

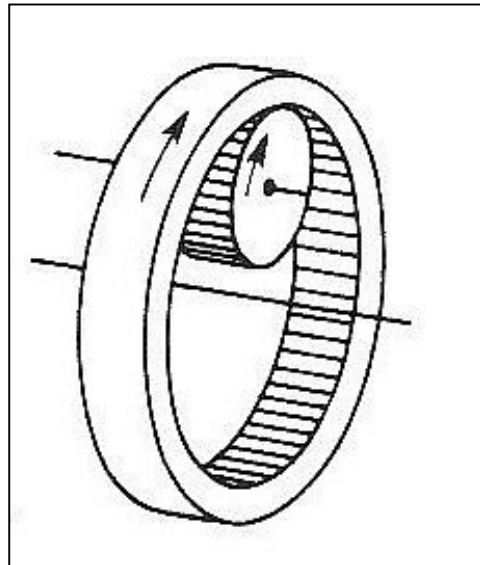
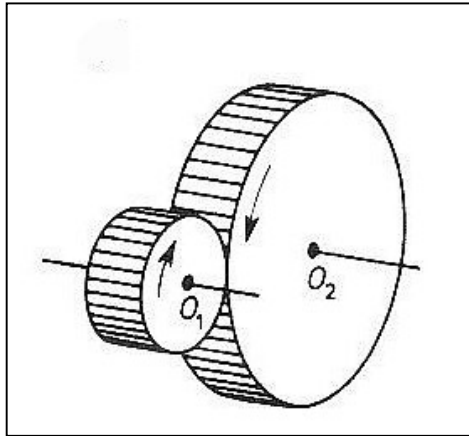


# Podstawy Konstrukcji Maszyn

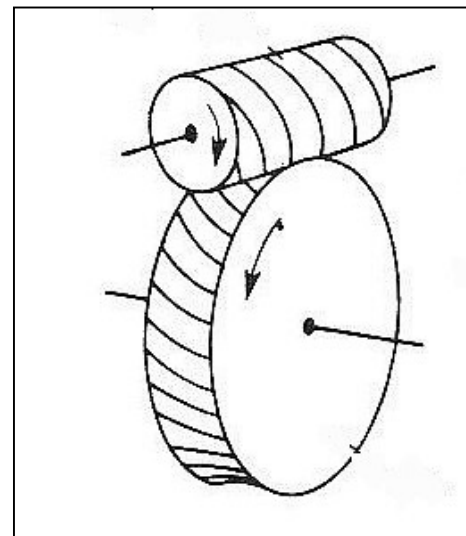
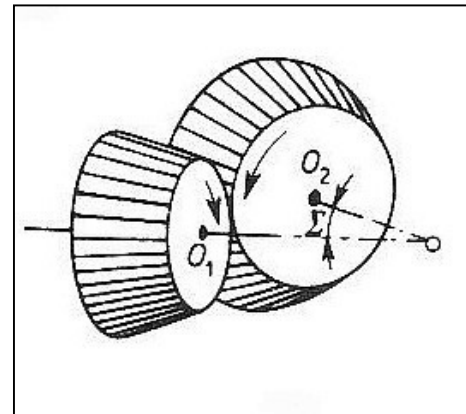
Wykład nr. 13 – „Przekładnie zębate”

# 1. Podział PZ ze względu na kształt bryły na której wykonano zęby

## A. walcowe



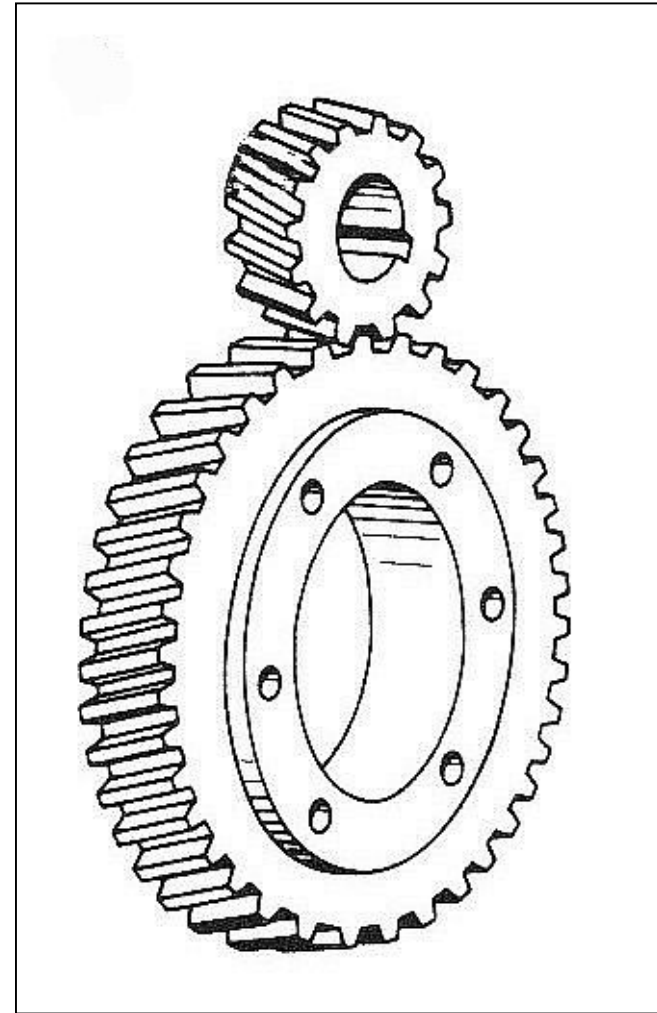
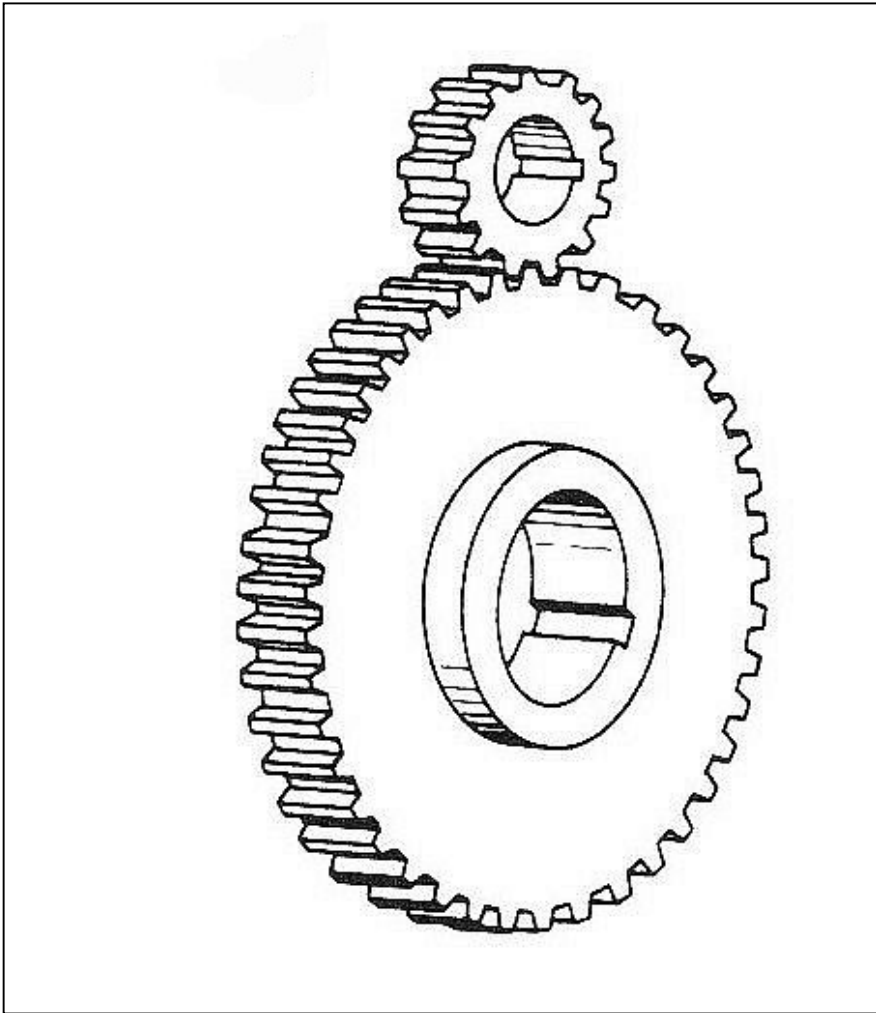
## B. stożkowe i inne



## 2. Podział PZ ze względu na kształt linii zębów

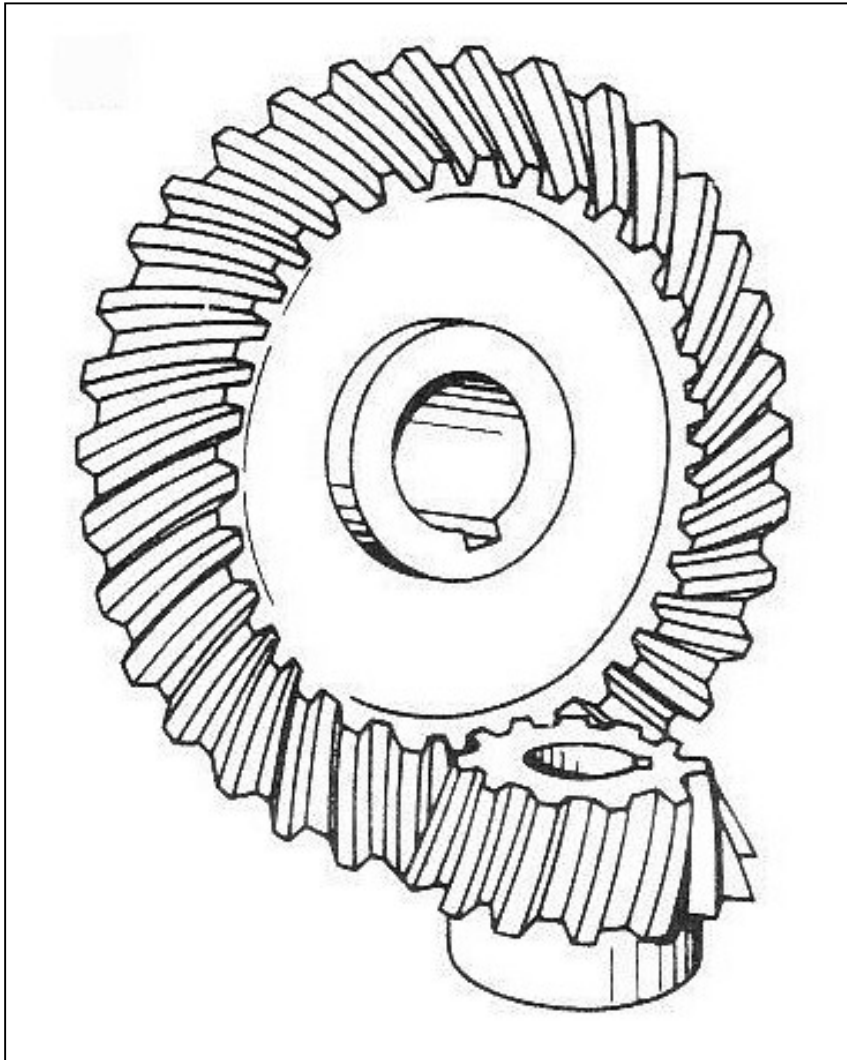
Koła o zębach prostych,

Śrubowych – skośnych,

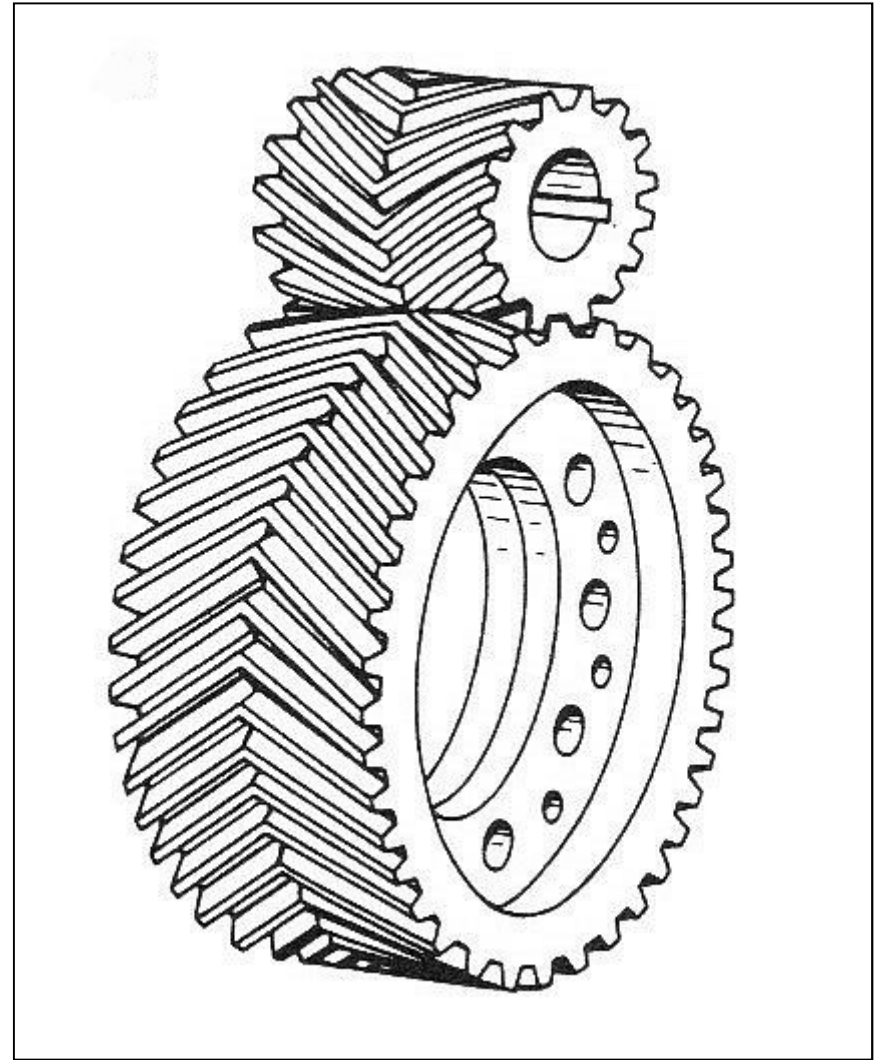


2. Cd.

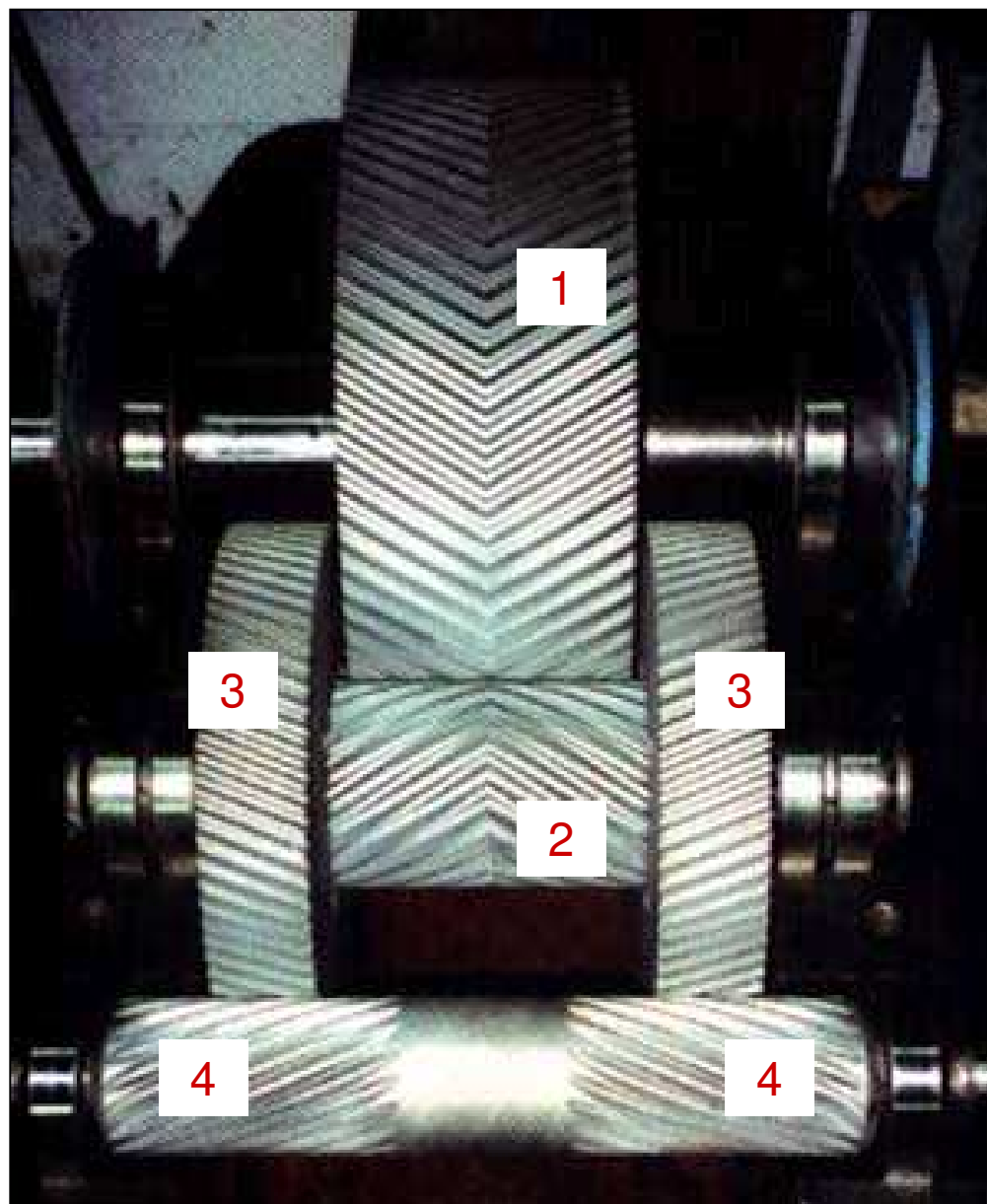
łukowych



daszkowych - strzałkowych

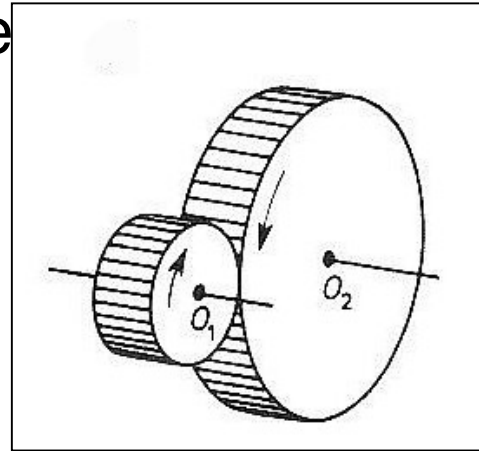


Koła daszkowe (1 i 2) oraz rozdział mocy (3 i 4)

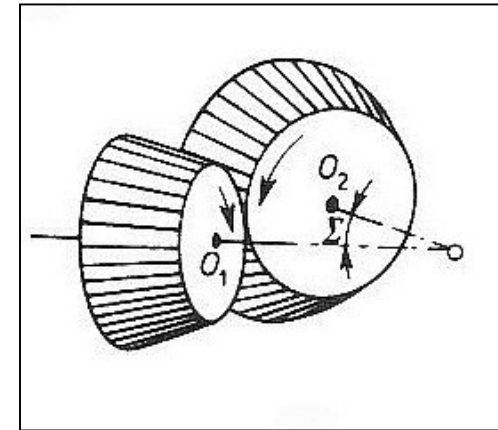


### 3. Podział PZ ze względu na wzajemne położenie osi:

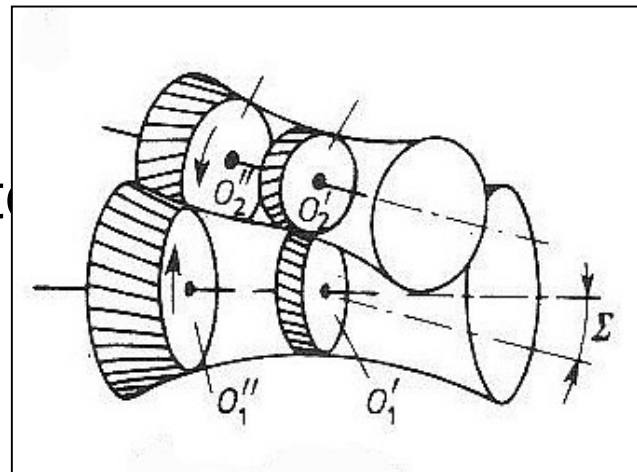
- Przekładnie równoległe



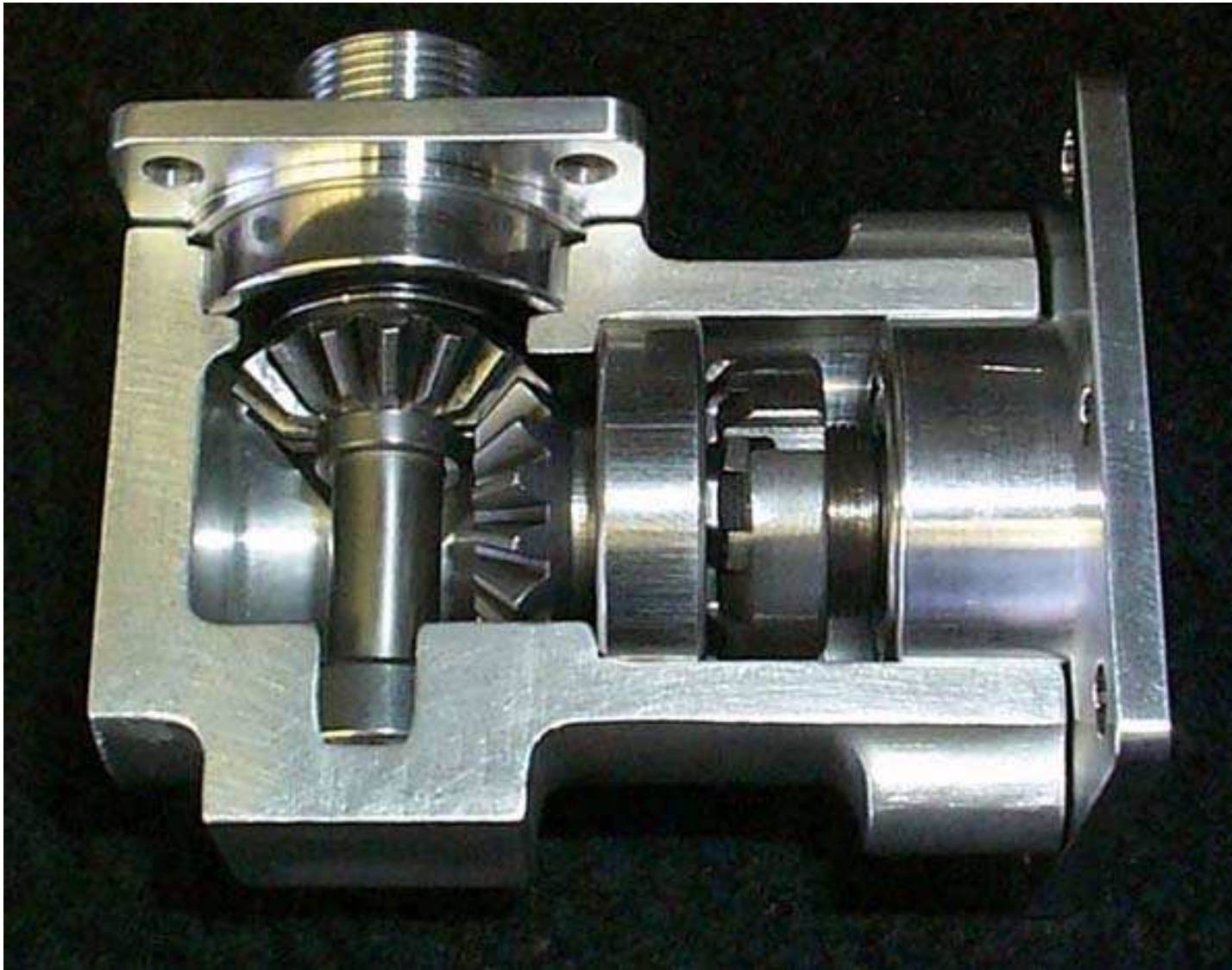
- Przekładnie kątowe,



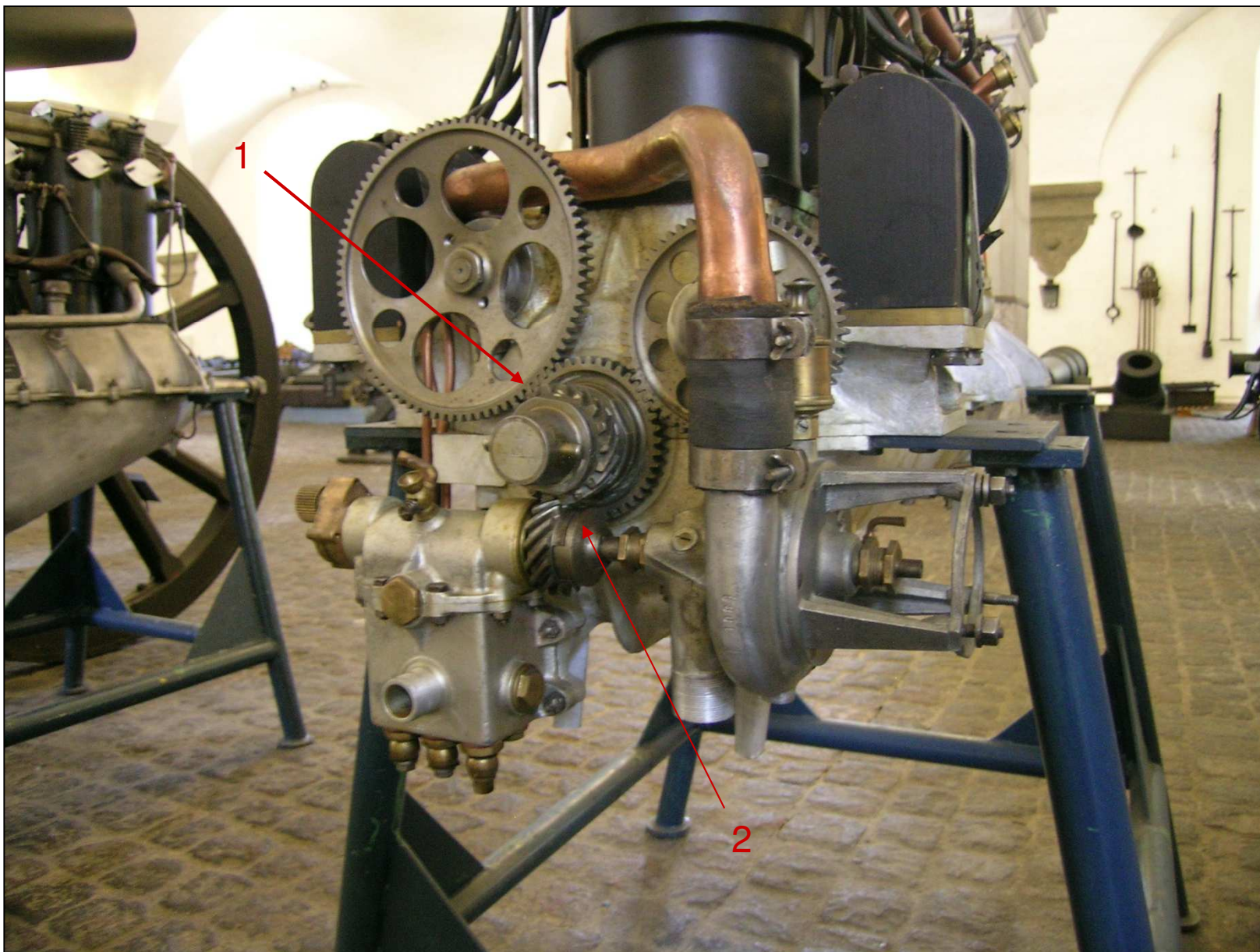
- Przekładnie wchrowate (ślimakowa).



Przykłady. Przekładnia kątowna, zęby proste



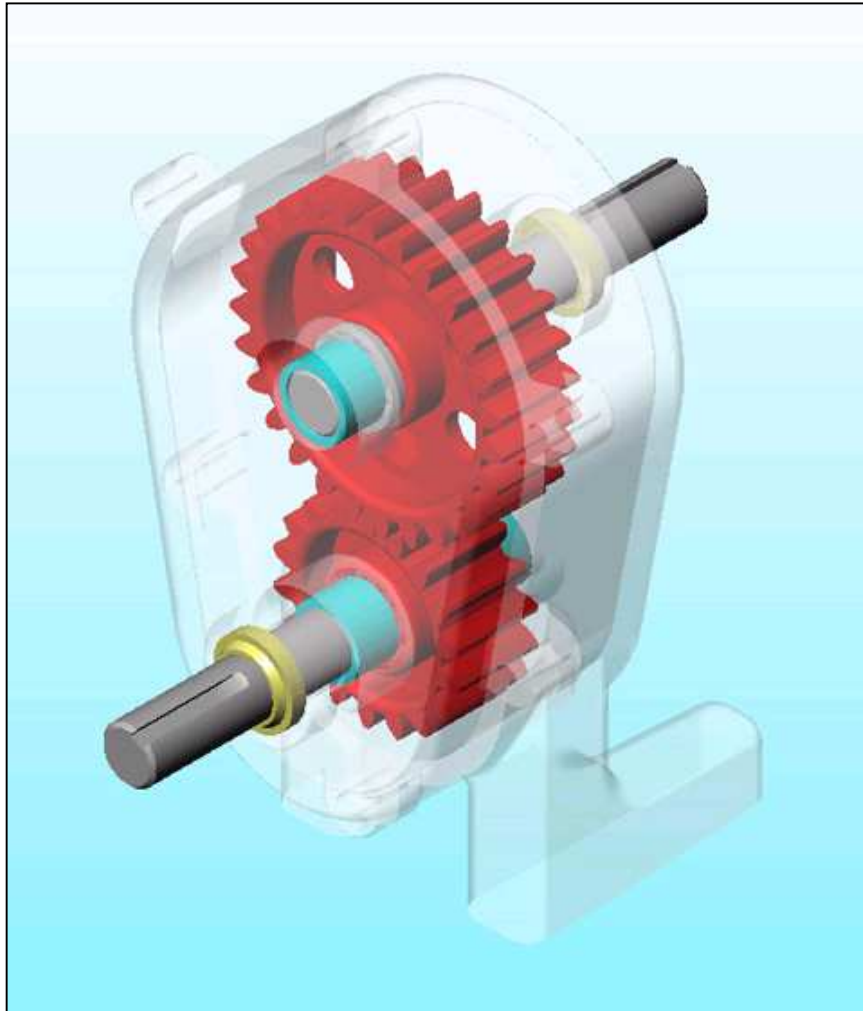
Przykłady. Przekładnia walcowa (1) i wichrowata (2)





## 4. Podział PZ ze względu na ilość przekładni elementarnych

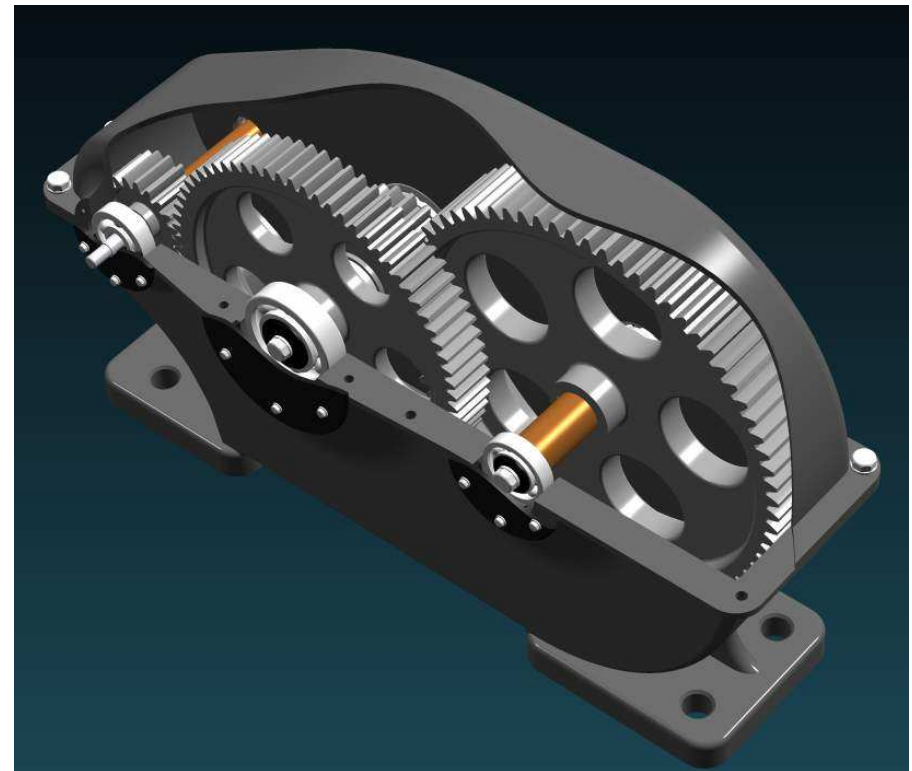
### A. Jednostopniowe



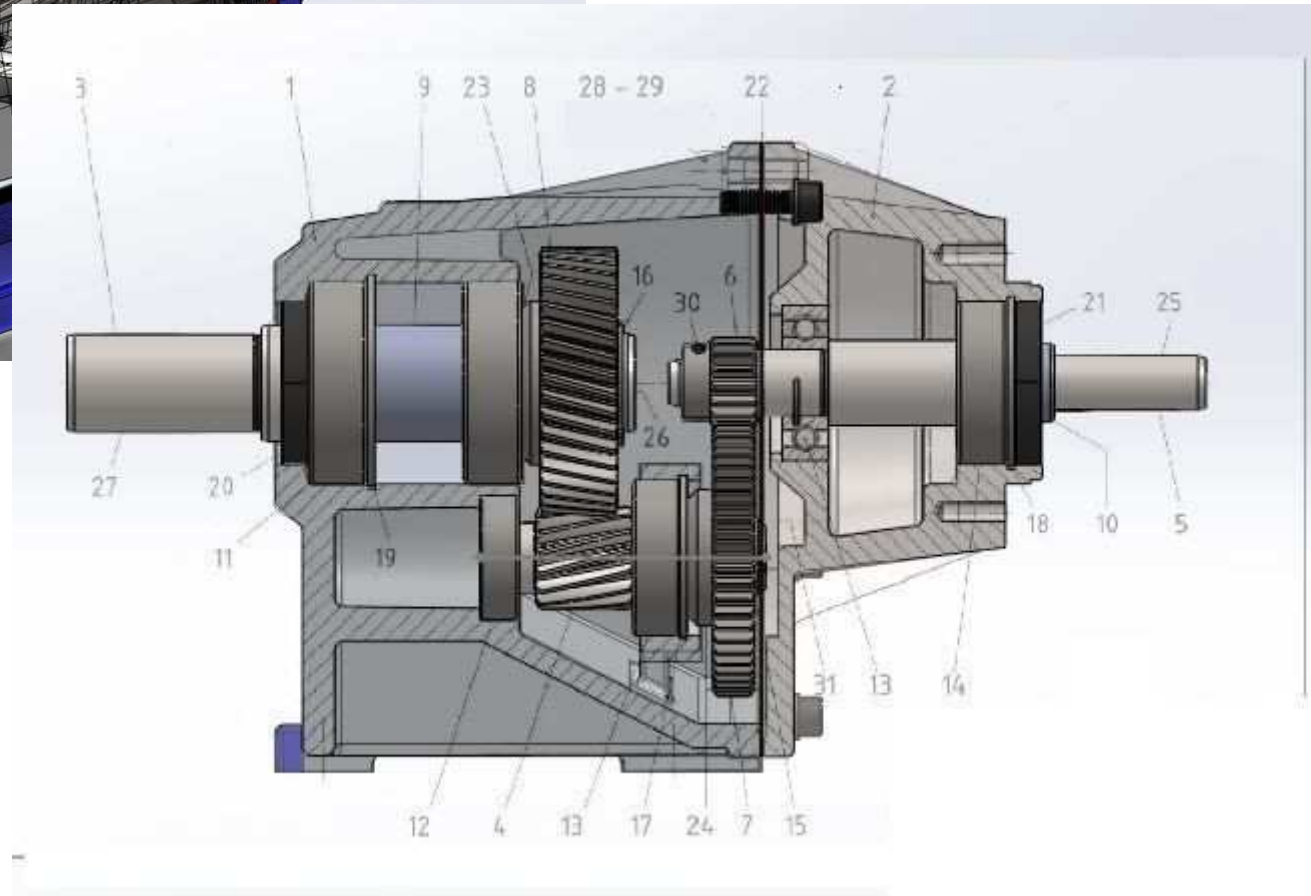
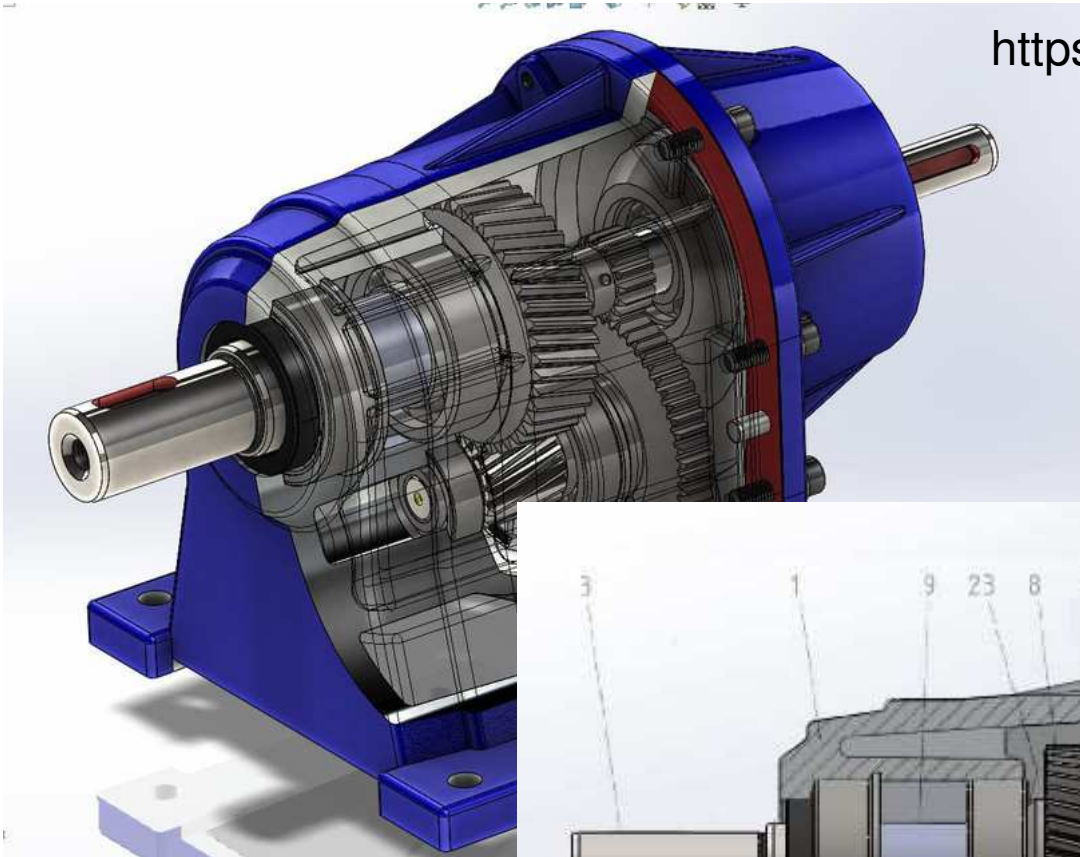
### B. wielostopniowe



Przykłady. Przekładnia dwu stopniowa – wejście i wyjście w jednej osi  
po prawej stronie dwu stopniowa klasyczna



<https://grabcad.com/library/gearbox-257>

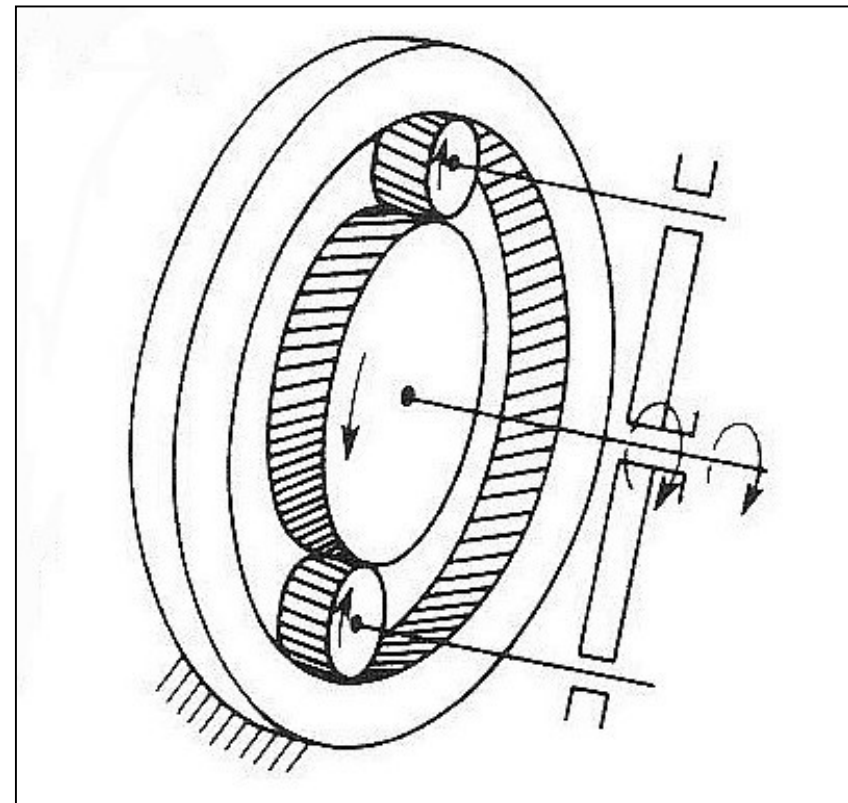
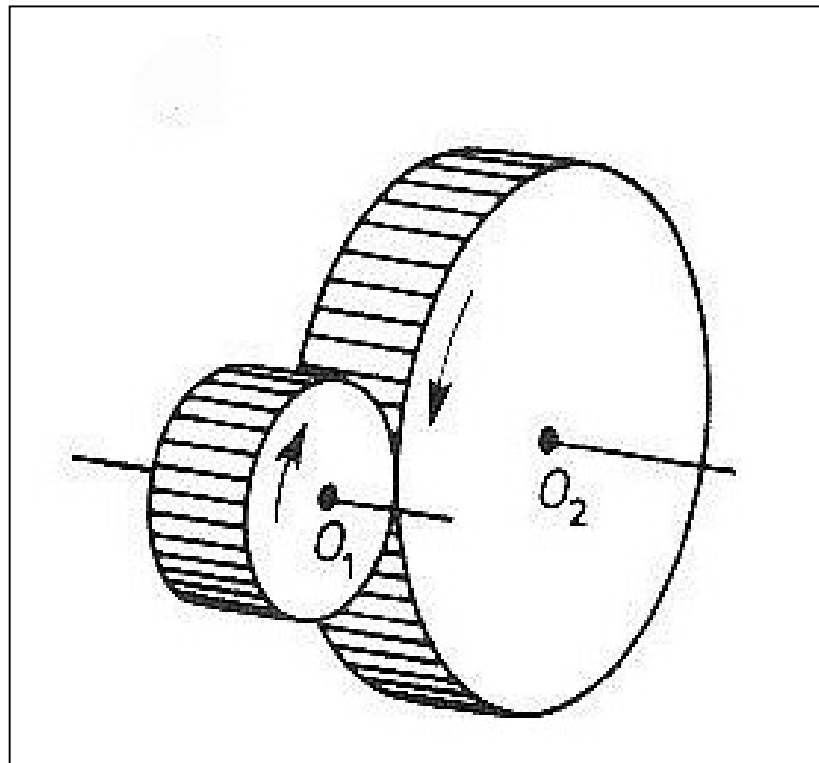




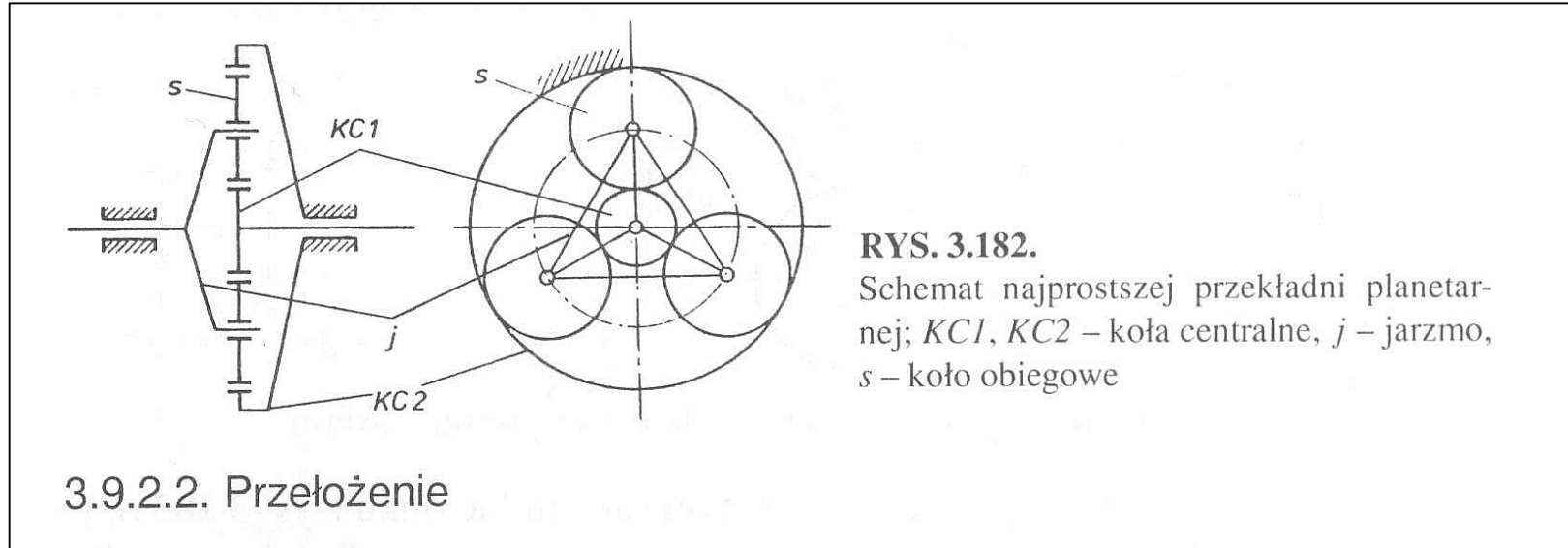
## 5. Podział PZ Ze względu na kinematykę osi

A. z osiami nieruchomymi

B. z osiami ruchomymi



Przyjęte nazewnictwo.

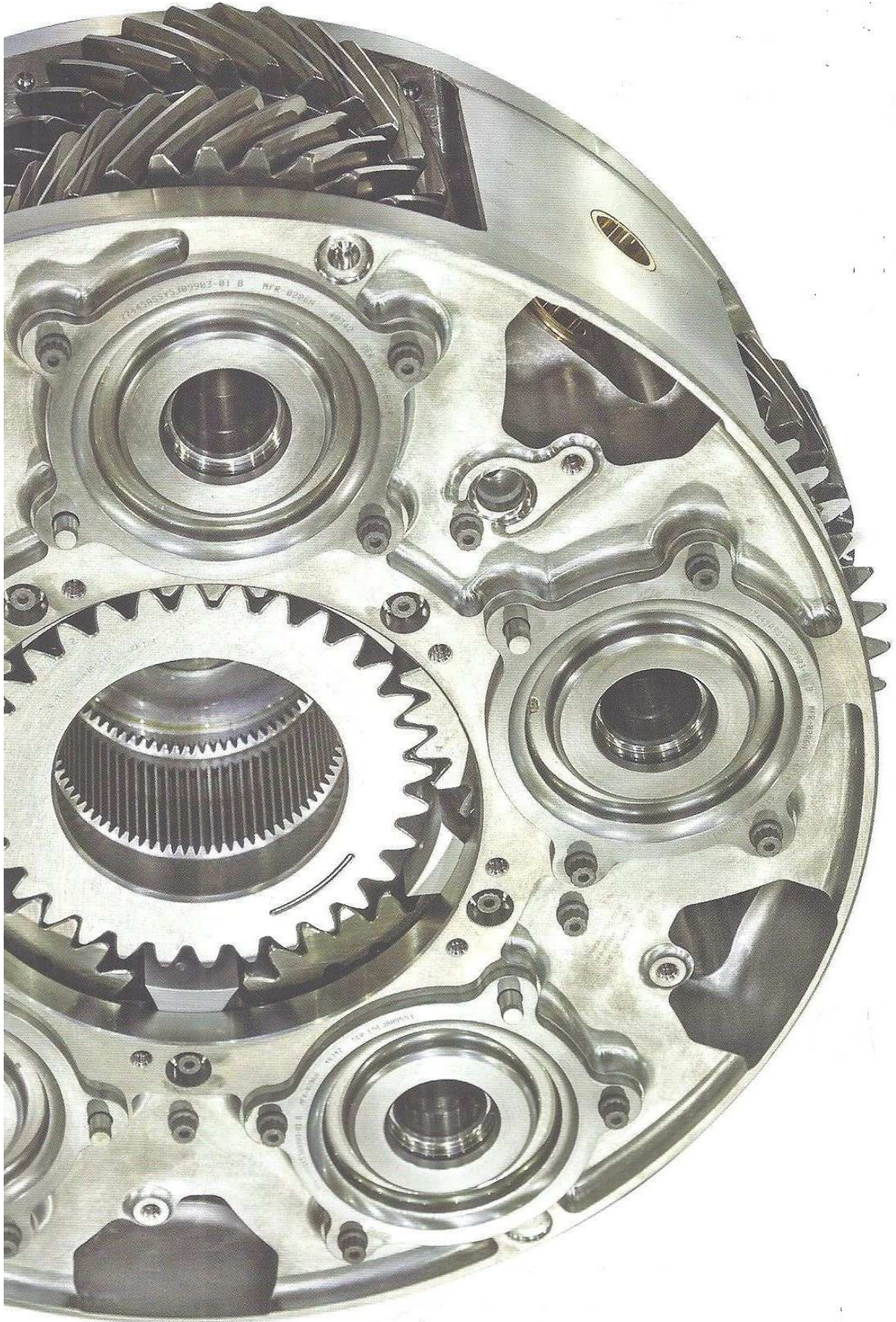


### Główne zalety i wady przekładni planetarnych:

- + szeroki zakres możliwości zastosowania, czasami niezwykle trudny do osiągnięcia przy pomocy przekładni o osiach stałych,
- posiadają złożoną konstrukcję i skomplikowany jest proces projektowy,
- nierównomierność obciążenia kół zębatach

Przykłady. Przekładni planetarnych – z wirującymi osiami

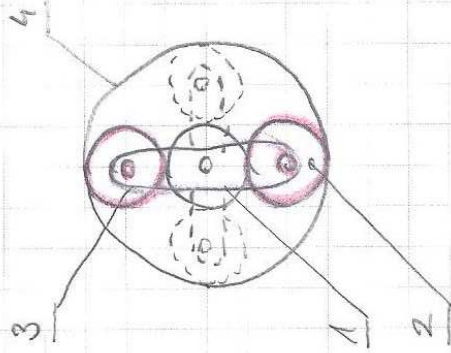
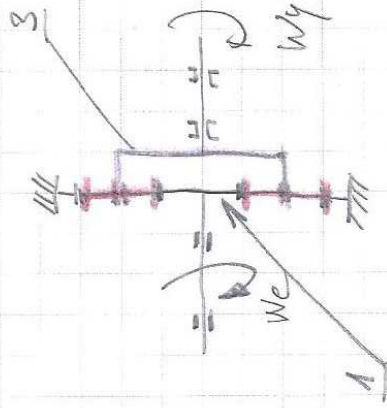






Przebieg

planeta i reduktor



- 1 - koto centralne - na pedzysce
  - 2 - satelita  $2 \frac{z}{z_4}$
  - 3 - jarzmo - wirujace z wałem wysiowym.
  - 4 - nieruchome koto zmontowane
- UWAGA!

Powiększenie liczby satelitów z

2 do 4 - sprowadzając 2x wzrost

mocy którą może przemić przekładnia

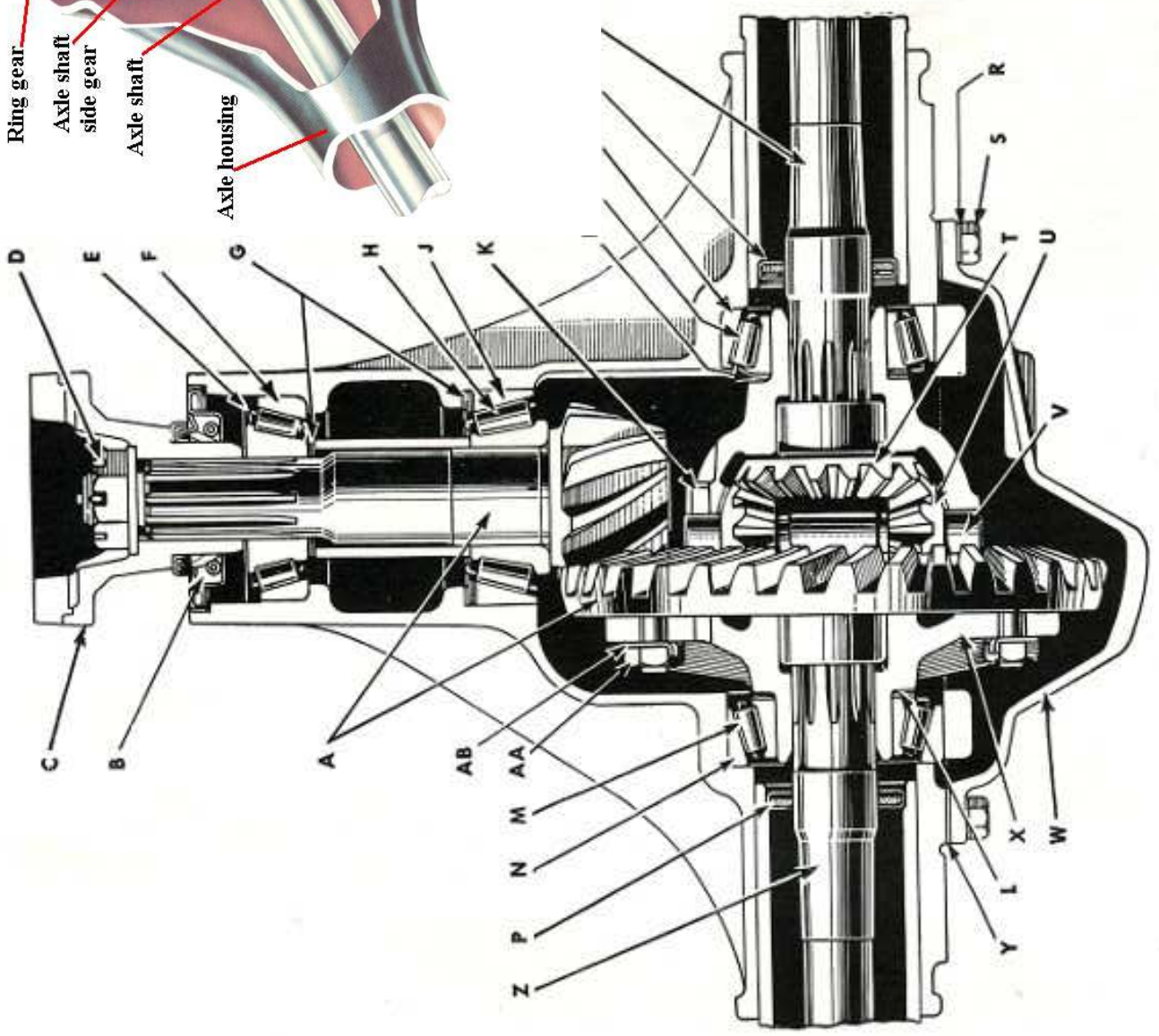
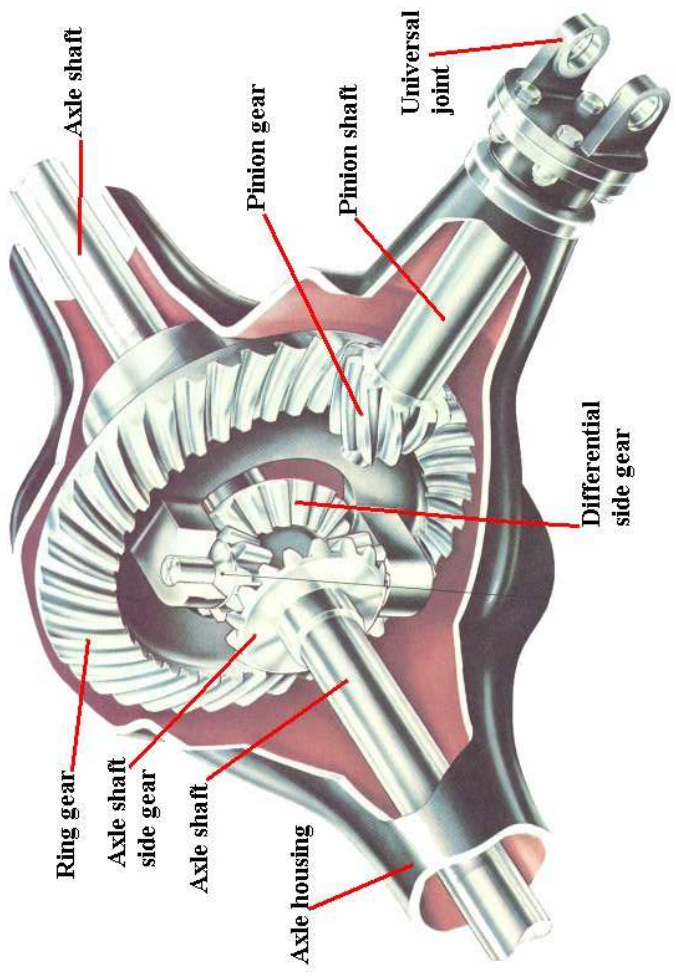
1. Wzrost wejściowy wprawy w koto centralne

2. koto centralne napędza satelity, które wirują wokół kota centralnego

3. Jarzmo trzyma - prowadzi osie satelitów i przekazuje moc na wał wyjściowy

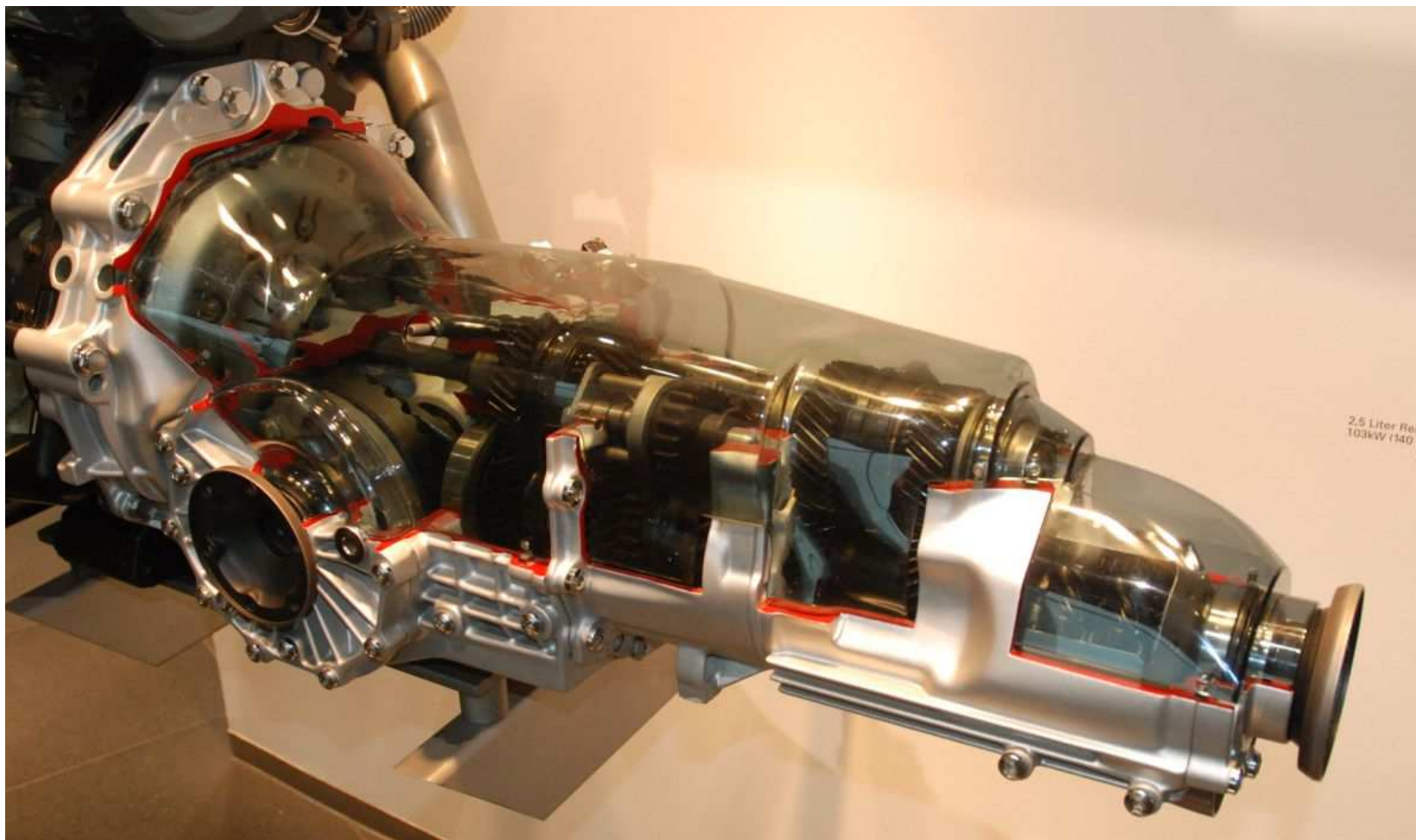
Przebieg zależy od proporcji średnic kół i wynosi zazwyczaj od 1:3

do 1:10



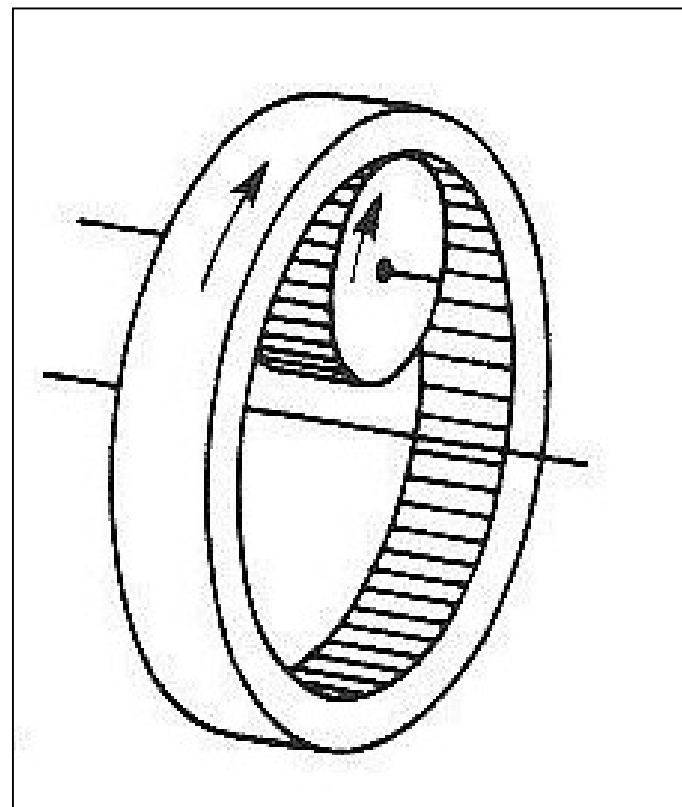
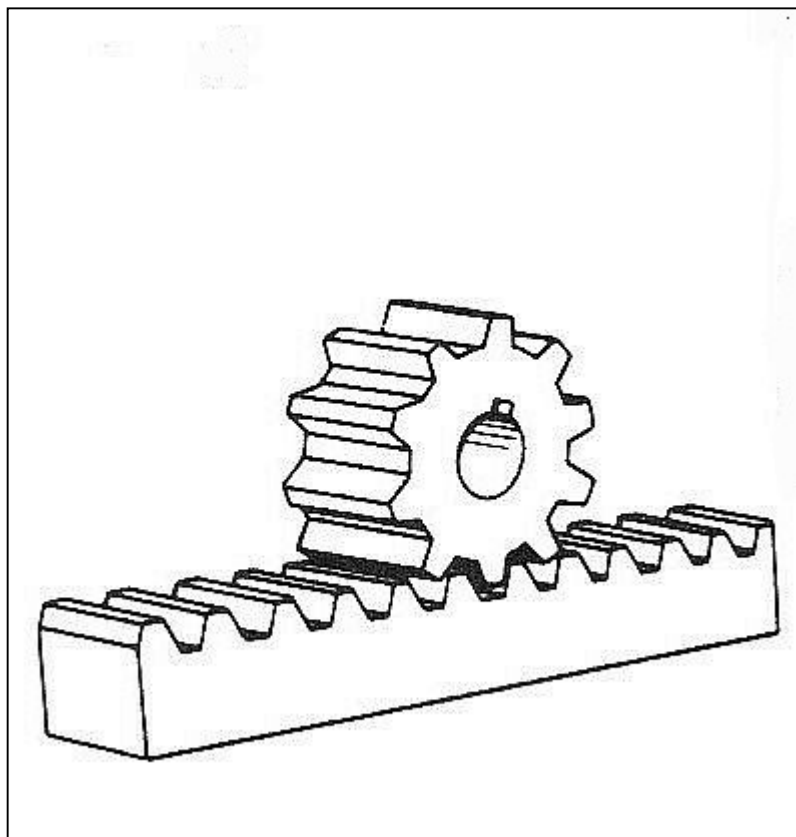
## 6. Podział PZ ze względu na zmianę prędkości wirowania wałów

- Reduktory
- Multiplikatory



Samochodowa skrzynia biegów to wielostopniowy reduktor

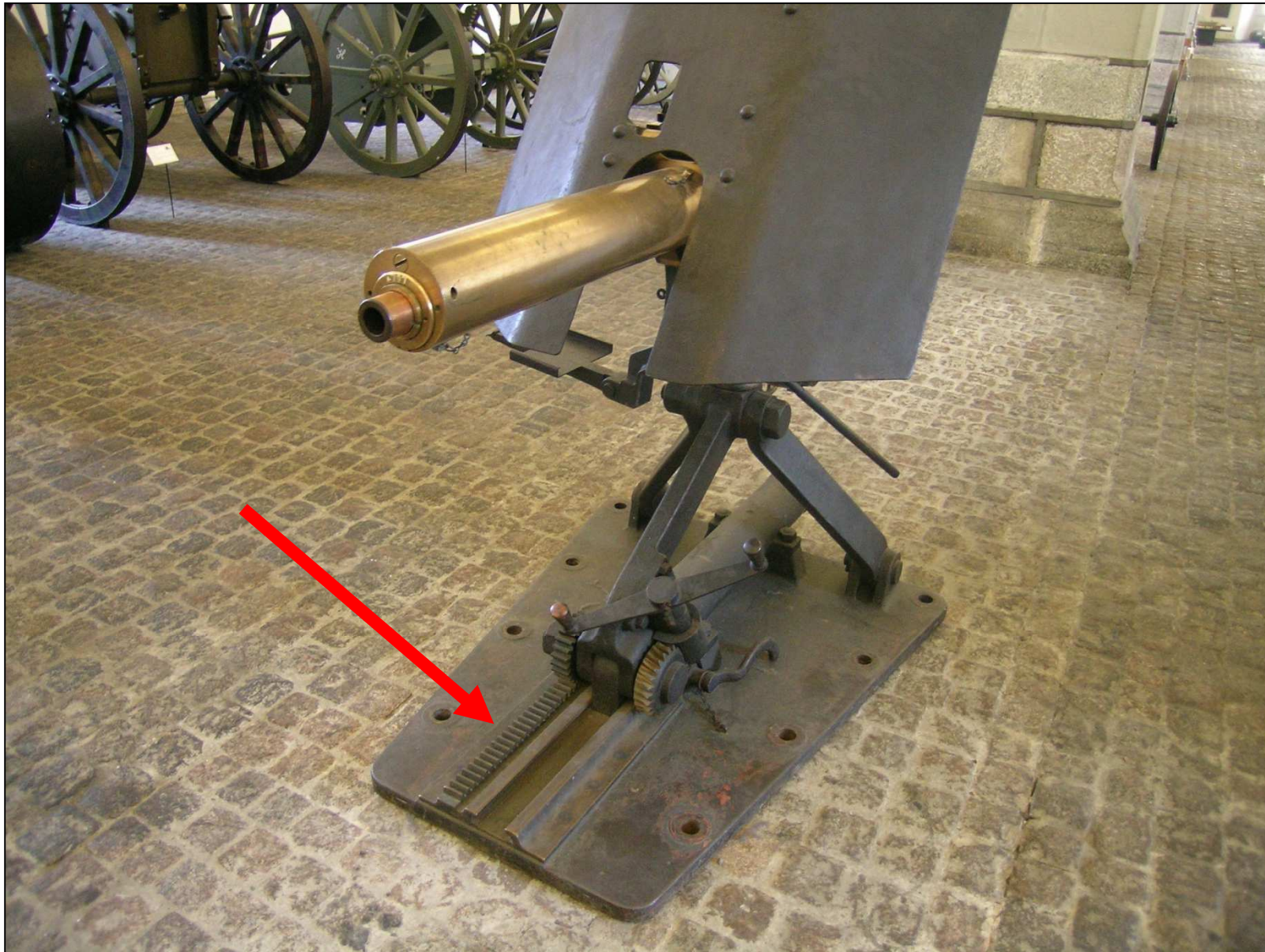
## 7. Inne typy przekładni



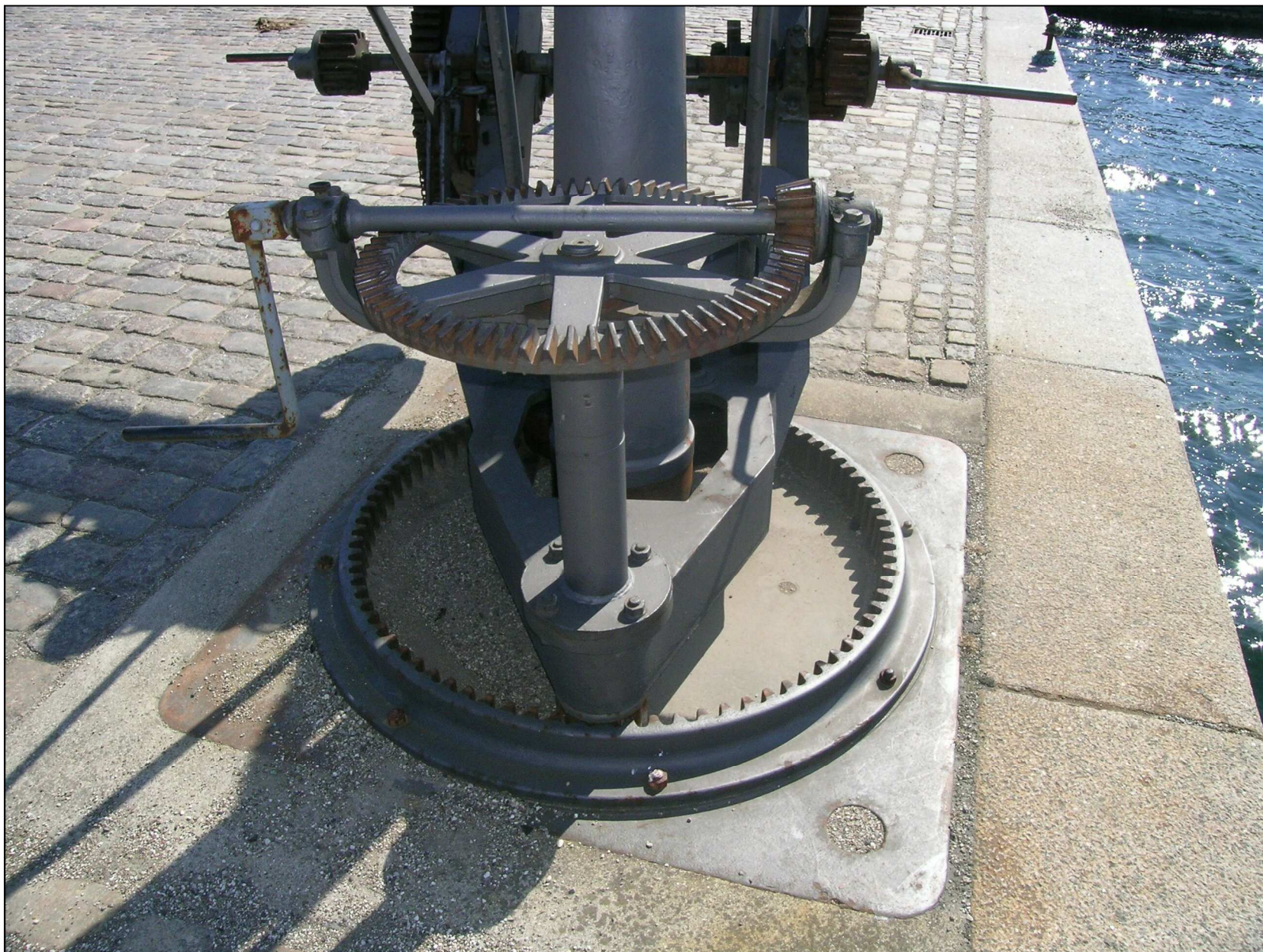
Przykłady. Mechanizm z listwą zębatą – otwieranie luku



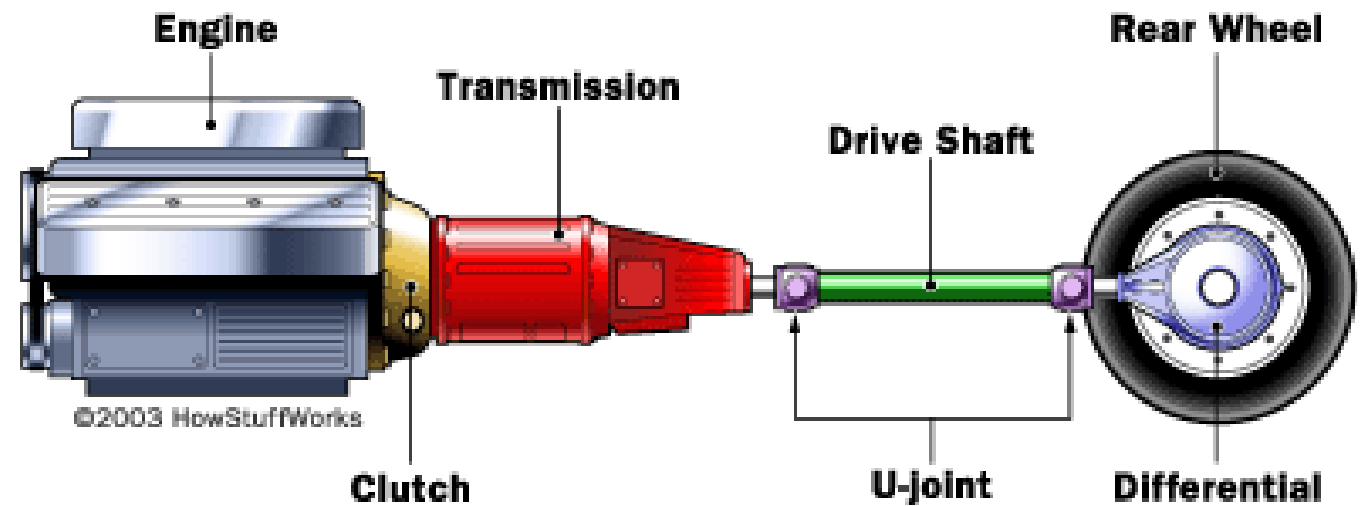
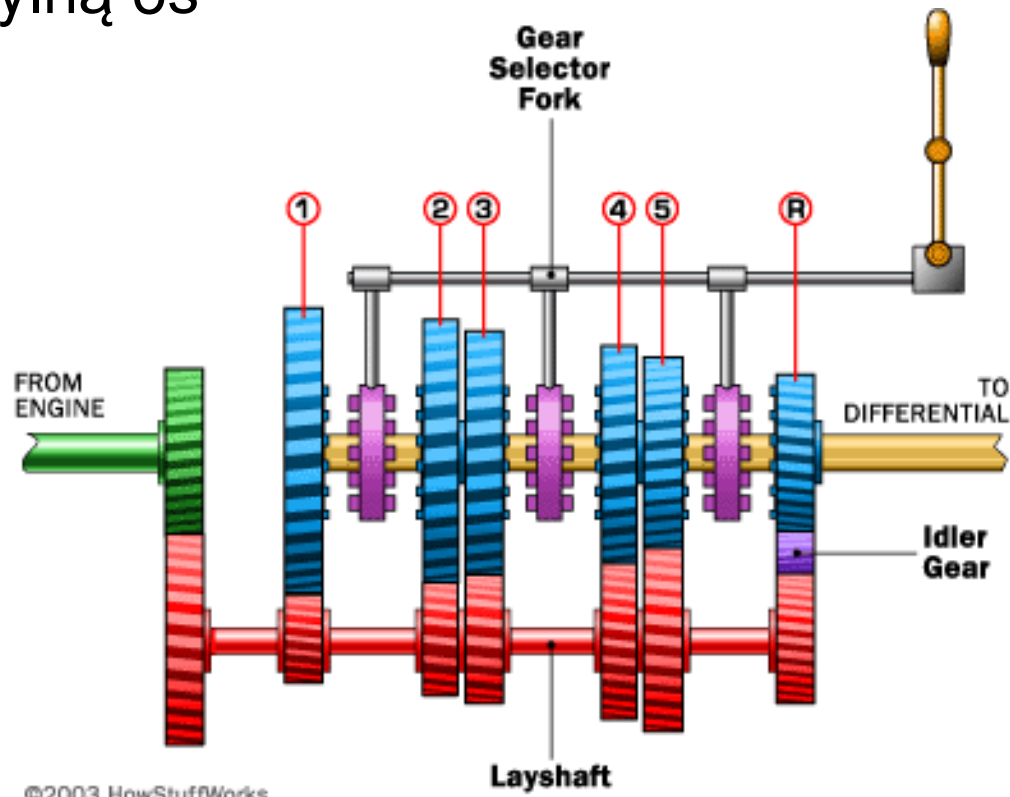
Przykłady. Mechanizm z listwą zębatą



Przykłady. Mechanizm obrotu z zazębieniem wewnętrznym

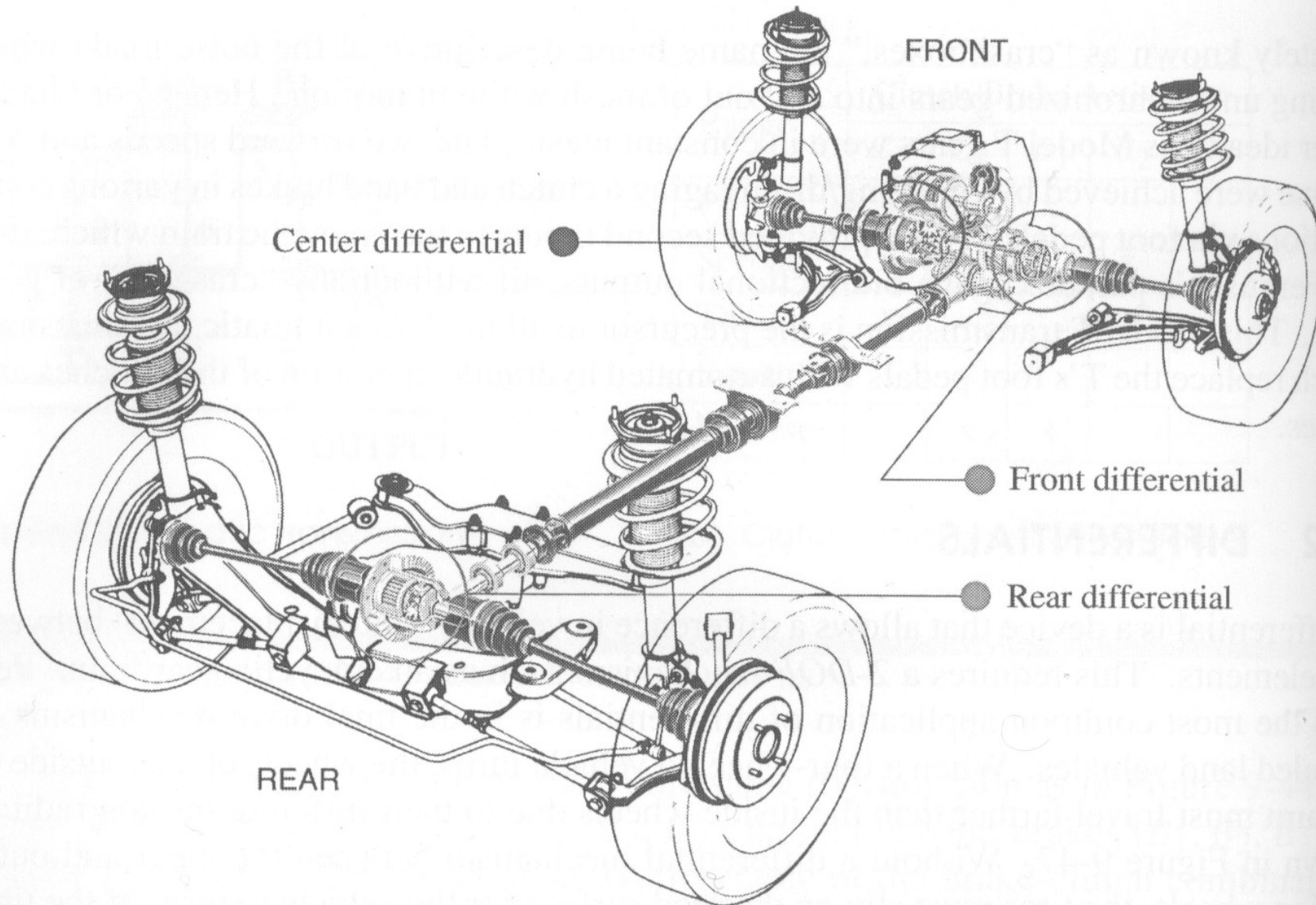


## 8. Napędy pojazdów; skrzynia biegów i transmisja napędu na tylną oś





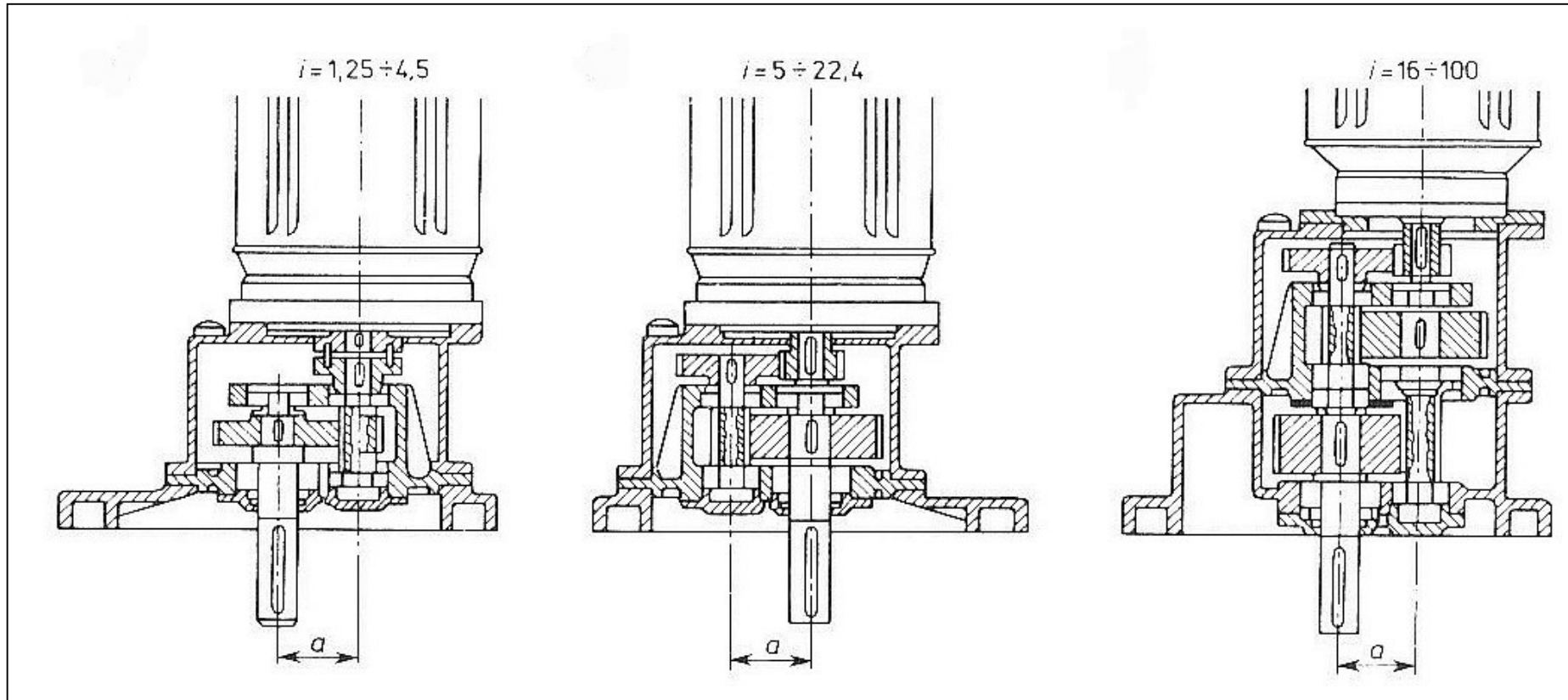
## 8. Napędy pojazdów; napęd na wszystkie osie (Subaru)



**FIGURE 9-48**

An all-wheel-drive (AWD) chassis and drive train *Courtesy of Tochigi Fuji Sangyo, Japan.*

## 9. Modułowa budowa - technologiczność



## 10. Podsumowanie

### Zastosowania przekładni jest bardzo szeroki:

- Zegarki [mW]
- Sprzęt AGD [W]
- Pojazdy i samoloty [KW] **RYS**
- Przekładnie w turbinach i napędach głównych statków [MW].

### Sprawności przekładni:

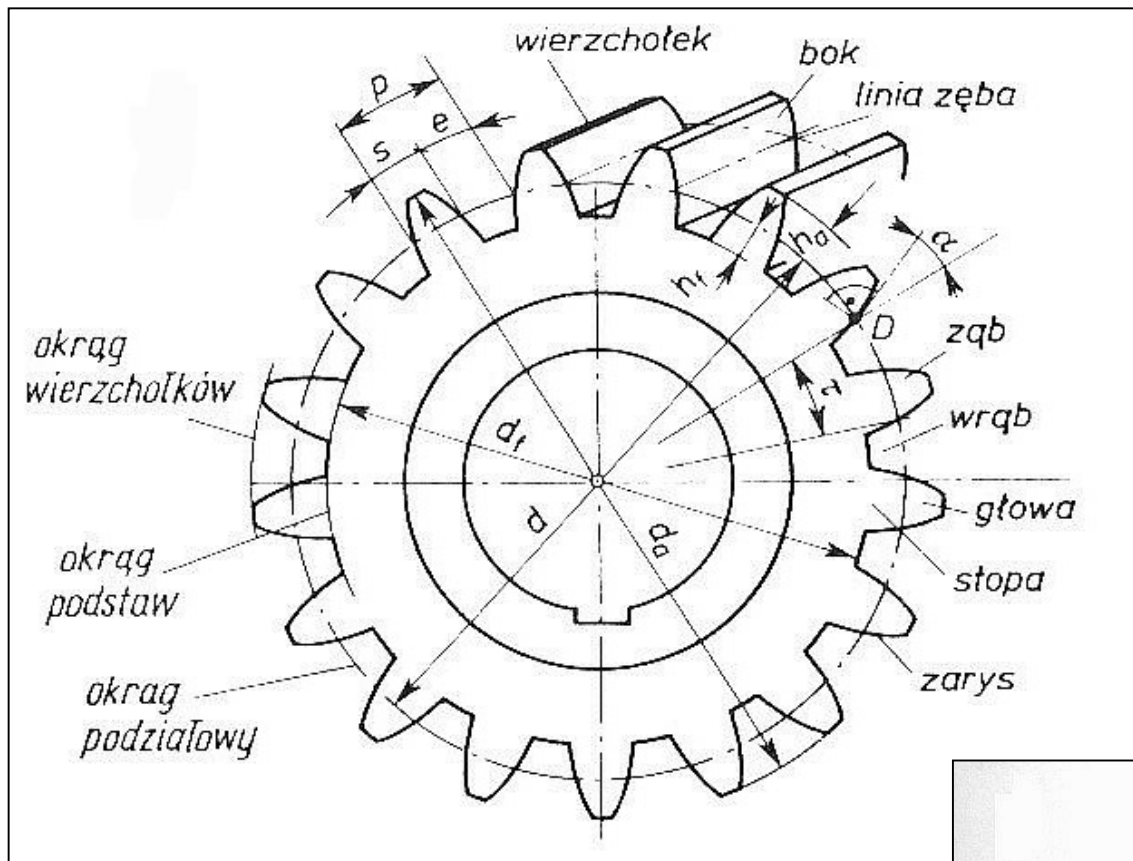
- Walcowe jednostopniowe około 98% (nawet 99,6 %),
- Walcowe wielostopniowe 94 – 98 %,
- Ślimakowe około 90 %.

## 11. Znaczenie kształtu zębów

- **Zęby proste:**
  - + proste wykonanie
  - - głośna praca
- **Zęby skośne:**
  - + cicha praca,
  - + większa niż przy zębach prostych nośność,
  - - występuje siła wzdłużna.

### **Daszkowe:**

- + cicha praca,
- + wysoka nośność,
- + siła wzdłużna znosi się (czyli jej brak!),
- skomplikowana konstrukcja i obróbka.



## 12. Budowa koła zębatego

$p$  – podziałka obwodowa (długość łuku)

$\alpha$  – kąt zarysu

$\tau$  - podziałka kąтова

$z$  – liczba zębów

$m$  – moduł , miara wielkości zęba [mm]

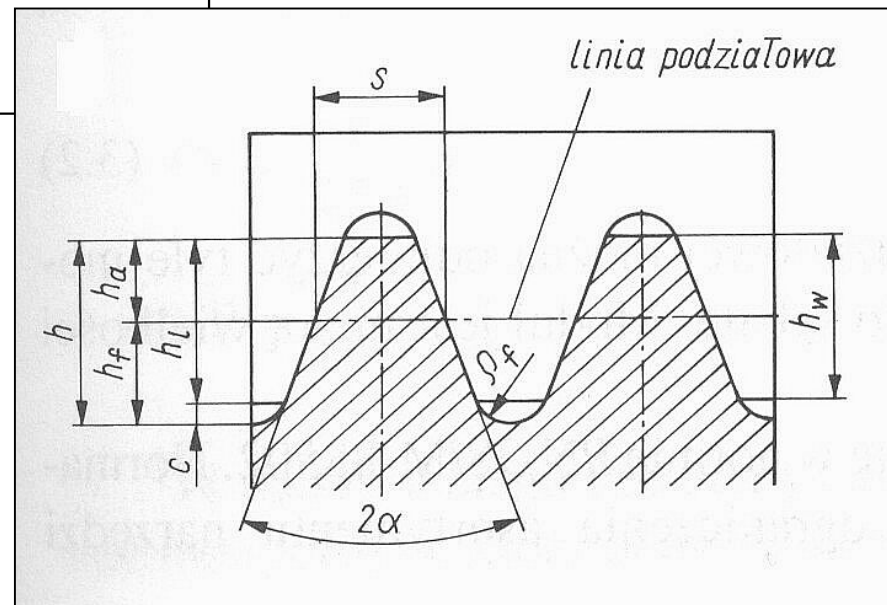
$$\pi \cdot d = p \cdot z$$

$$m = \frac{p}{\pi}$$

$$d = m \cdot z$$

$$d_a = d + 2h_a$$

$$d_f = d - 2h_f$$



$z_1$ - zawsze zębnik!!  $z_2$  – to koło zębate!!  $u$  - przełożenie

$$u = \frac{z_2}{z_1}$$

$h_a^*$	$h_f^*$	$h^*$	$h_l^*$	$s^*$	$c^*$	$\rho_f^*$		$h_w^*$
						$c^* \leq 0,295$	$c^* > 0,295$	
1	$h_a^* + c^*$	$h_a^* + h_f^*$	2	$\frac{\pi}{2}$	0,25 dopuszcza się $0,1 \leq c^* \leq 0,4$	$\frac{c^*}{1 - \sin \alpha}$	$\frac{1 + \sin \alpha}{\cos \alpha} \left[ \frac{\pi}{4} - (1 + c^*) \operatorname{tg} \alpha \right]$	$h_a^* + h_f^* - c^*$

16. Moduły według PN –78/M-88502 (wybrane najpopularniejsze)

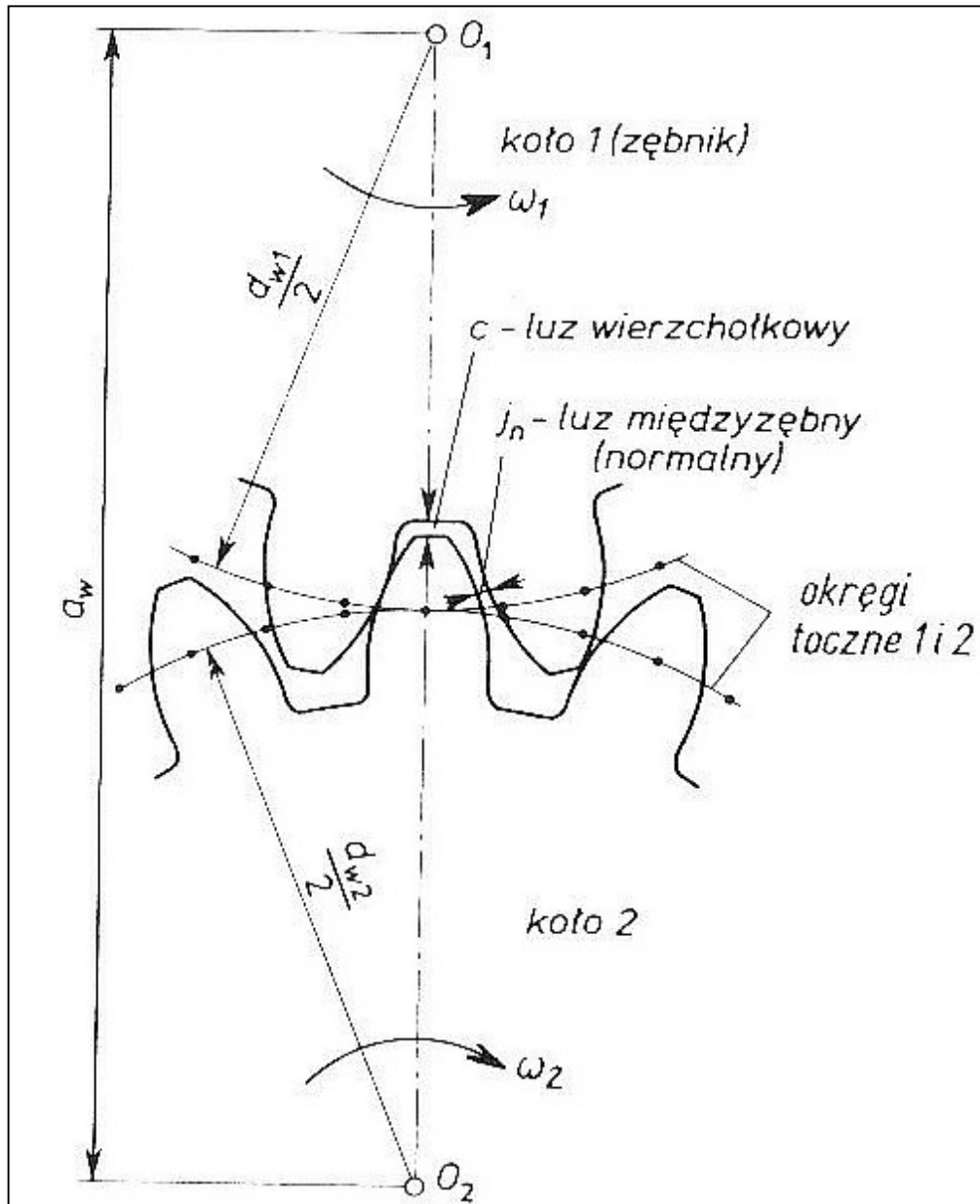
**ZAŁECANE - UPRZYWILEJOWANE:**

1; 1,125; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 8; 10; 12; 16; 20; 25;

**DOPUSZCZALNE:**

3,5; 4,5; 5,5; 7; 9; 11; 14

## 12. Zazębianie się kół współpracujących



$$a = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (z_1 + z_2)$$

Przy braku  
korekcji  $a = a_w$

$h$  – wysokość zęba,

$h_a$  - wysokość głowy zęba

$h_f$  - wysokość stopy zęba

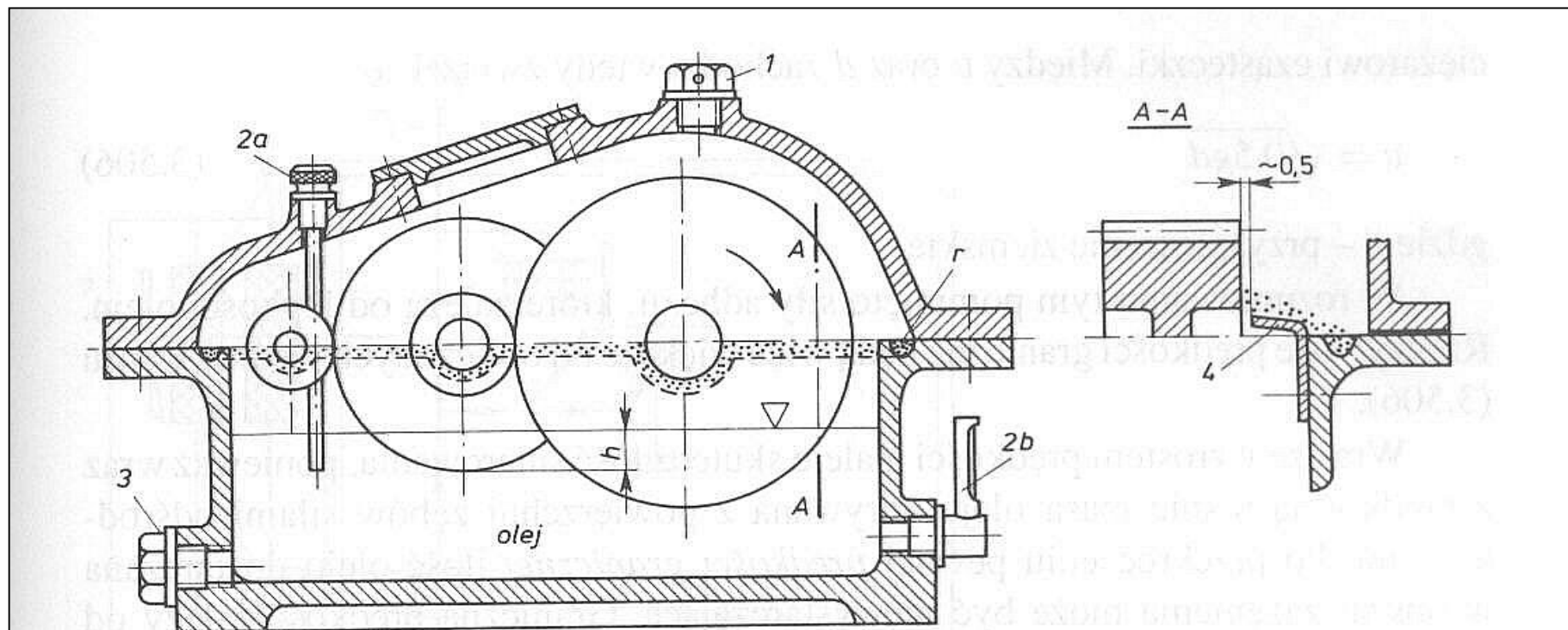
$$h = h^* \cdot m$$

$$h_a = h_a^* \cdot m$$

$$h_f = h_f^* \cdot m$$

## 13. Sposoby smarowania – smarowanie zanurzeniowe

Jest to jeden z dwóch stosowanych typów smarowania. Niewątpliwie najprostszy. Korpus wypełniony jest olejem tak aby duże koła były w nim zanurzone na głębokość 10 mm (dla kół o module poniżej 6) lub więcej (dla kół o module powyżej 6).

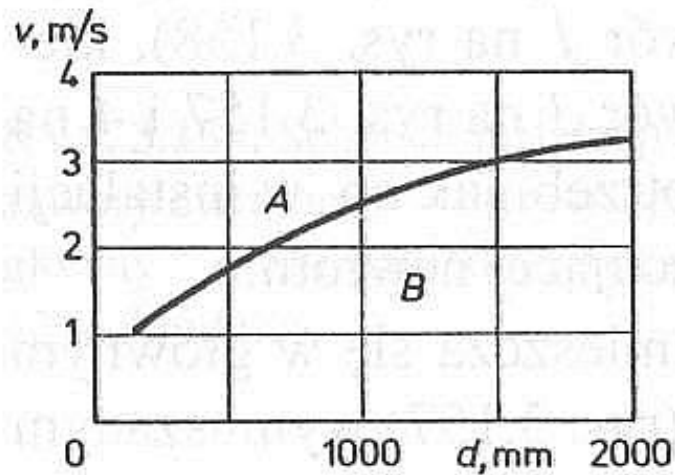


**RYS. 3.155.** Smarowanie zanurzeniowe; 1 – korek wlewowy, odpowietrznik, 2a, 2b – alternatywnie stosowane wskaźniki poziomu oleju, 3 – korek spustowy, 4 – zgarniak oleju, r – rowek rozprowadzający smar do łożysk



Ze względu na zdolność oleju do odprowadzania ciepła ze strefy tarcia zaleca się aby na każdy przenoszony przez przekładnię 1 [kW] przypadało pomiędzy 0,3 a 0,6 litra oleju. Nie jest tak jednak zawsze gdyż w przekładniach samochodów na 1 [kW] przypada około 0,025 litra oleju.

Skuteczność smarowania zanurzeniowego zależy od prędkości i średnicy kół.



A – obszar skutecznego smarowania

B – obszar w którym smarowanie zanurzeniowe będzie nieskuteczne

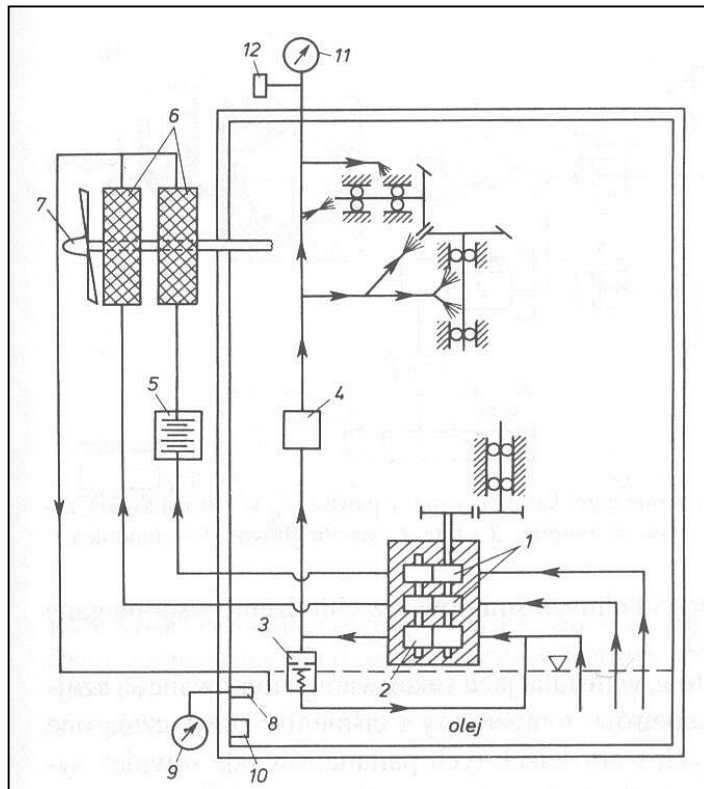
Inne źródła podają krytyczną – dopuszczalną prędkość  $v=12,5$  [m/s] powyżej której smarowanie zanurzeniowe przestaje być skuteczne.

# Smarowanie obiegowe

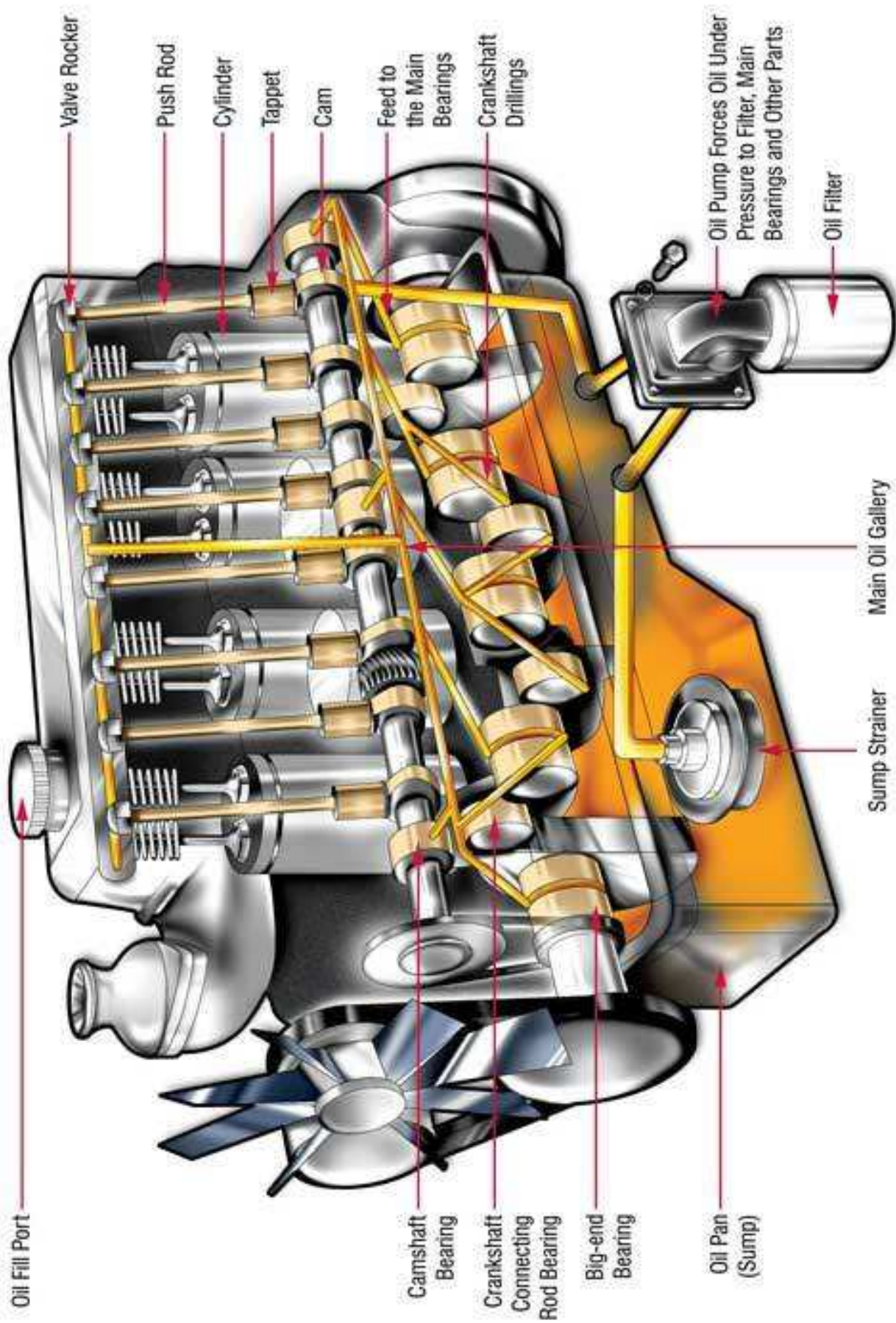
W smarowaniu obiegowym olej krąży w zamkniętym układzie i jest dostarczany do stref tarcia czyli do obszaru gdzie koła zazębiają się i do łożysk.

System taki stosuje się do przekładni szybko obrotowych i mocno obciążonych (przekładnie lotnicze, okrętowe – wałów głównych oraz duże przemysłowe).

Dodatkowo smarowanie obiegowe stosuje się w przypadku przekładni o wałach pionowych.

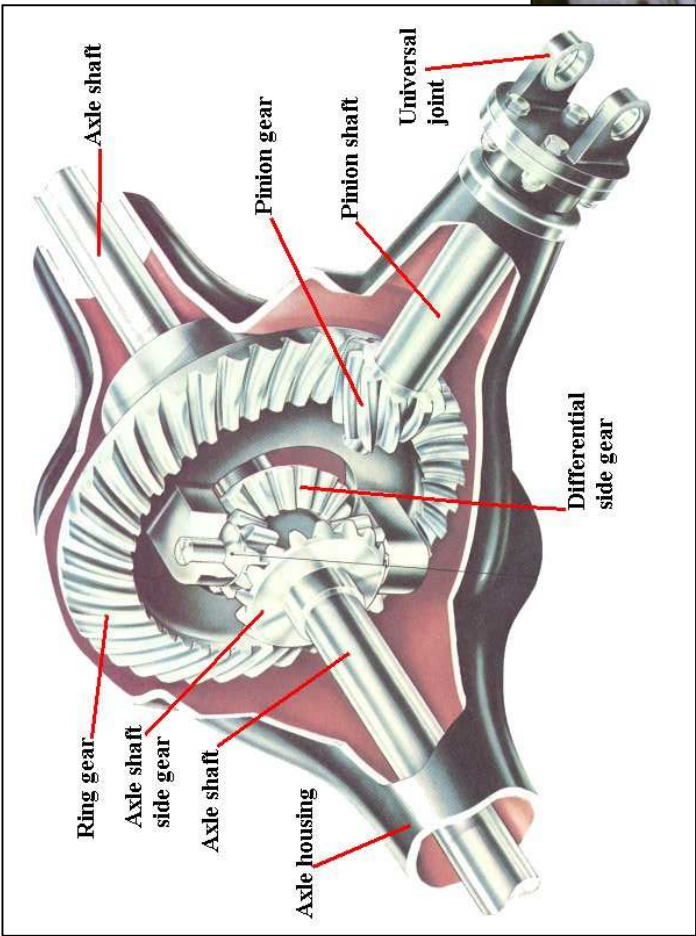


Schemat instalacji smarowania i chłodzenia oleju w przekładni śmigłowca; 1- pompa układu chłodzenia, 2 –pompa oleju, 3-zawór zwrotny, 4,5-filtry, 6- chłodnica, 7- wentylator, 8,9 - czujnik i wskaźnik temperatury, 10 – czujnik temperatury maksymalnej, 11- manometr, 12- czujnik braku smarowani – minimalnego ciśnienia

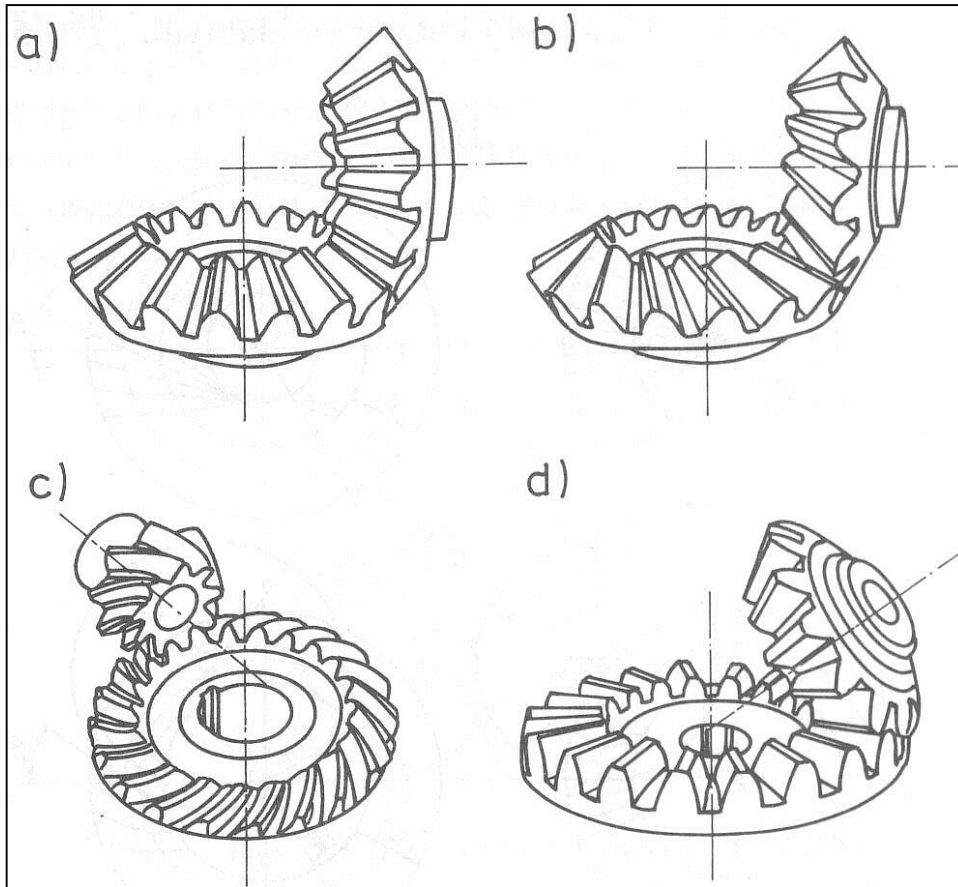


## 14. PRZEKŁADNIE STOŻKOWE





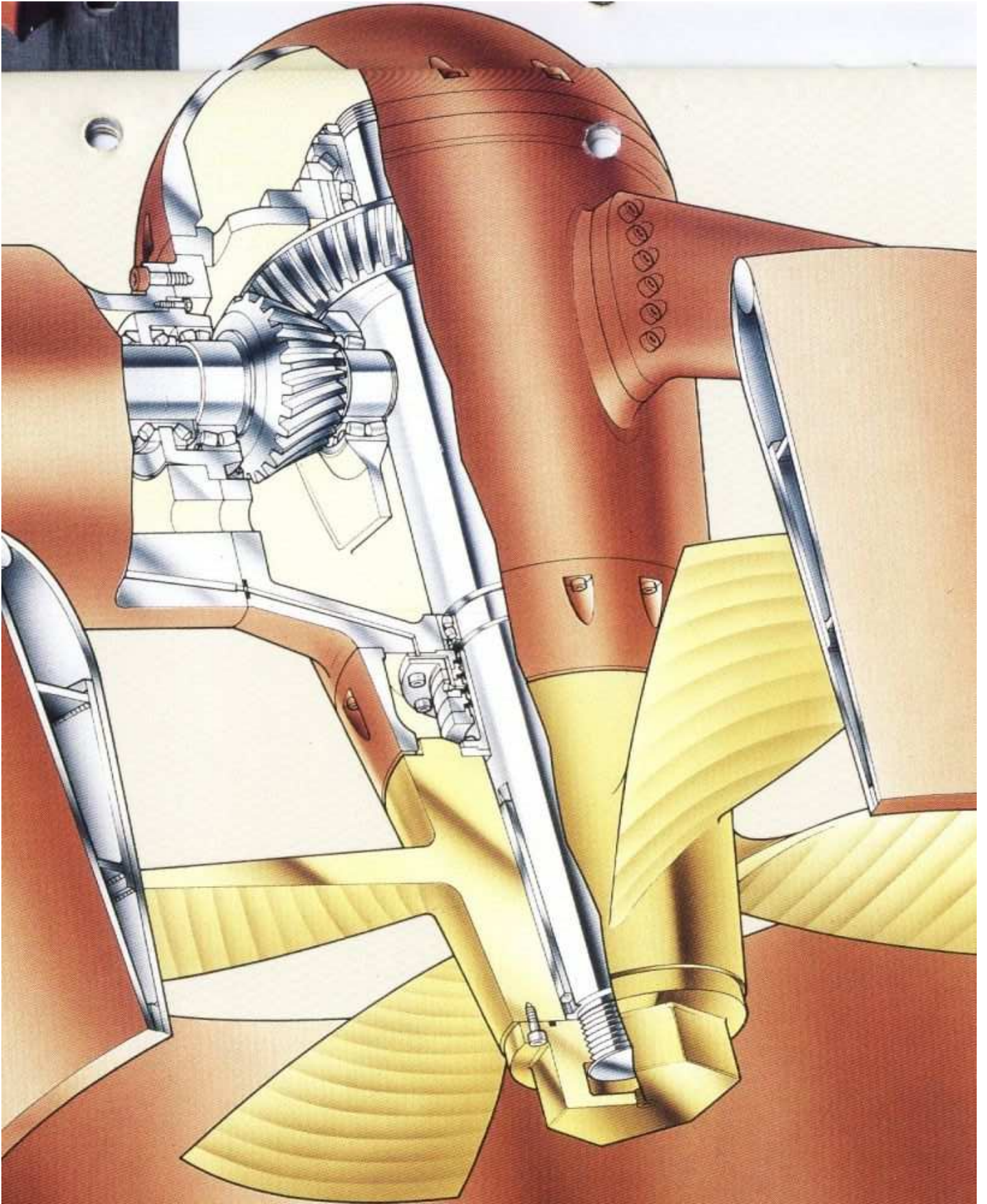
W kołach stożkowych zęby są nacięte na poboczniczy stożka, a osie obrotu kół tworzą między sobą kąt  $\Sigma$ . Stąd przekładnie z kołami stożkowymi noszą niekiedy nazwę *przekładni kątowych*. Najczęściej kąt między osiami kół wynosi  $\Sigma=90^\circ$ .



Rodzaje uzębień kół stożkowych ze względu na kształt linii zębów:

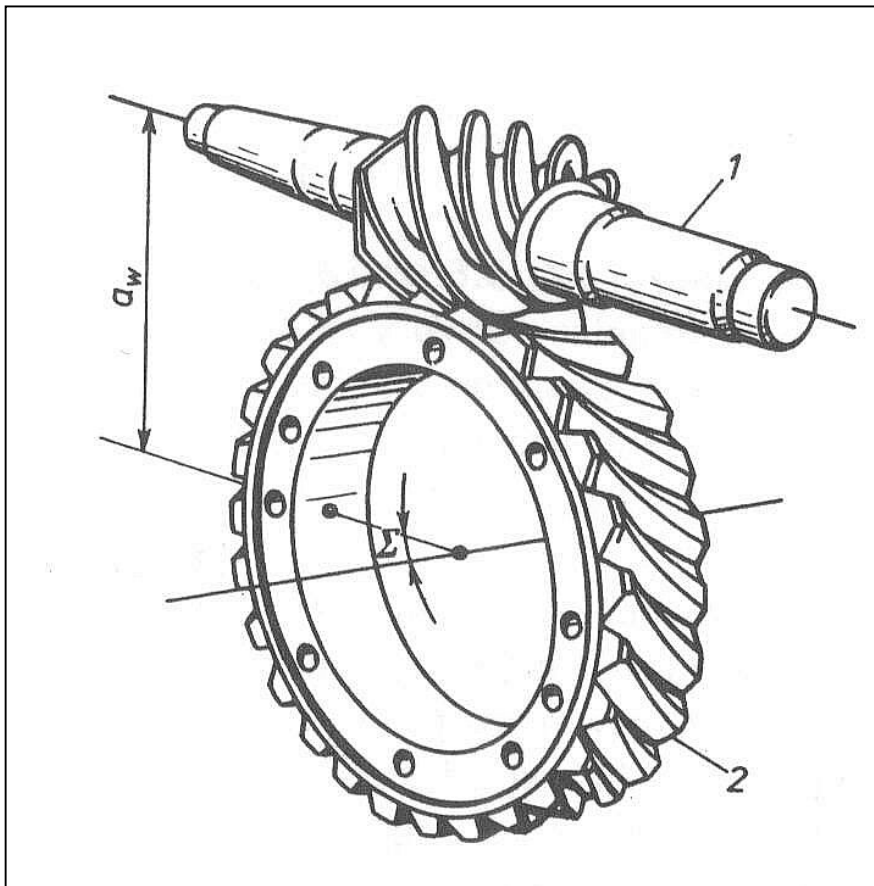
- a) koła o zębach prostych,
- b) koła o zębach skośnych,
- c) koła o zębach „nie prostoliniowych”.

Na rysunku „d” pokazano przekładnie nieortogonalną czyli kąt  $\Sigma$  jest inny niż  $90^\circ$ .



## 15. Przekładnie ślimakowe

Przekładnia ślimakowa (rysunek), jest mechanizmem napędowym o wchrowatych osiach. Kąt między osiami wynosi na ogół  $90^\circ$ . Podstawowymi elementami przekładni ślimakowej są **ślimak i koło ślimakowe**, zwane także **ślimacznicą**. Ślimak z wyglądu podobny jest do śruby o gwincie trapezowym i skoku będącym wymierną częścią liczby  $n$  (skok modułowy). Koło ślimakowe natomiast jest kołem walcowym śrubowym o specjalnie ukształtowanym wieńcu.



Rozpowszechnienie przekładni ślimakowych jest spowodowane ich ważnymi zaletami, jak:

- duża powierzchnia przypołu zębów przy ich styku liniowym,
- możliwość uzyskania dużych przełożeń (1 :50 i więcej),
- równomierność przeniesienia ruchu i cichobieżność,
- możliwość uzyskania przekładni samohamownej (wiąże się to jednak ze znacznym spadkiem sprawności).

Do podstawowych **wad przekładni ślimakowych zaliczamy**: niską sprawność (a w związku z tym nagrzewanie się przekładni).





(Koło to obrabiany odlew!)

