

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF AIR PRESSURE IN CAR TIRES ON DAMPING EFFECTIVENESS OF THEIR SUSPENSION SYSTEM

Summary

It happens that the results of car examination, made in different diagnostic stations in different conditions aren't similar. In this paper it was analyzed the influence of air pressure in tires on reliability of the car's technical examination, especially considering passenger cars. The purpose of this work is an experimental evaluation of influence of air pressure in car tires on effectiveness of suppressing vibrations by suspension system, which effects general cars condition and safety in road traffic.

BADANIA WPŁYWU CIŚNIENIA W Oponach POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH NA SKUTECZNOŚĆ TŁUMIENIA ICH UKŁADU ZAWIESZENIA

Streszczenie

Zdarza się, że wyniki badań technicznych określonego samochodu, wykonanych w różnych stacjach diagnostycznych w innych warunkach, znacznie różnią się. W niniejszej pracy przeanalizowano wpływ jednego z czynników wpływających na wiarygodność badań technicznych pojazdów samochodowych, a mianowicie ciśnienie w oponach wybranych samochodów osobowych. Celem pracy jest eksperymentalna ocena wpływu ciśnienia w oponach samochodów na skuteczność tłumienia drgań przez ich układy zawieszenia, co wpływa na ogólny stan samochodów i bezpieczeństwo w ruchu drogowym.

1. Wprowadzenie

Zadaniem układu zawieszenia pojazdu samochodowego jest zapewnienie dobrej przyczepności kół pojazdu do nawierzchni i możliwie największego komfortu jazdy jego użytkownikom. Poprawne działanie układu zawieszenia wpływa więc bezpośrednio na bezpieczne poruszanie się samochodu po drodze, warunkując również prawidłowe działanie innych układów bezpieczeństwa, np. układu hamulcowego.

Pogarszający się stan dróg powoduje przyspieszone zużywanie się elementów układu zawieszenia pojazdu, powodując pogorszenie jego stanu. Zdarzają się przypadki uszkodzenia układu. Stwarza to konieczność częstszego niż jest to przewidziane administracyjnie prowadzenia badań technicznych zawieszenia, co wpływa pozytywnie na jego stan i poprawę bezpieczeństwa ruchu pojazdu samochodowego.

Do badania stanu amortyzatorów zamontowanych w pojeździe samochodowym, a w istocie zawieszenia pojazdu, wykorzystuje się praktycznie dwie metody: metodę drgań swobodnych i metodę drgań wymuszonych. Pierwsza z nich polega na ocenie drgań (ściślej liczby półokresów drgań) nadwozia, wywołanych wytrąceniem ze stanu spoczynkowego bryły nadwozia. W nowszych odmianach metody drgań swobodnych mierzy się siłę nacisku koła na podłoże [1]. Druga metoda polega na wymuszeniu drgań pionowych koła jezdnego z częstotliwością 16-25 Hz [2].

W tych metodach wykorzystuje się znany fakt dużej wrażliwości amplitudy drgań układu na tłumienie w strefie rezonansu. Do tego typu metod należy metoda zaproponowana przez firmę BOGE. Nowszą odmianą drugiej metody badań amortyzatorów zamontowanych w pojeździe jest metoda EUSAMA (akronim oryginalnej

nazwy Europejskiego Stowarzyszenia Producentów Amortyzatorów). Wielkościami rejestrowanymi w tej metodzie są siły nacisku statycznego i dynamicznego koła jezdnego na podłoże (płyte urządzenia wymuszającego).

W niniejszej pracy dopuszczalna masa całkowita samochodów jest podana w tonach [t], a ciśnienie w oponach w barach [bar]. Jest to podyktowane powszechnością stosowania tych jednostek w praktyce badań technicznych i wyskalowaniem w tych jednostkach urządzeń badawczych.

2. Stanowisko badawcze

Badania zostały wykonane w okręgowej stacji kontroli pojazdów. Przeprowadzono je na stanowisku typu TUZ-1 firmy Unimetal [3-5]. Jest to stanowisko do wykonywania badań technicznych skuteczności tłumienia zawieszenia pojazdu o dmc do 3,5 t. Urządzenie składa się z dwóch oddzielnych zespołów pomiarowych (wibracyjnych), jednostki sterująco – wskaźnikowej oraz komputera [7-13].

Wynik badania technicznego układu zawieszenia pojazdu samochodowego jest zależny od:

- stanu technicznego badanego pojazdu,
- konstrukcji i wykonania stanowiska,
- aktualnego stanu technicznego stanowiska,
- otoczenia (temperatury, zanieczyszczenia opon lub płyt zespołów wibracyjnych),
- czynnika ludzkiego (staranności wykonania badań, poprawności ustawienia kół na płytach itp.).

W przypadku zależności wyniku badania technicznego układu zawieszenia samochodu od wielu czynników, których wpływ jest trudno utrzymać na stałym poziomie, wynik badania układu może różnić się od stanu obiektywnego – rzeczywistego. Ważne jest więc oszacowanie wpływu czynników i warunków pomiaru na

jego wynik. Jest oczywiste, że zmiana ciśnienia w ogumieniu wpływa na tłumienie układu zawieszenia pojazdu. Istnieje wymóg utrzymania ciśnienia w kołach na poziomie bliskim nominalnemu (około 2 bar). Natomiast brak jest szczegółowej informacji o wielkości wpływu zmian tego ciśnienia na tłumienie układów zawieszenia w różnych pojazdach samochodowych. Wobec tego, celem szczegółowym niniejszych badań jest ocena wpływu ciśnienia w ogumieniu wybranych pojazdów samochodowych na wartości wskaźnika EUSAMA, który został przyjęty jako miara stanu technicznego zawieszenia pojazdu.

3. Opis obiektów badań

Zostały przebadane trzy pojazdy: dwa samochody marki Fiat Punto (rok produkcji 2004 i 2006) oraz Skoda Fabia wyprodukowana w 2006 roku. Są to samochody o dmc do 3,5 t. Posiadały one sprawne układy podwozia, w tym układy zawieszenia. Ogumienie spełniało wymagane warunki techniczne, dopuszczające pojazdy do ruchu. Wymiary ogumienia były zgodne z wymaganiami producentów. Badanie starano się przeprowadzić w krótkim czasie (trzy tygodnie), w celu ograniczenia wpływu na ich wynik ewentualnych zmian wynikających z eksploatacji pojazdu, np. zużycia elementów składowych układu zawieszenia.

4. Przebieg i warunki badań

W praktyce stosuje się różne określenie wskaźnika EUSAMA, często wynikające z tłumaczenia literatury zagranicznej lub obcojęzycznych instrukcji obsługi stanowisk do badań układu zawieszenia. W niniejszej pracy przyjęto wartość wskaźnika EUSAMA jako miarę tłumienia zawieszenia i wynika ona z procentowego stosunku minimalnego nacisku koła na płytę badawczą podczas drgań w zakresie rezonansowym do nacisku statycznego koła [1].

Badania polegały na sprawdzeniu skuteczności tłumienia zawieszenia określanego wskaźnikiem EUSAMA w zakresie od połowy nominalnego ciśnienia w oponie do ciśnienia wyższego od nominalnego, z krokiem co 0,2 bar. Ciśnienie nominalne w ogumieniu badanych pojazdów wynosiło 2 bary. Ciśnienie to w badaniach regulowano za pomocą urządzenia do kontroli i regulacji ciśnienia w ogumieniu typu PA-10K. Jest to atestowany przyrząd elektroniczny, z mikroprocesorowym automatem do regulacji i kontroli ciśnienia specjalnie w ogumieniu pojazdów samochodowych.



Rys. 1. Ustawienie kół samochodu na płycie pomiarowej
Fig. 1. Placing of car wheels on measurement board

Koła pojazdu ustawiano centralnie na stanowisku do kontroli skuteczności tłumienia zawieszenia pojazdu (płycie pomiarowej) - rys. 1. Pomiary z określeniem wskaźnika EUSAMA zostały przeprowadzone oddzielnie dla każdej osi badanego pojazdu. Opony badanych samochodów podczas pomiarów były suche, a głębokość rowków bieżników opon była zgodna z wymaganymi warunkami technicznymi. Podczas badań w samochodzie nie było kierowcy.

5. Wyniki badań

W tab. 1 zostały zamieszczone wyniki badań wpływu ciśnienia w ogumieniu na skuteczność tłumienia zawieszenia (wartości wskaźnika EUSAMA) w pojeździe Fiat Punto (rocznik 2004).

Tab. 1. Wyniki badań układu zawieszenia samochodu marki Fiat Punto (rocznik 2004)

Table 1. Results of suspension system examination of Fiat Punto car (made in 2004)

Ciśnienie [bar]	Oś przednia [%]		Oś tylna [%]	
	Strona		Strona	
	Lewa	Prawa	Lewa	Prawa
1,0	76	76	55	56
1,2	74	76	49	50
1,4	70	71	42	43
1,6	67	68	35	37
1,8	60	61	30	34
2,0*	56*	58*	23*	29*
2,2	52	52	18	23
2,4	48	47	11	17
2,6	44	41	11	18
2,8	41	37	3	11
3,0	36	33	3	6

*wartości odnoszące się do ciśnienia nominalnego

Kolejnym pojazdem, w którym badano wpływ ciśnienia w ogumieniu na wskaźnik EUSAMA był Fiat Punto z 2006 roku. W tab. 2 zostały zamieszczone wyniki badań układu zawieszenia tego pojazdu.

Tab. 2. Wyniki badań układu zawieszenia samochodu marki Fiat Punto (rocznik 2006)

Table 2. Results of suspension system examination of Fiat Punto car (made in 2006)

Ciśnienie [bar]	Oś przednia [%]		Oś tylna [%]	
	Strona		Strona	
	Lewa	Prawa	Lewa	Prawa
1,0	79	76	54	60
1,2	77	75	48	54
1,4	73	73	44	49
1,6	66	66	36	40
1,8	61	61	31	34
2,0*	54*	56*	26*	31*
2,2	48	48	16	25
2,4	44	44	11	19
2,6	39	38	8	16
2,8	35	34	3	11
3,0	32	32	1	8

*wartości odnoszące się do ciśnienia nominalnego

Następnym badanym pojazdem na stanowisku TUZ – 1 był samochód marki Skoda Fabia combi. Wyniki badań układu zawieszenia tego pojazdu zostały zamieszczone w tab. 3.

Tab. 3. Wyniki badań układu zawieszenia samochodu marki Skoda Fabia (rocznik 2006)

Table 3. Results of suspension system examination of Skoda Fabia car (made in 2006)

Ciśnienie [bar]	Oś przednia [%]		Oś tylna [%]	
	Strona		Strona	
	Lewa	Prawa	Lewa	Prawa
1,0	80	81	75	74
1,2	79	81	73	76
1,4	78	81	74	73
1,6	75	76	71	71
1,8	73	74	67	66
2,0*	70*	71*	61*	61*
2,2	65	69	57	58
2,4	63	64	54	54
2,6	59	61	50	50
2,8	57	59	47	46
3,0	54	55	43	42

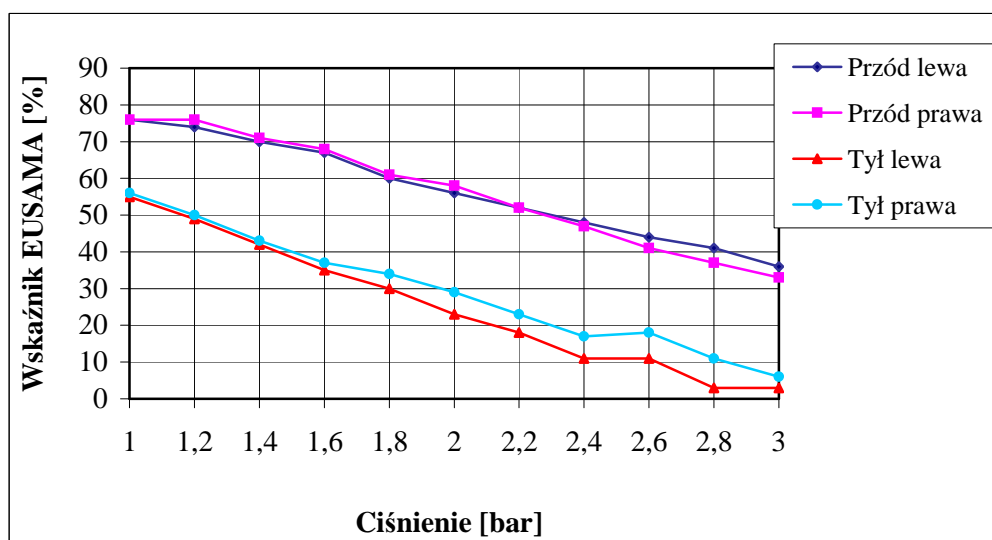
*wartości odnoszące się do ciśnienia nominalnego

6. Analiza wyników badań

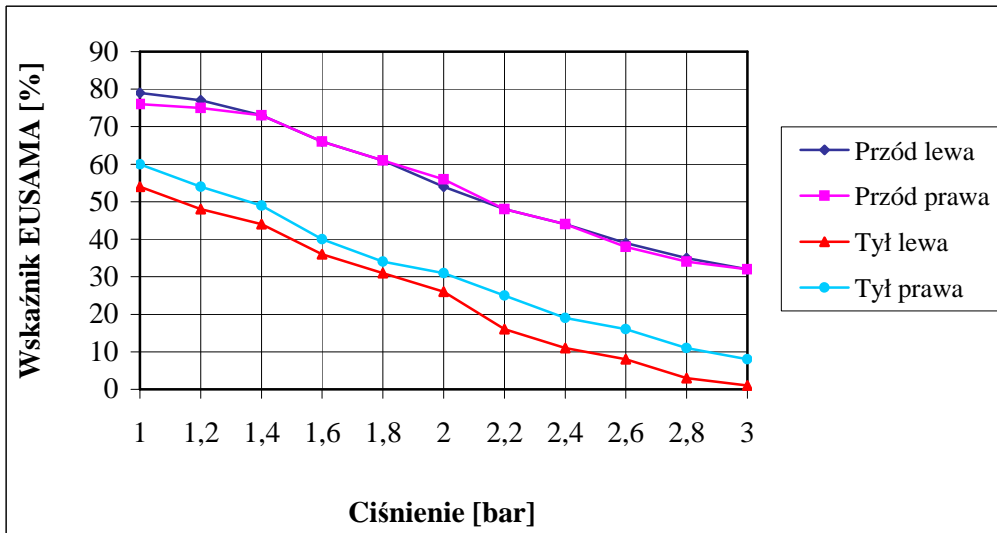
Wyniki badań zebrane w tab. 1-3 zostały zaprezentowane w sposób graficzny dla każdego z badanych samochodów na rys. 2-4.

W przypadku badanych pojazdów marki Fiat Punto wyniki badań układu zawieszenia pojazdów różnych roczników nie różnią się znacznie. Brak istotnych różnic wynika z faktu, iż są to pojazdy tego samego typu i tej samej marki. Odnotowane różnice mogą być spowodowane długością eksploatacji tych pojazdów, a więc i stanem układu zawieszenia.

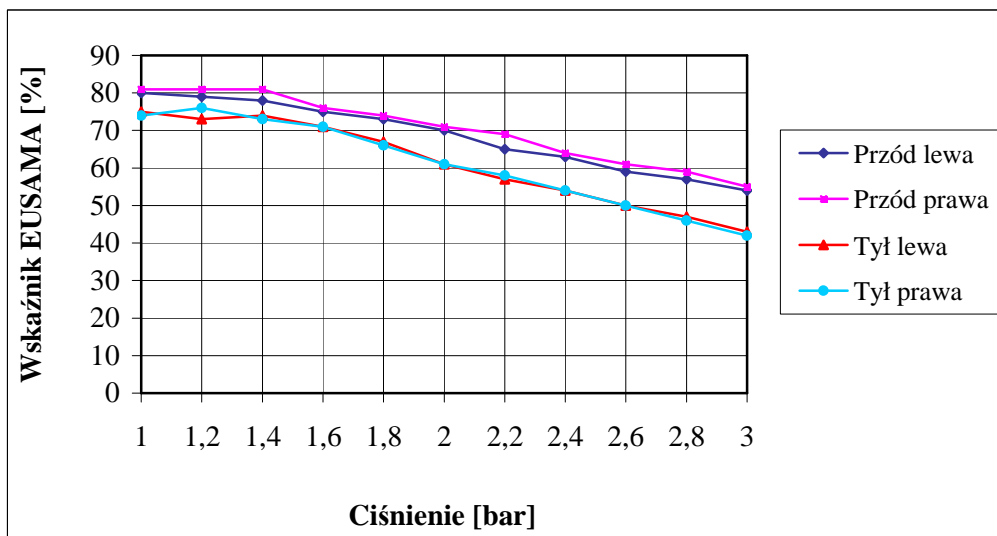
Jak wynika z wykresów na rys. 2-4 tendencja zmian skuteczności tłumienia układu zawieszenia, wyrażonego wskaźnikiem EUSAMA, jest bardzo wyraźna. Zmieniająca się, wraz z ciśnieniem w ogumieniu, sztywność opony rzutuje wyraźnie na wartości tego wskaźnika. Świadczy to o wrażliwości układu zawieszenia na zmiany ciśnienia w ogumieniu. Konsekwencją tej wrażliwości może być kwalifikacja podczas badań technicznych układu zawieszenia do stanu nieodpowiadajacemu stanowi rzeczywistemu.



Rys. 2. Zależność między ciśnieniem w ogumieniu a wskaźnikiem EUSAMA dla zawieszenia samochodu Fiat Punto (2004)
Fig. 2. Relation between air pressure in tires and EUSAMA ratio for suspension system of Fiat Punto car (2004)

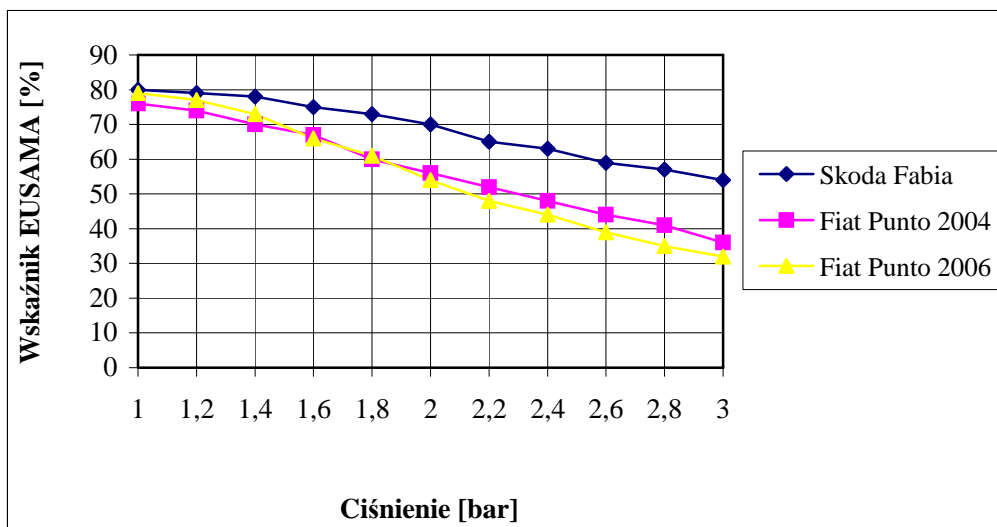


Rys. 3. Zależność między ciśnieniem w ogumieniu a wskaźnikiem EUSAMA dla zawieszenia samochodu Fiat Punto (2006)
 Fig. 3. Relation between air pressure in tires and EUSAMA ratio for suspension system of Fiat Punto car (2006)



Rys. 4. Zależność między ciśnieniem w ogumieniu a wskaźnikiem EUSAMA dla zawieszenia samochodu Skoda Fabia (2006)

Fig. 4. Relation between air pressure in tires and EUSAMA ratio for suspension system of Skoda Fabia car (2006)



Rys. 5. Wpływ ciśnienia w ogumieniu na wskaźnik EUSAMA samochodów Fiat Punto – 2004 r., Fiat Punto – 2006 r. i Skoda Fabia – 2006 r. dla osi przedniej i strony lewej badanych samochodów

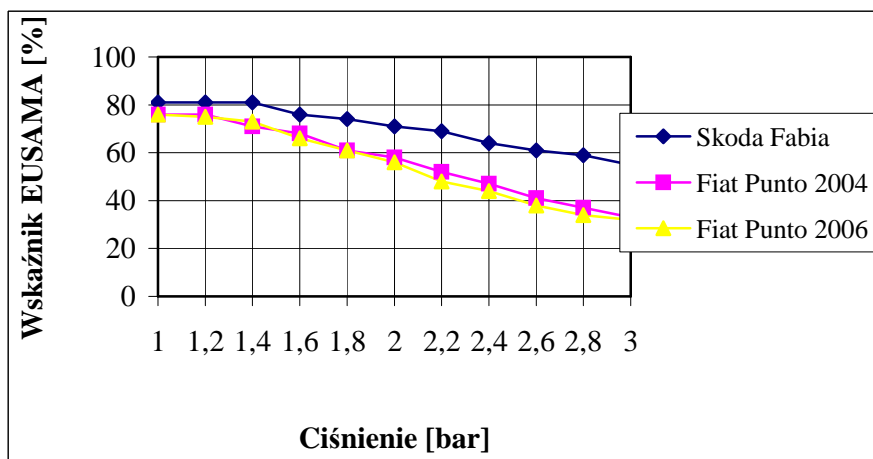
Fig. 5. Influence of air pressure in tires on EUSAMA ratio for Fiat Punto – 2004, Fiat Punto – 2006 and Skoda Fabia – 2006 for front axle and left side of examined cars

Badając skuteczność tłumienia zawieszenia pojazdu przy różnych ciśnieniach w ogumieniu można stwierdzić, że wraz ze wzrostem ciśnienia maleje znacznie skuteczność tłumienia zawieszenia. Przy ciśnieniu w ogumieniu wynoszącym 3 bary sztywność opony znacznie wzrasta i jej tłumienie jest o wiele niższe niż w przypadku opony nie napompowanej do ciśnienia nominalnego, co wyraża się mniejszą wartością wskaźnika EUSAMA. Przy ciśnieniu 1 bara opony skutecznie tłumią drgania, co skutkuje wyższymi uzyskiwanymi wartościami wskaźnika EUSAMA. Różnica w wartościach wskaźnika tłumienia pomiędzy osiami wynika także z nacisków osi pojazdu na podłoże. Badany pojazd marki Fiat Punto ma nadwozie typu hatchback i tylnia oś tego samochodu jest o wiele lżejsza od przedniej. W niektórych przypadkach w nowych pojazdach, szczególnie tych mniejszych, wskaźnik skuteczności tłumienia zawieszenia

jest mniejszy od wymaganego. Podczas badania takiego pojazdu tylna oś nie utrzymuje należytego kontaktu z podłożem i wynik takiego badania może być niewiarygodny. Dlatego niektórzy producenci zalecają dociążenie samochodu ciężarem o określonych wartościach podczas badania.

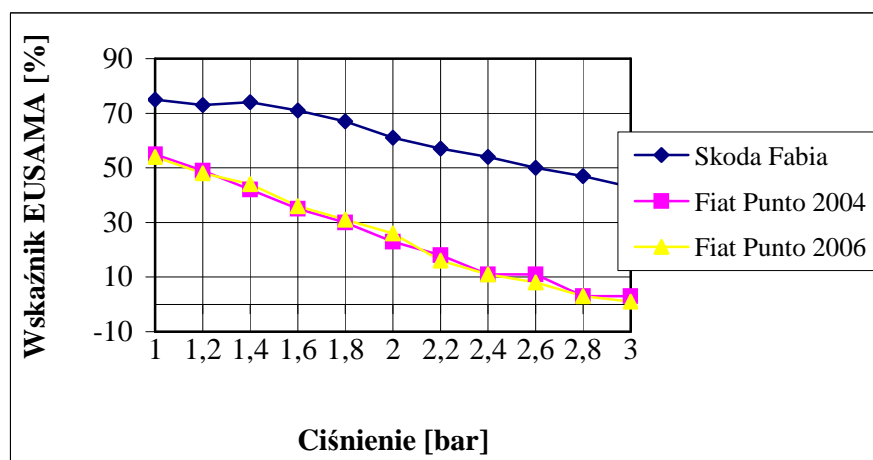
Na podstawie wyników przeprowadzonych badań można stwierdzić, że w przypadku nie zachowania podstawowej zasady sprawdzenia i przygotowania pojazdu do badania technicznego poprzez ustalenie odpowiedniego ciśnienia w kołach pojazdu zalecanego przez jego producenta, ocena układu zawieszenia jest niewiarygodna, co wynika zarówno z pomiarów, jak i na ich podstawie sporządzonych wykresów.

Na podstawie wyników przedstawionych w tab. 1-3 można także przedstawić zbiorcze wykresy zależności wskaźnika EUSAMA od ciśnienia w ogumieniu badanych samochodów dla ich poszczególnych kół (rys. 6-8).



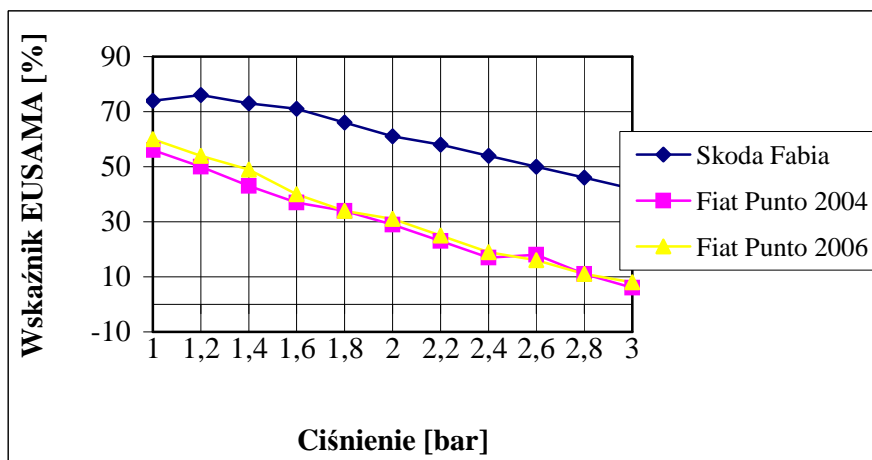
Rys. 6. Wpływ zmiany w ogumieniu na wskaźnik EUSAMA samochodów Fiat Punto – 2004 r., Fiat Punto – 2006 r. i Skoda Fabia – 2006 r. dla osi przedniej i strony prawej badanych samochodów

Fig. 6. Influence of air pressure in tires on EUSAMA ratio for Fiat Punto – 2004, Fiat Punto – 2006 and Skoda Fabia – 2006 for front axle and right side of examined cars



Rys. 7. Wpływ ciśnienia w ogumieniu na wskaźnik EUSAMA samochodów Fiat Punto – 2004 r., Fiat Punto – 2006 r. i Skoda Fabia – 2006 r. dla osi tylnej i strony lewej badanych samochodów

Fig. 7. Influence of air pressure in tires on EUSAMA ratio for Fiat Punto – 2004, Fiat Punto – 2006 and Skoda Fabia – 2006 for rear axle and left side of examined cars



Rys. 8. Wpływ ciśnienia w ogumieniu na wskaźnik EUSAMA samochodów Fiat Punto – 2004 r., Fiat Punto – 2006 r. i Skoda Fabia – 2006 r. dla osi tylnej i strony prawej badanych samochodów

Fig. 8. Influence of air pressure in tires on EUSAMA ratio for Fiat Punto – 2004, Fiat Punto – 2006 and Skoda Fabia – 2006 for rear axle and right side of examined cars

Analizując otrzymane zależności na rys. 5-8, można zauważyć, że różnica wartości wskaźnika EUSAMA pomiędzy osiami samochodu Skoda Fabia jest mniejsza w porównaniu z wcześniej badanymi samochodami marki Fiat Punto. Jest to między innymi spowodowane większymi naciskami osi tylnej Skody Fabi na podłoże, ponieważ jest to samochód z nadwoziem typu combi, a więc i dociążoną osią tylną. Można również zauważyć, że w samochodzie marki Skoda Fabia różnica wartości wskaźnika EUSAMA na jednej osi między skrajnymi wartościami ciśnień w kole jest mniejsza niż w samochodzie marki Fiat. Wynika z tego, że układ zawieszenia tego samochodu jest mniej wrażliwy na zmiany ciśnienia w ogumieniu kół.

7. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników można sformułować następujące stwierdzenia:

- Wraz ze wzrostem ciśnienia w ogumieniu badanych pojazdów wartość wskaźnika EUSAMA dla układów zawieszenia wszystkich trzech pojazdów wykazuje tendencję malejącą,
- W wyniku zmiany ciśnienia w ogumieniu w zakresie 1 – 3 bara różnica pomiędzy najwyższą a najniższą wartością wskaźnika skuteczności tłumienia zawieszenia przekracza 50 % dla wszystkich badanych pojazdów,
- Wartość wskaźnika EUSAMA zależy od nacisku statycznego koła na podłoże.

8. Literatura

[1] Sitek K.: Diagnostyka Samochodowa. Wydawnictwo Auto, Warszawa 1999.

[2] Bocheński C. (red): Badania kontrolne samochodów, (praca zbiorcza), WKiŁ, Warszawa 2000.

[3] Dokumentacja techniczno-ruchowa linii diagnostycznej Uniline 2000. Wyd. Unimetal, 2007.

[4] Dokumentacja techniczno-ruchowa linii diagnostycznej Uniline 3000. Wyd. Unimetal, 2007.

[5] Dokumentacja techniczno-ruchowa linii diagnostycznej Uniline 5000. Wyd. Unimetal, 2007.

[6] Dokumentacja techniczno-ruchowa: Urządzenia rolkowe do kontroli działania hamulców pojazdów o dmc powyżej 3,5 t typ RHC-30. Wyd. Unimetal, 2006.

[7] Dokumentacja techniczno-ruchowa: Urządzenie do kontroli skuteczności tłumienia zawieszenia pojazdu o dmc do 3,5 t typ TUZ-1/L. Wyd. Unimetal, 2005.

[8] Dokumentacja techniczno-ruchowa: Urządzenie do wymuszania szarpnięć kołami jezdnyimi dla kontroli luzów w elementach zawieszenia i układu kierowniczego pojazdu o dmc do 3,5t typ SZ-3.5. Wyd. Unimetal, 2007.

[9] Dokumentacja techniczno-ruchowa: Uniwersalne urządzenie do wymuszania szarpnięć kołami jezdnyimi pojazdu dla kontroli luzów w elementach zawieszenia i układu kierowniczego typ SZ-16. Wyd. Unimetal, 2007.

[10] Żółtowski B., Ćwik Z.: Leksykon diagnostyki technicznej. Wydawnictwo ATR, Bydgoszcz 1996.

[11] Dziennik Ustaw Nr 227, poz. 2250, załącznik nr 1, pkt. 11.4.2.

[12] Strona internetowa: <http://www.unimetal.pl> - czerwiec 2007.

[13] Strona internetowa: <http://www.heka-online.de> - czerwiec 2007.