

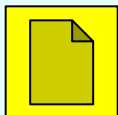


Układ kierowniczy

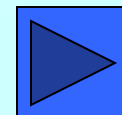
Układ kierowniczy

opracowanie mgr inż. Ireneusz Kulczyk – 2020-2021

Zespół Szkół Samochodowych w Bydgoszczy



Sprawdziany

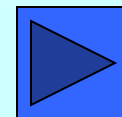


Wykład

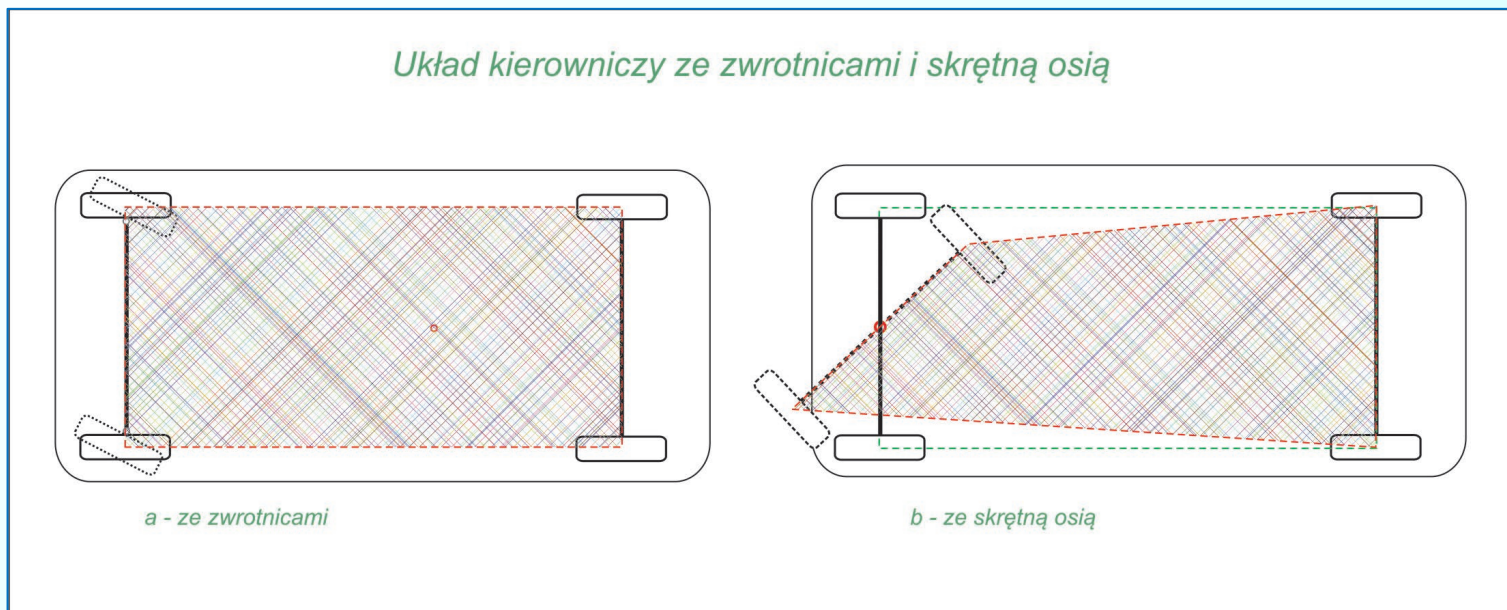


Definicja:

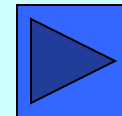
Układ kierowniczy to zbiór mechanizmów umożliwiających kierowanie pojazdem, a więc utrzymanie stałego kierunku jazdy lub jego zmianę zgodnie z wolą kierowcy.



Potrzebę stosowania układu kierowniczego ze zwrotnicami przedstawia poniższy rysunek:



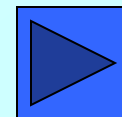
W rozwiązaniu *b*) pole powierzchni podparcia pojazdu zmienia się wraz ze wzrostem kąta skrętu osi, powodując powstanie niestabilności ruchu pojazdu.



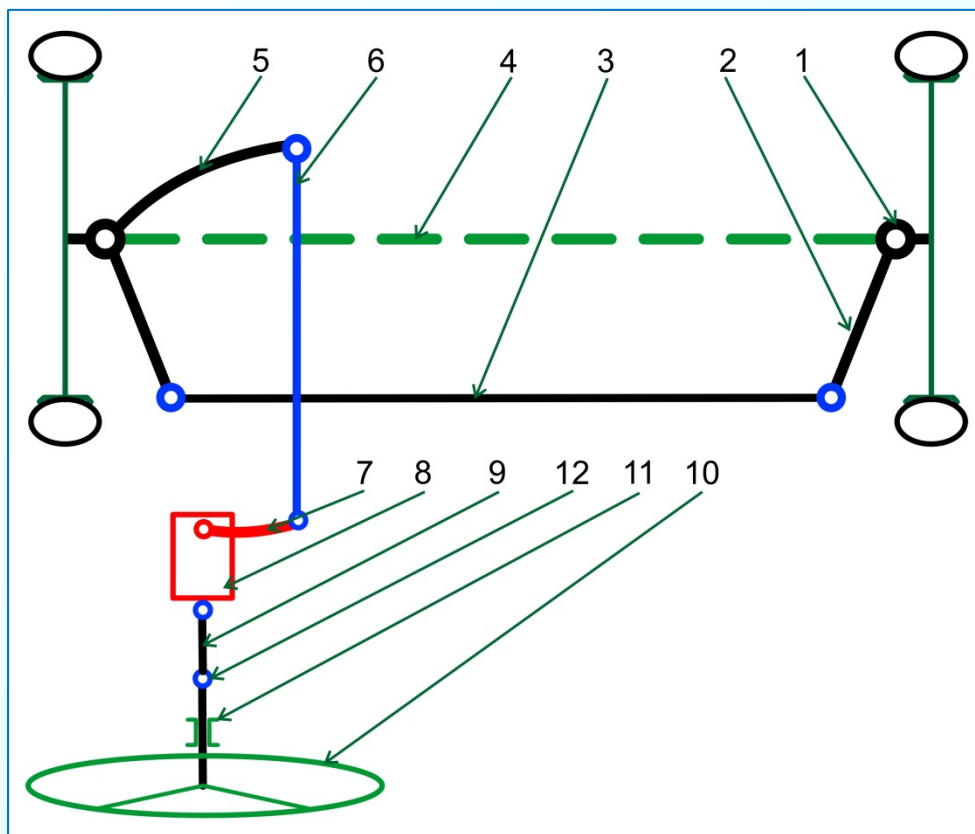


Układ kierowniczy powinien odpowiadać następującym warunkom:

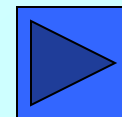
- koła skręcone powinny samoczynnie powracać do położenia odpowiadającego kierunkowi jazdy na wprost oraz zapewnić utrzymanie tego kierunku mimo działania sił bocznych niezależnych od kierowcy;
- pionowe przemieszczanie kół kierowanych wywołane nierównościami drogi nie powinno powodować zmiany kierunku jazdy;
- kierowanie pojazdem powinno być łatwe i skuteczne z użyciem możliwie małych sił na kole kierowniczym;
- uderzenia wywołane nierównościami nawierzchni nie powinny być odczuwalne na kole kierowniczym;
- **zależność kinematyczna między kątami skrętu kół kierowanych powinna być możliwie bliska zależności teoretycznej;**
- uszkodzenie mechanizmu wspomagającego nie może pozbawić kierującego możliwości prowadzenia pojazdu;



Podstawowa budowa układu kierowniczego:



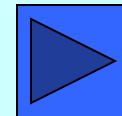
1. zwrotnica
2. dźwignia zwrotnicy
3. drążek poprzeczny
4. belka osi (*nie musi występować*)
5. ramię zwrotnicy
6. drążek podłużny
7. ramię przekładni kierowniczej
8. przekładnia kierownicza (ślimakowa lub śrubowa)
9. wał kierownicy
10. koło kierownicy
11. kolumna kierownicy
12. Przeguby wału kierownicy





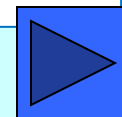
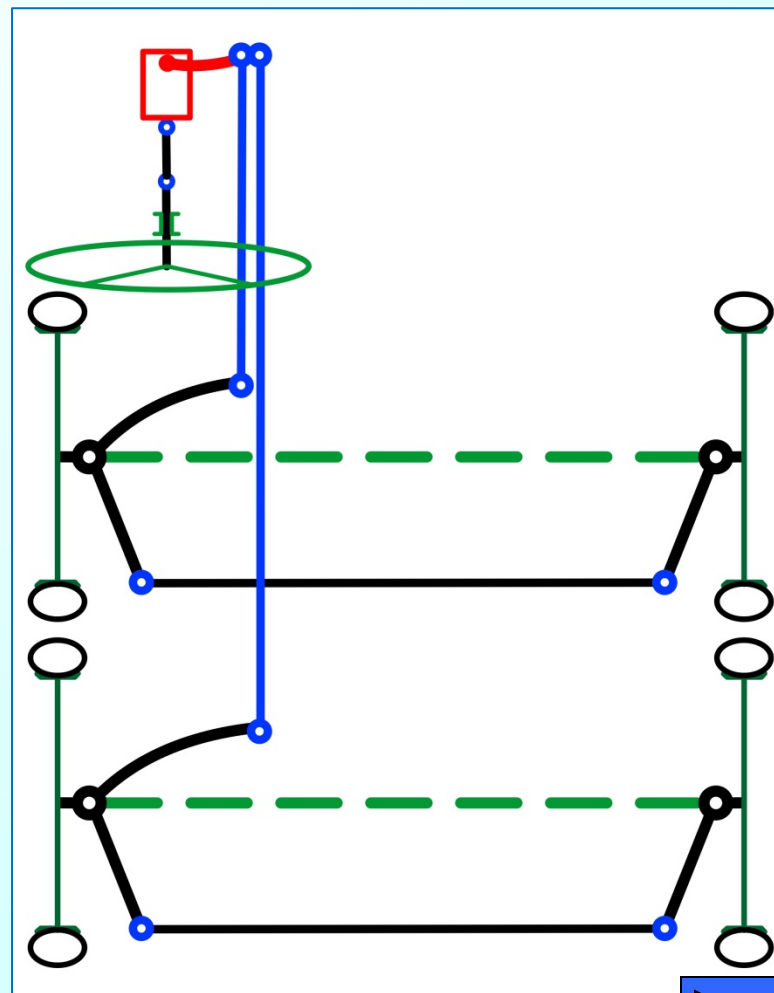
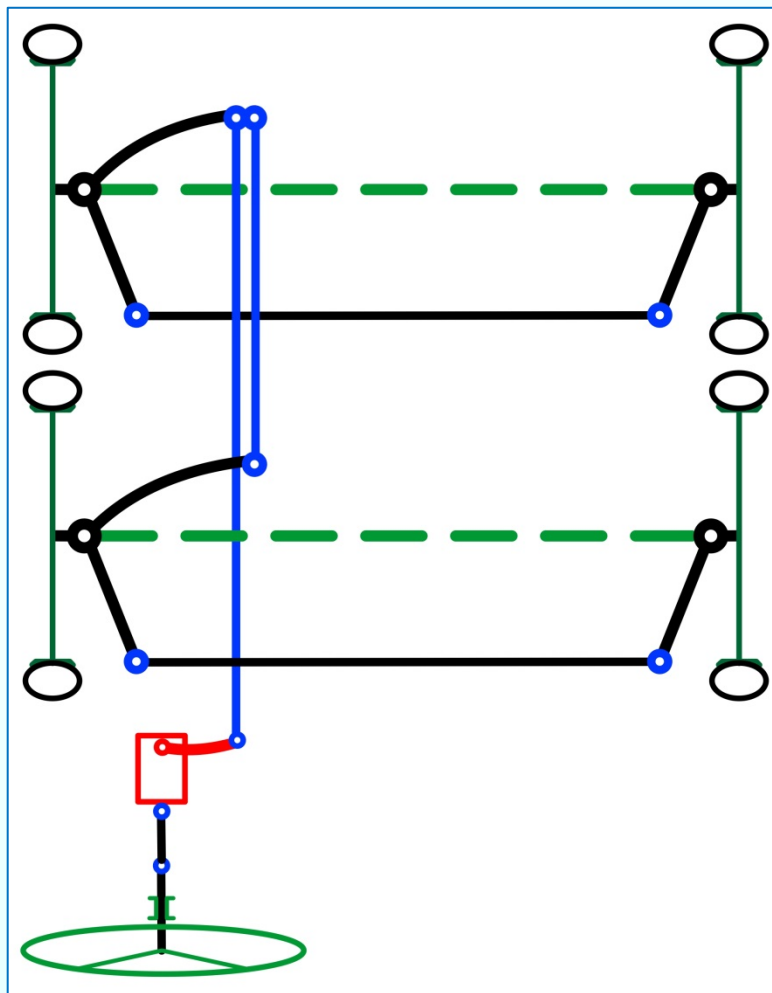
The diagram illustrates a mechanical linkage system. It features a central horizontal assembly with a red rectangular region highlighting a specific component. The system is supported by vertical green lines and includes a base with a green oval and a green bracket. Numbered labels (1-12) point to various parts of the mechanism, including joints, links, and the base. The red rectangle highlights a component labeled 8, which is a small white square with a red border, located on a horizontal black link.

1. zwrotnica
2. dźwignia zwrotnicy
3. drążek poprzeczny
4. belka osi (*nie musi występować – najczęściej zawieszenie niezależne*)
- ~~5. ramię zwrotnicy~~
- ~~6. drążek podłużny~~
- ~~7. ramię przekładni kierowniczej~~
8. przekładnia kierownicza zębatkowa
9. wał kierownicy
10. koło kierownicy
11. kolumna kierownicy
12. Przeguby wału kierownicy





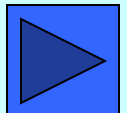
Układ kierowniczy samochodu ciężkiego



[illegible]

Kierowanie dwoma osiami przednimi w samochodzie ciężkim

1 – przekładnia kierownicza, 2 – ramię przekładni (mocowanie 2 drążków),
3 – pośrednie ramię przekładni kierowniczej, 4 – podłużne drążki pomocnicze,
5 – siłownik pomocniczy, 6 – ramiona zwrotnic





Układ kierowniczy składa się z dwóch mechanizmów:

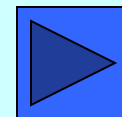
mechanizm zwrotniczy - zapewniający takie połączenie kinematyczne kół, dzięki któremu koła pojazdu toczącego się po torze krzywoliniowym toczą się bez poślizgu;

W skład tego mech. wchodzi: zwrotnice, dźwignie zwrotnic, drążek poprzeczny;

mechanizm kierowania - umożliwia skręt kół kierowanych oraz dzięki odpowiedniemu przełożeniu dostosowuje wartość sił przyłożonych do koła kierownicy i wartości kąta skrętu tego koła do wartości sił i kątów niezbędnych do kierowania pojazdem.

W skład tego mechanizmu wchodzi: koło kierownicy, wał kierownicy, kolumna kierownicy, przekładnia kierownicza z ramieniem, drążek podłużny, ramię zwrotnicy;

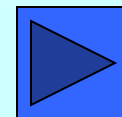
System DRIVE-BY-WIRE – kierowanie przez kabel – brak mechanicznego połączenia koła kierownicy z kołami kierowanymi;



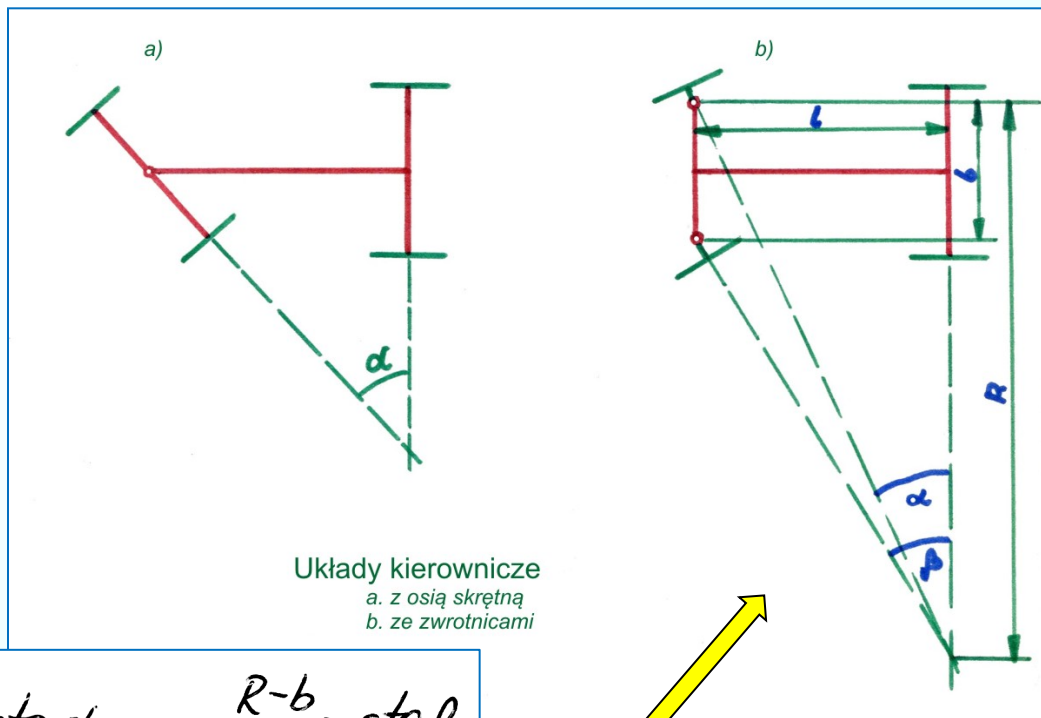


Mechanizm zwrotniczy

W prawidłowo działającym mechanizmie zwrotniczym powinny występować takie zależności kinematyczne pomiędzy kątami skrętu obydwu kół kierowanych, żeby podczas jazdy po łuku o dowolnym promieniu krzywizny każde z kół samochodu mogło toczyć się bez poślizgu bocznego, tzn. po torze, którego promień krzywizny jest zawsze prostopadły do płaszczyzny koła jezdnego.



Mechanizm zwrotniczy



Układy kierownicze
a. z osią skrętną
b. ze zwrotnicami

gdzie:

α - kąt skrętu skręcanego koła zewnętrznego

β - kąt skrętu skręcanego koła wewnętrznego

l - rozstaw osi

b - rozstaw kół

R - promień okręgu koła skrętnego na zewnątrz zakrętu

$$\frac{R}{l} = \operatorname{ctg} \alpha$$

$$\frac{R-b}{l} = \operatorname{ctg} \beta$$

$$\frac{R}{l} - \frac{R-b}{l} = \operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \beta$$

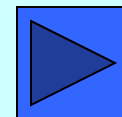
$$\frac{R}{l} - \frac{R}{l} + \frac{b}{l} = \operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \beta$$

$$\operatorname{ctg} \alpha = \operatorname{ctg} \beta + \frac{b}{l}$$

Wniosek:

Różnice między kątami skręcania obydwu kół na zakręcie są:

- tym większe, im samochód jest szerszy, i
- tym mniejsze, im samochód jest dłuższy.




$$m = (0,14 - 0,16) \text{ b}$$

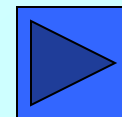
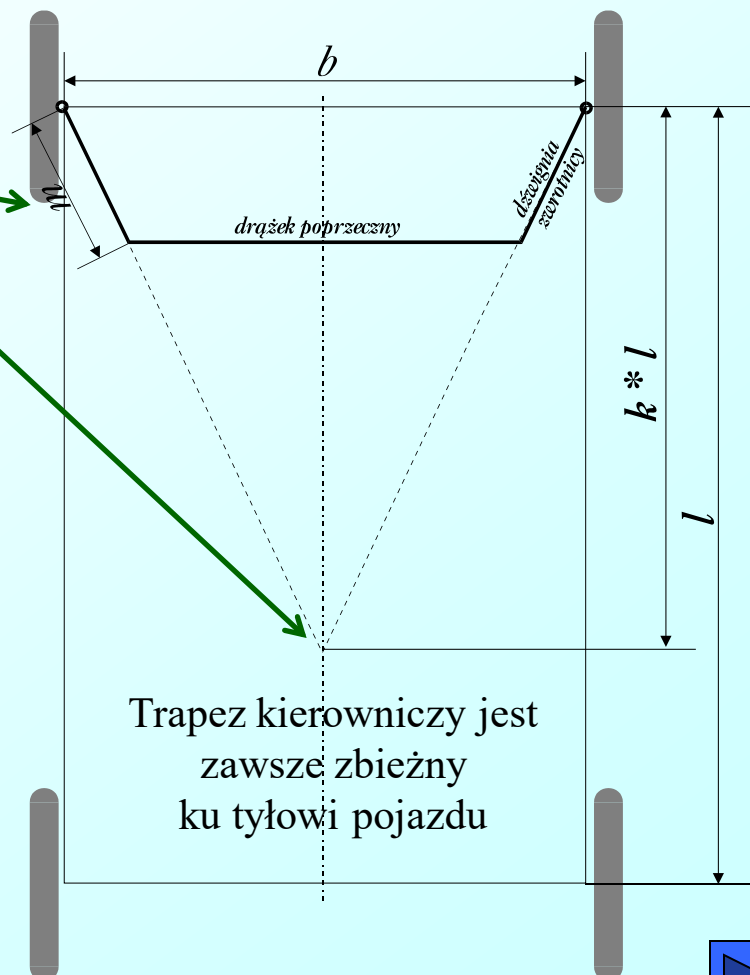
$$k = 0,7 - 0,8$$

gdzie:

m - długość dźwigni zwrotnicy

k - współczynnik proporcjonalności

Dla ustalonej wartości b dobiera się długości dźwigni zwrotnic m oraz współczynnik proporcjonalności k . Jeżeli dźwignie zwrotnic są zbyt krótkie, to siły działające na drążek poprzeczny pochodzące od momentów oporów ruchu i uderzeń kół będą osiągać duże wartości. Natomiast zbyt długie dźwignie zwrotnic utrudniają rozmieszczenie mechanizmu zwrotniczego w pojeździe.





Krzywa błędu mechanizmu zwrotniczego

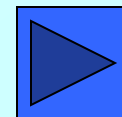
Mechanizm zwrotniczy pojazdu obarczony jest błędem będącym różnicą między teoretycznymi kątami skrętu koła lewego i prawego (wynikającymi ze wzoru matematycznego), a ich rzeczywistą wartością. Koła kierowane powinny ustawiać się swoimi płaszczyznami prostopadle do promienia okręgu, po którym się poruszają.

W rzeczywistości tak nie jest.

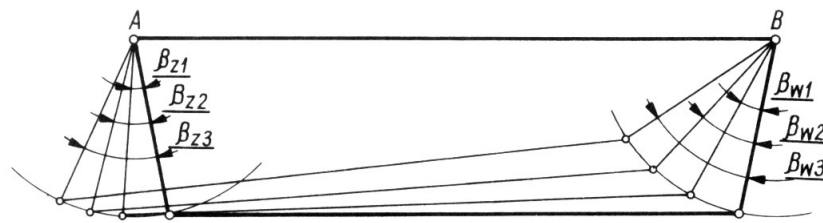
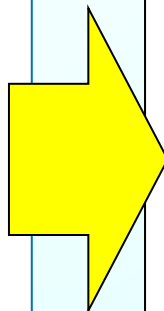
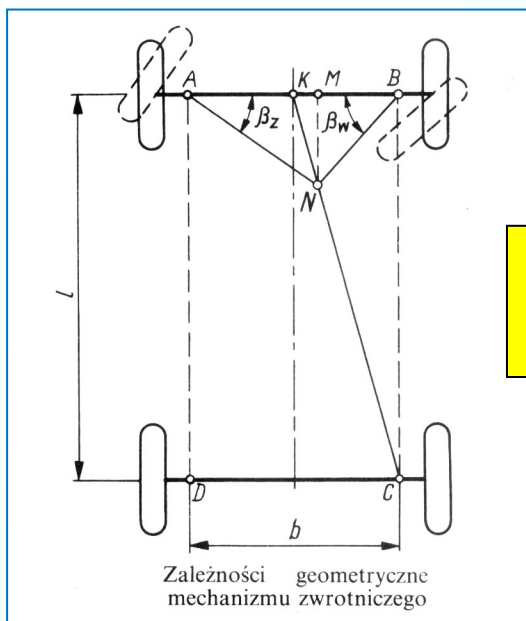
Stosuje się metodę wykreślną do wykazania tej różnicy.

Krzywa błędu jest więc wykresem przedstawiającym różnicę między teoretycznymi kątami skrętu kół kierowanych lewego i prawego, a ich rzeczywistą wartością.

Krzywą błędu mechanizmu zwrotniczego wyznacza się przy uwzględnieniu rozstawu kół, rozstawu osi oraz wskaźników m i k .



Krzywa błędu mechanizmu zwrotniczego

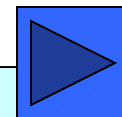


Krzywa rzeczywista
(K-N₁-N₂-N₃-N_n)

Sposób wyznaczania
krzywej błędu mechanizmu zwrotniczego

Krzywa teoretyczna
(prosta K-C)

Punkt C





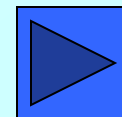
Mechanizm kierowania

Mechanizm kierowania służy do przekazywania obrotowego ruchu koła kierownicy na zwrotnice w celu skręcenia kół kierowanych.

Głównym zespołem mechanizmu kierowania jest przekładnia kierownicza. Jej zadaniem jest zapewnienie odpowiedniego przełożenia kinematycznego i dynamicznego oraz odpowiedniej charakterystyki sprawności mechanizmu.

Przełożeniem kinematycznym i_k przekładni kierowniczej nazywamy stosunek kąta obrotu α_k koła kierowniczego do kąta obrotu α_w wałka, na którym osadzone jest ramię przekładni kierowniczej. Wartość i_k nie jest stała, lecz zależy od tego, w jakim położeniu ustawiona jest przekładnia.

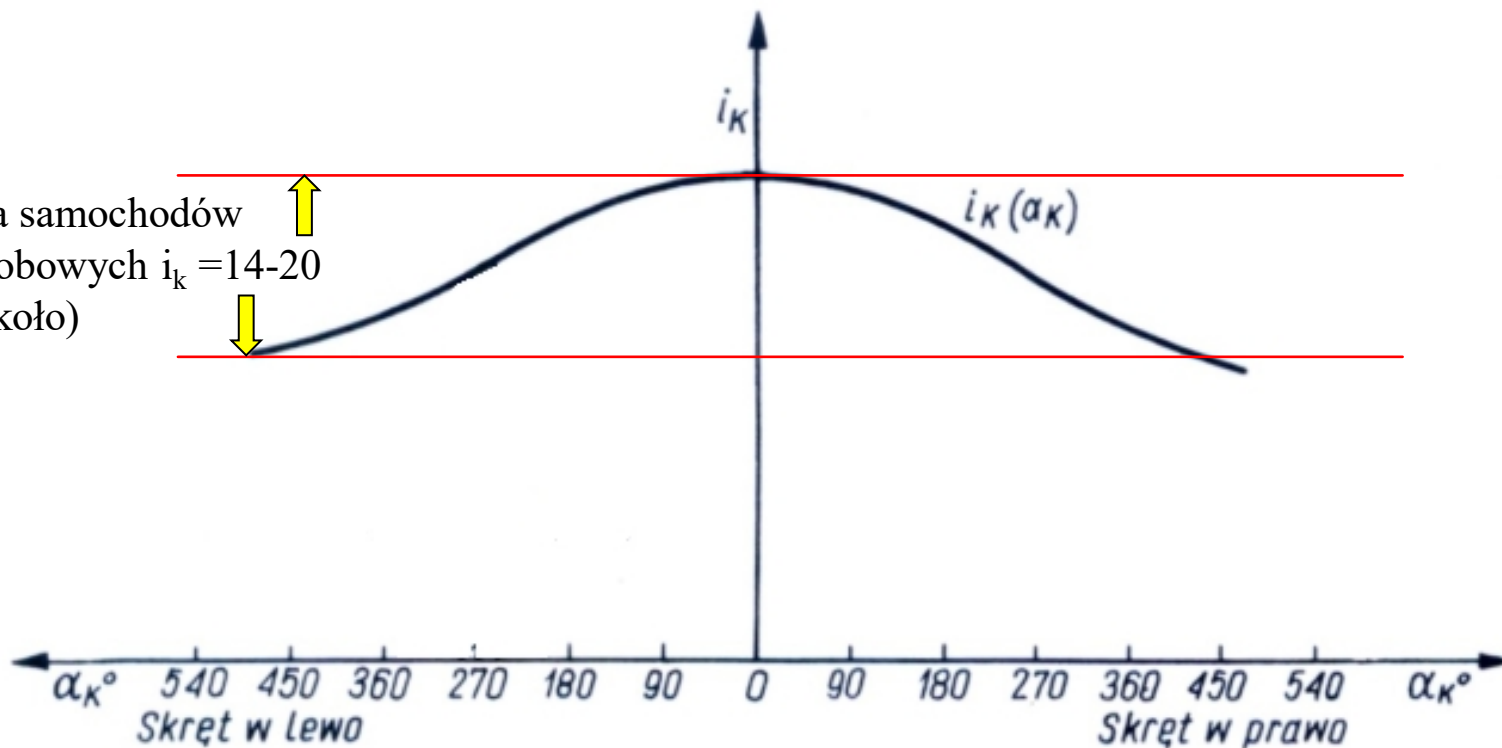
Największe przełożenia powinny odpowiadać ustawieniu przekładni do jazdy na wprost, gdyż w takim położeniu kierowca posługuje się przekładnią najczęściej (ruchy korekcyjne i łagodne skręty). Przy skrętach ostrych i manewrowaniu, najważniejsze jest szybkie skręcanie kół jezdnych, kosztem przyłożenia większych sił, więc przełożenie kinematyczne przybiera większe wartości.



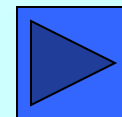


Układ kierowniczy

dla samochodów
osobowych $i_k = 14-20$
(około)



Charakterystyka przełożenia kinematycznego przekładni kierowniczej
w funkcji kąta obrotu koła kierownicy





Układ kierowniczy

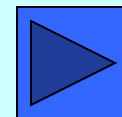
Przełożeniem dynamicznym i_d układu kierowniczego nazywamy stosunek momentu M_w na wałku wyjściowym przekładni do momentu M_k przyłożonym na kole kierowniczym.

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

Wartości przełożeń i_d

Samochody osobowe ok. 100

Samochody ciężarowe ok. 300





Układ kierowniczy

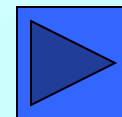
Sprawność przekładni η to stosunek pracy odbieranej L_w do pracy włożonej L_k przy obracaniu koła kierownicy. Jest to również zależność między przełożeniem kinematycznym a dynamicznym.

$$\eta = \frac{M_w * \alpha_w}{M_k * \alpha_k} = \frac{i_d}{i_k}$$

gdzie:

- M_w - moment na wałku wyjściowym przekładni
- M_k - moment na kole kierowniczym
- α_k - kąt obrotu koła kierownicy
- α_w - kąt obrotu wałka ramienia przekładni kierowniczej

Prawidłowo działająca przekładnia powinna mieć większą sprawność przy przekazywaniu momentu od koła kierownicy do kół jezdnych i mniejszą sprawność przy przekazywaniu momentu od kół jezdnych na koło kierownicy (**odwracalność przekładni kierowniczej**). Ma to na celu zwiększenie komfortu jazdy przez niedopuszczenie do nadmiernych drgań kierownicy spowodowanych najeżdżaniem samochodu na nierówności drogi oraz działaniem momentów stabilizujących (działanie kąta wyprzedzenia zwrotnicy), gdy na zakręcie koła powracają do jazdy na wprost.



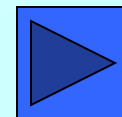


Przekładnie kierownicze

W zależności od konstrukcji elementów współpracujących i sposobu (możliwości) regulacji i kasacji luzu między nimi, przekładnie kierownicze dzielimy na: *(klasyfikacja wybiórcza)*

1. ślimakowe
 - a. ślimak – ślimacznicą
 - b. ślimak – sektor walcowej ślimacznicy
 - c. ślimak – sektor talerzowej ślimacznicy
 - d. ślimak globoidalny – rolka (przekładnia globoidalna)
2. śrubowe
 - a. śruba – nakrętka – dźwignia
 - b. śruba – nakrętka – sektor walcowej ślimacznicy**
 - c. inne
3. korbowe (wodzikowe)
- 4. zębatkowe**

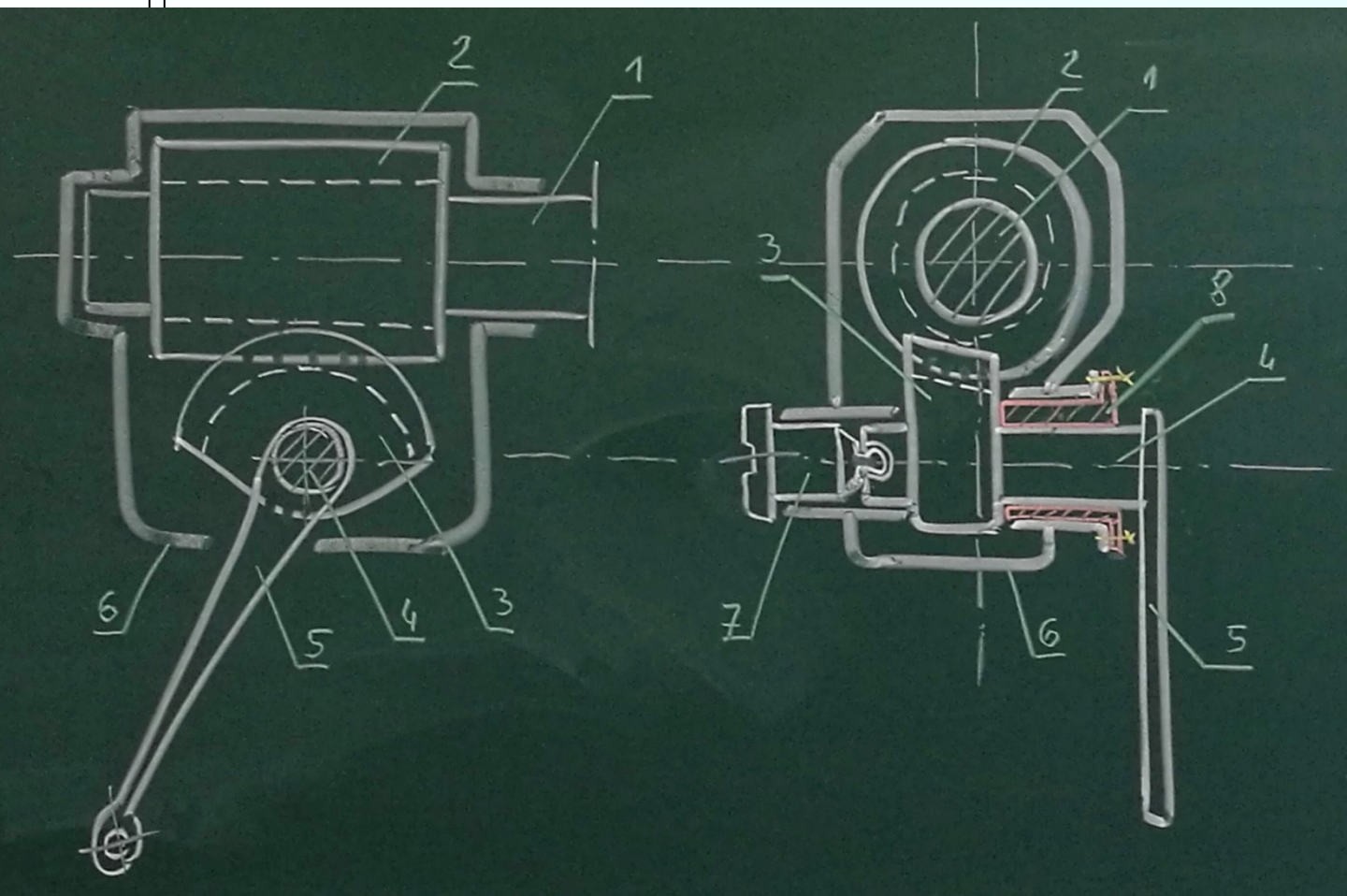
Ze względu na możliwość zamontowania hydraulicznego wspomaganie układu kierowniczego, współcześnie zastosowanie mają tylko przekładnie podkreślone.



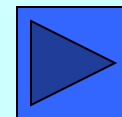


Przekładnia kierownicza ślimakowa

ślimak – sektor walcowej ślimacznicy



1. Wałek wzdłużny
2. Walcowy ślimak
3. Sektor walcowej ślimacznicy
4. Wałek poprzeczny
5. Ramię przekładni kierowniczej
6. Korpus przekładni
7. Śruba kasacji luzu przekładni
8. Tuleja mimośrodowa kasacji luzu przekładni *(występuje tylko w niektórych przekładniach)*

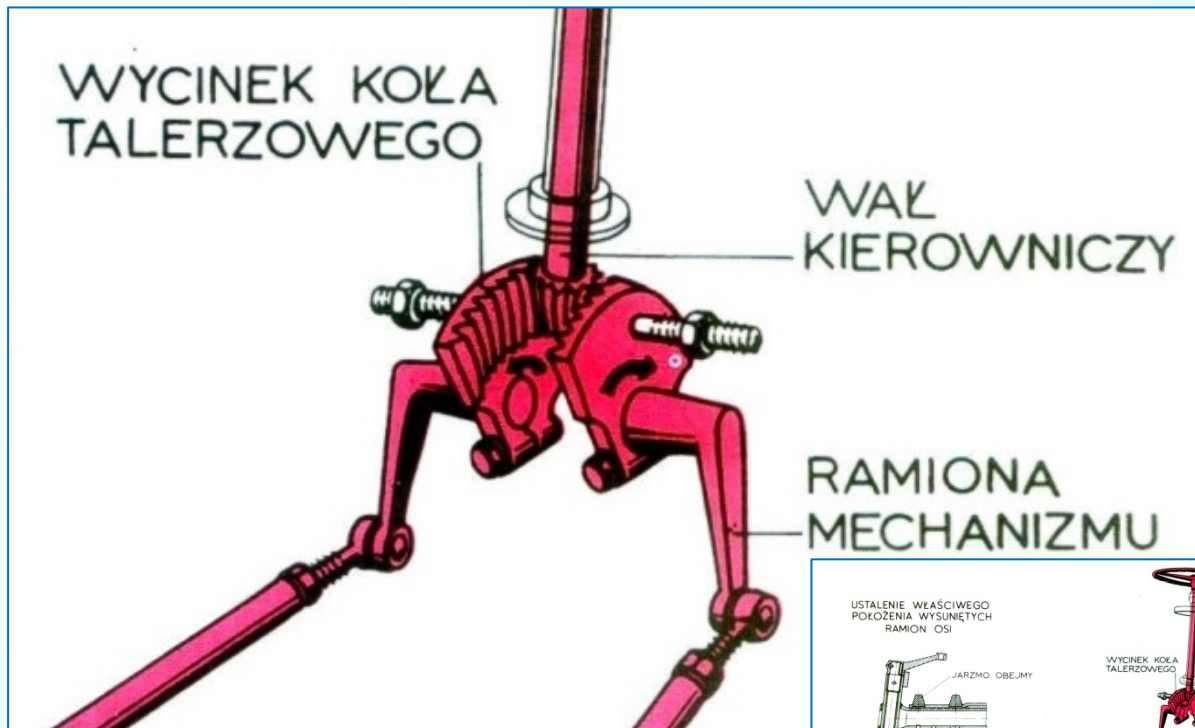




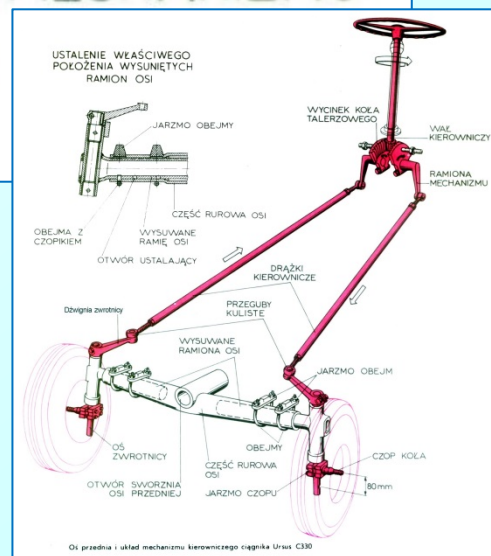
Układ kierowniczy

Przekładnia kierownicza ślimakowa

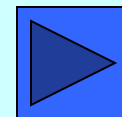
ślimak – sektor talerzowej ślimacznicy



Ursus C330



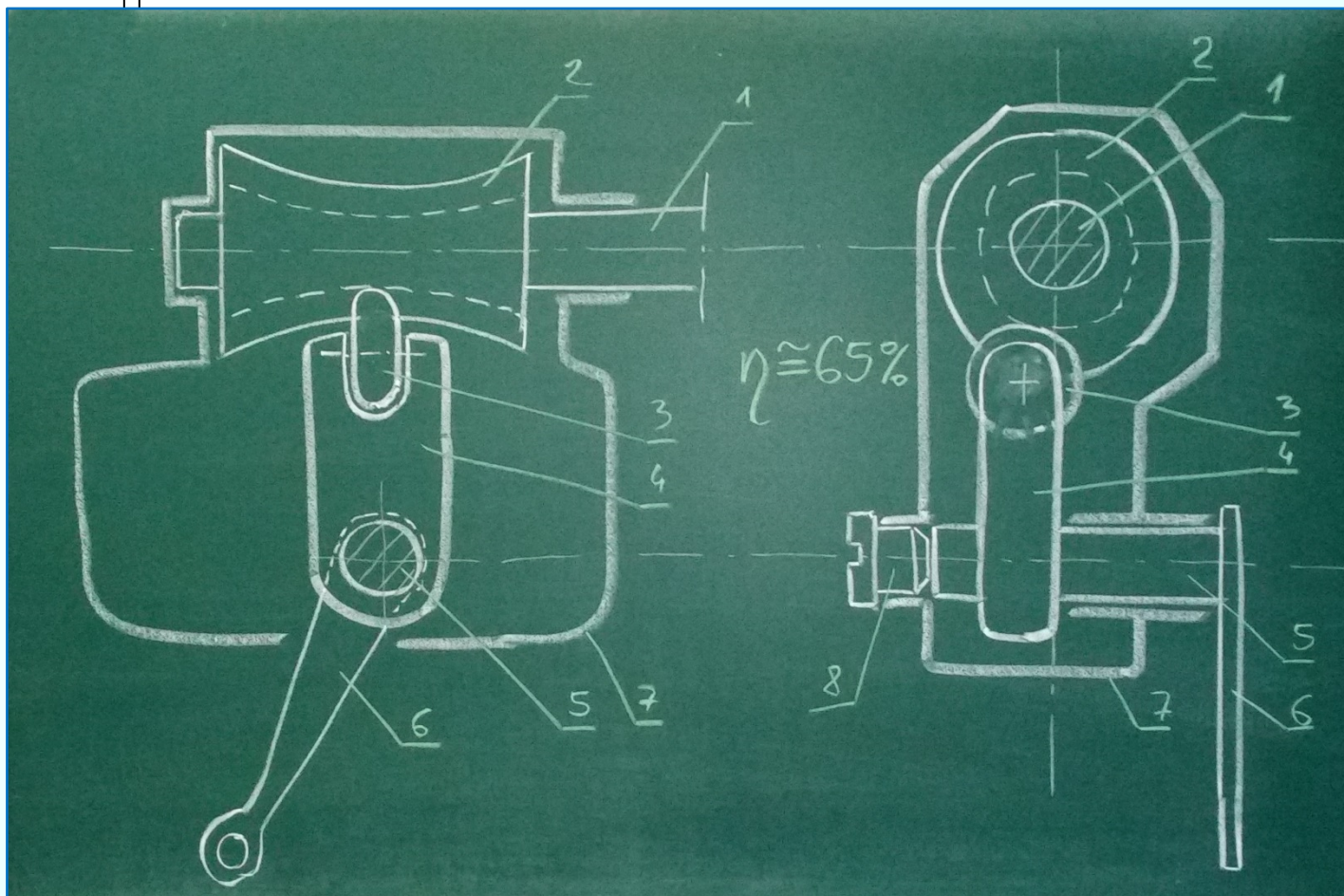
*Rysunek – Podręcznik traktorzysty





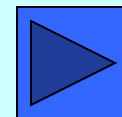
Przekładnia kierownicza ślimakowa

globoidalny ślimak – rolka



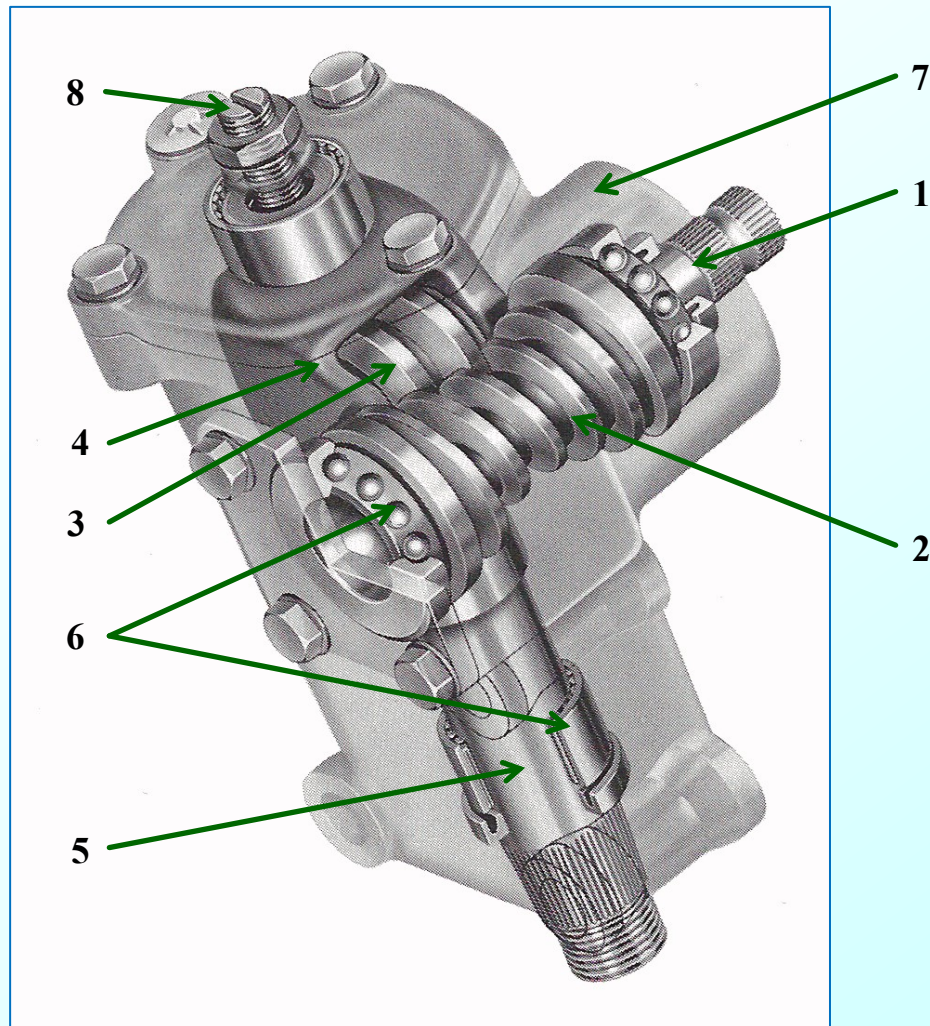
1. Wałek wzdłużny
2. Globoidalny ślimak
3. Rolka
4. Jarzmo
5. Wałek poprzeczny
6. Ramię przekładni
7. Korpus
8. Śruba regulacji luzu

*Rysunek – schemat odręczny autora kredą na tablicy szkolnej

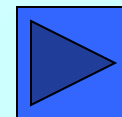


Przekładnia kierownicza ślimakowa

globoidalny ślimak – rolka



1. Wałek wzdłużny
2. Globoidalny ślimak
3. Rolka
4. Jarzmo
5. Wałek poprzeczny
6. Łożyskowanie wałków
7. Korpus
8. Śruba regulacji luzu

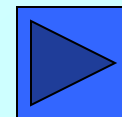
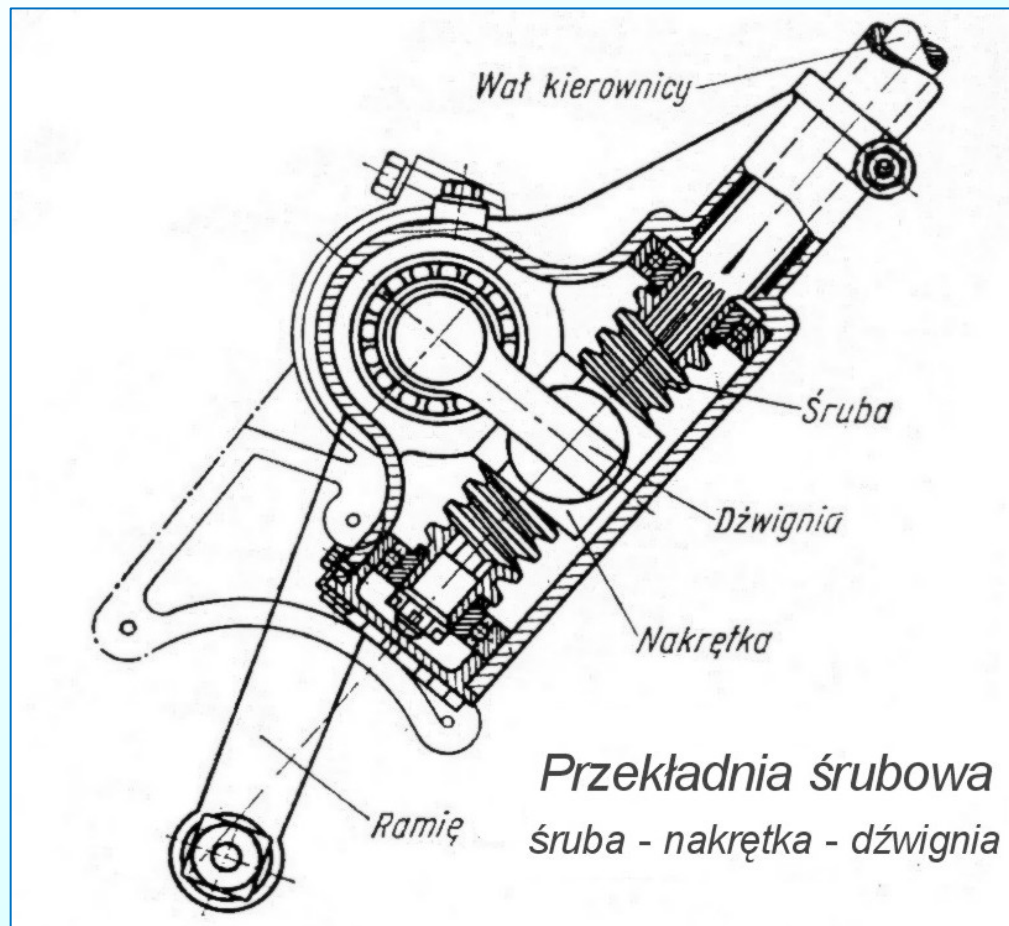




Układ kierowniczy

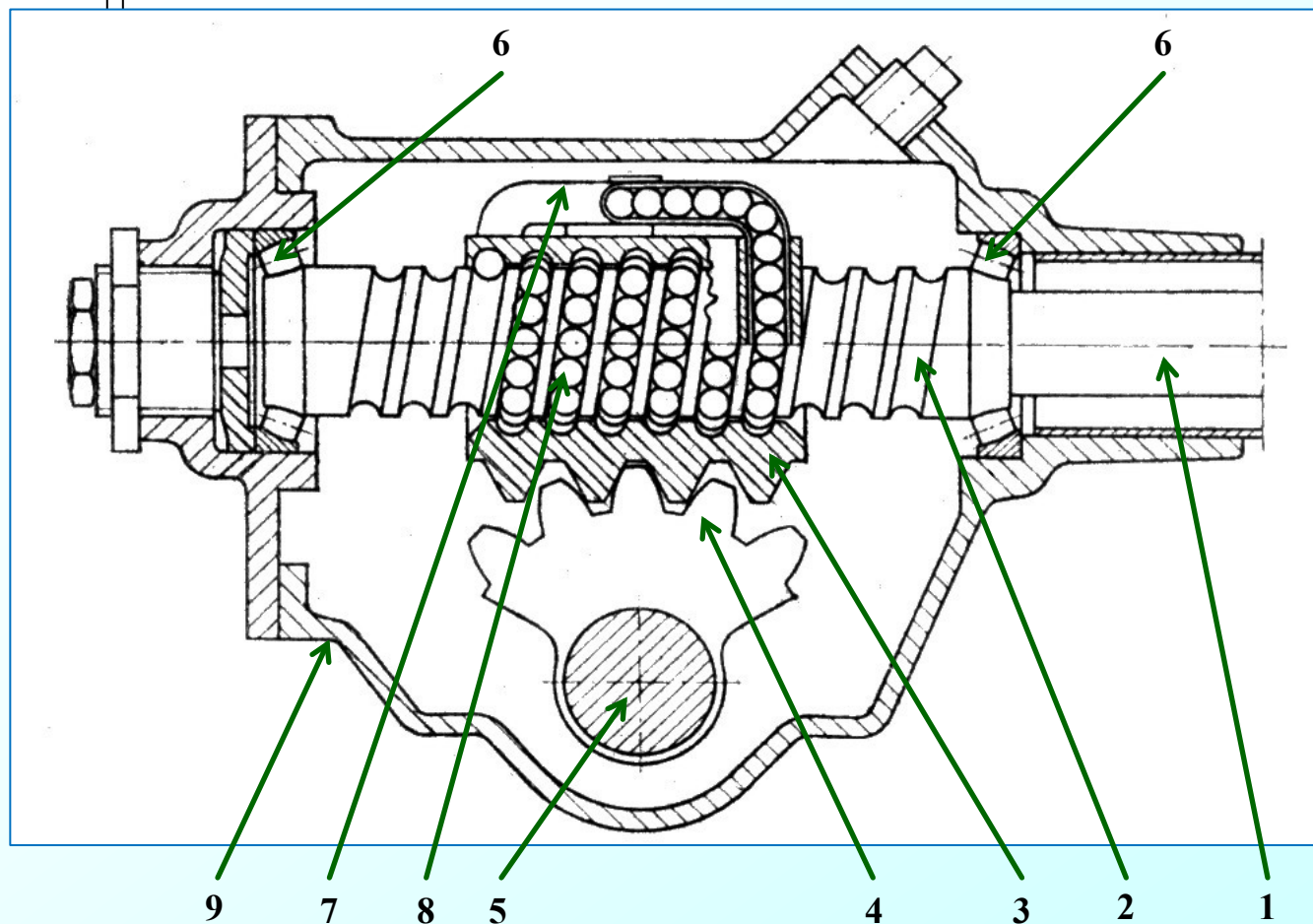
Przekładnia kierownicza śrubowa

śruba – nakrętka – dźwignia

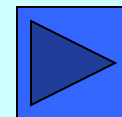


Przekładnia kierownicza śrubowa

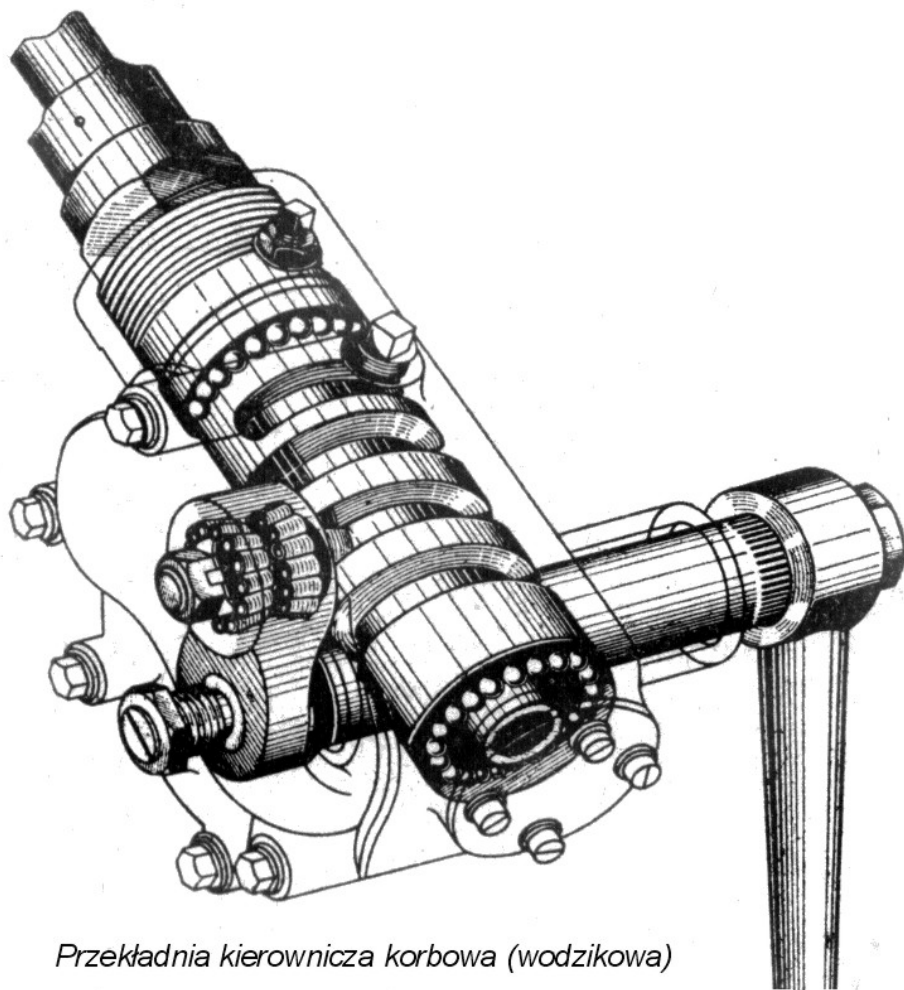
śruba – nakrętka – sektor walcowej ślimacznicy



1. Wałek wzdłużny
2. Śruba
3. Nakrętka z zębatką
4. Sektor walcowej ślimacznicy
5. Wałek poprzeczny
6. Łożyskowanie
7. Kanał (rynna) recyrkulacji kulek
8. Kule stalowe
9. Korpus



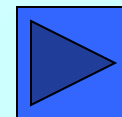
Przekładnia kierownicza korbowa (wodzikowa)



Przekładnia kierownicza korbowa (wodzikowa)

Nie ma zastosowania ze względu m. in. na:

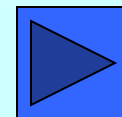
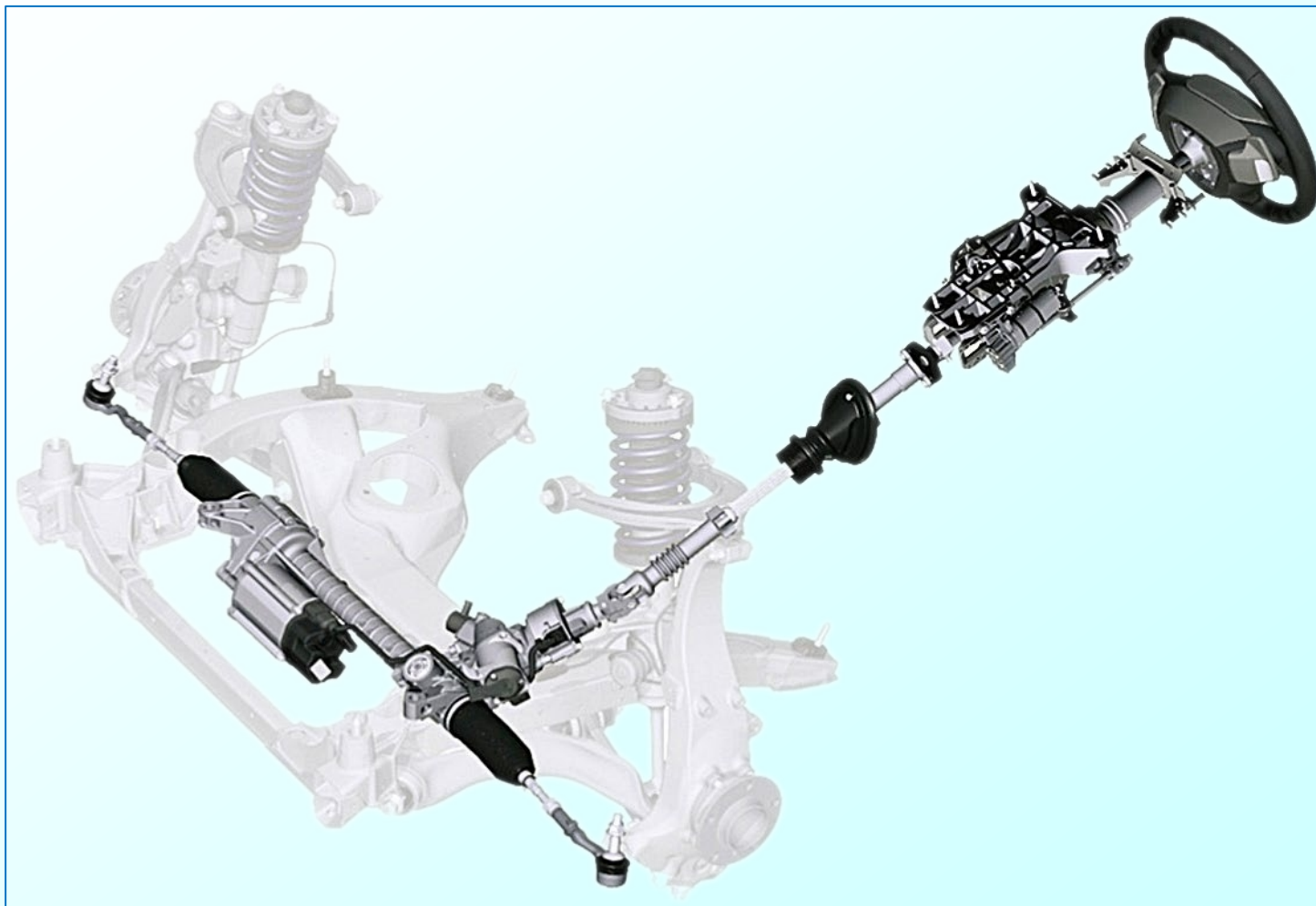
- ograniczone możliwości kasowania luzu pomiędzy rolką a śrubą z gwintem o przekroju prostokątnym.
- niewielki moment możliwy do przeniesienia



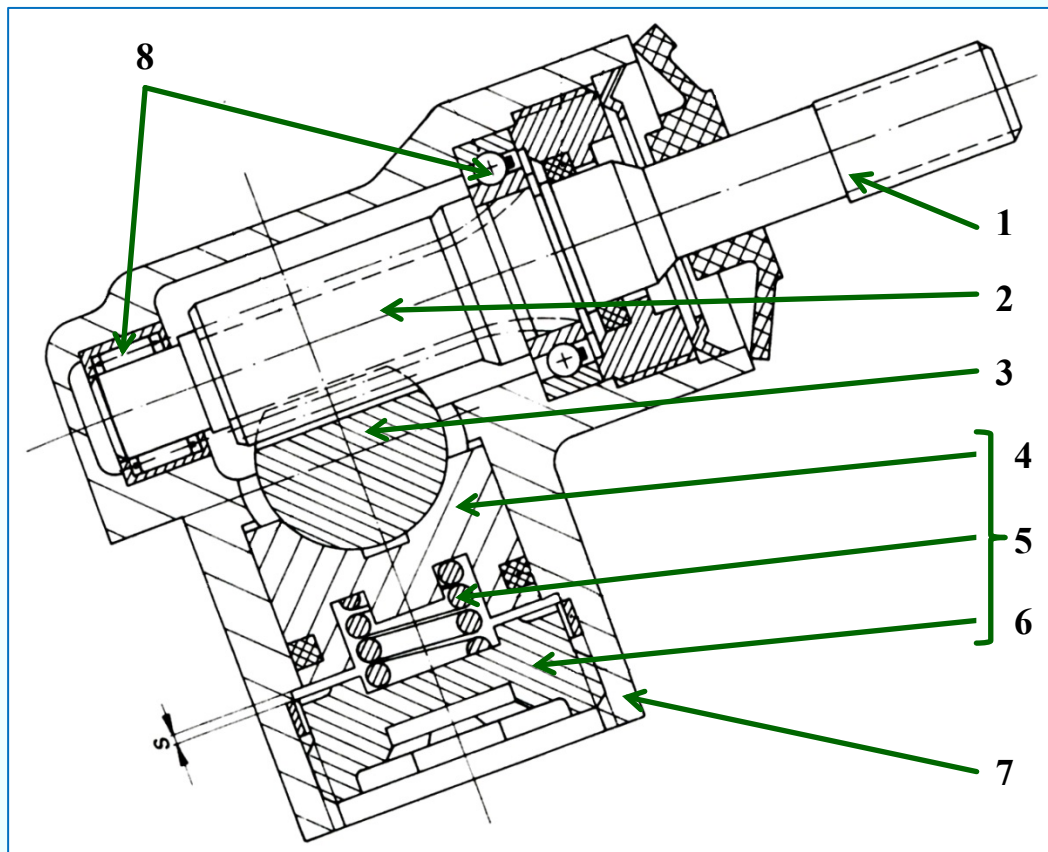


Układ kierowniczy

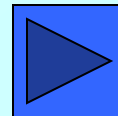
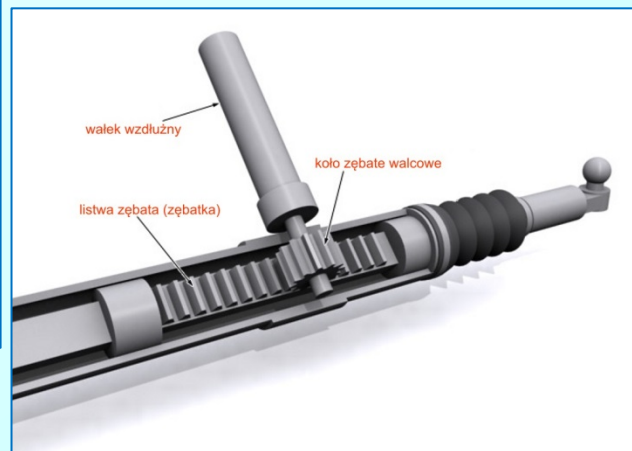
Przekładnia kierownicza zębatkowa



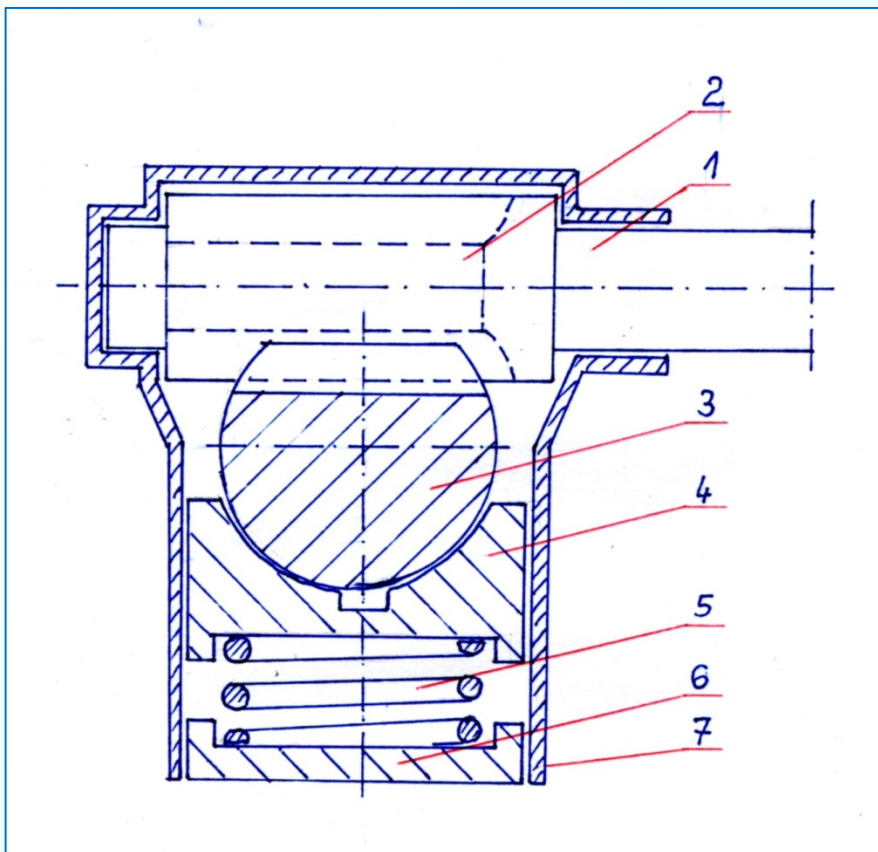
Przekładnia kierownicza zębatkowa



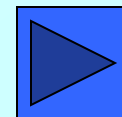
1. Walek wzdłużny
2. Koło zębate
3. Listwa zębata (zębatka)
4. Popychacz
5. Sprężyna
6. Nakrętka kasacji luzu
7. Korpus przekładni
8. Łożyskowanie wałka
- 4-5-6 Urządzenie stabilizacyjne



Przekładnia kierownicza zębatkowa

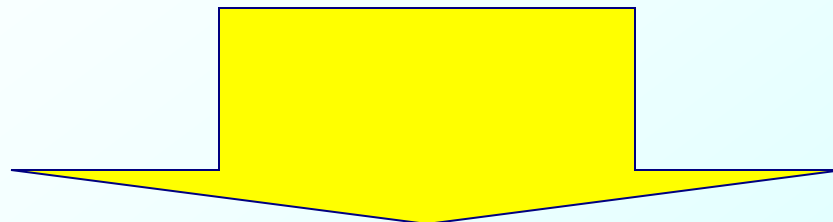


1. Walek wzdłużny
2. Koło zębate
3. Listwa zębata (zębatka)
4. Popychacz
5. Sprężyna
6. Nakrętka kasacji luzu
7. Korpus przekładni
- 4-5-6 Urządzenie stabilizacyjne





Układ kierowniczy



Dziękuję za uwagę

opracowanie mgr inż. Ireneusz Kulczyk – 2020-2021

Zespół Szkół Samochodowych w Bydgoszczy

