

Mirosław OW CZARZ, Marcin WITKIEWICZ, Stanisław TARYMA

## W PŁY W WARTOŚCI CIŚNIENIA W OPONACH DROGOWO-TERENOWYCH NA OPÓŹNIENIE HAMOWANIA SAMOCHODU TERENOWEGO

### Streszczenie

*W artykule przedstawiono wyniki badań obniżenia i podwyższenia ciśnienia opon terenowych typu AT(All Terrain) na opóźnienie hamowania samochodu terenowego Land Rover Discovery I bez układu ABS. Pomiary opóźnienia hamowania przeprowadzono na suchej nawierzchni asfaltowej. Przedstawiono wykresy, jak wpływa obniżenie i podwyższenie ciśnienia w ogumieniu kół przedniej i tylnej osi na opóźnienie hamowania uwzględniając siłę nacisku na pedał hamulca.*

**Słowa kluczowe:** ciśnienie, samochód, opony, sterowność, hamowanie, opóźnienie hamowania.

### WSTĘP

Opona samochodowa to jeden z najbardziej skomplikowanych i jednocześnie najbardziej odpowiedzialnych za bezpieczeństwo elementów pojazdu. To jedyny element, łączący konstrukcję samochodu z podłożem. Od jej parametrów i niezawodności zależą bowiem osiągi pojazdu, bezpieczeństwo i komfort podróżowania.

Ogumienie do samochodów terenowych oraz SUV 4×4 to obszerny temat, gdyż stosowanie ich w pojazdach wymienionych wyżej kategorii wcale nie musi służyć wyłącznie do jazdy w terenie. Nowoczesne samochody terenowe wyposażone są w opony drogowe o odpowiednio wysokiej nośności. Dotyczy to zarówno pojazdów osobowych, jak i tych o charakterze użytkowym. Seryjne samochody 4x4 rzadko posiadają fabryczne ogumienie o cechach terenowych. Tym samym przystosowanie samochodu do poruszania się w warunkach terenowych – tuning terenowy – obejmuje zmianę ogumienia w zależności od przeznaczenia pojazdu, jego wielkości i masy, mocy silnika, udziału odcinków terenowych na trasie, spodziewanego podłoża i jego zmienności, klimatu i pory roku.

Nic tak nie poprawia własności terenowych auta jak dobra opona, twierdzą off-roaderzy.

Tereniem jest piach, błoto i wszystkie błotniste miksty, kamienie jak również duże ilości świeżego śniegu. Zmienny teren wymaga stosowania różnych wartości ciśnienia w ogumieniu. Ponieważ złoty środek nie istnieje, dlatego dopompowanie bądź spuszczenie powietrza może znacząco poprawić poruszanie się w terenie.

Jeżeli nie dysponujemy tabelą ciśnień dla konkretnego modelu i rozmiaru opony, można podwyższać i redukować ciśnienie w zależności od rodzaju podłoża:

– asfalt – na drodze asfaltowej stosuje się ciśnienie zalecane przez producenta,

- kamienie, szuter – twarda opona jest mniej narażona na uszkodzenia. Szybka jazda wymaga dużego ciśnienia, dodajemy ok. 0,5 bara,
- piasek – niskie ciśnienie spowoduje zwiększenie powierzchni opony przylegającej do piasku, przez co auto nie będzie się w nim zapadać, redukujemy o ok. -20-40%,
- błoto – trudno dobrać idealne ciśnienie do różnorodnego błotnistego terenu, redukujemy o ok. -30%,
- skała – trudne warunki podłoża (przy ograniczeniu prędkości do kilku km/h). Minimalne ciśnienie w oponach, dzięki czemu mają one wyższe przyczepności i lepiej „kleją” się do skał, redukujemy o ok. - 50%.

W niniejszej pracy zajęliśmy się wpływem obniżenia i podwyższenia ciśnienia opon terenowych typu AT (All Terrain) na opóźnienie hamowania samochodu. Przeprowadziliśmy odpowiednie próby drogowe, a uzyskane wyniki badań w formie wykresów są zamieszczone w niniejszym artykule.

## 1. METODYKA

Próby ekstremalnego hamowania wykonano na prostym odcinku asfaltowej, suchej i gładkiej jezdni na terenie Okręgowej Stacji Kontroli Pojazdów w Gdańsku. Podczas badań temperatura powietrza wynosiła ok. +15°C.

Badania przeprowadzono z wykorzystaniem opóźniomierza firmy AUTOMEX. Urządzenie spełnia wymagania zgodne z zaleceniami Instytutu Transportu Samochodowego WT-ITS 23/99-ZDO. Wykonano pomiary ujemnych przyspieszeń wzdłużnych pojazdu (opóźnień) występujących w procesach hamowania, dokonano również pomiaru siły nacisku na pedał hamulca. Badania przeprowadzono w trybie rejestracji automatycznej opóźniomierza. Rozpoczęcie pomiaru następowało po przekroczeniu siły nacisku na pedał hamulca powyżej wartości 20 N. Na podstawie zarejestrowanych przebiegów określono opóźnienie hamowania uwzględniając siłę maksymalnego nacisku na pedał hamulca. Po rozpędzeniu pojazdu do prędkości ok. 20 km/h wykonywano próby gwałtownego hamowania. Wszystkie badania zostały przeprowadzone na tym samym odcinku pomiarowym w tych samych warunkach atmosferycznych.

## 2. OBIEKT BADAŃ

Do badania wykorzystano samochód terenowy Land Rover Discovery I. Wyposażony był w uniwersalne opony drogowo-terenowe AT (możliwość stosowania na drodze i w niezbyt trudnym terenie w warunkach letnich i zimowych) o rozmiarze 225/75 R16 amerykańskiej firmy BG Goodrich. Dla obciążenia częściowego producent opon przewidział optymalne ciśnienie w ogumieniu 2,4 bara.

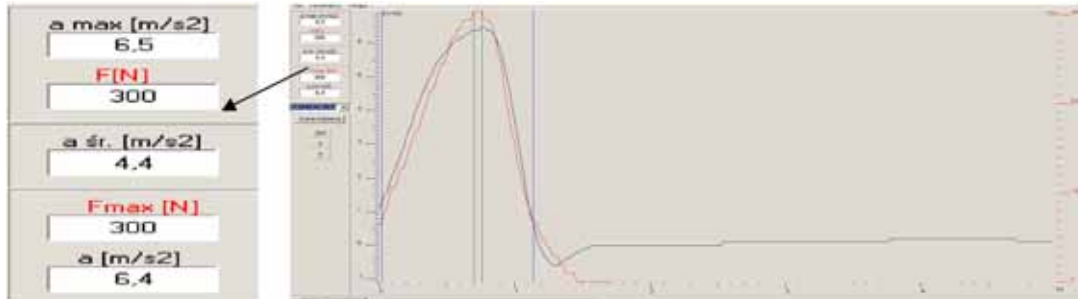
Podczas pomiarów opóźnienia hamowania we wszystkich kołach badanego pojazdu była taka sama wartość ciśnienia.

## 3. WYNIKI BADAŃ

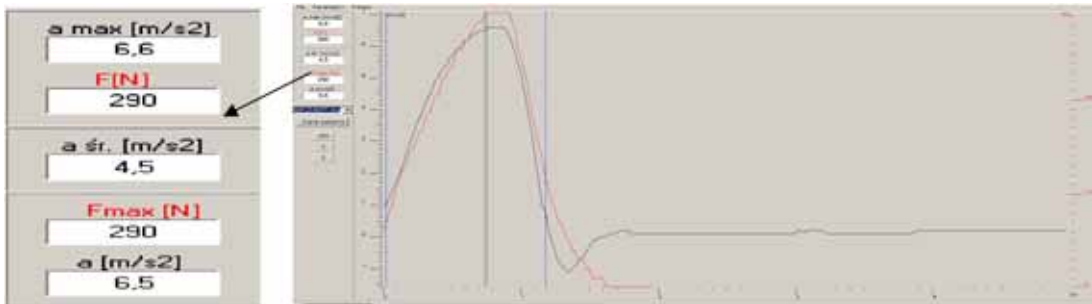
Badanie przeprowadzono dla wartości nominalnego ciśnienia w ogumieniu 2,4 bara, podwyższonego ciśnienia 3,0 bara oraz przy zredukowanym ciśnieniu w ogumieniu do wartości 1,9, 1,5 i 1,2 bara. Przeprowadzono po 10 prób gwałtownego hamowania dla każdej wyżej przedstawionej wartości ciśnienia w ogumieniu. Poniżej przedstawiono wybrane wyniki prób opóźnienia hamowania, uwzględniając siłę maksymalnego nacisku na pedał hamulca wynoszącą  $F_{max} = 290-310$  N. Wyniki prób opóźnienia hamowania samochodu Land Rover Discovery I zaprezentowano w formie graficznej oraz zestawiono w tabeli 1.

**Tab. 1.** Zestawienie otrzymanych opóźnień hamowania dla różnych ciśnień w ogumieniu uwzględniając siłę maksymalnego nacisku na pedał hamulca wynoszącą  $F_{\max} = 290\text{-}310\text{ N}$

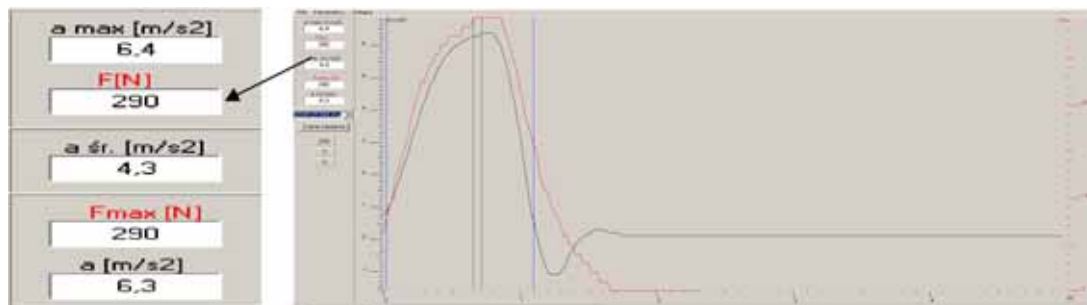
	Ciśnienie w ogumieniu [bar]				
	1,2	1,5	1,9	2,4	3,0
Fmax [N]	300	290	290	310	310
a [m/s <sup>2</sup> ]	6,4	6,5	6,3	5,6	5,8



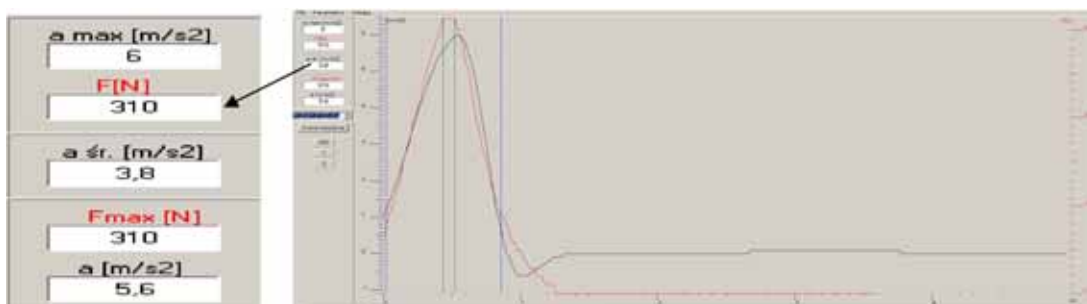
**Rys. 1.** Wykres opóźnienia hamowania i siły naciski na pedał hamulca. Ciśnienie w ogumieniu kół 1,2 bar



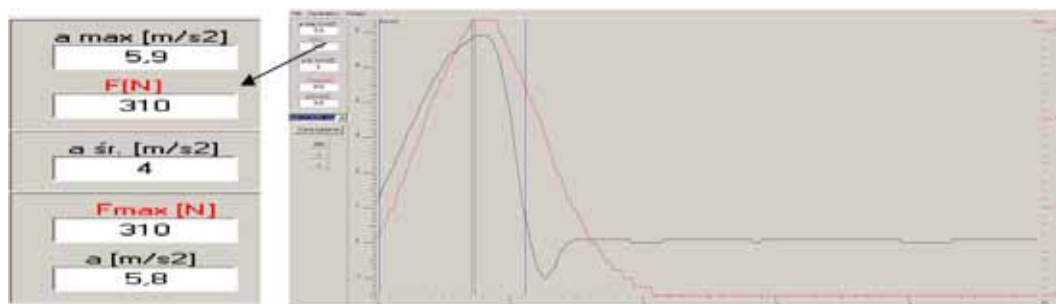
**Rys. 2.** Wykres opóźnienia hamowania i siły naciski na pedał hamulca. Ciśnienie w ogumieniu kół 1,5 bar



**Rys. 3.** Wykres opóźnienia hamowania i siły naciski na pedał hamulca. Ciśnienie w ogumieniu kół 1,9 bar



**Rys. 4.** Wykres opóźnienia hamowania i siły naciski na pedał hamulca. Ciśnienie w ogumieniu kół 2,4 bar



Rys. 5. Wykres opóźnienia hamowania i siły nacisku na pedał hamulca. Ciśnienie w ogumieniu kół 3,0 bar

## PODSUMOWANIE

Podczas gwałtownego hamowania samochodu terenowego, wyposażonego w uniwersalne opony drogowo-terenowe AT, na suchej asfaltowej jezdni, dla znacznie niższego od nominalnego i podwyższonego ciśnienia w ogumieniu, uwzględniając siłę maksymalnego nacisku na pedał hamulca wynoszącą  $F_{\max} = 290-310$  N, zaobserwowano tylko nieznacznie większe opóźnienie hamowania, w stosunku do hamowania przy ciśnieniu nominalnym.

Zmiany uzyskanych opóźnień hamowania, nawet przy znaczącym obniżeniu i podwyższeniu wartości ciśnienia w kołach w stosunku do wartości nominalnych, są nieznaczne.

Z przeprowadzonych badań wynika, że badając wartość opóźnienia hamowania samochodu należy zawsze podać siłę nacisku na pedał hamulca, przy której pomiar został wykonany.

## BIBLIOGRAFIA

1. Miesięcznik – Paragraf Na Drodze 2011, nr 10. Wydawnictwo Instytutu Ekspertyz Sądowych, Kraków.
2. Problemy rekonstrukcji wypadków drogowych – zbiór referatów roczniki 2002, 2009, Wydawnictwo Instytutu Ekspertyz Sądowych, Kraków.
3. Off Road PL Akademia 4×4, wydanie specjalne 9/2009, Kraków.
4. Miesięcznik Auto-Świat 4×4 nr 5, wrzesień-październik 2009.

## EFFECT OF TYRE PRESSURE IN ROAD AND OFF-ROAD TIRES ON CAR DECELERATION

### Abstract

The article presents the results of reduction and increase in off-road tire-pressure type AT (All Terrain) on the deceleration of SUV Land Rover Discovery I without the ABS system. Deceleration measurements were carried out on dry asphalt. Graphs present how lowering and increasing the pressure in the tires of wheels in front and rear axle effects on braking delay taking into account the pressure on the brake pedal.

**Key words:** car, tires, tire pressure, steering qualities, braking, braking delay.

### Autorzy:

mgr inż. **Mirosław Owczarz** – Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny

mgr inż. **Marcin Witkiewicz** – Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny

dr hab. inż. **Stanisław Taryma** – Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny