



# SZKOŁA POLICEALNA dla dorosłych

Kierunek kształcenia w zawodzie:

## TECHNIK POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH

Przedmiot:

*Budowa i naprawa pojazdów samochodowych*



*dr inż. Janusz Walkowiak*

## „USTAWIENIE KÓŁ JEZDNYCH”

### 1. Geometria kół i osi pojazdów samochodowych

1. Kąt pochylenia koła
2. Kąt pochylenia osi zwrotnicy
3. Kąt wyprzedzenia osi zwrotnicy
4. Zbieżność kół
5. Kąt skrętu kół
6. Kąt znoszenia
7. Urządzenia do pomiaru geometrii kół i osi

### 2. Koła i ogumienie

1. Rodzaje opon i obręczy
2. Oznakowanie opon i obręczy
3. Budowa opony
4. Wymagania stawiane oponom
5. Przyczyny i skutki przyspieszonego zużycia opon
6. Rozwiązania zwiększające bezpieczeństwo podczas przebicia opony

# Ustawienie kół jezdnych

Bardzo ważne w samochodzie jest właściwe ustawienie kół jezdnych. Koło spełnia swoje zadanie (najlepiej 'trzyma' się nawierzchni) jeżeli jest ustawione prostopadle do płaszczyzny jezdni.

Koła jezdne mocowane są do podatnego zawieszenia. Ich położenie względem nadwozia zmienia się podczas jazdy, a przez to zmienia się ich położenie względem płaszczyzny jezdni.

Pozycję kół można sprawdzić gdy pojazd stoi nieobciążony na stanowisku serwisowym. Każdy samochód ma ściśle określone położenie kół.

# Ustawienie kół jezdnych

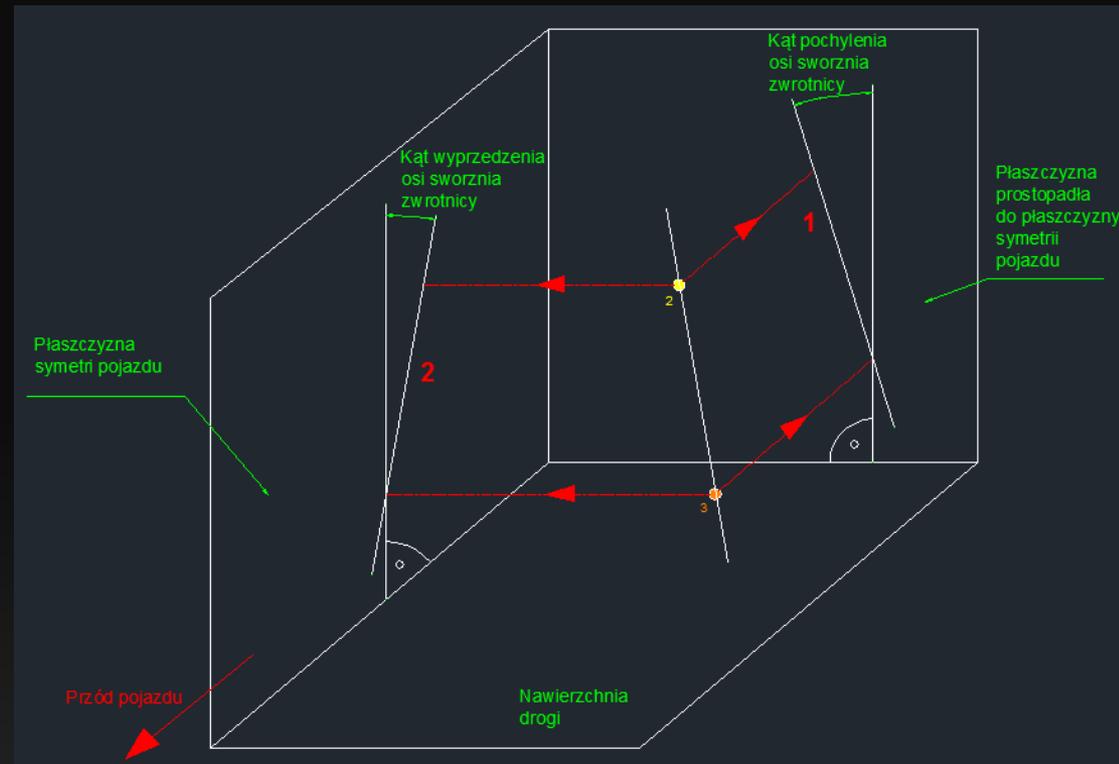
Pojazd ze źle ustawionymi kołami może w pewnych warunkach źle się zachowywać (podczas jazdy na łuku, podczas hamowania, może również zbaczać z zadanego kierunku jazdy („ściągać”). Skutkuje to ponadto szybszym (nierównym) zużyciem opon.

W większości samochodów nie ma możliwości zmiany pewnych parametrów ustawienia kół. Sprawdza się natomiast wszystkie parametry ustawienia, gdyż w ten sposób można wykryć odkształcenie nadwozia lub elementów zawieszenia, które powstały w wyniku źle przeprowadzonych napraw, regulacji czy też podczas normalnego zużycia – eksploatacji.

# Podstawowe wielkości dot. ustawienia kół

**Podstawowe wielkości określające ustawienie koła w przestrzeni to:**

1. Kąt pochylenia koła
2. Kąt pochylenia osi zwrotnicy
3. Kąt wyprzedzenia osi zwrotnicy
4. Zbieżność kół
5. Kąt skrętu kół
6. Kąt przekoszenia osi tylnej



# Zbieżność kół

Zbieżność kół określa się patrząc na koła z góry. Jeżeli przednie koła są skierowane ku sobie to koła są zbieżne (zbieżność dodatnia), jeżeli natomiast na zewnątrz to koła są rozbieżne (zbieżność ujemna).

Zwykle koła napędzane są ustawione rozbieżnie, natomiast nienapędzane zbieżnie.

Zbieżność określa się dla przednich i tylnych kół. Niewłaściwa zbieżność powoduje nierówne zużywanie się opon- głównie na krawędziach. Również niewłaściwe położenie koła kierownicy.

Dodatni kąt zbieżności całkowitej

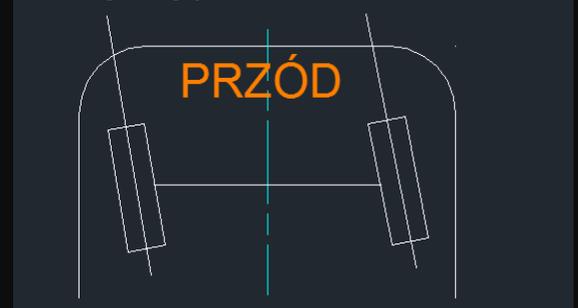


Ujemny kąt zbieżności całkowitej

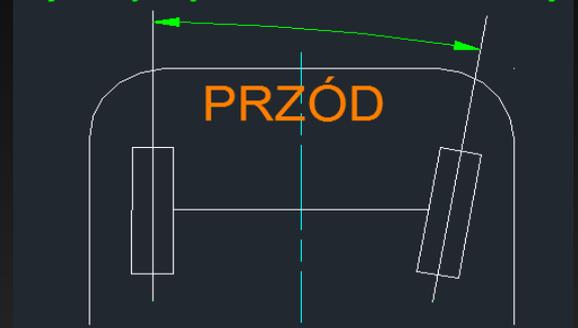


Kąt zbieżności całkowitej nie informuje o położeniu kół względem osi symetrii podwozia. Może więc mieć miejsce sytuacja, gdy kąt zbieżności całkowitej jest prawidłowy, natomiast kąty zbieżności półwkowej różne

Zerowy kąt zbieżności całkowitej - koła są ustawione równoległe względem siebie



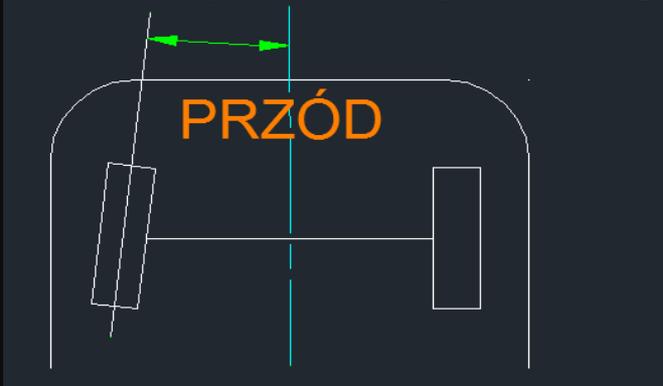
Ujemny kąt zbieżności całkowitej



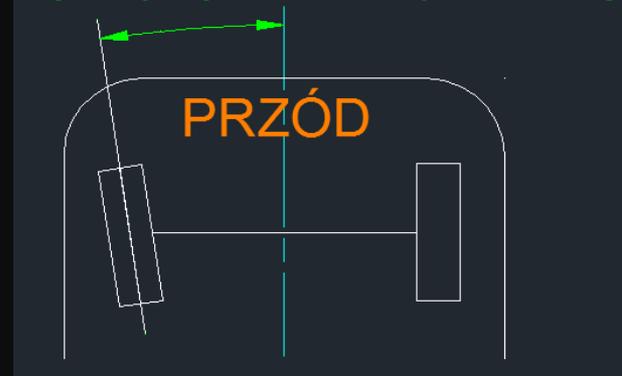
# Zbieżność połówkowa

Określa położenie kół względem osi symetrii pojazdu – jako różnicę odległości tylnej i przedniej krawędzi tarczy koła.

Dodatni kąt zbieżności połówkowej



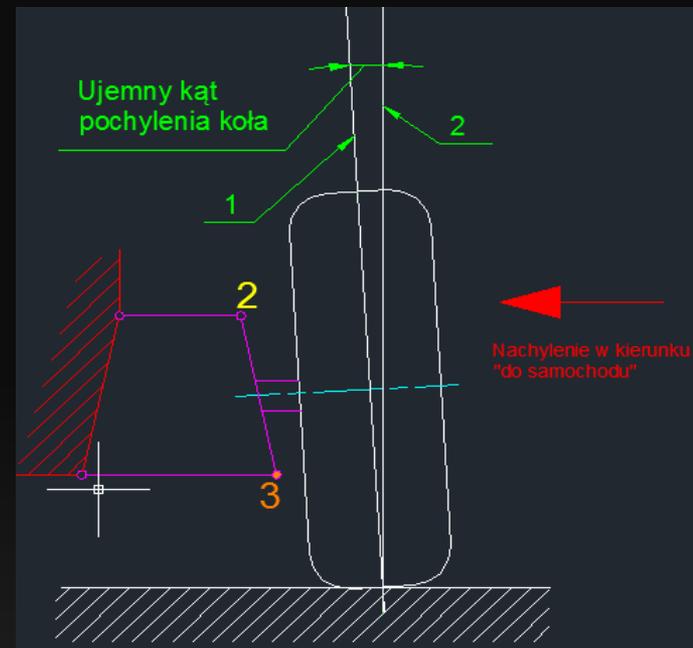
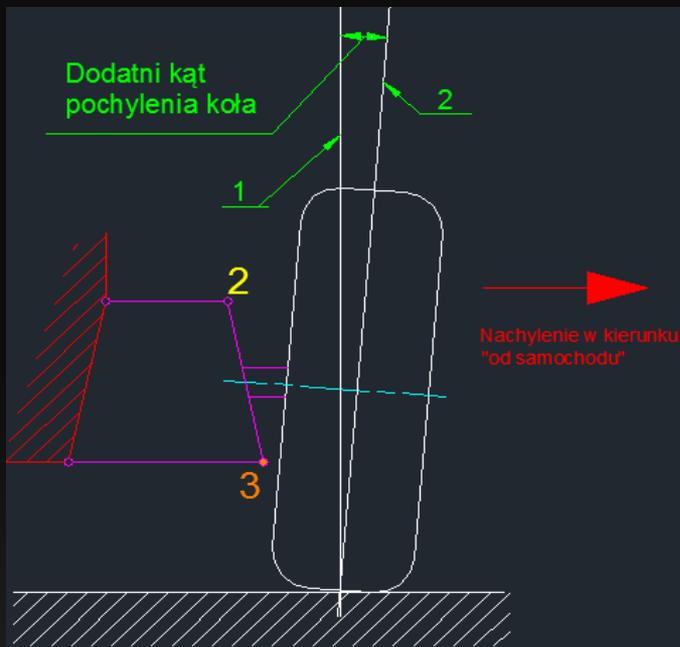
Ujemny kąt zbieżności połówkowej



# Kąt pochylenia koła

Kąt pochylenia koła jest zawarty pomiędzy kierunkiem pionowym a tarczą koła ??? z przodu. Jest on dodatni (+) gdy koło u góry jest skierowane na zewnątrz, ujemny (-) zaś gdy do wewnątrz. Kąt ten określa się dla kół przednich jak i tylnych.

Jego wartość: od  $-1^\circ$  do  $+1^\circ$ .



# Kąt pochylenia koła

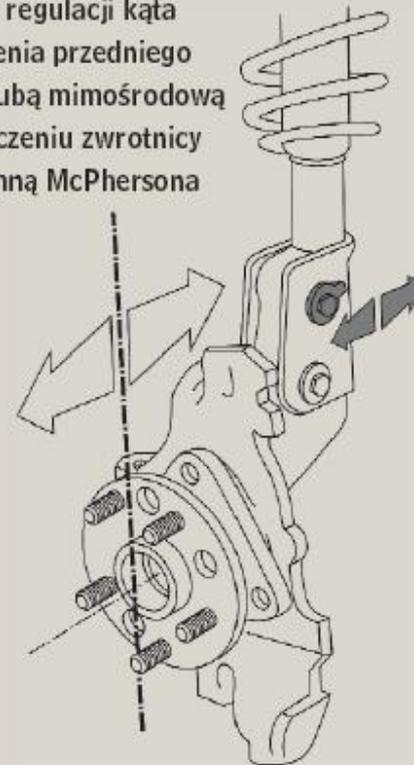
## KĄT POCHYLENIA KOŁA STOSUJE SIĘ W CELU:

- umożliwienia równoległego ustawienia się kół w czasie jazdy do przodu,
- dodatni kąt pochylenia koła zmniejsza siłę na kole kierownicy potrzebną do skrętu kół (zmniejsza się promień zataczania – ma to znaczenie szczególnie w pojazdach bez wspomagania układu kierowniczego),
- zmniejszenia obciążeń łożyska zewnętrznego piasty koła i nakrętki mocującej koło w czopie (w przypadku dodatniego kąta pochylenia koła),
- ograniczenia zużycia ogumienia (dopasowanie się opony do pochyłej drogi),
- eliminacji drgań samowzbudnych koła.



Śruby mimośrodowe do regulacji kąta pochylenia koła w zakresie  $\pm 3^\circ$

Zasada regulacji kąta pochylenia przedniego koła śrubą mimośrodową w połączeniu zwrotnicy z kolumną McPhersona

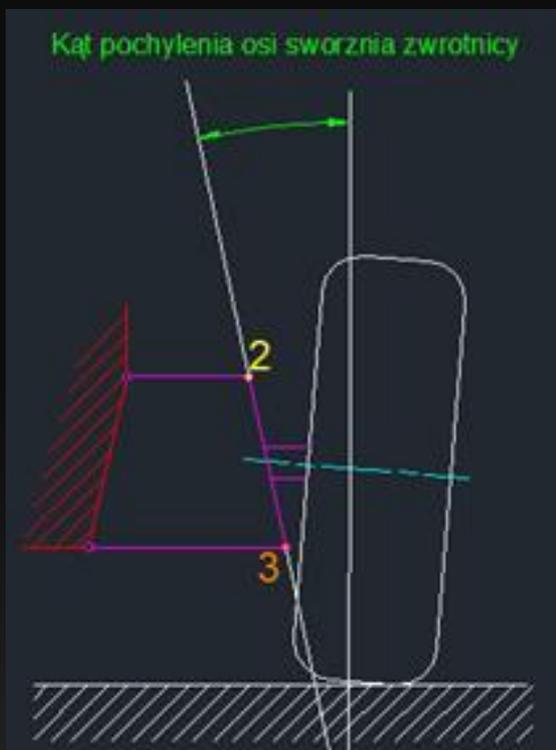


Sposób regulacji kąta pochylenia koła w zawieszeniu niezależnym typu MacPherson

# Kąt pochylenia osi zwrotnicy

Kąt pochylenia osi zwrotnicy jest zawarty między pionem a osią wokół której obraca się zwrotnica widziana z przodu pojazdu. Wynika z konstrukcji zawieszenia i zwykle nie jest regulowana. Wartości kąta zawsze są dodatnie (+).

Spotykane wartości kąta pochylenia osi zwrotnicy:  $11^\circ \div 15^\circ 30'$

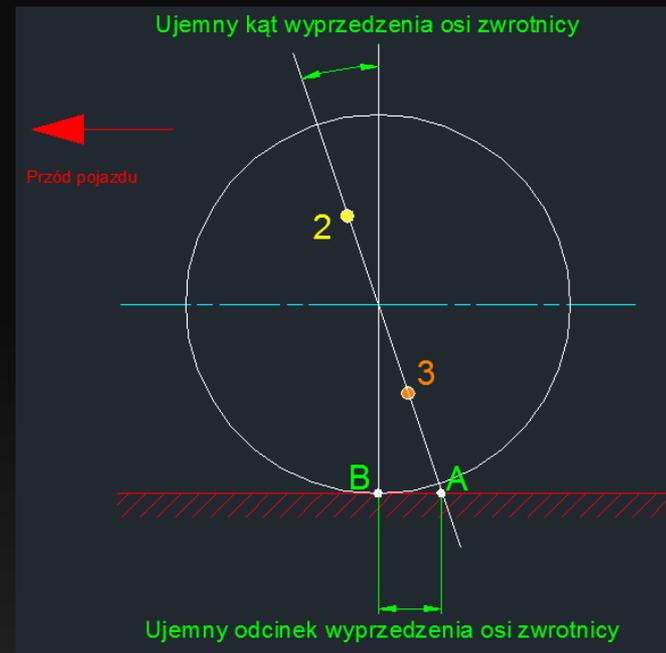
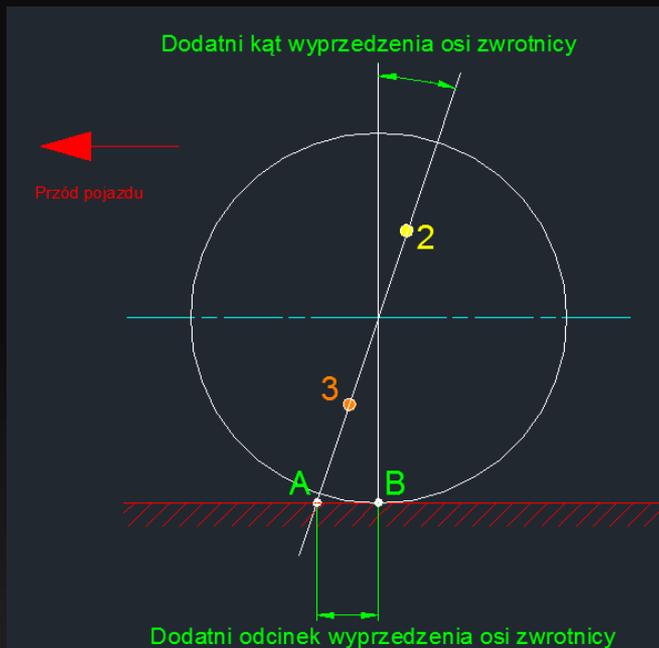


## CEL STOSOWANIA

Kąt pochylenia osi zwrotnicy stosuje się przede wszystkim w celu zapewnienia stabilności układu kierowniczego i powracania kierownicy do jazdy na wprost, co wpływa na komfort jazdy. Nieprawidłowe ustawienie kąta pochylenia osi sworznia zwrotnicy powoduje niestabilność pojazdu w czasie jazdy.

# Kąt wyprzedzenia osi zwrotnicy

Określa on pochylenie zwrotnicy w stosunku do pionu widoczne z boku samochodu. Kąt ten zapewnia stabilność jazdy na wprost. Pomaga też podczas powrotu kół do jazdy na wprost po wykonaniu skrętu. Kąt ten jest zawsze dodatni (+), oś obrotu jest zawsze pochylona ku tyłowi pojazdu. Im większa jego wartość tym lepsze utrzymanie kierunku jazdy na wprost i powrót kół do kierunku jazdy na wprost po wyjściu z zakrętu ale i utrudnione skręcanie kierownicą.

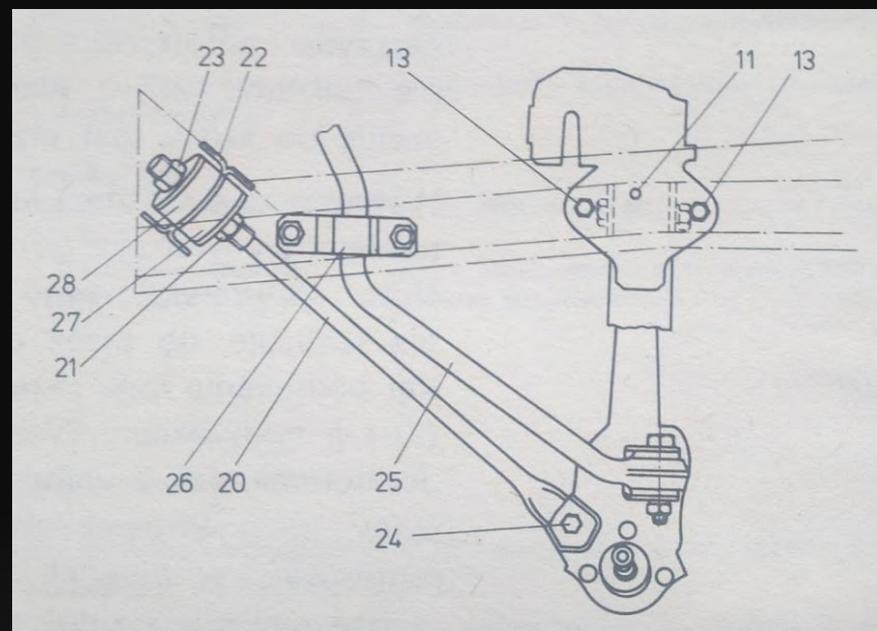


# Kąt wyprzedzenia osi zwrotnicy

Regulacja kąta wyprzedzenia osi zwrotnicy prowadzona jest najczęściej przez zmianę długości drążka stabilizatora, lub drążka reakcyjnego. Przykładowe rozwiązania przedstawiono na poniższych rysunkach.



Sposób regulacji wyprzedzenia osi zwrotnicy (Opel Agila). Strzałka wskazuje nakrętkę regulacyjną wraz z zawleczką zabezpieczającą przed odkręceniem. Łącznik gumowy osadzony w otworze wahacza ma za zadanie tłumić drgania wynikające z toczenia się opon radialnych.

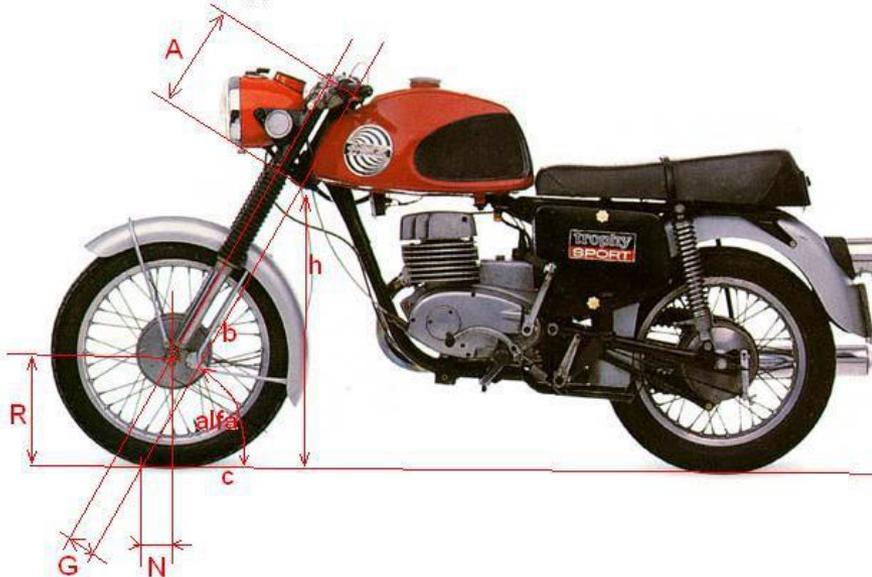
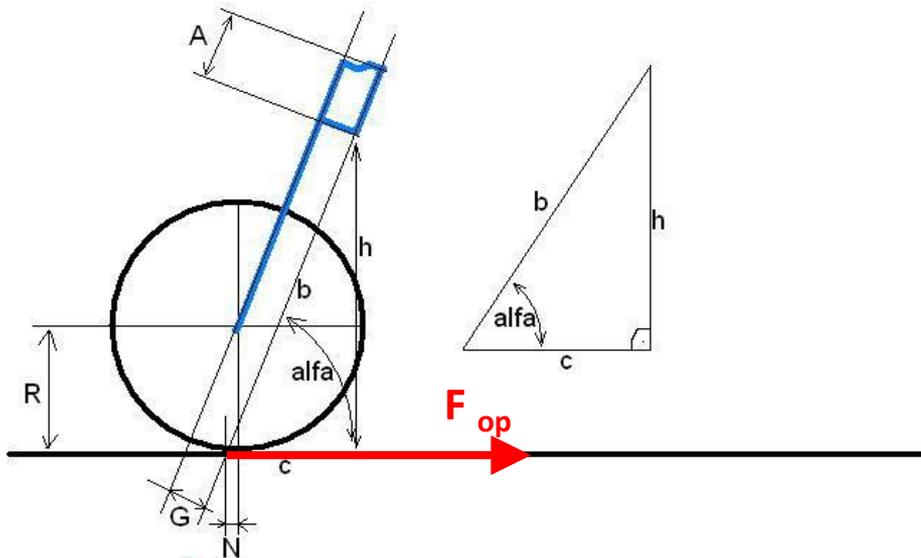


Sposób regulacji wyprzedzenia osi zwrotnicy (Polski Fiat 125p). Regulacja poprzez skracanie, lub wydłużanie drążka reakcyjnego 20, przy użyciu nakrętki 21 i 23.

# Kąt wyprzedzenia osi zwrotnicy - jednoślady

Podobnie jest w rowerze, czy też motocyklu.

Im większy kąt główki ramy tym stabilniejsza jest jego jazda na wprost ale trudniej się nim manewruje.



$F_{op}$  – siła oporu toczenia

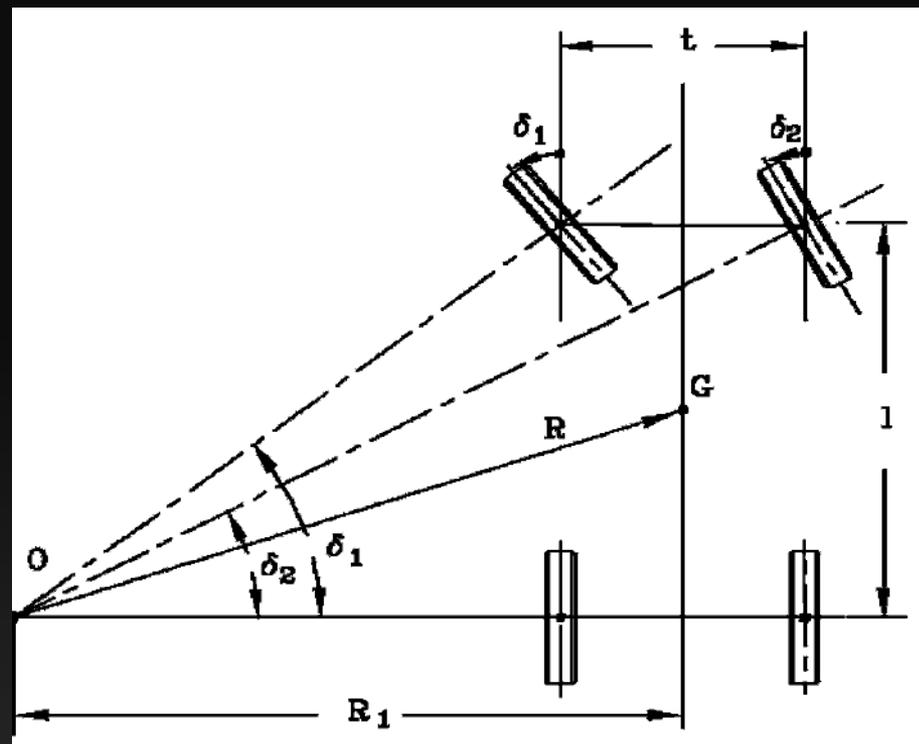
# Kąty skrętu kół

Podczas jazdy na zakręcie koło po stronie zewnętrznej toru porusza się po łagodniejszym łuku niż koło po stronie wewnętrznej.

Aby koło toczyło się dokładnie w kierunku ruchu, musi zostać zachowana ścisła zależność między kątem skrętu obu kół, jeśli nie jest to następuje szybkie zużycie opon (tzw. ząbkowanie).

Przyczyną jest źle ustawiona zbieżność połówkowa kół, uszkodzenie elementów zawieszenia lub deformacja nadwozia.

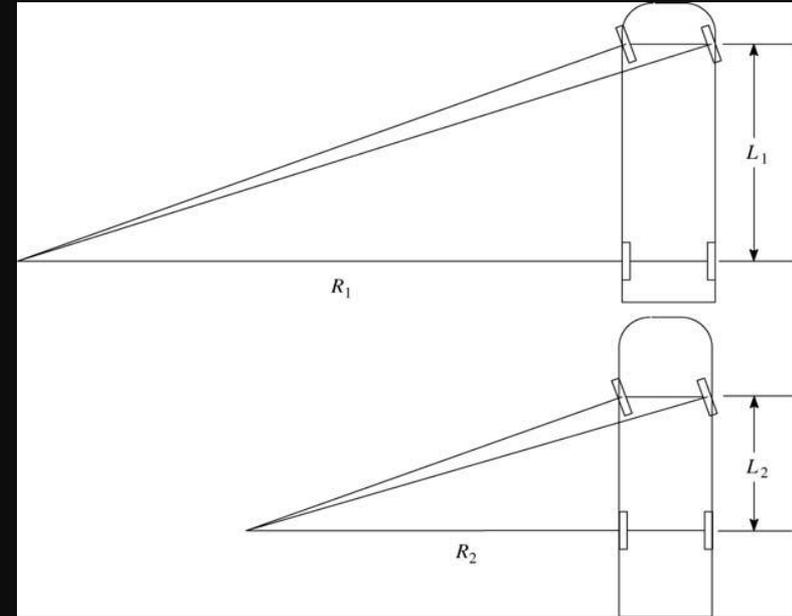
Toczenie się kół bez poślizgu podczas ruchu krzywoliniowego jest możliwe dzięki zastosowaniu **zasady Ackermana**. Dla pojazdu dwuosowego z przednią osią skrętną środek obrotu  $O$  musi znajdować się na przedłużeniu osi tylnej, natomiast przednie koła powinny być skręcane o różną wartość. Kąt skrętu koła wewnętrznego musi być większy od kąta skrętu koła zewnętrznego



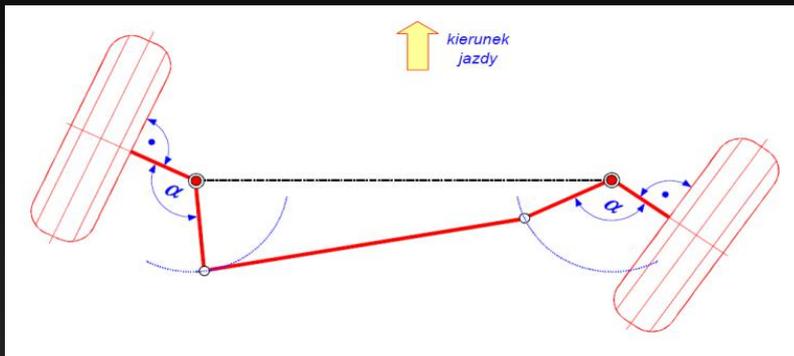
# Kąty skreću kół



Sposób zwiększenia średnicy (promienia) zawracania poprzez zmniejszenie rozstawu osi kół :



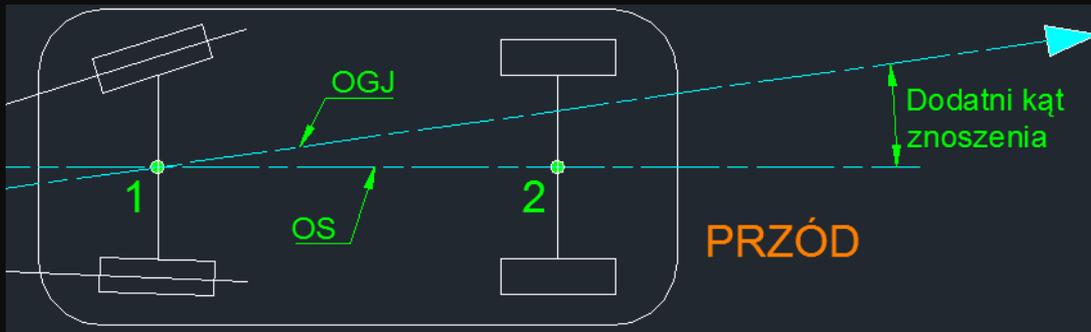
Spełnienie zasady Ackermana jest możliwe dzięki zastosowaniu mechanizmu trapezowego dla kół osi skręcanej:



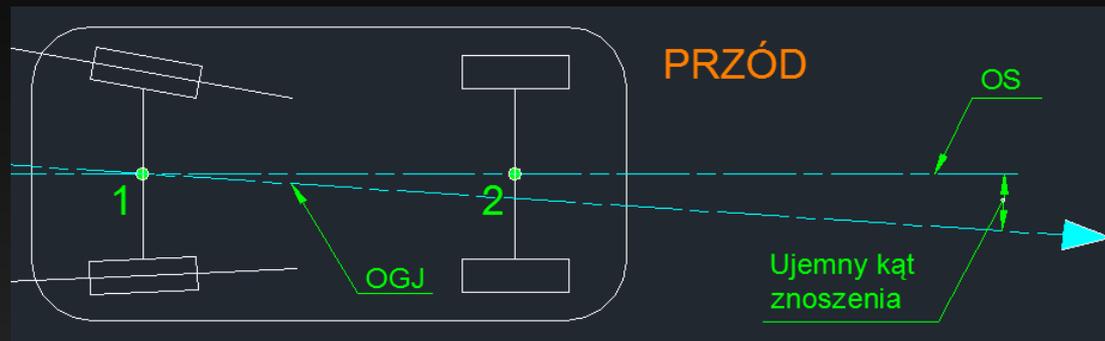
# Kąt znoszenia

Kąt znoszenia jest to kąt zawarty pomiędzy osią symetrii podwozia a osią geometryczną jazdy.

Pożądanym jest zerowy kąt znoszenia. Niezerowy kąt znoszenia może wynikać z błędnej regulacji zbieżności połówkowych kół osi tylnej. Jeśli producent nie dopuszcza takiej regulacji to przyczyną może być deformacja układu zawieszenia, bądź konstrukcji pojazdu.



Z dodatnim kątem znoszenia mamy do czynienia w sytuacji, gdy oś geometryczna jazdy jest obrócona względem osi symetrii podwozia przeciwnie do ruchu wskazówek zegara.



Natomiast z ujemnym kątem znoszenia, gdy oś geometryczna jazdy obrócona jest względem osi symetrii podwozia zgodnie z ruchem wskazówek zegara

# Pomiary ustawienia kół

Podczas pomiaru musimy przestrzegać pewnych zasad postępowania, aby unikać czynników, które mogą wpływać na wyniki pomiarów:

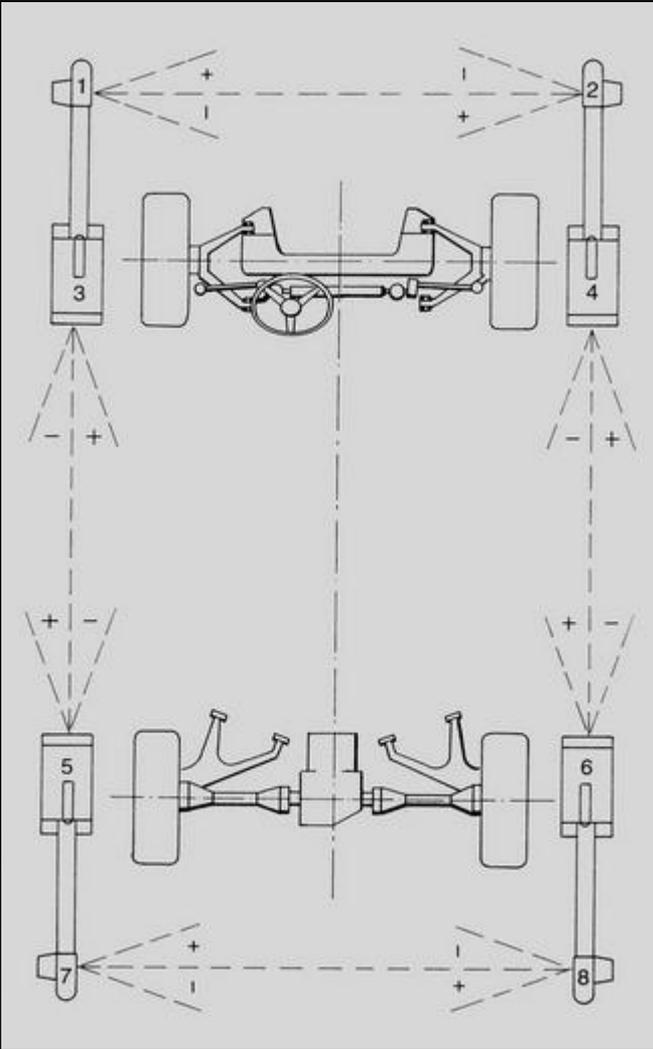
1. Układ zawieszenia pojazdu podczas pomiaru powinien być sprawny, bez nadmiernych luzów.
2. Obręcze kół nie zdeformowane.
3. Właściwe ciśnienie w oponach.
4. Prowadzenie pomiarów na poziomej płaszczyźnie (podnośnik).
5. Stosować się do instrukcji producenta przyrządu.
6. Zachowanie kolejności pomiarów.



# Urządzenia do ustawiania geometrii kół

Urządzenia wyposażone w głowice aktywne

Tradycyjnie wykonane głowice pomiarowe zawierają co najmniej dwie kamery CCD, pochylomierz wzdłużny i poprzeczny, baterię i niezbędną elektronikę do przetwarzania danych z czujników i transmisji danych. Ryzyko drobnych awarii spowodowanych drobnymi udarami jest spore, a koszty naprawy znaczne, szczególnie urządzeń renomowanych firm.



Zasada działania optycznych stanowisk pomiarowych.



Urządzenie GeoTest 60 firmy Precyzja



Ekran „Regulacja kątów”

Regulacja kątów pionowych osi przedniej

-00'30"	+07°40'	+00'30"		-00'30"	+07°40'	+00'30"	
<b>-05°45'</b>		L-P=0°30'		<b>-05°44'</b>			
-00'30"	00°00'	+00'30"		-00'30"	00°00'	+00'30"	
<b>00°00'</b>				<b>00°00'</b>			
-00'30"	-00°30'	+00'30"		-00'30"	-00°30'	+00'30"	
<b>00°00'</b>		L-P=0°30'		<b>00°00'</b>			

AudiA3 (97-03)



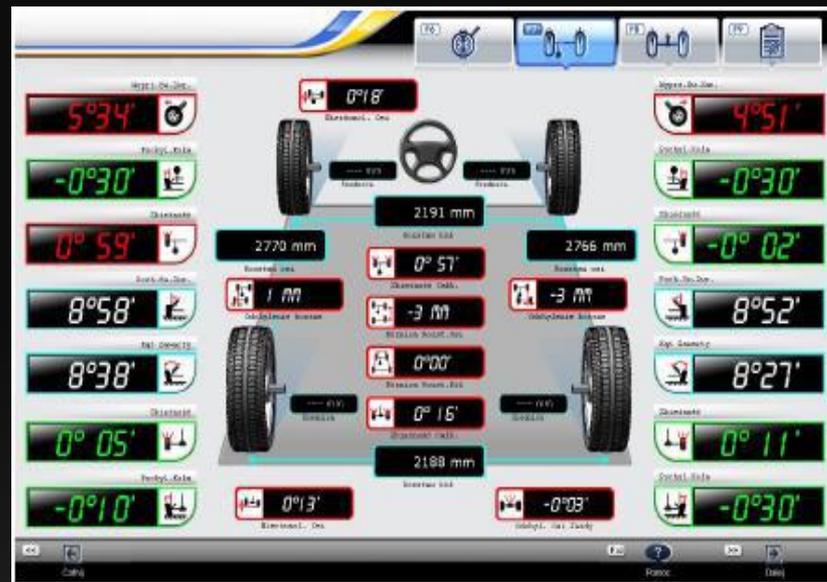
# Urządzenia do ustawiania geometrii

kół

Urządzenia wykorzystujące technologię 3D  
(główki pasywne)

Technologia 3D stosuje cztery tarcze służące do odbijania sygnału nadawanego przez diody i kamery o wysokiej rozdzielczości, które przetwarzają obraz. Kształty umieszczone na tarczach pozycjonują daną tarczę w przestrzeni. Zalety i możliwości tego typu urządzeń są nieocenione. Pozbawione elektroniki tarcze są odporne na uszkodzenia mechaniczne.

Urządzenie WERTHER  
Munster 9000 3D



Ekran ze zmierzonymi parametrami



# Urządzenia do ustawiania geometrii

## kół

Urządzenia wyposażone w głowice pasywne i aktywne

Urządzenia te łączą dwie technologie- klasyczną kamer CCD, oraz systemu 3D- głowic pasywnych. Na przednich kołach zamontowane są głowice pasywne - identycznie jak w systemie 3D, a na kołach tylnej osi głowice aktywne – jak w systemie kamer CCD.

Urządzenie nie wymaga dodatkowego osprzętu do badań pojazdów ze spojlerami, umożliwia także pomiar maksymalnego skreću kół bez stosowania elektronicznych obrotnic, co redukuje koszty wyposażenia stanowiska.



HOFMANN Geoliner 550 PRISM

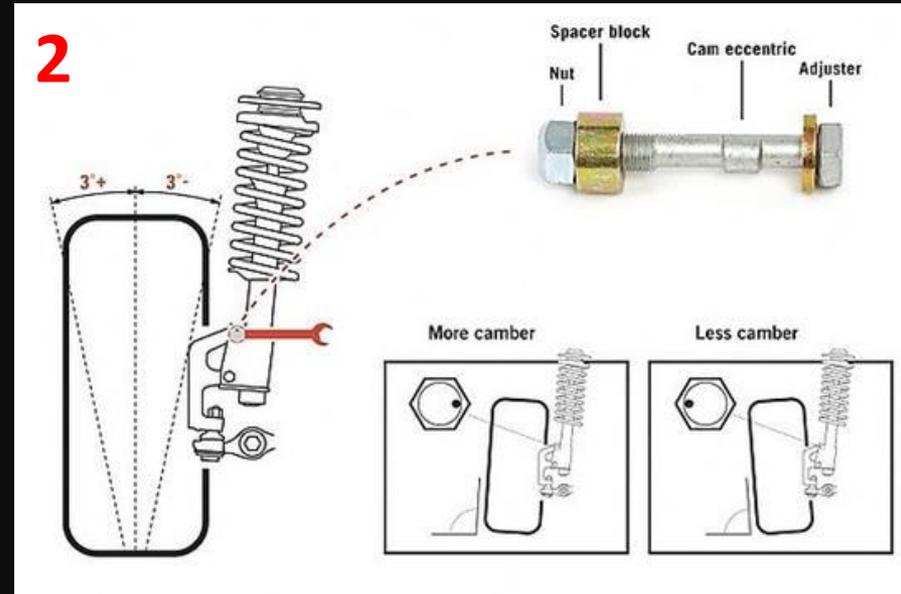


# Przykładowe wartości kątów ustawienia koła

## Opel Vectra

OŚ PRZEDNIA	Pomiar wstępny		Pomiar końcowy		Baza danych		
	L	P	L	P	Zalecane	- Tolerancja	+ Tolerancja
Zbieżność całkowita	+00°23'		+00°05'		+00°00'	-00°10'	+00°10'
Zbieżność połówkowa	+00°43'	-00°20'	+00°02'	+00°03'	+00°00'	+00°00'	+00°05'
Max różnica:							
Kąt pochylenia koła	-01°03'	-01°19'	-01°06'	-01°14'	-01°02'	-01°02'	-00°45'
Max różnica:	+00°16'		+00°08'		+00°00'	-01°00'	+01°00'
Kąt wyprz. sworz. zwrot.	+03°28'	+03°17'	+03°26'	+03°19'	+02°54'	+02°54'	-00°45'
Max różnica:	+00°11'		+00°08'		+00°00'	-01°00'	+01°00'
Kąt pochyl. sworz. zwrot.	+13°10'	+13°21'	+13°17'	+13°14'			
Max różnica:							
Kąt sumaryczny	+12°07'	+12°02'	+12°11'	+12°01'			
Róż. kątów skrętu przy 20°	-01°29'	-01°46'	-01°28'	-01°36'	-01°38'	-01°38'	-00°45'
Maks. wew. kąt skrętu							
Maks. zew. kąt skrętu							
Przesunięcie kół	-00°20'		-00°07'				
<b>OŚ TYLNA</b>							
	L	P	L	P	Zalecane	- Tolerancja	+ Tolerancja
Zbieżność całkowita	+00°00'		+00°27'		+00°31'	-00°10'	+00°10'
Zbieżność połówkowa	-00°10'	+00°10'	+00°14'	+00°13'	+00°16'	+00°16'	-00°05'
Max różnica:	-00°20'		+00°00'		+00°00'	-00°15'	+00°15'
Kąt pochylenia koła	-02°25'	-01°29'	-02°03'	-02°06'	-02°07'	-02°07'	-00°15'
Max różnica:	-00°56'		+00°03'		+00°00'	-00°35'	+00°35'
Przesunięcie kół	-00°10'		-00°07'				
Odchyl. osi jazdy od osi sym.	-00°10'		+00°00'				
Różnica rozstawu kół	-00°13'		-00°16'				

# Ustawianie geometrii kół



- 1- Regulacja zbieżności kół
- 2- Regulacja kąta pochylenia koła
- 3- Regulacja kąta wyprzedzenia osi zwrotnicy



# *KOŁA I OGUMIENIE*

# Koła i ogumienie

Koła jezdne samochodów są osadzone na piastach i przenoszą na elementy nośne pojazdu wszystkie reakcje drogi – pionowe, styczne i boczne.

W zależności od usytuowania i funkcji jaką spełniają koła jezdne dzielimy na:

- koła napędzane i nienapędzane,
- kierowane i niekierowane,
- pojedyncze i bliźniacze.

W samochodach wszystkie koła są takie same – co zapewnia wymiennność.

# Koła i ogumienie

## Koła napędzające



- są to koła do których za pomocą pólci napędowych i piast doprowadzany jest moment obrotowy. Mogą być to koła przednie, tylne lub oba jednocześnie.



## Koła nienapędzane



- to takie które toczą się swobodnie, nie połączone z układem napędowym



## Koła kierowane



- to te koła których piasty osadzone są na czopach zwrotnic. Najprościej są to koła przednie.



## Koła bliźniacze



- są to dwa koła pojedyncze osadzone na wspólnej piaście –najczęściej tylne koła napędzane samochodów ciężarowych i autobusów



# Koła i ogumienie



Opony samochodu stykają się bezpośrednio z nawierzchnią drogi. Muszą spełniać następujące wymagania:

- odpowiednia nośność,
- możliwie duża przyczepność do nawierzchni i odporność na boczne znoszenie w różnych warunkach drogowych i atmosferycznych,
- małe opory toczenia,
- zdolność tłumienia drgań i wstrząsów,
- odporność na zużycie i uszkodzenia

Nieoczekiwane uszkodzenie nie powinno wiązać się z zagrożeniem bezpieczeństwa ruchu pojazdu !

# Rodzaje kół jezdnych

Koła tarczowe – spawane – zgrzewane



Koła odlewane ze stopów lekkich na bazie aluminium pozwalające na swobodne kształtowanie tarczy koła



# Obręcze

Obręcze muszą mieć kształt ściśle dopasowany do osadzonego na nich ogumienia:

- zapewniając szczelność z oponą,
- odpowiednią wytrzymałość.

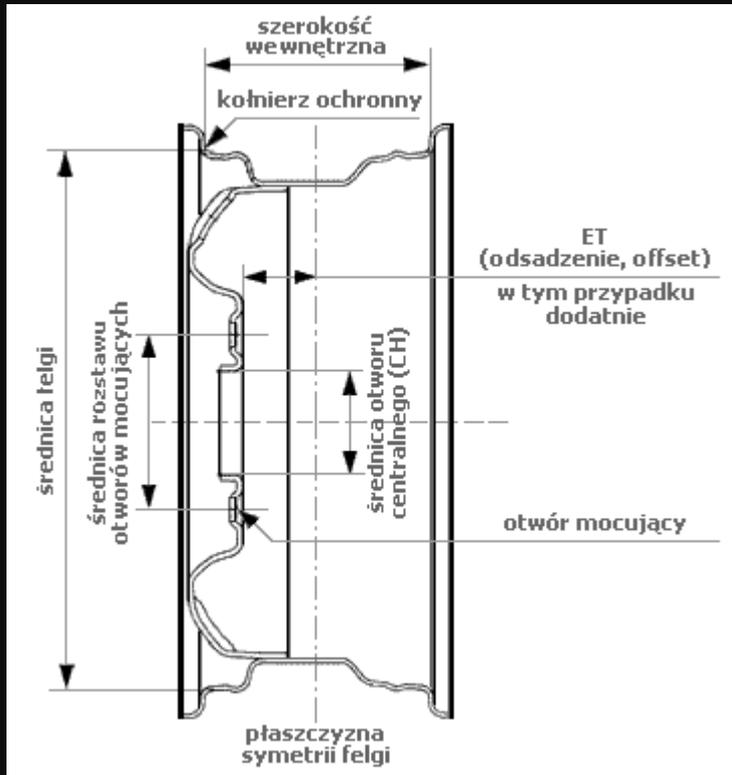
Kształt i wymiary obręczy są znormalizowane.

Typowe sposoby uszczelnienia opony bezdętkowej

Znormalizowane oznaczenie obręczy



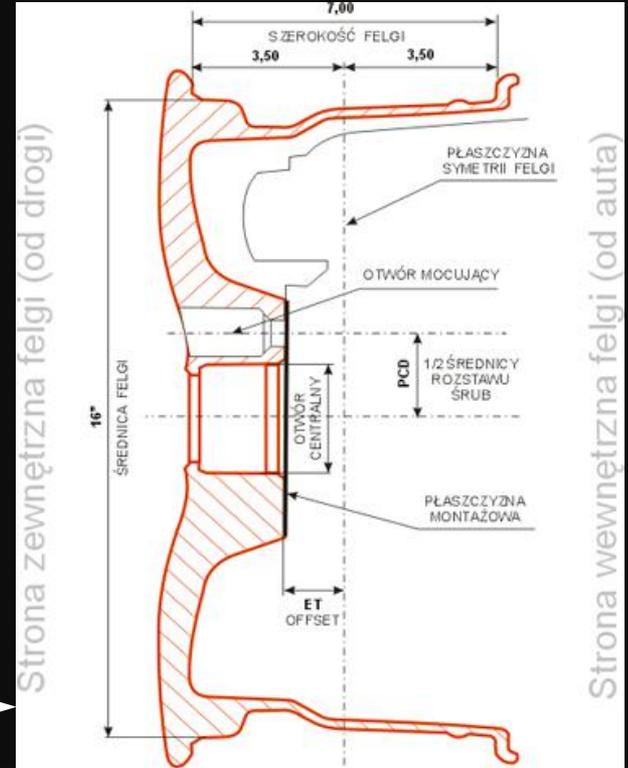
# Tarcze kół



OBRĘCZ STALOWA

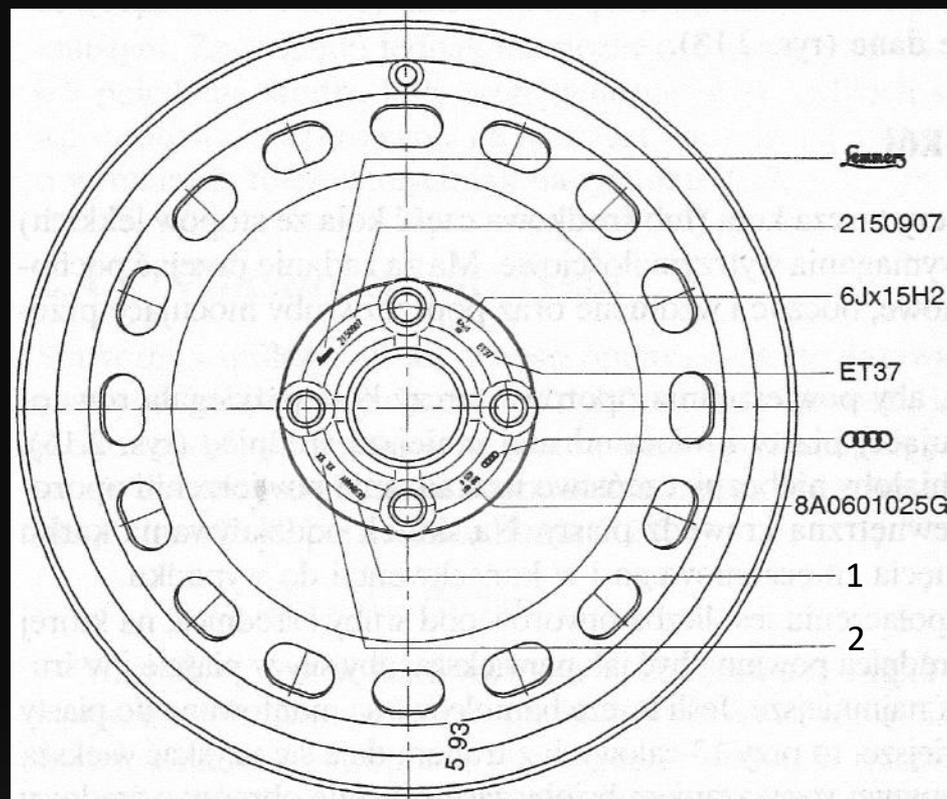
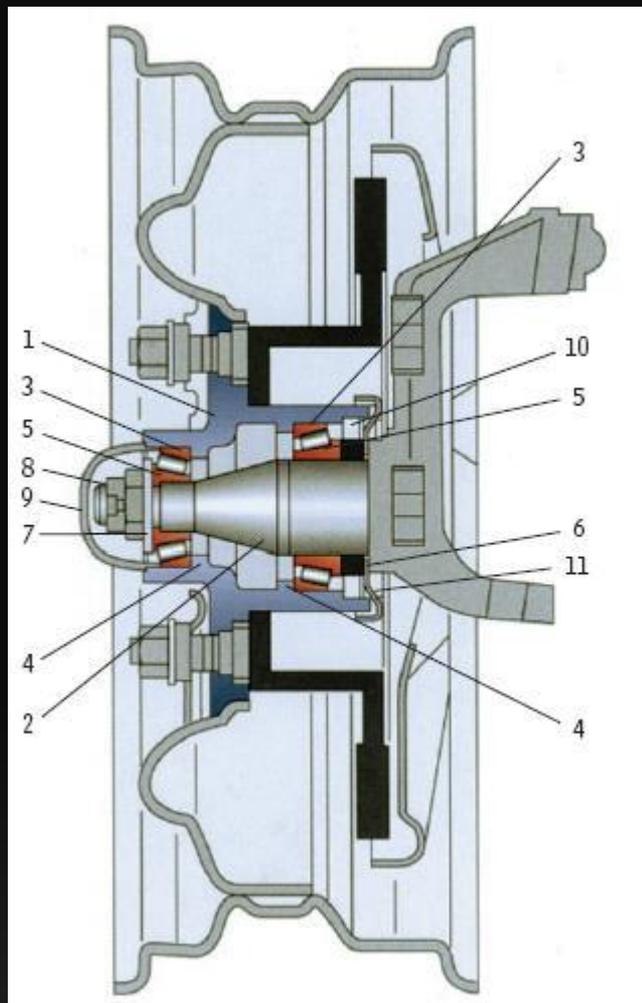


OBRĘCZ ZE STOPÓW LEKKICH



W większości samochodów tarcze kół są połączone z obręczą w sposób nierozłączny. Tarcze do piasty są przykręcane śrubami.

# Tarcze kół



„Lemmers” – znak producenta obręczy (logo)

2150907 – numer seryjny producenta

6Jx15H2 – wymiary i typ obręczy

ET37 – odsadzenie

(logo Audi) – znak producenta samochodu (logo)

8A0601025G – numer katalogowy wg producenta samochodu

1 – kraj producenta

2 – data produkcji

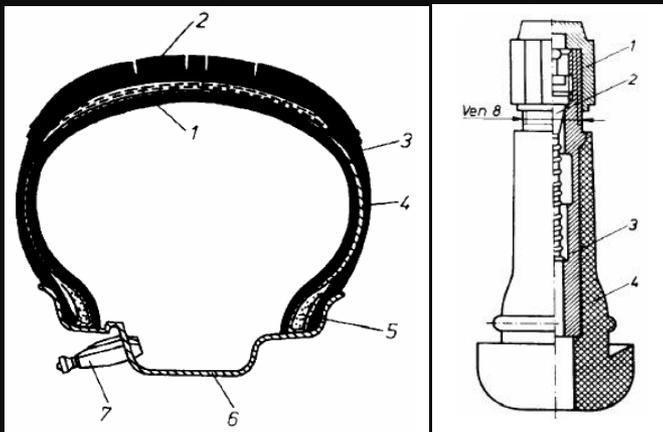
# Ogumienie

W pojazdach samochodowych prawie wyłącznie stosuje się ogumienie pneumatyczne, w których czynnikiem sprężystym oprócz gumy jest sprężone powietrze.

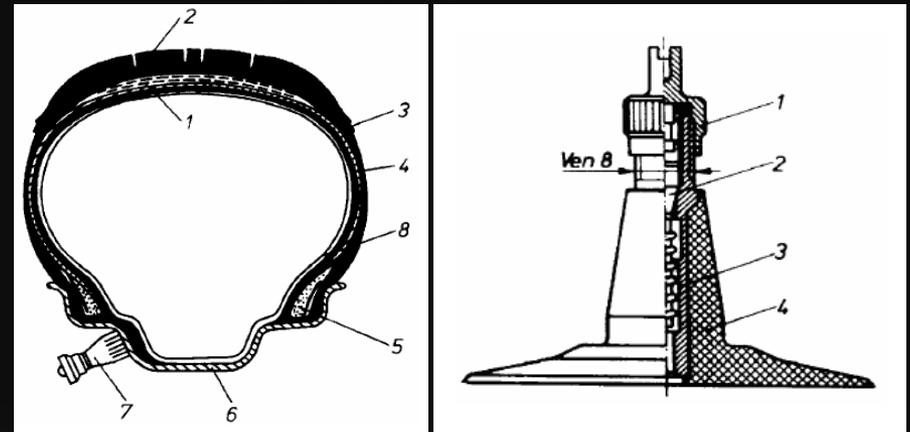
Ogumienie w których elementem sprężystym jest tylko guma stosuje się obecnie tylko w pojazdach specjalistycznych- ciężkich pojazdów.

Ogumienie pneumatyczne dzielimy na:

## bezdętkowe (TUBELESS)



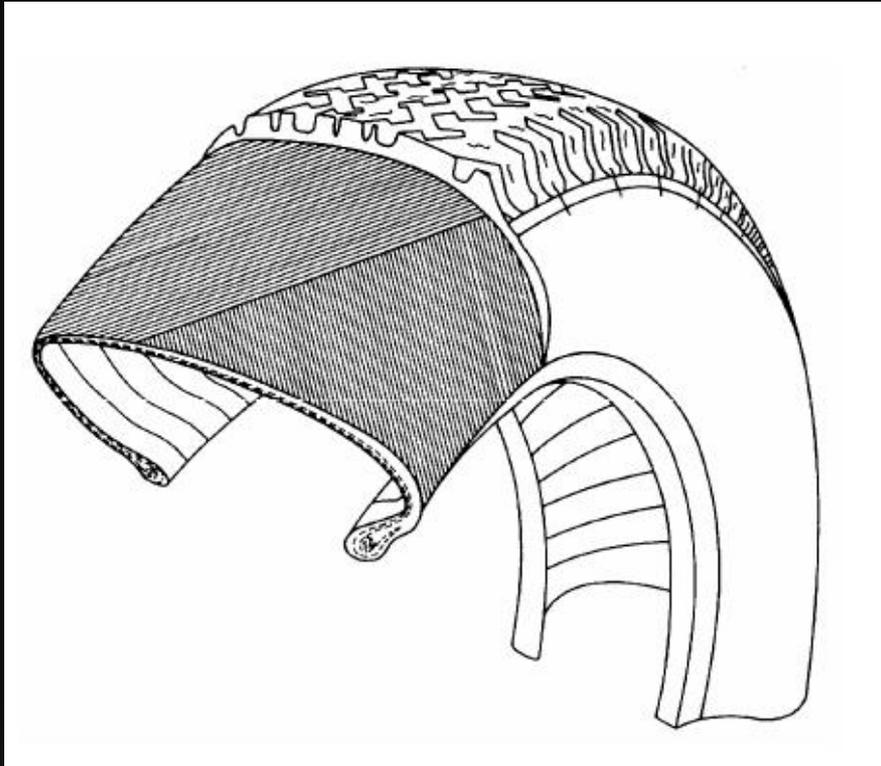
## dętkowe (TUBE TYPE)



## Zalety opon bezdętkowych:

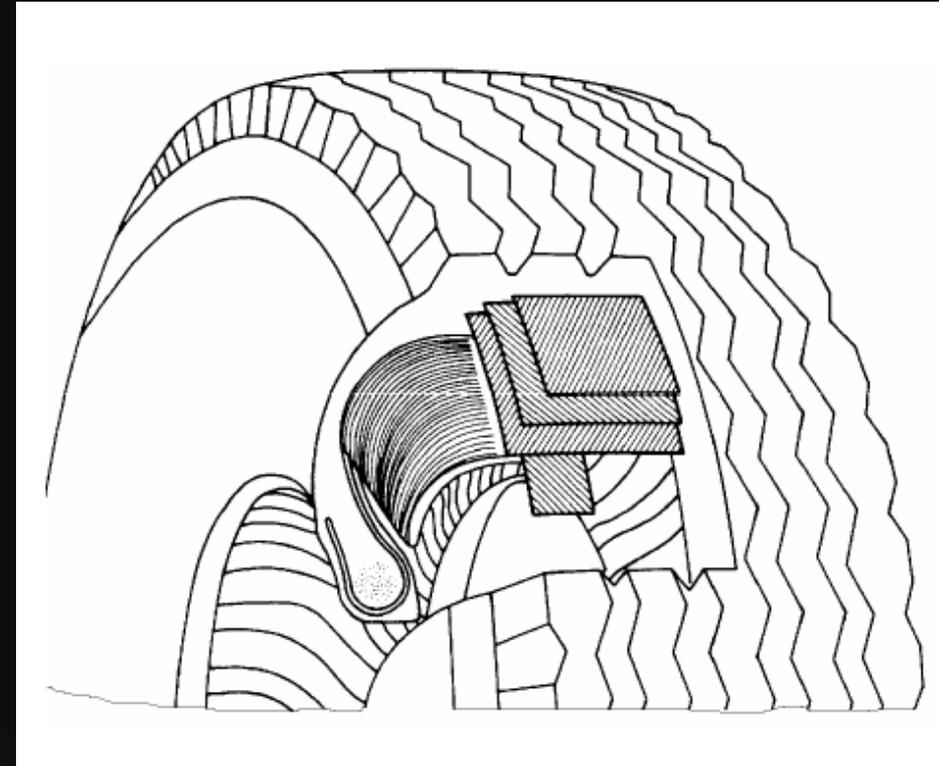
- powolne uchodzenie powietrza w przypadku przebicia (wzrost bezpieczeństwa)
- mniejsza masa koła
- większa elastyczność opony

# Budowa opony



## Opona diagonalna (krzyżowa)

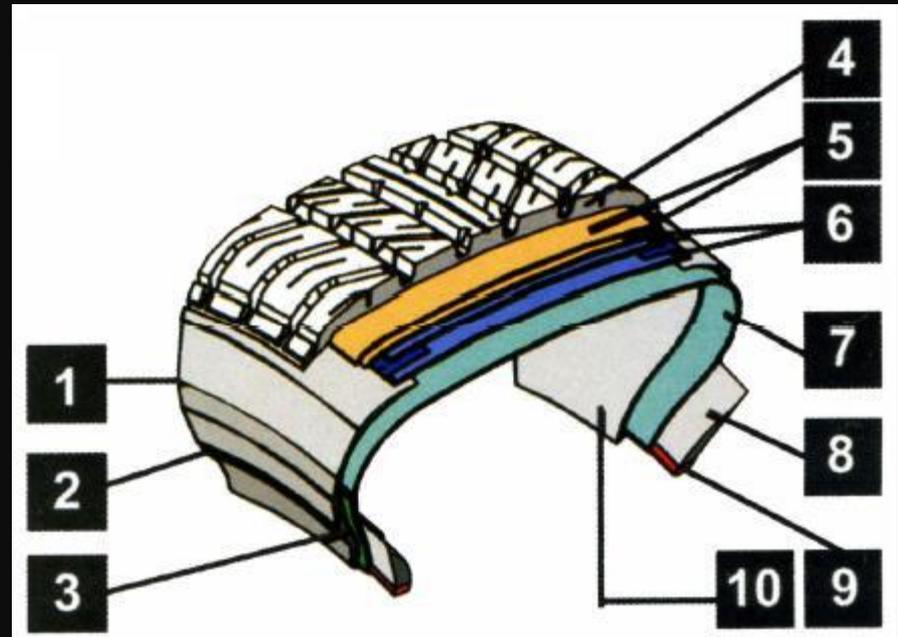
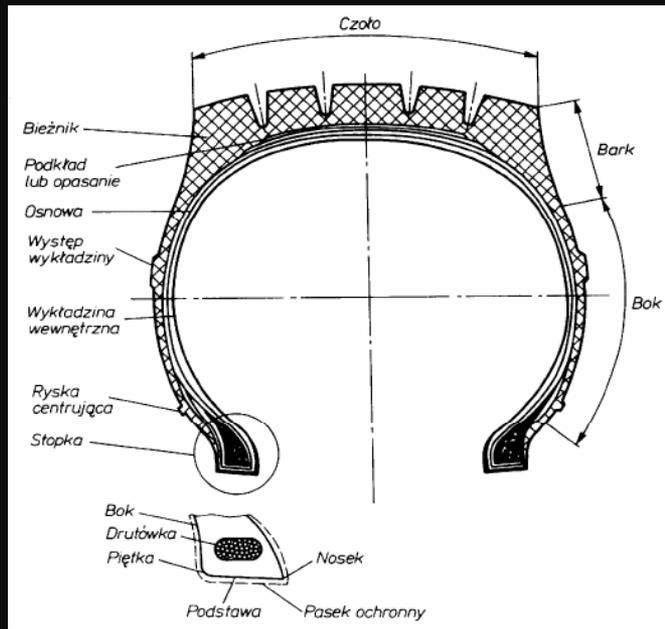
kolejne warstwy kordu ułożone względem siebie pod kątem ( $<90^\circ$ )



## Opona radialna (promieniowa)

kolejne warstwy kordu ułożone równoległe względem siebie i wzmocnione na obwodzie opasaniem

# Budowa opony

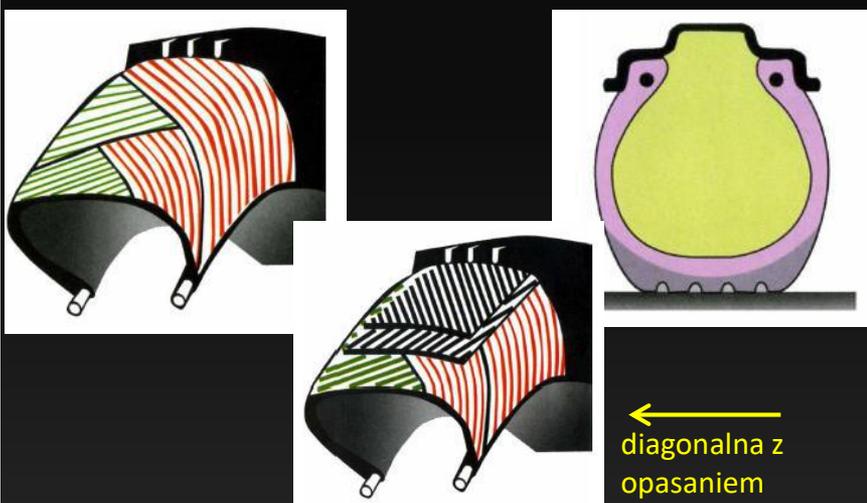


- 1- izolacja, 2- bok, 3- pasek stopowy,
- 4- bieżnik, 5- opasania z kordu poliamidowego,
- 6- opasania z kordu stalowego, 7- osnowa,
- 8- wypełniacz, 9- drutówka, 10- wykładzina wewnętrzna

# Opona diagonalna vs. radialna

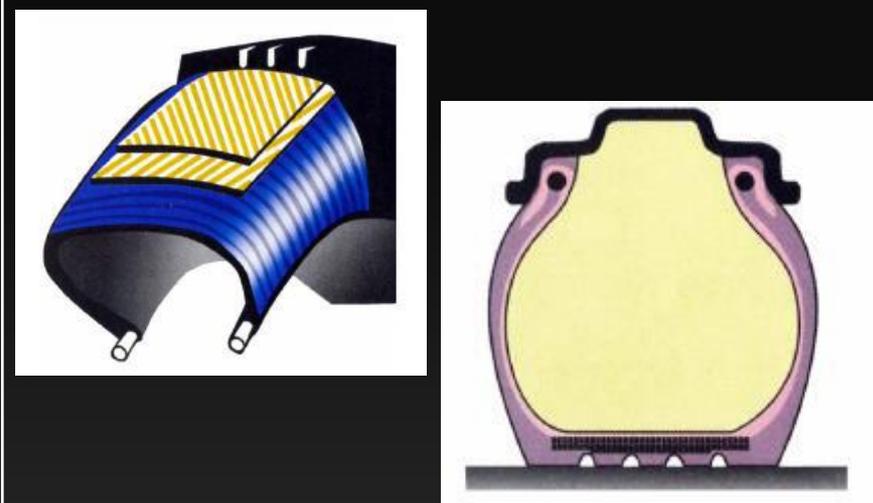
## OPONA DIAGONALNA

- + **elastyczność w kierunku promieniowym** (lepsze tłumienie drgań, cichsza praca)
- + **szttywne boki** (wyższa odporność na uszkodzenia)
- + **łatwe wykonanie** (niższa cena)
- **elastyczność w kierunku promieniowym**
- **większe opory toczenia** (wyższe zużycie paliwa)
- **brak opasania i sztywne boku** (gorsze przyleganie bieżnika do jezdni podczas jazdy na łukach, mniej precyzyjne prowadzenie)



## OPONA RADIALNA

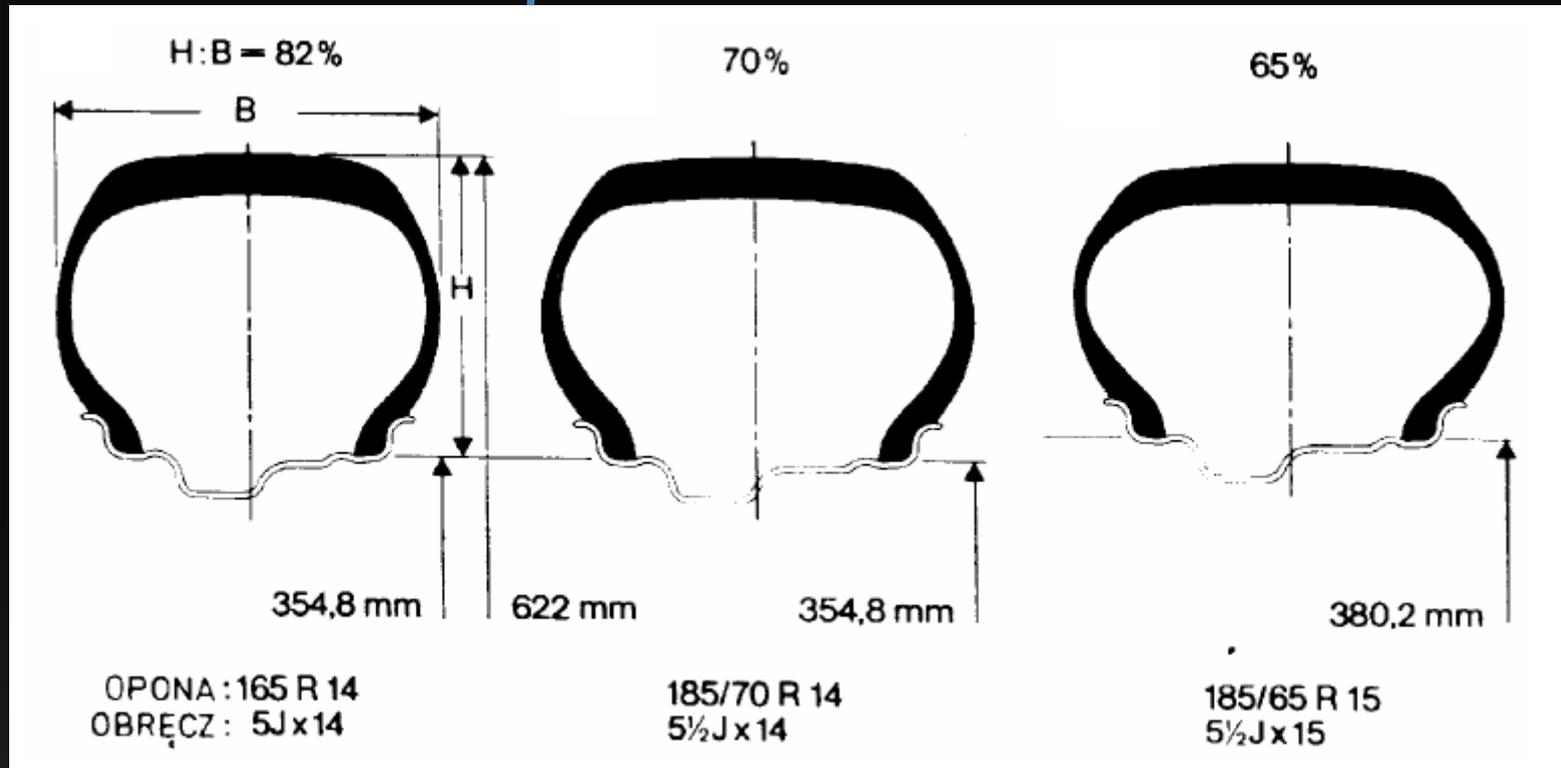
- + **duża sztywność w kierunku promieniowym** (mniejsze opory toczenia- niższe zużycie paliwa)
- + **cińkie i bardzo elastyczne boki** (lepsze przyleganie bieżnika na łukach, precyzyjniejsze prowadzenie, bezpieczniejsze)
- **duża sztywność w kierunku promieniowym**
- **niższy komfort jazdy** (wyższa hałaśliwość, gorsze tłumienie drgań)
- **cińkie boki** (większa podatność na uszkodzenia)
- **trudne wykonanie** (wyższa cena)



# Rodzaje opon – proporcje wymiarowe

Opona normalna

Opony niskoprofilowe



# Rodzaje bieżników

ASYMETRYCZNY



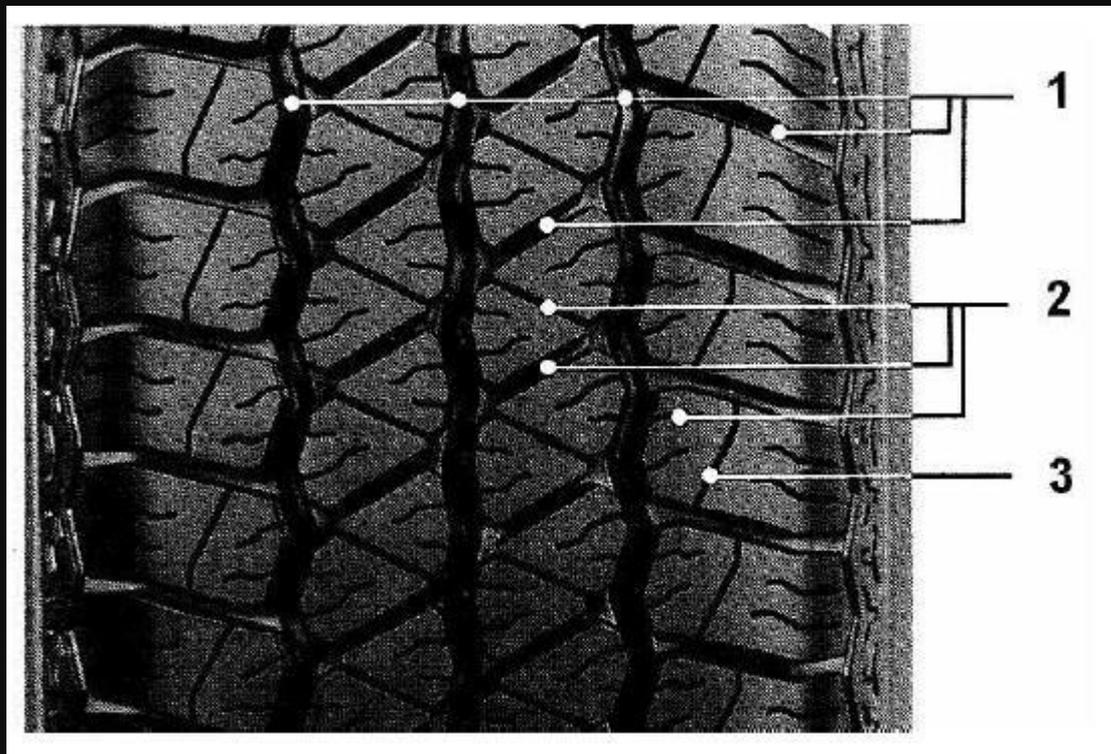
KIERUNKOWY



SYMETRYCZNY

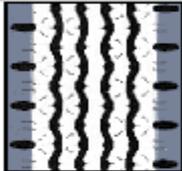
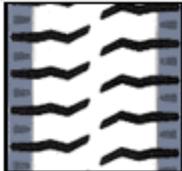


# Elementy bieżnika



- 1- szerokie rowki odprowadzające wodę
- 2- krawędzie poprzeczne zwiększające przyczepność w trakcie napędzania i hamowania koła
- 3- wzdłużne nacięcia bocznych segmentów, zwiększające przyczepność poprzeczną

# Rodzaje rzeźby bieżnika

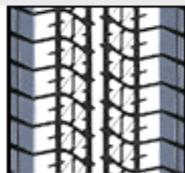
Typ bieżnika i charakterystyka	Plusy	Minusy	Zastosowanie
 <p><b>Wzór żebrowy.</b> Równoległe rowki o „esowatym” kształcie wzdłuż osi jazdy.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ małe opory toczenia;</li><li>▪ stabilność kierunkowa i kierowność dzięki dobrej przyczepności bocznej;</li><li>▪ wzór ten dogodny jest dla długich dystansów przy wyższych prędkościach z uwagi na niski poziom nagrzewania się opony.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ słaba przyczepność podczas hamowania oraz przyspieszania, w szczególności na mokrych nawierzchniach;</li><li>▪ siły działające na bieżnik o takim kształcie czynią go bardziej podatnym na rozerwanie.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ nawierzchnie twarde, asfaltowe lub betonowe;</li><li>▪ koła osi sterującej ciężarówek i autobusów.</li></ul>
 <p><b>Wzór ciągnący.</b> Rowki prostopadłe do osi jazdy.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ znakomita przyczepność podczas hamowania i przyspieszania;</li><li>▪ świetne własności trakcyjne.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ opona jest hałaśliwa przy wyższych prędkościach;</li><li>▪ niedogodna do wyższych prędkości z powodu dużych oporów toczenia.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ drogi nieutwardzone;</li><li>▪ koła osi napędowej ciężarówek i autobusów;</li><li>▪ pojazdy terenowe i specjalistyczne.</li></ul>

# Rodzaje rzeźby bieżnika



**Wzór mieszany, żebrowo-ciągający.** Kombinacja obu wzorów rzeźby bieżnika.

- wzór żebrowy w części centralnej bieżnika zapewnia kontrolę kierunkową, podczas gdy elementy o wzorze ciągłym w części barkowej dają dobre własności trakcyjne przy hamowaniu i przyspieszaniu.
- drogi o twardej nawierzchni oraz gruntowe;
- opony takie stosowane są na kołach zarówno osi sterującej, jak i napędowej ciężarówek oraz autobusów.



**Wzór blokowy.** Bieżnik składa się z niezależnych bloków, rowki między nimi łączą się ze sobą.

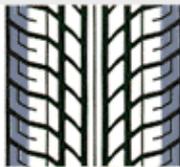
- dobra kierowność i stabilność na drogach mokrych, i pokrytych śniegiem;
- opony takie zapewniają wydajne odprowadzanie wody.
- niska żywotność opony, uzależniona od wielkości klocków.
- odpowiedni wzór bieżnika dla osobowych opon zimowych oraz całosezonowych.

# Rodzaje rzeźby bieżnika



**Wzór asymetryczny.** Rzeźba bieżnika różna po obu stronach. Zazwyczaj po zewnętrznej (względem nadwozia) stronie występują większe bloki dla zapewnienia stabilności na zakrętach. Wewnętrzne bloki są mniejsze, służą rozpraszaniu warstwy wody, która następnie odprowadzana jest na zewnątrz przez sieć rowków.

- dobra przyczepność na zakrętach przy wysokiej prędkości dzięki lepszym właściwościom obszaru kontaktu bieżnika z nawierzchnią;
- redukcja zużycia części zewnętrznej opony.
- konieczność dokładnego pozycjonowania montowanych opon względem nadwozia;
- aby zapewnić odpowiednie wykorzystanie właściwości konstrukcyjnych opony, podczas montażu należy ją umieścić zgodnie z opisem na oponie – jedną stroną na zewnątrz nadwozia.
- opony wyższej klasy - High Performance oraz ogumienie sportowe.



**Wzór kierunkowy.** Rowki poprzeczne, ustawione pod tym samym kątem po obu stronach osi opony. Opony o kierunkowym wzorze bieżnika muszą być zamontowane zgodnie z oznaczonym kierunkiem.

- bardzo dobre właściwości trakcyjne i wydajne hamowanie;
- dzięki dobrej wydajności w odprowadzaniu wody zapewnia odpowiednią stabilność na mokrych drogach;
- korzystny wybór dla szybkiego stylu jazdy.
- opony samochodów osobowych o wysokich indeksach prędkości.

# Oznakowanie opon



195 – szerokość przekroju poprzecznego [mm]

60 – stosunek wysokości przekroju [H] do szerokości przekroju [B] w procentach

R – opona radialna

15 – średnica osadzenia na obręczy [cale]

88 – maksymalna nośność

H – indeks prędkości

# Oznakowanie opon



Oznaczenie maksymalnej nośności i maksymalnego ciśnienia w oponie



24 tydzień 1997 rok



14 tydzień 2000 rok

Oznaczenie daty produkcji opony

# Oznakowanie opon

Indeks  
nośności

Indeks Nośności	Obciążenia maksymalne w Kg na oponę	Indeks Nośności	Obciążenia maksymalne w Kg na oponę
68	315	80	450
69	325	81	462
70	335	82	475
71	345	83	487
72	355	84	500
73	365	85	515
74	375	86	530
75	387	87	545
76	400	88	560
77	412	89	580
78	425	90	600
79	437	91	615

Symbol prędkości	Maksymalna prędkość
Q	160
R	170
S	180
T	190
U	200
H	210
V	240
ZR	>240
W	270
Y	300

Indeks  
prędkości

# Oznakowanie obręczy



## "7.5Jx16H2 ET35"

- 7.5 to oznaczenie rozmiaru felgi – ma ona szerokość 7.5 cala (1cal=25.4mm),
- 16 to średnica felgi wyrażona w calach,
- ET35 to odsadzenie czyli wyrażona w milimetrach odległość płaszczyzny montażowej od płaszczyzny symetrii felgi.

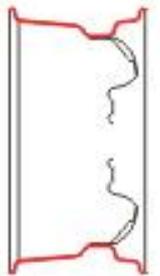
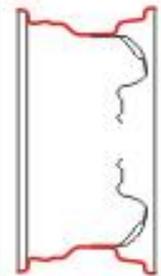
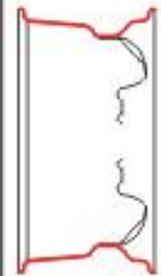
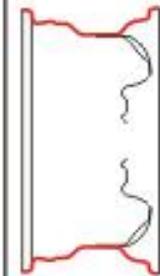
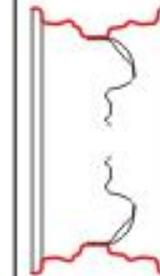
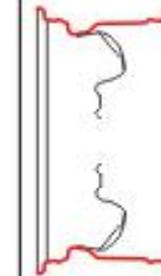
„J” to oznaczenie profilu kołnierza felgi. Inne oznaczenia przedstawiono w tabeli:

Oznaczenie	Zastosowanie
A	Rowery, motorowery, motocykle, skutery, półciężarówki, ciężarówki, wózki widłowe
B	Stare felgi do 6" szerokości, czasem spotykany w starszych VW Garbus
D	Rowery, motorowery, motocykle, skutery, półciężarówki, ciężarówki, wózki widłowe
E	Ciężarówki, półciężarówki, traktory rolnicze (przednie koła) z felgami „semi-drop (patrz poniżej)
F	półciężarówki, ciężarówki, wózki widłowe na felgach „semi-drop”
G	półciężarówki, ciężarówki – felgi „semi-drop”
H	półciężarówki, ciężarówki – felgi „semi-drop”
J	Samochody osobowe
JJ	Samochody terenowe 4x4
P	Spotykane czasem w starszych samochodach np. VW Garbus
K	Spotykane czasem w starszych samochodach np. Jaguar
S	Pojazdy użytkowe z felgami „flatbase” (patrz poniżej)
T	Pojazdy użytkowe z felgami „flatbase”
V	Pojazdy użytkowe z felgami „flatbase”
W	Ciągniki rolnicze głównie na tylnej osi



# Oznakowanie obręczy

„H2” to oznaczenie profilu przekroju felgi i jest zazwyczaj umieszczone na koniec symbolu literowo-cyfrowego felgi. Producenci by uzyskać wymaganą sztywność wzmacniają jej konstrukcję stosując „garby”. Nic jednak nie jest zostawione przypadkowi - istnieją ściśle przestrzegane normy kształtów felg, gdzie każda krzywizna jest dokładnie opisana, a każdy wymiar określony w tabeli:

Oznaczenie		H	H2	FH	FH2	CH	EH2	EH2+
Profil								
Opis		Hump	Double Hump	Flat Hump	Double Flat Hump	Combination Hump	Extended Hump	Extended Hump +
Kształt	wew.	Garb	Garb	Płaski garb	Płaski garb	Płaski garb	Rozszerzony garb	Rozszerzony garb
	zew.	Normalny	Garb	Normalny	Płaski garb	Normalny	Rozszerzony garb	Rozszerzony garb

# Koło dojazdowe

+ waży mniej i zajmuje mniej miejsca od pełnowymiarowego koła zapasowego

- nie zabezpiecza przed skutkami uszkodzenia opony
- wymaga dokonania wymiany
- po wymianie pozwala na kontynuowanie jazdy z prędkością ograniczoną do 80km/h i na ograniczonym dystansie (do ok. 100km)



?



# Piasty kół

Najstarszy sposób łożyskowania piasty koła to zastosowanie dwóch łożysk tocznych stożkowych- przenoszą obciążenie promieniowe i osiowe- zamontowane parami przeciwstawnie, o różnych średnicach.

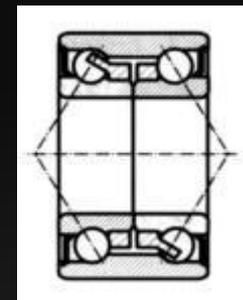
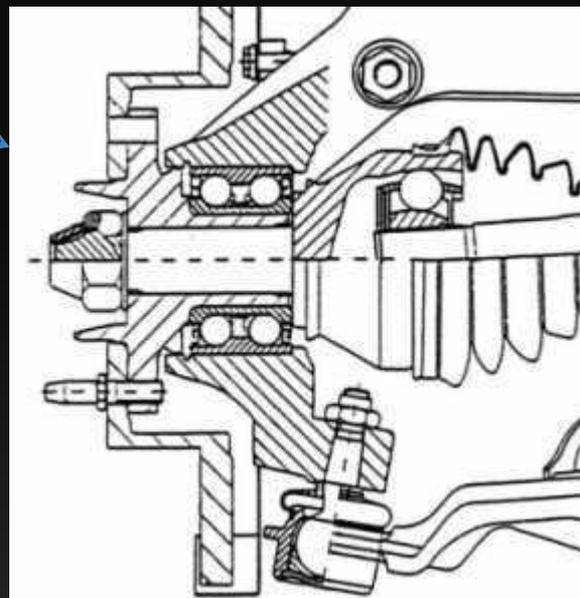
Zaleta: łatwość wymiany uszkodzonego łożyska

Łożyskowanie kół napędowych pojazdów powinno ograniczać się do niewielkiej przestrzeni, miejsce na przegub, urządzenia do pomiaru prędkości kątowej, w nowoczesnych samochodach wprowadza się tzw. piasty zespolone.

Wciąż bardzo popularne rozwiązania to piasty **I generacji** oparte o łożysko dwurzędowe skośne.

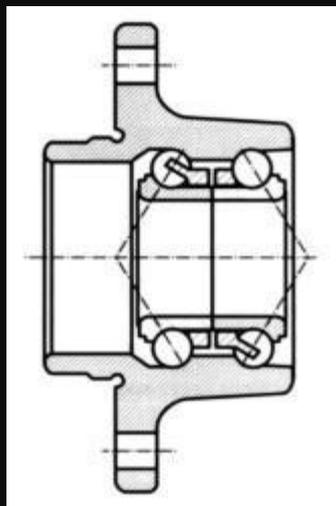
**II generacja** – zrezygnowano z obsady łożyska na rzecz rozbudowania jego bieżni zewnętrznej o kołnierz zastępujący piastę. Bezpośrednio do niego mocowane są elementy wirujące układu hamulcowego i koło jezdne.

**III generacja** – łożysko jest jednocześnie piastą z mocowaniem do elementów nośnych zawieszenia.

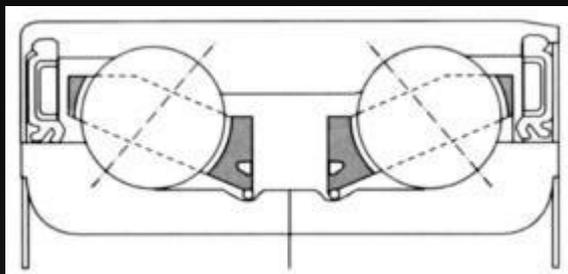
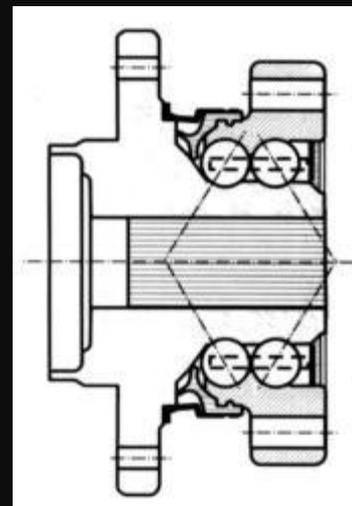


# Piasty kół

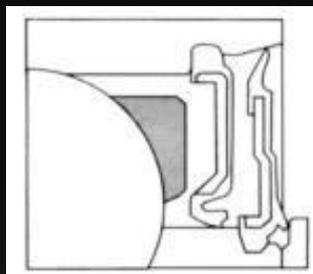
Zespolona  
piasta II  
generacji:



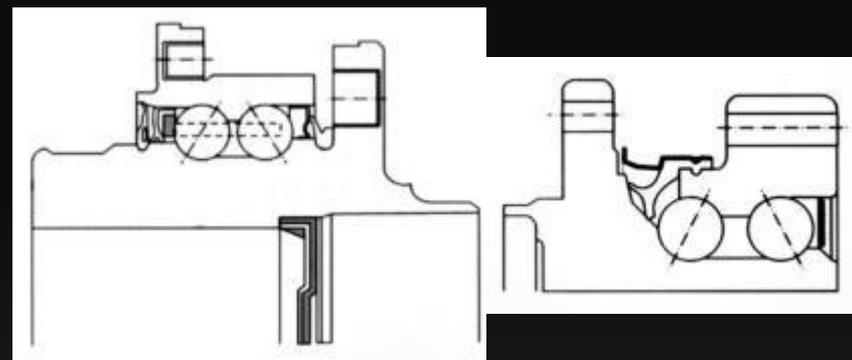
Zespolona  
piasta III  
generacji:



Uszczelka dwuwargowa



Uszczelki podwójne



Uszczelnienie łożyska III generacji

# Zamienniki opon

Można zastosować w jednym pojeździe opony o różnych średnicach, konieczne jest zastosowanie tarcz o różnych średnicach zewnętrznych – jednak należy zachować niezmienną średnicę zewnętrzną opony.

Dopuszcza się rozbieżność  $\pm 3\%$

Obliczenie średnicy zewnętrznej koła: 
$$D_k = 25,4 \cdot D + 2 \cdot \frac{H/B}{100} \cdot B$$

Dla opony 185/60 R15

$D_z$  – zastępcza opona

$$D_z = 25,4 \cdot 15 + 2 \cdot \frac{60}{100} \cdot 185 = 603$$

Przy dopuszczalnej odchyłce  $\pm 3\%$

$$0,03 \cdot (D_z - D) = 0,03(603 - 25,4 \cdot 15) = \pm 6,7mm$$

Średnica zewnętrzna opony powinna wynosić:

$$536mm \leq D_{zz} \leq 610$$

Należy mieć na uwadze również inne ograniczenia (ruchu nadkola, elementów zawieszenia, może ograniczać zwrotność kąta skrętu kół...)

# Dobór ogumienia

Należy sprawdzić:

- nośność nowej opony
- zakres prędkości
- rodzaj bieżnika
- konstrukcję opony (dla zapewnienia maksymalnego komfortu)

Ponadto należy przestrzegać zasady:

**Wszystkie opony muszą być jednakowe!  
(najlepiej takie jakie przewidział producent)**

# Wymagania stawiane oponom

## Wymagania w stosunku do ogumienia w samochodach osobowych:

- bezpieczeństwo i zapewnienie własności ruchowych pojazdu
- komfort jazdy
- ekonomiczność eksploatacji
- trwałość
- jak najmniejszy wpływ na środowisko



## Bezpieczeństwo wymaga:

- pewnego osadzenia opony na obręczy,
- zachowanie odpowiedniej szczelności
- odporność na przecięcie i uszkodzenie
- w przypadku awarii możliwość bezpiecznego zatrzymania pojazdu
- dobra przyczepność do różnych nawierzchni
- zapewnienie stabilności ruchu na zakręcie

# Aquaplaning

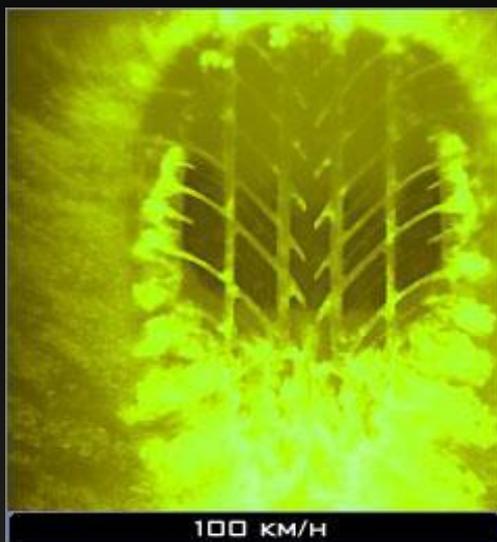
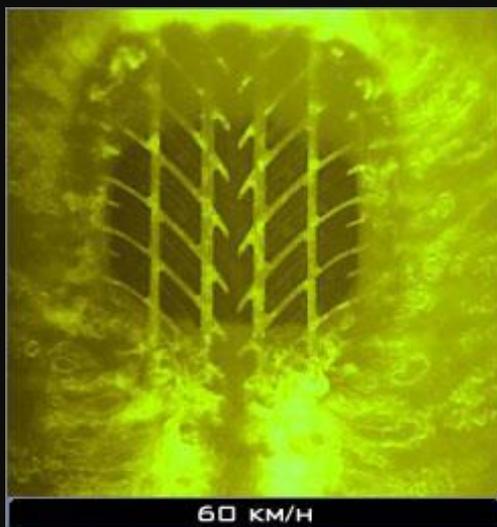
Aquaplaning (hydroplaning, akwaplanacja) – zachodzi gdy koło wjeżdża w kałużę.

Wtedy powinno nastąpić:

- odprowadzenie wody przez rowki bieżnika na boki
- osuszenie polegające na zgarnięciu resztek wody przez nacięcia bieżnika
- przyczepność



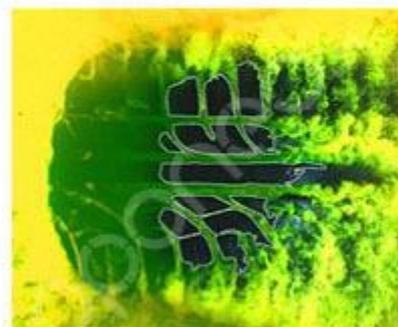
# Aquaplaning



## Wpływ ciśnienia opon na aquaplaning

Wizualizacja przylegania powierzchni opony do nawierzchni.  
(Test z użyciem Michelin Pilot Primacy 205/55/R 16 W).

Prędkość = 80km/h, głębokość wody = 5mm.



Ciśnienie: **2 bar**

Procent powierzchni  
opony przylegającej  
do nawierzchni: **baza 100%**



**1,5 bar**

**50%**



**1 bar**

**25%**

Poprzez ubytek 0,5 bara ciśnienia w oponie, tracimy 50% powierzchni styku z nawierzchnią.

# Komfort jazdy

Ogumienie pojazdu ma duży wpływ na zapewnienie właściwego komfortu jazdy

## Decyduje o tym:

- sprężystość opony,
- właściwości tłumiące opony,
- prawidłowy kształt,
- wyrównoważenie koła i powstający hałas,
- niejednorodność budowy opony,
- bicie promieniowe i osiowe opony,
- niejednakowa sztywność promieniowa opony.

## Ekonomiczność eksploatacji i trwałości jest związana:

- z kosztami zakupu
- przebiegiem
- nośnością
- oporami toczenia

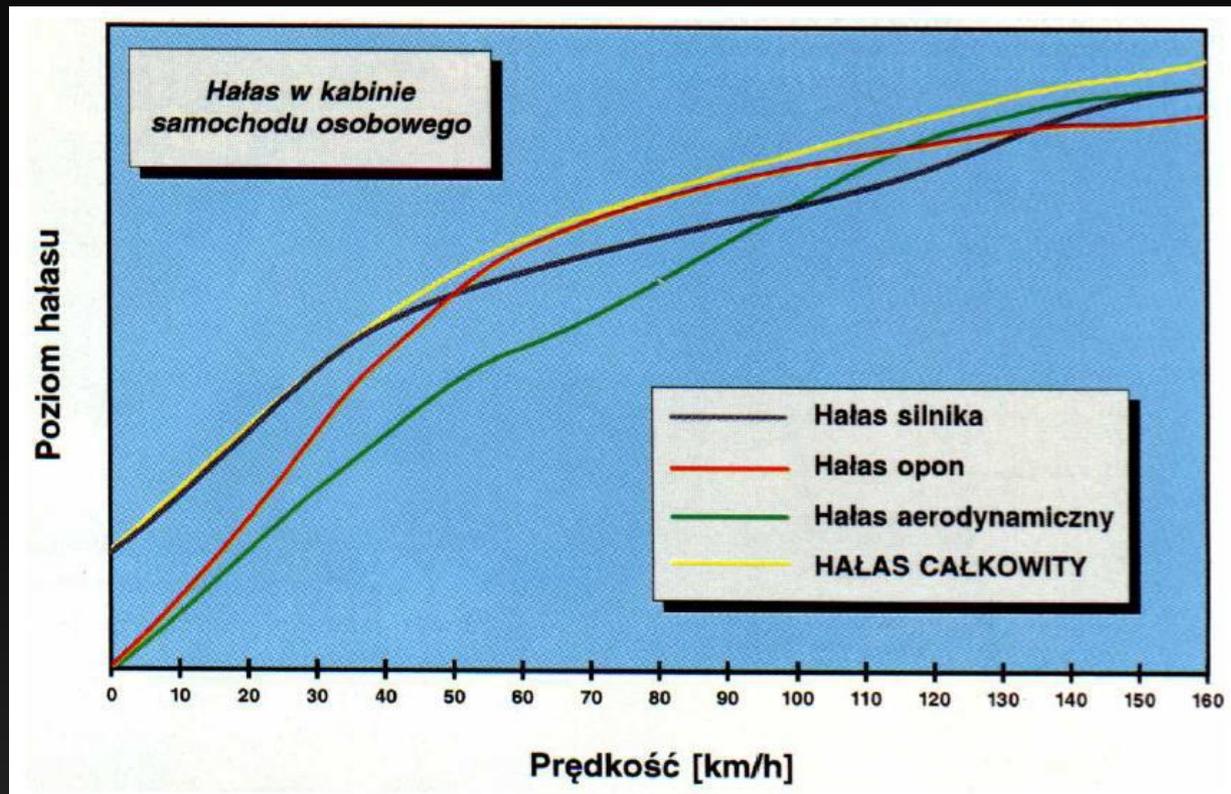
## Niewłaściwe warunki eksploatacji skracają okres użytkowania opon poprzez:

- niewłaściwe działanie układu hamulcowego
- kierowniczego
- nieprawidłowe ciśnienia w ogumieniu
- zawieszenia
- obciążenie koła (tarcie wewnętrzne obniża trwałość)

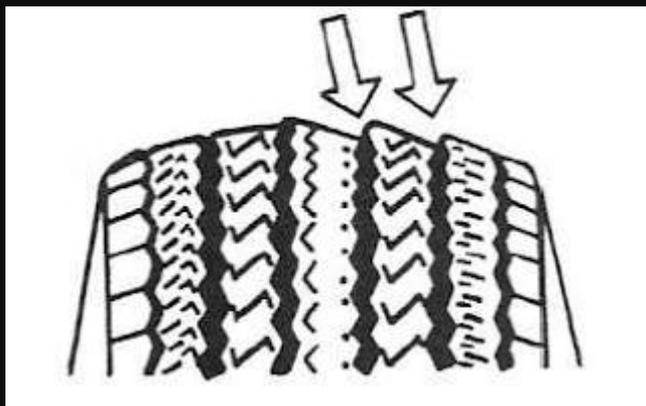
# Komfort jazdy

Oddziaływanie na środowisko takie jak:

- ścieranie się bieżnika
- możliwość utylizacji, recyklingu, regeneracji
- hałas



# Rodzaje zużycia bieżnika i ich przyczyny

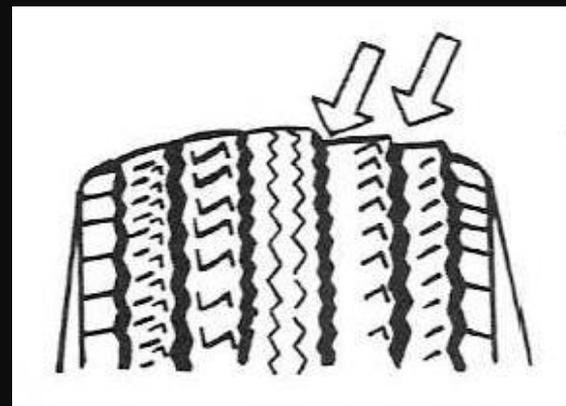


## Diagnoza:

Zwiększone zużycie zewnętrznych pasów rzeźby bieżnika.

## Przyczyna:

Zbyt duża dodatnia zbieżność kół, wada trapezu kierowniczego, lub skośnie ustawiona oś tylna.

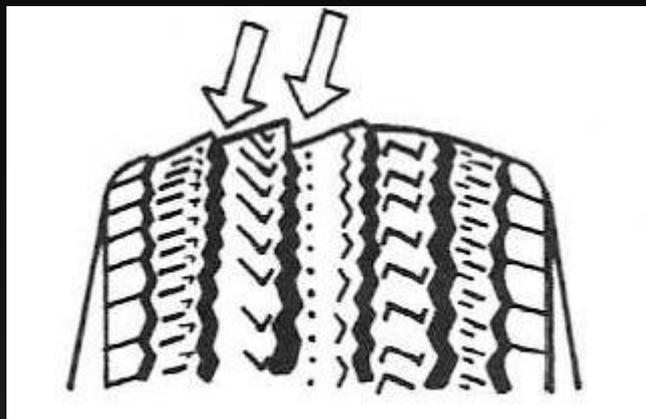


## Diagnoza:

Zwiększone zużycie wewnętrznych pasów rzeźby bieżnika.

## Przyczyna:

Zbyt duża ujemna zbieżność kół (rozbieżność kół), wada trapezu kierowniczego, lub skośnie ustawiona oś tylna.

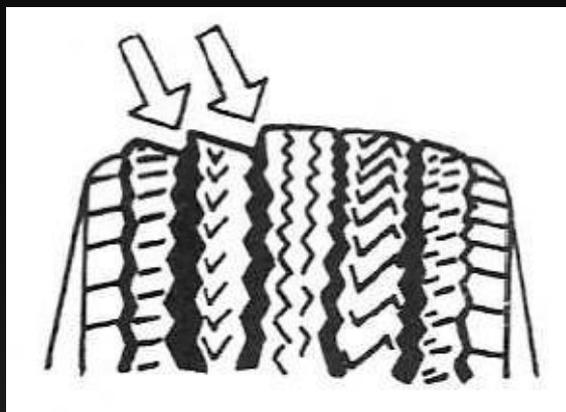


## Diagnoza:

Znaczne zużycie zewnętrznych pasów rzeźby bieżnika, różnica w zużyciu zewnętrznej i wewnętrznej krawędzi.

## Przyczyna:

Zbyt duże dodatnie pochylenie koła.



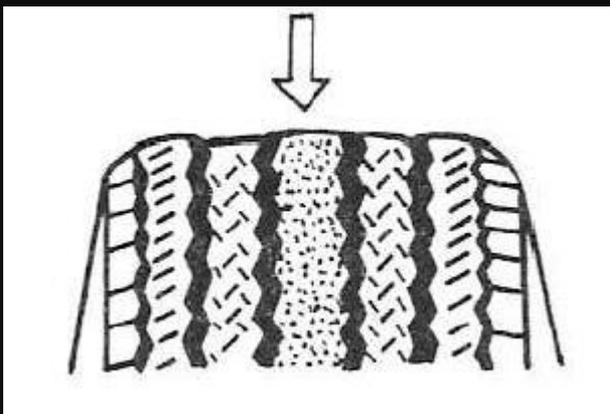
## Diagnoza:

Znaczne zużycie wewnętrznych pasów rzeźby bieżnika, między wewnętrznymi pasami tworzą się schodki.

## Przyczyna:

Ujemne pochylenie koła.

# Rodzaje zużycia bieżnika i ich przyczyny

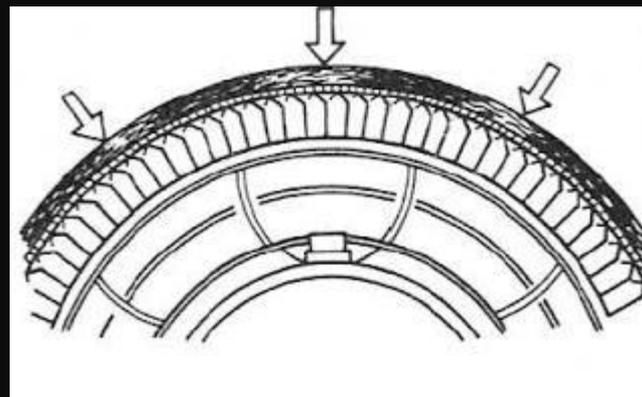


## Diagnoza:

Szybkie zużywanie się środkowych pasów rzeźby bieżnika.

## Przyczyna:

Zbyt wysokie ciśnienie w ogumieniu.

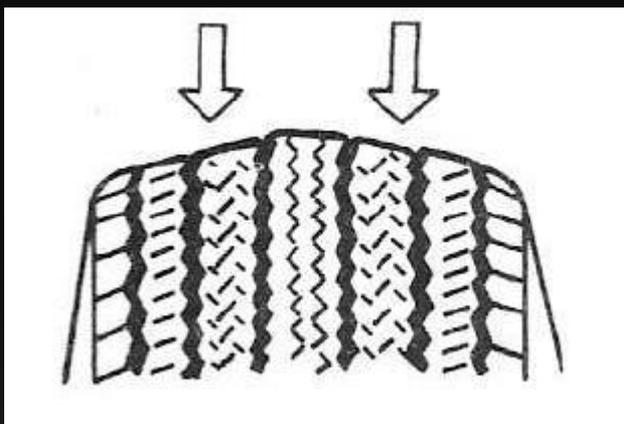


## Diagnoza:

Szybkie zużywanie się bocznych pasów rzeźby bieżnika, środkowy pas wystaje.

## Przyczyna:

Zbyt niskie ciśnienie w ogumieniu.

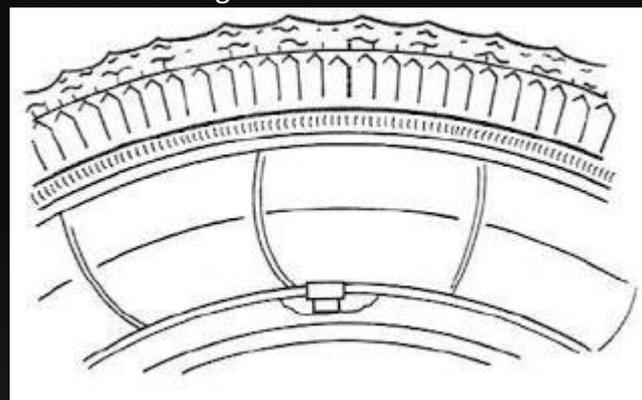


## Diagnoza:

Miejscowe zużycie bieżnika, równomiernie rozmieszczone na obwodzie.

## Przyczyna:

Niewyważenie koła przekracza dopuszczalne granice, znaczne bicie koła. Wadliwie działający amortyzator.



## Diagnoza:

Miejscowe nierównomierne "miszczkowanie" rzeźby bieżnika.

## Przyczyna:

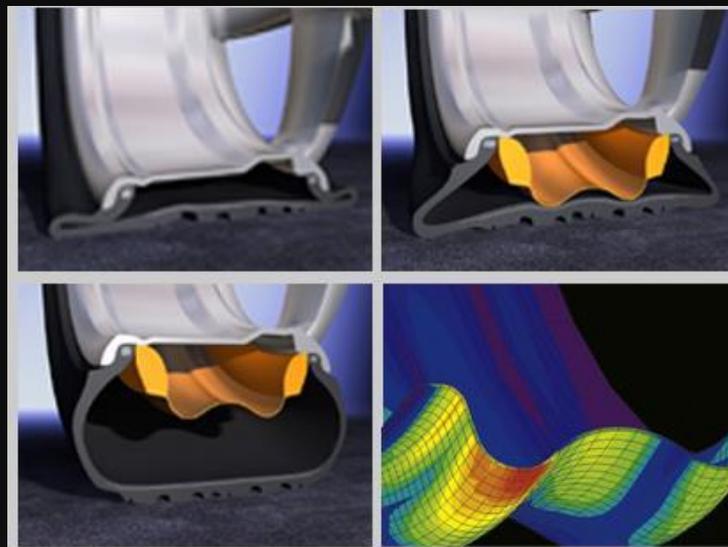
Trzepotanie kół z powodu: luzów w układzie kierowniczym, luzu w łożyskach koła, wyrobionych otworów do mocowania w tarczy koła, nie dokręcenie nakrętki tarczy koła.

# Dodatkowe wsporniki na obręczy



The Michelin PAX System

PAX Michelin

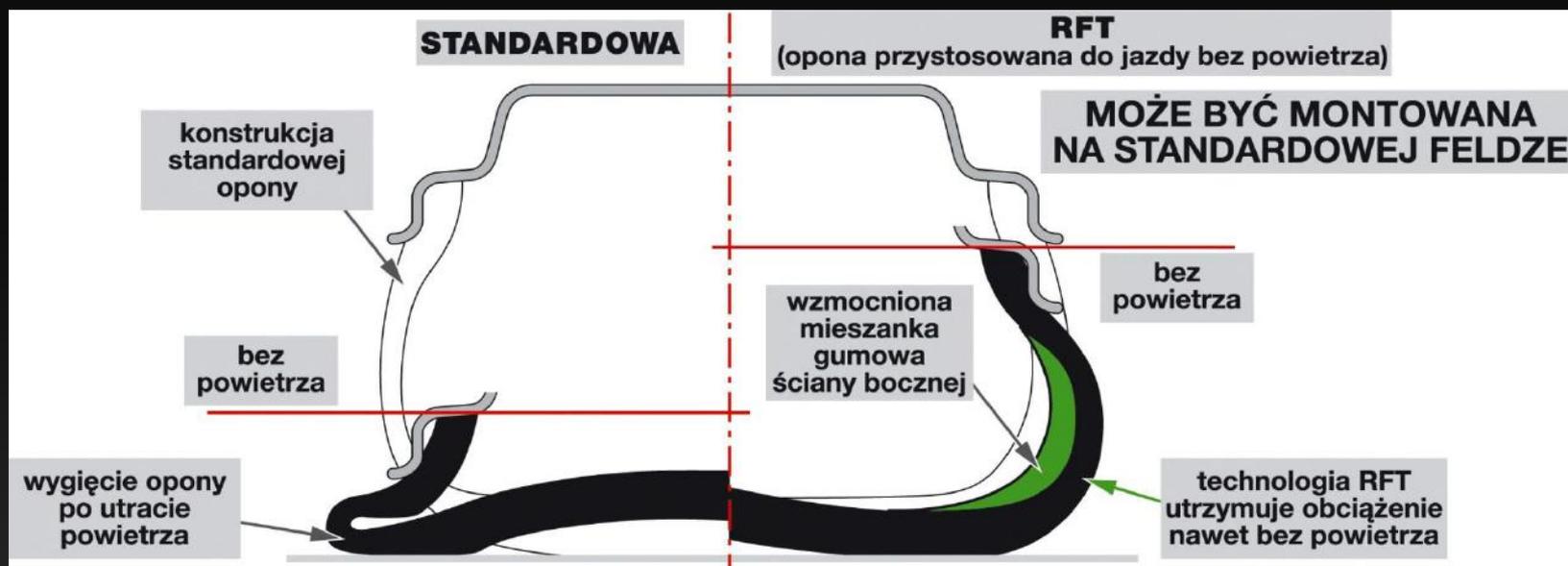
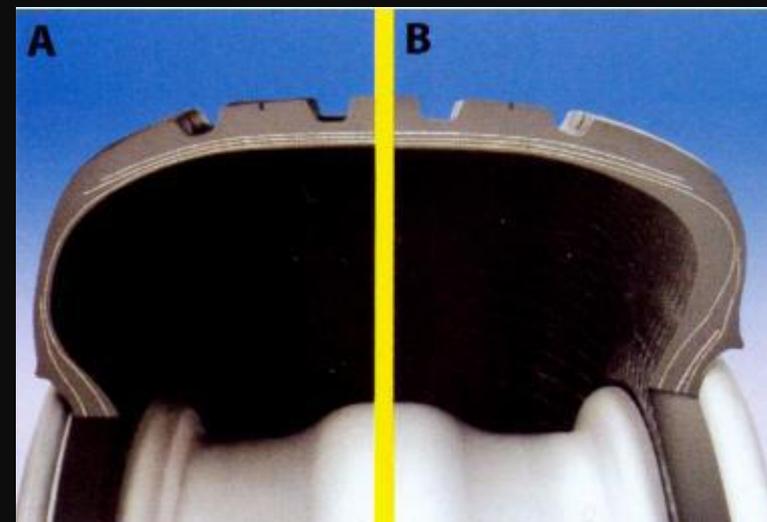
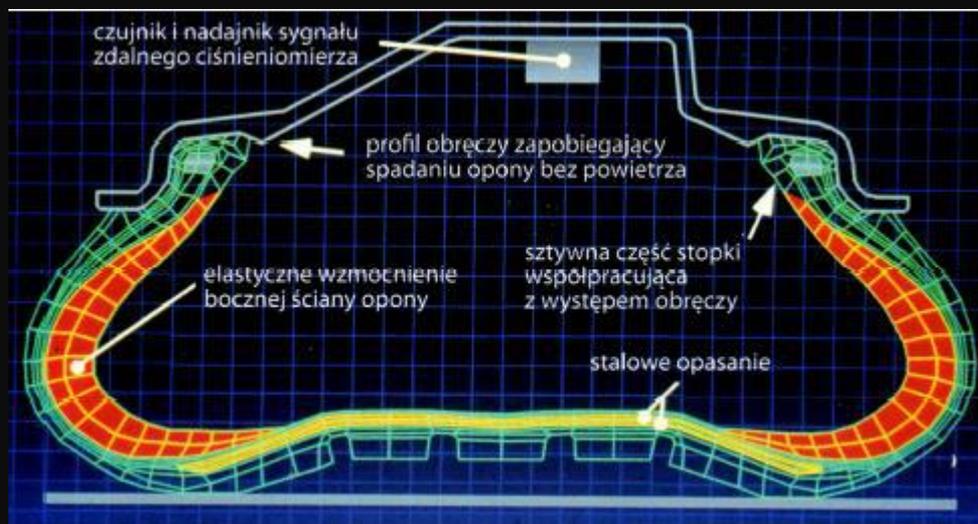


CSR Continental

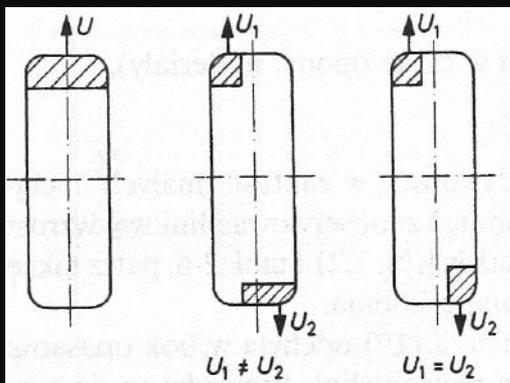


System odwróconego zakładania opony

# Opony typu 'Runflat'



# Wyrównywanie kół



Różne postacie niewyrównoważenia:

z lewej- statyczne  
w środku- dynamiczne  
z prawej- koło wyrównoważone



Urządzenie do wyrównywania kół

**Kiedy trzeba wyrównować koło:**

1. Zawsze po jakiegokolwiek kolizji czy wypadku,
2. Po uderzeniu w krawężnik czy wpadnięciu w większą dziurę,
3. Po gwałtownym ale długotrwałym hamowaniu,
4. Po dłuższej jeździe po złej nawierzchni czy wertepach,
5. Każdorazowo, o ile z różnych względów zdjęliśmy koło,
6. Po jeździe w głębokim błocie czy śniegu,
7. Zawsze przy wymianie opon.

Ciężarki do felg  
stalowych

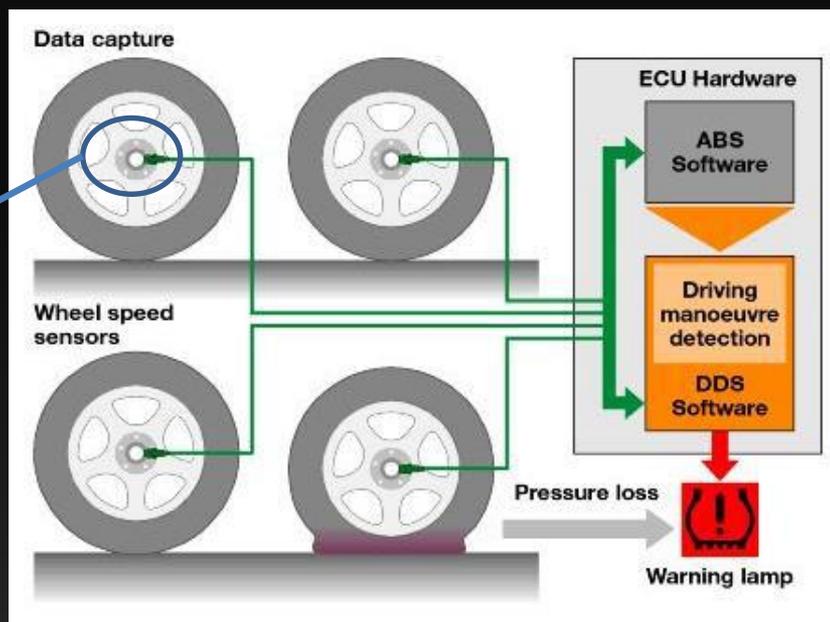
i ze stopów lekkich



# Systemy kontroli ciśnienia

## 1. SYSTEMY WYKORZYSTUJĄCE CZUJNIKI ABS/ESP

Jest to moduł oprogramowania w sterowniku układu ABS/ESP. Określa spadek ciśnienia w oponie przez porównanie obrotów koła do obrotów pozostałych kół za pomocą czujników obrotów systemu ABS/ESP. Jeśli w danej oponie spadnie ciśnienie, zmniejsza się jej promień dynamiczny. W takiej sytuacji na danym odcinku drogi koło z mniejszym ciśnieniem wykonuje więcej obrotów, niż koło z ciśnieniem nominalnym, co zostaje zanotowane przez układ sterujący systemem ABS/ESP. System ten nie rozpozna ubytku ciśnienia w oponach jeśli będą one równomiernie traciły ciśnienie.



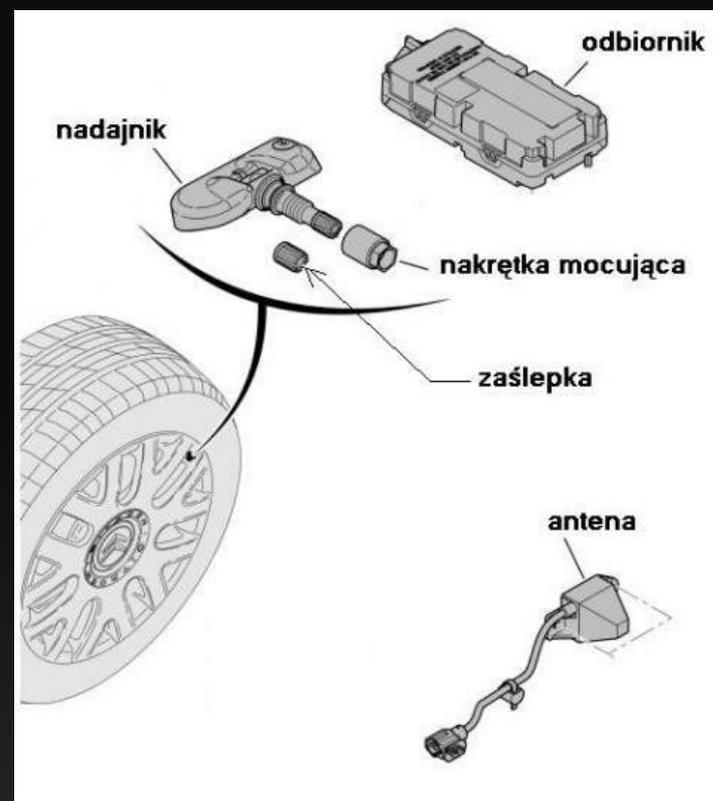
# Systemy kontroli ciśnienia

## 2. SYSTEMY Z POMIAREM BEZPOŚREDNIM

Ten system wykorzystuje elektronikę zabudowaną w kole pojazdu. Dotyczy to czujnika do pomiaru ciśnienia oraz temperatury, anten do bezprzewodowego przekazywania danych oraz sterownika. W tym przypadku możliwe jest dokładne wskazanie ciśnienia w każdym z kół pojazdu.



Czujnik ciśnienia i temperatury - widać że anteną nadawczą stanowi wentyl





**Dziękuję za uwagę**