

## WPLÝW WIEKU I STANU TECHNICZNEGO OPON SAMOCHODOWYCH NA OPÓZNIENIE HAMOWANIA

*W artykule przedstawiono wyniki pomiaru opóźnienia hamowania samochodu osobowego podczas manewru awaryjnego hamowania w ruchu prostoliniowym, przy uwzględnieniu różnych zmiennych. Badania przeprowadzono na jezdni asfaltowej o różnym stopniu zawilgocenia (tj. na asfalcie suchym i mokrym). Pojazd wykorzystany w badaniach wyposażono w dwa zestawy opon: pierwszy zestaw stanowiły opony eksploatowane przez okres czasu nie krótszy niż 8 lat, natomiast drugi zestaw stanowiły opony fabrycznie nowe, o przebiegu nie większym niż 200km*

### WSTĘP

Jednym z kluczowych aspektów związanych z odtworzeniem przebiegu wypadku drogowego jest analiza manewru zatrzymania pojazdu. Składa się ona z dwu odrębnych faz: postrzegania i reakcji – na które wpływ ma w przeważającej części czynnik ludzki, oraz hamowania – które uzależnione jest od czynnika technicznego (związanego z pojazdem) i wpływy otoczenia. W literaturze fachowej wykorzystywanej przez specjalistów zajmujących się rekonstrukcją wypadków można odnaleźć publikacje omawiające zjawiska i czynniki wpływające na długość drogi zatrzymania, jednak nie uzupełniają one wiedzy specjalistycznej w sposób wyczerpujący. Szczególnie dotyczy to procesu hamowania i wpływu czynników technicznych na ten proces. W prowadzonych analizach wykorzystuje się uproszczony, wynikający z praw fizyki, model matematyczny, dopuszczający jednocześnie (w określonych granicach) dowolność w zakresie przyjętej wartości współczynnika przyczepności i tzw. czasu narastania opóźnienia hamowania. Model nie uwzględnia ponadto parametru masy pojazdu – co ma swoje matematyczne uzasadnienie – jednak ma wpływ na ilość pracy wykonaną przez hamulce w trakcie trwania manewru. Okolicznością zwiększającą margines błędów analizy może być również brak uwzględnienia czynnika technicznego w postaci stosowanych w pojazdach rozwiązań technicznych w zakresie konstrukcji układu hamulcowego, jego stanu technicznego, czy stanu ogumienia. Za racjonalne należy uznać twierdzenie, że nie można jednakowo traktować pojazdów spełniających kryteria dopuszczenia do ruchu – nieznacznie powyżej dopuszczalnych norm – z pojazdami w których konstrukcji wykorzystuje się nowoczesne rozwiązania z zastosowaniem technologii stosowanych w sporcie motorowym. Prowadzenie badań doświadczalnych w których uwzględniane są różne zmienne techniczne, jakie mogą wystąpić podczas realizowania manewru hamowania należy uznać za uzasadnione. W publikacjach naukowych omawiane są wyniki badań uzupełniające wiedzę w tym zakresie, jednak z uwagi na złożoność problemu nie można ich uznać za wyczerpujące.

Jednym z kluczowych czynników mających znaczenie dla użytkowanego opóźnienia hamowania są zjawiska występujące na styku koła ogumionego z nawierzchnią jezdni. Oczywistym jest wpływ prędkości początkowej, stanu nawierzchni i współczynnika przyczepności na długość drogi hamowania. Genezą omówionych w tym artykule badań było zbadanie ewentualnego wpływu wieku i zużycia ogumienia na ten element bezpieczeństwa czynnego. Badania polegały

na pomiarze opóźnienia pojazdu podczas hamowania w ruchu prostoliniowym. Badania przeprowadzono przy użyciu wyeksploatowanego ogumienia do dopuszczalnej przepisami granicy zużycia oraz nowego ogumienia. Przyjęto również dodatkowe zmienne jakimi były stan nawierzchni (sucha, mokra) oraz prędkość z jakiej rozpoczynano manewr hamowania (50 km/h, 70 km/h).

### 1. METODYKA BADAŃ

Badania wykonano na prostym i poziomym odcinku drogi o nawierzchni asfaltowej, znajdującej się na terenie Specjalnej Strefy Ekonomicznej w Lublinie. Nawierzchnia jezdni była w bardzo dobrym stanie, bez ubytków i nierówności. Temperatura powietrza w trakcie badań wynosiła około 6-8°C. Badaniu poddano opony tzw. „letnie” – zużyte i nowe. Zestaw opon określonych jako „opony zużyte” składał się z opon marki Eurotyre METEOR w rozmiarze 205/55 R16, które zamontowane były na kołach osi przedniej. Zgodnie z oznaczeniem znajdującym się na oponach wyprodukowane zostały w 2005r. W chwili badania głębokość rzeźby bieżnika wynosiła 2mm. Na kołach osi tylnej zamontowane były opony marki Goodyear Excellent o rozmiarze 205/55 R16. Zgodnie z oznaczeniem znajdującym się na oponach wyprodukowane zostały w 2008 roku. W chwili badania głębokość rzeźby bieżnika wynosiła 3mm. Zestaw opon określanych jako „opony nowe” stanowił komplet czterech opon marki Dunlop SP Blueresponse o rozmiarze 205/55/R16, wyprodukowanych w roku 2016. Opony te zostały zakupione jako nowe i przed badaniem nie były wcześniej użytkowane. W badaniach wykorzystano samochód osobowy marki Seat Toledo, którego masa własna wynosiła 1220 kg. Samochód wyposażony był w hamulce tarczowe na obu osiach i sprawny układ ABS. Badania prowadzono na mokrej i na suchej nawierzchni. Próby hamowania realizowano z prędkości początkowej 50km/h i 70km/h – wskazywanej przez prędkościomierz - aż do zatrzymania pojazdu. W trakcie badań ciśnienie w oponach było równe 2,1 bara.

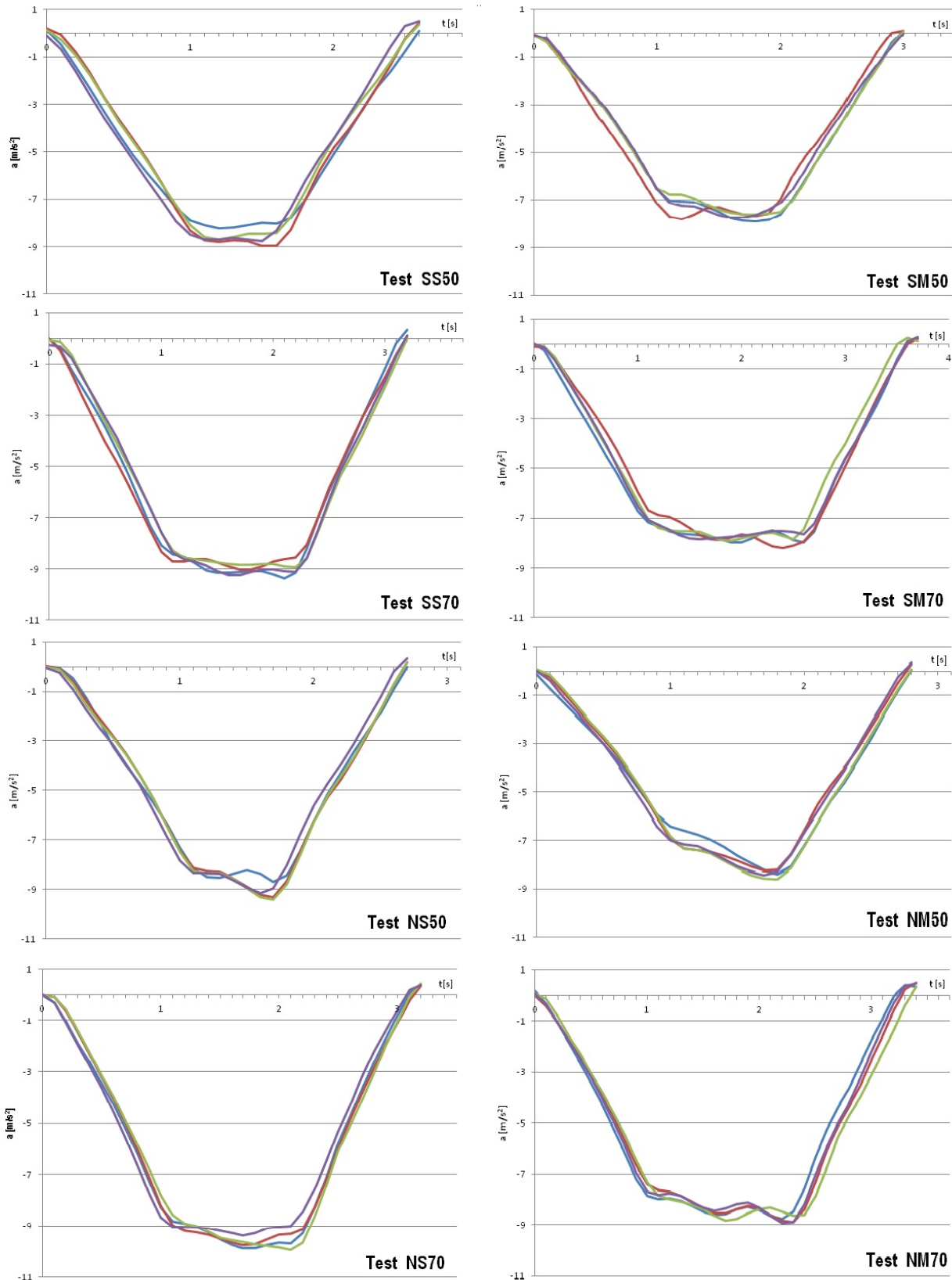
Parametrami mierzonymi były: opóźnienie hamowania i jego zmiany w czasie, oraz czas hamowania. Do rejestracji ww. parametrów wykorzystano trójosiowy miernik przyspieszeń Merex, wyposażony w czujniki przyspieszenia działające w technologii MEMS. Częstotliwość próbkowania wynosiła 10 Hz, a rozdzielczość pomiarowa 0,01 m/s<sup>2</sup>.

## 2. WYNIKI BADAŃ

Wyniki badań zilustrowano za pomocą wykresów przedstawiających przebieg opóźnienia w czasie dla poszczególnych prób (rysunek 1). Na każdym z wykresów przedstawiono wynik każdej z prób

trakcyjnych, wykonanych dla każdej z kombinacji zmiennych. Przedstawiając wyniki badań dla poszczególnych parametrów przyjęto następujący sposób kodowania: kod składa się z dwóch liter oraz liczby.

Pierwsza z liter dotyczy stanu ogumienia na jakim przeprowadzono badania. Ma ona dwa warianty: S oraz N - gdzie litera S oznacza zużyte ogumienie (stare), natomiast litera N oznacza nowe opony. Druga litera dotyczy rodzaju nawierzchni i również ma dwa



Rys. 1. Ilustracja graficzna wyników badań

warianty S i M. Litera S oznacza badania na suchej nawierzchni, natomiast litera M oznacza badania na mokrej nawierzchni. Liczba znajdująca się po literach oznacza prędkość początkową, przy której rozpoczynało hamowanie. Dla przykładu oznaczenie „Test N S 70” oznacza badanie z użyciem nowego ogumienia (N), na suchej nawierzchni (S), przy prędkości początkowej 70 km/h. Na podstawie uzyskanych wyników badań określono wartość maksymalnego opóźnienia hamowania  $a_{max}$  uzyskanego w każdej z realizowanych prób pomiarowych. Na podstawie tych wartości obliczono wartość średnią opóźnienia maksymalnego  $\bar{a}_{max}$  i jej odchylenie standardowe  $\sigma_{amax}$ . Określono również czas hamowania  $t$ . W oparciu o elementarną zależność obliczono wartość opóźnienia średniego dla poszczególnych prób  $\bar{a}_{sr}$  oraz jej wartość średnią  $\bar{a}_{sr}$ . Dla każdego z analizowanych warunków przeprowadzono po cztery próby trakcyjne.

Maksymalna wartość opóźnienia  $a_{max}$  zarejestrowana podczas próby hamowania z prędkości 50km/h, na suchym asfalcie i zużytych oponach (Test SS50) zawierała się w przedziale  $8,2 \div 8,9 \frac{m}{s^2}$ . Średnia wartość maksymalnego przyspieszenia  $\bar{a}_{max}$  obliczona na podstawie czterech przejazdów testowych wynosiła  $8,7 \frac{m}{s^2}$ . Odchylenie standardowe  $\sigma_{amax}$  obliczone dla wartości średniej maksymalnego przyspieszenia wynosiło  $0,3 \frac{m}{s^2}$ . Całkowity czas hamowania podczas tej próby zawierał się w zakresie  $2,5 \div 2,7s$ . Na jego podstawie obliczono wartość średniego opóźnienia dla procesu zatrzymania  $\bar{a}_{sr}$ . Miało ono wartość  $5,3 \frac{m}{s^2}$ .

Maksymalna wartość opóźnienia  $a_{max}$  zarejestrowana podczas próby hamowania z prędkości 50km/h, na mokrym asfalcie i zużytych oponach (Test SM50) zawierała się w przedziale  $7,6 \div 7,9 \frac{m}{s^2}$ . Średnia wartość maksymalnego przyspieszenia  $\bar{a}_{max}$  obliczona na podstawie czterech przejazdów testowych wynosiła  $8,8 \frac{m}{s^2}$ . Odchylenie standardowe  $\sigma_{amax}$  obliczone dla wartości średniej maksymalnego przyspieszenia wynosiło  $0,12 \frac{m}{s^2}$ . Całkowity czas hamowania podczas tej próby zawierał się w zakresie  $3 \div 3,1s$ . Na jego podstawie obliczono wartość średniego opóźnienia dla procesu zatrzymania  $\bar{a}_{sr}$ . Miało ono wartość  $4,5 \frac{m}{s^2}$ .

Maksymalna wartość opóźnienia  $a_{max}$  zarejestrowana podczas próby hamowania z prędkości 70km/h, na suchym asfalcie i zużytych oponach (Test SS70) zawierała się w przedziale  $8,9 \div 9,3 \frac{m}{s^2}$ . Średnia wartość maksymalnego przyspieszenia  $\bar{a}_{max}$  obliczona na podstawie czterech przejazdów testowych wynosiła  $9,1 \frac{m}{s^2}$ . Odchylenie standardowe  $\sigma_{amax}$  obliczone dla wartości średniej maksymalnego przyspieszenia wynosiło  $0,2 \frac{m}{s^2}$ . Całkowity czas hamowania podczas tej próby zawierał się w zakresie  $3,2 \div 3,4s$ . Na jego podstawie obliczono wartość średniego opóźnienia dla procesu zatrzymania  $\bar{a}_{sr}$ . Miało ono wartość  $5,9 \frac{m}{s^2}$ .

Maksymalna wartość opóźnienia  $a_{max}$  zarejestrowana podczas próby hamowania z prędkości 70km/h, na mokrym asfalcie i zużytych oponach (Test SM70) zawierała się w przedziale  $7,9 \div 8,2 \frac{m}{s^2}$ . Średnia wartość maksymalnego przyspieszenia  $\bar{a}_{max}$  obliczona na podstawie czterech przejazdów testowych wynosiła  $8 \frac{m}{s^2}$ . Odchylenie standardowe  $\sigma_{amax}$  obliczone dla wartości średniej maksymalnego przyspieszenia wynosiło  $0,2 \frac{m}{s^2}$ . Całkowity czas hamowania podczas tej próby zawierał się w zakresie  $3,5 \div 3,6s$ . Na jego podstawie obliczono wartość średniego opóźnienia dla procesu zatrzymania  $\bar{a}_{sr}$ . Miało ono wartość  $5,4 \frac{m}{s^2}$ .

Maksymalna wartość opóźnienia  $a_{max}$  zarejestrowana podczas próby hamowania z prędkości 50km/h, na suchym asfalcie i nowych

oponach (Test NS50) zawierała się w przedziale  $8,7 \div 9,4 \frac{m}{s^2}$ . Średnia wartość maksymalnego przyspieszenia  $\bar{a}_{max}$  obliczona na podstawie czterech przejazdów testowych wynosiła  $9,2 \frac{m}{s^2}$ . Odchylenie standardowe  $\sigma_{amax}$  obliczone dla wartości średniej maksymalnego przyspieszenia wynosiło  $0,3 \frac{m}{s^2}$ . Całkowity czas hamowania podczas tej próby zawierał się w zakresie  $2,6 \div 2,7s$ . Na jego podstawie obliczono wartość średniego opóźnienia dla procesu zatrzymania  $\bar{a}_{sr}$ . Miało ono wartość  $5,2 \frac{m}{s^2}$ .

Maksymalna wartość opóźnienia  $a_{max}$  zarejestrowana podczas próby hamowania z prędkości 50km/h, na mokrym asfalcie i nowych oponach (Test NM50) zawierała się w przedziale  $8,3 \div 8,6 \frac{m}{s^2}$ . Średnia wartość maksymalnego przyspieszenia  $\bar{a}_{max}$  obliczona na podstawie czterech przejazdów testowych wynosiła  $8,4 \frac{m}{s^2}$ . Odchylenie standardowe  $\sigma_{amax}$  obliczone dla wartości średniej maksymalnego przyspieszenia wynosiło  $0,1 \frac{m}{s^2}$ . Całkowity czas hamowania podczas tej próby zawierał się w zakresie  $2,7 \div 2,8s$ . Na jego podstawie obliczono wartość średniego opóźnienia dla procesu zatrzymania  $\bar{a}_{sr}$ . Miało ono wartość  $5 \frac{m}{s^2}$ .

Maksymalna wartość opóźnienia  $a_{max}$  zarejestrowana podczas próby hamowania z prędkości 70km/h, na suchym asfalcie i nowych oponach (Test NS70) zawierała się w przedziale  $9,4 \div 9,9 \frac{m}{s^2}$ . Średnia wartość maksymalnego przyspieszenia  $\bar{a}_{max}$  obliczona na podstawie czterech przejazdów testowych wynosiła  $9,7 \frac{m}{s^2}$ . Odchylenie standardowe  $\sigma_{amax}$  obliczone dla wartości średniej maksymalnego przyspieszenia wynosiło  $0,3 \frac{m}{s^2}$ . Całkowity czas hamowania podczas tej próby zawierał się w zakresie  $3 \div 3,1s$ . Na jego podstawie obliczono wartość średniego opóźnienia dla procesu zatrzymania  $\bar{a}_{sr}$ . Miało ono wartość  $6,4 \frac{m}{s^2}$ .

Maksymalna wartość opóźnienia  $a_{max}$  zarejestrowana podczas próby hamowania z prędkości 70km/h, na mokrym asfalcie i nowych oponach (Test NM70) zawierała się w przedziale  $8,8 \div 8,9 \frac{m}{s^2}$ . Średnia wartość maksymalnego przyspieszenia  $\bar{a}_{max}$  obliczona na podstawie czterech przejazdów testowych wynosiła  $8,8 \frac{m}{s^2}$ . Odchylenie standardowe  $\sigma_{amax}$  obliczone dla wartości średniej maksymalnego przyspieszenia wynosiło  $0,2 \frac{m}{s^2}$ . Całkowity czas hamowania podczas tej próby zawierał się w zakresie  $3,2 \div 3,4s$ . Na jego podstawie obliczono wartość średniego opóźnienia dla procesu zatrzymania  $\bar{a}_{sr}$ . Miało ono wartość  $6 \frac{m}{s^2}$ .

Wyniki badań przedstawiono w tabelach 1 i 2.

**Tab 1. Opóźnienie hamowania – opony zużyte**

Test SS50		Test SM50		Test SS70		Test SM70	
$\bar{a}_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$\bar{a}_{sr}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$\bar{a}_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$\bar{a}_{sr}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$\bar{a}_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$\bar{a}_{sr}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$\bar{a}_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$\bar{a}_{sr}$ [m/s <sup>2</sup> ]
8,7	5,3	7,8	4,5	9,1	5,9	8	5,4

**Tab 2. Opóźnienie hamowania – opony nowe**

Test NS50		Test NM50		Test NS70		Test NM70	
$\bar{a}_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$\bar{a}_{sr}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$\bar{a}_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$\bar{a}_{sr}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$\bar{a}_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$\bar{a}_{sr}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$\bar{a}_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$\bar{a}_{sr}$ [m/s <sup>2</sup> ]
9,2	5,2	8,4	5	9,7	6,4	8,8	6

### 3. ANALIZA WYNIKÓW

Wartości opóźnienia hamowania uzyskane na nawierzchni o różnym stopniu zawilgocenia nie potwierdziły wynikającego z uproszczonej metody szacowania opóźnienia (1) wpływu stanu podłoża i określonego dla niego współczynnika przyczepności na maksymalną



jego wartość. Zgodnie z danymi literaturowymi [3, 4] wartość współczynnika przyczepności kół  $\mu$  do suchej asfaltowej nawierzchni zawiera się w zakresie 0,7-0,9, natomiast dla nawierzchni mokrej 0,5-0,7. Teoretycznie zatem na suchym asfalcie pojazdy mogą uzyskać opóźnienie o wartości mieszczące się w zakresie 6,9-8,8m/s<sup>2</sup>, a na mokrym w zakresie 4,9-6,9m/s<sup>2</sup>.

$$a = \mu \cdot g \quad (1)$$

Dla przyjętych warunków badań, podczas padającego deszczu, uzyskano wartości opóźnienia mieszczące się w przedziale właściwym dla nawierzchni suchej (7,8-8m/s<sup>2</sup> na oponach zużytych i 8,4-8,8 m/s<sup>2</sup> na oponach nowych). Zaznaczyć należy w tym miejscu, że odcinek pomiarowy posiadał nawierzchnię w bardzo dobrym stanie i od chwili wybudowania był w bardzo małym stopniu eksploatowany. Ponadto w trakcie badań jezdnia wolna była od kałuż. Odnosząc uzyskane wyniki do praktyki opiniowania wypadków drogowych można wskazać kluczowe znaczenie jakie w procesie rekonstrukcji wypadków dobór współczynników, w oparciu o które prowadzona jest analiza tego typu. Nieprawidłowości popełnione na etapie określania założeń analizy wpływają na końcowy poziom jej niepewności [1, 2].

Uzyskane wyniki badań potwierdzają, że wiek i stan techniczny opon wykorzystanych w pojazdach mają wpływ na wartość parametru opóźnienia. Porównując wartości maksymalnego opóźnienia uzyskanego na odpowiadających sobie typach nawierzchni można zauważyć, że w przypadku opon zużytych zmierzona wartość tego parametru była mniejsza o 0,5-0,8m/s<sup>2</sup> względem zmierzonego podczas manewru wykonywanego na oponach nowych. Dolna granica określonego przedziału jest właściwa dla hamowania na suchej nawierzchni przy prędkości początkowej 50 km/h, natomiast górna – dla hamowania na nawierzchni mokrej, z prędkości początkowej 70km/h. Wskazaną różnicę można przypisać jakości materiału z którego były wykonane opony i wynikających z tego ich właściwości. W chwili prowadzenia prób opony „stare” były eksploatowane przez czas nie krótszy niż 8 lat. Tak długi czas eksploatacji mógł wpłynąć na zmniejszenie elastyczności materiału i zmniejszenie ich przyczepności do nawierzchni. Obserwowanego zmniejszenia wartości opóźnienia hamowania w przypadku opon „starych” nie wiąże się ze zużyciem bieżnika i zmniejszeniem głębokości jego rzeźby. Na odcinku, na którym prowadzono badania nie występowały kałuże i tzw. „stojąca woda”. Należy zatem wykluczyć możliwość w której na zmniejszenie skuteczności hamowania miały wpływ trudności z odprowadzeniem nadmiaru wody ze strefy kontaktu z podłożem. Nawet bez prowadzenia głębszych analiz można przypuszczać, że w przypadku gdyby na odcinku pomiarowym zalegała warstwa wody, to prowadzenie badań zgodnie z przyjętą metodyką, na oponach zużytych (w których głębokość rzeźby bieżnika była równa 2mm), stanowiłoby zagrożenie bezpieczeństwa uczestniczących w nim osób.

Porównanie wartości opóźnienia zmierzonych dla poszczególnych typów opon w różnych warunkach (sucha – mokra nawierzchnia) również wskazuje na wpływ czasu eksploatacji i wynikającej z niego jakości tego elementu eksploatacyjnego, na poziom bezpieczeństwa. W przypadku opon „starych” różnica w wartości rejestrowanego opóźnienia podczas hamowania na nawierzchni suchej i mokrej zawierała się w przedziale 0,9-1,1m/s<sup>2</sup>. Mniejszą o 0,9m/s<sup>2</sup> wartość maksymalnego opóźnienia na mokrej nawierzchni (względem suchej) zaobserwowano podczas hamowania z prędkości początkowej 50km/h. Mniejszą o 1,1 m/s<sup>2</sup> wartość maksymalnego opóźnienia podczas hamowania na mokrej nawierzchni (względem suchej) zaobserwowano podczas hamowania z prędkości początkowej 70km/h. W przypadku opon „nowych” różnica w wartości rejestrowanego opóźnienia podczas hamowania na nawierzchni suchej i mokrej zawierała się w przedziale 0,8-0,9m/s<sup>2</sup>. W tym przypadku mniejszą o 0,8m/s<sup>2</sup> wartość maksymalnego opóźnienia na mokrej nawierzchni

(względem suchej) zaobserwowano podczas hamowania z prędkości początkowej 50km/h. Mniejszą o 0,9m/s<sup>2</sup> wartość maksymalnego opóźnienia podczas hamowania na mokrej nawierzchni (względem suchej) zaobserwowano podczas hamowania z prędkości początkowej 70km/h.

Na podstawie otrzymanych wyników można również stwierdzić, że podczas hamowania z prędkości początkowej 70km/h, na oponach „starych”, rejestrowano większe wartości opóźnienia, w stosunku do hamowania z prędkości 50km/h. Różnice te mieściły się w przedziale 0,2-0,4m/s<sup>2</sup>. Różnicę opóźnienia o wartości 0,2m/s<sup>2</sup> zaobserwowano w przypadku hamowania na nawierzchni mokrej. Różnicę opóźnienia o wartości 0,4m/s<sup>2</sup> zaobserwowano w przypadku hamowania na nawierzchni suchej. W przypadku hamowania z prędkości początkowej 70km/h na oponach „nowych” również rejestrowano większe wartości opóźnienia, w stosunku do hamowania z prędkości 50km/h. Różnice te mieściły się w przedziale 0,4-0,5m/s<sup>2</sup>. Różnicę opóźnienia o wartości 0,4m/s<sup>2</sup> zaobserwowano w przypadku hamowania na nawierzchni mokrej. Różnicę opóźnienia o wartości 0,5m/s<sup>2</sup> zaobserwowano w przypadku hamowania na nawierzchni suchej.

## PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania pozwoliły wykazać, że wiek i stan techniczny opon samochodowych ma wpływ na wartość opóźnienia w trakcie manewru hamowania. Odnotowane podczas pomiarów mniejsze wartości tego parametru w przypadku opon użytkowanych ponad 8 lat (opony „stare”) - w stosunku do opon nowych - dotyczyło hamowania wykonywanego zarówno na suchej jak i na mokrej nawierzchni jezdni. Zastosowanie opon „nowych” pozwalało na uzyskanie opóźnienia o wartości większej w stosunku do opóźnienia uzyskiwanego podczas hamowania pojazdu wyposażonego w opony „stare” (o 0,5-0,8m/s<sup>2</sup> - w zależności od stanu nawierzchni). Podczas badań zaobserwowano również, że w przypadku opon „nowych” różnica pomiędzy wartością opóźnienia hamowania uzyskiwaną na nawierzchni suchej i mokrej była mniejsza niż w przypadku opon „starych”. Określone wartości różnic opóźnienia rejestrowanego przy wykorzystaniu badanych typów opon nie były wprawdzie radykalnie inne - jednak w przypadku wykonywania manewrów awaryjnych, mogą się one przekładać na uniknięcie wypadku lub kolizji, lub – jeżeli to nieuniknione - na zmniejszenie ich skutków.

W kontekście zapewnienia bezpieczeństwa ruchu drogowego za istotny należy uznać aspekt jakości eksploatacji. W tym ujęciu należy wskazać rolę materiałów eksploatacyjnych o dobrej jakości i ich wpływ na zachowanie się pojazdu podczas wykonywania manewrów. Prowadzone badania naukowe wykazują podobny – do omawianego w tym artykule - związek pomiędzy rodzajem i jakością wykorzystanych materiałów oraz szeroko rozumianą kulturą eksploatacji, a zwiększeniem skuteczności systemów bezpieczeństwa [6, 7, 8]. Różnic w poszczególnych układach nie można określić mianem radykalnych lub przełomowych, jednak kumulacja korzyści wynikająca z ich zsumowania będzie miała już znaczenie istotne dla problemu zapewnienia bezpieczeństwa ruchu oraz możliwości uniknięcia wypadku lub kolizji.

## BIBLIOGRAFIA

1. Guzek M. Lozia Z. „Błędy oceny parametrów prostoliniowego hamowania” zeszyty Naukowe Politechniki Świętokrzyskiej. Mechanika 64. Część 2 Kielce 1998
2. Guzek M. Lozia Z. „Metody oceny dokładności obliczeń wykonywanych w trakcie rekonstrukcji wypadków w ruchu drogowym” Zeszyty Naukowe Politechniki Świętokrzyskiej. Mechanika 79, Kielce 2004

3. Praca zbiorowa „Wypadki drogowe. Vadamecum biegłego sądowego. IES Kraków 2002
4. Prochowski L. „Mechanika ruchu. Pojazdy samochodowe. WKŁ Warszawa 2005
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 września 2009 r. w sprawie zakresu i sposobu przeprowadzania badań technicznych pojazdów oraz wzorów dokumentów stosowanych przy tych badaniach (Dz.U.09.155.1232)
6. Tarkowski S. Bieniek P. „Wpływ jakości źródeł światła i stanu technicznego reflektorów na rozkład plamy światła mijania pojazdów samochodowych”, czasopismo „Autobusy”, nr 6/2017
7. Tarkowski S. Mikus D. „Opóźnienie hamowania pojazdów w różnych warunkach ruchu”, czasopismo „Autobusy”, nr 6/2016
8. Tarkowski S „Wpływ jakości eksploatacji na dynamikę pojazdu”, czasopismo „Logistyka” 3/2015

### Age and technical condition of car tires and its impact to deceleration during braking maneuver

*Paper presents the results of measuring the deceleration car during emergency braking maneuver in a linear motion, taking into account the different variables . Testing was performed on an asphalt road with different levels of moisture (ie . on the dry and wet asphalt ). The vehicle used in the tests was fitted with two sets of tires: the first set consisted of tires that were operated for a period of not less than 8 years, while the second set consisted of brand new tires with a mileage of no more than 200km.*

Autorzy:

Prof. dr hab. inż. **Wincenty Lotko** – Uniwersytet Technologiczno – Humanistyczny im Kazimierza Pułaskiego w Radomiu  
dr **Sławomir Tarkowski** – Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny, Katedra Pojazdów Samochodowych,  
[s.tarkowski@pollub.pl](mailto:s.tarkowski@pollub.pl)  
inż. **Dawid Mikus** – Politechnika Lubelska