

# Dobór koła w zgodzie z geometrią (cz.II)



Fot. Z. Majkut, J.Kubiś - Wimad

**Aby samochód poruszał się prostoliniowo na płaskiej drodze, momenty sił działające na drążek poprzeczny, a w konsekwencji na koło kierownicy, muszą być równe z lewej i prawej strony.**

Warunek ten jest spełniony, gdy ramiona działania sił wzdłużnych (zależne od promienia zataczania) są sobie równe. Za maksymalną dopuszczalną odchyłkę uważa się tutaj 5 mm. Moment sił wzdłużnych oblicza się następująco:

$$MSW = FOT \cdot RSW \cdot \cos WOZ$$

gdzie:

- FOT - siła oporów toczenia
- WOZ - kąt wyprzedzenia osi zwrotnicy
- RSW - ramię działania sił wzdłużnych (w urządzeniach zwane ramieniem siły kąta POZ)

Z kolei wartość RSW to:

$$RSW = R \cdot \cos POZ + RDYN \cdot \sin (POZ + PK)$$

czyli po przekształceniu:

$$RSW - RDYN \cdot \sin (POZ + PK)$$

$$R = \frac{\quad}{\cos POZ}$$

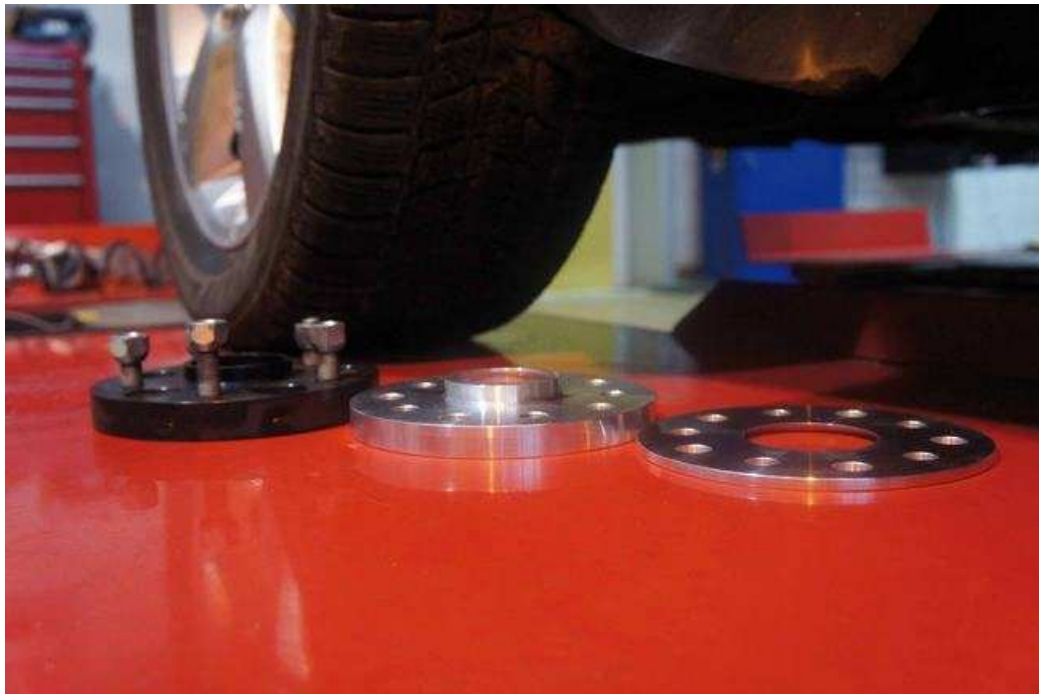
gdzie:

- R - promień zataczania
- RDYN - promień dynamiczny koła, przedniego
- POZ - kąt pochylenia osi zwrotnicy
- PK - kąt pochylenia koła

Znając znak i wartość promienia zataczania R, możemy stwierdzić, jaki jest jego wpływ na zbieżność. Przy ujemnym promieniu zataczania, stosowanym w większości samochodów z przednim napędem, występuje tendencja do zwiększania zbieżności

(zmian jej wartości w kierunku dodatnim), a przy dodatnim promieniu zataczania mamy do czynienia ze zjawiskiem odwrotnym.

Jeśli wartości momentów sił wzdłużnych będą równe dla lewej i prawej strony zawieszenia, pojazd będzie zachowywał się neutralnie, czyli bez skłonności do samoczynnych zmian nadanego mu kierunku jazdy. Jednak zwiększanie dodatniego promienia zataczania lub zmniejszanie ujemnego (np. wskutek zainstalowania tarcz dystansowych lub zmniejszenia ET obręczy) zmniejsza stabilność ruchu na drodze z nierównościami wzdłużnymi (koleiny, szyny tramwajowe itp.) oraz podczas bocznych podmuchów wiatru. Przy braku takich zakłóceń zewnętrznych zmiana znaku promienia zataczania może powodować tzw. ściąganie na skutek działania dwuobwodowego układu hamulcowego z krzyżowym podziałem obwodów.



*Tarcze dystansowe o grubości 5, 15 i 20 mm  
stosowane do modyfikacji zawieszzeń*



*Wystawanie nadwozia poza zewnętrzną krawędź koła przed modyfikacją (powyżej) oraz po modyfikacji*

Dla wykazania charakteru tych zjawisk w warunkach pomiarowych i drogowych dokonano pomiarów geometrii pojazdu najpierw z oryginalnymi kołami, a potem z zainstalowanymi tarczami dystansowymi renomowanej firmy. Tarcze o grubości 5 mm, 15 mm i 20 mm były zakładane kolejno z jednej strony.

Do testu użyto samochodu Lexus RX 400h z oponami Bridgestone Blizzak LM 25, 255/55 R18 100H i obręczami 18 x 7 JJ, z ET 35. Wyniki pomiarów osi przedniej bez modyfikacji mieściły się w tolerancjach fabrycznych:

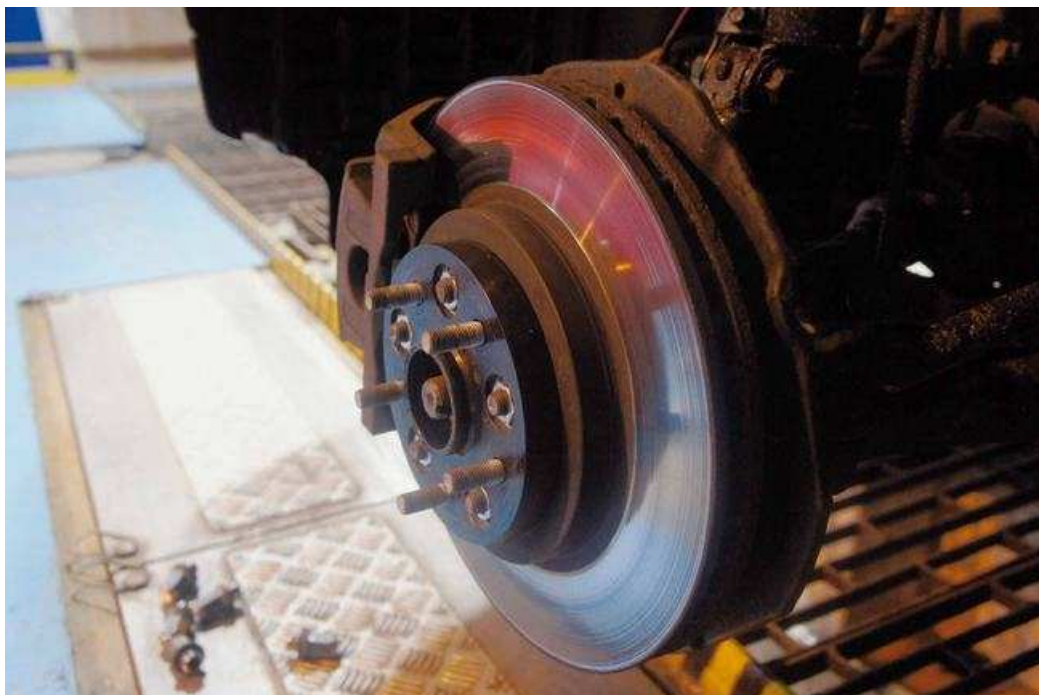
	Strona lewa	Strona prawa
$P_K$	- 0°38'	-1°12'
$W_{OZ}$	2°39'	2°39'
$P_{OZ}$	10°55'	10°47'
Zbieżność	- 0°02'	- 0°02'

Gdy w trakcie modyfikacji zamontowano tarczę o grubości 20 mm i wspomniane wcześniej oryginalne koła, wyniki pomiarów nadal mieściły się w tolerancjach fabrycznych i wynosiły dla osi przedniej:

	Strona lewa	Strona prawa
$P_K$	- 0°40'	- 1°15'
$W_{OZ}$	2°36'	2°35'
$P_{OZ}$	????	????
Zbieżność	- 0°01'	0°00'

Niewielkie różnice w zmierzonych parametrach (do 3') są skutkiem zmian położenia elementów (zdjęcie i założenie koła, głowic pasywnych, uniesienie pojazdu przy zmianie koła, przemieszczenie samochodu).

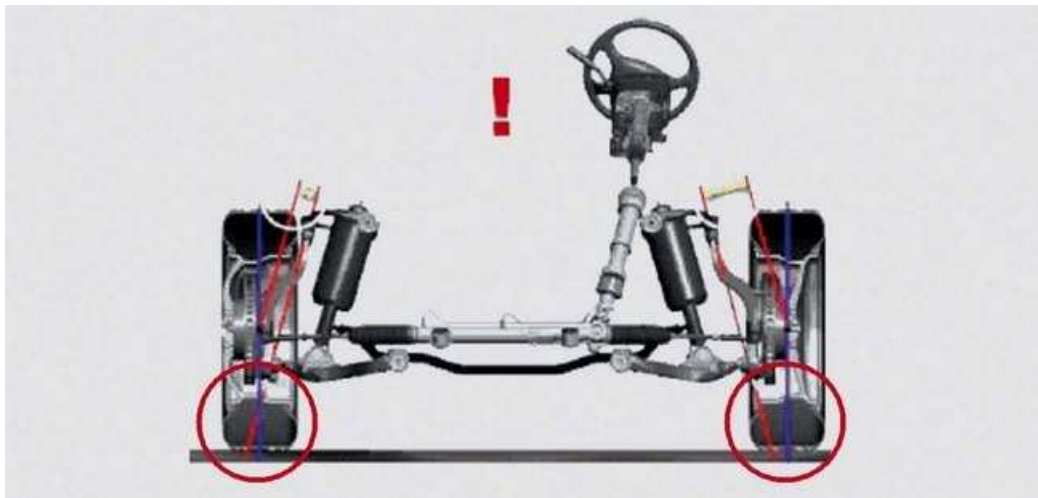
Wartości promienia zataczania R przed zastosowaniem modyfikacji wynosiły 80 mm po stronie prawej oraz 85 mm po lewej. Tę dopuszczalną różnicę wprowadzono celowo, powodując za pomocą korekcyjnej śruby mimośrodowej kąta PK jego przesunięcie o 0,5 stopnia w kierunku wartości ujemnych dla strony prawej. Taka operacja jest stosowana jako procedura serwisowa w samochodach Toyota i Lexus dla przeciwdziałania ściąganiu w prawo na skutek wypukłości nawierzchni dróg w Polsce.



*Zamocowanie tarczy dystansowej o grubości 20 mm*

Po modyfikacjach uzyskano wartości promienia zataczania 81 mm po stronie prawej oraz 104 mm po lewej.

Zmniejszając ET obręczy o 20 mm (odsuwając koło na zewnątrz tarczą dystansową), zwiększamy mało korzystny dodatni promień zataczania R. Powoduje to zwiększenie momentu działającego na drążek poprzeczny układu kierowniczego. Przy niewielkich wahaniach wartości tego momentu (np. z powodu kolein, bocznego wiatru, asymetrii układu kierowniczego lub napędowego) samochód staje się bardziej wrażliwy na wszelkiego rodzaju zaburzenia zewnętrzne. Jednak działanie systemu ESP sprawia, iż efekty zwiększenia promienia zataczania mogą być nieodczuwalne.

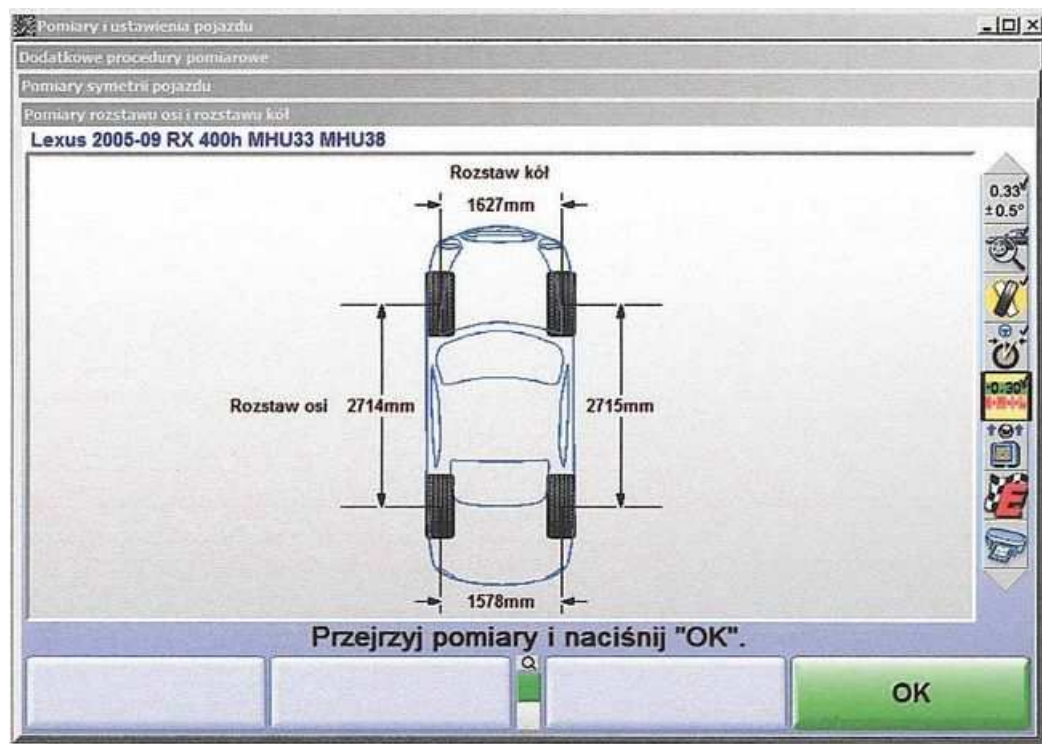


***Asymetria promieni zataczania wywołuje stałą tendencję do samoczynnej zmiany kierunku jazdy***

Podczas testów drogowych przeprowadzanych na torze doświadczalnym byłej fabryki autobusów i ciężarówek w Jelczu-Laskowicach układ kierowniczy tego samego Lexusa był asymetrycznie modyfikowany poprzez montowanie na lewej piaście tarcz o grubości: najpierw 5 mm, później 15 mm, a na koniec 20 mm. Pierwszą próbę stanowiła obserwacja „ciągnięcia” koła kierownicy przy przyspieszaniu od 0-100 km/h. Przy włączonym systemie ESP tylko w początkowym okresie (pierwsze 1-2 s) dało się odczuć ściąganie w prawo, potem sytuacja się normowała. Pełne hamowanie zawsze odbywało się z ABS, lecz mimo jego ingerencji pojawiało się ściąganie w lewo. Dawało się ono opanować korygującymi ruchami kierownicy, ale na mokrej nawierzchni wrażenia z takiej jazdy były nieprzyjemne.

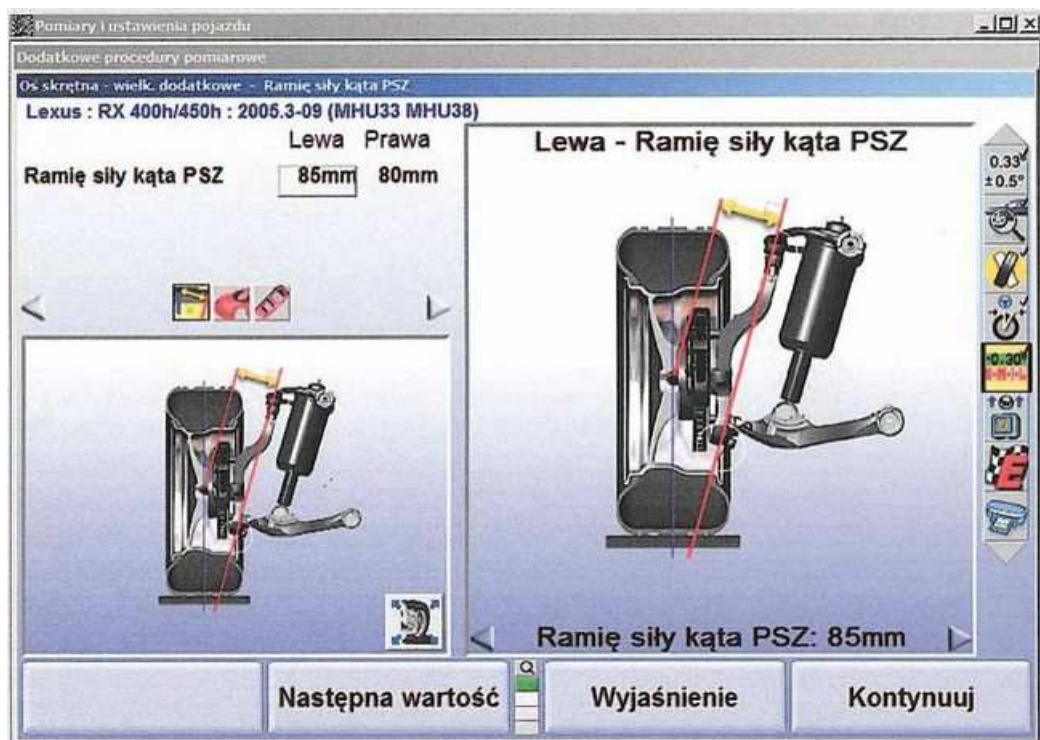
Podczas próby przyspieszania przy wyłączonym ESP siła ciągnąca samochód w prawo była (zależnie od przyczepności nawierzchni) tak duża, że momentami (w czasie ok. 9-10 s) groziła zarzuceniem całego samochodu. Przy pełnym hamowaniu efekt ściągania w lewo był również bardziej odczuwalny. W trakcie normalnej jazdy (bez nadmiernych przyspieszeń i hamowań) po drodze z koleinami

auto z symetrycznie zamontowanymi jednakowymi tarczami dystansowymi 20 mm chętniej „uciekło” na pobocze lub ku środkowi drogi, w zależności od tego, czy koło miało kontakt z lewą czy prawą stroną garbu koleiny.



#### ***Rozstawy osi i kół badanego samochodu***

Samochód bez modyfikacji jechał pewnie, reagując tylko na koleiny o znacznej głębokości. Podobnie było podczas przejazdu przez kałuże. Układ zmodyfikowany okazywał się o wiele bardziej podatny na zakłócenia. Trzeba tu dodatkowo uwzględnić fakt, że próby przeprowadzane były bez ryzyka kolizji drogowych, z użyciem pojazdu w dobrym stanie technicznym i zachowującym (także po modyfikacji) parametry geometrii w granicach tolerancji ustalonych przez producenta.



***Ramię sił wzdlużnych zmierzone przez urządzenie pomiarowe przed i po modyfikacji***

Łatwo jednak sobie wyobrazić sytuację odmienną, w której samochód o dużej mocy na nieoryginalnych kołach z mniejszym ET, czyli ze zwiększonym w kierunku dodatnim promieniem zataczania R, wykonuje manewr wyprzedzania na wąskiej drodze z koleinami. W pierwszej fazie energicznie przyspiesza, co powoduje mocne ściąganie w prawo. Gdy kierowca zwalnia pedał dla wyrównania toru jazdy, pojawia się pojazd nadjeżdżający z przeciwka, więc trzeba hamować, co wywołuje ściąganie w lewo, do rowu i utrudnia powrót na prawy pas jezdni.

Czy wobec tego warto stosować obręcze inne niż oryginalne? Czasami warto, ale nie można ograniczyć się w takiej modyfikacji do samej wymiany kół. Trzeba ten zabieg połączyć z pomiarem geometrii kół i jej korektą. Nie warto natomiast zmieniać promieni zataczania, chyba że chodzi o przystosowanie auta do celów sportowych, np. dryftu lub wyścigów na torze o przewadze zakrętów w jedną stronę.



*Badany samochód na nowoczesnym stanowisku pomiarowym*



Zenon Majkut  
Wimad Spółka Jawna