

Raport z badań porównawczych opon zimowych i letnich podczas awaryjnego hamowania na suchej oraz mokrej nawierzchni



Polska

**Zwiększamy wartość.
Inspirujemy zaufanie.**

Raport TÜV SÜD Polska

Eksperti TÜV SÜD przygotowujący raport.

TÜV SÜD Polska Sp. z o.o.

mgr inż. Marek Nytko

mgr inż. Paweł Rogalski

dr inż. Krzysztof Lew adiunkt

Politechnika Rzeszowska

TÜV SÜD jest jedną z największych międzynarodowych organizacji usług technicznych na świecie. Korzystając z ponad 150 letniego doświadczenia, eksperci TÜV SÜD prowadzą certyfikację systemów zarządzania, nadzorują urządzenia techniczne i prowadzą odbiory materiałów. Wraz z rozwojem przemysłu TÜV tworzył procedury kontrolne dla coraz nowszych dziedzin przemysłu, wyznaczając tym samym uznane powszechnie standardy bezpieczeństwa i jakości.

Dziś TÜV SÜD jednoczy kompetencje, doświadczenie i usługi ponad 25000 pracowników, w około 1000 lokalizacji, w ponad 80 krajach. TÜV SÜD Polska Sp. z o.o. działa na rynku od 1998 roku jako jeden z wielu oddziałów TÜV SÜD na świecie. Należy do międzynarodowego koncernu TÜV SÜD AG, który od ponad 150 lat chroni ludzi, środowisko i własność przed niekorzystnymi skutkami technologii, realizując kompleksowe usługi dla tych sektorów gospodarki w zakresie badań, audytów, szkoleń.

TÜV SÜD współpracuje z czołowymi producentami samochodów i dostawcami oryginalnego sprzętu (OEM) z całego świata, aby zapewnić bezpieczeństwo i optymalizację procesów. Nasza międzynarodowa obecność oraz ponad 100 letnie doświadczenie w obszarze motoryzacji i logistyki pozwala zwiększać wartość dodaną oraz bezpieczeństwo.

Działania TÜV SÜD Polska Sp. z o.o. pozwalają skutecznie połączyć korzyści płynące ze znajomości rynku lokalnego z wiedzą i wieloletnim doświadczeniem pochodzącym z całego świata. Dzieląc się nim, audytorzy, eksperci i rzeczoznawcy TÜV SÜD Polska Sp. z o.o. przyczyniają się do poprawy funkcjonowania przedsiębiorstw, pozwalając uzyskać wymierne korzyści finansowe.



1. Wprowadzenie

TÜV SÜD Polska na zlecenie, Polskiego Związku Przemysłu Oponiarskiego (PZPO), przeprowadził badania porównawcze długości drogi hamowania opon zimowych oraz opon letnich na mokrej i suchej nawierzchni przy temperaturze otoczenia ponad 23°C oraz temperaturze nawierzchni toru suchego 39,2°C, są to typowe warunki występujące w okresie letnim.

Test obejmował swoim zakresem badanie porównawcze dwóch kompletów opon segmentu premium w klasie „B” tego samego producenta w tym samym rozmiarze.

1. 1 Streszczenie

Analiza porównawcza w oparciu o przeprowadzone badanie przyczepności opon letnich i zimowych na mokrej oraz suchej nawierzchni w trakcie awaryjnego hamowania z prędkości 85 km/h do całkowitego zatrzymania pozwoliła na stwierdzenie:

- Różnica drogi hamowania opon zimowych względem opon letnich na mokrej nawierzchni wyniosła ponad 8 m na korzyść opon letnich. Różnica blisko 25% wskazuje iż opona letnia jest zdecydowanie bezpieczniejsza w okresie letnim od opony zimowej na mokrej nawierzchni.

Mokra nawierzchnia		
Parametr	Opony letnie	Opony zimowe
Średnie opóźnienie	R = 5,52	R = 5,64
Średnia długość drogi hamowania z 85-0 km/h	D= 34,89 m	D=43,28 m

Tab. 1. Podsumowanie badań – zestawienie wyników.

- Różnica drogi hamowania opon zimowych względem opon letnich na suchej nawierzchni wyniosła ponad 9 m na korzyść opon letnich. Różnica ponad 30% wskazuje iż opona letnia jest zdecydowanie bezpieczniejsza w okresie letnim od opony zimowej na suchej nawierzchni.

Sucha nawierzchnia		
Parametr	Opony letnie	Opony zimowe
Średnie opóźnienie	R = 5,52	R = 5,64
Średnia długość drogi hamowania z 85-0 km/h	D = 28,38 m	D = 37,66 m

Tab. 2. Podsumowanie badań – zestawienie wyników.

2. Cel badania.

Celem badania było sprawdzenie porównawcze przyczepności opon w trakcie awaryjnego hamowania opon zimowych oraz opon letnich na mokrej oraz suchej nawierzchni w typowo letnich warunkach otoczenia temperatura powietrza 23°C, temperatura toru suchego 40°C. Badanie ma celu sprawdzenie jak rodzaj mieszanki oraz rzeźba bieżnika a zatem typ opony letnia czy zimowa wpływa na bezpieczeństwo poprzez skrócenie drogi hamowania.

3. Metodyka badania.

Badanie polegało na pomiarze przebytej długości drogi przez samochód testowy, w trakcie hamowania awaryjnego, dla poszczególnych typów opon i rodzajów nawierzchni. Wynikiem badania jest wyliczenie różnicy długości drogi hamowania na mokrej i suchej nawierzchni dla badanych opon.

Metoda badania obejmuje procedurę pomiaru wartości opóźnienia i długości pokonanej drogi podczas hamowania awaryjnego przy użyciu oprzyrządowanego samochodu osobowego wyposażonego w układ przeciwblokujący (ABS), gdzie „oprzyrządowany samochód osobowy” oznacza samochód osobowy wyposażony w przyrządy pomiarowe. Średnie opóźnienie oblicza się w określonym przedziale prędkości 85km/h do 0 km/h czyli całkowitego zatrzymania.

Badanie zostało przeprowadzone na torze Skoda Autodrom w Poznaniu, po wcześniejszej weryfikacji opon w celu potwierdzenia prawidłowego ich stanu, w czasie weryfikacji ustalono parametry opon zgodnie z tabelą 3. Opony przeszły proces docierania w celu usunięcia z powierzchni bieżnika wszelkich wystających wypływek, powstałych w miejscach odpowietrzeń i podziale formy.

Parametr	Dane opony letniej	Dane opony zimowej
Szerokość	205 mm	205 mm
Średnica	16"	16"
Profil	55	55
Indeks nośności	91	91
Indeks prędkości	V	H
Sezon	lato	zimowa
Wysokość bieżnika	8 mm	8 mm
Rodzaj bieżnika	asymetryczny	kierunkowy
Klasa przyczepności na mokrej nawierzchni	Klasa „B”	Klasa „B”

Tab. 3. Charakterystyka opon.

Tak przygotowane koła z badanymi oponami zamontowano do samochodu testowego Skoda Scala dane techniczne w tabeli 4. Następnie dokonano korekty ciśnienia powietrza do wymaganego 220 kPa za pomocą legalizowanego manometru.

Parametr	Dane
Marka pojazdu	Skoda
Model	Scala
Rok Produkcji	2020
Pojemność skokowa	1598 cm ³
Rodzaj hamulców przód/tył	Tarczowe/tarczowe
System ABS	Tak

Tab. 4. Dane techniczne badanego pojazdu.

Dokonano pomiarów temperatury nawierzchni toru pirometrem oraz temperatury otoczenia toru termometrem zewnętrznym, zweryfikowano stan nawierzchni toru suchego oraz mokrego.



Fot. 1 Pomiar temperatury toru.

Na samochód testowy został zamontowany bezkontaktowy układ pomiaru DATRON z czujnikiem optoelektrycznym DLS 2, umożliwiający pomiar prędkości na mokrej i suchej nawierzchni oraz przebytej drogi w przyjętym przedziale prędkości.

Na fotografii 2. przedstawiono czujnik przymocowany do pojazdu badawczego. Głowica pomiarowa jest wyposażona w układ oświetlający oraz w układ optyczny, którego podstawowymi elementami są: obiektyw, raster pryzmatyczny i dwie fotodiody (fot. 3).

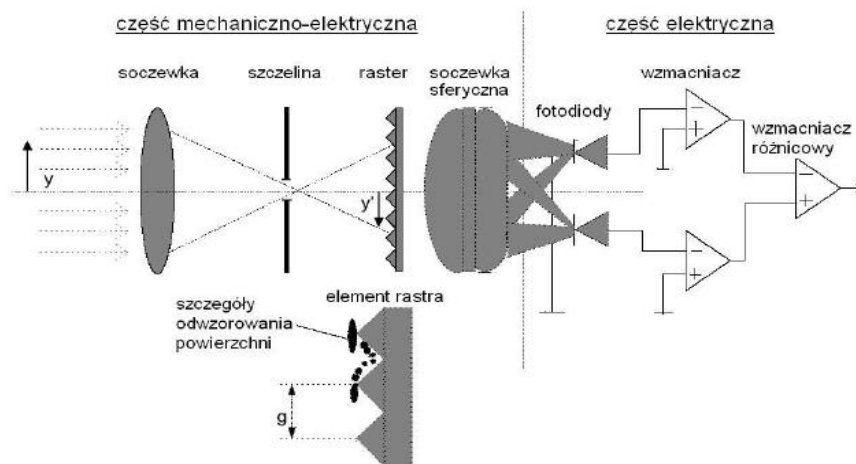


Fot. 2 Widok ogólny pojazdu z oprzyrządowaniem pomiarowym.



Fot. 3 Fotodiody oprzyrządowania pomiarowego DATRON.

Promienie świetlne, odbijane od nawierzchni drogi, po przejściu przez soczewkę i szczelinę padają na raster, który rozszczepia je na dwie wiązki, ogniskowane w dwóch fotodiodach. W każdej z fotodiod ogniskowane są promienie świetlne padające na wręby rastra o jednakowym pochyleniu. Przypadkowy charakter mikro nierówności nawierzchni drogi sprawia, że intensywność oświetlenia obu fotodiod nie jest jednakowa, przy czym, jeśli w danym położeniu nieco mocniej jest oświetlona fotodioda 1, to już po przemieszczeniu się głowicy o wartość $g/2$ sytuacja zmieni się i bardziej oświetlona będzie fotodioda 2. W rezultacie uzyskujemy na wyjściu sygnał napięciowy proporcjonalny do prędkości jazdy.



Fot. 4 Schemat ilustrujący zasadę działania urządzenia korelacyjno optycznego DLS 2. Źródło: Instrukcja urządzenia

Oprogramowanie CeCalWin Pro to 32 bitowy program Windows* przeznaczony do konfiguracji i obsługi czujników CORRSYS i DATRON. Program ten stanowi podstawowe narzędzie do pomiaru dynamiki pojazdu, umożliwiające pomiar i rejestrację m.in. takich parametrów jak: przyspieszenie, hamowanie, ABS, elastyczność, prędkość maksymalna, weryfikacja licznika kilometrów i wiele innych. Oprogramowanie CeCalWin Pro jako narzędzie do zbierania danych, umożliwia użytkownikom konfigurowanie i przechowywanie, procedury testowe, które można ponownie załadować na żądanie i wykonać. Serie testów można ustawić tak, aby uruchamiały się automatycznie w określonych sekwencjach.

4. Charakterystyka warunków badania.

Nawierzchnia toru badawczego w części przeznaczony do badań na mokrej nawierzchni była nawadniana automatycznie, ciągle przez cały czas badania.

Grubość warstwy wody na całym obszarze przeprowadzanych badań wynosiła 0,5 mm do 1,5 mm, mierzona od najwyższego punktu nawierzchni.



Fot. 5 Widok od góry toru, na którym wykonano badania.



Fot. 6 . Widok ogólny toru, na którym wykonano badania.

Tor posiadał zwartą nawierzchnię asfaltową o jednolitym nachyleniu nieprzekraczającym 2%, na długości 3 metrów. Nawierzchnia była jednorodna pod względem wieku, budowy i zużycia. Na torze w miejscu badania brak obcych wtrąceń oraz niespójności materiałowych.

Po tych czynnościach przystąpiono do zasadniczych testów dotyczących badania przyczepności na mokrej nawierzchni i suchej nawierzchni przy udziale doświadczonego kierowcy TÜV SÜD posiadającego ponad przeciętne umiejętności z zakresu techniki jazdy co pozwoliło zapewnić jak największą powtarzalność przejazdów z zachowaniem warunków brzegowych koniecznych dla tego badania tj. prędkość początkowa, stały nacisk na hamulec roboczy w trakcie awaryjnego hamowania oraz jak najmniejsze odchylenia boczne drogi.

Zgodnie z przyjętymi założeniami średnią długość drogi hamowania oblicza się z trzech prawidłowo wykonanych przejazdów dla przedziału prędkości od 85 km/h do 0 km/h czyli całkowitego zatrzymania.

Sposób ręcznego uruchomienia hamulców w samochodzie z manualną przekładnią wymaga nacisku na pedał hamulca z siłą wynoszącą min. 600 N, oraz rozłączenia sprzęgła.

Przyjmuje się, że w ramach jednego cyklu badawczego, samochodem wykonuje się minimum 3 poprawne próby awaryjnego hamowania na suchej nawierzchni na oponach zimowych, a następnie 3 poprawne próby awaryjnego hamowania na oponach letnich w tych samych warunkach.

W kolejnym cyklu przyjęto że w ramach badania wykonuje się minimum 3 poprawne próby awaryjnego hamowania na mokrej nawierzchni na oponach zimowych, a następnie 3 poprawne próby awaryjnego hamowania na oponach letnich w tych samych warunkach.

I Cykl badania został przyjęty w/g poniższego schematu

P_{1zs} P_{2zs} P_{3zs} P_{4ls} P_{5ls} P_{6ls}

II Cykl badania został przyjęty w/g poniższego schematu

P_{7zm} P_{8zm} P_{9zm} P_{10lm} P_{11lm} P_{12lm}

gdzie:

P_{1zs} – P_{3zs} przejazdy testowe na oponach zimowych na suchej nawierzchni

P_{4ls} – P_{6ls} przejazdy testowe na oponach letnich na suchej nawierzchni

P_{7zm} – P_{9zm} przejazdy testowe na oponach zimowych na mokrej nawierzchni

P_{9lm} – P_{12lm} przejazdy testowe na oponach letnich na mokrej nawierzchni

Dla każdego ważnego przejazdu badawczego zostało również wyznaczone średnie opóźnienie wyrażone w m/s², zgodnie z następującym wzorem:

$$a = \left| \frac{s_k^2 - s_p^2}{2d} \right|$$

gdzie:

S_k oznacza prędkość końcową w m/s; S_f = 0 km/h = 0 m/s;

S_p oznacza prędkość początkową w m/s; S_p = 85 km/h = 23,61 m/s

d oznacza drogę przebytą wyrażoną w metrach

Zastosowane urządzenie pomiarowe DATRON pozwoliło dodatkowo na rejestrację zmiany prędkości w czasie, jak również przebiegu długości drogi hamowania w czasie. Oba te parametry zostały wskazane w tabelach wynikowych. Wyniki pomiarów dla poszczególnych przejazdów zgodnie z przyjętym cyklem.

Należy podkreślić, że zastosowane urządzenie pomiarowe przeprowadza około 400 pomiarów na sekundę co oznacza, że w czasie jednego pomiaru hamowania trwającego około 3 sekundy ich ilość wynosi do 1200 powtórzeń.

Dla uproszczenia w tabelach wynikowych przyjęto parametry przypadające dla zmiany prędkości co 5 km/h, pozwala to na czytelne zobrazowanie wyników. Podana wartość średnia w tabelach opóźnienia jest arytmetyczną wszystkich wykonanych pomiarów urządzenia wykorzystanego w trakcie poszczególnych przejazdów.

5. Wyniki pomiarów.

5.1. Wyniki pomiarów dla opony zimowej na suchej nawierzchni P_{1zs} P_{2zs} P_{3zs}.

I przejazd P_{1zs}

Lp. pełnego pomiaru	Opóźnienie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
1	7,747	0	85	0
2	11,132	4,328	80	0,188
3	6,63	8,35	75	0,376
4	6,808	12,046	70	0,56
5	8,793	15,509	65	0,744
6	6,856	18,48	60	0,915
7	8,166	21,51	55	1,104
8	7,81	24,06	50	1,279
9	6,579	26,366	45	1,455
10	8,595	28,491	40	1,635
11	8,008	30,382	35	1,816
12	7,439	31,931	30	1,988
13	7,902	33,377	25	2,177
14	8,33	34,408	20	2,343

15	7,813	35,253	15	2,516
16	8,448	35,889	10	2,697
17	7,978	36,235	5	2,867
18	0	36,423	0	3,194

Tab. 5. Wyniki pomiarów dotyczące próby pierwszej P_{1zs}.

Średnie opóźnienie		
a(v,t)	7,65	[m/s ²]

Tab. 6. Średnie wartości opóźnienia zarejestrowane podczas badania dla P_{1zs}.

II przejazd P_{2zs}

Lp. pełnego pomiaru	Opóźnienie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
1	2,755	0	85	0
2	5,913	5,127	80	0,223
3	6,471	9,786	75	0,439
4	8,196	13,857	70	0,641
5	6,678	17,313	65	0,826
6	6,292	20,606	60	1,015
7	6,573	23,749	55	1,212
8	9,112	26,513	50	1,401
9	6,089	28,94	45	1,586
10	7,881	31,082	40	1,767
11	8,396	32,835	35	1,935
12	7,868	34,429	30	2,112
13	8,454	35,781	25	2,288
14	8,183	36,792	20	2,451
15	8,641	37,612	15	2,619
16	9,32	38,17	10	2,778

17	7,567	38,505	5	2,944
18	0	38,767	0	3,49

Tab. 7. Wyniki pomiarów dotyczące próby drugiej P_{2zs}.

Średnie opóźnienie		
a(v,t)	7,53711	[m/s ²]

Tab. 8. Średnie wartości opóźnienia zarejestrowane podczas badania dla P_{2zs}.

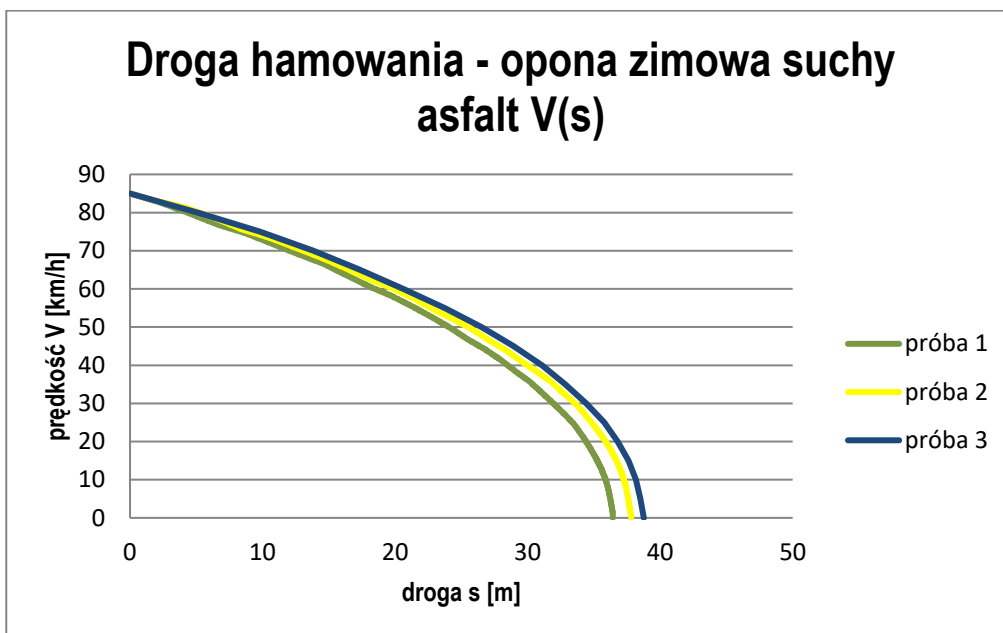
III przejazd P_{3zs}

Lp. pełnego pomiaru	Opóźnienie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
1	6,293	0	85	0
2	7,876	5,241	80	0,229
3	5,526	9,034	75	0,405
4	7,232	13,082	70	0,606
5	8,324	16,537	65	0,789
6	5,936	19,899	60	0,984
7	7,668	22,702	55	1,159
8	8,114	25,499	50	1,351
9	7,163	27,833	45	1,528
10	7,97	29,97	40	1,709
11	9,02	31,976	35	1,901
12	7,607	33,588	30	2,079
13	8,283	34,816	25	2,241
14	8,244	35,885	20	2,412
15	8,703	36,701	15	2,578
16	8,928	37,261	10	2,741
17	7,797	37,594	5	2,902
18	0	37,814	0	3,376

Tab. 9. Wyniki pomiarów dotyczące próby trzeciej P_{3zs}.

Średnie opóźnienie		
a(v,t)	7,53711	[m/s ²]

Tab. 10. Średnie wartości opóźnienia zarejestrowane podczas badania dla P_{3zs}.



Wyk. 1 Przebieg procesu hamowania, zależność prędkości od czasu dla opony zimowej na suchej nawierzchni.

5.2. Wyniki pomiarów dla opony letniej na suchej nawierzchni. P_{4ls} P_{5ls} P_{6ls}

IV przejazd P_{4ls}

Lp. pełnego pomiaru	Opóźnienie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
1	5,758	0	85	0
2	9,599	3,999	80	0,174
3	10,376	6,995	75	0,313
4	9,875	9,651	70	0,445
5	9,562	12,717	65	0,608
6	10,702	15,042	60	0,743
7	10,203	17,192	55	0,877

8	12,684	19,009	50	1,001
9	9,753	20,637	45	1,125
10	9,993	22,269	40	1,264
11	10,901	23,692	35	1,399
12	10,266	24,875	30	1,531
13	10,835	25,871	25	1,662
14	10,648	26,682	20	1,791
15	9,581	27,349	15	1,928
16	10,857	27,817	10	2,064
17	8,075	28,107	5	2,203
18	0	28,421	0	2,711

Tab. 11 Wyniki pomiarów dotyczące próby pierwszej P_{4ls}

Średnie opóźnienie		
a(v,t)	10,13	[m/s ²]

Tab. 12. Średnie wartości opóźnienia zarejestrowane podczas badania dla P_{4ls}.

V przejazd P_{5ls}

Lp. pełnego pomiaru	Opóźnienie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
1	3,581	0	85	0
2	12,491	3,72	80	0,16
3	8,938	6,638	75	0,297
4	10,292	9,603	70	0,443
5	8,207	12,606	65	0,604
6	11,937	15,106	60	0,747
7	9,935	17,19	55	0,878
8	11,379	19,051	50	1,006
9	9,414	20,788	45	1,137

10	9,635	22,535	40	1,286
11	11,158	23,919	35	1,418
12	10,162	25,087	30	1,547
13	11,146	26,053	25	1,674
14	10,238	26,909	20	1,812
15	9,952	27,568	15	1,945
16	10,527	28,028	10	2,08
17	9,222	28,313	5	2,219
18	0	28,52	0	2,75

Tab. 13. Wyniki pomiarów dotyczące próby drugiej P_{51s}.

Średnie opóźnienie		
a(v,t)	9,89	[m/s ²]

Tab. 14. Średnie wartości opóźnienia zarejestrowane podczas badania dla P_{51s}.

VI przejazd P_{61s}

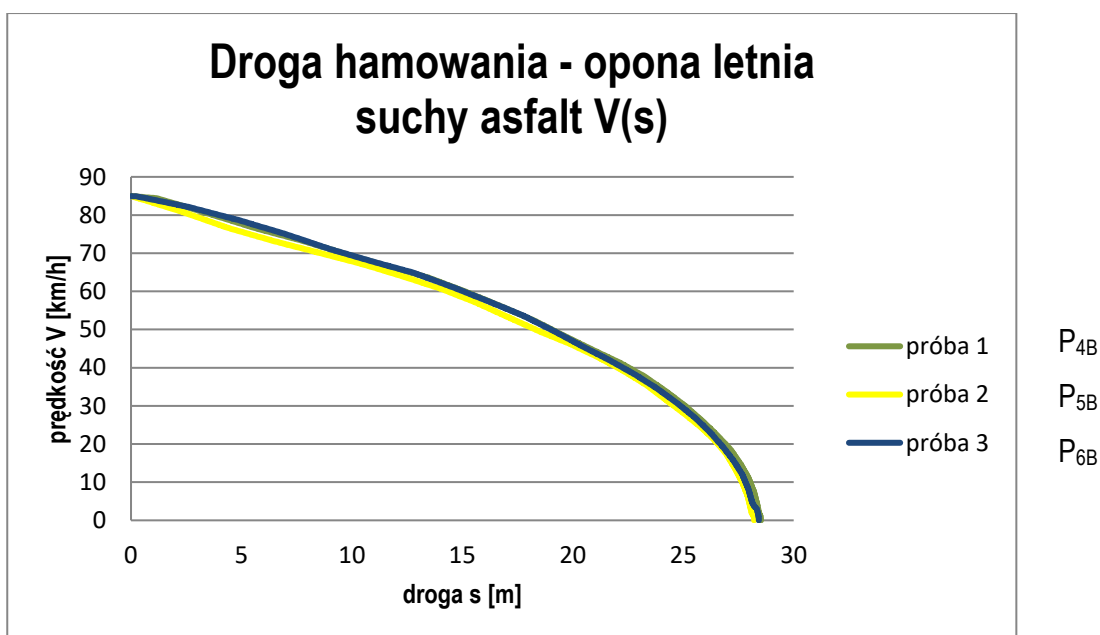
Lp. pełnego pomiaru	Opóźnienie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
1	8,387	0	85	0
2	13,739	2,733	80	0,119
3	9,552	5,369	75	0,242
4	7,147	8,589	70	0,402
5	8,703	11,697	65	0,568
6	10,051	14,333	60	0,719
7	11,257	16,407	55	0,849
8	9,102	18,315	50	0,98
9	9,473	20,328	45	1,133
10	8,991	22,028	40	1,277
11	12,003	23,435	35	1,411

12	9,954	24,574	30	1,538
13	9,931	25,674	25	1,682
14	9,665	26,566	20	1,825
15	11,245	27,197	15	1,954
16	8,89	27,668	10	2,09
17	8,582	27,974	5	2,242
18	0	28,209	0	2,798

Tab. 15. Wyniki pomiarów dotyczące próby trzeciej P_{6Is}.

Średnie opóźnienie		
a(v,t)	10,02	[m/s ²]

Tab. 16. Średnie wartości opóźnienia zarejestrowane podczas badania dla P_{6Is}.



Wyk. 2 Przebieg procesu hamowania, zależność prędkości od czasu.

5.3. Wyniki pomiarów dla opony zimowej na mokrej nawierzchni.

VII przejazd P7zm

Lp. pełnego pomiaru	Opóźnienie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
1	3,382	0	85	0
2	10,206	3,925	80	0,17
3	7,002	9,586	75	0,435
4	5,859	15,151	70	0,711
5	8,151	20,001	65	0,969
6	8,682	24,038	60	1,202
7	8,548	27,431	55	1,414
8	8,341	30,626	50	1,634
9	6,527	32,862	45	1,804
10	10,559	35,168	40	1,998
11	6,862	36,765	35	2,152
12	9,314	38,441	30	2,336
13	7,207	39,961	25	2,537
14	7,784	41	20	2,703
15	7,831	41,899	15	2,888
16	7,075	42,544	10	3,075
17	6,674	42,98	5	3,285
18	0	43,673	0	4,923

Tab. 17. Wyniki pomiarów dotyczące próby pierwszej P_{7zm}.

Średnie opóźnienie		
a(v,t)	6,90	[m/s ²]

Tab. 18. Średnie wartości opóźnienia zarejestrowane podczas badania dla P_{7zm}.

VIII przejazd P_{8zm}

Lp. pełnego pomiaru	Opóźnienie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
1	15,981	0	85	0
2	5,24	5,167	80	0,228
3	5,608	10,687	75	0,484
4	7,352	14,215	70	0,66
5	5,074	20,323	65	0,986
6	4,14	24,172	60	1,207
7	6,891	27,526	55	1,416
8	5,821	30,576	50	1,626
9	9,186	32,965	45	1,806
10	8,068	34,807	40	1,963
11	7,996	36,637	35	2,139
12	7,114	38,308	30	2,324
13	10,31	39,631	25	2,495
14	6,475	40,756	20	2,678
15	9,383	41,584	15	2,847
16	4,85	42,256	10	3,047
17	4,849	42,78	5	3,295
18	0	44,098	0	5,804

Tab. 19. Wyniki pomiarów dotyczące próby drugiej P_{8zm}

Średnie opóźnienie		
a(v,t)	6,93	[m/s ²]

Tab. 20. Średnie wartości opóźnienia zarejestrowane podczas badania dla P_{8zm}.

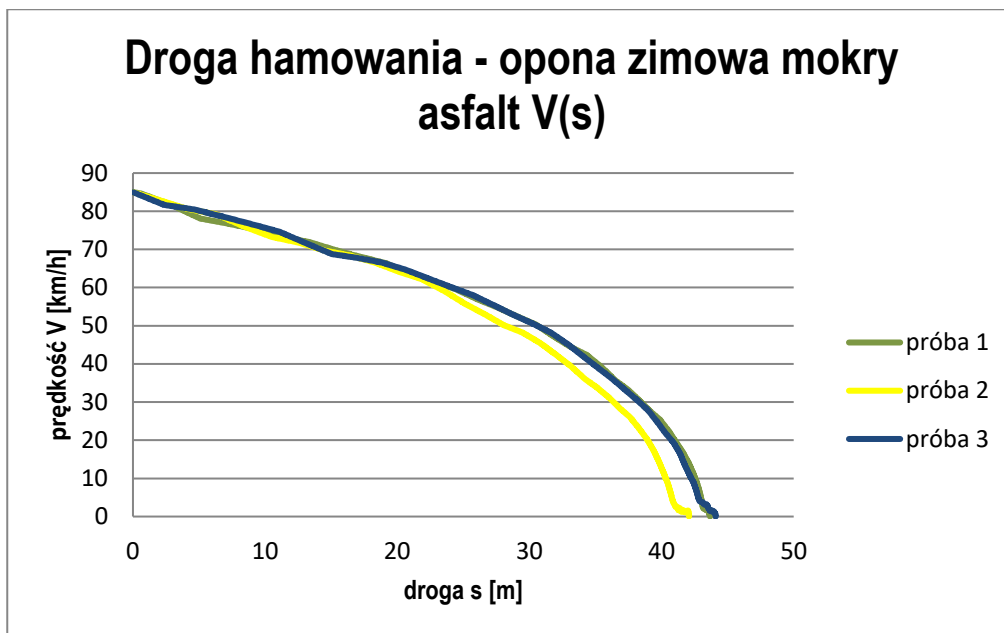
IX przejazd P_{9zm}

Lp. pełnego pomiaru	Opóźnienie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
1	5,671	0	85	0
2	4,085	5,066	80	0,222
3	9,809	9,172	75	0,411
4	3,676	14,223	70	0,663
5	7,024	19,481	65	0,942
6	10,976	23,066	60	1,147
7	6,031	25,535	55	1,303
8	4,354	28,17	50	1,483
9	8,671	30,996	45	1,696
10	8,479	32,915	40	1,859
11	6,776	34,632	35	2,025
12	8,504	36,37	30	2,216
13	8,469	37,858	25	2,411
14	8,68	38,948	20	2,585
15	9,34	39,718	15	2,744
16	6,615	40,324	10	2,921
17	5,261	40,779	5	3,144
18	0	42,076	0	5,877

Tab. 21. Wyniki pomiarów dotyczące próby trzeciej P_{9zm}.

Średnie opóźnienie		
a(v,t)	7,22	[m/s ²]

Tab. 22. Średnie wartości opóźnienia zarejestrowane podczas badania dla P_{9zm}.



Wyk. 3 Przebieg procesu hamowania, zależność prędkości od czasu.

5.4. Wyniki pomiarów dotyczące opon letnich na mokrej nawierzchni.

X przejazd P_{10lm}

Lp. pełnego pomiaru	Opóźnienie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
1	9,253	0	85	0
2	10,808	5,476	80	0,239
3	9,321	8,998	75	0,403
4	15,608	11,298	70	0,516
5	3,228	13,931	65	0,658
6	11,497	16,602	60	0,811
7	7,829	19,687	55	1,005
8	9,898	21,824	50	1,15
9	17,048	23,179	45	1,251
10	6,096	24,716	40	1,385

11	9,917	26,661	35	1,57
12	5,5	28,333	30	1,757
13	6,487	29,859	25	1,956
14	9,946	30,96	20	2,13
15	6,262	31,864	15	2,32
16	7,53	32,524	10	2,509
17	5,964	32,933	5	2,709
18	0	34,246	0	6,041

Tab. 23. Wyniki pomiarów dotyczące próby pierwszej P_{10lm}.

Średnie opóźnienie		
a(v,t)	8,77	[m/s ²]

Tab. 24. Średnie wartości opóźnienia zarejestrowane podczas badania dla P_{10lm}.

XI przejazd P_{11lm}

Lp. pełnego pomiaru	Opóźnienie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
1	3,451	0	85	0
2	8,106	5,153	80	0,224
3	11,405	10,164	75	0,456
4	11,006	13,019	70	0,598
5	9,969	15,274	65	0,718
6	8,385	18,344	60	0,895
7	10,452	20,559	55	1,033
8	9,652	22,588	50	1,172
9	10,853	24,359	45	1,307
10	5,49	26,212	40	1,465
11	7,84	28,456	35	1,679

12	22,258	29,355	30	1,775
13	10,196	29,933	25	1,852
14	9,972	30,747	20	1,985
15	7,677	31,614	15	2,165
16	7,309	32,214	10	2,338
17	4,36	32,641	5	2,549
18	0	34,552	0	6,953

Tab. 25. Wyniki pomiarów dotyczące próby drugiej P_{11lm}.

Średnie opóźnienie		
a(v,t)	9,38	[m/s ²]

Tab. 26. Średnie wartości opóźnienia zarejestrowane podczas badania

XII przejazd P_{12lm}

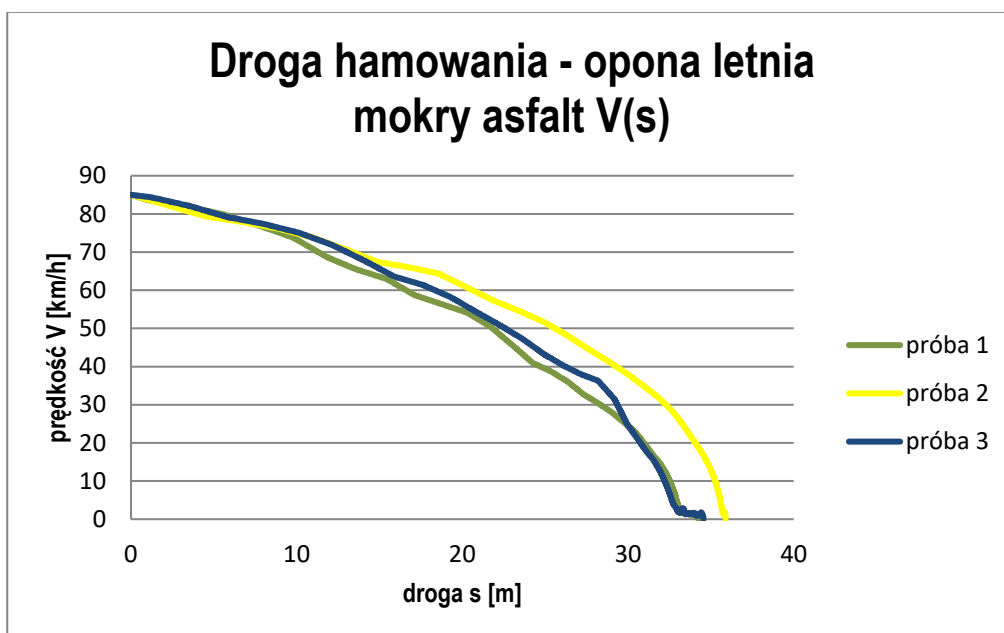
Lp. pełnego pomiaru	Opóźnienie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
1	6,836	0	85	0
2	6,755	4,008	80	0,175
3	6,595	9,921	75	0,45
4	10,38	13,355	70	0,619
5	5,628	17,863	65	0,862
6	11,105	20,614	60	1,019
7	7,682	23,181	55	1,181
8	9,542	25,593	50	1,346
9	9,235	27,455	45	1,486
10	8,814	29,283	40	1,642
11	8,95	30,918	35	1,798
12	9,772	32,282	30	1,95

13	12,273	33,26	25	2,076
14	8,764	34,057	20	2,204
15	9,773	34,763	15	2,351
16	9,876	35,266	10	2,493
17	8,047	35,567	5	2,645
18	0	35,887	0	3,3

Tab. 27. Wyniki pomiarów dotyczące próby trzeciej P_{12lm}.

Średnie opóźnienie		
a(v,t)	8,56	[m/s ²]

Tab. 28. Średnie wartości opóźnienia zarejestrowane podczas badania



Wyk. 4 Przebieg procesu hamowania, zależność prędkości od czasu.

6. Podsumowanie.

Analiza porównawcza w oparciu o przeprowadzone badanie przyczepności opon letnich i zimowych na mokrej oraz suchej nawierzchni w trakcie awaryjnego hamowania z prędkości 85 km/h do całkowitego zatrzymania pozwoliła na stwierdzenie:

- Różnica drogi hamowania opon zimowych względem opon letnich na mokrej nawierzchni wyniosła ponad 8 m na korzyść opon letnich. Różnica blisko 25% wskazuje, iż opona letnia jest zdecydowanie bezpieczniejsza w okresie letnim od opony zimowej na mokrej nawierzchni.

Mokra nawierzchnia toru		
Parametr	Opony letnie	Opony zimowe
Średnie opóźnienie	R = 5,52	R = 5,64
Średnia długość drogi hamowania z 85-0 km/h	D = 34,89 m	D = 43,28 m

Tab. 29. Podsumowanie badań – zestawienie wyników.

- Różnica drogi hamowania opon zimowych względem opon letnich na suchej nawierzchni wyniosła ponad 9 m na korzyść opon letnich. Różnica ponad 30% wskazuje, iż opona letnia jest zdecydowanie bezpieczniejsza w okresie letnim od opony zimowej na suchej nawierzchni.

Sucha nawierzchnia toru		
Parametr	Opony letnie	Opony zimowe
Średnie opóźnienie	R = 5,52	R = 5,64
Średnia długość drogi hamowania z 85-0 km/h	D = 28,38 m	D = 37,66 m

Tab. 30 Podsumowanie badań – zestawienie wyników.



Polska

7. Wnioski

Pomimo, iż polskie przepisy nie narzucają konieczności okresowej wymiany opon w okresach przejściowych lato zima lato, a zatem przy zmieniających się warunkach atmosferycznych panujących w danym sezonie, przeprowadzone badanie w sposób czytelny udowadnia jak ważnym staje się odpowiedni dobór ogumienia do danej pory roku. Opony zimowe jak sama nazwa wskazuje służą do jazdy w niskich temperaturach. Ich przyczepność jest wyższa względem opon letnich poniżej temperatury 7 °C. Jest to związane z tym, że do ich produkcji używa się innej mieszanki, w porównaniu z oponami letnimi. W przeprowadzonych testach na suchej i mokrej nawierzchni w typowo letnich warunkach, opony letnie wykazały dużo większy współczynnik przyczepności, deklasując swój zimowy odpowiednik pod względem długości drogi hamowania, co jest kluczowym elementem bezpieczeństwa na drodze dla wszystkich użytkowników.

Zwiększamy wartość. Inspirujemy zaufanie.

TÜV SÜD Polska Sp. zo.o.

ul. Podwale 17

00-252 Warszawa

+48 22 696 43 96

www.tuvsud.com/pl-pl