

**dr inż. Krzysztof Parczewski<sup>1</sup>**

Katedra Silników Spalinowych i Pojazdów  
Akademia Techniczno-Humanistyczna  
Ul. Willowa 2, 43-309 Bielsko-Biała, Polska  
e-mail: [kparczewski@ath.bielsko.pl](mailto:kparczewski@ath.bielsko.pl)

## **Wpływ ciśnienia w ogumieniu na dynamikę ruchu pojazdu podczas manewru hamowania**

**Słowa kluczowe:** dynamika ruchu, opony, badania pojazdu, hamowanie pojazdu, kąty znoszenia kół, stabilność pojazdu

**Streszczenie:** W publikacji przedstawiono zagadnienie wpływu obniżenia ciśnienia w oponie na charakterystykę opon, rozkład nacisków i zachowanie się pojazdu na drodze. Wyniki prezentowane w publikacji oparto na badaniach stanowiskowych i drogowych samochodu osobowego wyposażonego w układ zapobiegający blokowaniu kół. Przeprowadzono badania stanowiskowe sztywności opon oraz badania drogowe, polegające na wykonywaniu manewrów opartych na normach ISO: hamowania na prostoliniowym odcinku oraz na łuku drogi.

### **1. Wstęp**

Podczas ruchu pojazdu za przekazywanie sił z pojazdu na podłoże odpowiedzialne są opony oraz stan nawierzchni drogi. Wartości sił przenoszonych na nawierzchnię drogi zależą od parametrów pojazdu i jego ruchu. Nierównomierność ciśnień powietrza w oponach powoduje zmianę sztywności opony zarówno promieniowej jak i wzdłużnej oraz poprzecznej, a także zmianę oporów ruchu i obciążeń przekazywanych przez pojazd na podłoże. Warto także zaznaczyć, że zjawiska na styku opony z jezdnią wpływają na stateczność i kierowność pojazdu. Analiza tych zjawisk została przeprowadzona w warunkach statycznych – podczas pomiaru opon na stanowisku oraz w warunkach ruchu pojazdu na torze badawczym.

### **2. Charakterystyki opon**

Badaniami opon i wpływem ciśnienia na ich charakterystyki zajmowano się szczególnie w laboratoriach zajmujących się takimi badaniami. Pierwsza kompleksowa praca dotycząca opon została przedstawiona przez S. Clarka i innych [4]. Jednym z ważniejszych laboratoriów badających opony jest ośrodek w Delft (TNO Automotive – Holandia). Z ośrodkiem tym związany jest H. B. Pacejka zajmujący się modelowaniem opon. Opublikowano wiele prac związanych z badaniem i modelowaniem opon, między innymi powstał model współpracy opony z jezdnią, znany jako MF (magic formula) [11]. Zagadnienie ciśnienia w oponach przedstawiono w literaturze [3,10,15]. Podobne badania

---

<sup>1</sup> Dr inż. Krzysztof Parczewski, Katedra Silników Spalinowych i Pojazdów, Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej Department of Internal Combustion Engines and Vehicles, University of Bielsko-Biała, Ul. Willowa 2, 43-309 Bielsko-Biała, Polska, e-mail: [kparczewski@ath.bielsko.pl](mailto:kparczewski@ath.bielsko.pl).

opon były prowadzone w różnych laboratoriach, między innymi w laboratorium CRREL (US Army Cold Regions Research and Engineering Laboratory w Anchorage) [8].

Zmniejszenie ciśnienia w oponie powoduje zmniejszenie sztywności kierunkowych i kątowych opon.

Do zależności na sztywności kierunkowe i kątowe opon podstawiono poszczególne siły i momenty z modelu MF, przy czym sztywności z indeksem *nom* odnoszą się do nominalnych ciśnień w oponie.

Sztywność promieniową wyznaczono z zależności [3]:

$$C_{F_z} = \left. \frac{dF_z}{d\rho_z} \right|_{\rho_z=0} = (1 + q_{CFz3} \cdot dp_i) \cdot C_{F_z, nom} \quad (1)$$

gdzie:  $\rho_z$  – ugięcie promieniowe opony,  $q_{CFzi}$  – parametr modelu opony MF,  $C_{Fz, nom}$  – sztywność promieniowa przy nominalnym ciśnieniu powietrza w ogumieniu,  $dp_i$  – współczynnik zmiany ciśnienia  $dp_i$ . przy czym  $p_i$  to ciśnienie rzeczywiste a  $p_{i0}$  ciśnienie nominalne.

$$dp_i = (p_i - p_{i0}) / p_{i0} \quad (2)$$

Sztywność wzdłużną wyznaczono z poniższej zależności [3] przy założeniu stałej siły obciążającej  $F_z$ :

$$C_{F_x} = \left. \frac{\partial F_{xW}}{\partial d_x} \right|_{d_x=0} \quad (3)$$

$$C_{F_x} = C_{F_x, nom} \cdot (1 + q_{CFx3} \cdot dp_i + q_{CFx4} \cdot dp_i^2) \quad (4)$$

gdzie:  $d_x$  – ugięcie wzdłużne opony,  $q_{CFxi}$  – parametry modelu opony MF,  $C_{F_x, nom}$  – sztywność wzdłużna opony przy nominalnym ciśnieniu powietrza.

Sztywność poprzeczną wyznaczono podobnie jak powyżej [3] przy założeniu stałej siły obciążającej  $F_z$ :

$$C_{F_y} = \left. \frac{\partial F_{yW}}{\partial d_y} \right|_{d_y=0} \quad (5)$$

$$C_{F_y} = C_{F_y, nom} \cdot (1 + q_{CFy3} \cdot dp_i) \quad (6)$$

gdzie:  $d_y$  – ugięcie poprzeczne opony,  $q_{CFyi}$  – parametry modelu opony MF,  $C_{F_y, nom}$  – sztywność poprzeczna opony przy nominalnym ciśnieniu powietrza.

Sztywność skrętną opony wyznaczono [3] przy założeniu stałej siły obciążającej  $F_z$ :

$$C_{M_z} = \left. \frac{\partial M_{zW}}{\partial \psi} \right|_{\psi=0} \quad (7)$$

$$C_{M_z} = C_{M_z, nom} \cdot (1 + q_{CMz1} \cdot dp_i) \quad (8)$$

gdzie:  $q_{CMi}$  – parametry modelu opony MF,  $C_{M_t, nom}$  – sztywność skrętna opony przy nominalnym ciśnieniu powietrza.

Jak można zauważyć we wszystkich zależnościach występuje dodatkowy czynnik  $(1 + q_{MFi} \cdot dp_i)$ , w którym występuje iloczyn współczynnika zmiany ciśnienia  $dp_i$  i parametru modelu opony MF -  $q_{MFi}$  za wyjątkiem sztywności wzdłużnej, w przypadku której dodatkowy czynnik jest opisany funkcją kwadratową.

Podobnie obniżenie ciśnienia powietrza w oponie wpływa na zwiększenie oporów toczenia. W literaturze [8] opisano je zależnością empiryczną przedstawioną poniżej:

$$\mu_r = \frac{K}{1000} \cdot \left( 5.1 + \frac{5.5 \cdot 10^5 + 90 \cdot F_z}{p} + \frac{1100 + 0.0388 \cdot F_z \cdot v_x^2}{p} \right) \quad (9)$$

gdzie:  $K$  – współczynnik zależny od budowy opony (0.8 dla opony radialnej, 1.0 dla opony diagonalnej),  $v_x$  – prędkość wzdłużna opony [m/s],  $p$  – ciśnienie powietrza w oponie [MPa].

Moc rozpraszana na pokonanie oporów toczenia będzie, więc zależna od ciśnienia w sposób następujący:

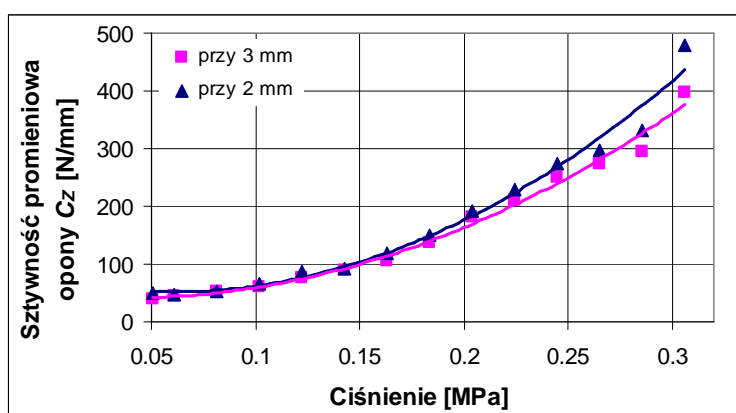
$$\begin{aligned} P &= F_r \cdot v_x = -\mu_r \cdot v_x \cdot F_z = \\ &= \frac{-K \cdot v_x}{1000} \cdot \left( 5.1 + \frac{5.5 \cdot 10^5 + 90 \cdot F_z}{p} + \frac{1100 + 0.0388 \cdot F_z \cdot v_x^2}{p} \right) \cdot F_z \end{aligned} \quad (10)$$

gdzie:  $P$  – moc tracona na pokonanie oporu toczenia,  $F_r$  – siła oporu toczenia.

### 3. Badania charakterystyk opon

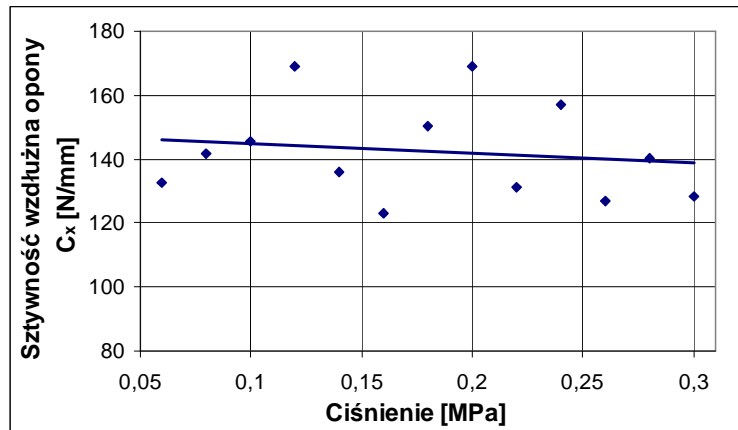
Badanie sztywności opon dla warunków stacjonarnych przeprowadzono w Laboratorium Pojazdów ATH Bielsko-Biała. Do pomiarów wybrano opony o wymiarach 155/60R14 i nominalnym ciśnieniu w ogumieniu 0,22 MPa. Podczas badań opona była umieszczona na przesuwnej podstawie. Siła pionowa była wywierana na oś koła (w przypadku pomiaru sztywności promieniowej siła była zmieniana w zakresie od 0 do wartości maksymalnej ~50% powyżej obciążenia statycznego), w pozostałych przypadkach (pomiar sztywności wzdłużnej i poprzecznej) oponę badano przy dwóch wartościach siły obciążającej. Pomiar ugięcia opony prowadzono wykorzystując do tego celu optyczne mierniki przemieszczeń. Siły styczne przykładano do przesuwnej płyty, na której opierało się koło. Pomiar prowadzono przy różnych wartościach ciśnień powietrza w ogumieniu od minimalnej 0.06 MPa do 0.3 MPa. Pomiar sił prowadzono przy wykorzystaniu czujników tensometrycznych.

Z badań uzyskano charakterystyki sztywności promieniowej, wzdłużnej i poprzecznej w funkcji ciśnienia powietrza w oponie oraz parametry modelu opony  $q_{MFi}$  (rys. 1-3).



Rys. 1 Zmiana sztywności promieniowej  $C_z$  w funkcji ciśnienia powietrza w oponie dla ugięcia 2 i 3 mm (badania własne)

Z pomiarów wynika, że sztywność promieniowa wzrasta wraz ze wzrostem ciśnienia a przy ciśnieniu nominalnym ( $\sim 0.22$  MPa) wynosi  $\sim 200$  N/mm. Z pomiarów uzyskano wartość parametru modelu MF  $q_{CFz3} = -0.550$  dla ciśnienia  $p = 0.1$  MPa.

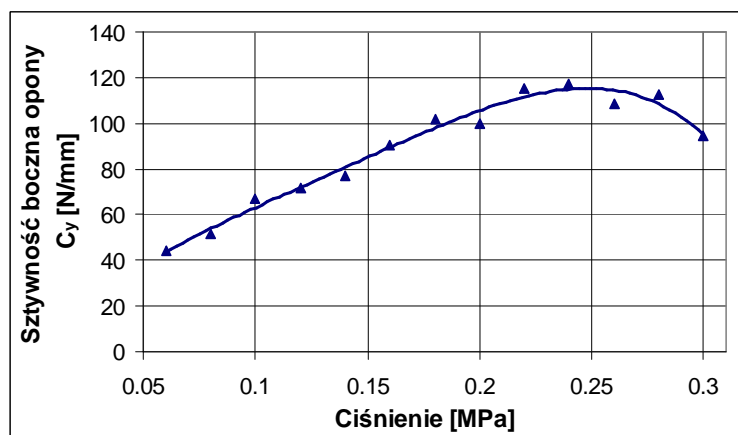


Rys. 2 Zmiana sztywności wzdłużnej opony  $C_x$  w funkcji ciśnienia powietrza (badania własne)

Zmiana sztywności wzdłużnej opony w niewielkim stopniu zależy od ciśnienia powietrza w oponie i jej wartość utrzymuje się na stałym poziomie z niewielką tendencją spadkową  $\sim 145$  N/mm. Z pomiarów uzyskano wartość parametru modelu MF  $q_{CFx2} = 0.035$  dla ciśnienia  $p = 0.1$  MPa.

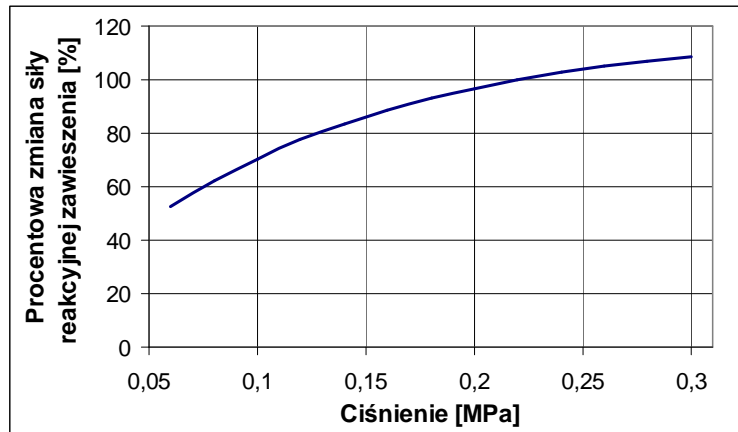
Sztywność boczna opony w zakresie od 0.22 do 0.27 MPa jest najwyższa i zawiera się w granicach od 105 do 115 N/mm. Wartość parametru modelu MF  $q_{CFy3} = -0.427$  dla ciśnienia  $p = 0.1$  MPa.

Parametry sztywności opon wpływają zarówno na zachowanie się pojazdu podczas pokonywania nierówności jak i podczas wykonywania manewrów skrętu. Ponadto sztywność promieniowa opony wpływa na ugięcie zawieszenia (co pokazano w dalszej części pracy).



Rys. 3 Zmiana sztywności bocznej opony  $C_y$  w funkcji ciśnienia powietrza (badania własne)

Na rysunku 4 przedstawiono procentową zmianę wielkości siły reakcyjnej zawieszenia (w warunkach quasistatycznych) w zależności od ciśnienia w ogumieniu i obciążenia przypadającego na dane koło.



Rys. 4 Wpływ ciśnienia w ogumieniu na zmianę siły reakcyjnej zawieszenia  $F_z$  [w %]

Przy niskich ciśnieniach, mniejszych o 0.1 MPa od ciśnienia nominalnego, siła reakcyjna w zawieszeniu jest mniejsza o ~30%, wzrost ciśnienia w ogumieniu o 0.1 MPa ponad ciśnienie nominalne, powoduje wzrost siły reakcyjnej o ~10%.

#### 4. Badania wpływu ciśnienia w ogumieniu na zachowanie się pojazdu podczas ruchu

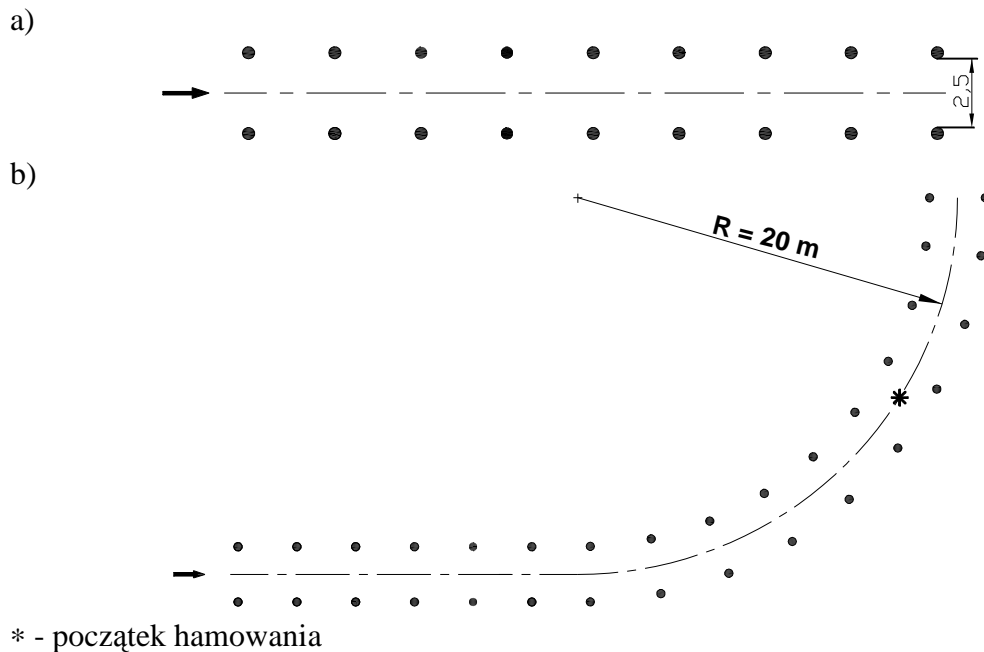
##### 4.1 Założenia do badań

Zakład Pojazdów Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej prowadził badania pojazdu w oparciu o normy ISO [13,14]. Do porównań wybrano dwie próby: hamowanie na prostoliniowym i krzywoliniowym odcinku toru. W obu próbach wpływ kierowcy na wyniki testów jest stosunkowo niewielki a oddziaływanie opon jest wyraźnie zauważalne. Siła na pedale hamulca była na tyle duża by aktywować system ABS [5,7].

Ze względów bezpieczeństwa badania wykonywano na suchej i czystej nawierzchni asfaltowej. Do badań wykorzystano czujniki ciśnienia zamontowane w układzie hamulcowym, czujnik siły na pedale hamulca, głowicę do pomiaru prędkości wzdłużnej i poprzecznej, czujniki pozwalające na pomiar przyspieszeń pojazdu w tych kierunkach, czujniki do pomiaru prędkości kątowych ruchu nadwozia samochodu oraz czujniki do pomiaru kąta obrotu i momentu na kole kierownicy [12,13]. Masa pojazdu wynikała z jego masy własnej, masy aparatury pomiarowej i masy kierowcy.

W trakcie hamowania następuje zmiana sił nacisku poszczególnych kół na jezdnię. Powoduje to zmianę granicznych sił przyczepności i w efekcie uruchomienie układu zapobiegającego blokowaniu kół podczas hamowania (ABS) i ograniczenie sił hamujących generowanych przez hamulce poszczególnych kół. Obciążenia poszczególnych kół pojazdu wyznaczano na podstawie pomiarów położenia środka masy, oraz sił wzdłużnych i poprzecznych wynikających z warunków ruchu. Przy wyznaczaniu sił nacisku na poszczególne koła nie uwzględniono wpływu stabilizatora. Na podstawie zmierzonych ciśnień w układzie hamulcowym oraz parametrów geometrycznych hamulców wyznaczono siły hamujące dla poszczególnych kół.

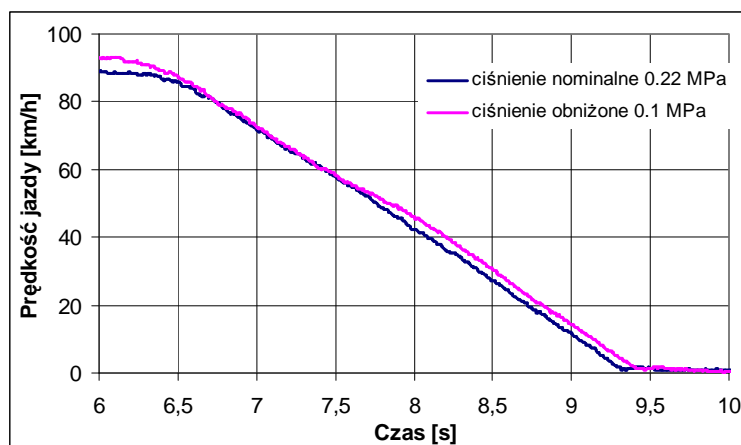
Przedstawiono wyniki badań z dwóch prób - badania pojazdu wykonującego manewr hamowania na prostoliniowym odcinku drogi oraz na łuku drogi.



Rys. 5. Tory poszczególnych prób: a) hamowanie na prostoliniowym odcinku drogi, b) hamowanie na łuku drogi

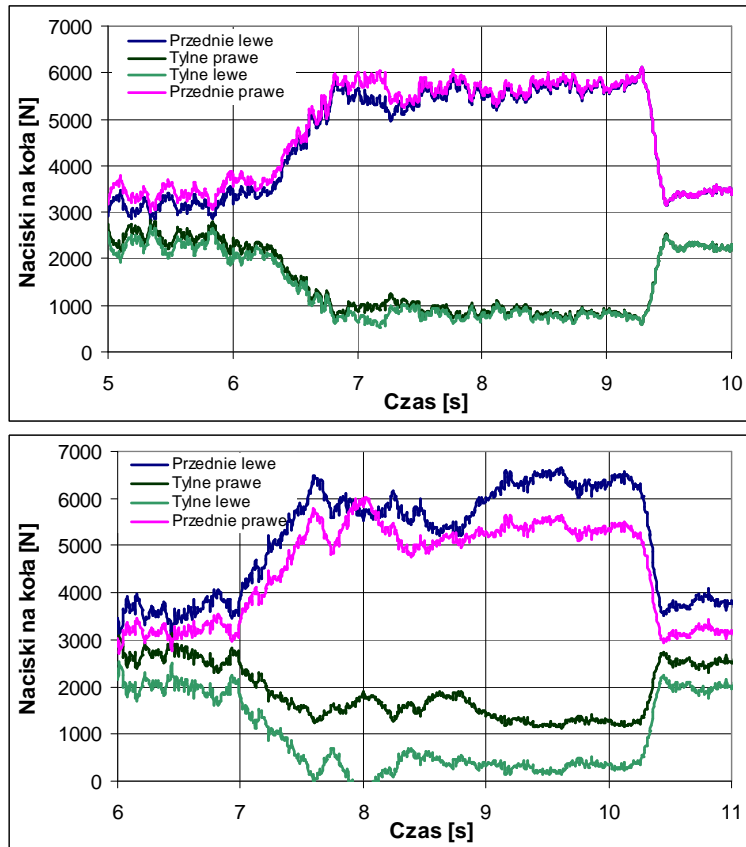
#### 4.2 Próba hamowania na prostoliniowym odcinku drogi

Pierwsza próba była przeprowadzana na prostoliniowym odcinku drogi. Kierowca utrzymywał prostoliniowy kierunek jazdy. Po uzyskaniu odpowiedniej prędkości naciskał na pedał hamulca. Siła hamująca była na tyle duża, że uruchomiła system ABS.



Rys. 6 Zmiana prędkości pojazdu podczas próby hamowania na prostoliniowym odcinku drogi (ciśnienie powietrza w oponie prawej przedniej nominalne i obniżone)

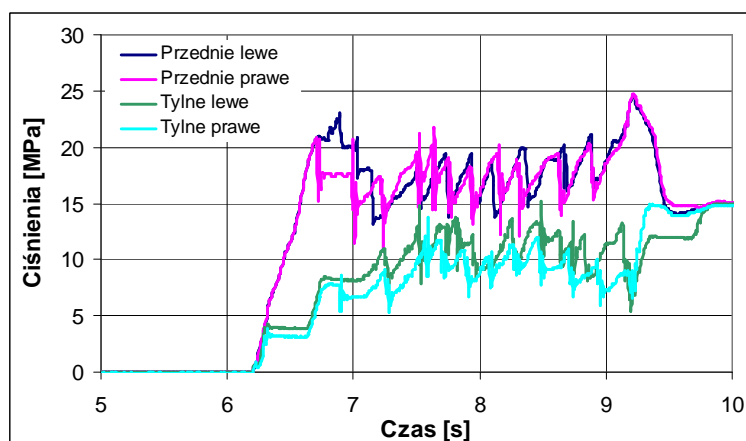
Próba hamowania na torze prostoliniowym pokazuje (rys.6), że obniżone ciśnienie powietrza w jednym z kół samochodu, wyposażonego w system ABS, będzie skutkowało mniejszą zmianą prędkości i wydłużeniem drogi hamowania pojazdu. Należy przy tym zaznaczyć, że próbę hamowania przeprowadzono na czystym i suchym torze, o stosunkowo dużej przyczepności. Gdyby próbę przeprowadzić w warunkach gorszej przyczepności, spadek prędkości byłby mniejszy a różnica długości dróg hamowania powiększyłaby się.



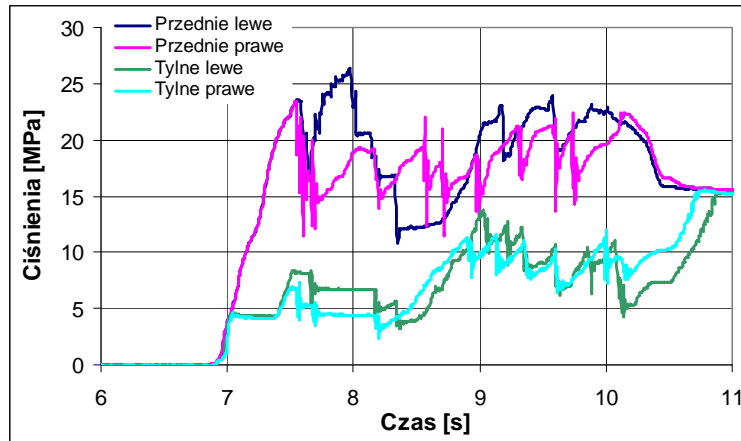
Rys. 7. Przebieg obciążeń kół pojazdu podczas próby hamowania na prostoliniowym odcinku drogi (ciśnienie powietrza w oponie prawej przedniej nominalne (a) i obniżone (b))

Na wykresach przedstawiono różnicę nacisków poszczególnych kół na jezdnie podczas hamowania (rys.7). Obniżenie ciśnieniem powietrza w jednym z kół powoduje zmianę rozkładu obciążeń i wpływa na działanie układu ABS – co pokazano na wykresach ciśnień w obwodach hamulców poszczególnych kół.

a)



b)



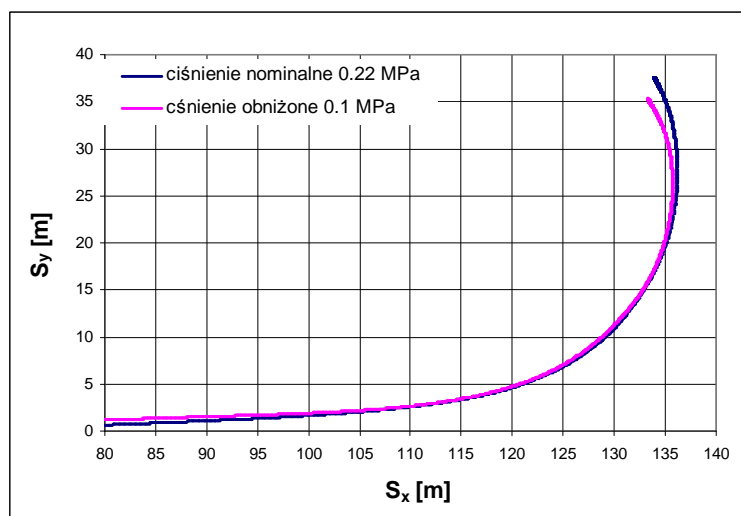
Rys. 8. Przebieg ciśnień w obwodach hamulców działających na poszczególne koła pojazdu (ciśnienie powietrza w oponie prawej przedniej nominalne (a) i obniżone (b))

Na rysunku 8, dla przypadku hamowania z obniżonym ciśnieniem w przednim prawym kole, są widoczne większe korekty ciśnienia (prowadzące do zmniejszenia sił hamujących) w poszczególnych obwodach kół oraz znacznie większe przesunięcie czasowe zapewniające prostoliniowy tor jazdy.

#### 4.3 Próba hamowania na łuku drogi

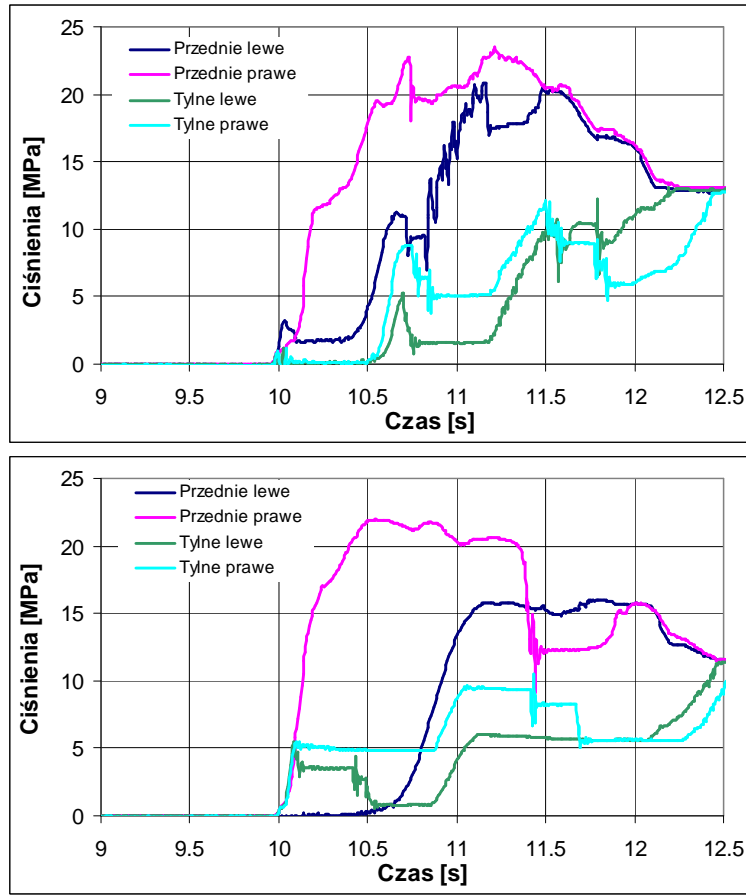
Druga próba była przeprowadzana na łukowym odcinku drogi. Kierowca utrzymywał kierownicę w taki sposób by pojazd poruszał się po torze kołowym. Po pokonaniu około 15 m naciskał na pedał hamulca. Siła nacisku na pedał zapewniała uruchomienie układu ABS. Na rysunku 9 przedstawiono tory ruchu pojazdu podczas badań. Tory jazdy obu pojazdów są podobne pomimo znacznych różnic kąta obrotu koła kierownicy. Aby uzyskać zbliżony tor jazdy, kąt obrotu koła kierownicy dla pojazdu z obniżonym ciśnieniem w jednym z kół, był większy o około 35 stopni.

Na następnych wykresach pokazano kolejno przebieg ciśnień w układzie hamulcowym działających na hamulce poszczególnych kół pojazdu (rys. 10) a także przebiegi zmian nacisków kół na jezdnię wynikających z wykonywanego manewru skrętu oraz z hamowania (rys. 11).



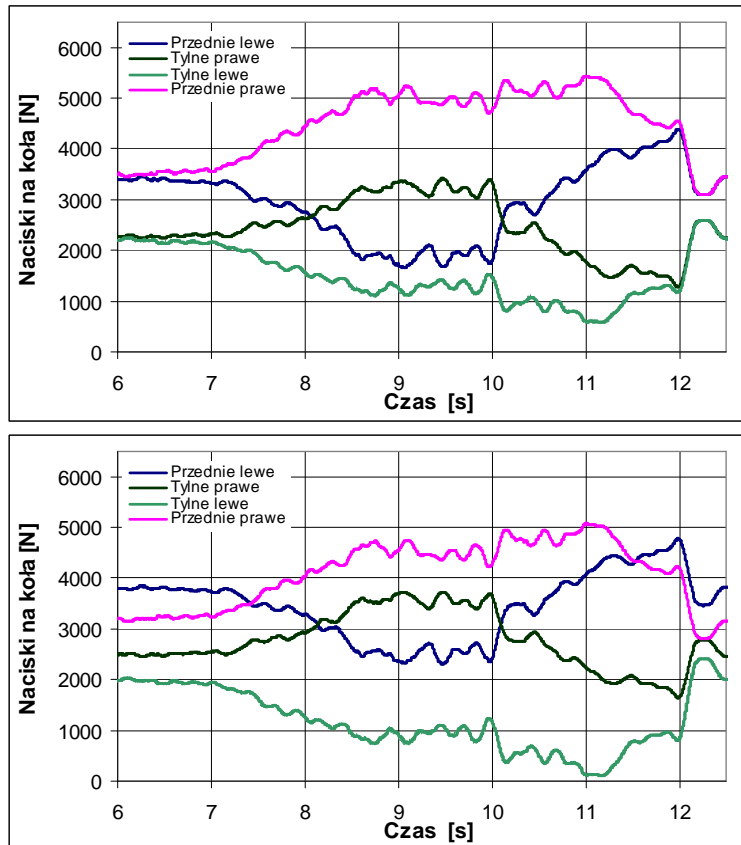
Rys. 9. Tor ruchu pojazdu podczas próby hamowania na łuku drogi



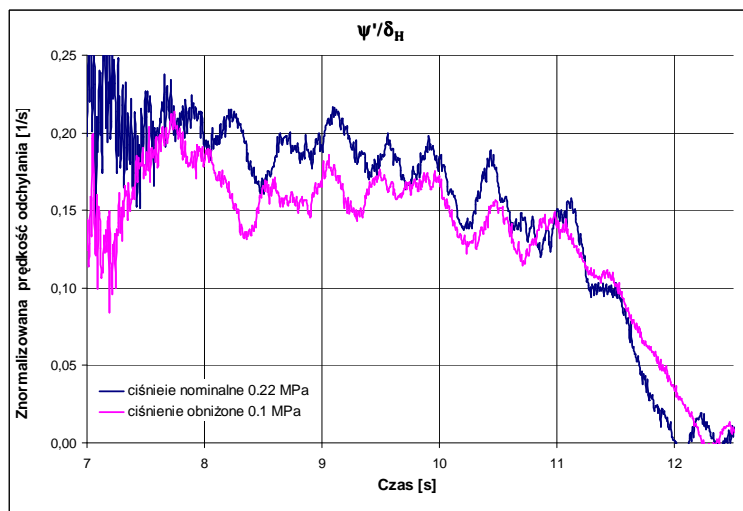


Rys. 10. Przebieg ciśnień w obwodach hamulców działających na poszczególne koła pojazdu (nominalne ciśnienie powietrza we wszystkich oponach (a), ciśnienie obniżone w oponie przedniej prawej (b))

Na rysunku 10 przedstawiono widoczne różnice wielkości ciśnień (a w efekcie sił hamujących) osi przedniej i tylnej, skorygowane ze względu na rozkład nacisków oraz siłę dośrodkową działającą na pojazd podczas hamowania na torze krzywoliniowym. Można zauważyć, że w początkowej fazie hamowania nacisk koła tylnego lewego jest bliski zeru, co skutkuje ograniczeniem ciśnienia, przez układ ABS w obwodach hamulców kół tylnych i spadkiem sił hamowania do niewielkich wartości. W przypadku hamowania pojazdu z niższym ciśnieniem w przednim prawym kole, występuje znaczna korekta ciśnień działających na koło przednie lewe oraz zwiększenie ciśnień w obwodach hamowania osi tylnej. Ciśnienie w obwodzie hamulca koła przedniego znacznie wzrasta w pierwszej fazie hamowania a następnie szybko maleje w drugiej fazie hamowania. Następuje wyraźne zwiększenie ciśnienia w obwodach hamulców kół tylnych.



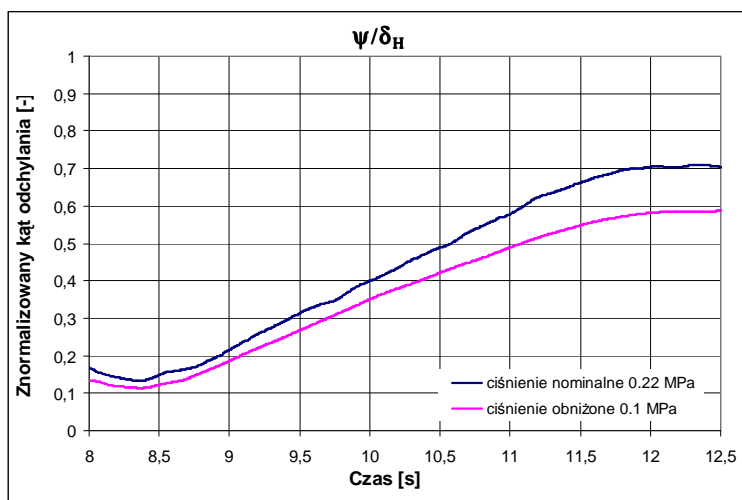
Rys. 11. Przebieg nacisków kół pojazdu podczas próby hamowania na łuku drogi (normalne ciśnienie powietrza w oponie prawej przedniej i obniżone)



Rys. 12. Przebieg znormalizowanej prędkości odchylenia  $\psi'/\delta_H$  (ciśnienie powietrza w oponie prawej przedniej: nominalne i obniżone)

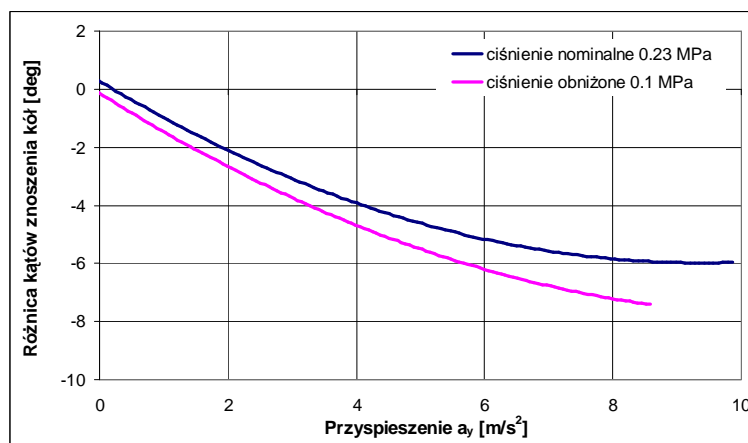
Z wykresów (rys. 11) wynika, że obniżenie ciśnienia w przednim prawym kole powoduje zmianę nacisków i istotnie wpływa na zachowanie się pojazdu podczas wykonywania manewru. Obniżenie nacisków przedniego prawego koła jest rekompensowane zmianą nacisków na koło tylne prawe i przednie lewe. Korekta obciążeń koła tylnego lewego jest nieco mniejsza. Powoduje to zamianę zachowania się pojazdu podczas testów, co pokazano na kolejnych wykresach.

Na rysunku 12 przedstawiono wpływ obniżenia ciśnienia w oponie na znormalizowane prędkości odchylenia. Obniżenie znormalizowanej prędkości odchylenia świadczy o powiększeniu podsterowności pojazdu, co potwierdza również wykres znormalizowanego kąta odchylenia przedstawiony na rysunku 13.



Rys. 13. Przebieg znormalizowanego kąta odchylenia  $\psi/\delta_H$  (ciśnienie powietrza w przedniej prawej oponie nominalne i obniżone)

Z analizy wykresu wynika, że prędkość odchylenia, w przypadku pojazdu wykonującego manewr hamowania na torze krzywoliniowym, będzie mniejsza w przypadku ruchu samochodu z oponą o obniżonym ciśnieniu powietrza, a tym samym będzie przy tym samym kącie obrotu koła kierownicy poruszał się po torze o większym promieniu.



Rys. 14. Różnica kątów znoszenia kół przednich i tylnych (ciśnienie powietrza w przedniej prawej oponie nominalne i obniżone)

O nadsterowności pojazdu decyduje różnica kątów znoszenia kół przednich i tylnych. Z wykresu (rys. 14) wyraźnie widać, że pojazd z obniżonym ciśnieniem w przednim prawym kole charakteryzuje się znacznie większą różnicą kątów znoszenia kół przednich i tylnych i większą podsterownością w całym zakresie przyspieszeń. Wyznaczona, na tej podstawie, wartość parametru modelu MF  $q_{Mz3} = -0.091$  dla ciśnienia 0.1 MPa.

## 5. Podsumowanie i wnioski

Na podstawie przedstawionych powyżej analiz oraz wyników pomiarów można zauważyć, że obniżenie ciśnienia powietrza w oponie powoduje:

- Zmianę zastępczej sztywności pionowej wynikającej ze sztywności opony i zawieszenia koła. Zmniejszenie sztywności jest tym większe im niższe jest ciśnienie powietrza w oponie. Zmniejsza się również sztywność boczna opony.
- Wydłużenie drogi hamowania pojazdu, zarówno na torze prosto jak i krzywoliniowym.
- Zwiększenie podsterowności pojazdu, szczególnie podczas wykonywania manewrów skrętu dociążających koło z obniżonym ciśnieniem.
- Zmiana parametrów modelu opony MF (magic formula), określających wpływ obniżenia ciśnienia na charakterystyki sztywności opony, w sposób wyraźny wpływa na wartości współczynników związanych ze sztywnościami: promieniową i boczną a mniej istotny sposób na współczynniki sztywności wzdłużnej.

Z przedstawionych badań i analiz wynika, że wpływ ciśnienia w oponach istotnie wpływa na zachowanie się pojazdu podczas wykonywania manewru hamowania a tym samym na bezpieczeństwo w ruchu drogowym. Zazwyczaj obniżenie ciśnienia w jednej z opon jest mało doceniane przez użytkowników dróg, a pokazane powyżej próby wskazują na znaczące pogorszenie sterowności pojazdu oraz wydłużenie drogi hamowania.

## Literatura

1. Andrzejewski R. Dynamika pneumatycznego koła jezdnego. Warszawa: WNT, 2010.
2. Arczyński St. Mechanika ruchu samochodu. Warszawa: WNT, 1993.
3. Besselink I J M, Schmeitz A J C, Pacejka, H B. An improved Magic Formula/Swift tyre model that can handle inflation pressure changes. *Vehicle System Dynamics*, 2010; 48,1: 337-352.
4. Clark S K and others, *Mechanics of pneumatic tires*. Washington DC: National Bureau of Standards, 1971: Monograph 122.
5. Fundowicz P. Droga hamowania na łuku drogi. Warszawa: Politechnika Warszawska, *Zeszyty Instytutu Pojazdów*; 2010; 1: 103-110.
6. Gillespie T D. *Fundamentals of vehicle dynamics*. Warrendale: SAE Inc., 1992.
7. Grzegózek W. Modelowanie dynamiki samochodu przy stabilizującym sterowaniu siłami hamowania. Kraków: *Zeszyty Naukowe Politechniki Krakowskiej*, 2000; Seria Mechanika, monografia 275.
8. Jazar R. *Vehicle Dynamics, Theory and applications*. Springer Science + Business Media, 2009.
9. Lacombe J. Tire model for simulations of vehicle motion on high and low friction road surfaces. San Diego CA: 2000; *Proceedings of the 32<sup>nd</sup> conference on winter simulation*.

10. Nijmeijer H, Schmeitz A J C, Besselink I J M. Enhancing the MF-Swift Tyre Model for Inflation Pressure: I.B.A. op het Veld, Eindhoven, 2007;11.
11. Pacejka H B. Tire and vehicle dynamics. Warrendale, SAE, 2006.
12. Parczewski K, Wnęk H. Utilization of the car model to the analysis of the vehicle movement after the curvilinear track. Eksploatacja i Niezawodność - Maintenance and Reliability, 2010; 4: 37-46.
13. Parczewski K, Wnęk H. Wpływ niesprawności zawiesznień na stateczność ruchu pojazdu - porównanie badań symulacyjnych i pomiarów. Archiwum Motoryzacji, 2006; 2: 159-169.
14. Parczewski K. Exploration of the shock-absorber damage influence on the steerability and stability of the car motion. Journal of KONES, Powertrain and Transport, 2011; 18-3: 331-338.
15. Pillai P S. Effect of tyre overload and inflation pressure on rolling loss (resistance) and fuel consumption of automobile and truck/bus tires. Indian Journal of Engineering & Material Science, 2004; 11: 406-412.
16. Prochowski L, Unarski J, Wach W, Wicher J. Podstawy rekonstrukcji wypadków drogowych. Warszawa: WKL, 2008.

### **Effect of tyre inflation pressure on the vehicle dynamics during braking manouvre**

**Keywords:** *vehicle dynamics, tyre, vehicle testing, braking, wheel sideslip angle, vehicle stability*

**Abstract:** The paper presents the problem of reducing the impact of inflation pressure on the tires, and the weight distribution of the vehicle on the road. The results presented in this publication are based on the research bench and passenger vehicle equipped with anti-lock braking system. Bench testing was conducted stiffness of tires and road tests, performing maneuvers based on ISO standards, braking in the straight patch of road and of the twisting road.