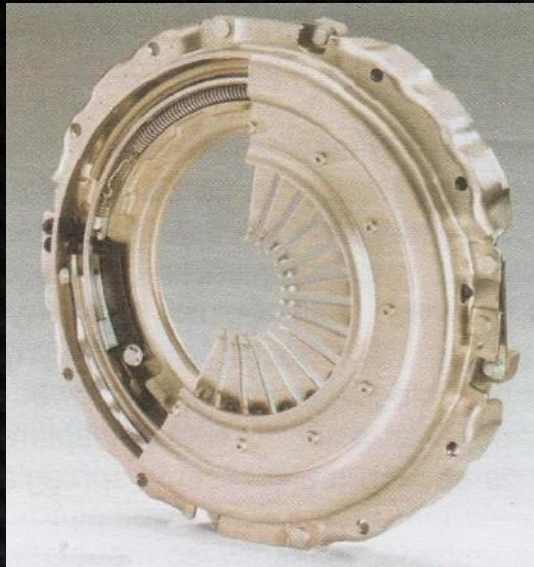


**Rys. 4.22.** Sprzęgło z samoregulacją luzu za pomocą dwóch klinowych pierścieni nastawczych [19]

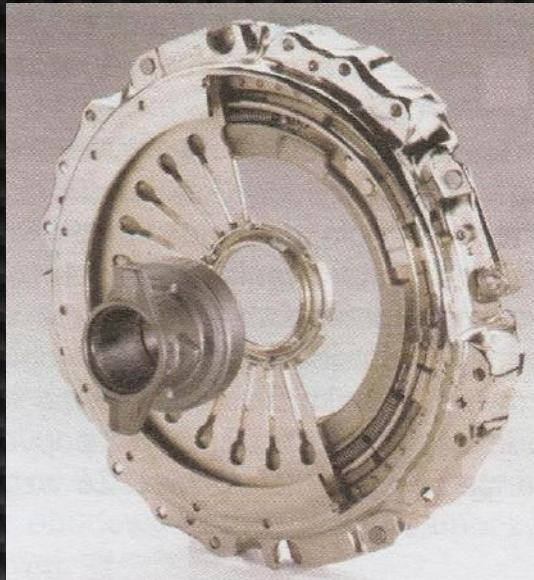
Sprzęgło z samoczynną regulacją luzu za pomocą dwóch klinowych pierścieni nastawczych



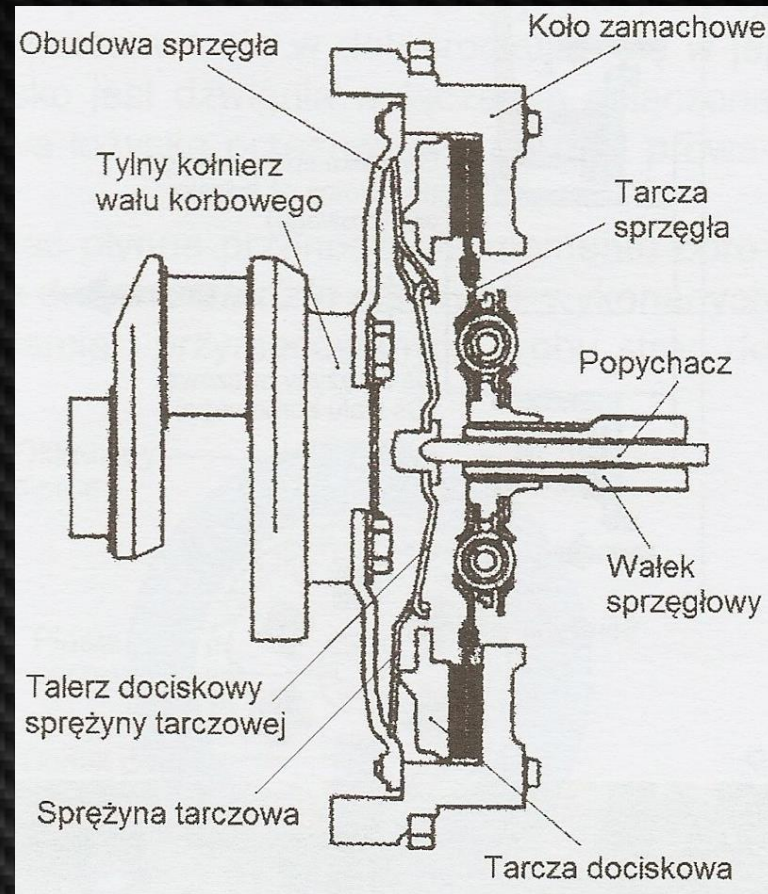
# Sprzęgła pchane i ciągnione



a)



b)



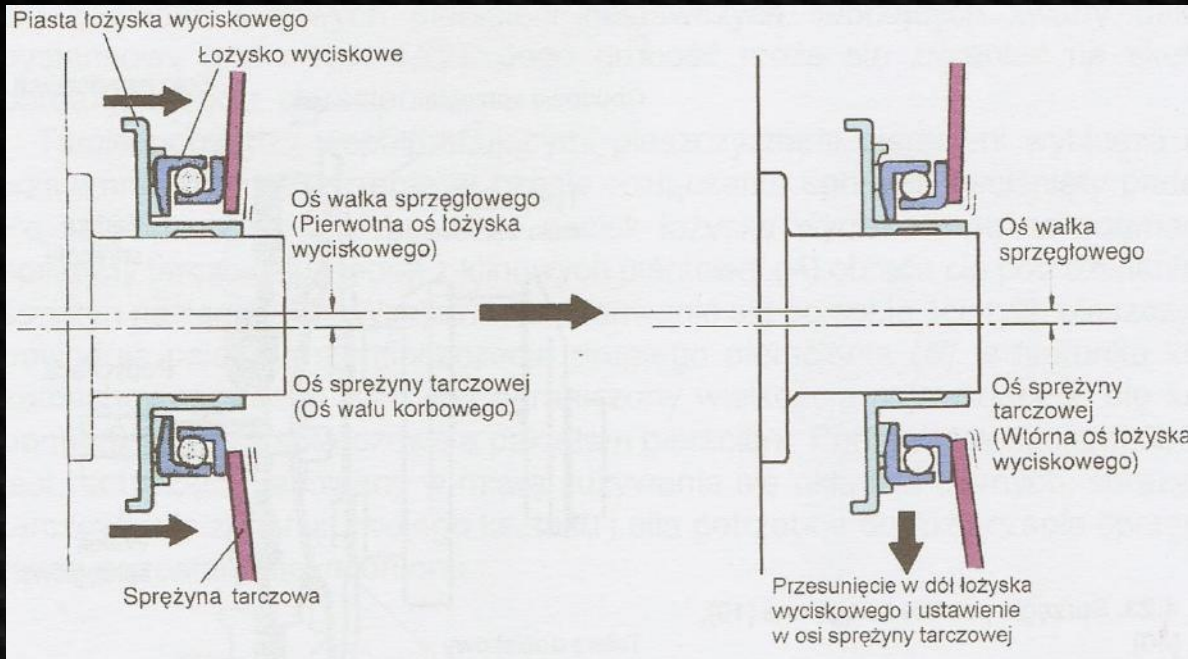
c)

Sprzęgła pchane i ciągnione:

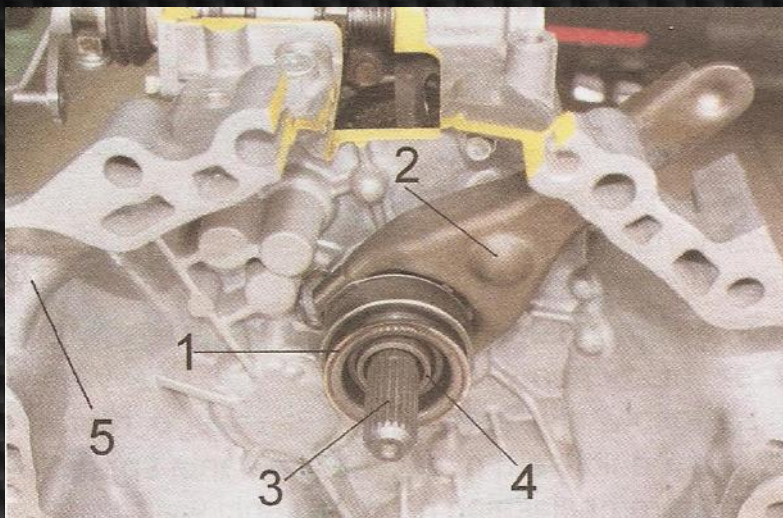
- a) kompletna obudowa sprzęgła pchanego z samoczynną regulacją luzu,
- b) kompletna obudowa sprzęgła ciągnionego z samoczynną regulacją luzu,
- c) budowa i zasada działania sprzęgła ciągnionego



# Łożysko wyciskowe



Zasada działania łożyska samocentrującego.



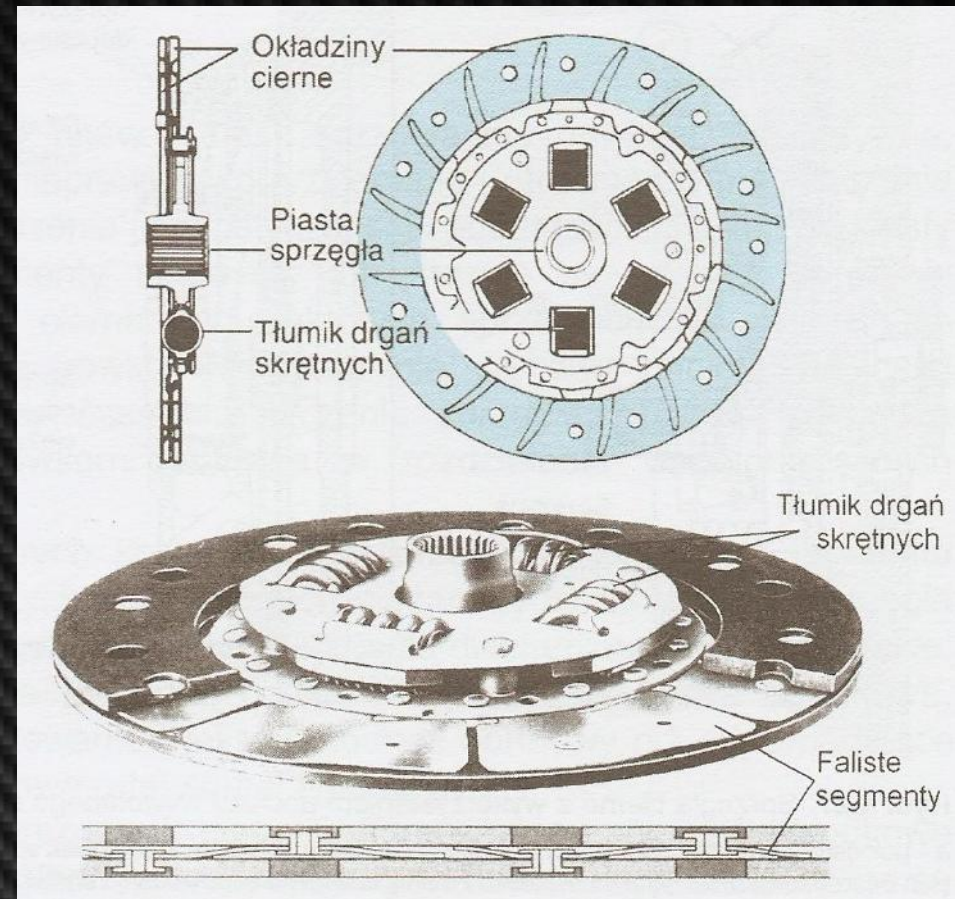
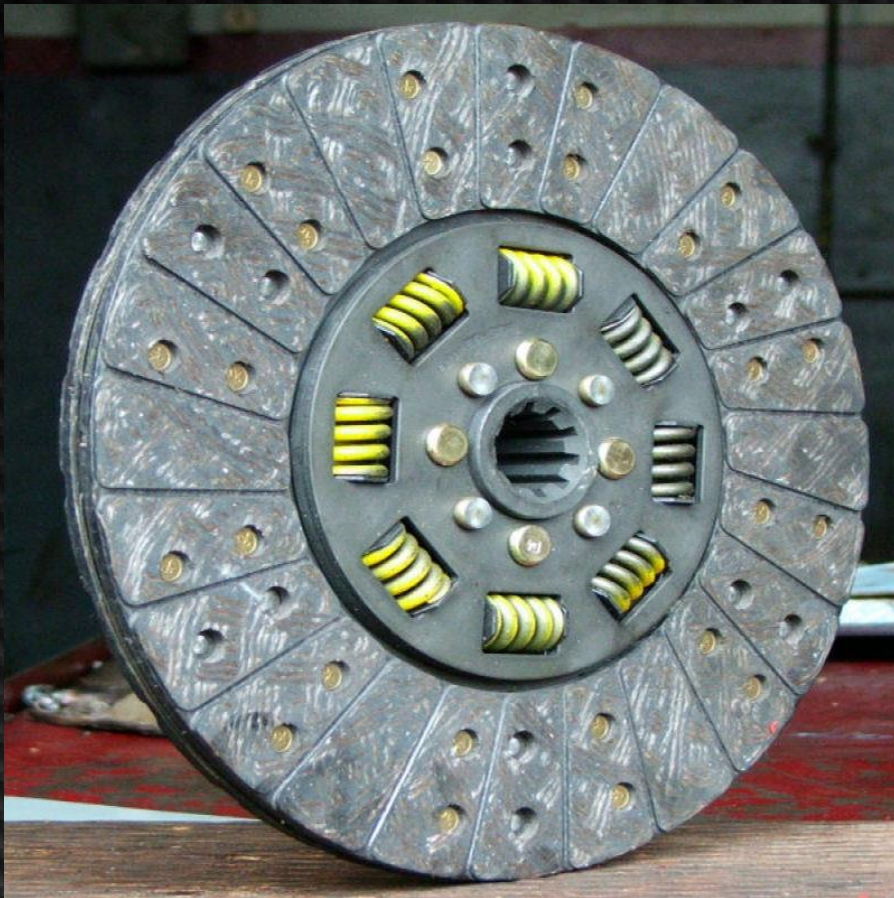
Łożysko wyciskowe z dźwignią wyłączającą:

- 1- pchane łożysko wyciskowe,
- 2- dźwignia wyłączająca sprzęgła,
- 3- wałek sprzętowy,
- 4- tuleja prowadząca skrzyni biegów,
- 5- osłona sprzęgła



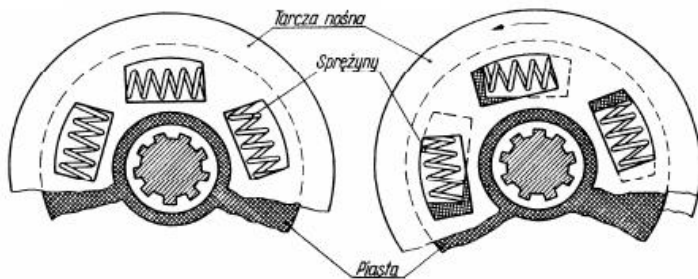
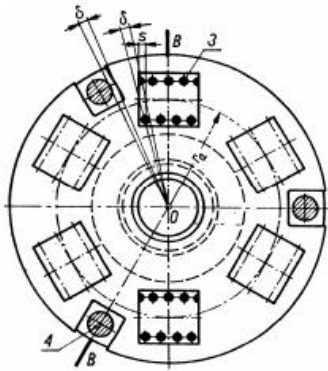
# Tarcza sprzęgła

Tarcza sprzęgła powinna zapewnić płynne przenoszenie momentu obrotowego bez poślizgu





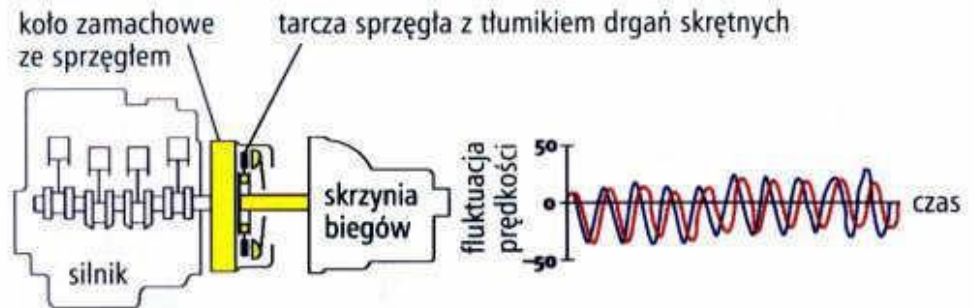
# Tarcza sprzęgła – tłumik drgań skrętnych



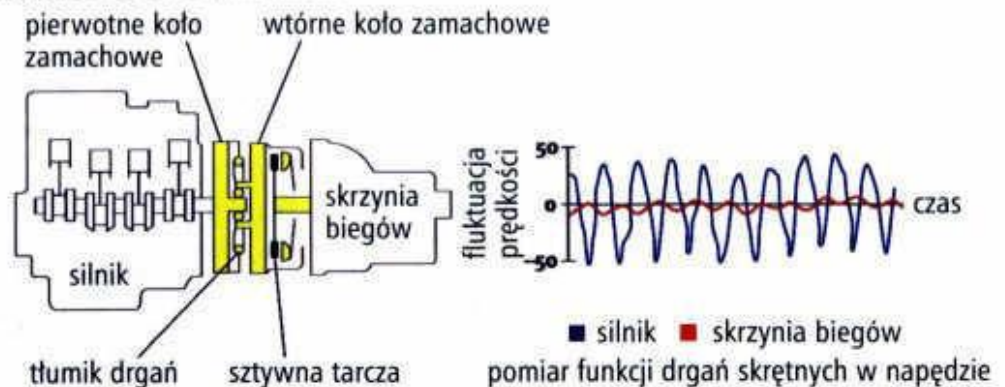
Ruchy względne tarczy nośnej i piasty podczas działania tłumika drgań skrętnych.

W przypadku silników wyposażonych w dwumasowe koło zamachowe nie ma konieczności wyposażania tarczy sprzęgła w tłumik drgań skrętnych, gdyż funkcję tłumienia drgań przejmuje koło zamachowe.

## Konwencjonalne sprzęgło



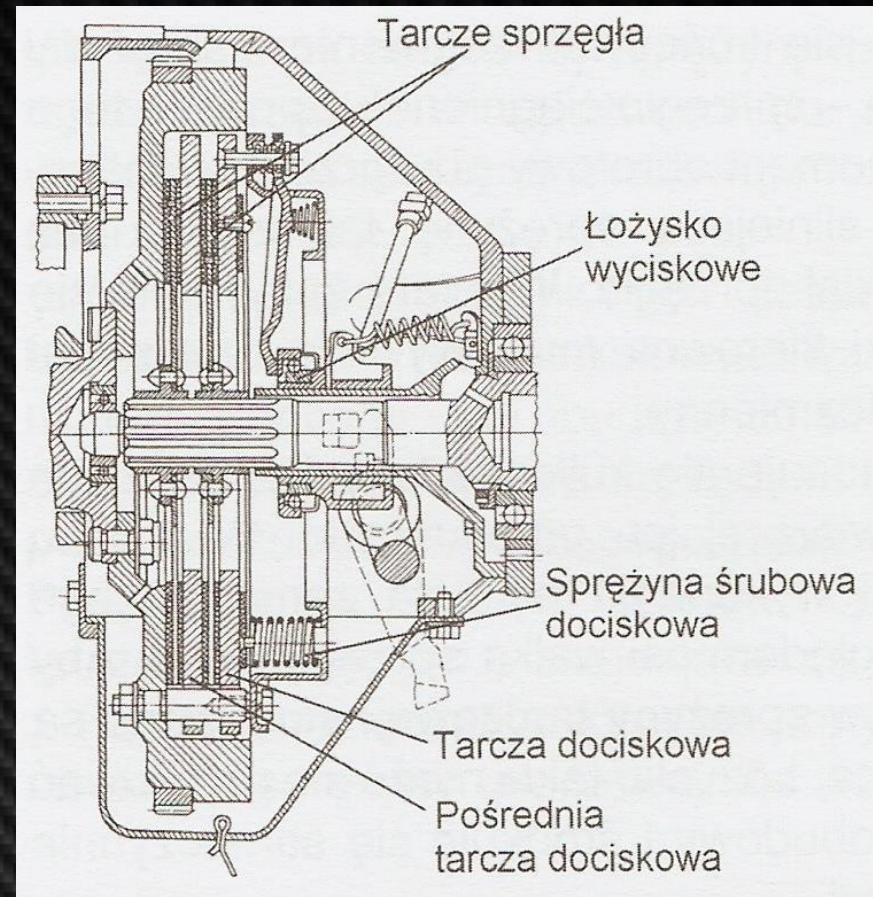
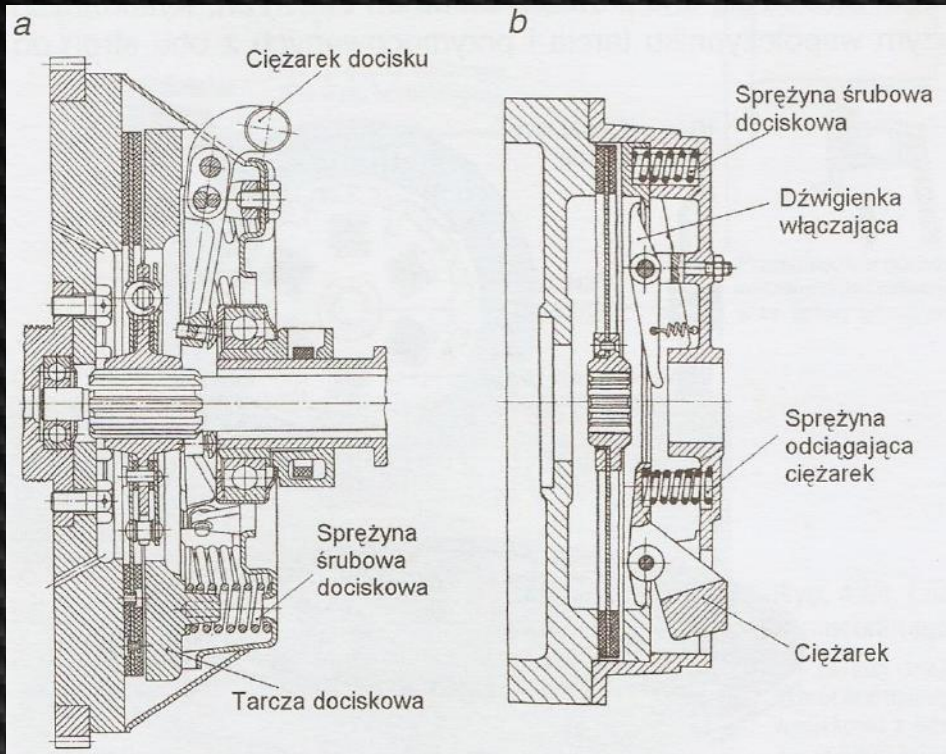
## Dwumasowe koło zamachowe





# Przykłady innych rozwiązań

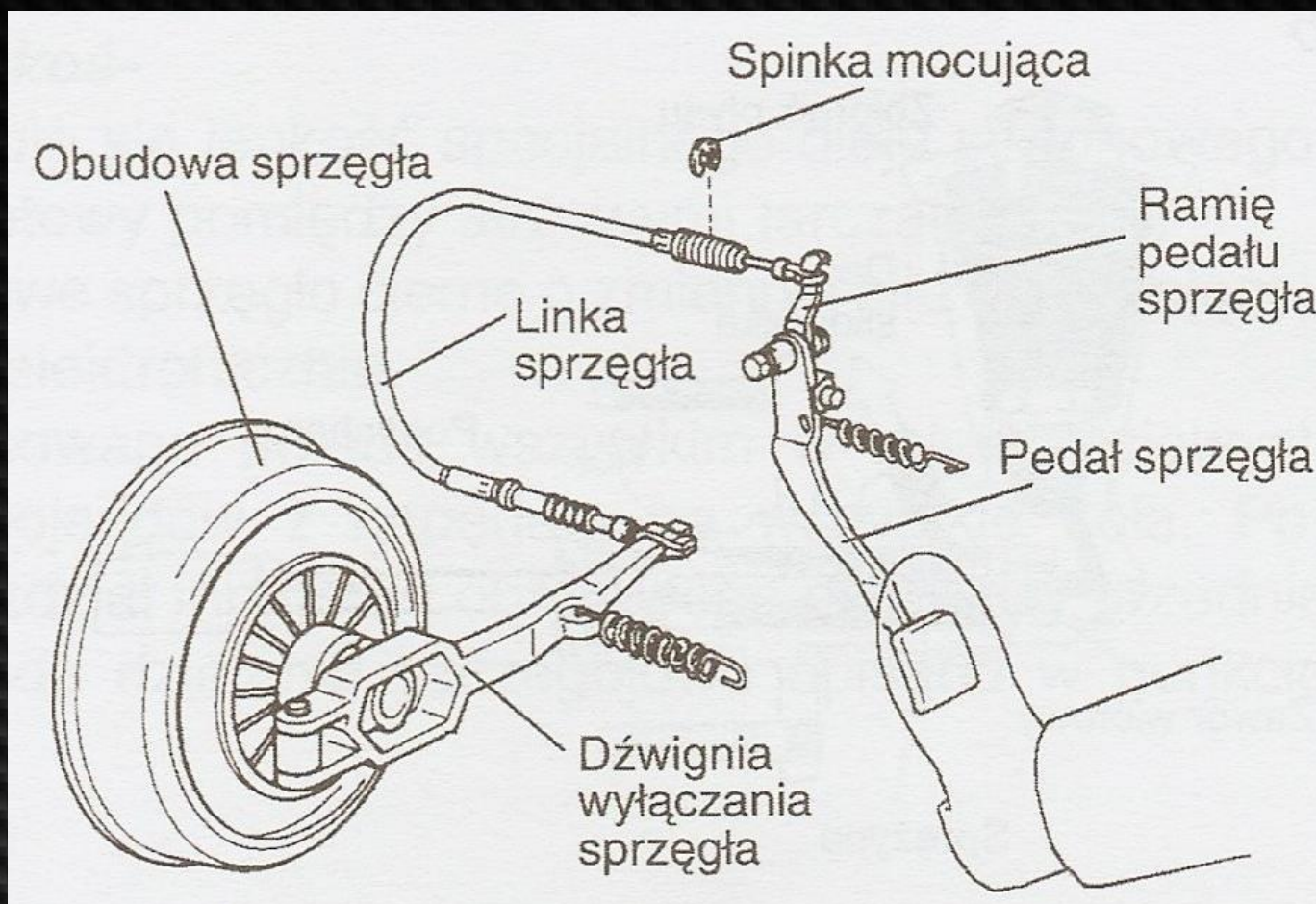
→ sprzęgło suche dwutarczowe



→ sprzęgło cierne z wykorzystaniem docisku wywołanego siłą dośrodkową



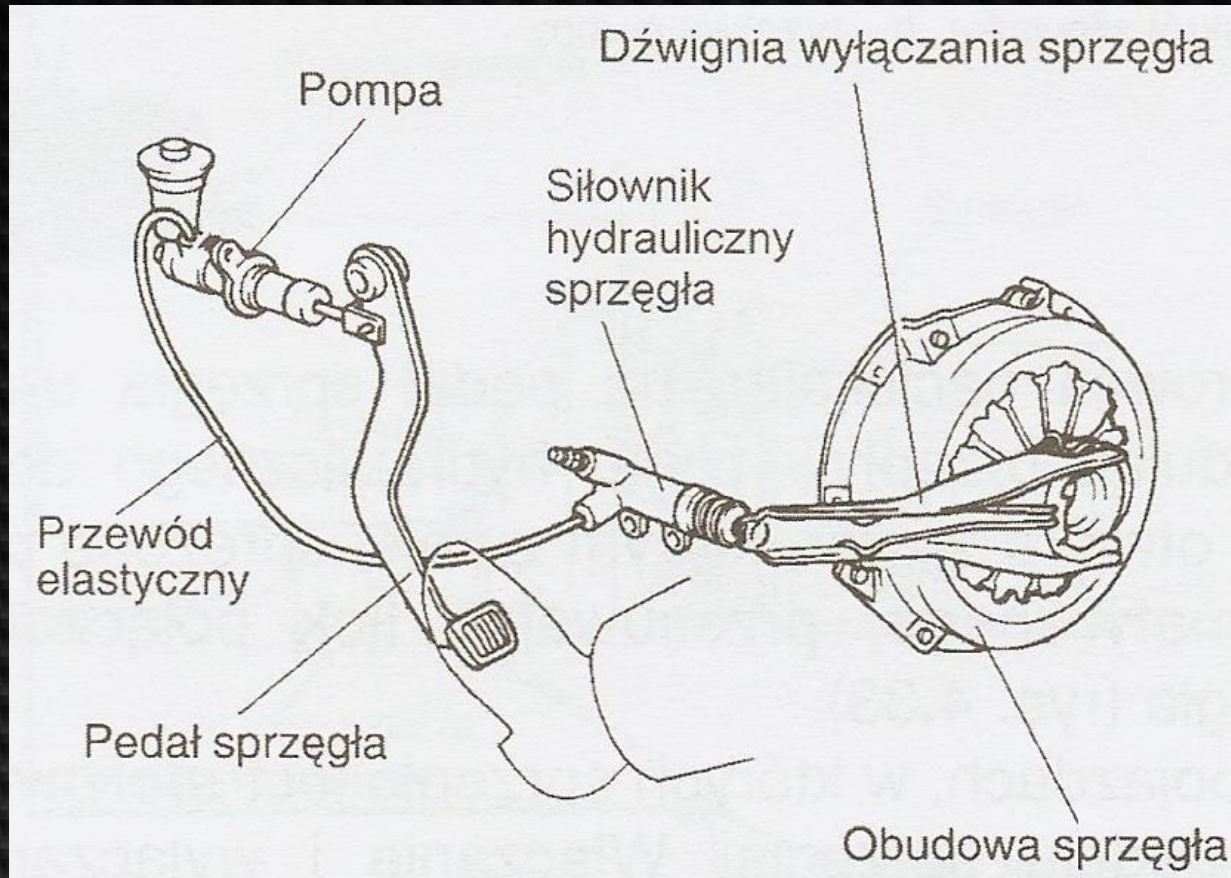
# Mechaniczny mechanizm sterowania sprzęgłem



Sterowanie mechanizmu sprzęgła

Siła nacisku jest przenoszona za pomocą linki ręcznie lub automatycznie regulowanej.

# Hydrauliczny mechanizm sterowania sprzęgłem

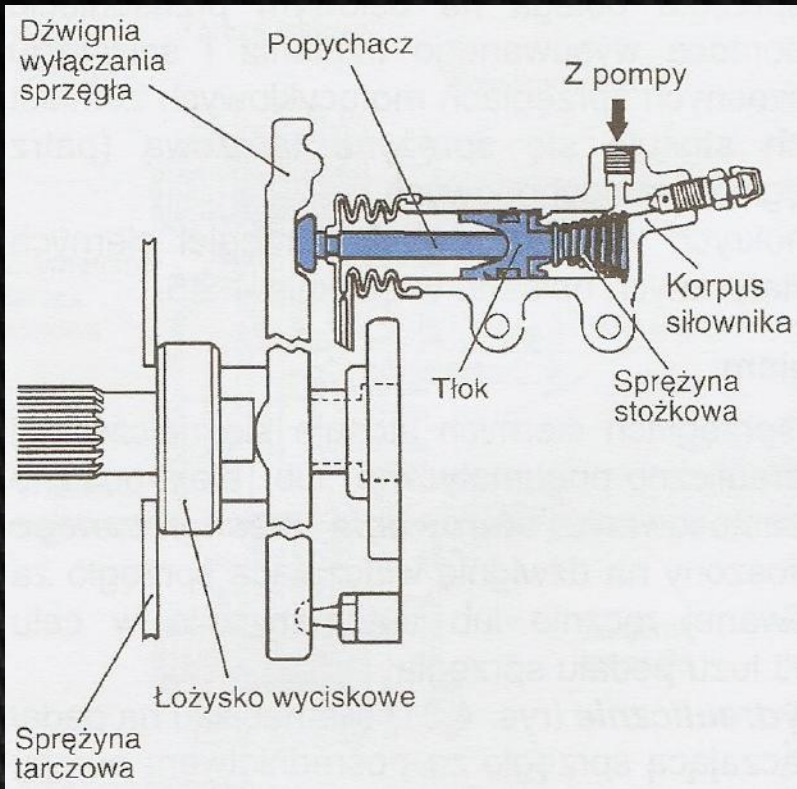


Siła nacisku na pedał jest przenoszona na dźwignię włączającą sprzęgło za pośrednictwem pompy i siłownika (wysprzęglika).

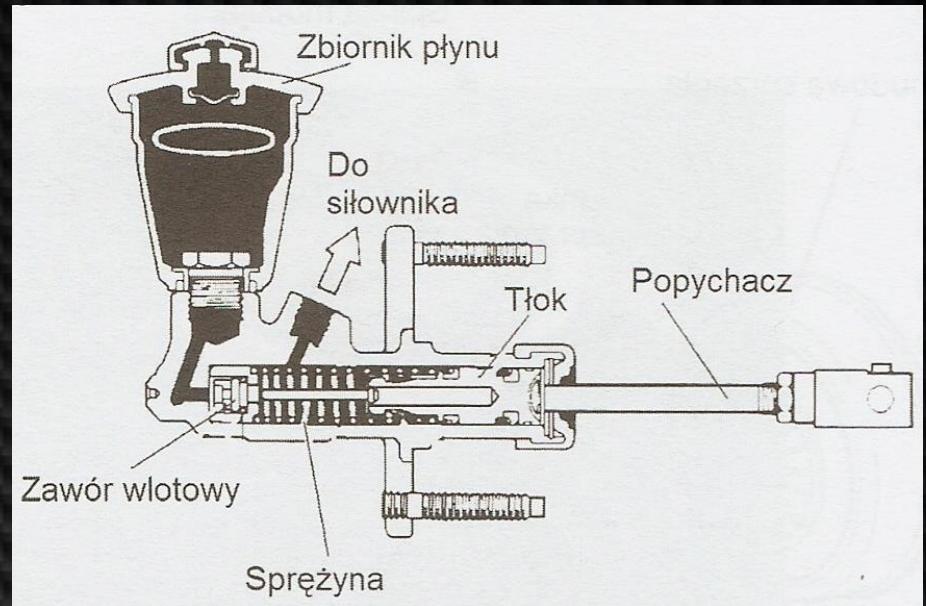


# Hydrauliczny mechanizm sterowania sprzęgłem

a)



b)



Budowa pompy i siłownika układu sterowania sprzęgłem:

- a) przekrój siłownika,
- b) przekrój pompy.

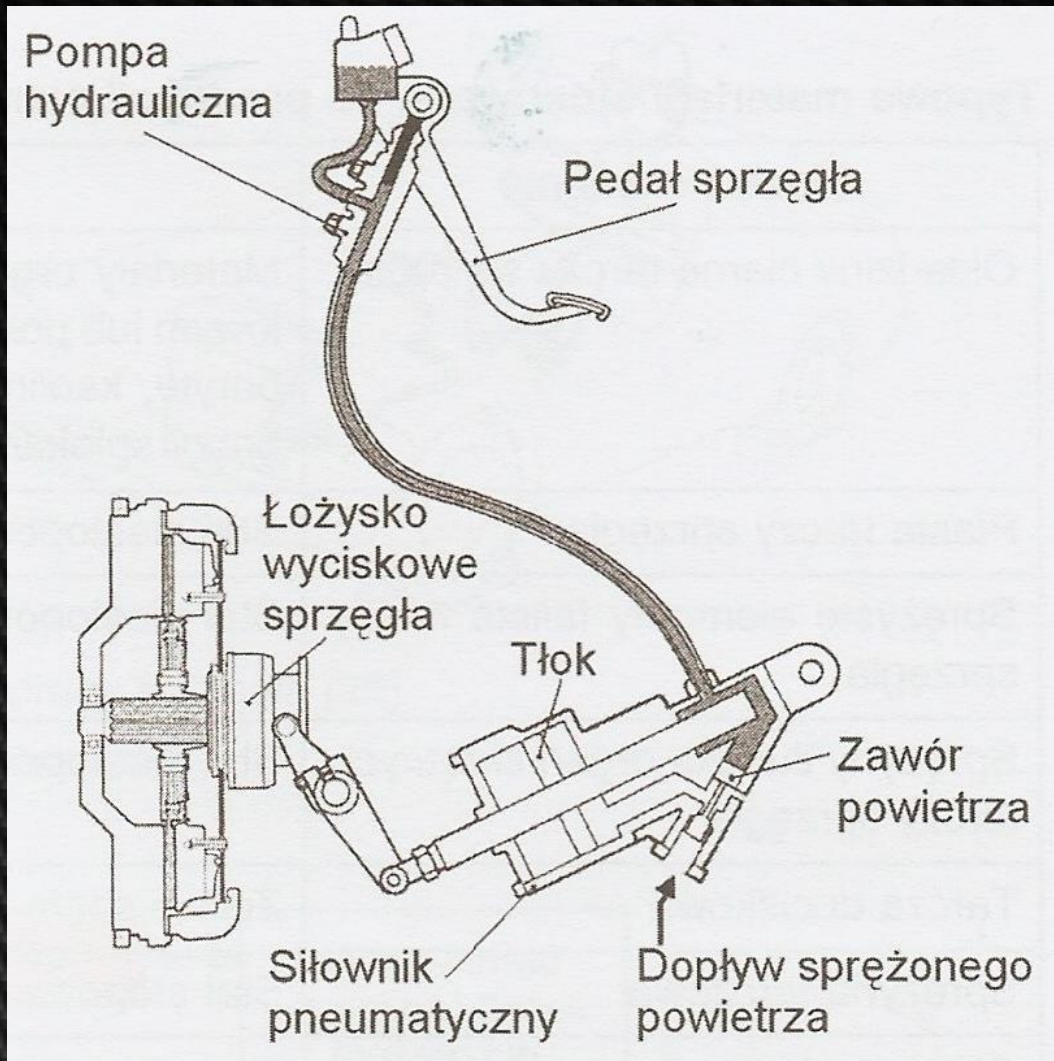
# Zalety układu hydraulicznego sterowania

- możliwość automatycznej regulacji luzu,
- zastosowanie mechanizmu wysprzęgającego CSC (siłownik hydrauliczny zintegrowany z łożyskiem wyciskowym),
- nie przenosi drgań,
- łatwiejsza zabudowa w pojeździe.

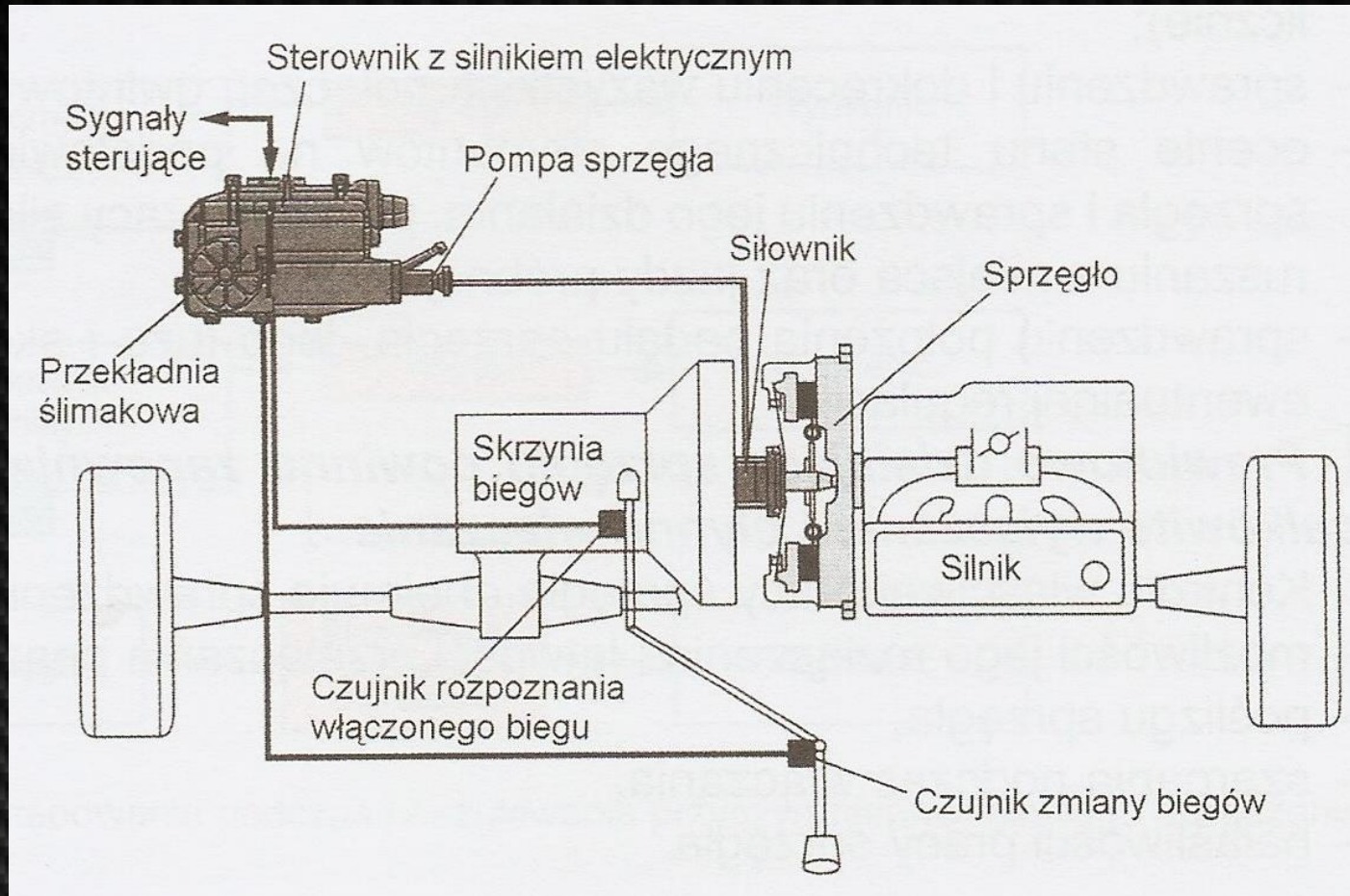




# Sterowanie hydrauliczno – pneumatyczne



Sprzęgło ze sterowaniem hydrauliczno-pneumatycznym



Układ elektronicznego sterowania sprzęgła



# Projektowanie sprzęgieł ciernych

Zagadnienia poruszane podczas projektowania sprzęgieł:

- dobór wielkości tarczy sprzęgła samochodu ze względu na kryterium przenoszonego momentu obrotowego i jednostkowej pracy tarcia
- materiały stosowane współcześnie na okładziny cierne
- metody projektowania sprężyn dociskowych sprzęgła zapewniających wymaganą siłę docisku

# Projektowanie sprzęgieł ciernych

## Dobór wielkości tarczy sprzęgła samochodu

Należy wziąć pod uwagę:

maksymalny moment obrotowy silnika

obciążenia cieplne

Dobór wielkości okładzin ciernych ze względu na kryterium przenoszonego momentu

Wartość przenoszonego przez sprzęgło momentu obrotowego zależy od momentu sił tarcia, działających między powierzchniami trącymi tarcz napędzających i napędzanych.

Moment tarcia →

$$T_r = \frac{z F_\mu r_m}{1000} = \frac{z \mu F_d r_m}{1000}$$

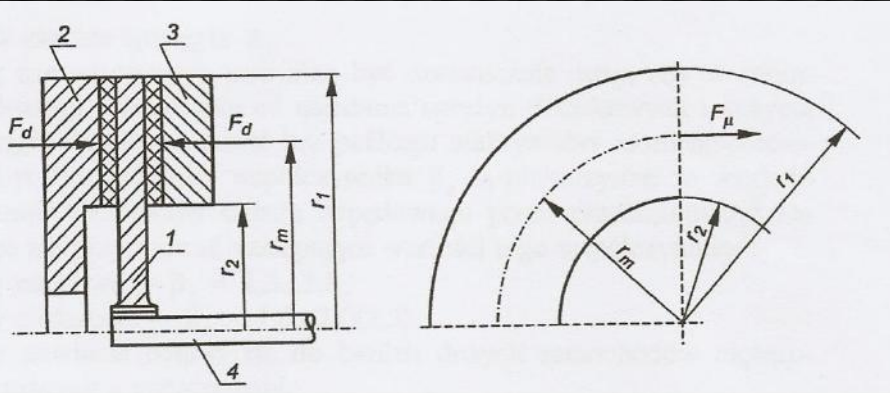
gdzie:

$T_r$  – moment tarcia [Nm]

$z$  – liczba par powierzchni trących

$F_\mu$  – siła tarcia wywołana działaniem siły docisku (rozwijana przez jedną parę cierną) [N]

$r_m$  – średni promień tarcia pierścienia okładziny cierniej [mm]



1- tarcza sprzęgłowa, 2- koło zamachowe, 3- tarcza dociskowa, 4- wałek sprzęgłowy skrzyni biegów,  $r_1/r_2$ - promień zewnętrzny/wewnętrzny okładziny cierniej



# Projektowanie sprzęgieł ciernych

W celu zabezpieczenia przed poślizgiem podczas normalnej pracy sprzęgła wymaga się, aby moment tarcia  $T_r$  był większy od maksymalnego momentu obrotowego silnika.

W tym celu określa się tzw. współczynnik pewności sprzęgła:

$$\beta_S = \frac{T_r}{T_{max}}$$

można napisać:  $T_r = \beta_S T_{max} = \frac{\mu z F_d r_m}{1000}$

Przyjmując że:

$$F_d = \pi(r_1^2 - r_2^2)p \quad p - \text{nacisk jednostkowy par trących [MPa]}$$

$$r_m = \frac{2}{3} \cdot \frac{r_1^3 - r_2^3}{r_1^2 - r_2^2}$$

$$\rho = \frac{r_2}{r_1}$$

I podstawiając do wzoru na  $T_r$  otrzymujemy zależność na  $r_1$ :

$$r_1 = 10^3 \sqrt[3]{\frac{3\beta_S T_{max}}{2\pi\mu z p (1 - \rho^3)}}$$

# Projektowanie sprzęgieł ciernych

## Wielkości przyjmowane do obliczeń

### 1. Współczynnik zapasu sprzęgła $\beta_s$

Powinien być dostatecznie duży, aby w całym zakresie eksploatacji, niezależnie od osiadania sprężyn dociskowych i zużycia okładzin, sprzęgło mogło przenosić bez poślizgu maksymalny moment obrotowy silnika. Zbyt duże wartości współczynnika są niekorzystne ze względu na zabezpieczenie układu napędowego przed przeciążeniami.

samochody osobowe:  $\beta_s=1,3...1,8$

samochody ciężarowe:  $\beta_s=1,5...2,0$  (2,5)

### 2. Współczynnik tarcia poślizgowego $\mu$

Powinien być w jak najmniejszym stopniu zależny od prędkości poślizgu, temperatury, zanieczyszczenia wodą lub olejem. Przebieg współczynnika tarcia nie powinien również wykazywać wartości pikowych, gdyż prowadzi to do tzw. zarywania sprzęgła. Zwykle dąży się również do co najmniej wyrównania współczynnika tarcia spoczynkowego z poślizgowym.

okładziny cierne organiczne: 0,35...0,45...i więcej

podczas pracy sprzęgła: maleje do 0,3

w przypadku zanieczyszczenia olejem <0,3

Do obliczeń zaleca się przyjmować:  $\mu=0,25...0,35$



# Projektowanie sprzęgieł ciernych

## Wielkości przyjmowane do obliczeń

### 3. Liczba par powierzchni trących $z$

Dla większości typów współczesnych sprzęgieł liczba par powierzchni trących równa się podwójnej liczbie elementów napędzających tzn.  $z=2n$ . Dla sprzęgła jednotarczowego  $z=2$ , a dla dwutarczowego  $z=4$ . Sprzęgła wielotarczowe są stosowane do przenoszenia dużych momentów obrotowych (moment tarcia jest  $\sim$  do  $z'$  i  $F_d'$  a siły docisku nie można zwiększać zbyt mocno gdyż niemożliwe stałoby się wówczas rozłączenie sprzęgła).

### 4. Dopuszczalny nacisk jednostkowy $p_{dop}$

Nacisk jednostkowy określa obciążenie powierzchni pracujących, a w pewnym stopniu zużywanie się sprzęgła. W celu uniknięcia przeciążenia i nadmiernego zużywania się, nacisk ten nie powinien być zbyt duży. Z drugiej strony, zbyt mały nacisk oznacza niepotrzebne przewymiarowanie sprzęgła, połączone m.in. z niepotrzebnym powiększeniem bezwładności tarczy sprzęgłowej.

okładziny cierne organiczne:  $p_{dop} = 0,15 \dots 0,30$  MPa

dla dużych samochodów ciężarowych:  $p_{dop} < 0,20$  MPa

Małe naciski jednostkowe należy stosować w sprzęgłach często włączanych w trakcie eksploatacji.

# Projektowanie sprzęgieł ciernych

## Wielkości przyjmowane do obliczeń

### 5. Współczynnik $\rho$

Promień wewnętrzny okładziny musi być na tyle duży, aby możliwa była zabudowa w tarczy sprzęgła sprężyn tłumika drgań skrętnych i piasty odpowiedniej wielkości. Z tego względu stosunek  $\rho$  dla okładzin różnej wielkości nie jest stały i przyjmuje większe wartości dla małych sprzęgieł, a mniejsze dla dużych sprzęgieł.

- małe i średnie samochody osobowe:  $\rho=0,65...0,72$   
duże i bardzo duże samochody osobowe,
- małe i średnie samochody ciężarowe  
(w których stosuje się sprzęgło jednotarczowe) :  $\rho=0,60...0,65$
- duże samochody ciężarowe i autobusy  
(w których stosuje się sprzęgło jednotarczowe) :  $\rho=0,52...0,60$

### 6. Średnice okładzin ciernych

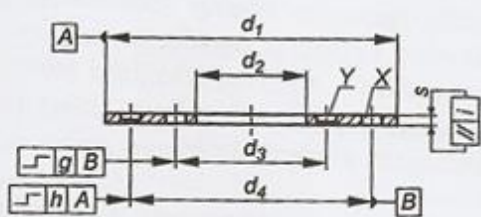
Dla założonych wartości:  $\beta_s$ ,  $\mu$ ,  $\rho$ ,  $z$ ,  $p_{dop}$  z wyprowadzonego wcześniej wzoru oblicza się promień zewnętrzny  $r_1$  okładziny cierniej tarczy sprzęgła. Następnie z tablic (następy slajd) dobiera się najbliższą większą znormalizowaną średnicę zewnętrzną tarczy  $d_1=2r_1$  i pozostałe odpowiadające jej wymiary (średnicę wewnętrzną  $d_2=2r_2$ , grubość  $s$ ).



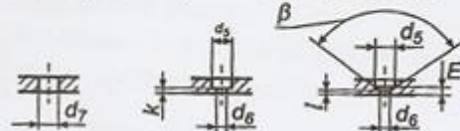
# Projektowanie sprzęgieł ciernych

Tablica 2.1

Wymiary okładzin ciernych sprzęgłowych (według BN-83/3612-03)

	$d_1$	$d_2$	$s$		
	[mm]				
	150	100			
	155	114	2,5	2,7	
	160	110	3,0	3,2	3,3
	170	120	3,4	3,5	3,6
	180	125	3,7	3,8	4,0
	190	130	4,2		
	200	130			
	204	146			
	205	130			
	215	144			
	225	150			
	230	158			
	250	155			
	254	150			
	280	165			
	300	165			
	310	175	3,5	4,0	4,6
	325	190	5,0	5,1	5,5
	342	186	6,0	6,5	
	350	195			
	353	216			
	380	200			
	400	220			
	410	250			
	420	220			
	430	240			
	432	230			

	<p>rodzaje otworów</p> <p>X – otwór przelotowy    Y – otwór pod łeb nitu</p> <p>zalecany                    niezalecany</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Zalecane tolerancje wykonania wymiarów okładziny – patrz norma źródłowa

Przykład oznaczenia<sup>1</sup> okładziny cierniej sprzęgłowej prasowanej o średnicy zewnętrznej  $d_1 = 125$  mm i grubości  $s = 3,5$  mm

Okładzina cierna sprzęgłowa III  
180 x 125 x 3,5 (BN-83/3612-03)

Zalecane wymiary pogrubiono

# Projektowanie sprzęgieł ciernych

## Wielkości przyjmowane do obliczeń

### 7. Siła docisku $F_d$

Siłę docisku konieczną do rozwinięcia założonego momentu tarcia  $T_r$  wyznacza się ze wzoru:

$$F_d = \frac{1000T_r}{\mu z r_m} = \frac{1000\beta_S T_{max}}{\mu z r_m}$$

Wielkość  $F_d$  nie powinna być przekraczana w całym zakresie eksploatacji (zużycia okładzin). Przy przyjęciu zbyt dużej siły docisku powstaje niebezpieczeństwo uszkodzenia układu napędowego przy zbyt szybkim włączaniu sprzęgła.

### 8. Sprawdzanie nacisku jednostkowego

Obliczeniowy nacisk wyznacza się ze wzoru:

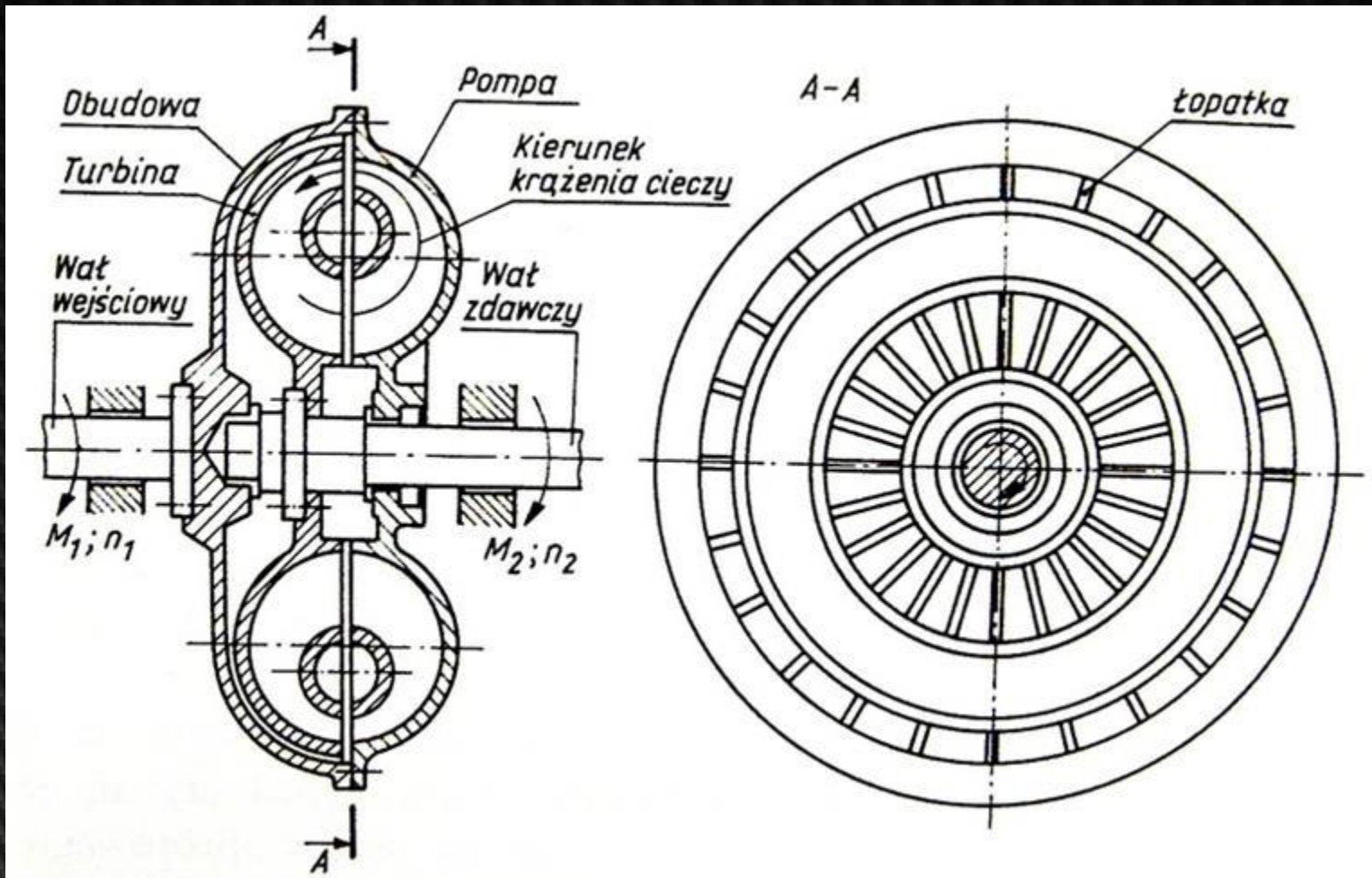
$$p = \frac{F_d}{A} = \frac{1000\beta_S T_{max}}{\pi \mu z r_m (r_1^2 - r_2^2)}$$

przy czym w każdym przypadku  $p \leq p_{dop}$



# BUDOWA I DZIAŁANIE SPRZĘGŁA HYDROKINETYCZNEGO

Sprzęgło hydrokinetyczne należy do napędów hydraulicznych, w których czynnikiem przenoszącym moc jest ciecz – olej hydrauliczny.



# Schemat działania

Wirnik pompy wprawia w ruch olej hydrauliczny znajdujący się w obudowie i kieruje go na wirnik turbiny.

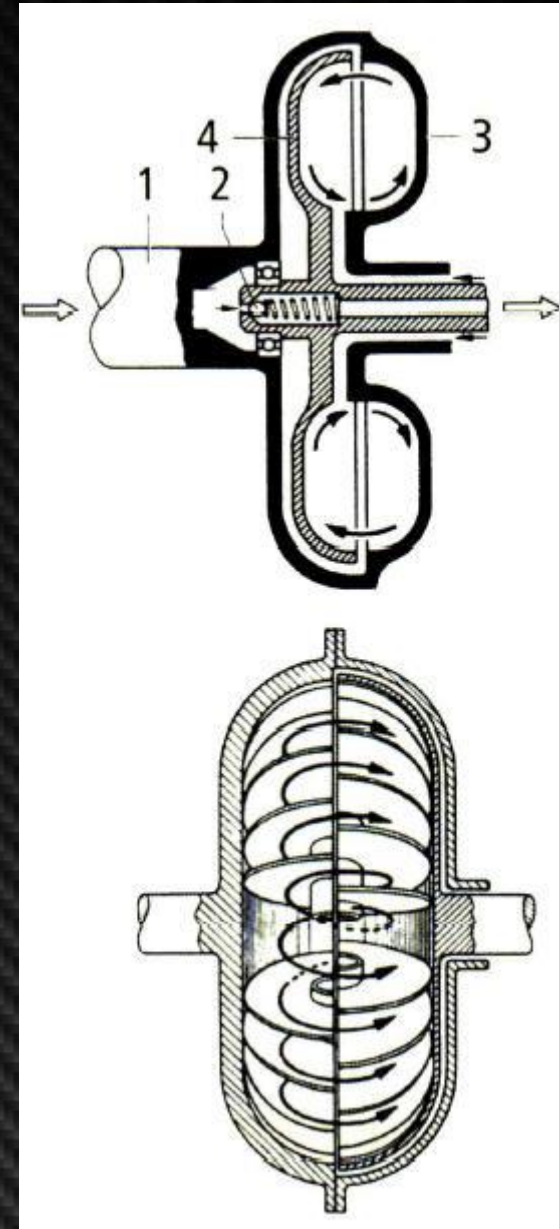
Wraz ze wzrostem prędkości obrotowej pompy rośnie siła odśrodkowa, która powoduje przepływ oleju hydraulicznego wzdłuż łopatek w kierunku na zewnątrz.

Wyrzucany olej uderza w łopatki wirnika turbiny, powodując jego obrót w tym samym kierunku.

Dostarczona energia mechaniczna zamienia się na energię hydrauliczną i ponownie w mechaniczną.

Po przekazaniu swojej energii olej hydrauliczny przepływa wzdłuż łopatek turbiny od zewnątrz do wewnątrz i zostaje skierowany do wirnika pompy – proces powtarza się.

1- wał wejściowy, 2- zawór nadmiarowy, 3- obudowa pełniąca funkcję pompy, 4-turbina sprzężona z wałkiem wyjściowym





# Sprzęgło hydrokinetyczne - cechy

Sprzęgło hydrokinetyczne nie pozwala na zwiększenie przekazywanego momentu obrotowego.

$$M_1 = M_2$$

$M_1$  [N·m] – moment obrotowy na wale pompy (na wale korbowym silnika)

$M_2$  [N·m] – moment obrotowy na wale turbiny (wale napędzającym skrzynię biegów)



Przełożenie kinematyczne:

$$i_k = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

Przełożenie kinematyczne jest to więc stosunek prędkości obrotowej wirnika turbiny do prędkości obrotowej wirnika pompy.

Sprawność sprzęgła hydrokinetycznego:

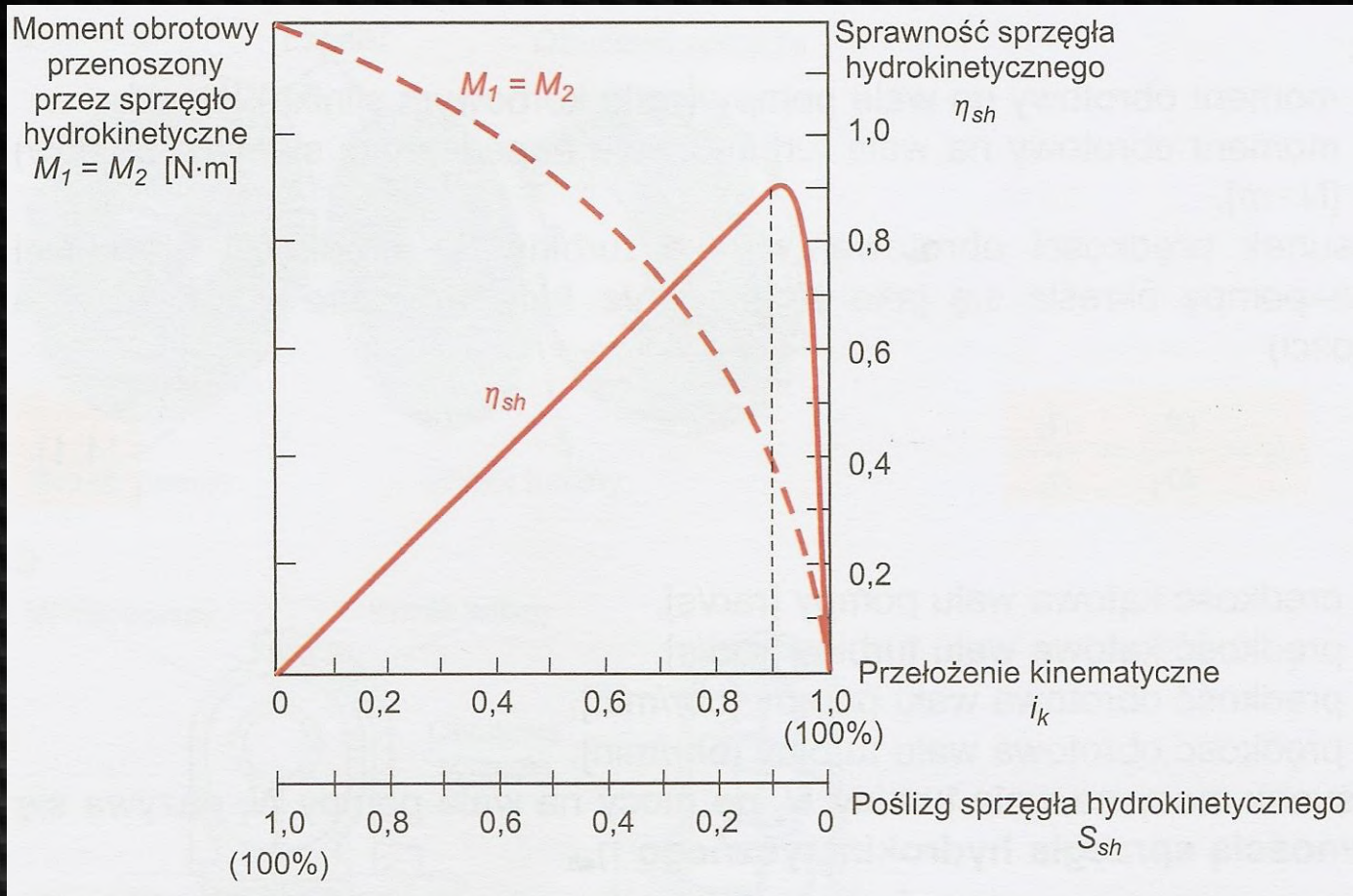
$$\eta_{sp} = \frac{N_2}{N_1}$$

gdzie:

$$N = \frac{M[Nm] \cdot n[obr/min]}{9554} [kW]$$



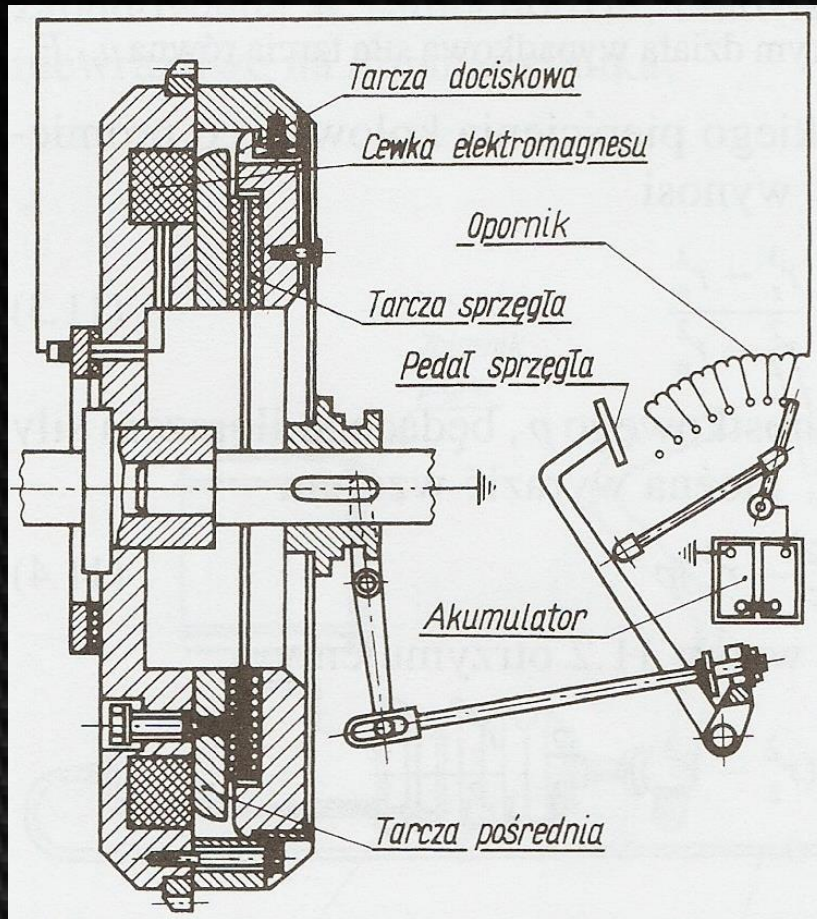
# Charakterystyka sprzęgła hydrokinetycznego



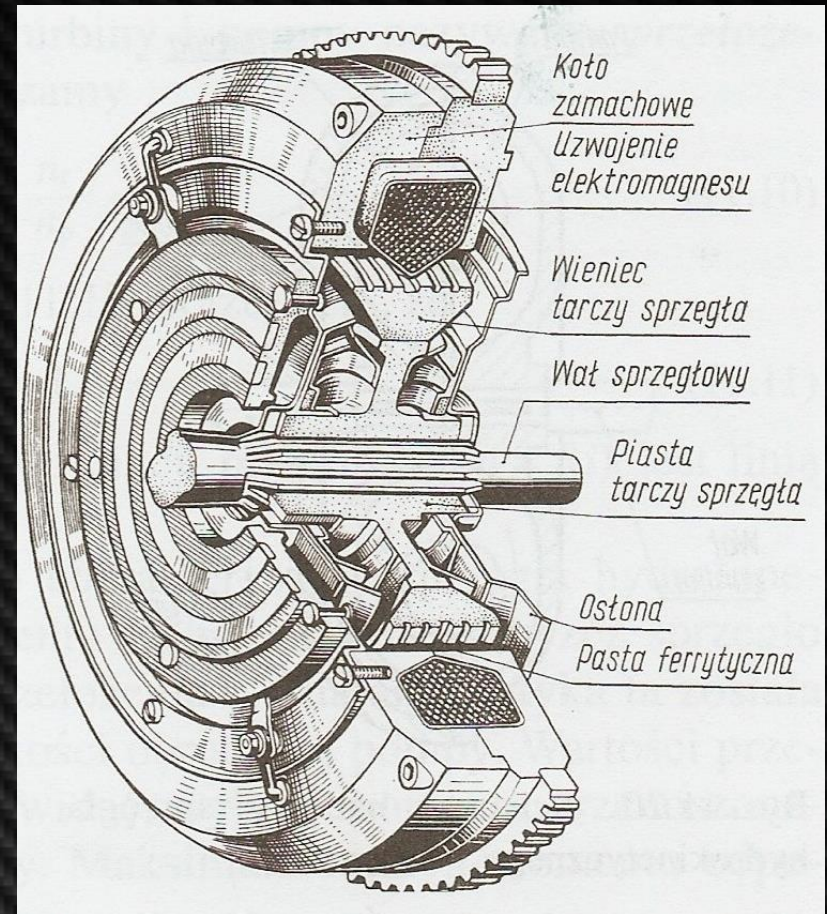
Sprzęgło hydrokinetyczne pracuje z ciągłym poślizgiem  $s_{sh}$  co jest przyczyną mniejszej sprawności w porównaniu do sprzęgła ciernego.



# Sprzęgła elektromagnetyczne



Sprzęgło elektromagnetyczne z zaciskaną tarczą cierną



Sprzęgło elektromagnetyczne proszkowe

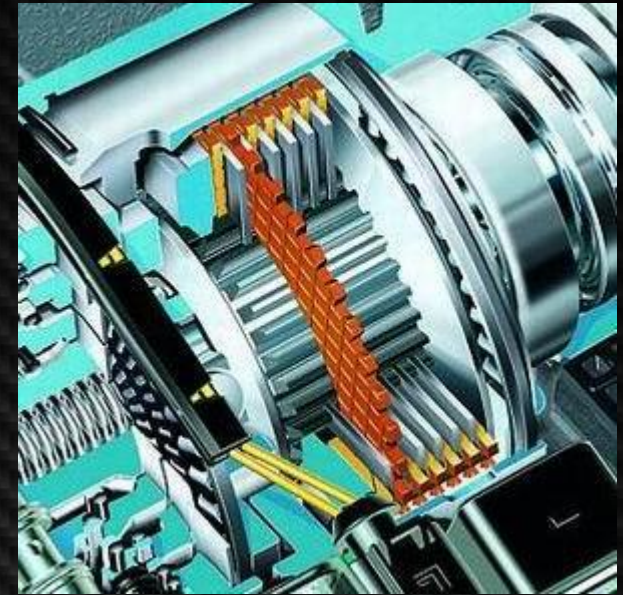
W sprzęgłach elektromagnetycznych napęd jest przenoszony dzięki oddziaływaniu pola magnetycznego.



# Inne rodzaje sprzęgieł - sprzęgła wiskotyczne

Przeniesienie momentu obrotowego pomiędzy dwoma obracającymi się elementami następuje za pośrednictwem cieczy o dużej lepkości. Regulację stopnia zasprężenia uzyskuje się poprzez zmianę ilości cieczy pomiędzy tarczami sprzęgła, zmianę odległości tarcz, bądź też poprzez zmianę lepkości tej cieczy, uzyskiwaną w wyniku zmiany temperatury lub innych parametrów fizycznych (np. włączenie pola elektrycznego).

a)



b)

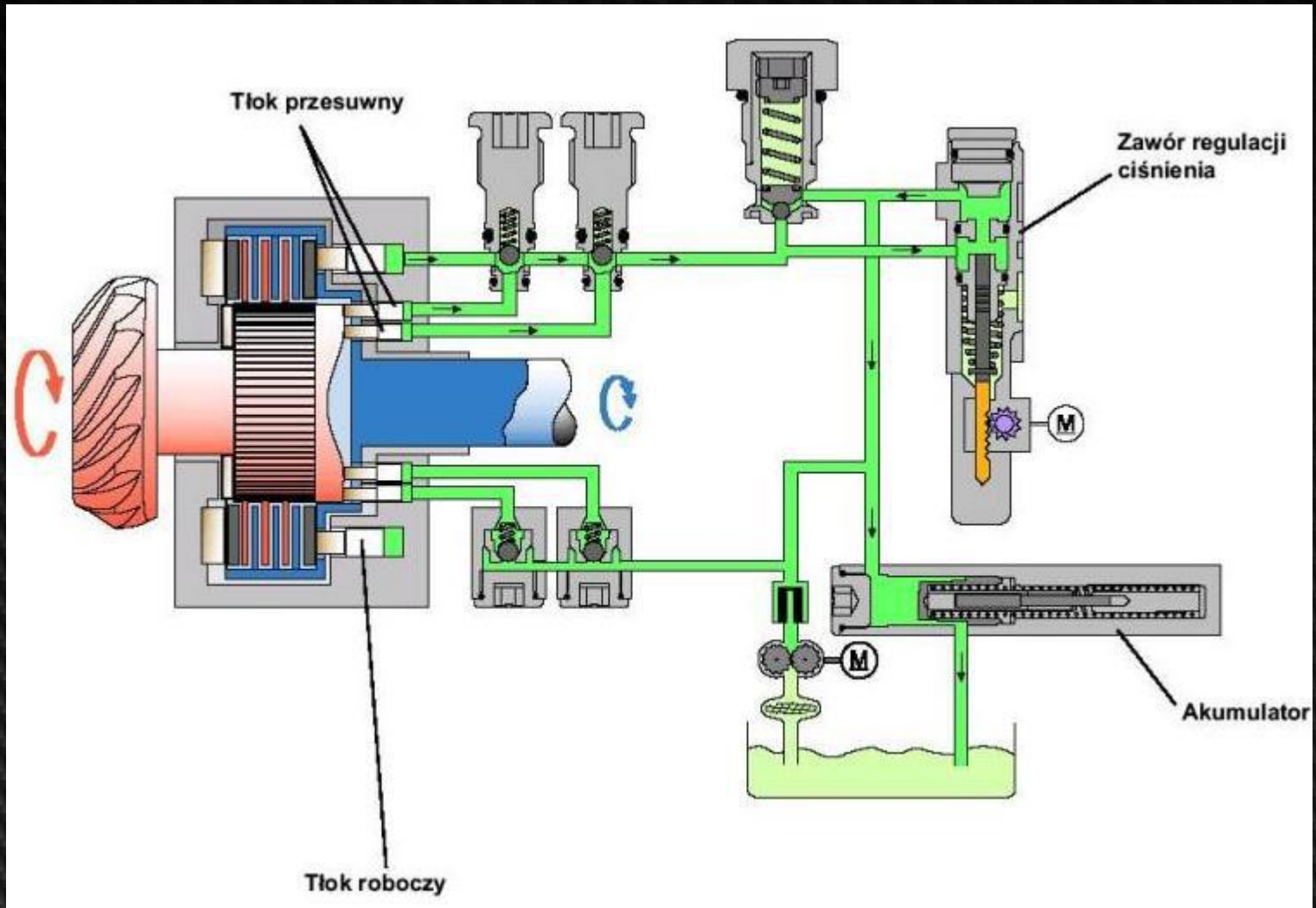
a) sprzęgło wiskotyczne zastosowane w mechanizmie różnicowym o zwiększonym tarciu



b) sprzęgło wiskotyczne w układzie chłodzenia



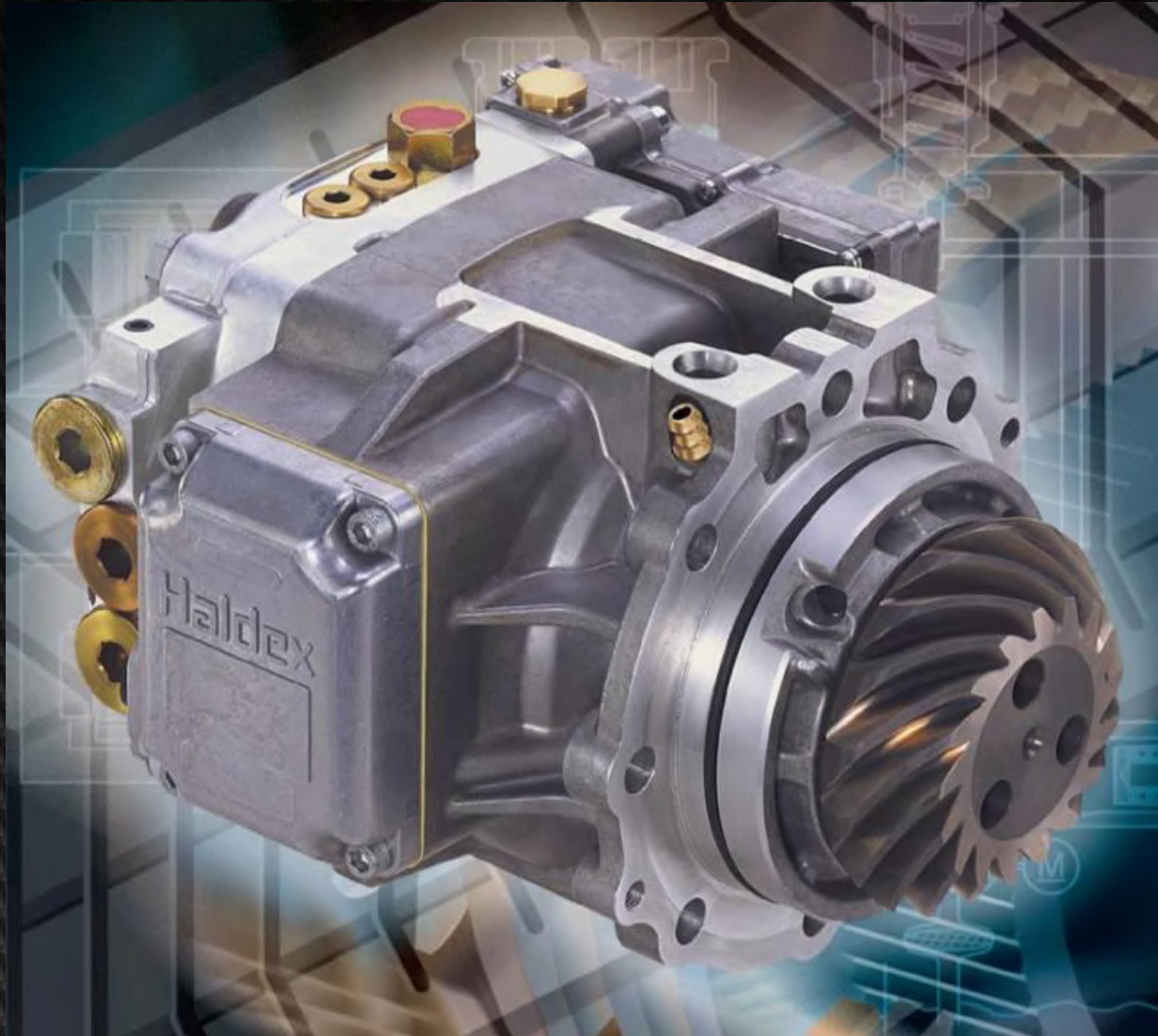
# Inne rodzaje sprzęgieł - sprzęgła Haldex



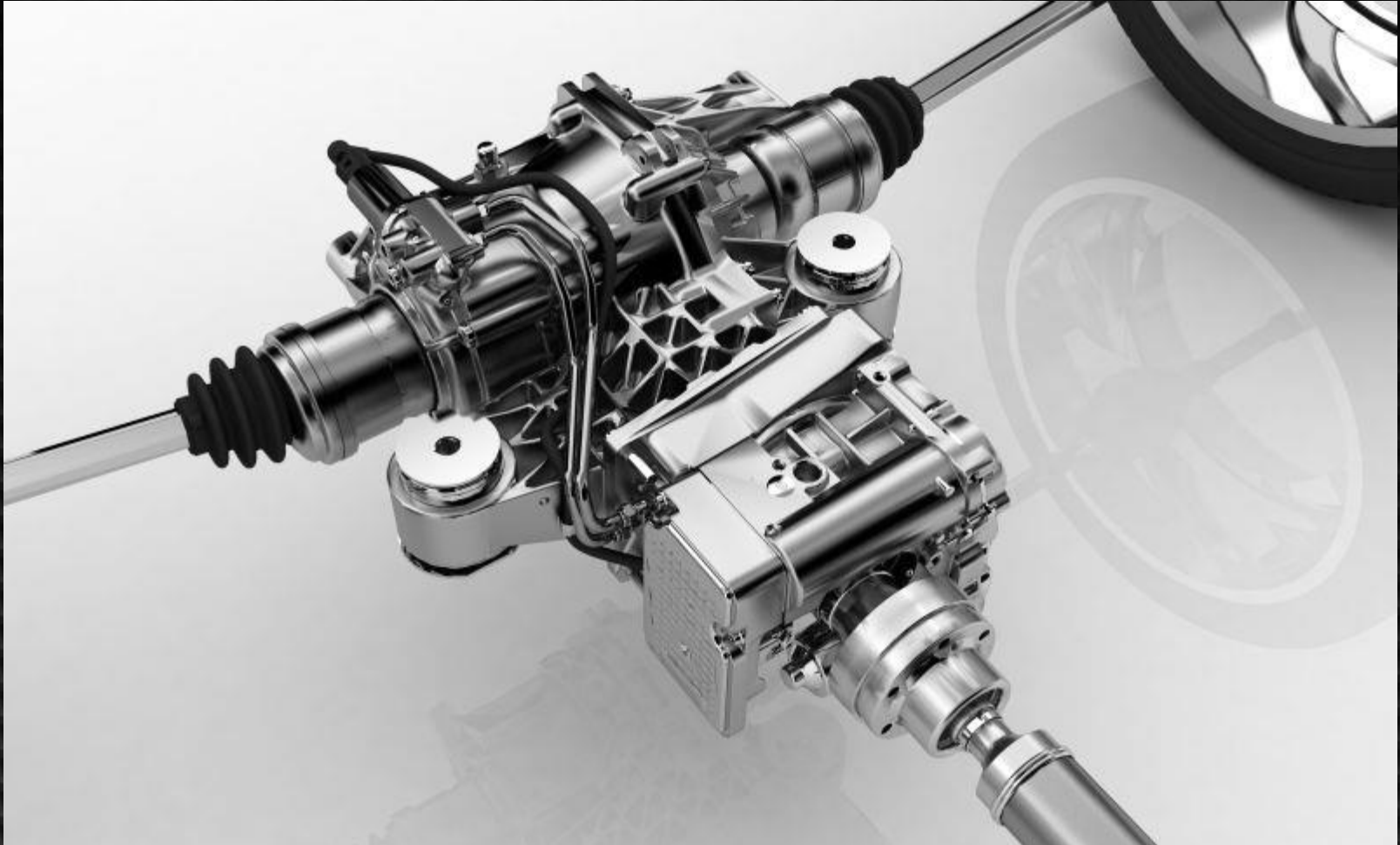
Schemat szczegółowy budowy sprzęgła Haldex



# Inne rodzaje sprzęgieł - sprzęgła Haldex



# Inne rodzaje sprzęgieł - sprzęgła Haldex







***DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ***