



SZKOŁA POLICEALNA dla dorosłych

dr inż. Janusz Walkowiak



Kierunek kształcenia w zawodzie:

TECHNIK POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH

Przedmiot:

Budowa i naprawa pojazdów samochodowych

Tematyka zajęć

„UKŁAD KIEROWNICZY”

Tematyka wykładu:

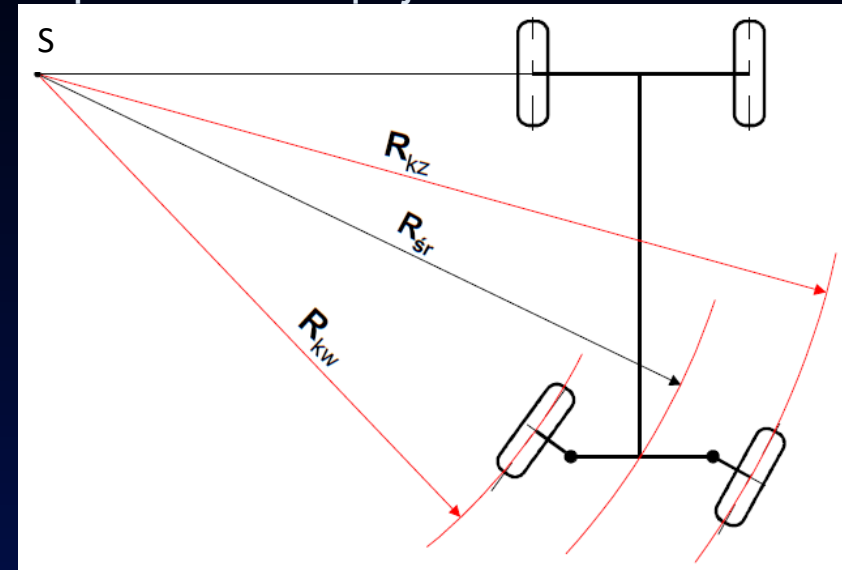
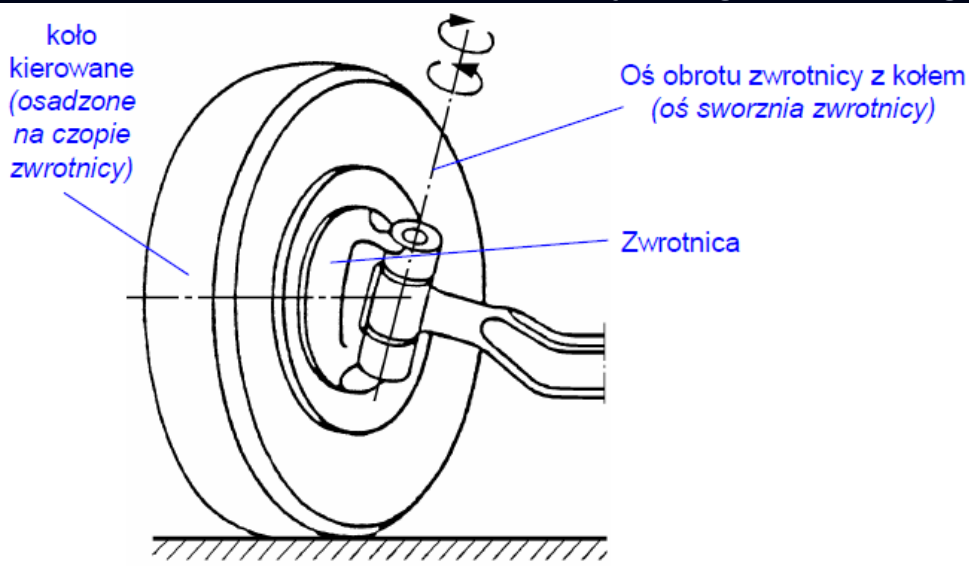
1. Układ kierowniczy- budowa i zadania
2. Rodzaje przekładni kierowniczych
3. Mechanizmy wspomagania

Układ kierowniczy

Układ kierowniczy umożliwia kierowcy nadanie, kontrolowanie i utrzymanie wymaganego kierunku ruchu pojazdu poprzez odpowiednie ustawienie kół kierowanych. Przenosi siły przyłożone do kierownicy na mechanizm zwrotniczy.

Układ ten powinien spełniać następujące warunki:

1. Sterowanie kołami pojazdu
2. Umożliwienie kierowcy natychmiastowego reagowania na zmienne warunki drogowe
3. Zapewnienie komfortu pracy kierowcy
4. Spełnienie warunku czynnego i biernego bezpieczeństwa pojazdów

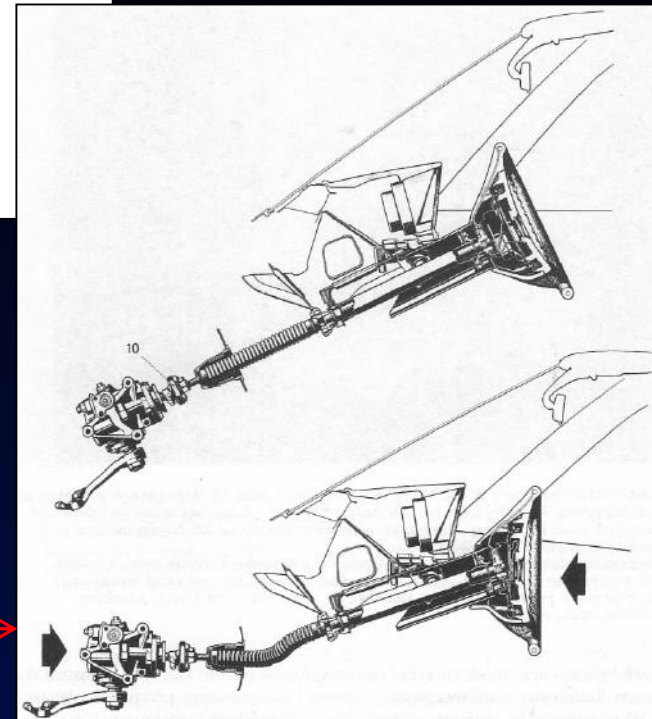
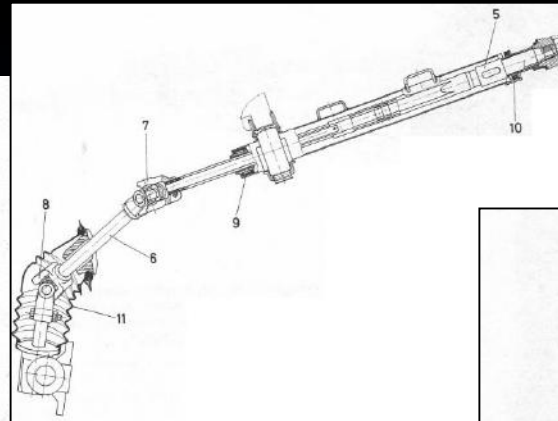
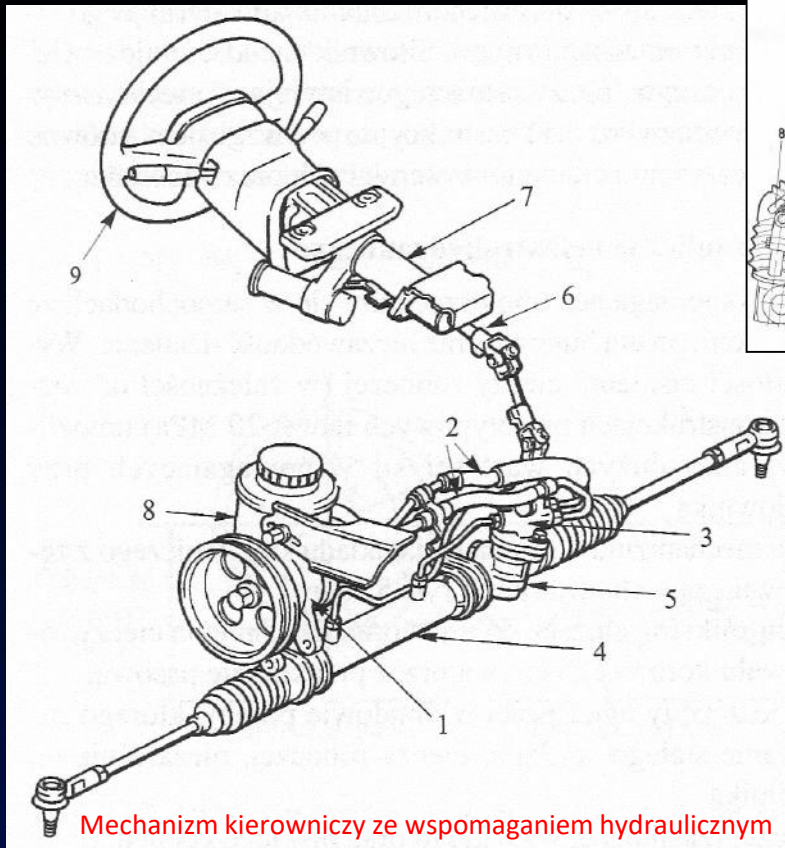


Układ kierowniczy - budowa

Układ kierowniczy składa się z następujących mechanizmów.

1. Mechanizm kierowniczy

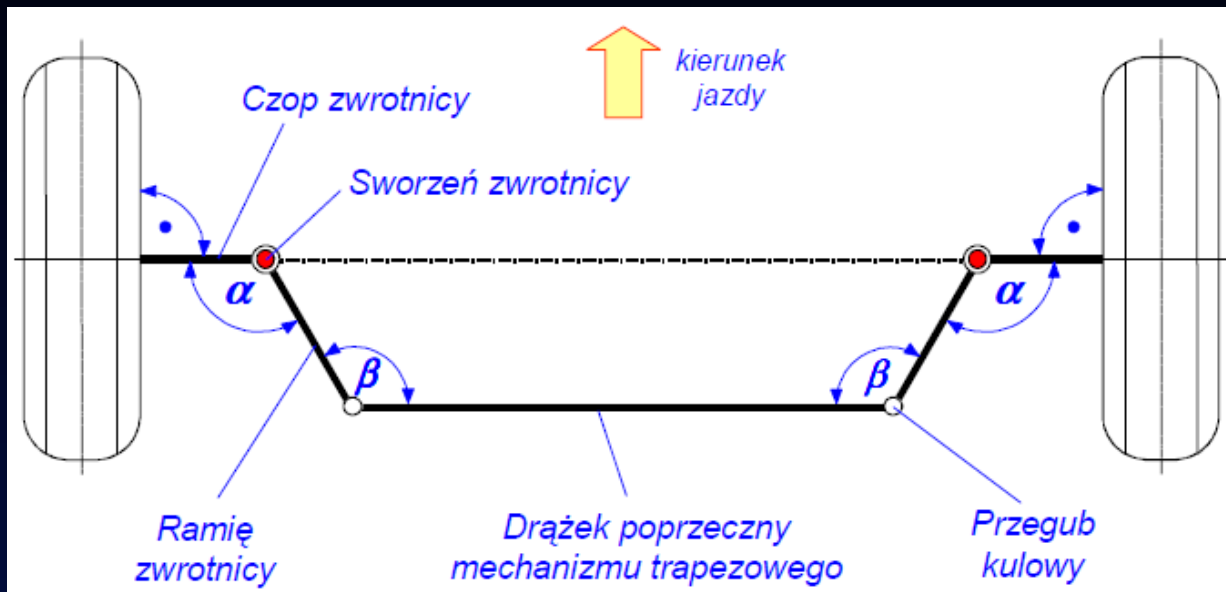
Służy do ustawiania kół kierowanych pod kątem potrzebnym do uzyskania wymaganego kierunku jazdy.



Układ kierowniczy - budowa

We właściwie działającym mechanizmie zwrotniczym pomiary powinny występować takie zależności kinematyczne między kątami skrętu obydwu kół kierowanych, aby podczas jazdy po łuku o dowolnym promieniu każde z kół samochodu mogło się toczyć bez poślizgu bocznego to znaczy po torze, którego promień krzywizny jest zawsze prostopadły do płaszczyzny koła.

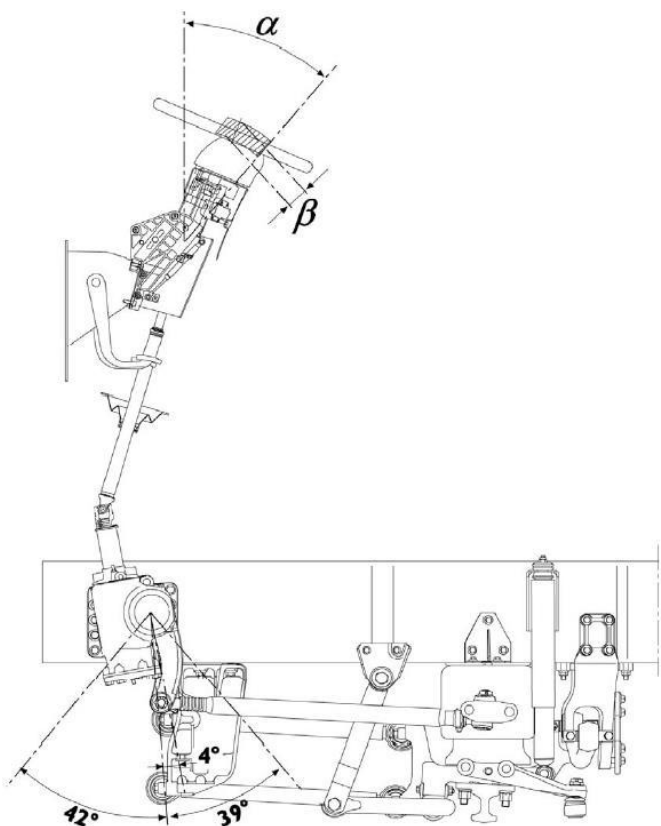
2. Mechanizm zwrotniczy (trapezowy)



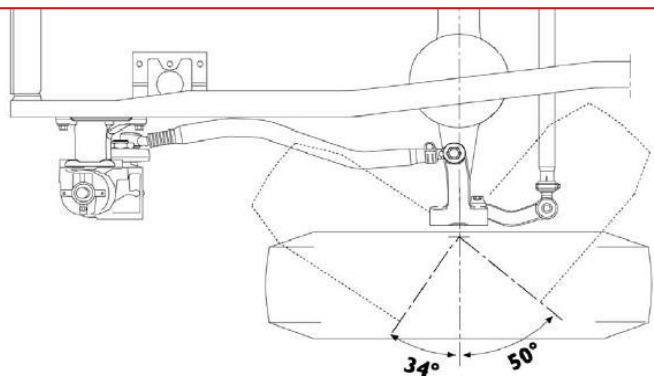
α – kąt stały
 β – kąt zmienny

Mechanizm trapezowy

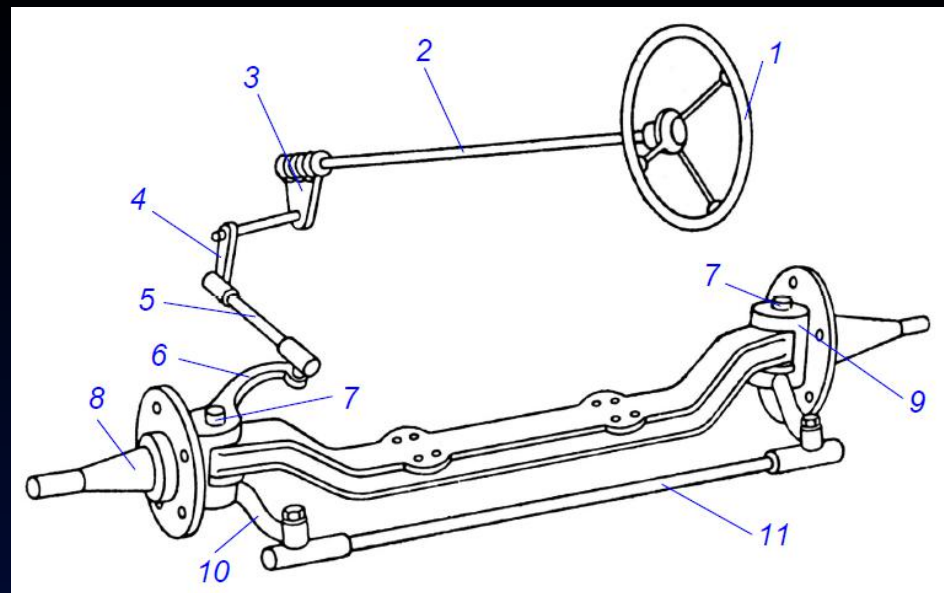
Najprostszym rozwiązaniem konstrukcyjnym powszechnie stosowanym jest trapezowy mechanizm zwrotniczy, w którym gdy ustawimy koło kierowane w położeniu odpowiadającym jeździe na wprost to belka osi przedniej, drążek poprzeczny i dźwignie zwrotnic tworzą trapez równoramienny (w przypadku zawieszenia zależnego).



Układ kierowniczy samochodu ciężarowego IVECO Stralis



α = zakres regulacji kątowej: 40°
 β = zakres regulacji osiowej: 60 mm

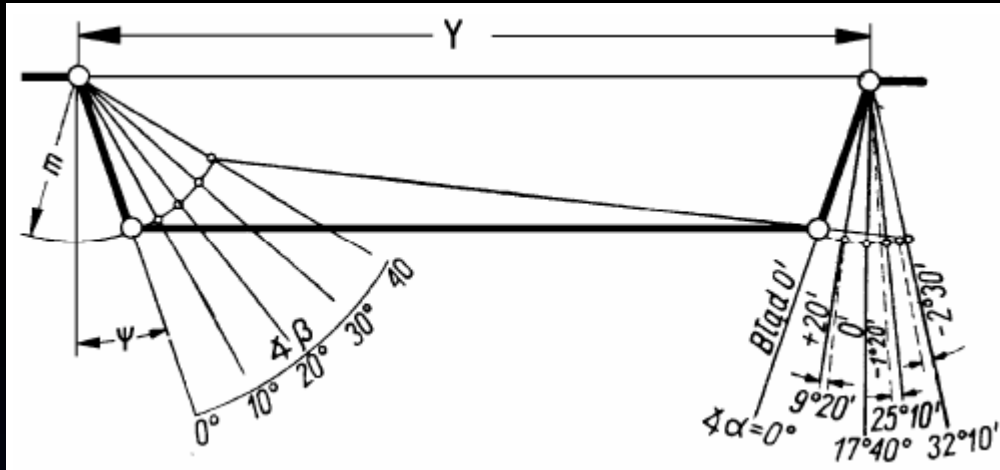


1- koło kierownicze, 2- wał kierowniczy, 3- przekładnia kierownicza, 4- ramię przekładni kierowniczej, 5- drążek podłużny, 6- wąż zwrotnicy, 7- sworzeń zwrotnicy, 8- czop zwrotnicy, 9- zwrotnica, 10- ramię zwrotnicy, 11- drążek poprzeczny mechanizmu zwrotniczego

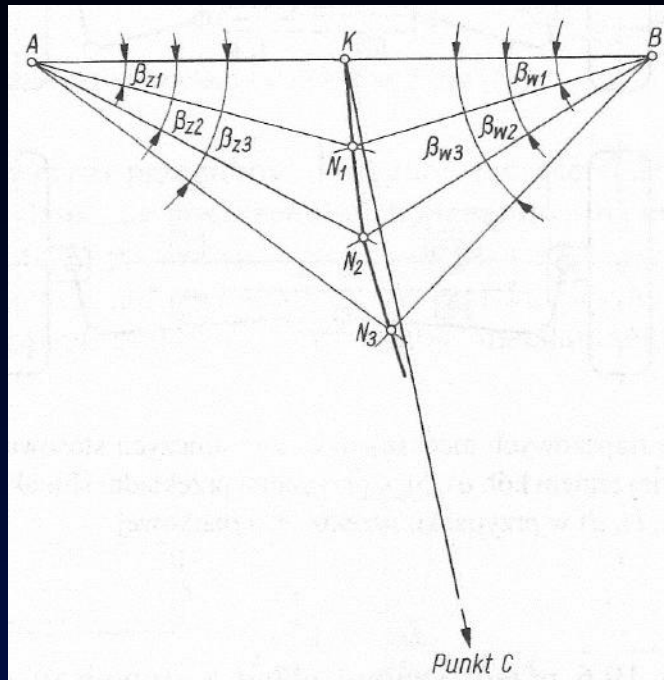
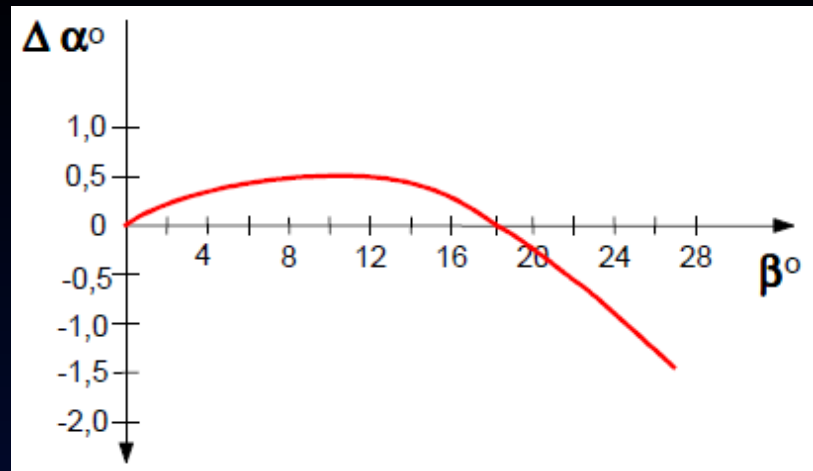
Błąd mechanizmu

Błąd mechanizmu trapezowego:

trapezowego



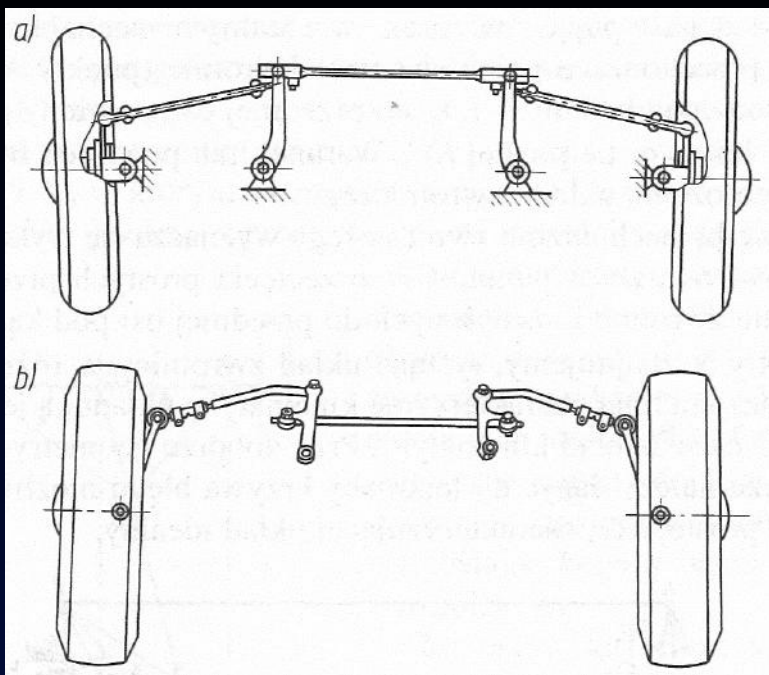
Zmiany wartości błędu mechanizmu trapezowego w zależności od kąta skrętu:



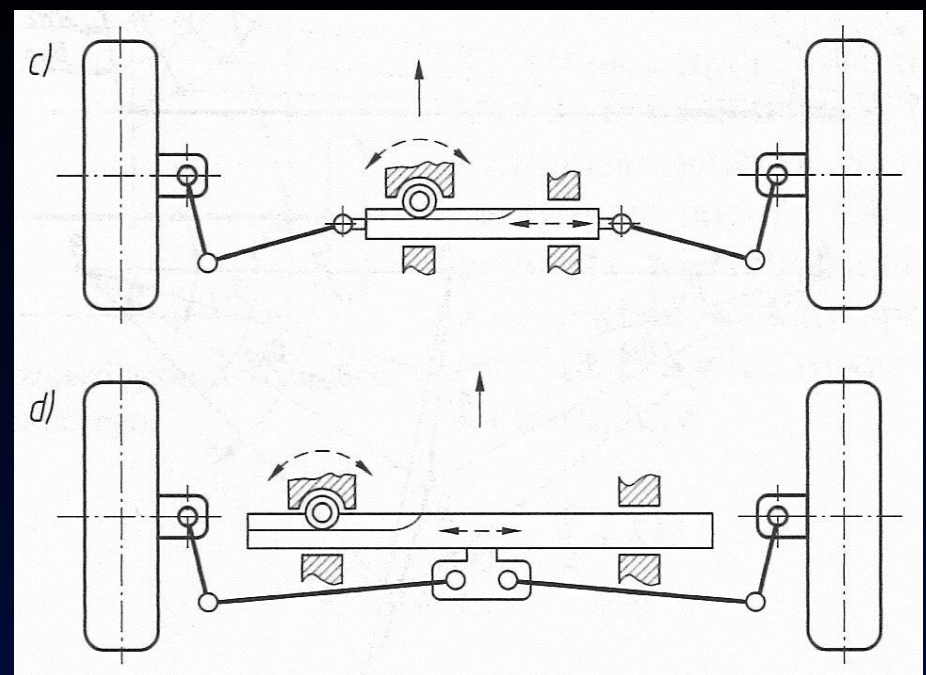
Mechanizm trapezowy

Natomiast w samochodach z zawieszeniem niezależnym kół dobór parametrów geometrycznych mechanizmu zwrotniczego jest trudniejszy a to dlatego że przy ugięciu zawieszenia zmienia się odległość między końcami dźwigni zwrotnic.

Aby zmniejszyć wynikające z tego nieprawidłowości kinematyczne, stosuje się bardziej złożone mechanizmy zwrotnicze w których drążek poprzeczny jest dzielony.



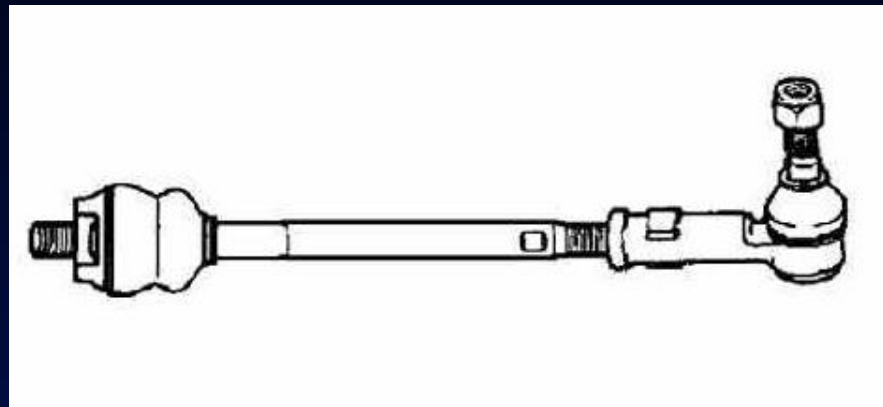
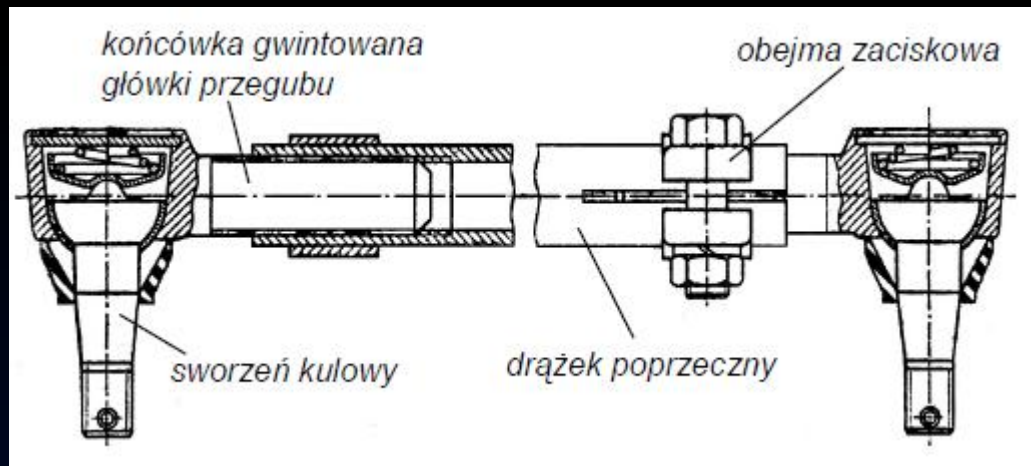
W przypadku przekładni śrubowo-kulkowej



W przypadku przekładni zębatej

Mechanizm trapezowy

Drażek kierowniczy – wykonany z prętów, lub rur o gwintowanych końcach gdzie montuje się końcówki drążków. Końcówka jest przykręcana do drążka kierowniczego przekładni zębatej co umożliwia regulację.



Przekładnie kierownicze

Przełożenie w przekładni kierowniczej umożliwia skręcanie kół kierowanych ze zmniejszeniem potrzebnej siły. Wartość przełożenia przekładni zawiera się w przedziale od **18:1 do 20:1**. Większe wartości zmniejszają siłę potrzebną do skręcenia dla zwiększającej się wartości kąta obrotu kierownicy.

Przełożenie kinematyczne odpowiadające kątowi obrotu koła kierownicy:

$$i_{k(\alpha_k)} = \frac{\Delta\alpha_k}{\Delta\alpha_w}$$

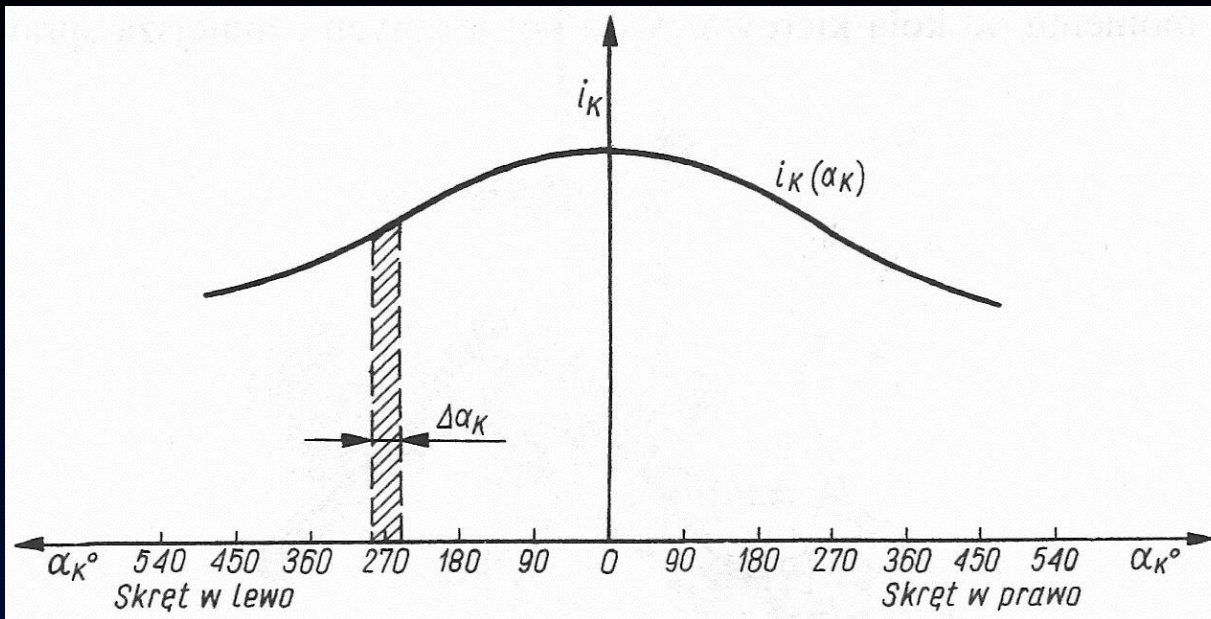
Przełożenie dynamiczne

$$i_d = \frac{M_w}{M_k}$$

Sprawność przekładni:

$$\eta = \frac{L_w}{L_k} = \frac{M_w \cdot \alpha_w}{M_k \cdot \alpha_k} = \frac{i_d}{i_k}$$

$$i_d = i_k \cdot \eta$$



Charakterystyka przełożenia kinematycznego w funkcji kąta obrotu koła kierownicy

Rodzaje przekładni kierowniczych

Najpowszechniej stosuje się przekładnie **zębate** oraz **kulkowo-śrubowe**.

PRZEKŁADNIE ZĘBATE

Powszechnie stosowane przekładnie począwszy od małych samochodów (segment A) poprzez samochody kompaktowe (segment C) skończywszy na samochodach luksusowych (segment F).



Cechy przekładni zębatych

Z A L E T Y

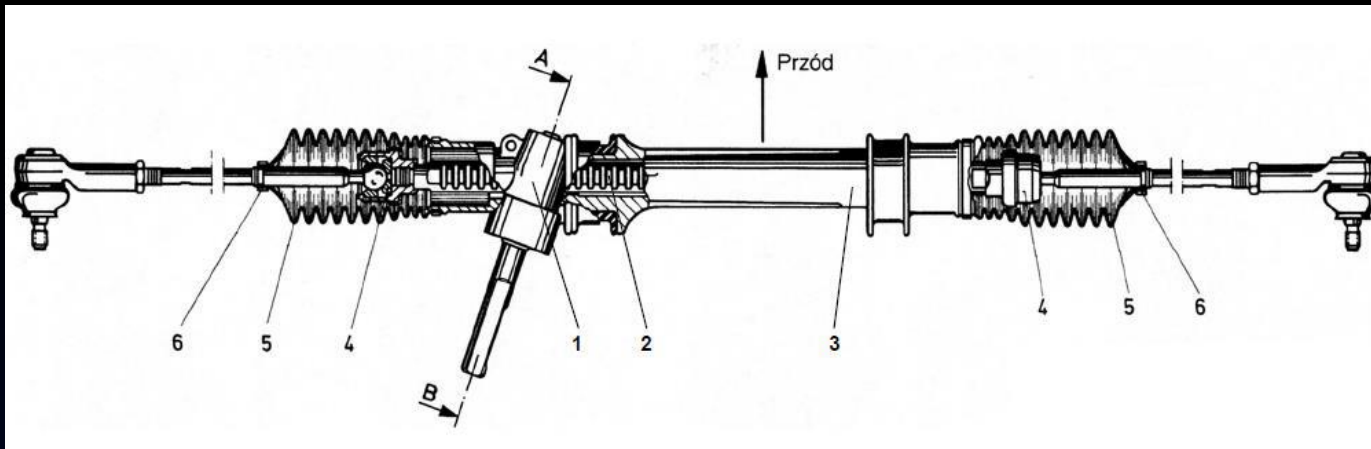
- prosta konstrukcja
- niewielkie wymiary i masa
- mała liczba drążków (listwa przekładniowa)
- pełni rolę drążka poprzecznego (zawieszenie niezależne)
- niskie koszty produkcji
- duża sprawność (ok. 90%)
- bardzo szybka reakcja układu (bezpośrednie zazębienie)
- praktycznie bezobstugowe działanie

W A D Y

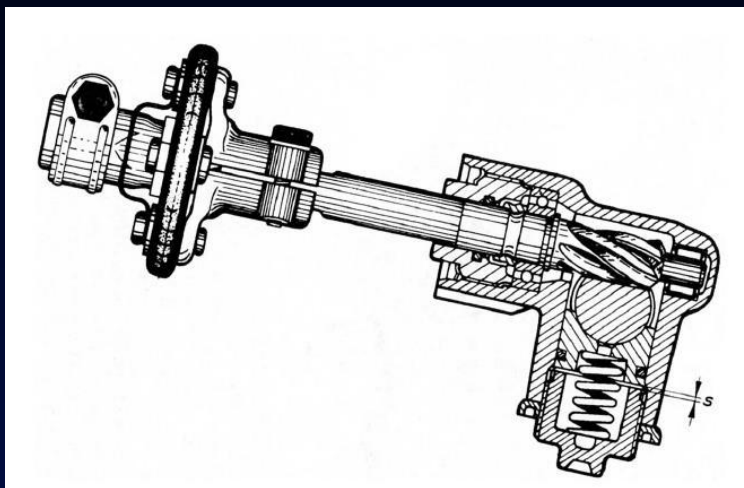
- duża wrażliwość na drgania od podłoża
- małe tarcie wewnętrzne
- możliwość uzyskiwania małych przełożeń (przez co stosuje się je głównie w małych samochodach osobowych)
- brak możliwości zastosowania w pojazdach z zawieszeniem zależnym

Budowa przekładni zębatej

Koło zębate (zębnik) znajduje się na dolnym końcu głównego wału kierownicy i jest zazębione z listwą zębatą. Obrót koła kierownicy połączony z obrotami zębniaka powoduje liniowy ruch zębatego w prawo i lewo.

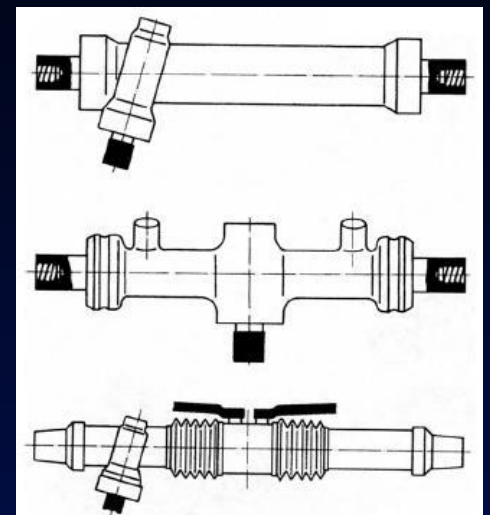


1 – zębnik, 2 – zębatego,
3 – osłona z prowadnicami,
4 – przeguby kulowe,
5 – osłony przegubów,
6 – segmenty zewnętrzne
drążka poprzecznego



Trzy typy zębatkowej przekładni kierowniczej najczęściej stosowane w samochodach osobowych z kierownicą umieszczoną po lewej stronie. Zębnik może być umieszczony także w środku, co umożliwia uzyskanie większego skoku.

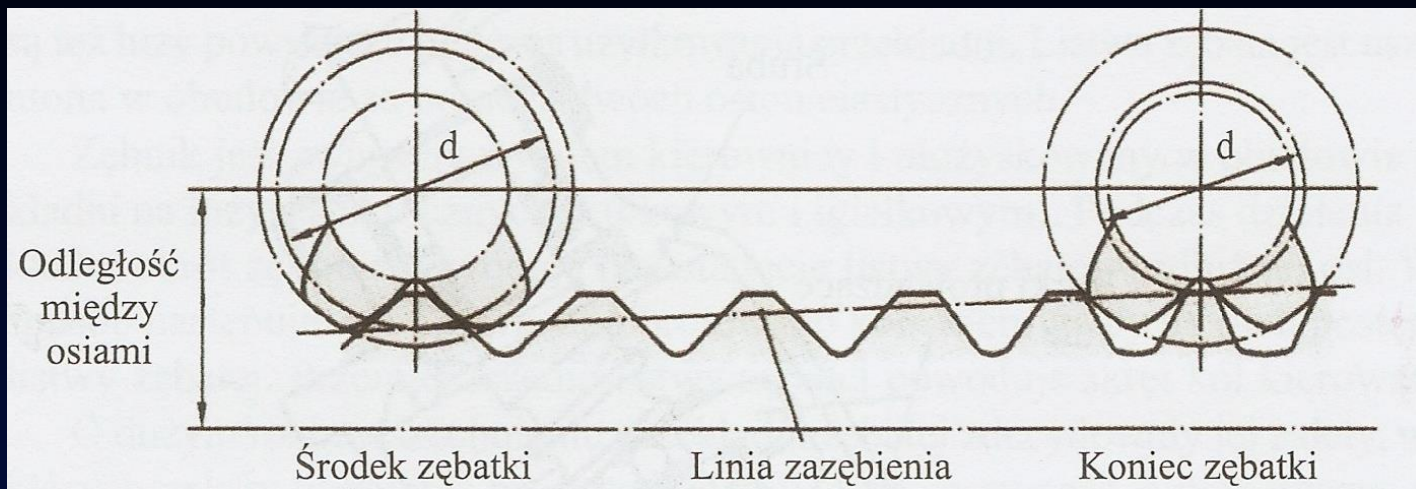
Sposób ciągłego kasowania luzu w zębatkowej przekładni kierowniczej przez sprężyste podparcie zębatego



Budowa przekładni zębatej

W przekładni zębatej możemy uzyskać zarówno stałe jak i zmienne położenie.

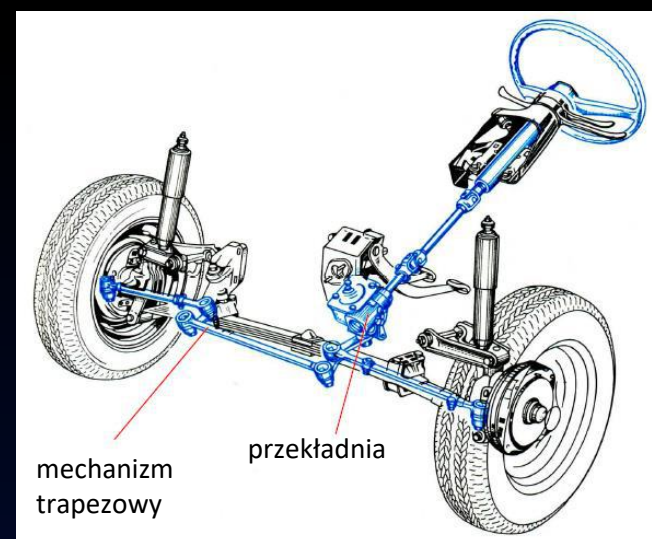
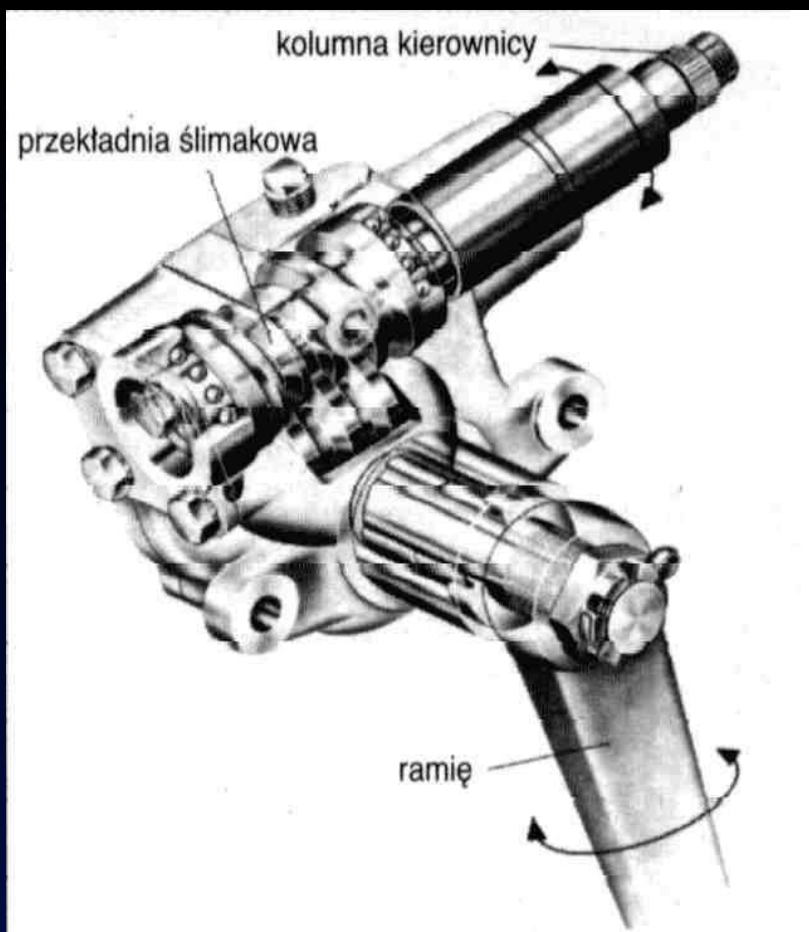
Podziałka zębatki (odległość pomiędzy zębami) nie jest jednakowa i zmniejsza się ku końcom. Na skutek tego głębokość (podziałka) uzębienia na jakiej następuje zetknięcie zębów zębника się zwiększa. W związku z tym średnica podziałowa, na której następuje współpraca zębów zębника i zębatki zmniejsza się kiedy jeden z końców zębatki zbliża się do zębника. Oznacza to, że skręcenie koła kierownicy o ten sam kąt powoduje mniejsze przemieszczenie zębatki na jej końcach niż w części środkowej- powoduje że przy mocno skręconych kołach o duży kąt siła obwodowa na kole kierownicy zmienia się nieznacznie.



Zasada działania przekładni zębatej o zmiennym przełożeniu

Przekładnia śrubowo-kulkowa

Końce śruby są osadzone w łożyskach kulkowych skośnych. Nakrętka jest połączona (podparta) kulkami znajdującymi się w spiralnych rowkach stanowiących linię gwintowaną śruby i nakrętki. Wał główny z segmentem zębatym jest podparty obustronnie w obudowie na łożyskach igiełkowych.



Przekładnia śrubowo-kulkowa

Przekładnia śrubowo-kulkowa charakteryzuje się:

- niewielkimi oporami (małe tarcie)
- zapewnia wykasowanie luzu o 5° w lewo i prawo (obrotu wału kierowniczego) w stosunku do jazdy na wprost, uzyskujemy dzięki temu szybkie reakcje układu kierowniczego przy małych kątach skrętu
- zmniejszenie wysiłku kierowcy

Rozwiązaniem kompromisowym jest zastosowanie przekładni o zmiennym przełożeniu.

Mechanizmy wspomagania

W myśl przepisów §9 ust. 1pkt. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 1.04.1990 w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia obowiązek wyposażenia pojazdów samochodowych w układy kierownicze z mechanizmami wspomagającymi występują jedynie w przypadku przekroczenia nacisku 45kN na osi kierowanej.

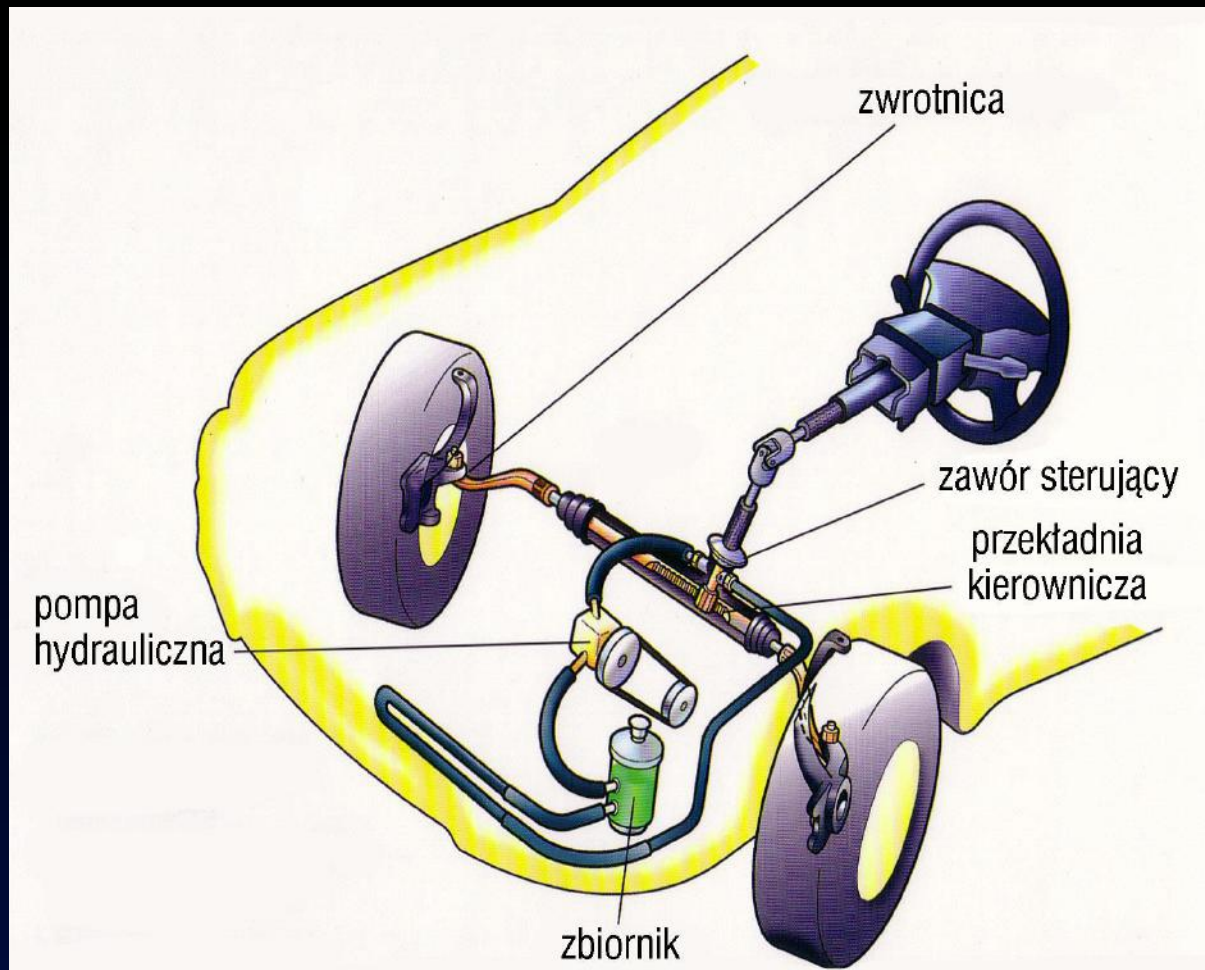
Mechanizmy wspomagania są jednak powszechnie stosowane nawet w małych samochodach osobowych, głównie w celu zmniejszenia wysiłku kierowcy, ale przede wszystkim dla łatwiejszego manewrowania.

W pojazdach samochodowych najczęściej stosowane są mechanizmy wspomagające:

- hydrauliczne
- elektryczne
- elektrohydrauliczne

Hydrauliczne mechanizmy wspomagania

Najbardziej rozpowszechnionym mechanizmem ze względu na niskie koszty , niewielką powierzchnię potrzebną do rozmieszczenia elementów, oraz niewielką masę całego układu.



Hydrauliczne mechanizmy wspomagania

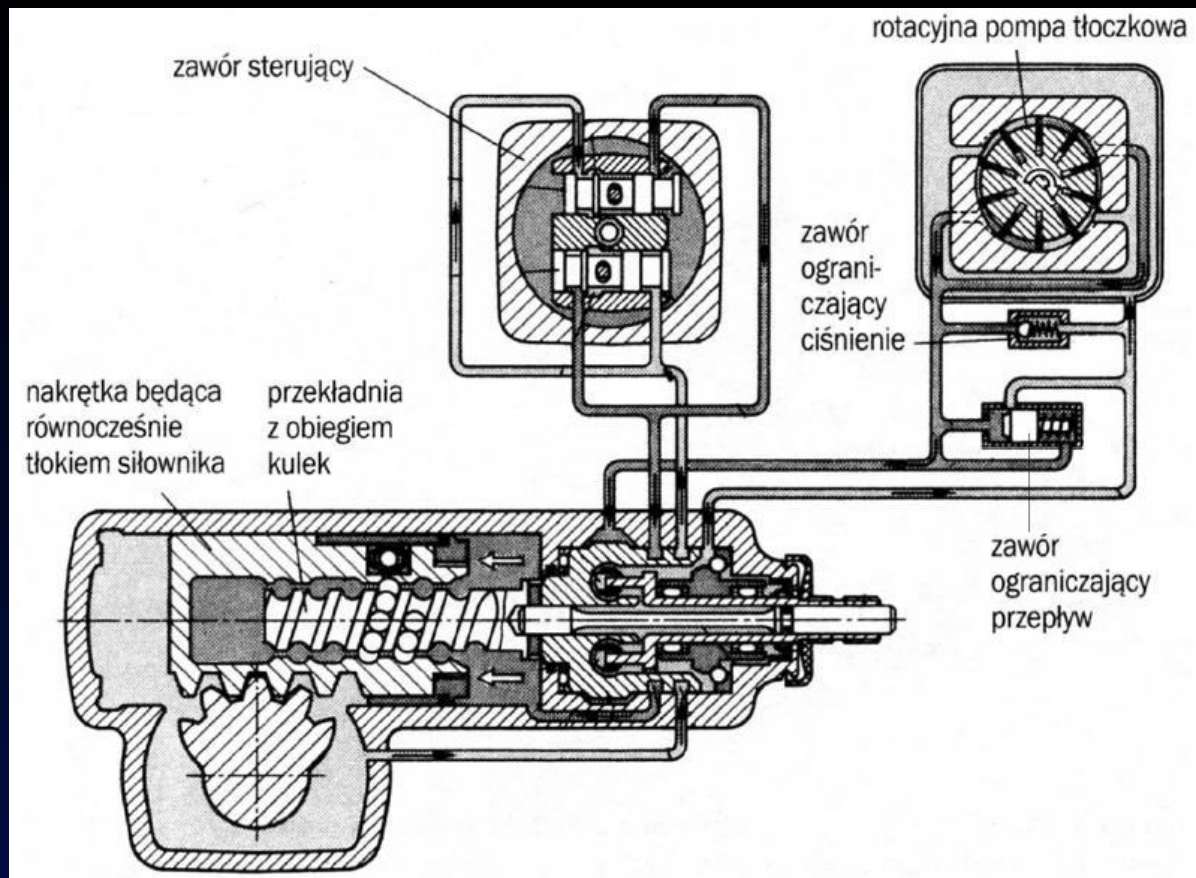
Działanie mechanizmu

Pompa wspomagania (najczęściej łopatkowa) jest napędzana od silnika pojazdu paskiem klinowym a w nowszych samochodach paskiem wielorowkowym.

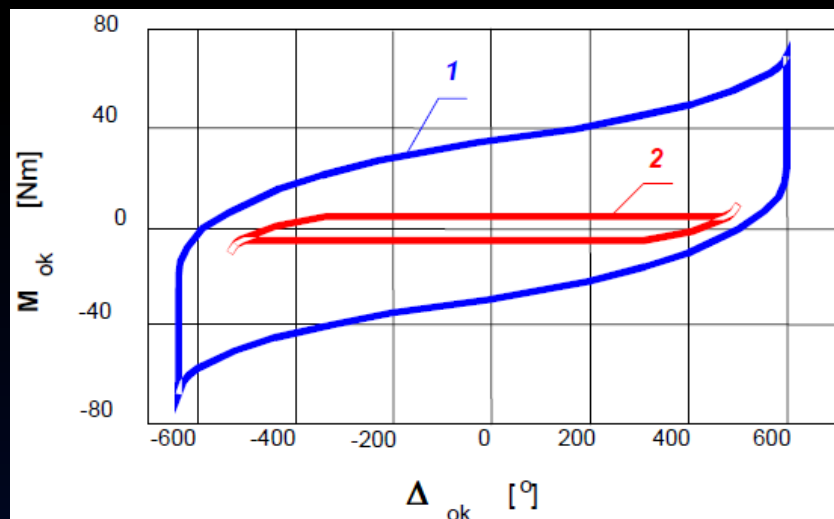
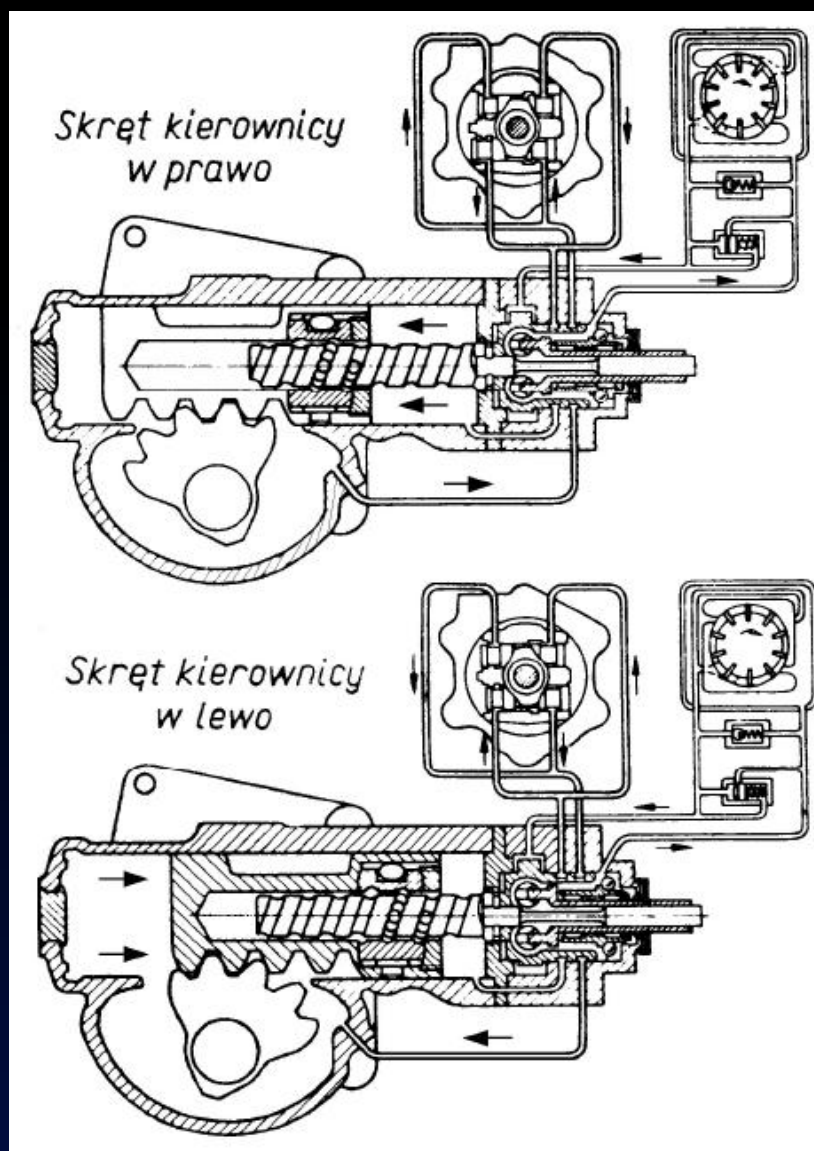
Pompa łopatkowa wytwarza ciśnienie w układzie wspomagania.

Z pompy olej jest tłoczony przewodami wysokiego ciśnienia do zaworu sterującego przez pętle chłodzącą. Zawór sterujący jest umieszczony w obudowie zębniaka przekładni kierowniczej.

Zależnie od kierunku obrotu koła kierownicy olej jest dostarczany przewodami do lewego lub prawego cylindra siłownika, zintegrowanego z obudową przekładni kierowniczej.



Hydrauliczne mechanizmy wspomagania



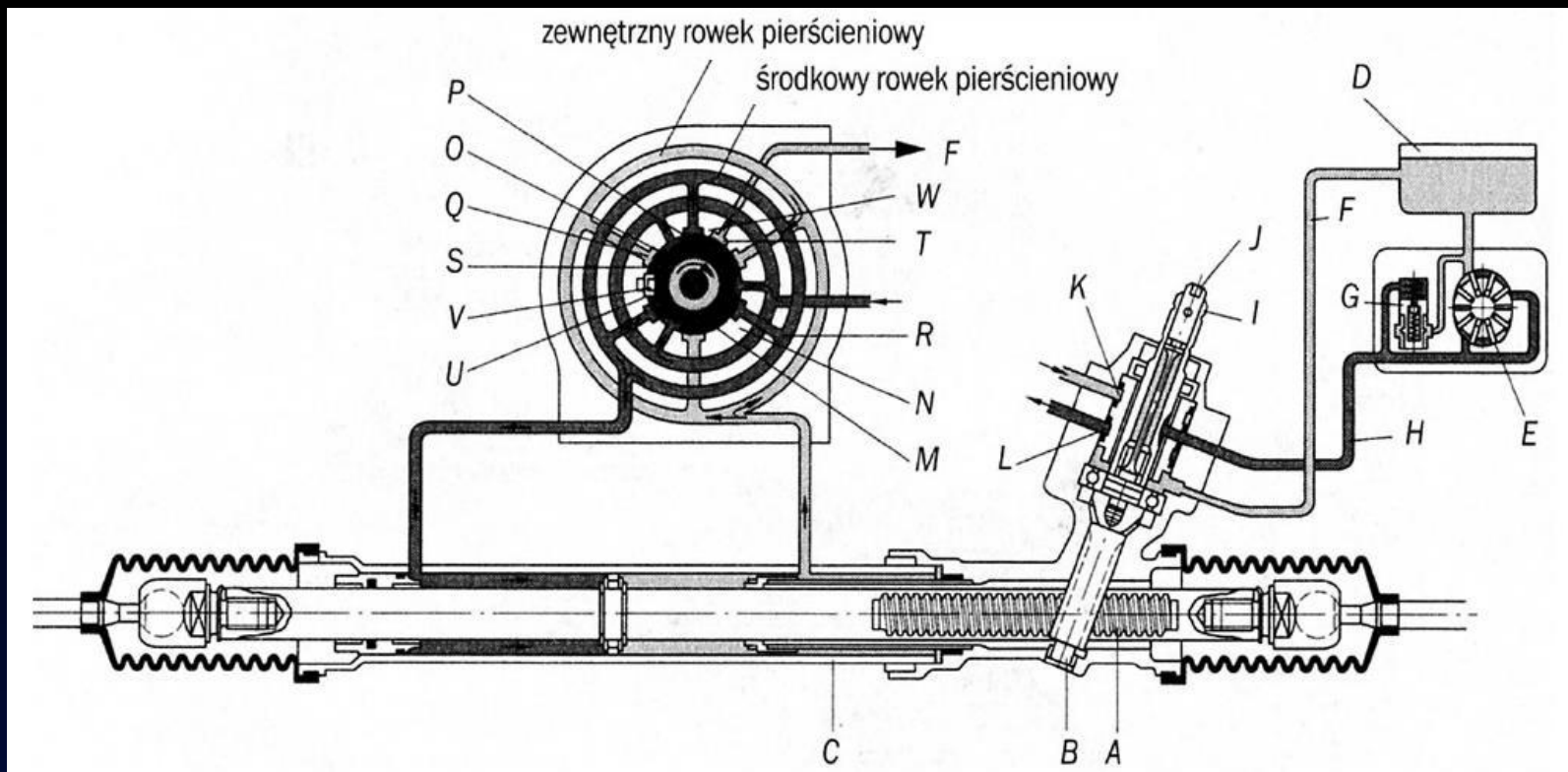
Porównanie momentu potrzebnego do obrotu kierownicy na postoju

1 – bez wspomagania
2 – ze wspomaganiem

Hydrauliczne mechanizmy wspomagania

Na listwie zębatej znajduje się tarcza, która rozdziela wnętrze przekładni na dwie szczelne komory.

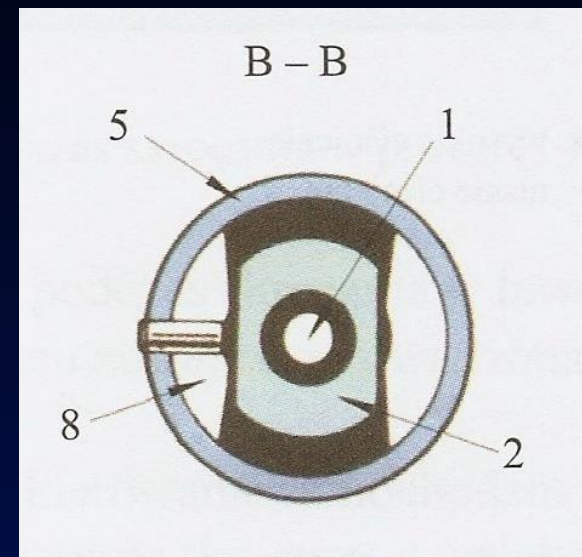
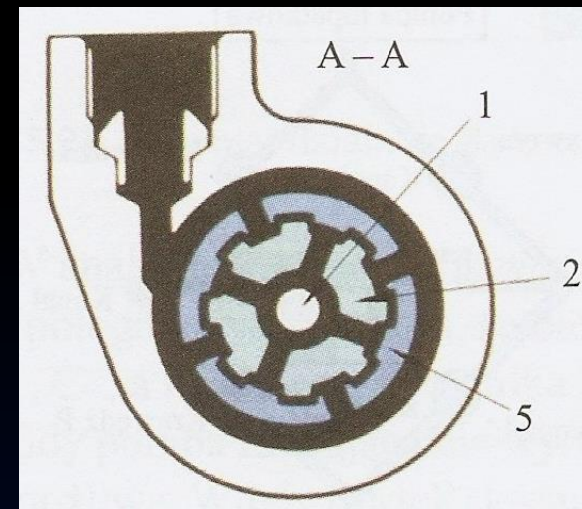
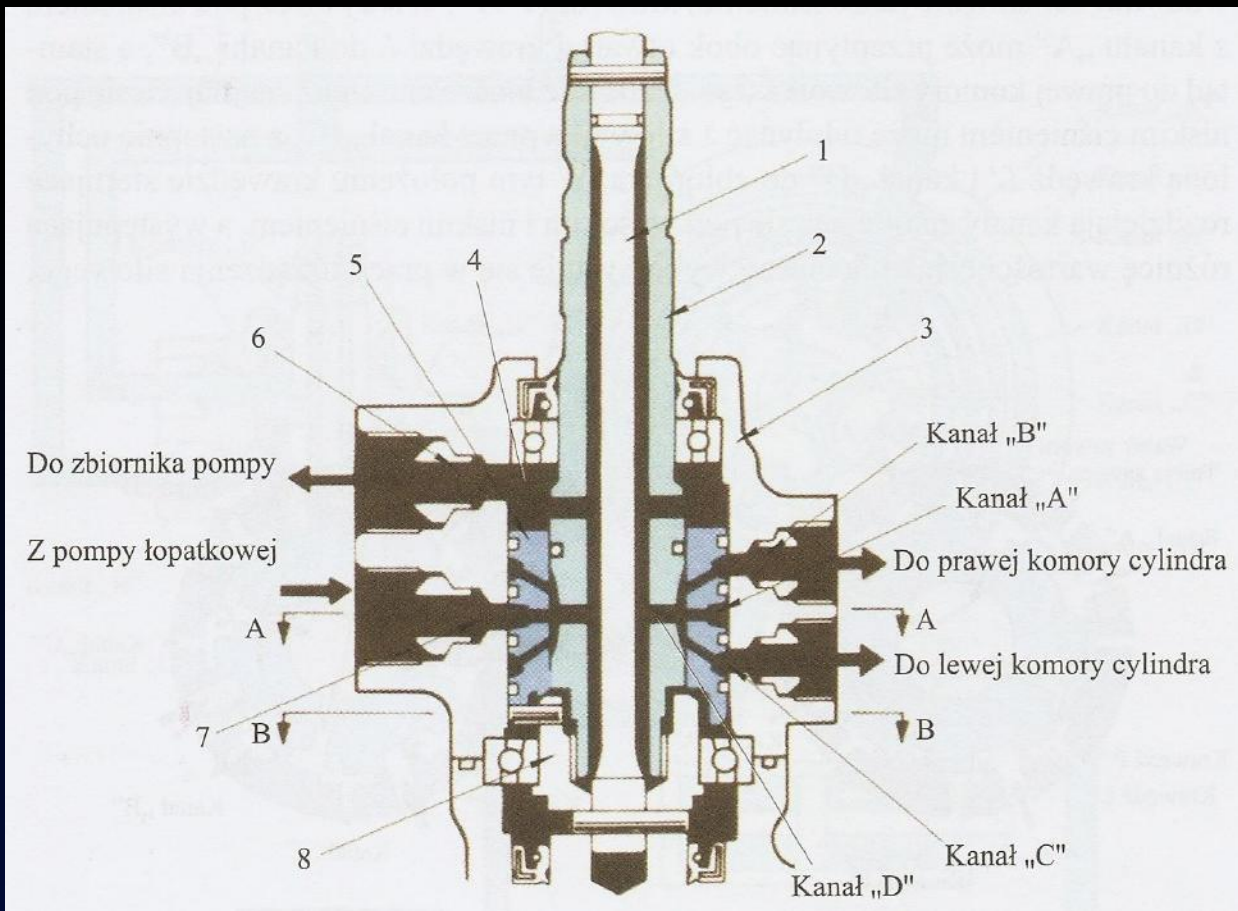
Jeżeli w czasie jazdy nie ruszamy kierownicą to olej przepływa z zaworu sterującego z powrotem do pompy (zbiornika).



A- zębátka połączona z tłokiem, B- zębniak, C- cylinder roboczy, D- zbiornik oleju, E- pompa skrzydełkowa, G- zawór ograniczający ciśnienie, K, L- rowki promieniowe, M-W- części zaworu sterującego

Hydrauliczne mechanizmy wspomagania

Schemat budowy obrotowego zaworu sterującego:



Elektrohydrauliczne mechanizmy wspomagania

W tych mechanizmach wspomagania pompa napędzana bezpośrednio od silnika została zastąpiona przez pompę napędzaną silnikiem elektrycznym.



Zintegrowana pompa wspomagania ze zbiornikiem oleju

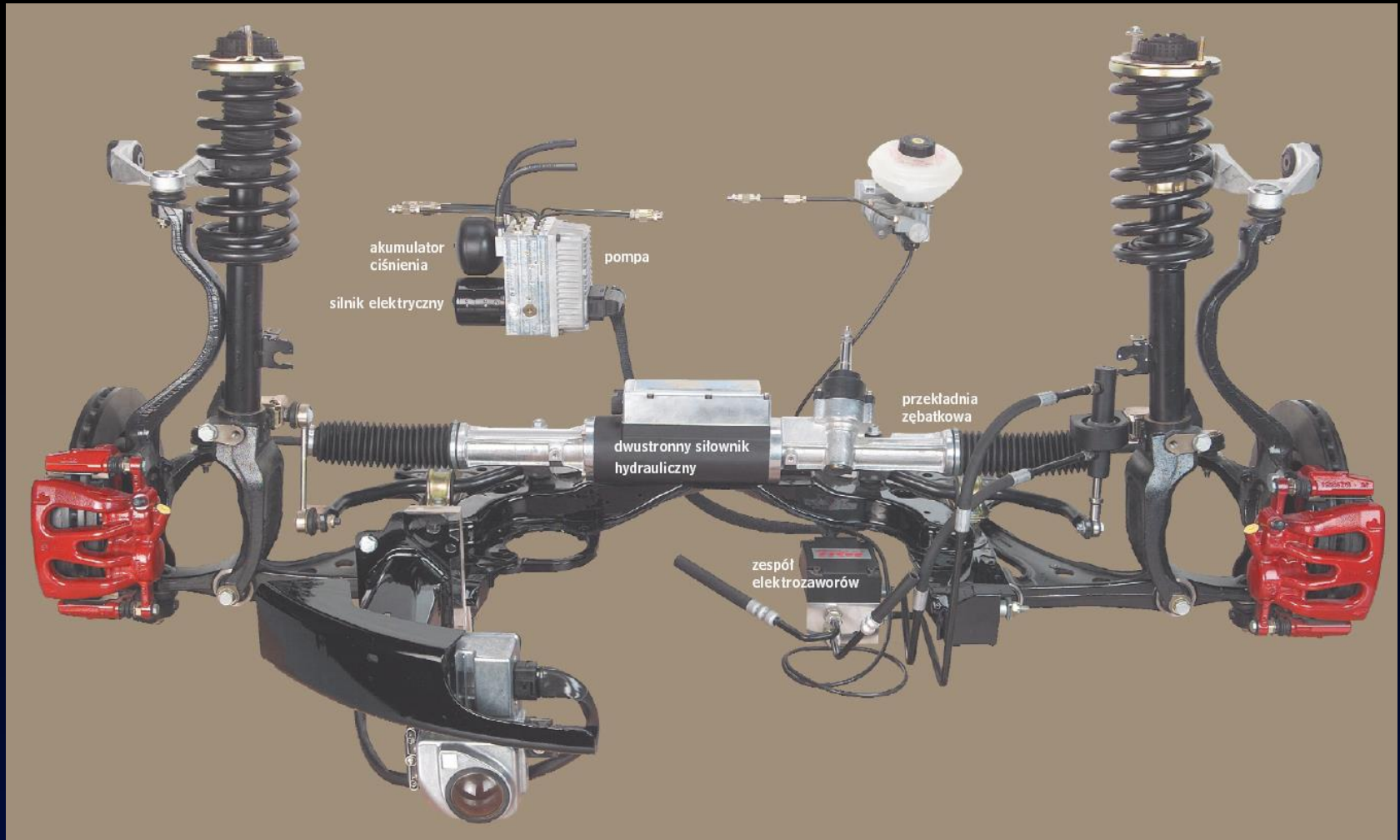


Zalety:

- możliwość zamontowania pompy w dowolnym miejscu komory silnikowej
- działanie wspomagania przy wyłączonym silniku
- regulacja ciśnienia (zależnie np. od prędkości jazdy jest dostarczana tylko taka porcja oleju która jest niezbędna w danej chwili, dzięki czemu można uzyskać oszczędność do 20%)
- indywidualna regulacja charakterystyki układu wspomagania zależnie od rodzaju pojazdu

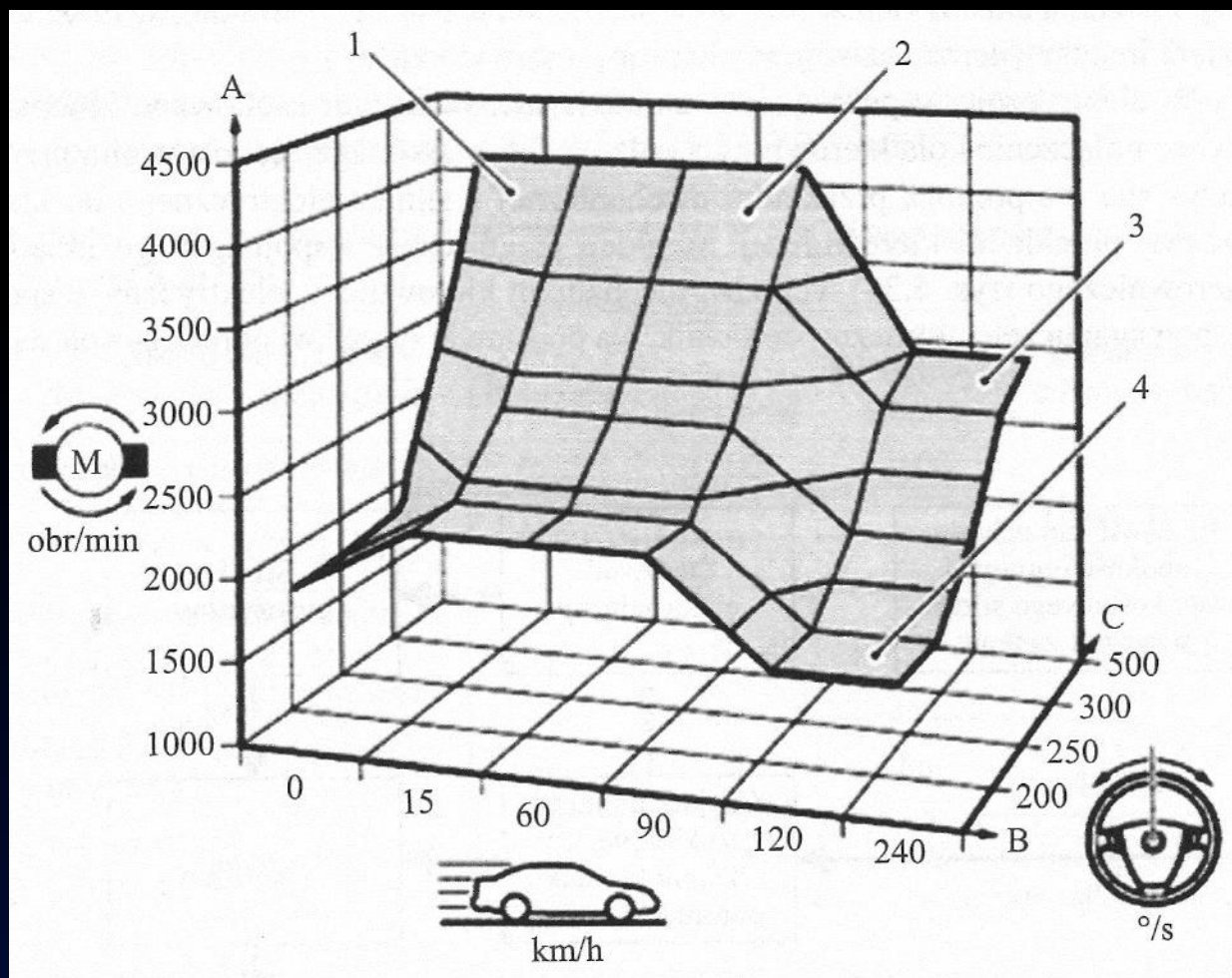
Elektrohydrauliczne mechanizmy wspomagania

Budowa mechanizmu wspomagania



Pobór prądu do 80A.

Elektrohydrauliczne mechanizmy wspomagania

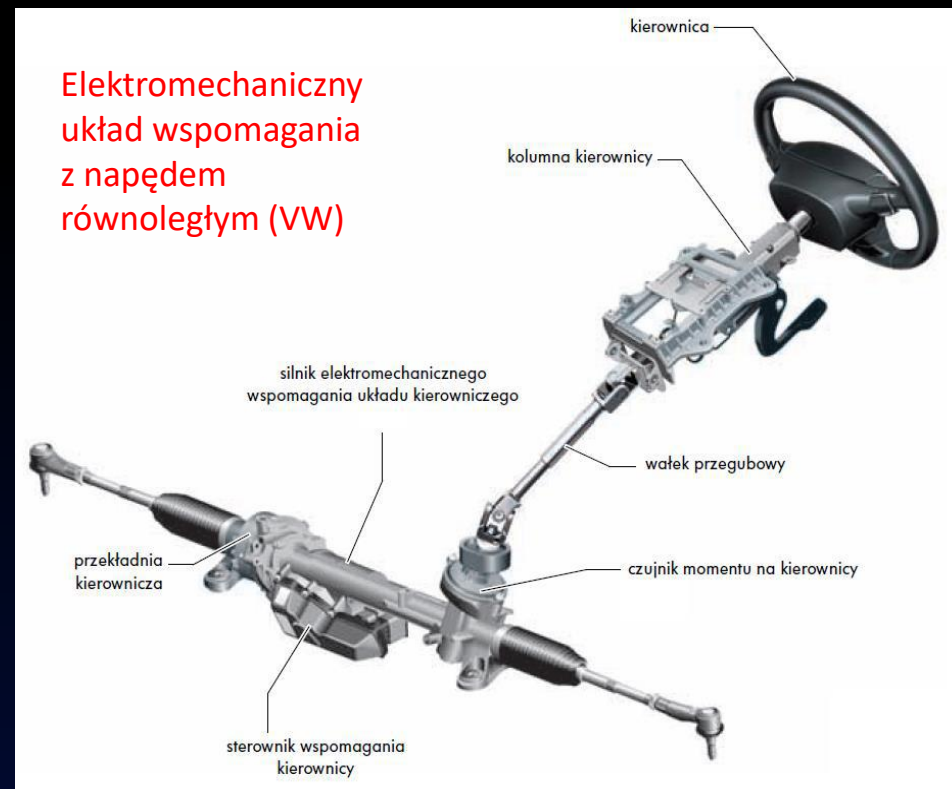
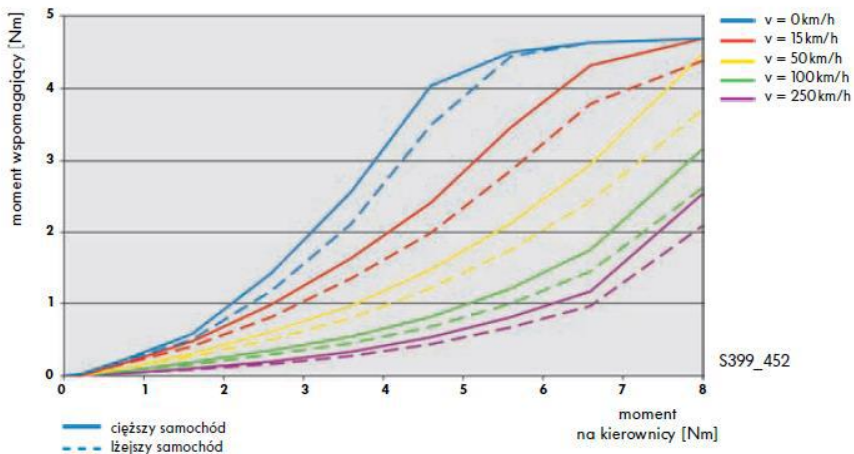


A- prędkość obrotowa pompy zasilającej, B- prędkość jazdy, C- prędkość obrotu koła kierownicy, 1- szybki obrót koła kierownicy przy małej prędkości jazdy, 2- szybki obrót koła kierownicy przy średniej prędkości jazdy, 3- szybki obrót koła kierownicy przy dużej prędkości jazdy, 4- wolny obrót koła kierownicy przy dużej prędkości jazdy.

Elektryczne mechanizmy wspomagania

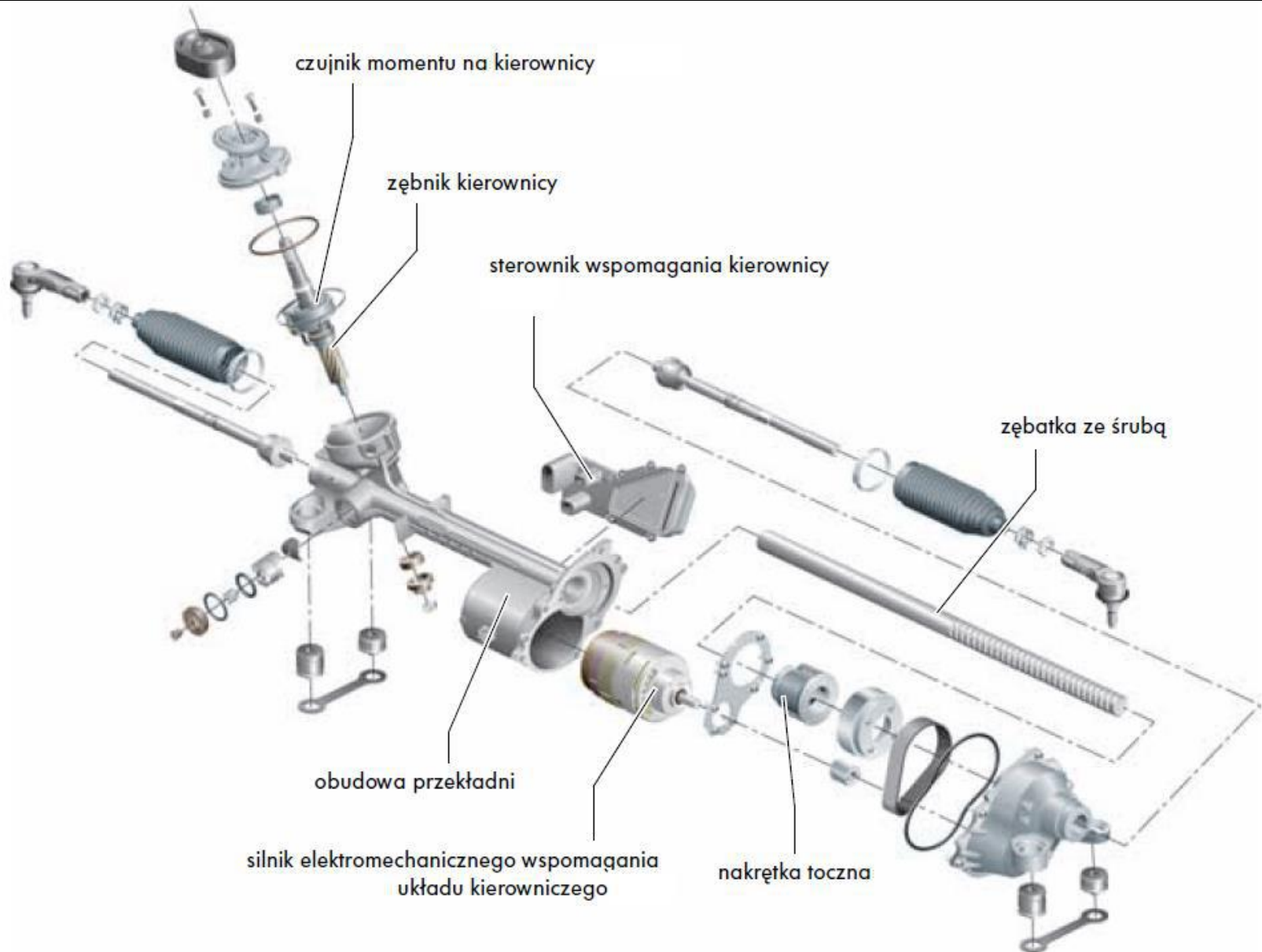
Pominięcie układu hydraulicznego i zostawienie bezpośredniego wspomagania za pomocą silnika elektrycznego przynosi wiele korzyści:

- umożliwia redukcję masy układu
- zmniejsza masę mechanizmu do wcześniej opisanych
- daje możliwość montażu silnika elektrycznego wspomagania w różnych miejscach (kolumna, na obudowie zębata, na listwie zębatej) co daje pewną swobodę konstrukcyjną



Charakterystyki sterowania

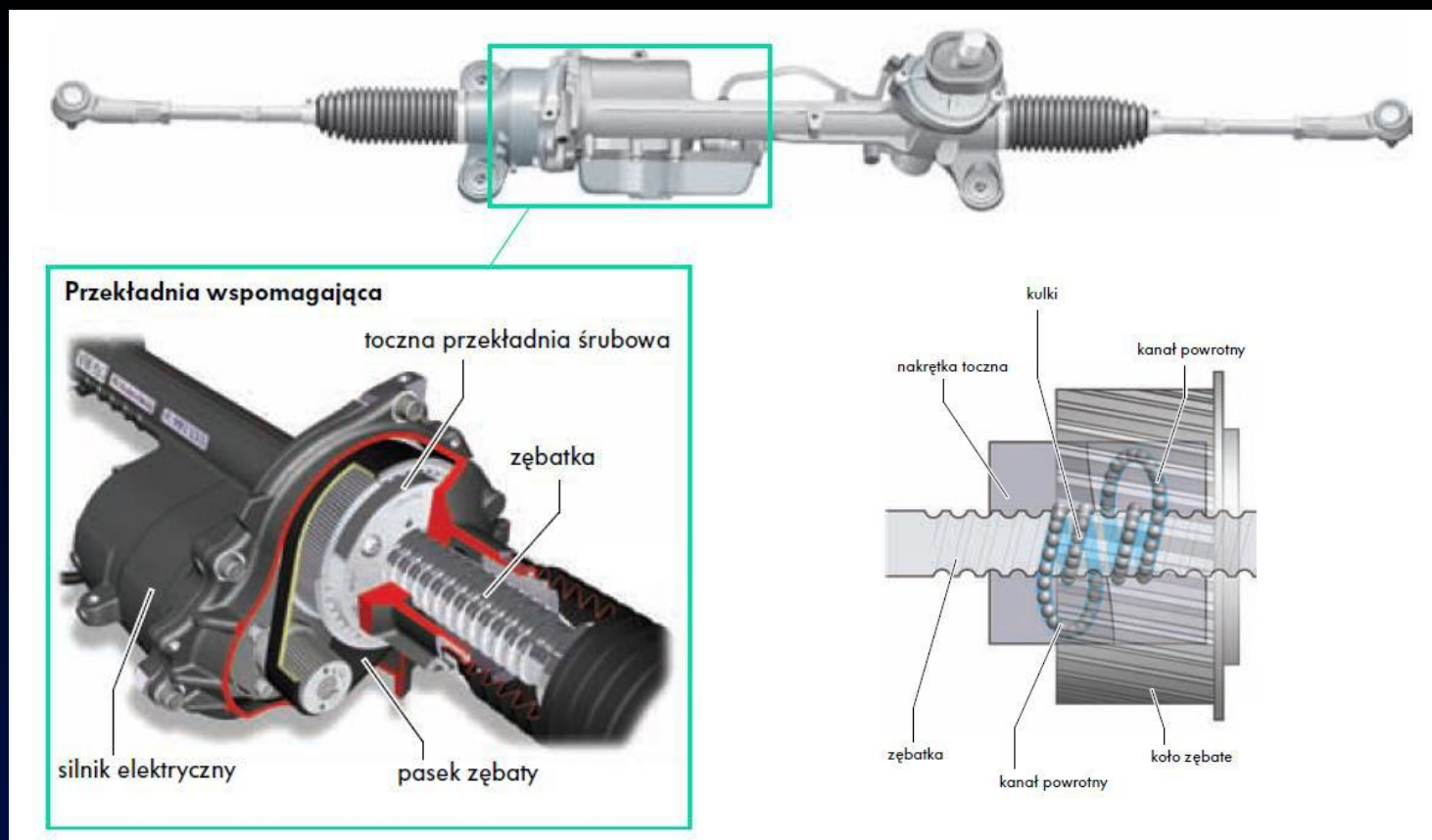
Elektryczne mechanizmy wspomagania



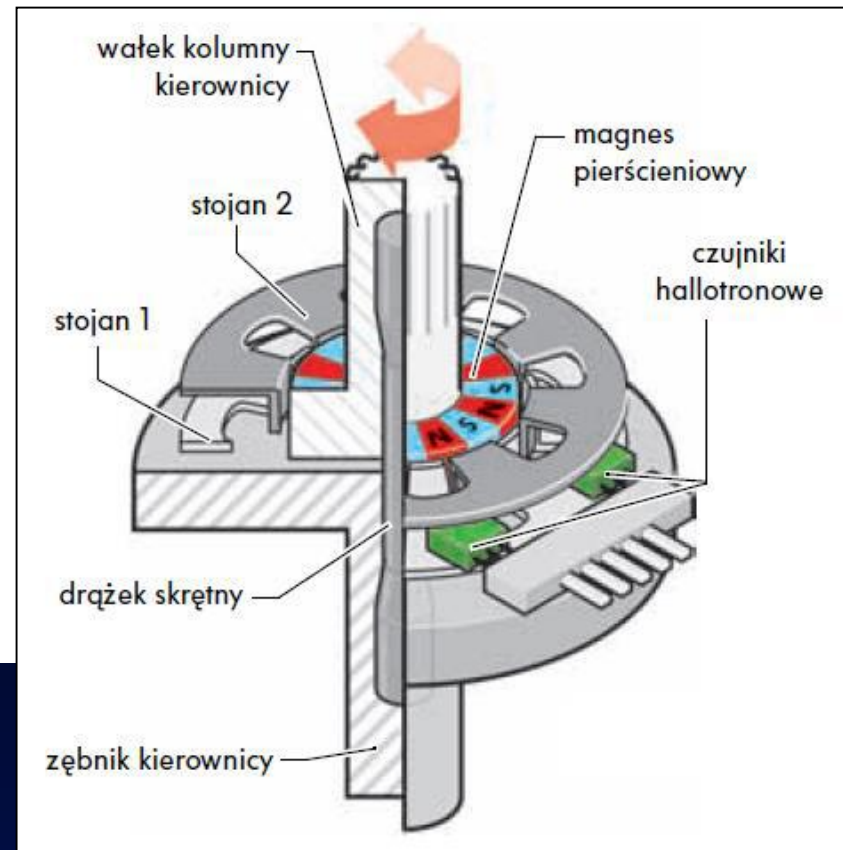
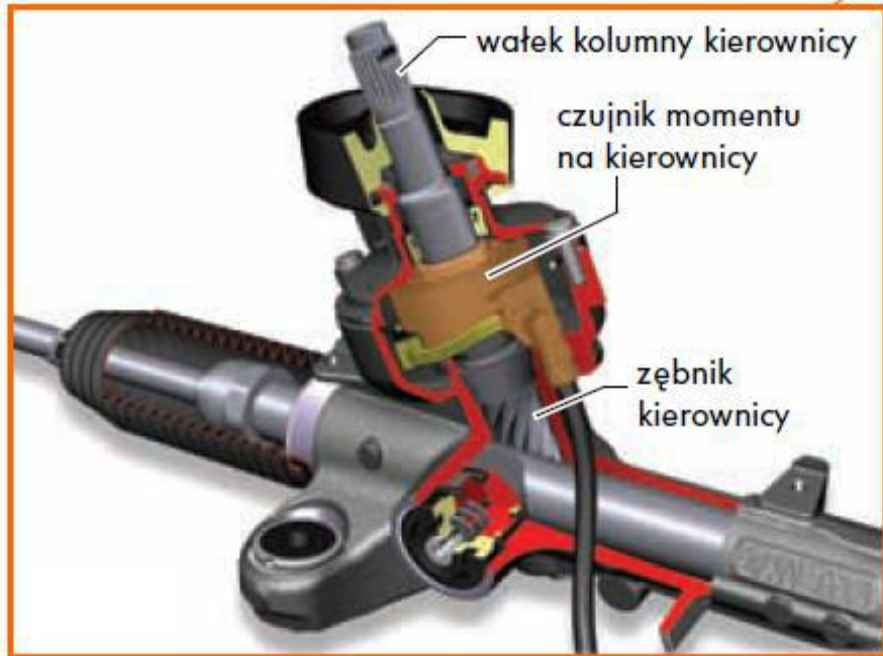
Elektryczne mechanizmy wspomagania

Na wale kierownicym umieszczona jest ślimacznica (wykonana z tworzywa sztucznego). Współpracujący z nią ślimak połączony jest z wałem silnika elektrycznego.

Moment przyłożony do koła kierownicy wywołuje skrócenie drążka skrętnego znajdującego się wewnątrz tulei przesuwnej. Wał kierowniczy powyżej drążka skrętnego ma osiowe nacięcia a poniżej niego jest zakończony śrubą. Ruch tulei jest przenoszony na potencjometr. Zależnie od przyłożonego momentu na koło kierownicy i prędkości jazdy jest wyznaczana wartość wspomagania i tak sterowany silnik elektryczny.

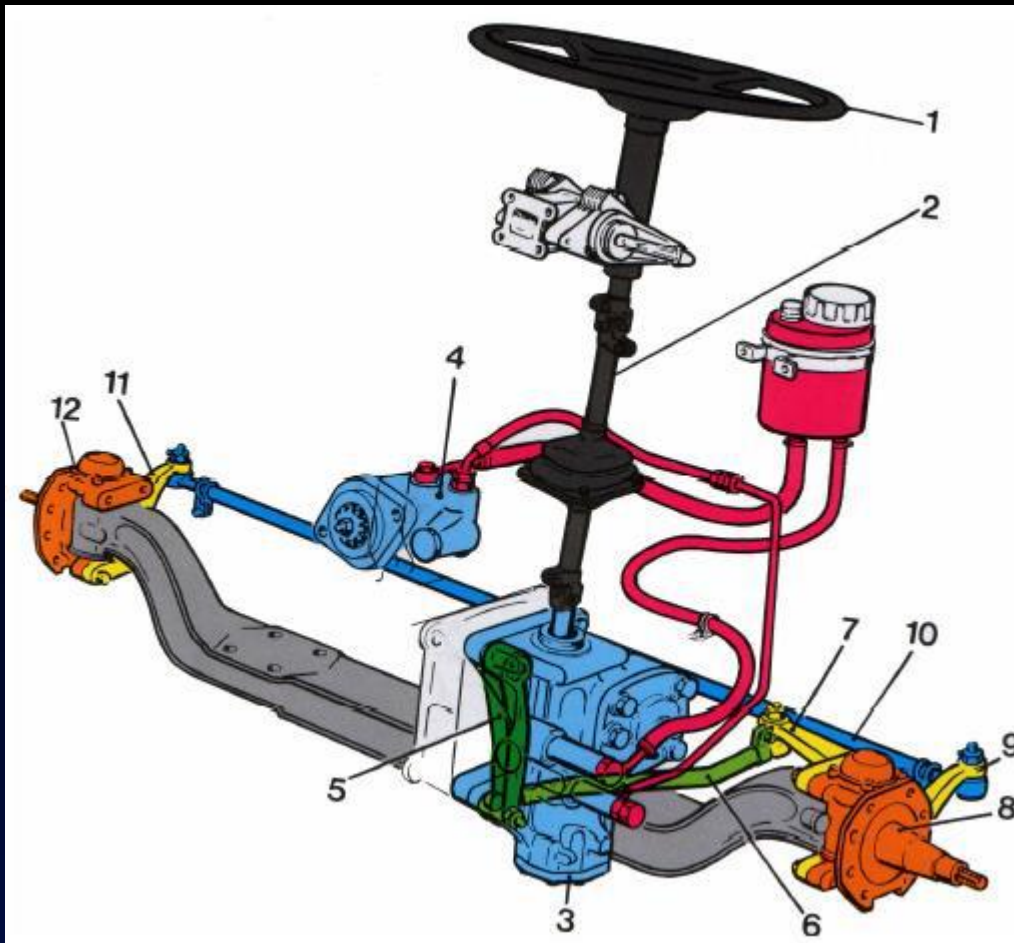


Elektryczne mechanizmy wspomagania



Układy kierownicze w samochodach ciężarowych

W pojazdach ciężarowych najczęściej są stosowane przekładnie ślimakowe i śrubowo-kulkowe ze wspomaganiem hydraulicznym. Najbardziej znane firmy produkujące przekładnie kierownicze do samochodów ciężarowych to ZF i TRW.

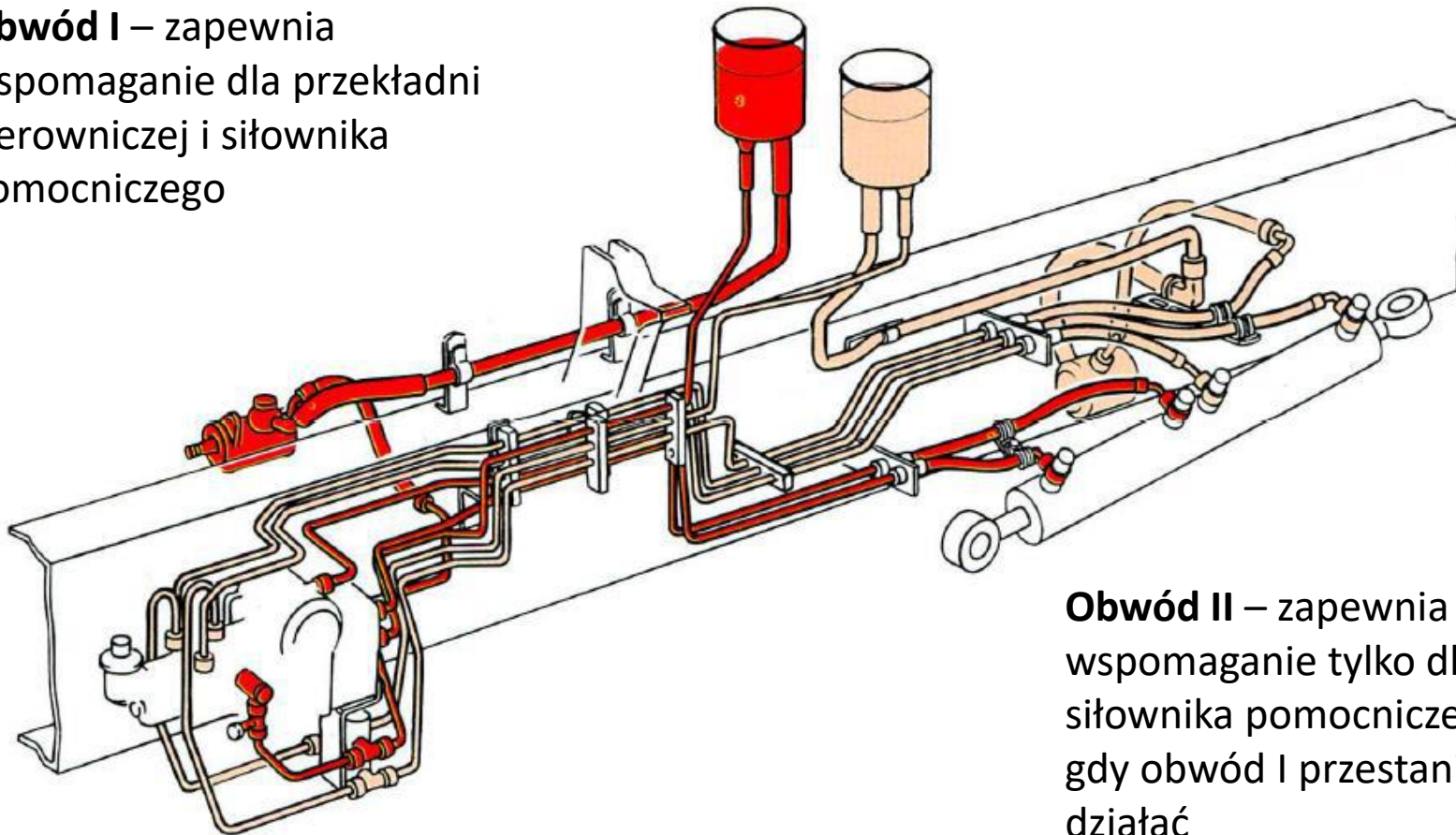


- 1- kierownica
- 2- wał kierowniczy
- 3- przekładnia
- 4- układ wspomagania
- 5- ramię przekładni kierowniczej
- 6- drążek podłużny
- 7- wąż zwrotnicy
- 8,12- zwrotnice
- 9,11- ramiona zwrotnicy
- 10- drążek poprzeczny

Układy kierownicze w samochodach ciężarowych

Wspomaganie dwuobwodowe przy kierowaniu dwoma osiami przednimi w samochodzie ciężkim:

Obwód I – zapewnia wspomaganie dla przekładni kierowniczej i siłownika pomocniczego

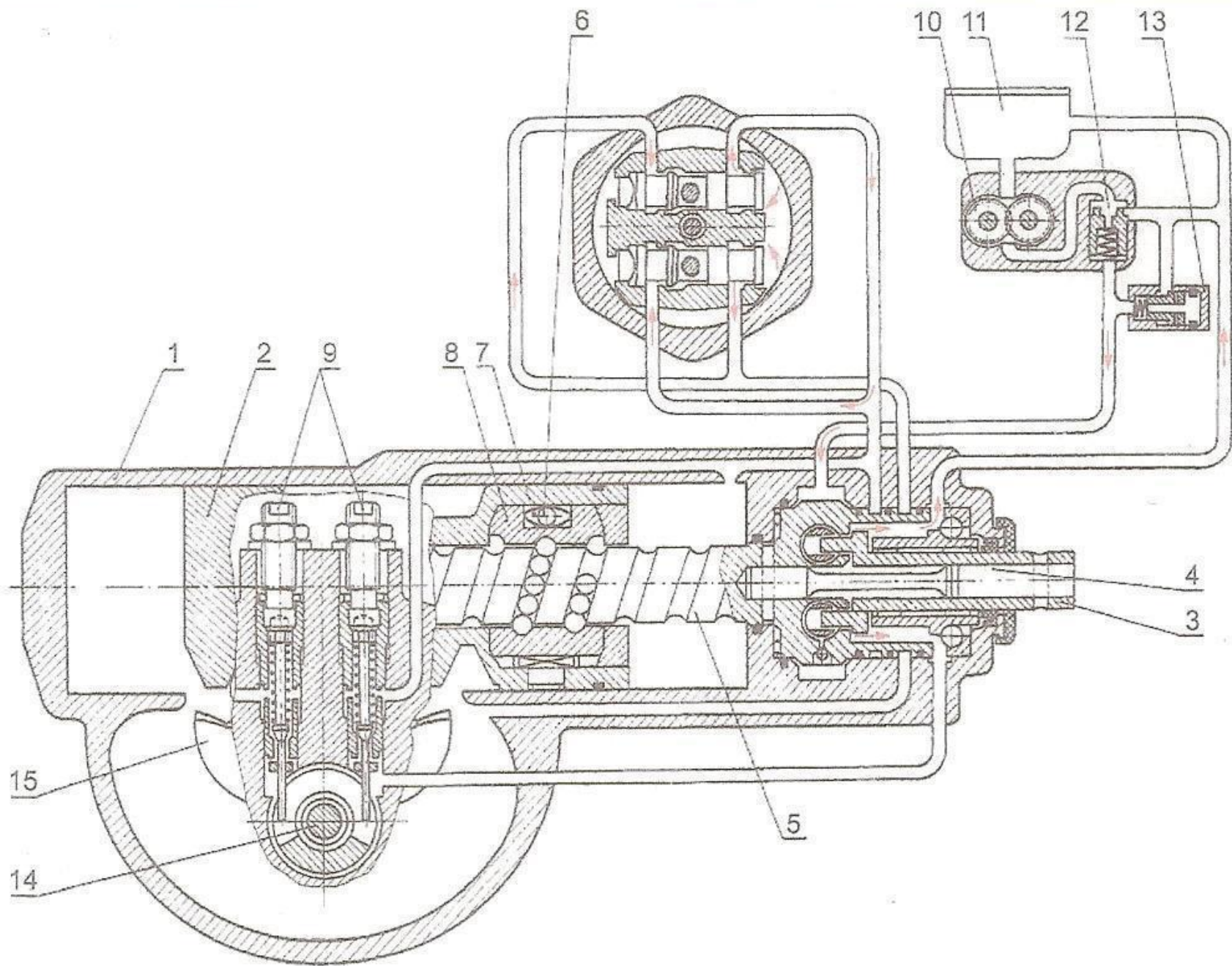


Obwód II – zapewnia wspomaganie tylko dla siłownika pomocniczego gdy obwód I przestanie działać

Układy kierownicze w samochodach ciężarowych

Kierowca obracając kierownicą wykorzystuje podatność wałka skrętnego 4, co powoduje przesunięcie kątowe wałka wejściowego (zabierakowego) 3 względem śruby 5. W łbie śruby są umieszczone tłoczki zaworów, zabierane przez występy wałka 3 w zależności od kierunku jazdy (skrętu koła kierownicy) tłoczki są przesuwane w prawo lub lewo względem położenia centralnego.

Przesunięcie tłoczków uruchamia dopływ oleju tłoczonego przez pompę zębatą 10 z prawej lub lewej strony tłoka z zębatką i jego ruch względem obudowy 1 przekładni. Przesuwanie się tłoka powoduje obrót wałka 14 przekładni na którym jest osadzony wycinek koła zębatego, współpracujący z wyfrezowaną na tłoku zębatką.



Dziękuję za uwagę

