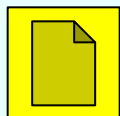




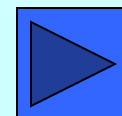
Wały napędowe półosie napędowe przeguby wałów i półosi

opracowanie mgr inż. Ireneusz Kulczyk – 2011 - 2020

Zespół Szkół Samochodowych w Bydgoszczy



Sprawdziany

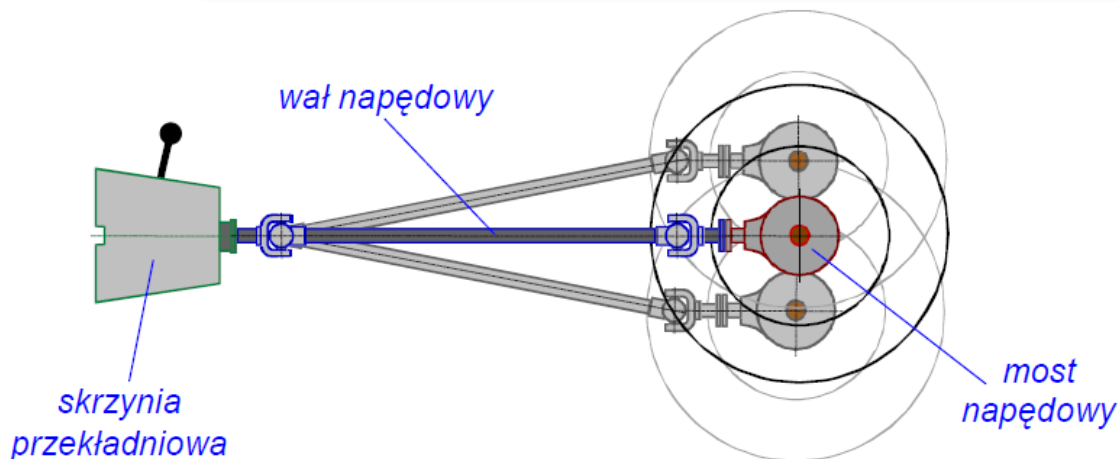


Wykład

Przegubowe wały napędowe

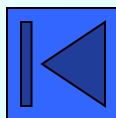
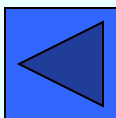
Definicja

Wał napędowy jest elementem układu przeniesienia napędu, którego zadaniem jest przeniesienie momentu obrotowego ze skrzyni biegów lub skrzyni rozdzielczej do oddalonego mostu napędowego albo z jednego mostu napędowego do kolejnego mostu napędowego.

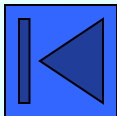
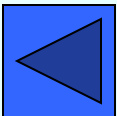
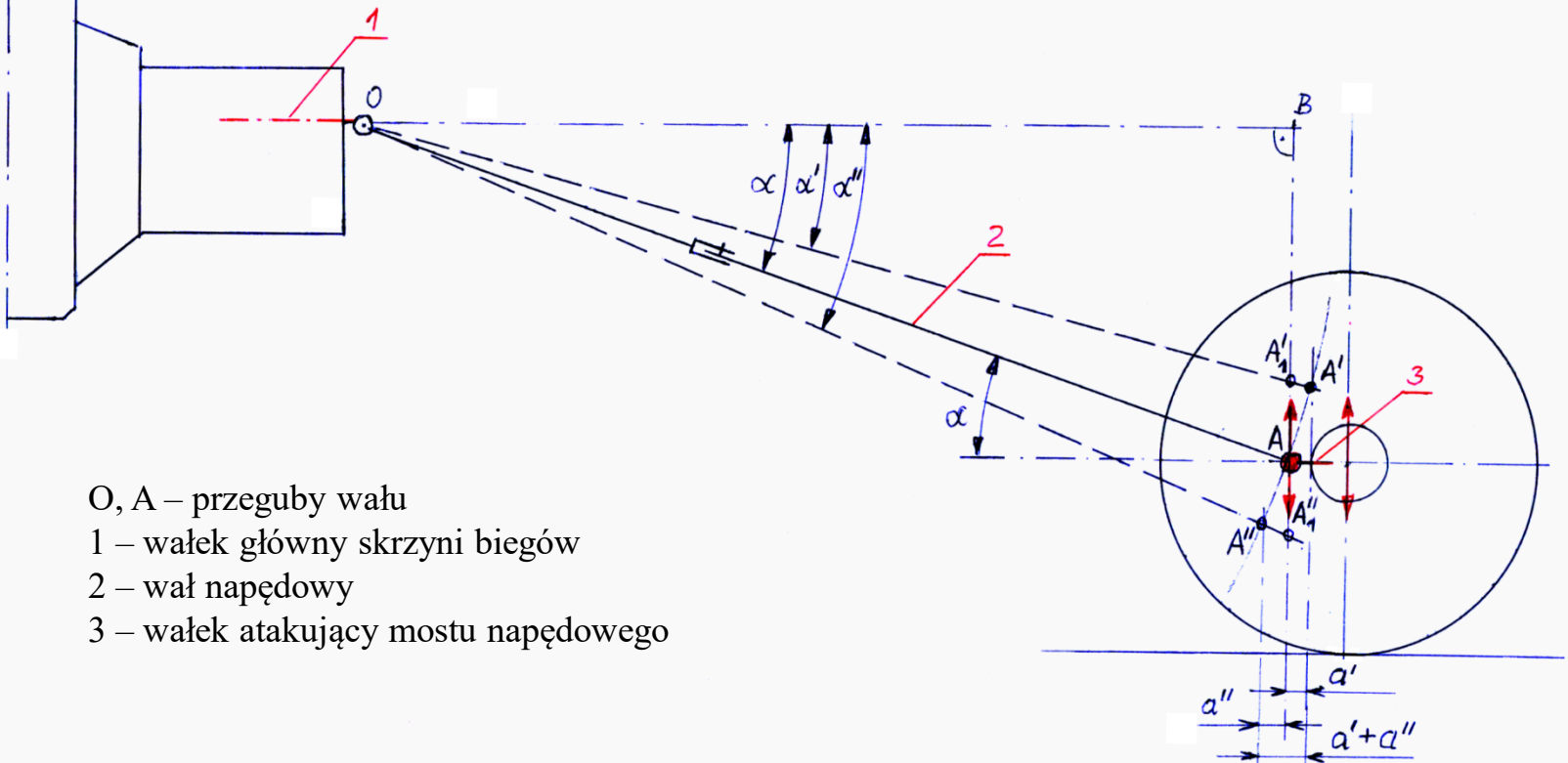


Możliwe ustawienia wału napędowego podczas pracy

Warunki pracy wymagają przekazywania momentu obrotowego pod różnymi kątami (co wymusza stosowanie wałów przegubowych) oraz na różne odległości (co wymusza stosowanie wałów o zmiennej długości)

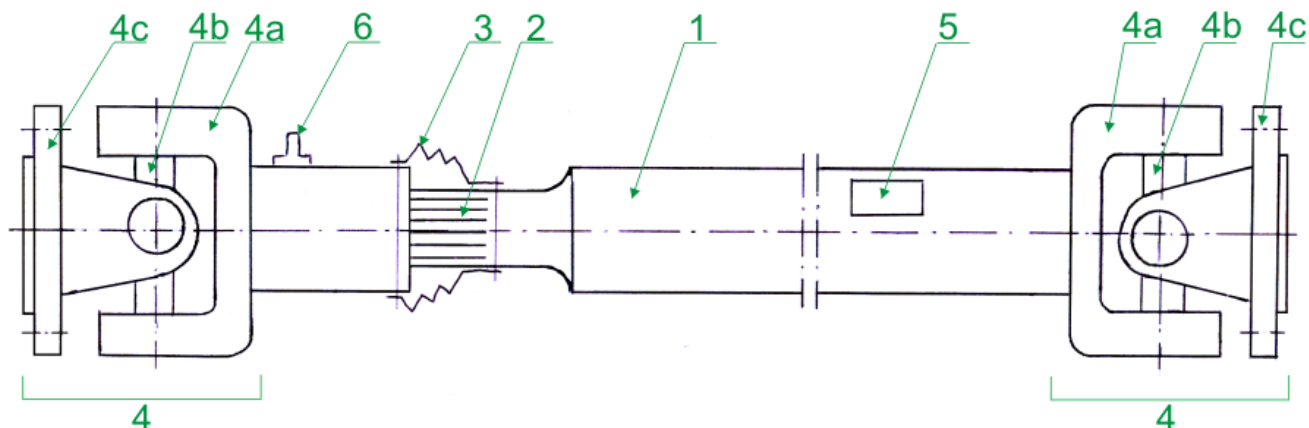


Znaczenie połączenia wielowypustowego i przegubów wału napędowego ©



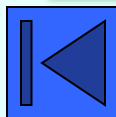
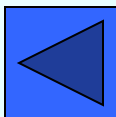
Wał napędowy

©



- 1 - rura wału
- 2 - połączenie wielowypustowe
- 3 - osłona wielowypustu
- 4 - przegub krzyżakowy

- 4a - widełki przegubu.
- 4b - krzyżak przegubu
- 4c - kołnierz mocujący
- 5 - ciężarek wyrównowazający
- 6 - końcówka smarownicza





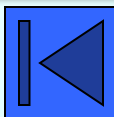
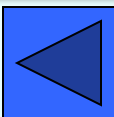
Ciekawostka techniczna



©
Wał napędowy z włókna węglowego waży 4 kg, przenosi moment obrotowy 650 Nm, moc ponad 500 KM. Tunel ramy centralnej wykonany jest z aluminium



Mercedes SLS GT3



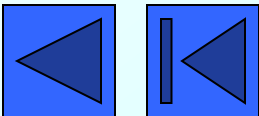


Przeguby

To elementy układu przeniesienia napędu, których zadaniem jest przenoszenie momentu obrotowego pod zmieniającym się kątem. Przeguby stosuje się w wałach napędowych oraz przegubowych półosiach napędowych.

Ze względu na charakter przenoszenia momentu obrotowego przeguby dzielimy na:

- asynchroniczne czyli nierównobieżne (stosowane głównie w wałach napędowych)
- synchroniczne czyli równobieżne (stosowane głównie w półosiach napędowych)

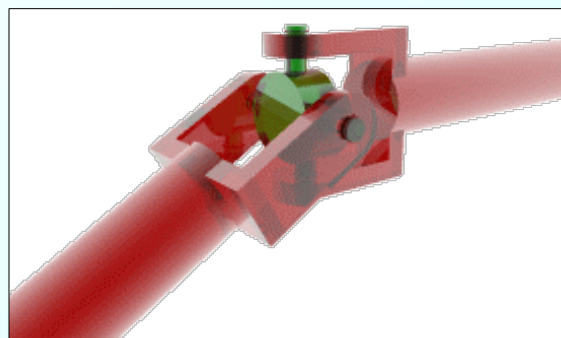




Przeguby asynchroniczne - nierównobieżne

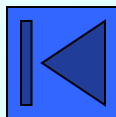
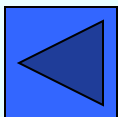
To takie, w których przy stałej prędkości kątowej wału wejściowego, wał wyjściowy za przegubem uzyskuje prędkość kątową zmienną w czasie.

Zastosowanie: wał napędowy

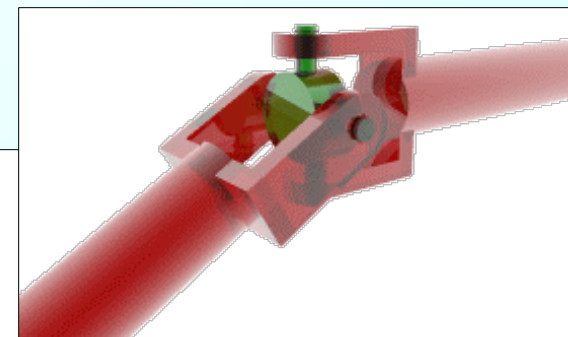
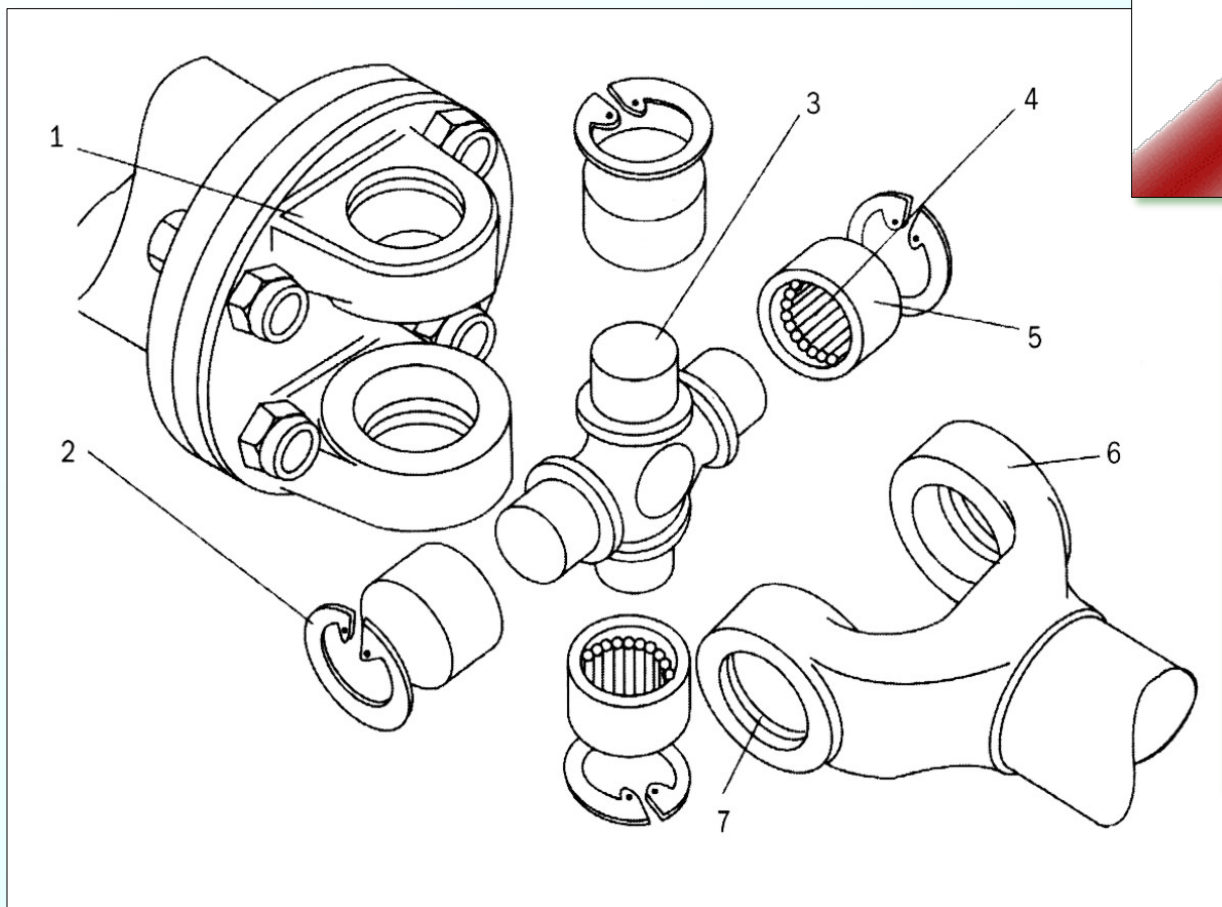


Rodzaje przegubów asynchronicznych:

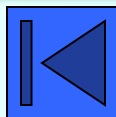
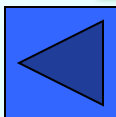
- krzyżakowy (Kardana) – dopuszczalny kąt załamania $\pm 15^\circ$
- elastyczny – dopuszczalny kąt załamania $\pm 5^\circ$

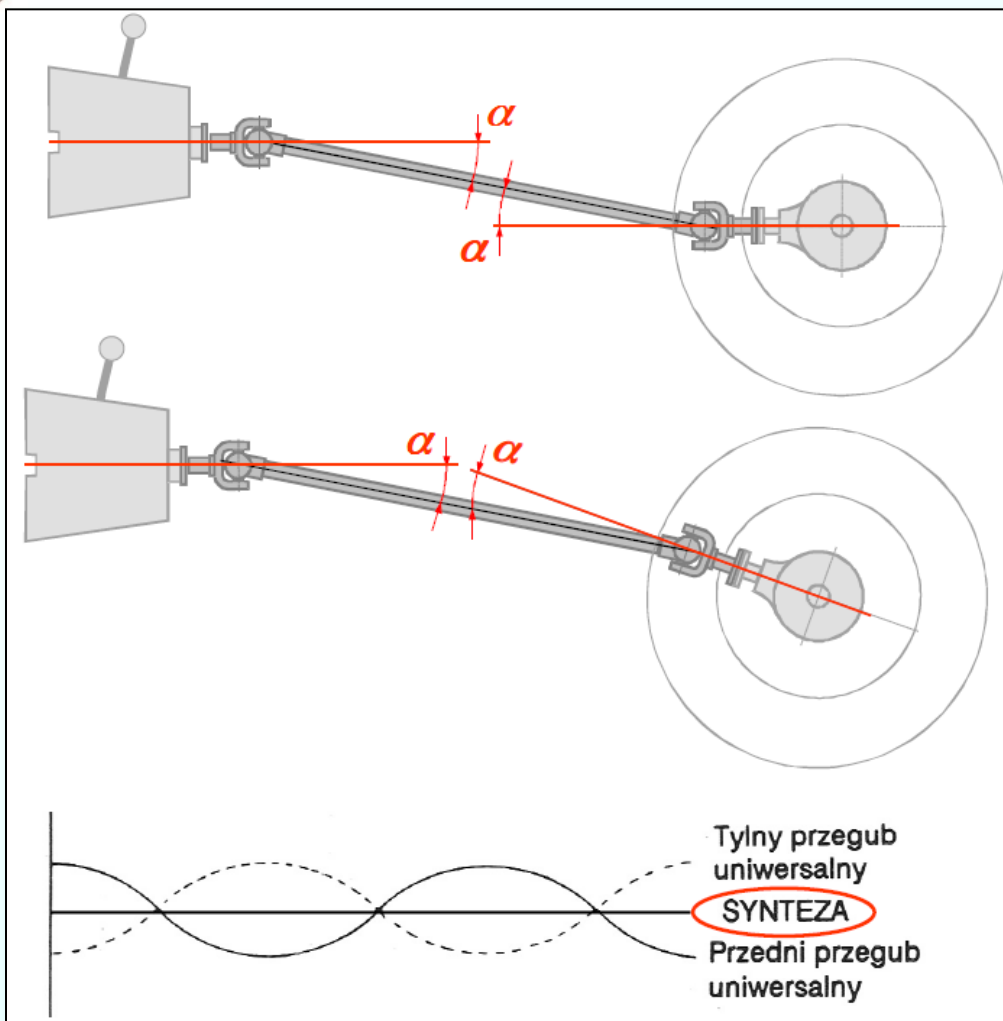


Budowa przegubu krzyżakowego



1. widelki
(na kołnierzu mocującym)
2. pierścień zabezpieczający
Zeegera
3. krzyżak przegubu
4. igielki łożyska
igielkowego
5. tulejka łożyska
igielkowego
6. widelki
7. rowek zabezpieczenia

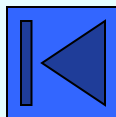
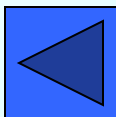


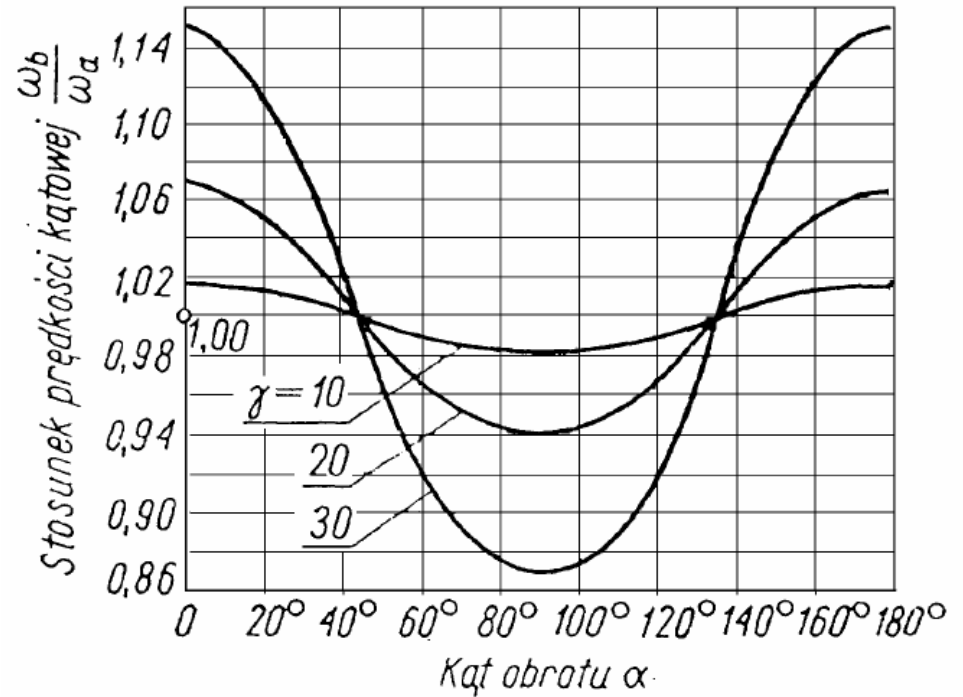
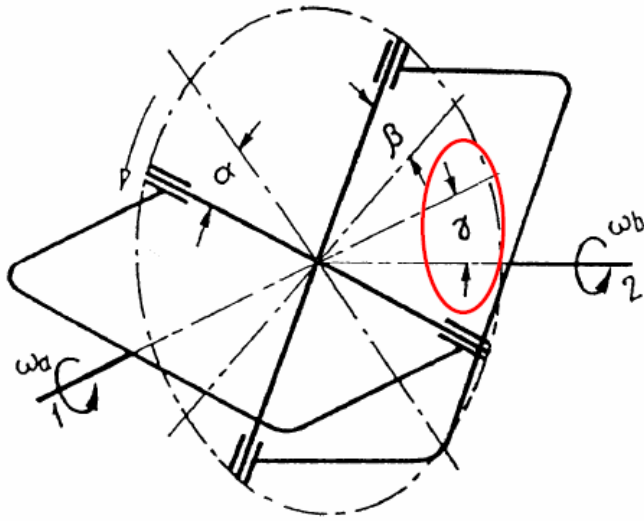


Układ „Z”
równoległe osie wałków
wejściowego i wyjściowego

Układ „W”
osie wałków wejściowego
i wyjściowego ustawione
pod takim samym kątem w
stosunku do osi wału
środkowego

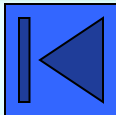
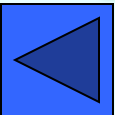
**Układy wałów
niwelujące efekt
niehomokinetyczności**

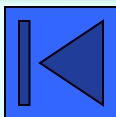
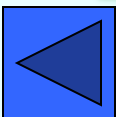
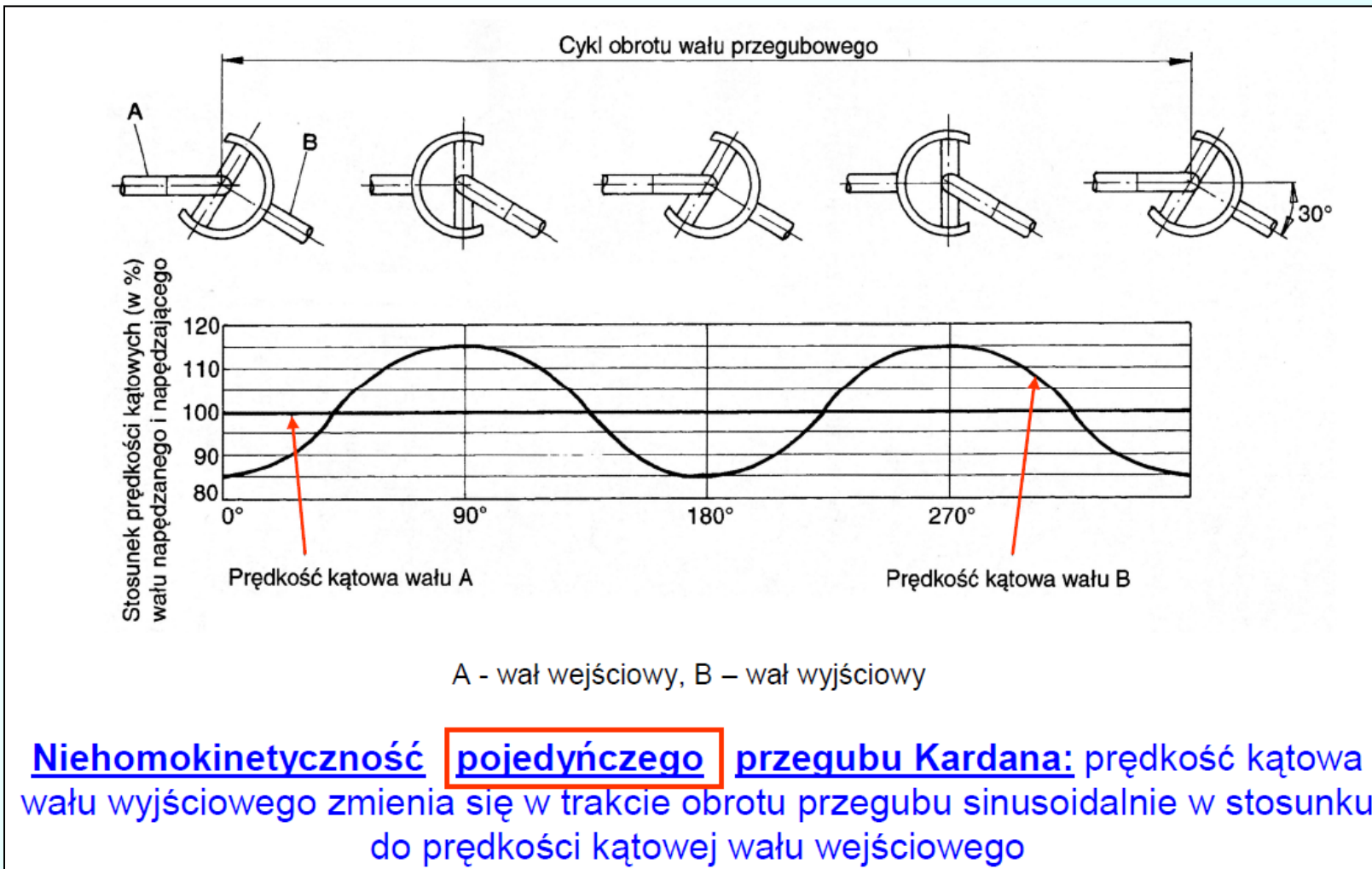




Stosunek prędkości kątowych: wału wyjściowego ω_b i wału wejściowego ω_a zmienia się wraz ze zmianą wartości kąta γ pod jakim są ustawione wzajemnie oś wału wejściowego i oś wału wyjściowego

Dla kąta $\gamma = 0$ (180°) stosunek $\omega_b / \omega_a = 1$ (niehomokinetyczność nie występuje)







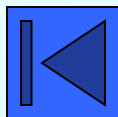
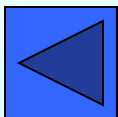
Warunki równobieżności przegubu krzyżakowego

W celu uzyskania stałej prędkości kątowej wału wejściowego mostu napędowego (wałka atakującego), przeguby krzyżakowe wału napędowego muszą spełniać następujące wymagania:

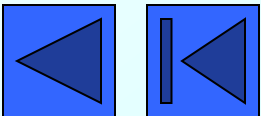
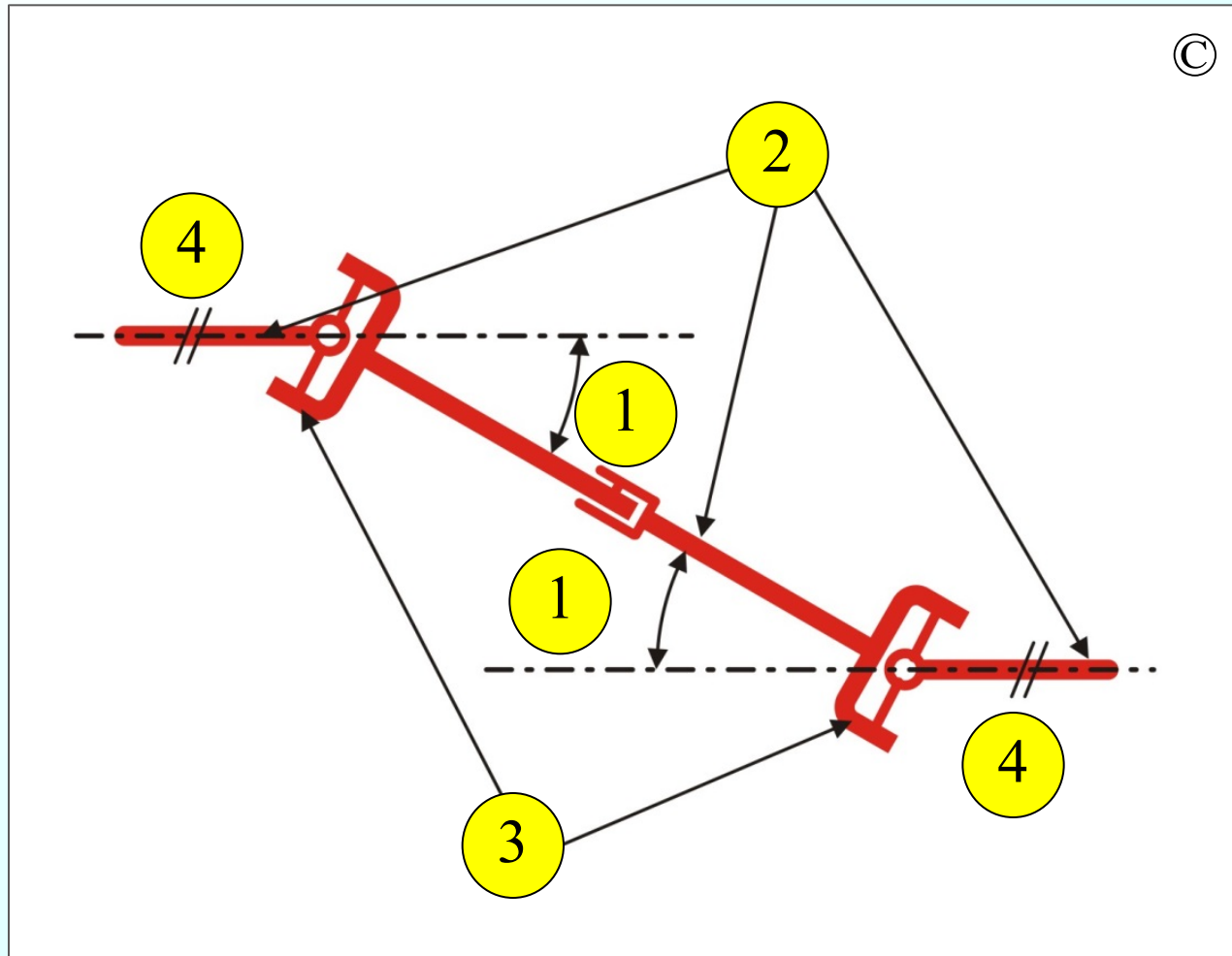
1. kąty załamania dwóch przegubów jednego wału muszą być takie same;
2. wszystkie części wału (przed przegubem, między przegubami, za przegubem) powinny leżeć w jednej płaszczyźnie. W pojeździe jest to płaszczyzna pionowa, równoległa (lub zbliżona do równoległej) do podłużnej osi symetrii pojazdu;
3. widełki dwóch przegubów jednego wału muszą leżeć w jednej płaszczyźnie;

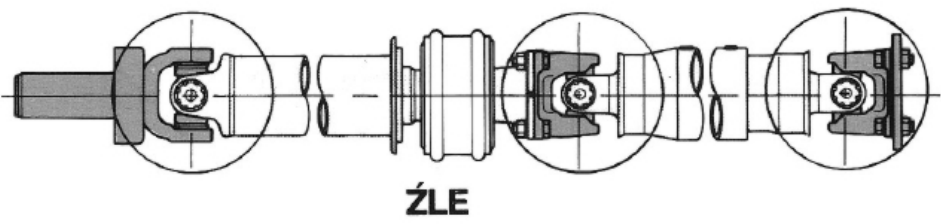
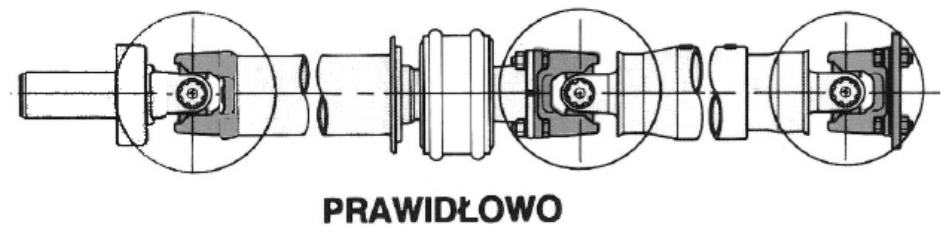
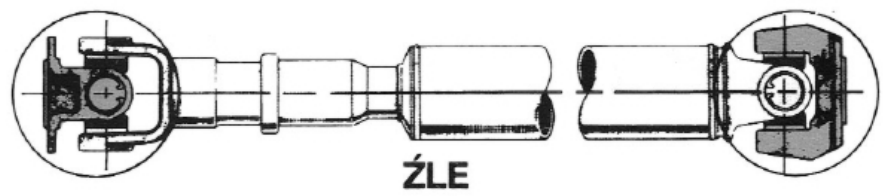
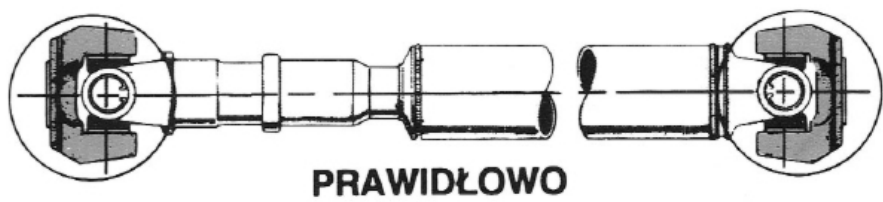
(Warunek dodatkowy)

4. wał wejściowy i wyjściowy powinny być do siebie równoległe (najczęściej warunek realizowany w klasycznym układzie napędowym)



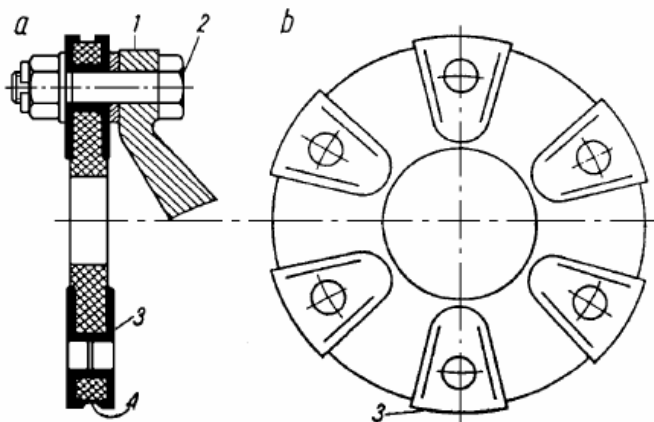
Warunki równobieżności przegubu krzyżakowego graficznie





Warunkiem uzyskania homokinetyczności całego wału jest ustawienie widełek wejściowych i wyjściowych przegubów wału głównego w tych samych płaszczyznach

Budowa przegubu elastycznego

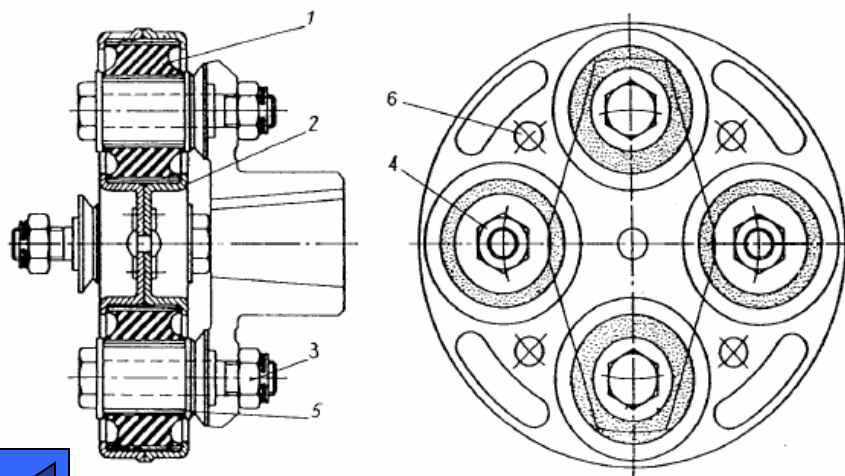


Przegub elastyczny tarczowy

a – przekrój tarczy z widełkami

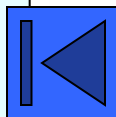
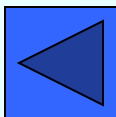
b – widok tarczy

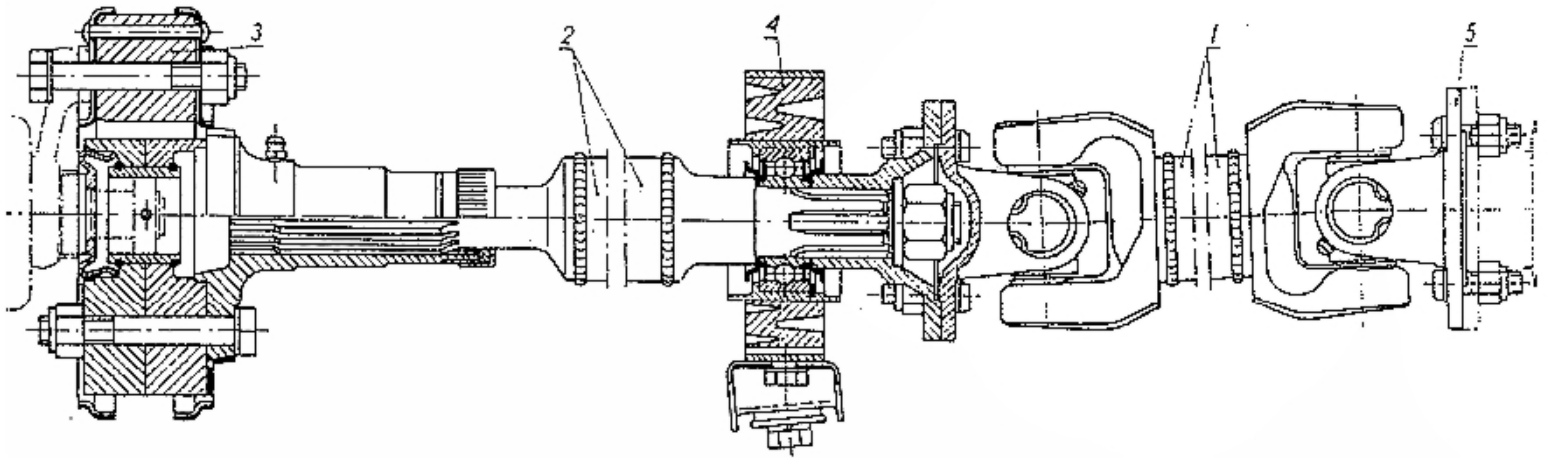
- 1 – widełki,
- 2 – śruba łącząca
- 3 – tulejka metalowa
- 4 – tarcza gumowa z przekładkami kordowymi



Przegub elastyczny z tulejami metalowo - gumowymi

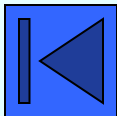
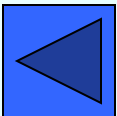
- 1 – tuleja gumowa
- 2 – tarcze metalowe
- 3, 4 – śruby łączące widełki
- 5 – tulejki metalowe
- 6 – otwory na nity łączące tarcze





Wał 3-przegubowy z przegubem elastycznym

1 – wał przegubowy, 2 – wał przedni, 3 – elastyczny przegub przedni, 4 – łożysko podporowe z elastycznym wieszakiem, 5 – kołnierz łączący



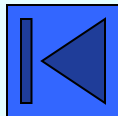
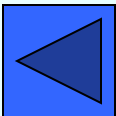


Przeguby synchroniczne - równobieżne

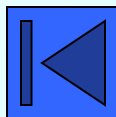
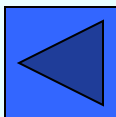
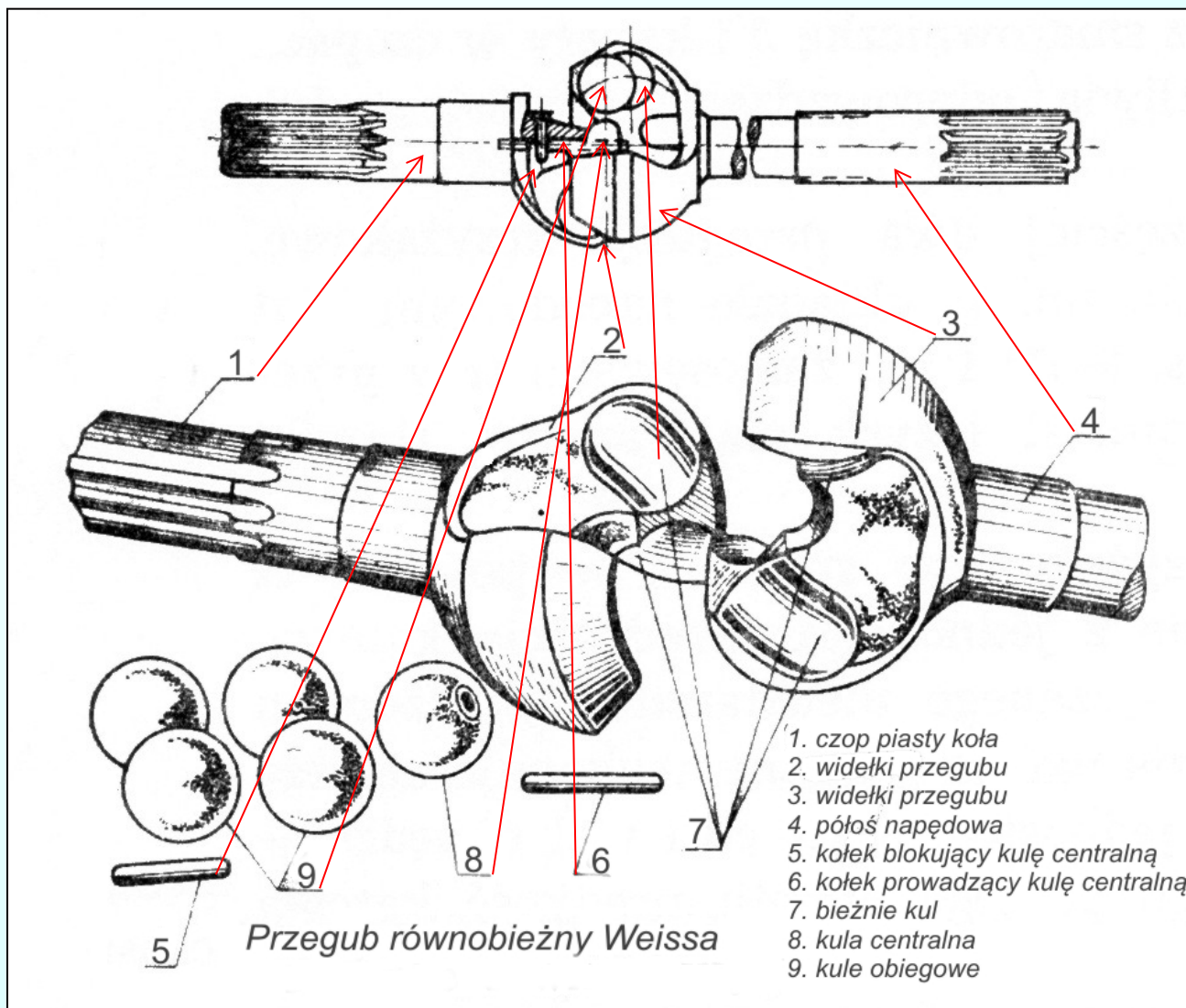
To takie, w których przy stałej prędkości kątowej wału wejściowego, wał wyjściowy za przegubem uzyskuje taką samą stałą prędkość kątową.
Zastosowanie: półosie przegubowe samochodów lekkich.

Rodzaje przegubów synchronicznych:

- **Weissa**dopuszczalny kąt załamania $\pm 35^\circ$
- Rzeppadopuszczalny kąt załamania $\pm 35^\circ$
- Tractadopuszczalny kąt załamania $\pm 50^\circ$
- **Birfielda**
 - z kompensacją wzdłużnądopuszczalny kąt załamania $\pm 22^\circ$
 - bez kompensacji wzdłużnej .dopuszczalny kąt załamania $\pm 45^\circ$
- **Trójramienny (Tripod)**
 - z kompensacją wzdłużnądopuszczalny kąt załamania $\pm 25^\circ$
 - bez kompensacji wzdłużnej .dopuszczalny kąt załamania $\pm 45^\circ$
- **Dwukrzyżakowy** dopuszczalny kąt załamania $\pm 15^\circ$
- Zawiasowy dopuszczalny kąt załamania $\pm 15^\circ$



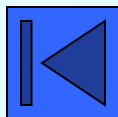
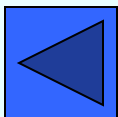
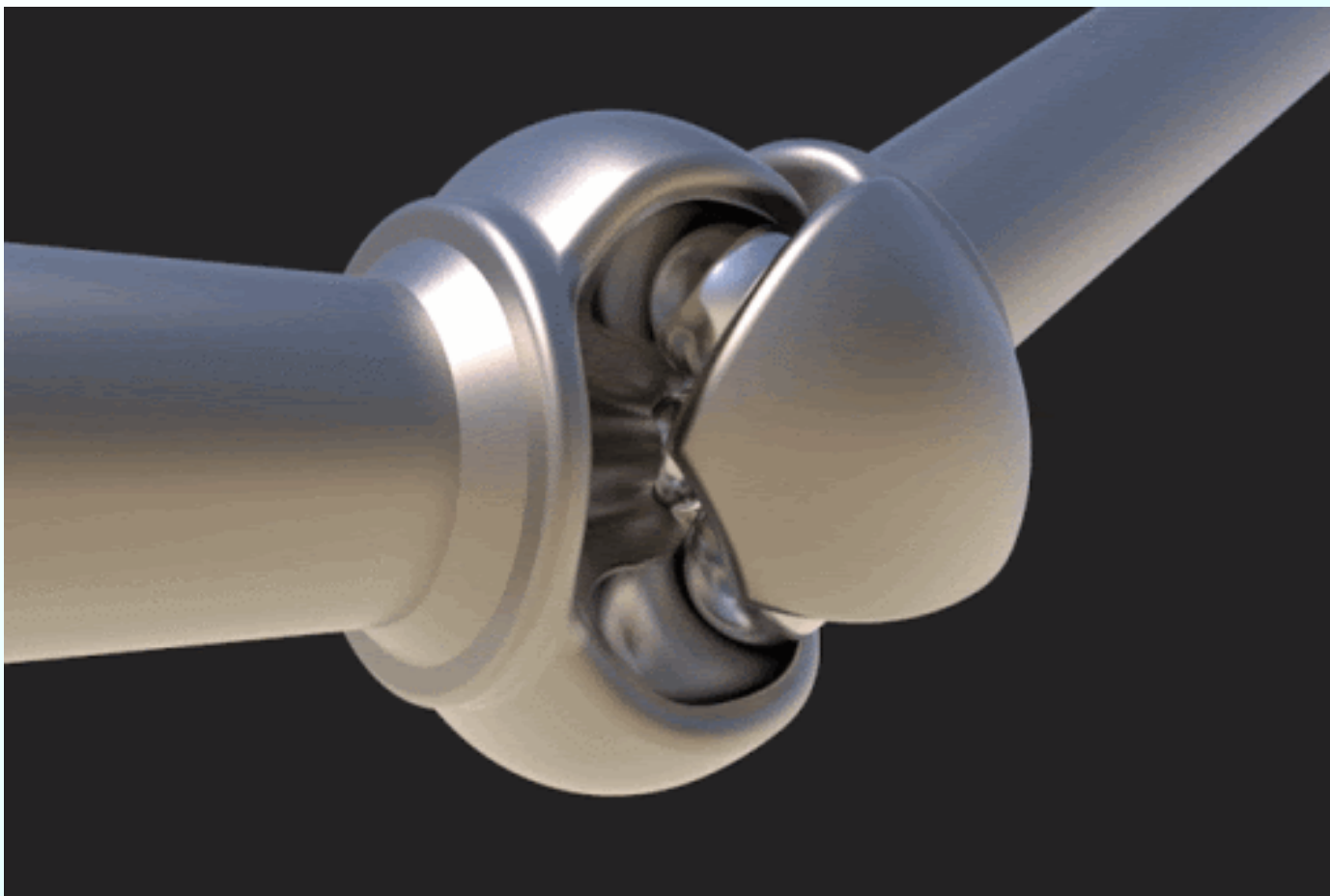
Budowa przegubu Weissa



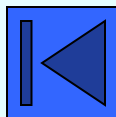
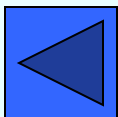
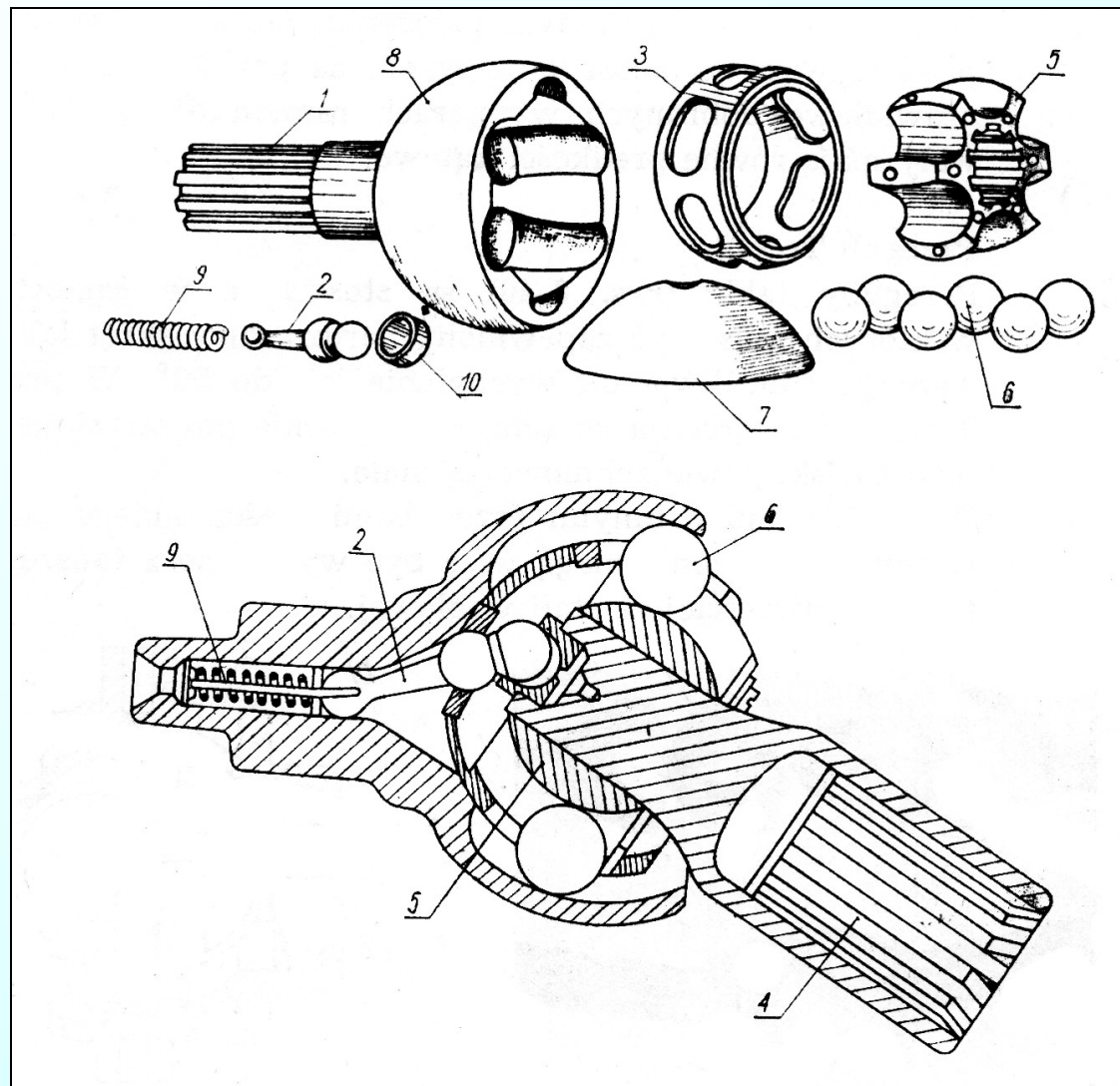


Układ napędowy – wały, półosie i przeguby

Działanie przegubu Weissa

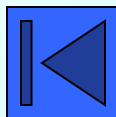
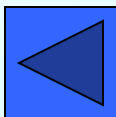
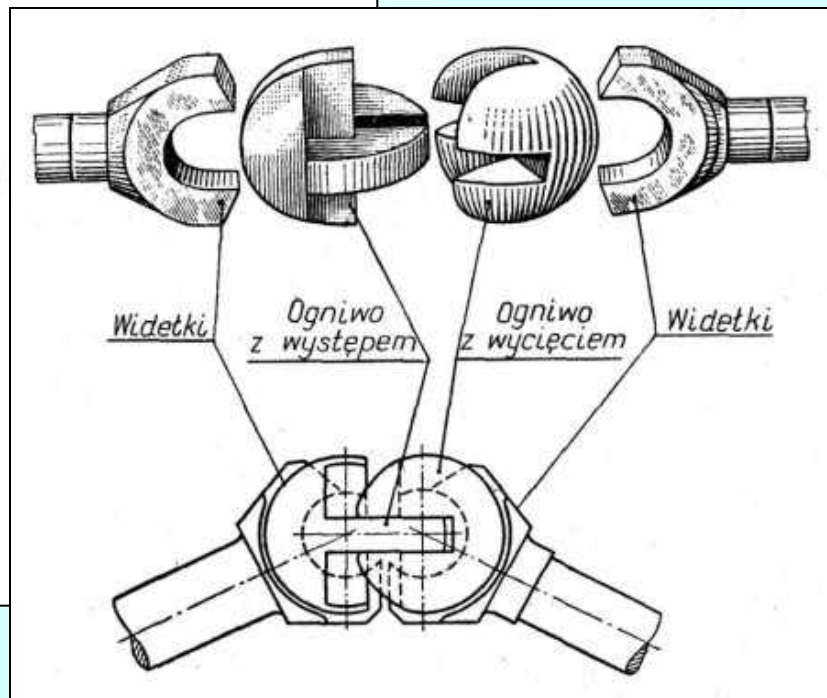
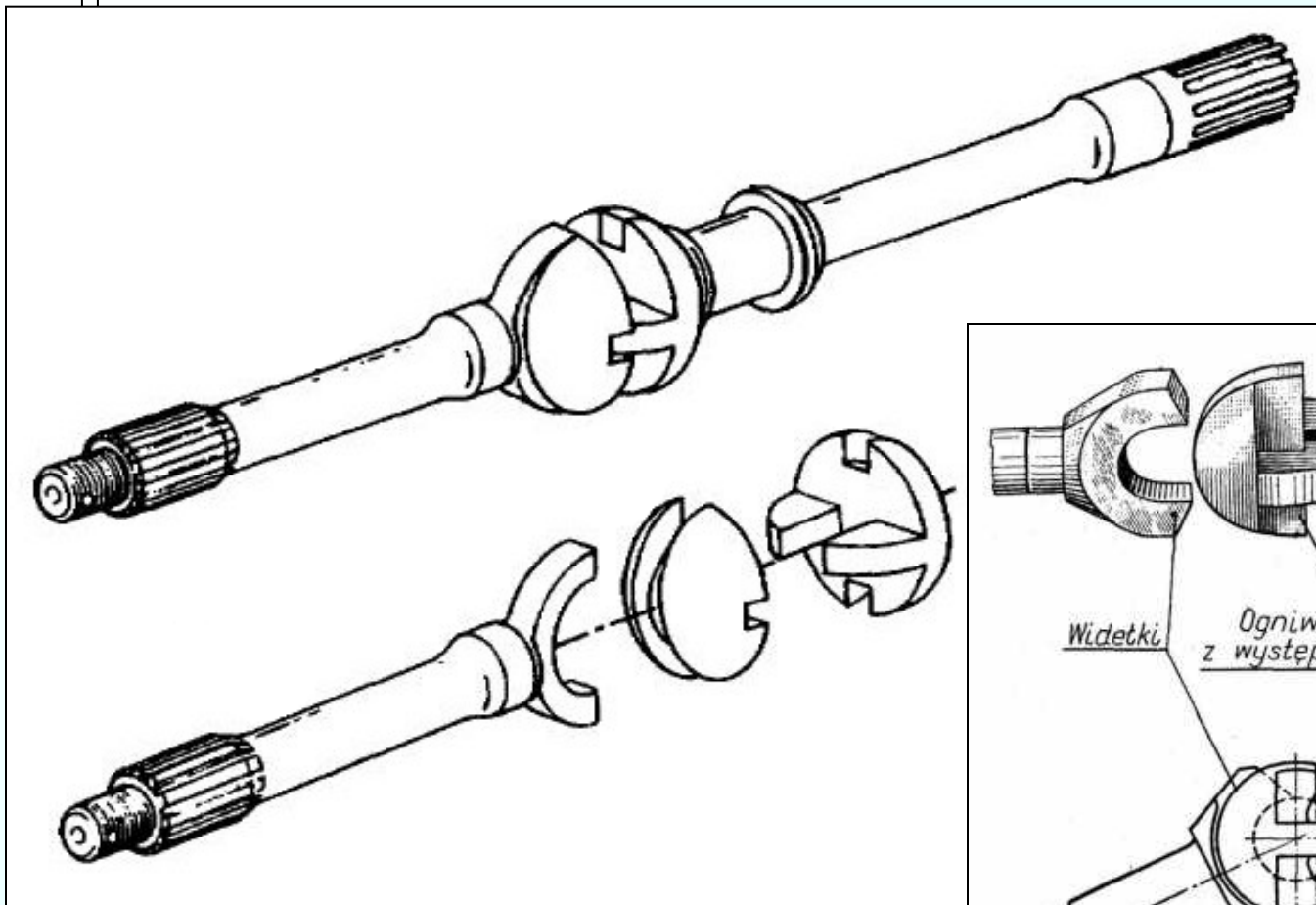


Budowa przegubu Rzeppa



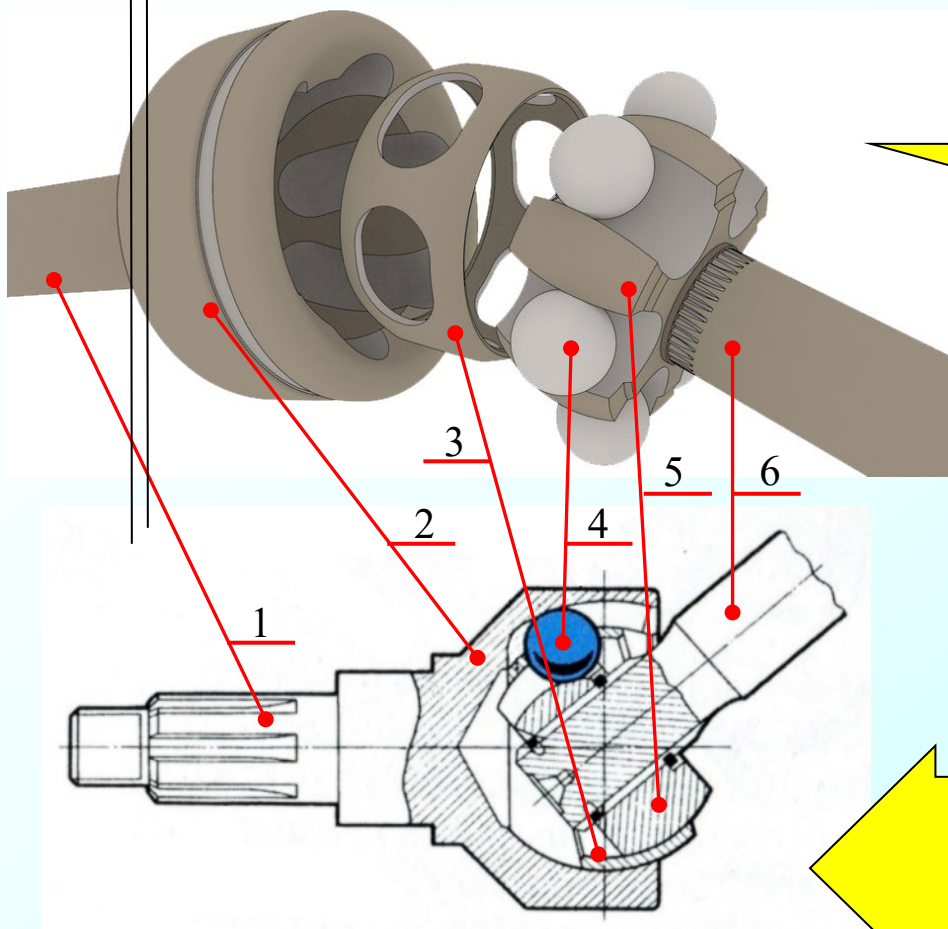


Budowa przegubu Tracta





Budowa przegubu Birfielda



Z kompensacją wzdłużną
mocowany od strony mostu napędowego
dopuszczalny kąt załamania $\pm 22^\circ$
Kompensacja wzdłużna 22 – 55 mm



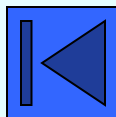
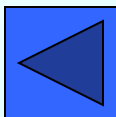
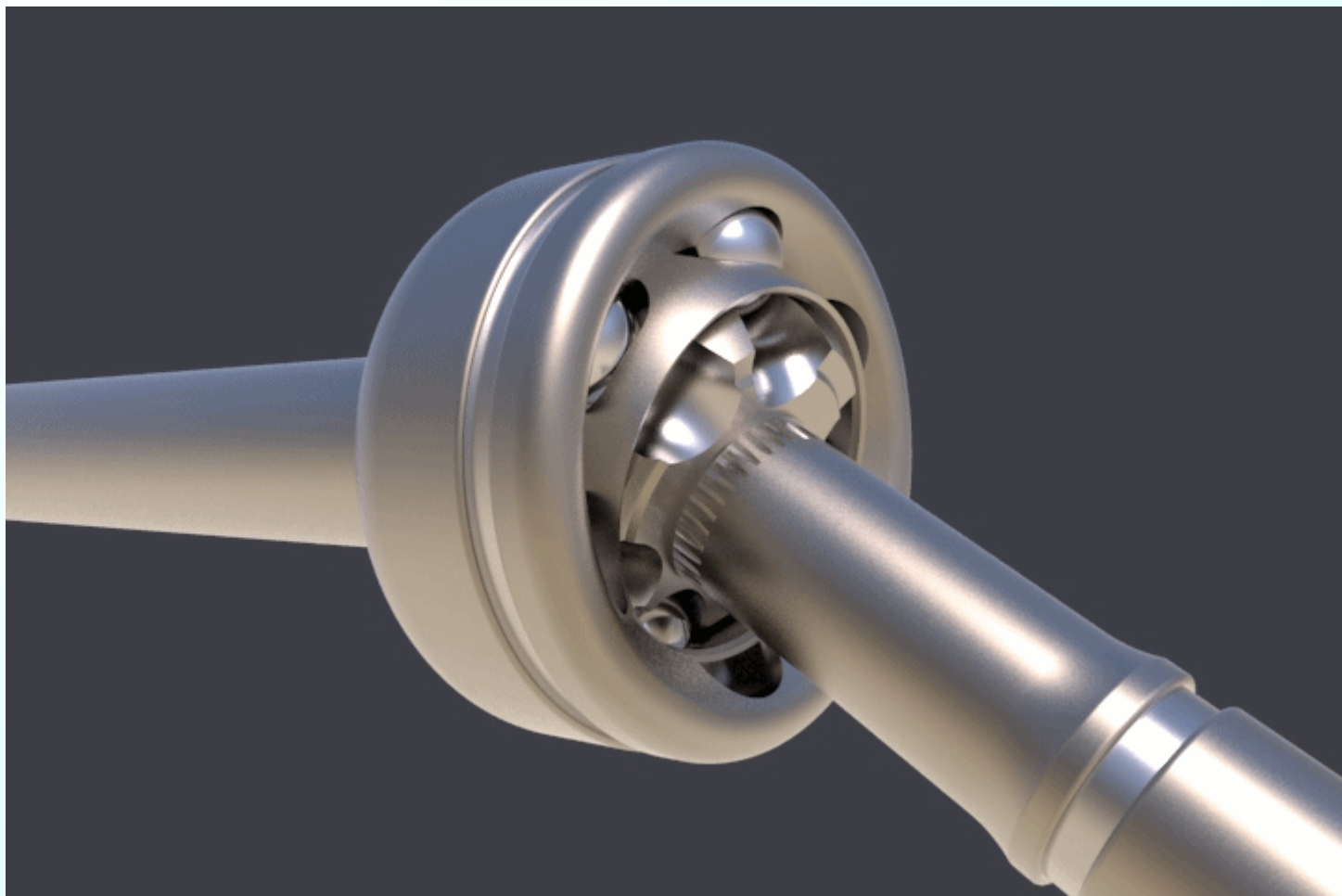
Bez kompensacji wzdłużnej
mocowany od strony koła jezdnego
dopuszczalny kąt załamania $\pm 45^\circ$

1 - czop 2 - czasza 3 - kosz kul 4 - kule stalowe 5 - piasta 6 - półos napędowa



Układ napędowy – wały, półosie i przeguby

Działanie przegubu Birfielda





Budowa przegubu trójramiennego Tripod

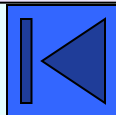
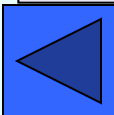
Z kompensacją wzdłużną

mocowany od strony mostu napędowego
dopuszczalny kąt załamania $\pm 25^\circ$
Kompensacja wzdłużna do 55 mm



Bez kompensacji wzdłużnej (ustalony)

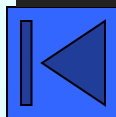
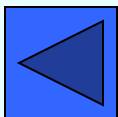
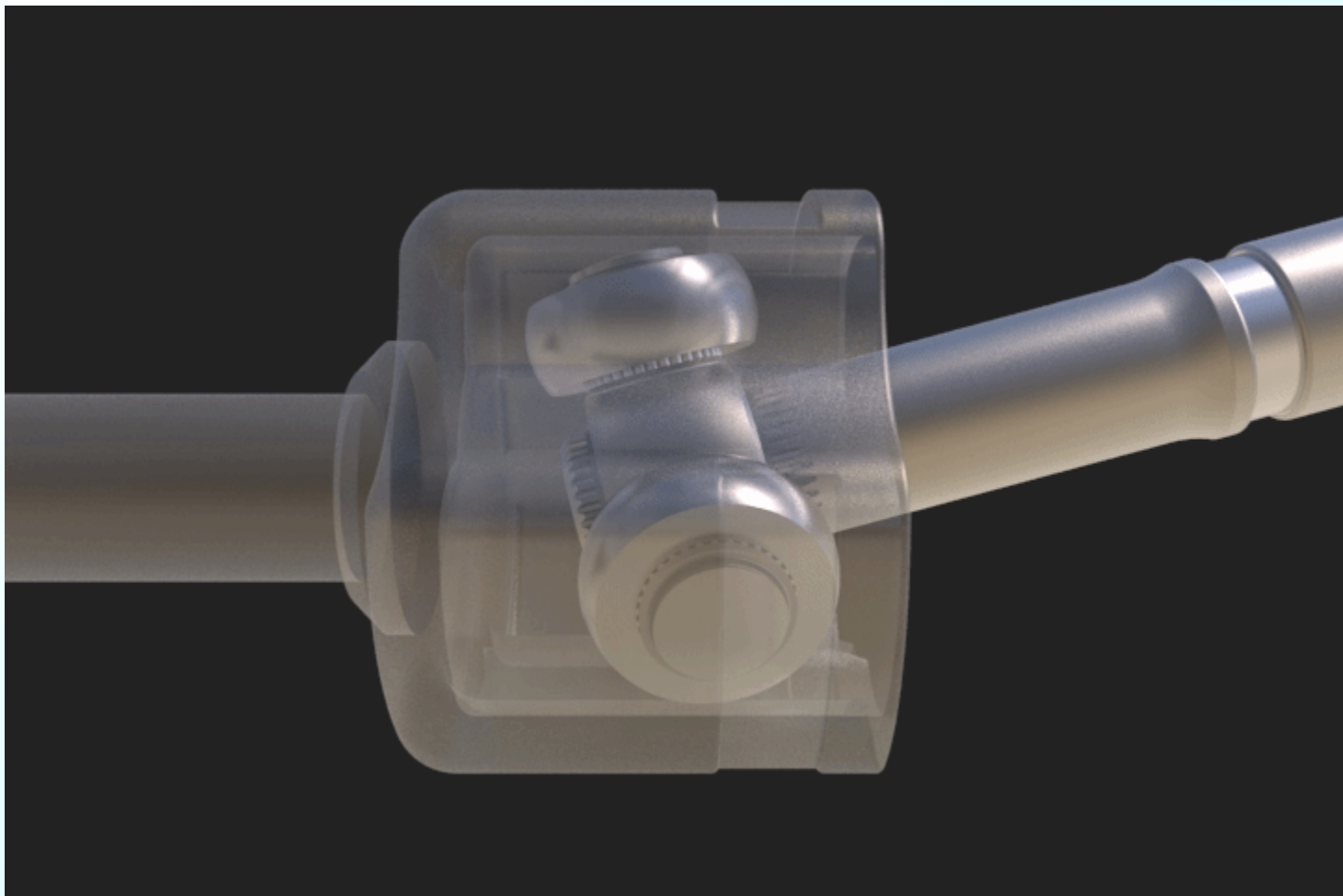
mocowany od strony koła jezdneho
dopuszczalny kąt załamania $\pm 45^\circ$





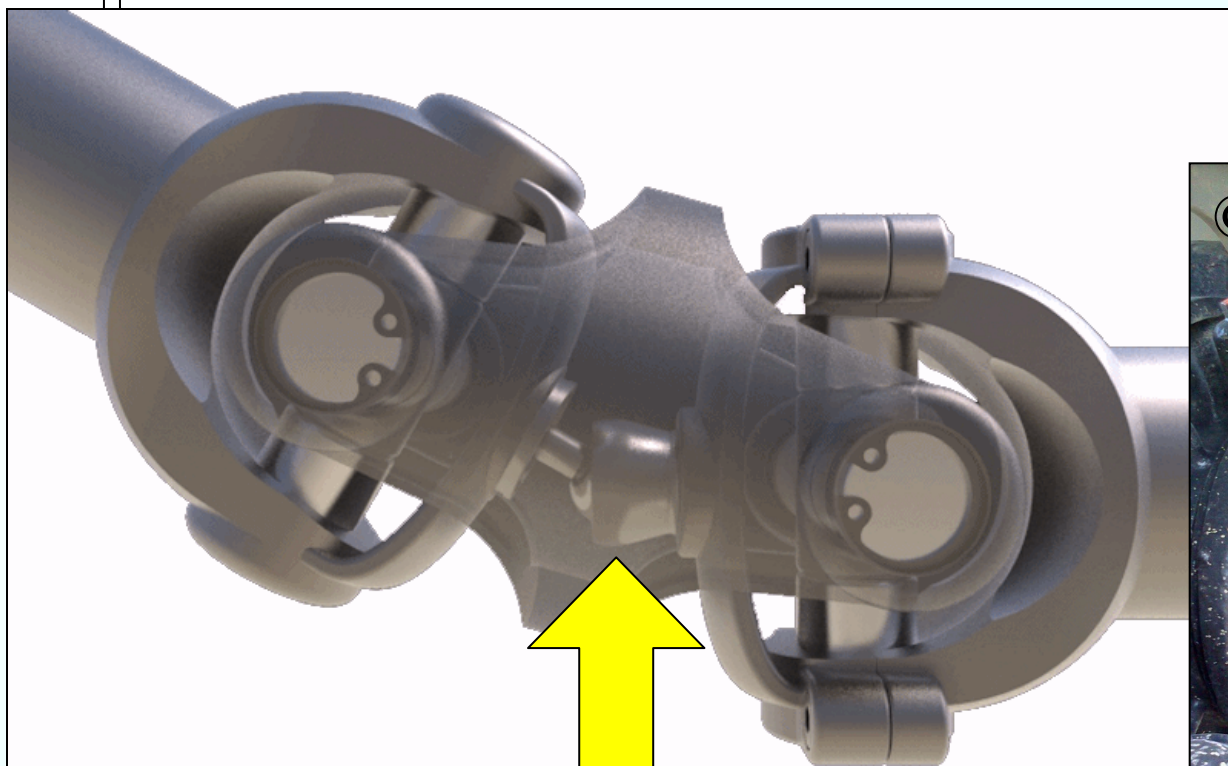
Układ napędowy – wały, półosie i przeguby

Działanie przegubu trójramiennego Tripod

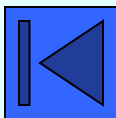
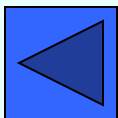




Budowa przegubu dwukrzyżakowego



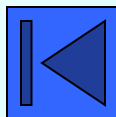
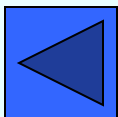
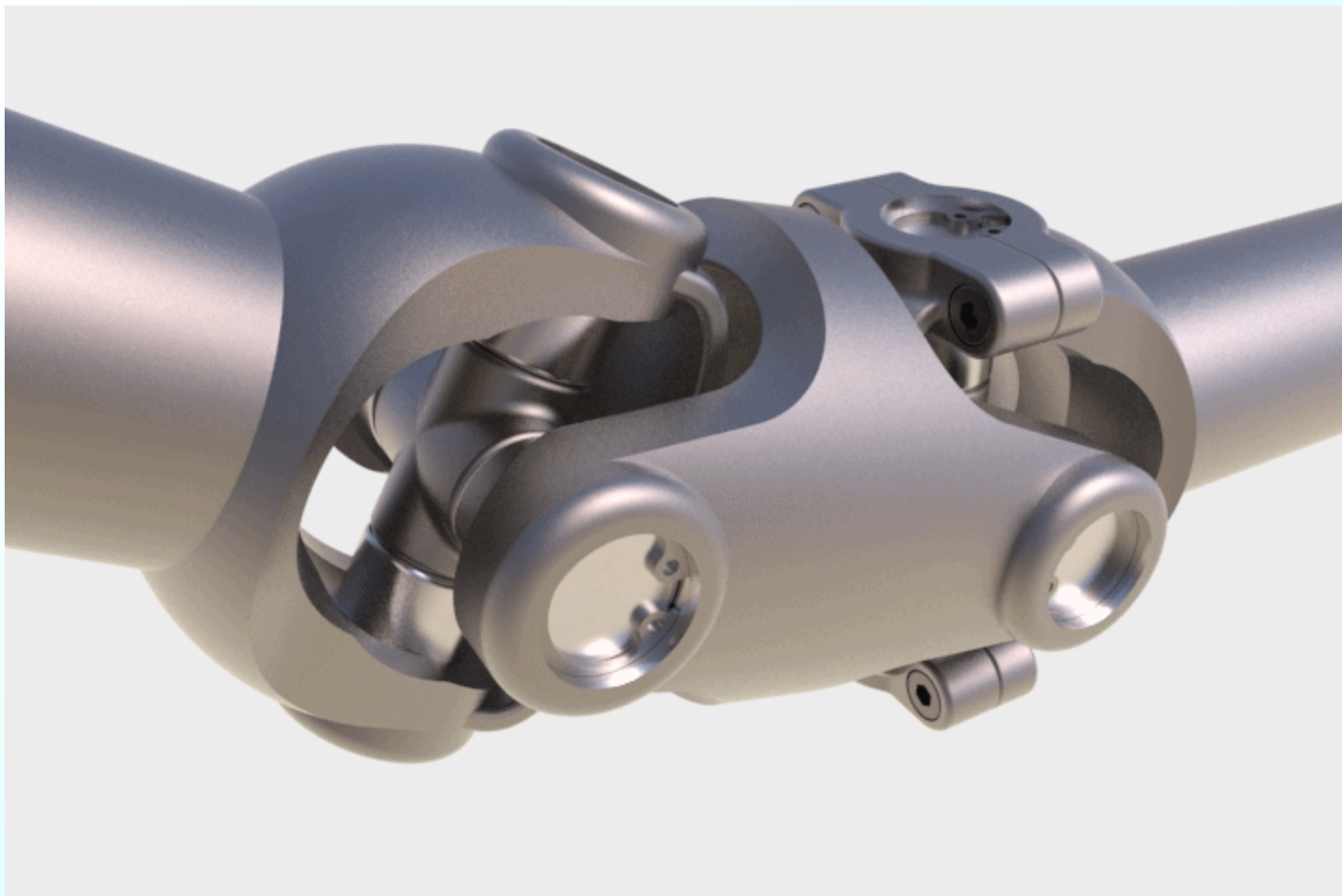
Element centrujący



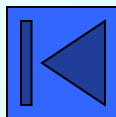
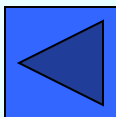
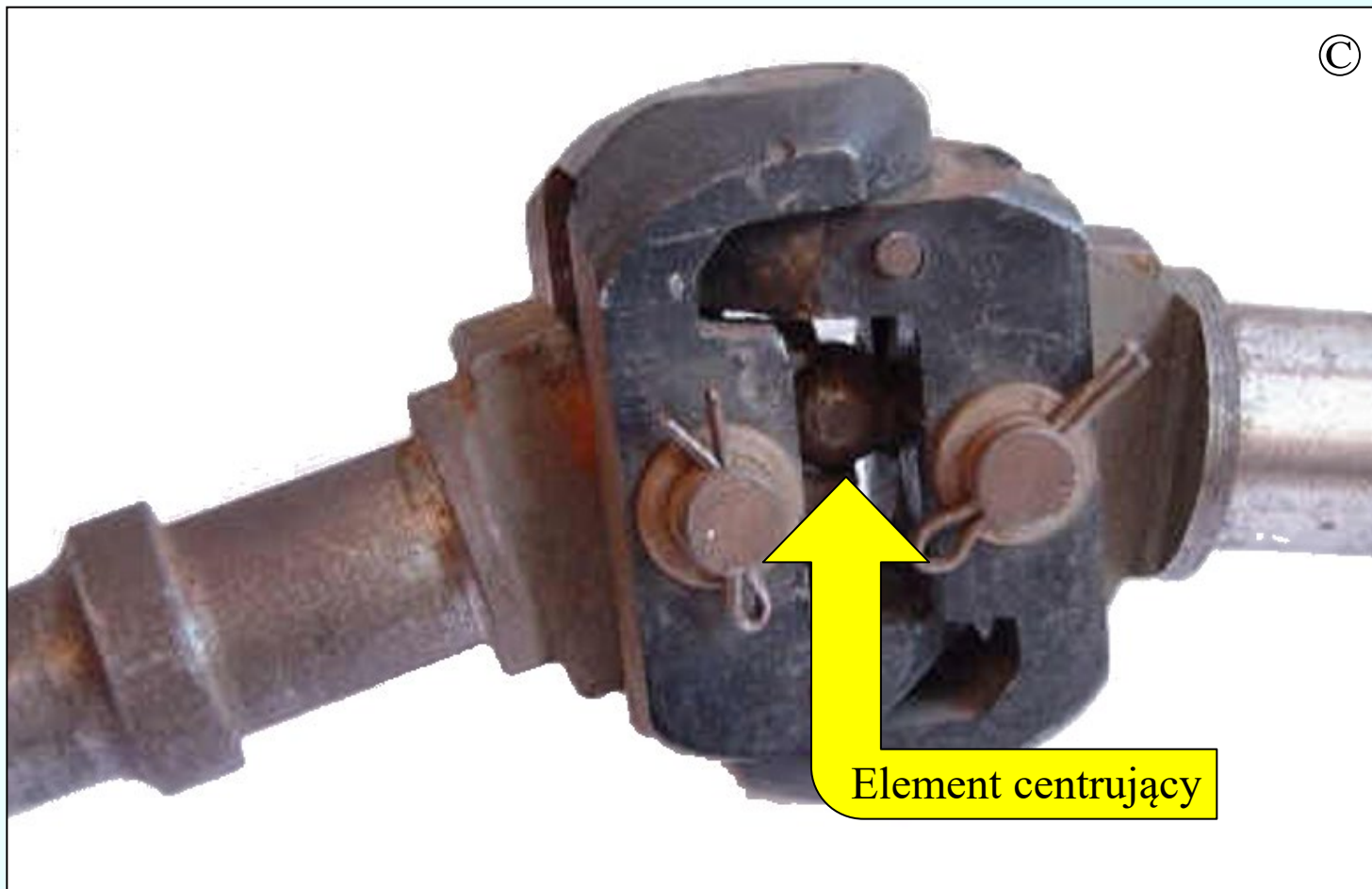


Układ napędowy – wały, półosie i przeguby

Działanie przegubu dwukrzyżakowego



Budowa przegubu zawiasowego

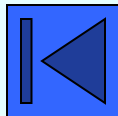
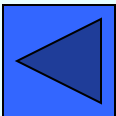




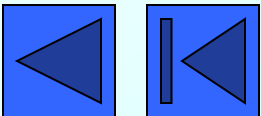
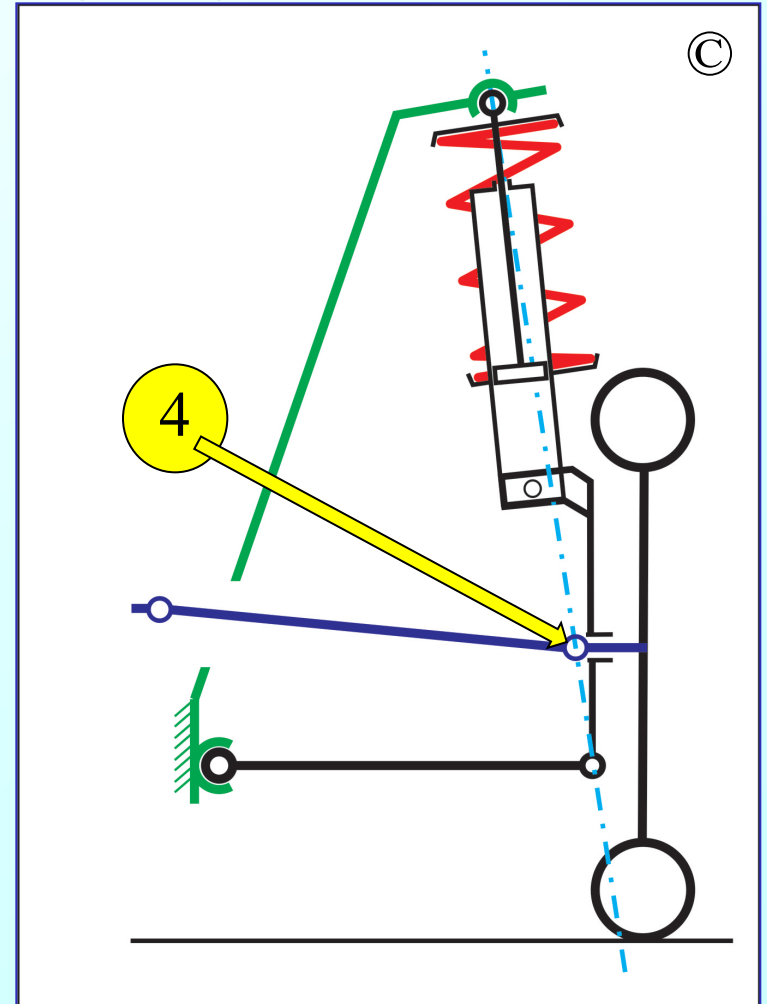
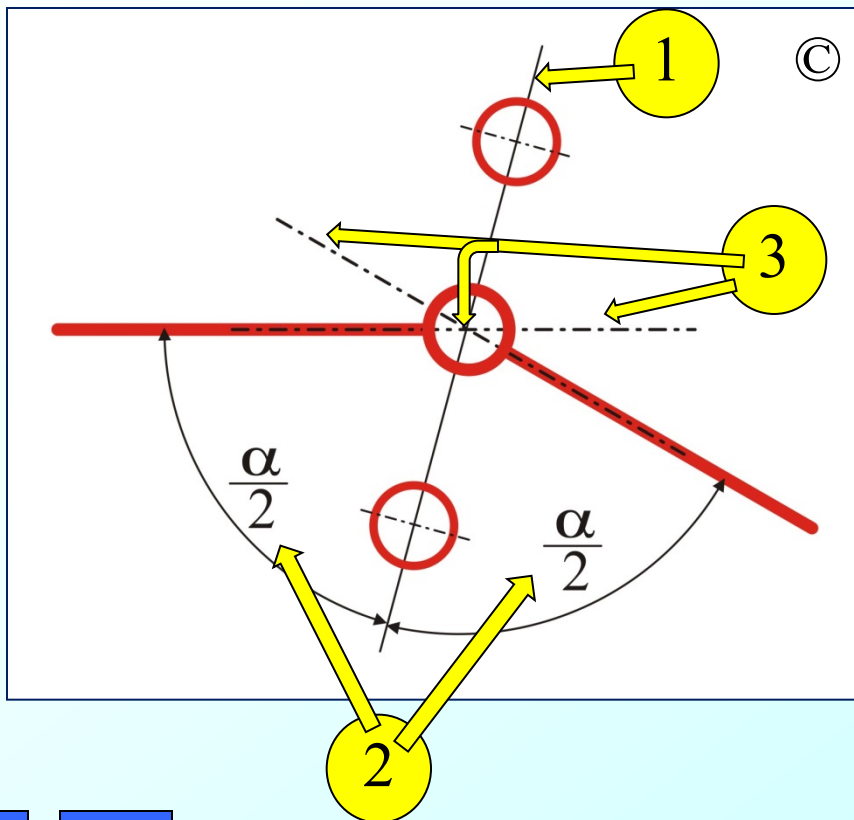
Warunki równobieżności przegubu synchronicznego (kulowego)

Aby kulowy przegub homokinetyczny pracował prawidłowo, musi być spełnionych kilka warunków. Nazywamy je warunkami równobieżności przegubu:

1. Wszystkie kule przenoszące moment obrotowy z jednej części przegubu na drugą muszą leżeć w jednej płaszczyźnie, nazywanej płaszczyzną homokinetyczną;
2. Płaszczyzna homokinetyczna musi tak się samoczynnie ustawiać, aby dzieliła kąt załamania przegubu zawsze dokładnie na połowę;
3. Osie symetrii dwóch części wału (półosi) powinny przecinać się w tym samym punkcie na płaszczyźnie homokinetycznej;
4. Oś obrotu zwrotnicy - nierzeczywisty sworzeń zwrotnicy - powinna przebiegać zawsze przez środek przegubu.



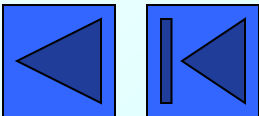
Warunki równobieżności przegubu synchronicznego (kulowego) - graficznie





Most napędowy

Półosie napędowe





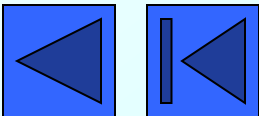
Układ napędowy – wały, półosie i przeguby

Definicja:

To elementy układu przeniesienia napędu przenoszące moment obrotowy z mostu napędowego (z mechanizmu różnicowego) do napędzanych kół jezdnych.

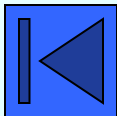
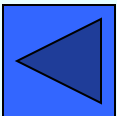
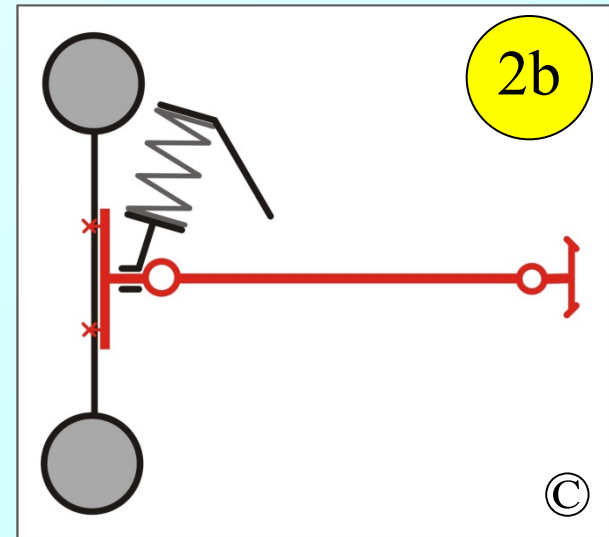
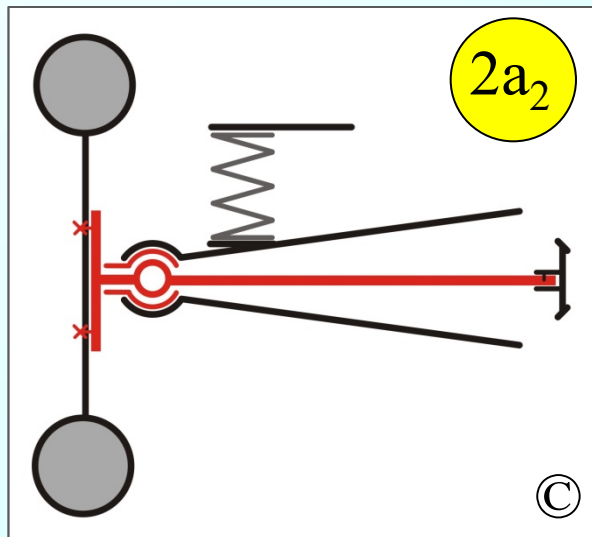
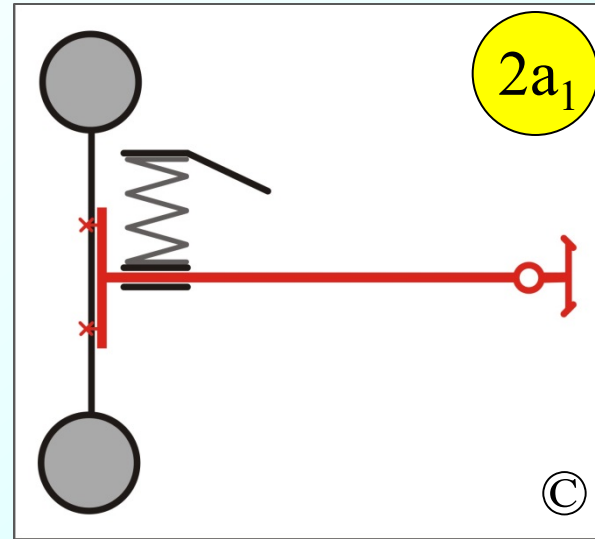
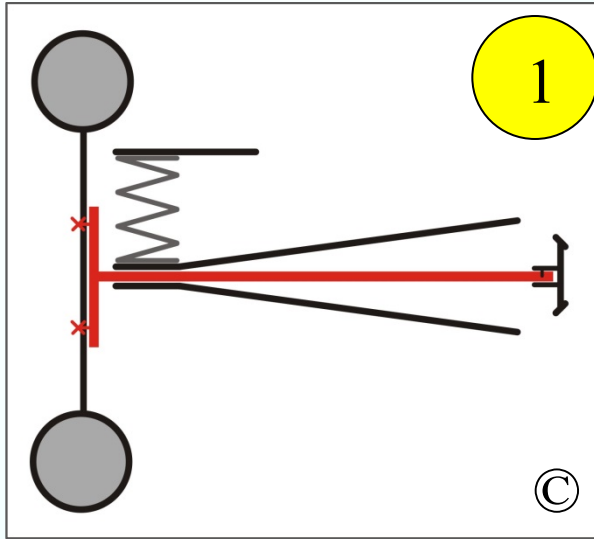
Ze względu na konstrukcję mostu napędowego i sposobu zawieszenia kół jezdnych półosie napędowe dzielimy na:

1. sztywne - stosowane w sztywnych mostach napędowych;
2. przegubowe
 - a. jednostronnie przegubowe
 - 1) przegub od strony mostu napędowego (mosty napędowe osi niekierowanych samochodów osobowych i ciężarowych)
 - 2) przegub od strony koła jezdnego (sztywne mosty napędowe kół kierowanych samochodów ciężarowych i terenowych)
 - b. dwustronnie przegubowe (samochody osobowe z niezależnym zawieszeniem kół kierowanych i niekierowanych)





Układ napędowy – wały, półosie i przeguby

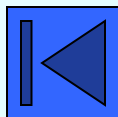
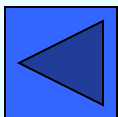




Sztywne półosie napędowe

Podział ze względu na rodzaj przenoszonych obciążeń:

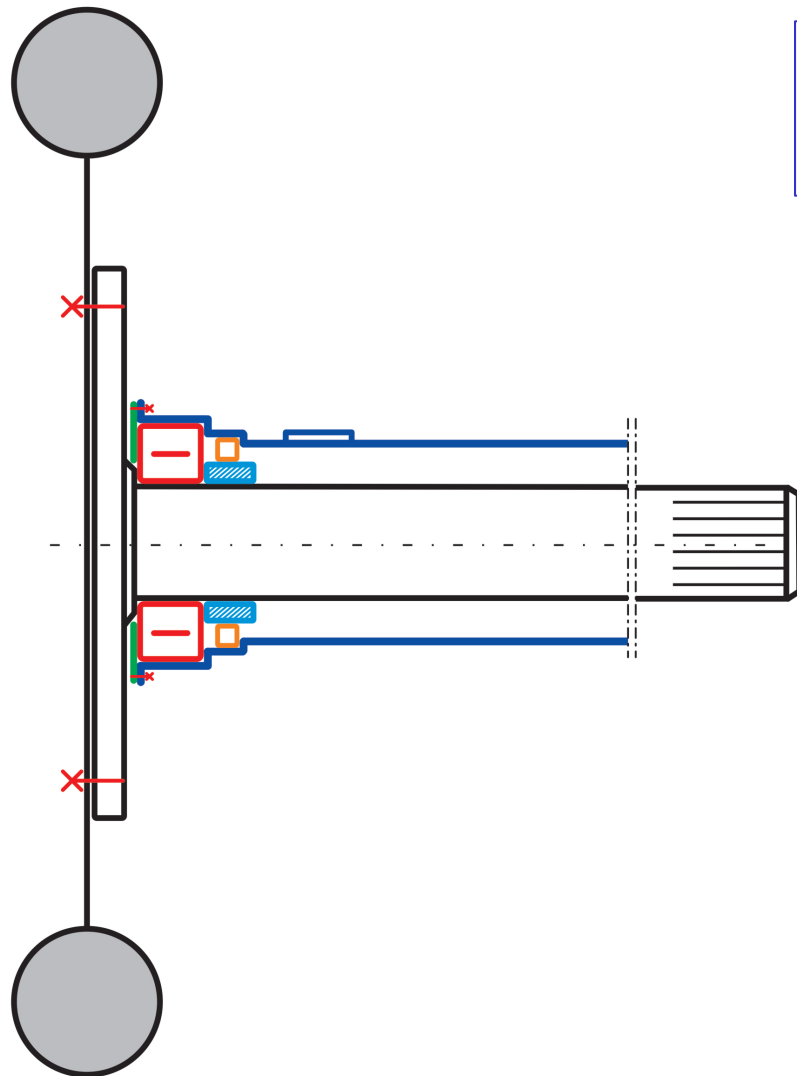
obciążenia →			
rodzaj półosi ↓	skręcające	zginające	boczne
obciążona	tak	tak	tak
półobciążona	tak	częściowo	częściowo
nieobciążona	tak	nie	nie



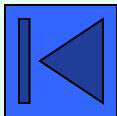
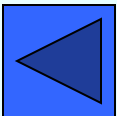


Układ napędowy – wały, półosie i przeguby

©



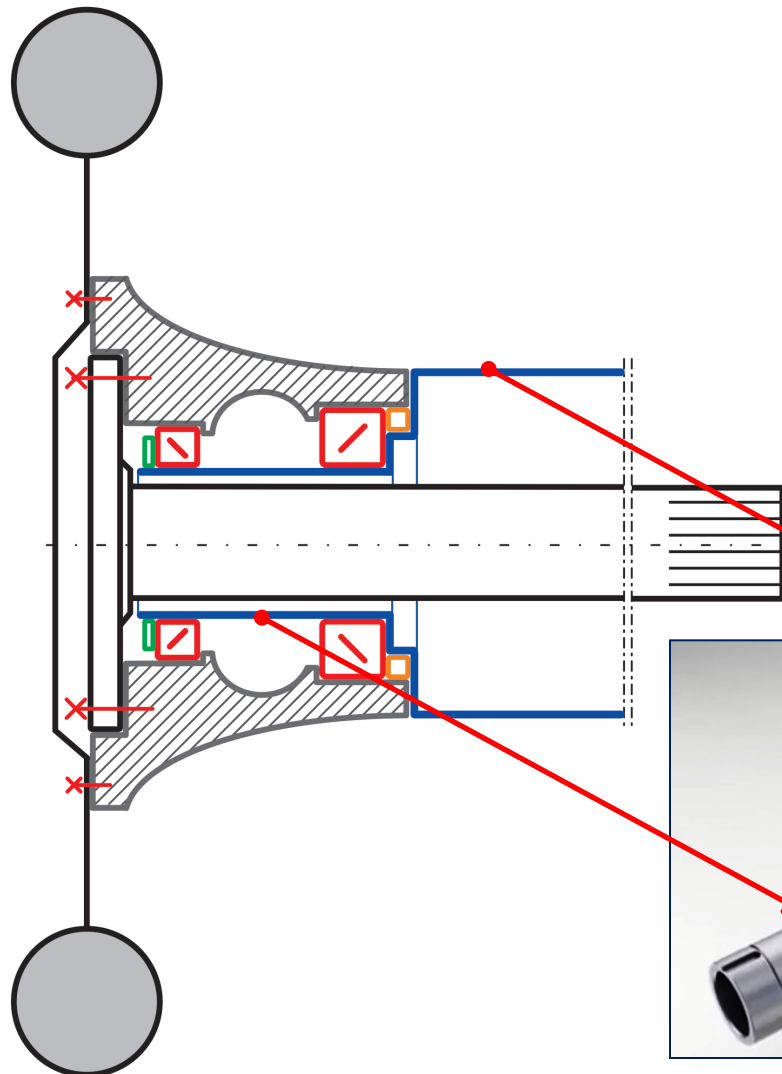
**Sztywna półoś
obciążona**



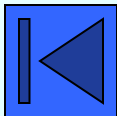
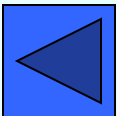
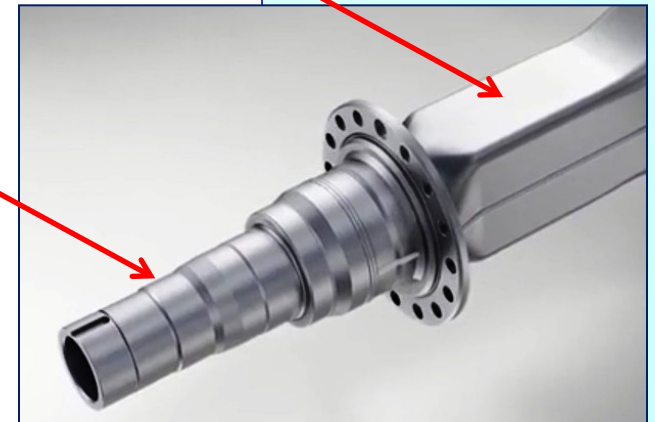


Układ napędowy – wały, półosie i przeguby

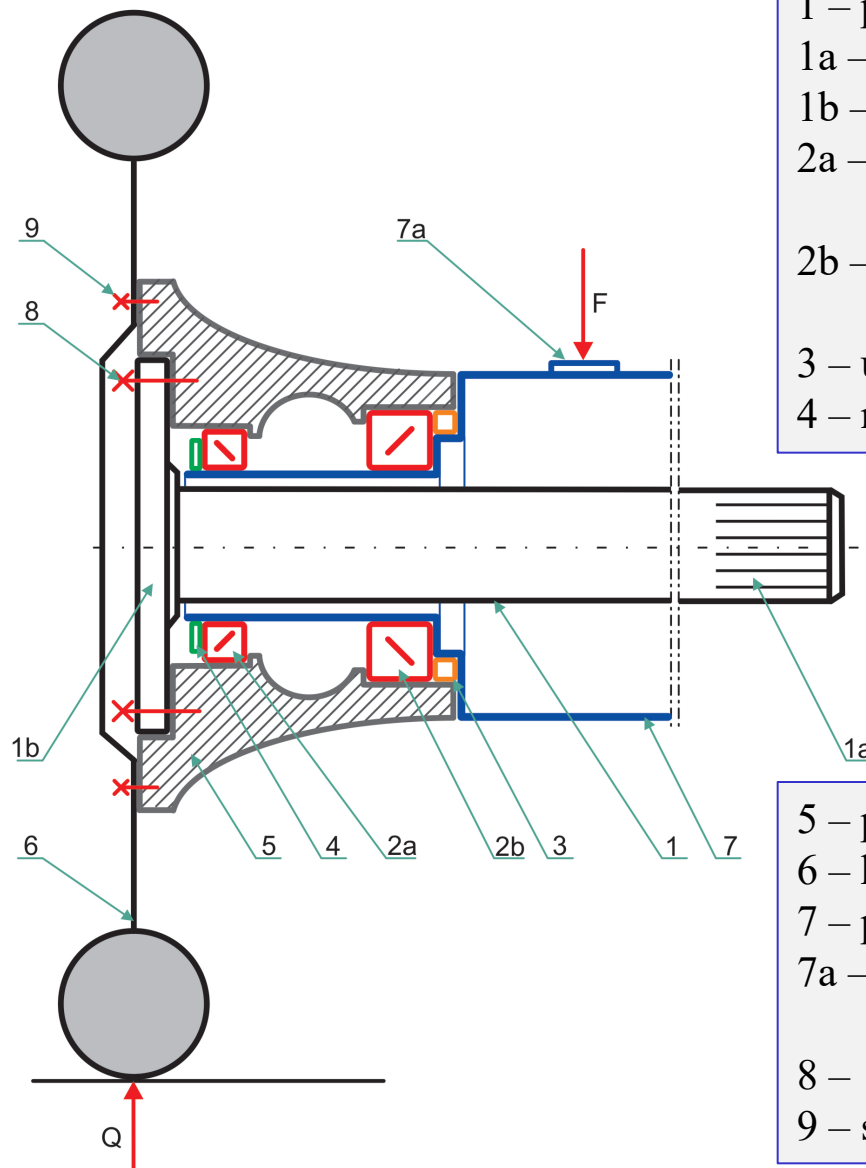
©



**Sztywna półoś
nieobciążona**

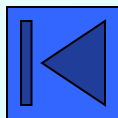
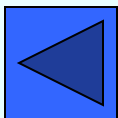


©

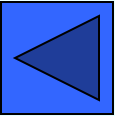
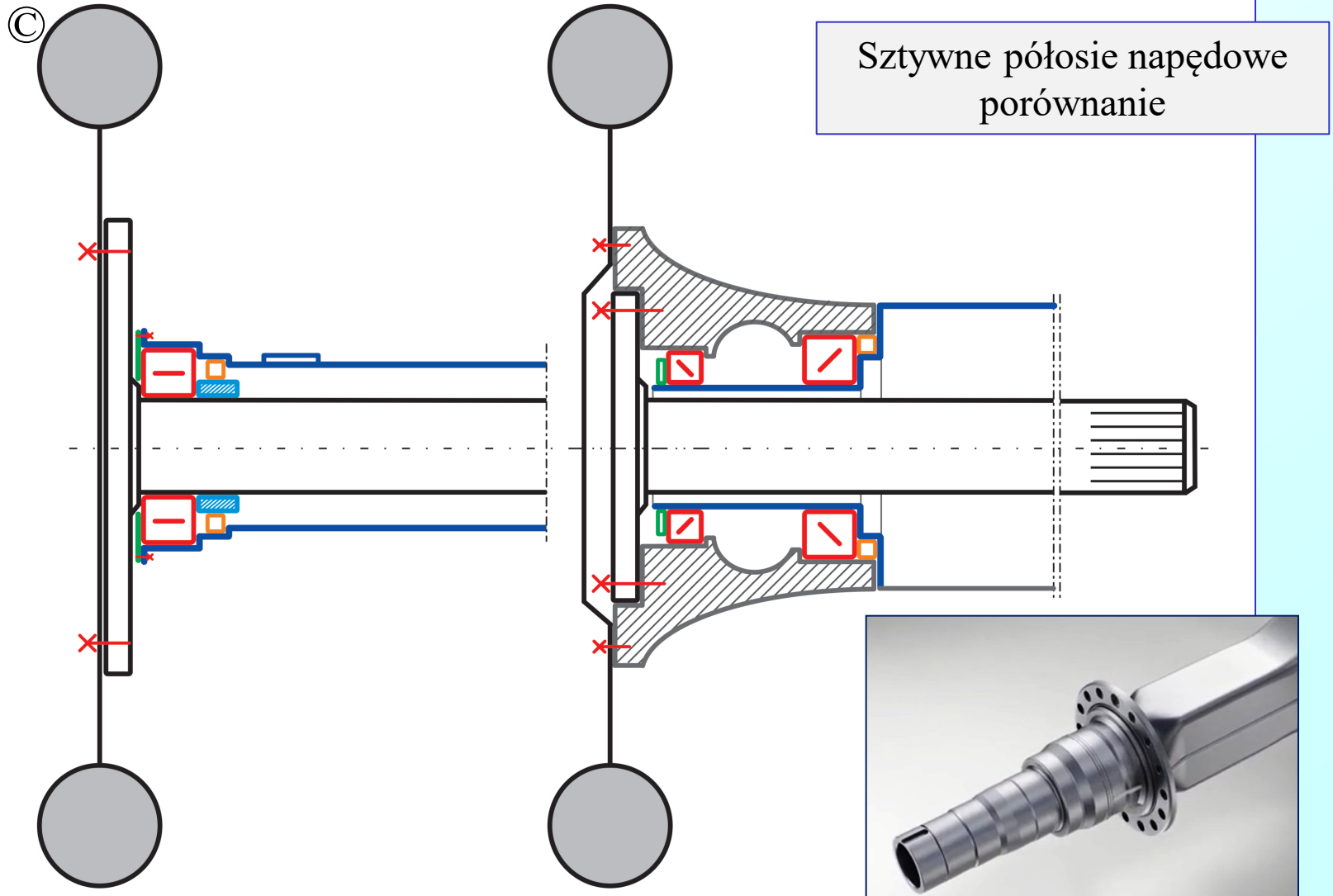


- 1 – półoś
- 1a – wielowypust
- 1b – kołnierz półosi
- 2a – zewnętrzne łożysko toczne stożkowe
- 2b – wewnętrzne łożysko toczne stożkowe
- 3 – uszczelniacz
- 4 – nakrętka kasacji luzu łożysk

- 5 – piasta koła
- 6 – koło jezdne
- 7 – pochwa mostu napędowego
- 7a – gniazdo elementu sprężystego
- 8 – śruby mocowania półosi
- 9 – śruby mocowania koła



Układ napędowy – wały, półosie i przeguby

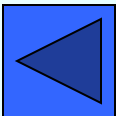
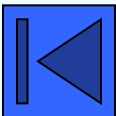




Przegubowe półosie napędowe

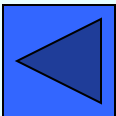
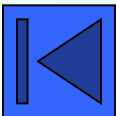
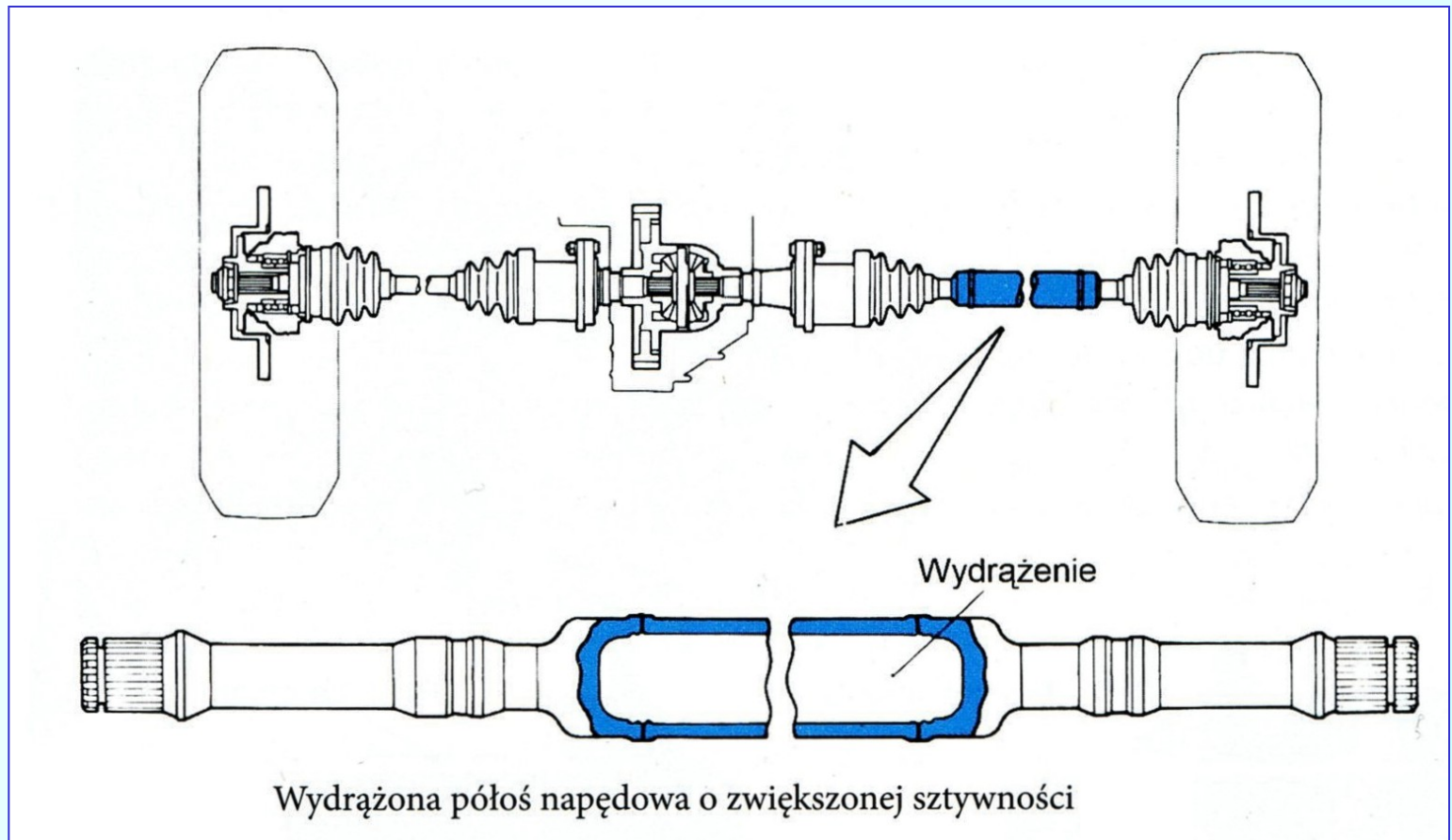
Zastosowane w napędzie przednim samochodów osobowych - cechy

- Ze względów konstrukcyjnych zespołu napędowego (przesunięcie asymetryczne przy silniku ustawionym poprzecznie) mogą mieć różne długości.
- Konsekwencje:
 - Wibracje dłuższej półosi napędowej, która jako mniej sztywna niż krótsza półoś jest bardziej podatna na drgania (mogą być odczuwalne na kole kierowniczym)
 - Ściąganie pojazdu podczas gwałtownego przyspieszania wynikające z różnych kątów załamania przegubów półosi krótszej i dłuższej. Wywołuje to różne wartości momentu zmierzającego do skrócenia kół kierowanych wokół sworznia zwrotnicy – im większy kąt załamania, tym silniejsze oddziaływanie.
- **Te niedogodności eliminuje się różnymi sposobami:**



Przegubowe półosie napędowe

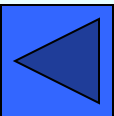
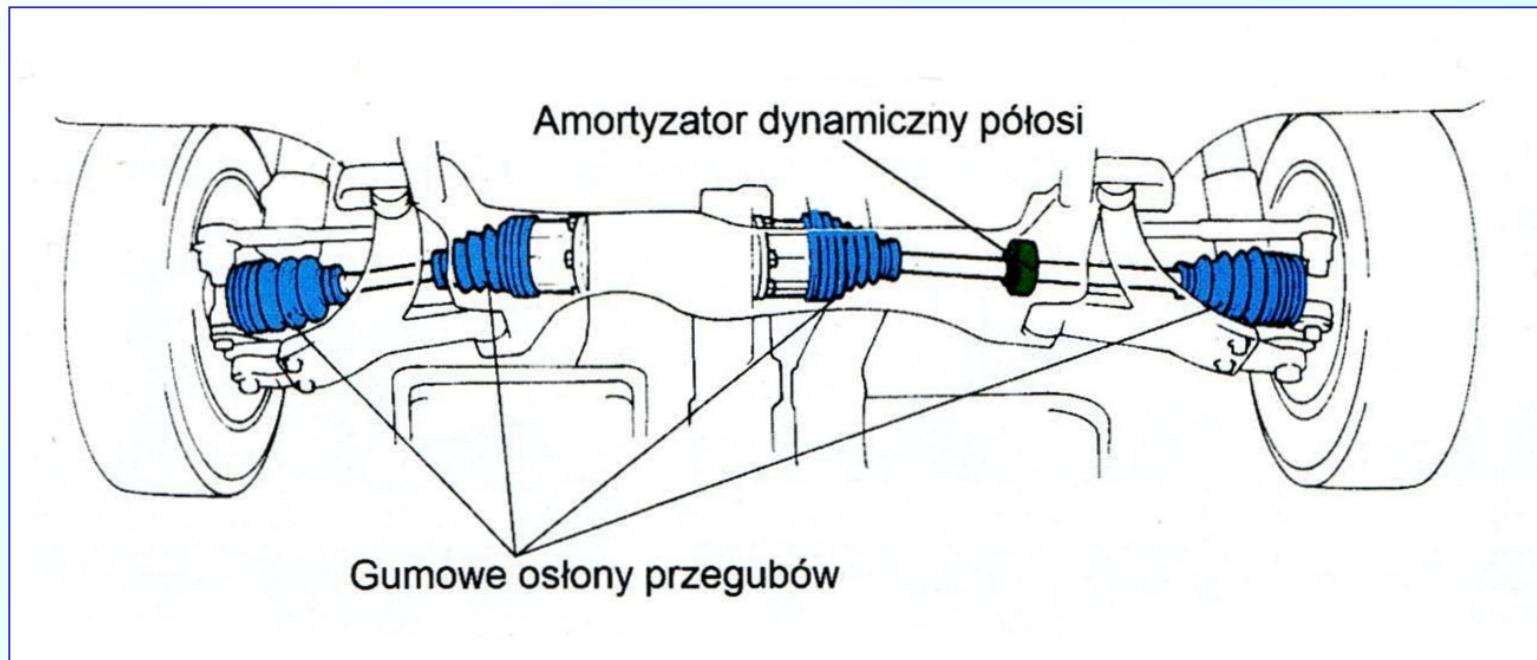
Sposób 1. – wydrążona półoś napędowa o większej sztywności





Przegubowe półosie napędowe

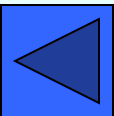
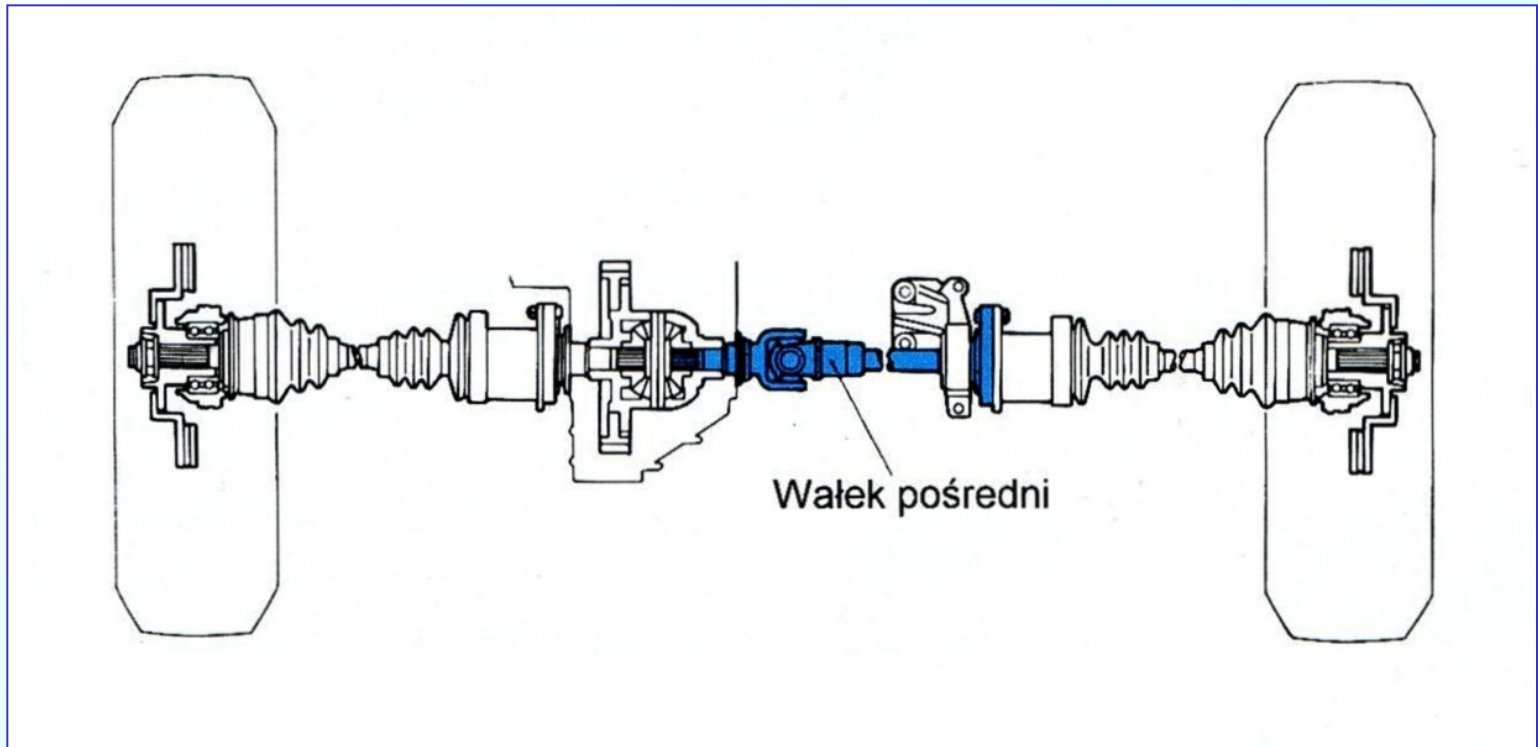
Sposób 2. – na półosi montuje się dodatkowy obciążnik w elastycznej poduszce. Masa ta sprawia, że drgania rezonansowe nie pojawiają się przy użytkowych prędkościach obrotowych półosi.





Przegubowe półosie napędowe

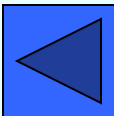
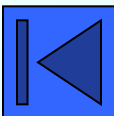
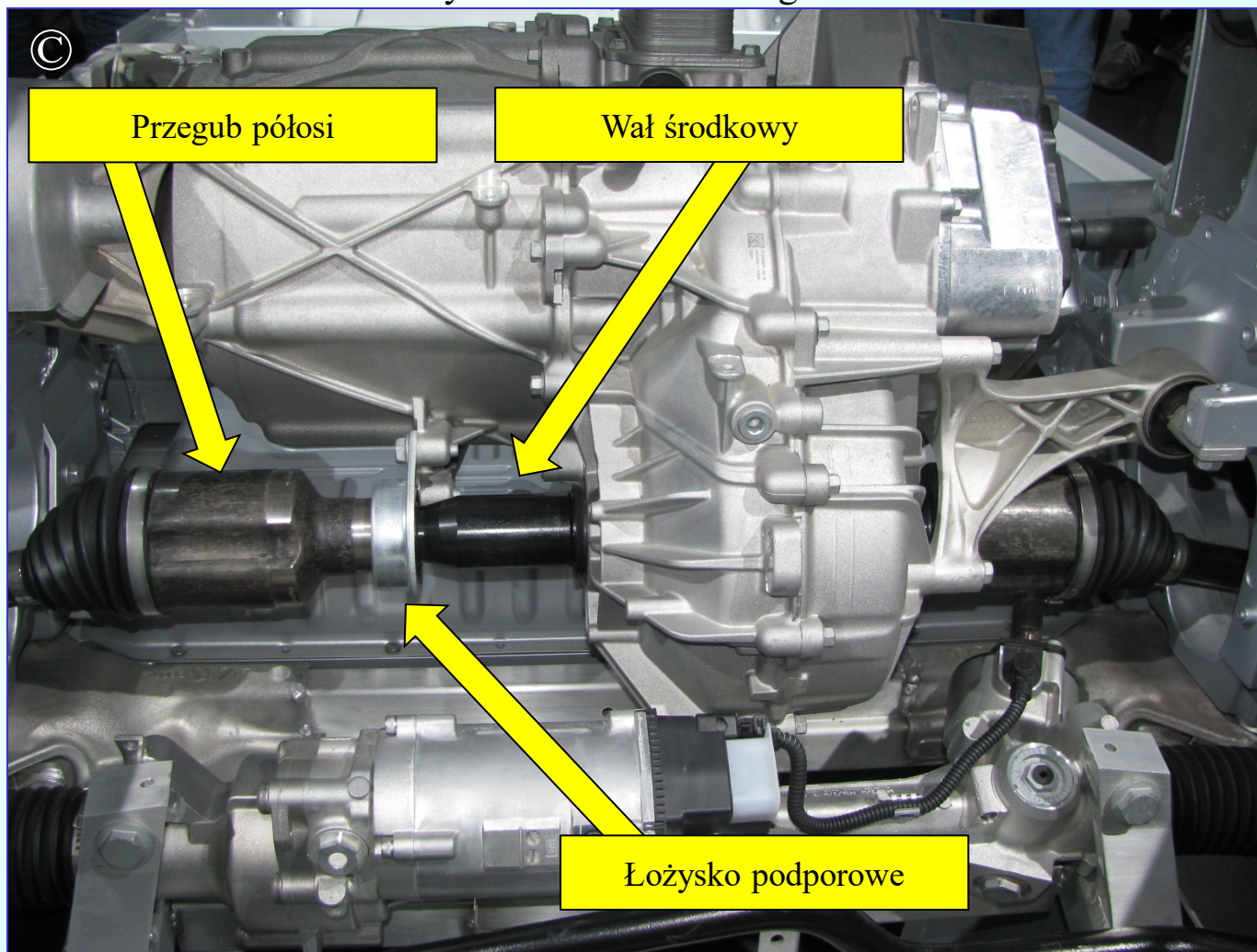
Sposób 3. – zastosowanie wału środkowego (pośredniego), które pozwala na użycie półosi napędowych o równej długości i sztywności.





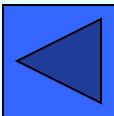
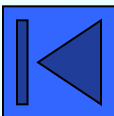
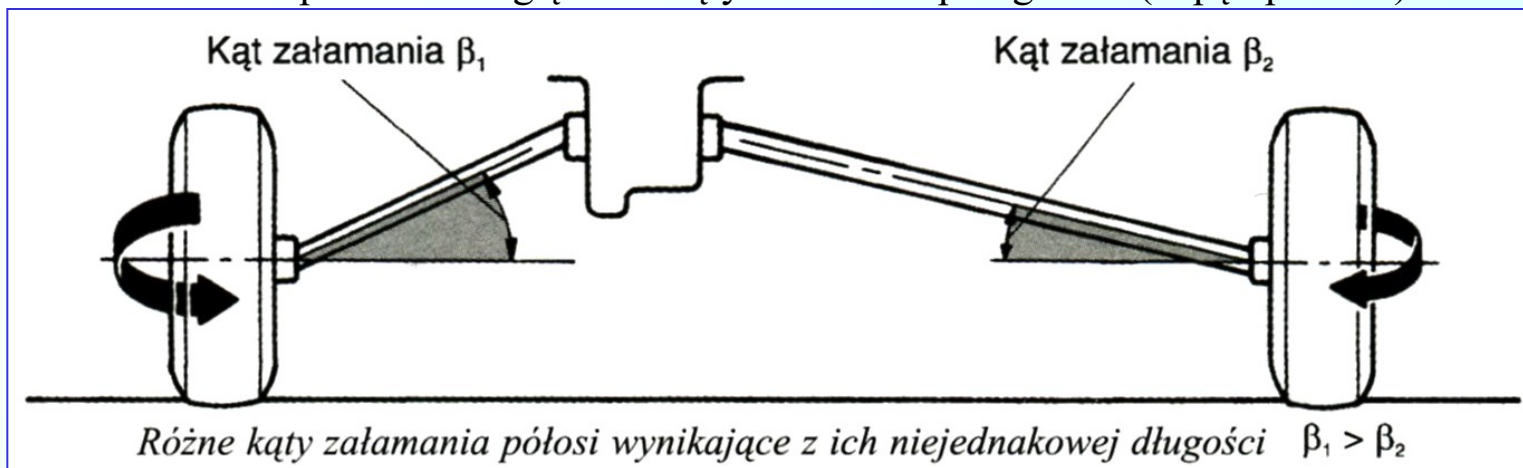
Przegubowe półosie napędowe

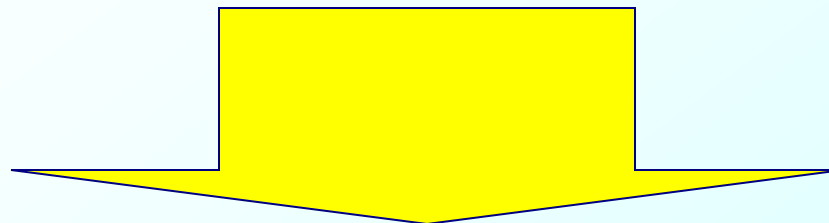
Przykład wału środkowego



Przegubowe półosie napędowe

Porównanie półosi ze względu na kąty załamania przegubów (napęd przedni)





Dziękuję za uwagę

**Zdjęcia i rysunki opatrzone znakiem © zostały wykonane przez autora opracowania.
Kopiowanie i wykorzystanie bez zgody autora opracowania zastrzeżone.**

opracowanie mgr inż. Ireneusz Kulczyk

Zespół Szkół Samochodowych w Bydgoszczy – 2011 – 2016 – 2017 - 2020

