

Raport dotyczący badań przyczepności dwóch kompletów opon zimowych na mokrej nawierzchni w oparciu o procedurę badawczą ECE R117, podczas hamowania awaryjnego



Polska

**Zwiększamy wartość.
Inspirujemy zaufanie.**

Raport TÜV SÜD Polska

Streszczenie

Niniejszy raport przedstawia wyniki badań przyczepności opon zimowych na mokrej nawierzchni. Eksperyment został przeprowadzony w oparciu o procedurę badawczą ECE R117, podczas hamowania awaryjnego. Informacje zawarte w raporcie przeznaczone są dla kierowców i organizacji zajmujących się przemysłem oponiarskim.

Spis treści

1. Streszczenie.....	3
2. Wstęp.....	4
3. Cel badania.....	5
4. Metodyka badań.....	5
5. Charakterystyka warunków badania.....	11
6. Wyniki pomiarów.....	16
7. Podsumowanie.....	31
8. Wnioski.....	32
9. O TÜV SÜD Polska.....	33

Eksperti TÜV SÜD przygotowujący wersję raportu.

TÜV SÜD Polska Sp. z o.o.

mgr inż. Marek Nytko

mgr inż. Paweł Rogalski

Politechnika Rzeszowska

dr inż. Krzysztof Lew - adiunkt

1. Streszczenie

Niniejszy raport przedstawia wyniki badań przyczepności opon zimowych na mokrej nawierzchni. Eksperyment został przeprowadzony w oparciu o procedurę badawczą ECE R117, podczas hamowania awaryjnego. Informacje zawarte w raporcie przeznaczone są dla kierowców i organizacji zajmujących się przemysłem oponiarskim.

Analiza porównawcza w oparciu o przeprowadzone badanie przyczepności opon zimowych na mokrej nawierzchni pozwoliła na wyciągnięcie następujących wniosków:

- otrzymana różnica przyczepności opon poniżej 3% pomiędzy przyjętymi oponami wzorcowymi a oponami badanymi, na mokrej nawierzchni, przy uwzględnieniu daty produkcji jak w oponach badanych wskazał, że dwuletni okres przechowywania, nie miał wpływu na przyczepności na mokrej nawierzchni. Różnica w drodze hamowania pomiędzy badanymi kpl. opon nie przekroczyła 3%.
- opony badane (z 2018) hamowały skuteczniej od opon wzorcowych pomimo dwuletniego okresu magazynowania.

„Przyczepność na mokrych nawierzchniach” oznacza względną skuteczność hamowania, na mokrej nawierzchni, pojazdu badawczego wyposażonego w oponę ocenianą w stosunku do skuteczności hamowania tego samego pojazdu badawczego wyposażonego w oponę porównawczą.

Parametr	Opony nowe	Opony 2 letnie
Średnie opóźnienie	R= 5,52 m/s ²	R= 5,64 m/s ²
Średnia droga hamowania	D= 41,868 m	D= 40,991 m
Średni współczynnik siły hamowania	BFC(W) = 0,562	BFC(B) = 0,575

Tab. 1. Podsumowanie badań zestawienie wyników

Współczynnik przyczepności opony badanej 2-letniej, względem przyjętej opony wzorcowej

$$G(B) = \left[\frac{BFC(B)}{BFC(W)} \right] = \frac{0,575}{0,562} = 1,023$$

2.Wstęp

TÜV SÜD Polska na zlecenie, Polskiego Związku Przemysłu Oponiarskiego (PZPO), przeprowadził badania porównawcze przyczepności opon zimowych na mokrej nawierzchni. Test obejmował swoim zakresem badanie porównawcze dwóch kompletów opon w klasie „B” tego samego producenta w tym samym rozmiarze, tego samego modelu z różnych okresów produkcji. Badanie zostało przeprowadzone dla pomiarów przyczepności opon na mokro w oparciu o procedurę ECE R117. Podczas badania pominięto weryfikacje parametrów, które wynikały z charakterystyki nawierzchni toru, charakterystyki pojazdu badawczego, a ich znaczenie nie miało wpływu na wynik porównawczy badanych kompletów opon:

- nie dokonano pomiarów grubości ziarna nawierzchni toru,
- nie pomierzono głębokości tekstury nawierzchni toru,
- nie ustalono obciążenia stycznego na każdym kole pojazdu badawczego.

Klasyfikacja przyczepności opon określona jest w Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (WE), nr 1222/2009 z dnia 25 listopada 2009 r. w sprawie etykietowania opon pod kątem efektywności paliwowej i innych parametrów. Opony wzorcowe były wyprodukowane w 42 tygodniu 2020 r., a opony badane pochodziły z 37 tygodnia 2018 r.



3.Cel badania

Celem badania była analiza porównawcza przyczepności opon zimowych na mokrej nawierzchni, przy uwzględnieniu różnego okresu produkcji opony podczas awaryjnego hamowania, poprzez wyznaczenie współczynnika przyczepności opony badanej względem opony kontrolnej – wzorcowej. „Opona wzorcowa (opony wzorcowe) (R)” oznacza oponę posiadającą właściwości określone w normie ASTM F 2493-08 (znormalizowana specyfikacja radialnej opony wzorcowej określonej jako 16-calowa standardowa opona wzorcowa (SRTT16”) lub komplet takich opon. Przyjęto, że komplet opon badanych był prawidłowo magazynowany przez cały okres przechowywania, zgodnie z wytycznymi producenta. Dla potrzeb badania przyjęto że opona kontrolna odpowiadała oponie wzorcowej.

4.Metodyka badań

Badanie polegało na obliczeniu współczynnika przyczepności na mokrej nawierzchni (G) opony ocenianej. Jej przyczepność podczas hamowania została porównana z przyczepnością podczas hamowania opony wzorcowej.

Wynikiem badania jest wyliczenie współczynnika przyczepności na mokrej nawierzchni opony badanej do opony wzorcowej. Metoda badania obejmuje procedurę pomiaru wartości opóźnienia podczas hamowania dla kompletu opon, przy użyciu wyposażonego w układ przeciwblokujący (ABS) oprzyrządowanego samochodu osobowego, gdzie „oprzyrządowany samochód osobowy” oznacza samochód osobowy wyposażony w przyrządy pomiarowe. Średnie opóźnienie oblicza się w określonym przedziale prędkości 80km/h -20 km/h.

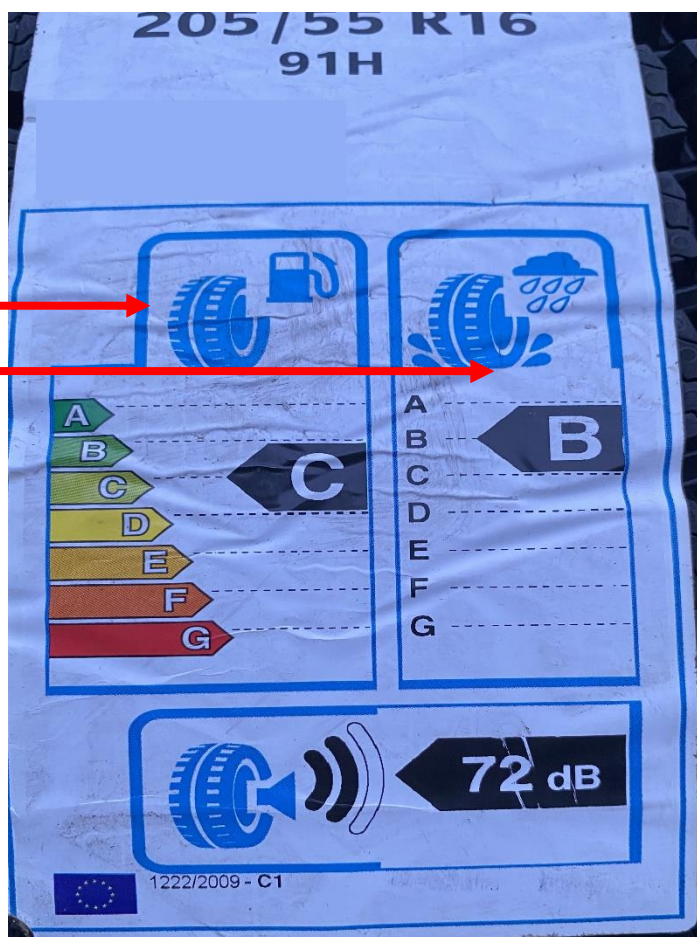
Badanie zostało przeprowadzone na torze Skoda Autodrom w Poznaniu, po wcześniejszej weryfikacji opon w celu potwierdzenia prawidłowego ich stanu. W czasie weryfikacji ustalono parametry opon zgodnie z tabelą 2. Kolejno przeprowadzono montaż opon na nowe felgi stalowe, następnie przeprowadzono docieranie opon na torze w tych samych warunkach atmosferycznych dla każdego kompletu w celu usunięcia z powierzchni bieżnika wszelkich wystających wypływek, powstałych w miejscach odpowietrzeń i podziale formy.

Podczas badania wahań temperatury mokrej nawierzchni nie przekroczyły 10 °C, a temperatura otoczenia była zbliżona do temperatury mokrej nawierzchni.

Parametr	Dane opony wzorcowej	Dane opony badanej
Szerokość	205 mm	205 mm
Średnica	16"	16"
Profil	55	55
Indeks nośności	91	91
Indeks prędkości	H	H
Sezon	zimowa	zimowa
Wysokość bieżnika	8 mm	8 mm
Rodzaj bieżnika	kierunkowy	kierunkowy
Klasa przyczepności na mokrej nawierzchni	Klasa „B”	Klasa „B”
Data produkcji	DOT 4220	DOT 3718

Tabela 1. Charakterystyka opon

Klasa efektywności paliwowej
Klasa przyczepności na mokrej
nawierzchni



Fot. 1. Etykieta jednej z badanych opon.

Tak przygotowane koła z badanymi oponami zamontowano do samochodu testowego Skoda Scala dane techniczne w tab.2 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

Tabela 3. Dane techniczne badanego pojazdu.

Dokonano pomiarów temperatury nawierzchni toru pirometrem oraz temperatury otoczenia toru termometrem zewnętrznym, zweryfikowano wysokość słupa wody na torze oraz wykonano przejazdy kontrolne.



Fot. 2. Pomiar temperatury toru.

Dokonano pomiarów i korekty ciśnienia w badanych kołach, manometrem posiadającym aktualne badania metrologiczne oraz wykonano przejazdy kontrolne.



Fot. 3 Pomiar ciśnienia.

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



Fot. 4. Pojazd badawczy z oprzyrządowaniem pomiarowym DATRON

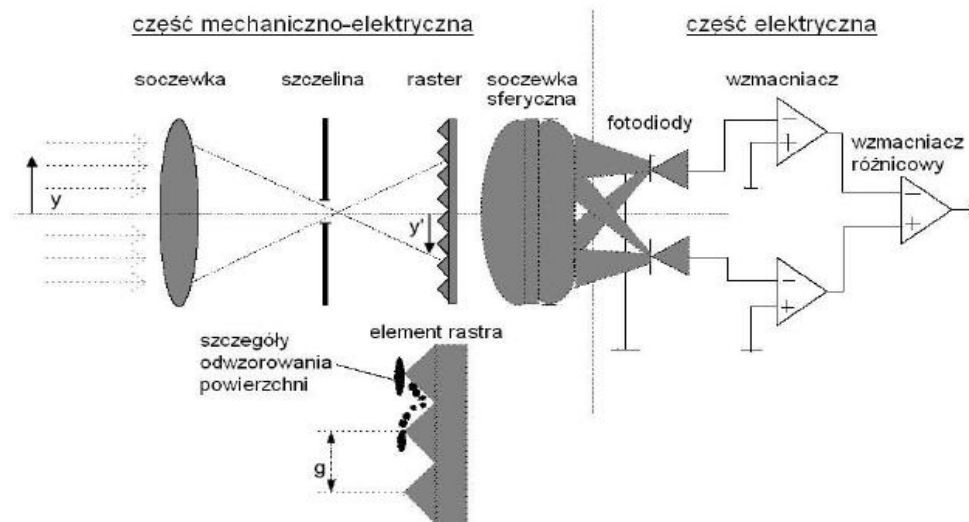
Na fotografii 4. przedstawiono czujnik przymocowany do pojazdu badawczego. Głowica pomiarowa jest wyposażona w układ oświetlający oraz w układ optyczny, którego podstawowymi elementami są: obiektyw, raster pryzmatyczny i dwie fotodiody (fot. 5).



Fot. 5. 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 $g/2$ (g -odległość pomiędzy dwoma nierównościami nawierzchni), sytuacja zmieni się i bardziej oświetlona będzie fotodioda 2. W rezultacie uzyskujemy na wyjściu sygnał napięciowy proporcjonalny do prędkości jazdy.



Fot. 6. Schemat ilustrujący zasadę działania urządzenia korelacyjno-optycznego DLS-2.
 Źródło: Instrukcja badania oporów toczenia Autor: A. Jaworski.

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.

5. Charakterystyka warunków badania

Nawierzchnia toru badawczego była polewana wodą przez 30 min przed rozpoczęciem badania, w celu zrównania temperatury nawierzchni i temperatury wody. Polewanie zewnętrzne było prowadzone w sposób ciągły 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. Wykonano 10 przejazdów kontrolnych z prędkością 90 km/h w celu przygotowania toru, zgodnie z wytycznymi tj. innym pojazdem o tych samych parametrach, na innych oponach niż przeznaczone do programu badań.



Fot. 7. Widok od góry toru, na którym wykonano badania.



Fot. 8. Widok boczny toru, na którym wykonano badania

Parametr	Wartość wymagana	Wartość zmierzona
Temperatura otoczenia	2°C -20°C	6°C
Temperatura toru	2°C -20°C	3,5°C
Nachylenie toru	Max 2%	1,5%

Tab. 4. Parametry toru



Fot. 9,10. Kontrola nachylenia toru.

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 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 procedurą średnie opóźnienie oblicza się dla przedziału prędkości od 80km/h do 20km/h. Sposób ręcznego uruchomienia hamulców w samochodzie z manualną przekładnią wymaga nacisku na pedał hamulca z siłą wynoszącą minimum 600 N, oraz rozłączenia sprzęgła.

Przyjmuje się, że w ramach jednego cyklu badawczego, samochodem wykonuje się minimum 3 poprawne próby awaryjnego hamowania na oponach wzorcowych a następnie minimum 6 prób na komplecie opon badanych. Kolejno przeprowadzono 3 poprawne próby przejazdów na oponach wzorcowych.

Cykl badania zgodnie z procedurą ECE R117

$$P_{1W} P_{2W} P_{3W} P_{1B} P_{2B} P_{3B} P_{4B} P_{5B} P_{6B} P_{4W} P_{5W} P_{6W}$$

gdzie:

P_{1W} - P_{6W} przejazdy testowe na oponie wzorcowej

P_{1B} - P_{6B} przejazdy testowe na oponie badanej

Zgodnie z instrukcją dla każdego ważnego przejazdu badawczego oblicza się średnią wartość opóźnienia, wyrażoną w m/s^2 , zgodnie z następującym wzorem:

$$R = \left| \frac{S_f^2 - S_i^2}{2d} \right|$$

gdzie:

S_f -oznacza prędkość zakończenia pomiaru m/s ; $S_f = 20 \text{ km/h} = 5,556 \text{ m/s}$;

S_i -oznacza prędkość rozpoczęcia pomiaru w m/s ; $S_i = 80 \text{ km/h} = 22,222 \text{ m/s}$

d oznacza drogę przebytą pomiędzy S_i a S_f , wyrażoną w metrach.

Obliczenie średniej wartości opóźnienia R_W (opony wzorcowej) oraz R_B (opony badanej).

Obliczenie współczynnika siły hamowania (BFC)

Opona $BFC(W) = \frac{R_W}{g}$ wzorcowa

Opona $BFC(B) = \frac{R_B}{g}$ oceniana

gdzie:

g oznacza przyspieszenie ziemskie, $g=9,81 \text{ m/s}^2$.

Wzór na obliczenie współczynnika przyczepności na mokro badanej opony $G(B)$: według regulaminu ECE R117

$$G(B) = \left[\frac{BFC(B)}{BFC(W)} \times 125 + a \times (t - t_0) + b \times \left(\frac{BFC(W)}{BFC(R_0)} - 1,0 \right) \right] \times 10^{-2}$$

gdzie:

t – oznacza wyrażoną w stopniach Celsjusza temperaturę mokrej nawierzchni zmierzoną podczas badania opony ocenianej (T),

t_0 oznacza temperaturę odniesienia dla mokrej nawierzchni ($t_0 = 10^\circ\text{C}$ dla opon śniegowych),

$BFC(R_0)$ oznacza współczynnik siły hamowania opony wzorcowej w warunkach odniesienia;
 $BFC(R_0) = 0,68$,

$a = 0,7721$ i $b = 31,18$ stałe współczynniki dla opon śniegowych.

W związku z tym iż badanie miało charakter porównawczy dla dwóch testowych kompletów opon, dokonano odstępstwa we wzorze od współczynników i korekty temperaturowej, które należy uwzględniać wyłącznie w warunkach badania na torze spełniającym wymogi dla celów homologacyjnych. Dla celów porównawczych przeprowadzonego badania nie miały one wpływu.

W związku z pominięciem niektórych współczynników oraz korekty temperaturowej dla celów badania wykorzystano poniższy wzór.

$$G(B) = \left[\frac{BFC(B)}{BFC(W)} \right]$$

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.

P_{1W} P_{2W} P_{3W} P_{1B} P_{2B} P_{3B} P_{4B} P_{5B} P_{6B} P_{4W} P_{5W} P_{6W}

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.

6. Wyniki pomiarów

Wyniki pomiarów dla opony wzorcowej P_{1W}, P_{2W}, P_{3W}

Lp. pomiarowa	Lp. pełnego pomiaru	Przyśpieszenie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
0	START	-8,307	0	80	0
81	1	-11,465	3,017	75	0,139
204	2	-7,972	10,093	70	0,49
313	3	-4,953	15,622	65	0,786
407	4	-7,121	19,793	60	1,025
482	5	-8,488	22,185	55	1,175
591	6	-14,149	27,672	50	1,555
656	7	-10,452	29,097	45	1,664
773	8	-26,483	33,746	40	2,043
850	9	-9,096	36,092	35	2,276
928	10	-4,461	38,591	30	2,562
995	11	-6,54	40,033	25	2,749
1048	KONIEC	-6,302	41,506	20	2,985

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

Średnie Przyśpieszenie		
a(v,t)	-5,58	[m/s ²]
a(v,s)	-5,58	[m/s ²]
a(s,t)	-5,57	[m/s ²]

Tab. 6. Średnie wartości przyśpieszenia zarejestrowane podczas badania dla P_{1W}

a(v,t) - średnie przyśpieszenie liczone na podstawie zmiany prędkości w czasie

a(v,s) - średnie przyśpieszenie liczone na podstawie zmiany prędkości i drogi hamowania

a(s,t) - średnie przyśpieszenie liczone na podstawie przyrostu drogi w czasie

Lp. pomiarowa	Lp. pełnego pomiaru	Przyśpieszenie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
0	START	-3,811	0	80	0
89	1	-14,226	3,867	75	0,177
166	2	-8,529	6,332	70	0,301
265	3	-14,807	11,056	65	0,551
336	4	-7,325	13,037	60	0,666
517	5	-7,95	21,964	55	1,213
595	6	-7,306	24,637	50	1,396
661	7	-17,098	26,065	45	1,503
769	8	-11,515	30,721	40	1,899
905	9	10,226	33,037	35	2,142
1031	10	-1,319	36,18	30	2,467
1106	11	-3,09	38,312	25	2,745
1158	KONIEC	-6,176	40,262	20	3,054

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

Średnie Przyśpieszenie		
a(v,t)	-5,46	[m/s ²]
a(v,s)	-5,75	[m/s ²]
a(s,t)	-5,92	[m/s ²]

Tab. 8. Średnie wartości przyśpieszenia zarejestrowane podczas badania dla P_{2w}

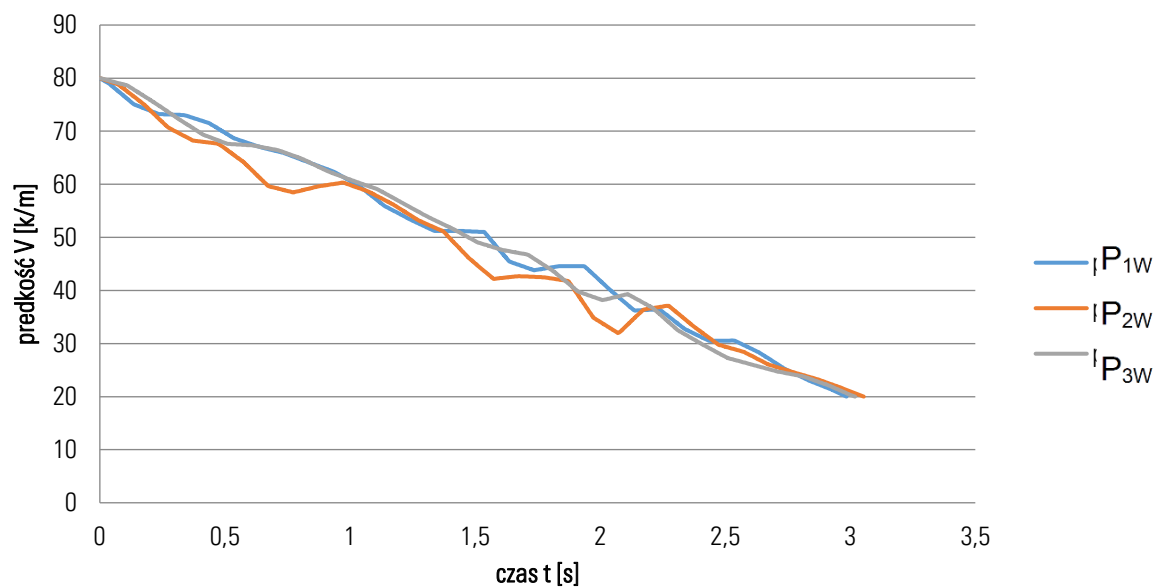
Lp. pomiarowa	Lp. pełnego pomiaru	Przyśpieszenie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
0	START	-1,787	0	80	0
102	1	-10,001	5,003	75	0,23
185	2	-9,826	8,247	70	0,391
315	3	-5,775	15,819	65	0,797
412	4	-4,358	20,26	60	1,053
498	5	-7,069	23,69	55	1,267
581	6	-7,468	26,703	50	1,474
673	7	-8,802	30,606	45	1,769
741	8	-10,582	32,251	40	1,907
853	9	-13,056	35,909	35	2,251
918	10	-10,562	37,274	30	2,403
991	11	-3,271	39,398	25	2,688
1065	END	-4,047	41,506	20	3,019

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

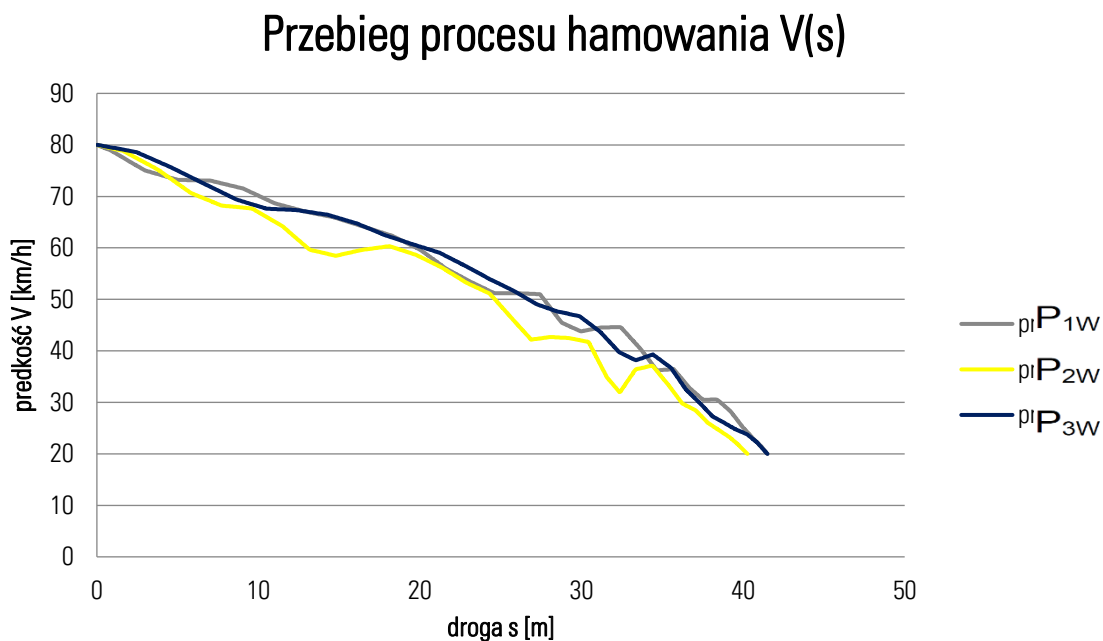
Średnie Przyśpieszenie		
a(v,t)	-5,52	[m/s ²]
a(v,s)	-5,58	[m/s ²]
a(s,t)	-5,61	[m/s ²]

Tab. 10. Średnie wartości przyśpieszenia zarejestrowane podczas badania dla P_{3W}

Przebieg procesu hamowania V(t)



Wyk. 1. Przebieg procesu hamowania, zależność prędkości od czasu dla opony wzorcowej



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

Wyniki pomiarów dla opony badanej P_{1B} P_{2B} P_{3B}

Lp. pomiarowa	Lp. pełnego pomiaru	Przyśpieszenie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
0	START	-6,069	0	80	0
108	1	-7,118	5,698	75	0,265
201	2	-3,569	9,756	70	0,467
274	3	-15,99	11,928	65	0,581
439	4	-12,374	18,665	60	0,965
505	5	-21,457	20,119	55	1,054
653	6	-15,658	25,333	50	1,409
773	7	-7,518	30,073	45	1,775
845	8	-13,671	32,025	40	1,937
906	9	-13,198	33,097	35	2,041
983	10	-4,212	35,496	30	2,309
1075	11	-10,114	38,534	25	2,688
1133	KONIEC	-7,064	40,306	20	2,975

Tab. 11. Wyniki pomiarów dotyczące próby pierwszej P_{1B}

Średnie Przyspieszenie		
a(v,t)	-5,6	[m/s ²]
a(v,s)	-5,74	[m/s ²]
a(s,t)	-5,83	[m/s ²]

Tab. 12. Średnie wartości przyspieszenia zarejestrowane podczas badania dla P_{1B}

Lp. pomiarowa	Lp. pełnego pomiaru	Przyspieszenie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
0	START	-0,817	0	80	0
97	1	-13,189	4,503	75	0,206
175	2	-12,372	7,276	70	0,344
313	3	-8,93	15,688	65	0,798
392	4	-9,937	18,392	60	0,954
496	5	-5,433	23,426	55	1,271
581	6	-9,932	26,752	50	1,497
670	7	-9,495	30,386	45	1,774
760	8	-2,983	34,093	40	2,091
829	9	-11,472	35,777	35	2,25
907	10	-9,677	38,294	30	2,531
969	11	-6,251	39,329	25	2,667
1012	KONIEC	1,584	40,578	20	2,873

Tab. 13. Wyniki pomiarów dotyczące próby drugiej P_{2B}

Średnie Przyspieszenie		
a(v,t)	-5,8	[m/s ²]
a(v,s)	-5,7	[m/s ²]
a(s,t)	-5,64	[m/s ²]

Tab. 14. Średnie wartości przyspieszenia zarejestrowane podczas badania dla P_{2B}

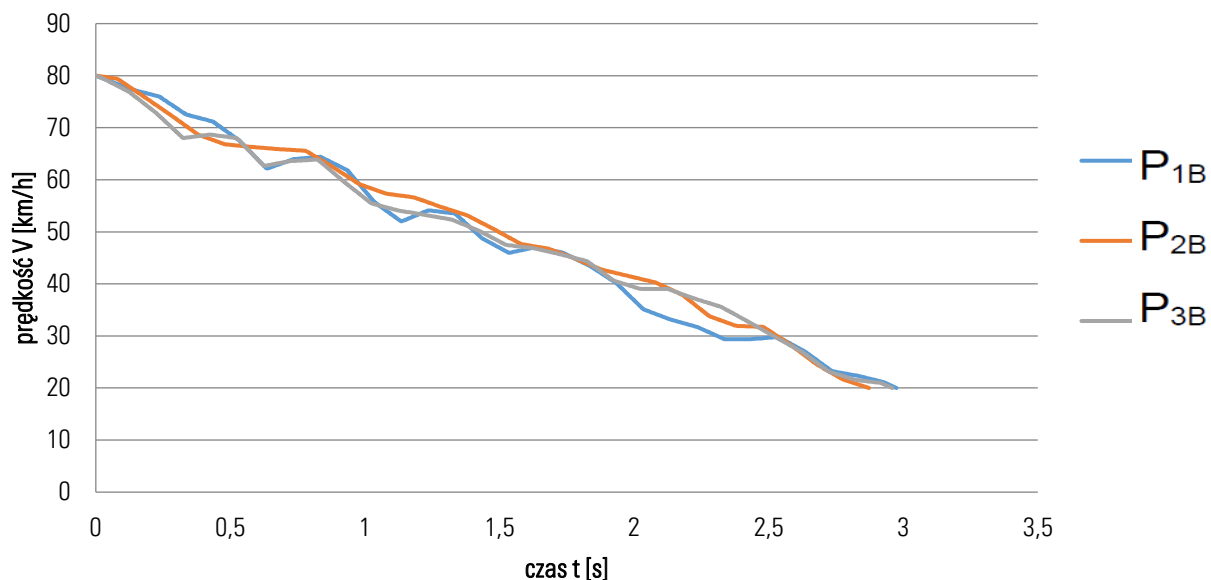
Lp. pomiarowa	Lp. pełnego pomiaru	Przyspieszenie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
0	START	-5,723	0	80	0
87	1	-11,006	3,692	75	0,171
161	2	-13,385	5,962	70	0,283
280	3	-14,104	11,589	65	0,581
415	4	-11,854	17,43	60	0,913
489	5	-6,095	19,709	55	1,058
598	6	-13,573	25,219	50	1,432
696	7	-3,642	29,719	45	1,778
770	8	-7,521	31,913	40	1,963
864	9	-7,257	35,939	35	2,344
932	10	-7,412	37,508	30	2,518
995	11	-10,613	38,712	25	2,675
1054	KONIEC	-7,316	40,451	20	2,96

Tab. 15. Wyniki pomiarów dotyczące próby trzeciej P_{3B}

Średnie Przyspieszenie		
a(v,t)	-5,63	[m/s ²]
a(v,s)	-5,72	[m/s ²]
a(s,t)	-5,78	[m/s ²]

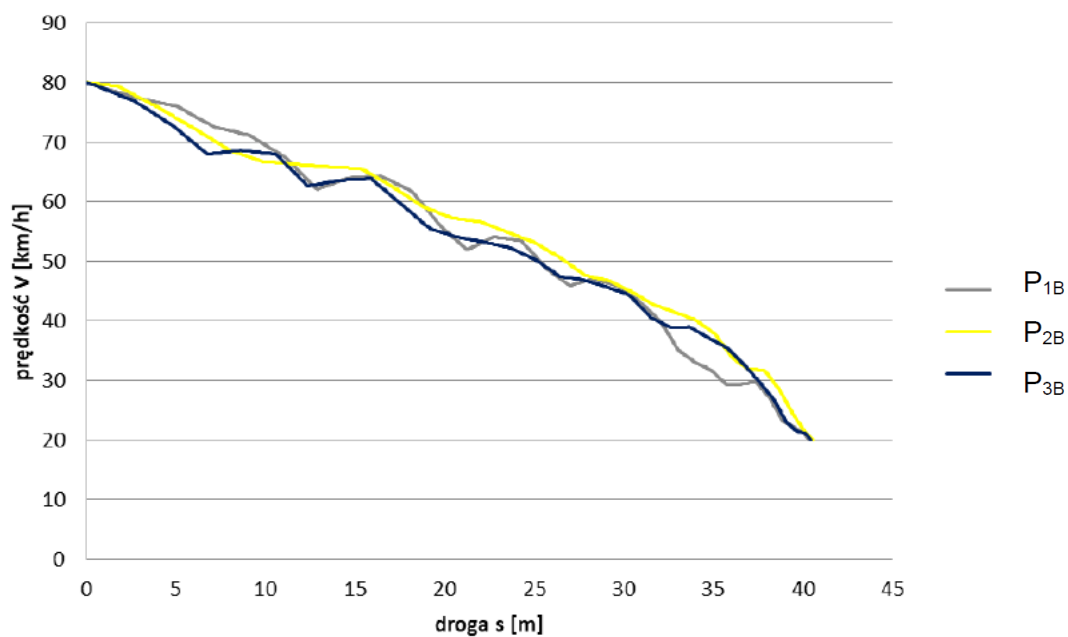
Tab. 16. Średnie wartości przyspieszenia zarejestrowane podczas badania dla P_{3B}

Przebieg procesu hamowania V(t)



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

Przebieg procesu hamowania V(s)



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

Wyniki pomiarów dla opony badanej P_{4B} P_{5B} P_{6B}

Lp. pomiarowa	Lp. pełnego pomiaru	Przyśpieszenie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
0	START	-5,478	0	80	0
99	1	-13,291	4,791	75	0,221
173	2	-7,505	7,061	70	0,334
291	3	2,905	13,194	65	0,662
395	4	-16,369	17,616	60	0,909
498	5	-4,507	22,635	55	1,226
586	6	-2,655	26,243	50	1,474
659	7	-6,668	28,362	45	1,634
744	8	-7,814	31,581	40	1,903
830	9	8,413	34,626	35	2,202
931	10	-4,385	37,1	30	2,463
999	11	-4,172	38,784	25	2,682
1059	KONIEC	-4,909	41,141	20	3,056

Tab. 17. Wyniki pomiarów dotyczące próby czwartej P_{4B}

Średnie Przyśpieszenie		
a(v,t)	-5,45	[m/s ²]
a(v,s)	-5,63	[m/s ²]
a(s,t)	-5,73	[m/s ²]

Tab. 18. Średnie wartości przyśpieszenia zarejestrowane podczas badania dla P_{4B}

Lp. pomiarowa	Lp. pełnego pomiaru	Przyśpieszenie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
0	START	-7,507	0	80	0
103	1	-4,04	5,177	75	0,242
215	2	-11,93	11,055	70	0,532
291	3	-5,088	13,513	65	0,663
393	4	-11,118	18,481	60	0,944
466	5	-8,75	20,638	55	1,08
569	6	-11,81	25,517	50	1,409
676	7	-5,747	29,752	45	1,737
749	8	-8,158	31,811	40	1,911
846	9	-8,578	35,865	35	2,293
915	10	-6,672	37,525	30	2,478
987	11	-6,127	39,407	25	2,726
1040	KONIEC	-6,186	41,317	20	3,032

Tab. 19. Wyniki pomiarów dotyczące próby piątej P_{5B}

Średnie Przyśpieszenie		
a(v,t)	-5,5	[m/s ²]
a(v,s)	-5,6	[m/s ²]
a(s,t)	-5,67	[m/s ²]

Tab. 20. Średnie wartości przyśpieszenia zarejestrowane podczas badania dla P_{5B}

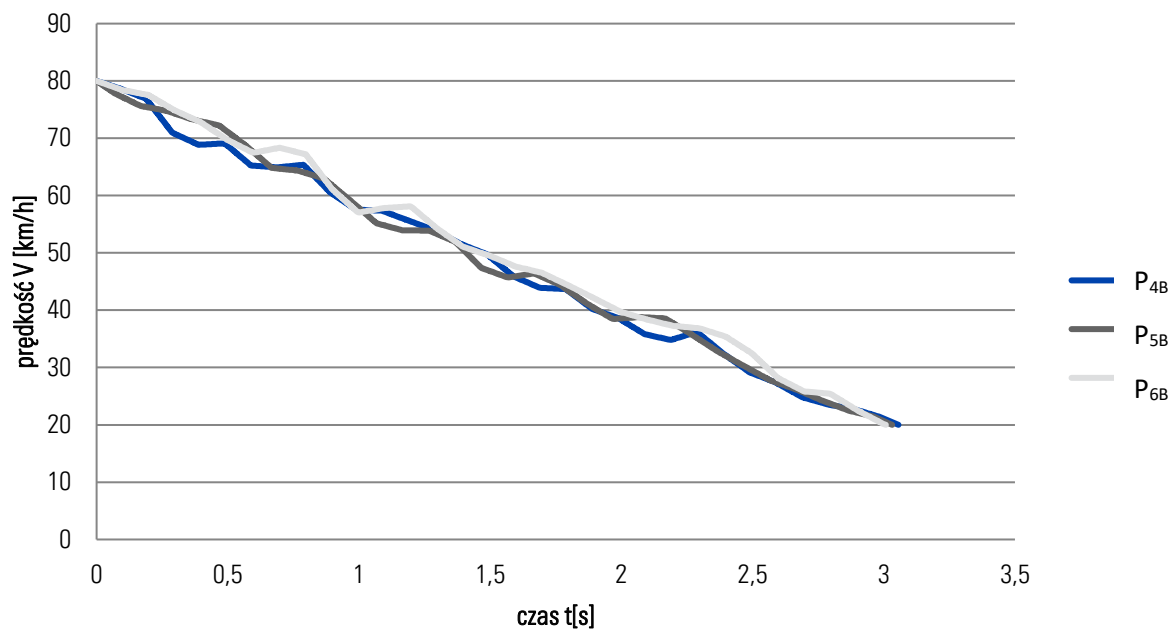
Lp. pomiarowa	Lp. pełnego pomiaru	Przyśpieszenie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
	START	-8,699	0	80	0
115	1	-9,657	6,324	75	0,292
206	2	-14,158	10,3	70	0,489
341	3	-14,61	16,789	65	0,833
408	4	-17,483	18,385	60	0,925
538	5	-16,929	24,042	55	1,278
617	6	-6,857	26,733	50	1,466
710	7	-5,68	30,707	45	1,767
787	8	-5,667	33,29	40	1,985
887	9	-9,237	37,73	35	2,411
951	10	-12,798	39,034	30	2,554
1023	11	-7,097	40,935	25	2,811
1084	END	-4,658	42,156	20	3,008

Tab. 21. Wyniki pomiarów dotyczące próby szóstej P_{6B}

Średnie Przyśpieszenie		
a(v,t)	-5,54	[m/s ²]
a(v,s)	-5,49	[m/s ²]
a(s,t)	-5,46	[m/s ²]

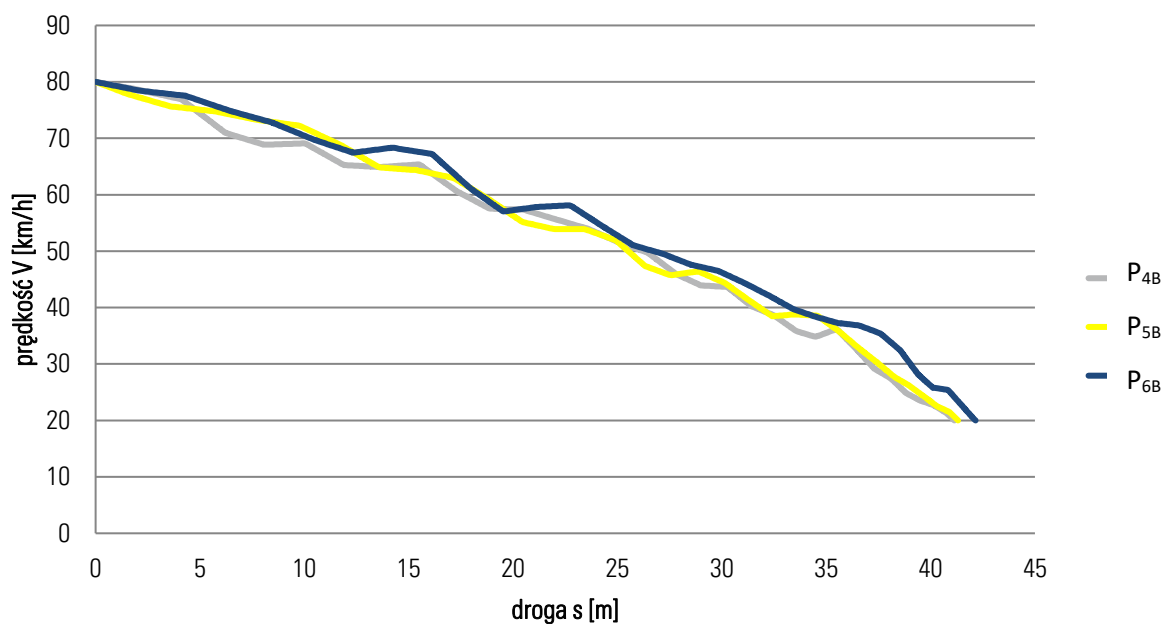
Tab. 22. Średnie wartości przyśpieszenia zarejestrowane podczas badania dla P_{6B}

Przebieg procesu hamowania V(t)



Wyk. 5. Przebieg procesu hamowania, zależność prędkości od czasu

Przebieg procesu hamowania V(s)



Wyk. 6. Przebieg procesu hamowania, zależność prędkości od drogi

Wyniki pomiarów dotyczące opony wzorcowej po badaniu P_{4W} P_{5W} P_{6W}

Lp. pomiarowa	Lp. pełnego pomiaru	Przyśpieszenie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
	START	-6,949	0	80	0
90	1	-6,79	3,921	75	0,182
196	2	-9,945	9,271	70	0,448
283	3	-4,251	12,733	65	0,635
388	4	-14,886	17,976	60	0,932
474	5	-0,743	21,382	55	1,15
575	6	-3,694	26,104	50	1,471
679	7	-6,782	31,2	45	1,858
765	8	-9,694	34,459	40	2,132
846	9	-15,69	37,314	35	2,399
907	10	-8,894	38,294	30	2,51
988	11	-3,895	41,072	25	2,875
1057	KONIEC	-5,586	42,841	20	3,161

Tab. 23. Wyniki pomiarów dotyczące próby czwartej P_{4W}

Średnie Przyśpieszenie		
a(v,t)	-5,27	[m/s ²]
a(v,s)	-5,4	[m/s ²]
a(s,t)	-5,49	[m/s ²]

Tab. 24. Średnie wartości przyśpieszenia zarejestrowane podczas badania dla P_{4W}

Lp. pomiarowa	Lp. pełnego pomiaru	Przyśpieszenie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
	START	-11,053	0	80	0
70	1	-19,499	2,048	75	0,094
272	2	-7,077	10,37	70	0,51
367	3	1,214	14,683	65	0,742
466	4	-11,574	19,27	60	1,001
621	5	-6,226	25,405	55	1,397
689	6	-17,418	27,097	50	1,511
789	7	6,342	29,64	45	1,713
923	8	-3,834	35,002	40	2,15
999	9	-12,217	37,48	35	2,383
1066	10	-2,773	38,945	30	2,55
1143	11	-1,816	41,352	25	2,866
1170	KONIEC	-8,956	42,591	20	3,059

Tab. 25. Wyniki pomiarów dotyczące próby piątej P_{5w}

Średnie Przyśpieszenie		
a(v,t)	-5,45	[m/s ²]
a(v,s)	-5,44	[m/s ²]
a(s,t)	-5,43	[m/s ²]

Tab. 26. Średnie wartości przyśpieszenia zarejestrowane podczas badania dla P_{5w}

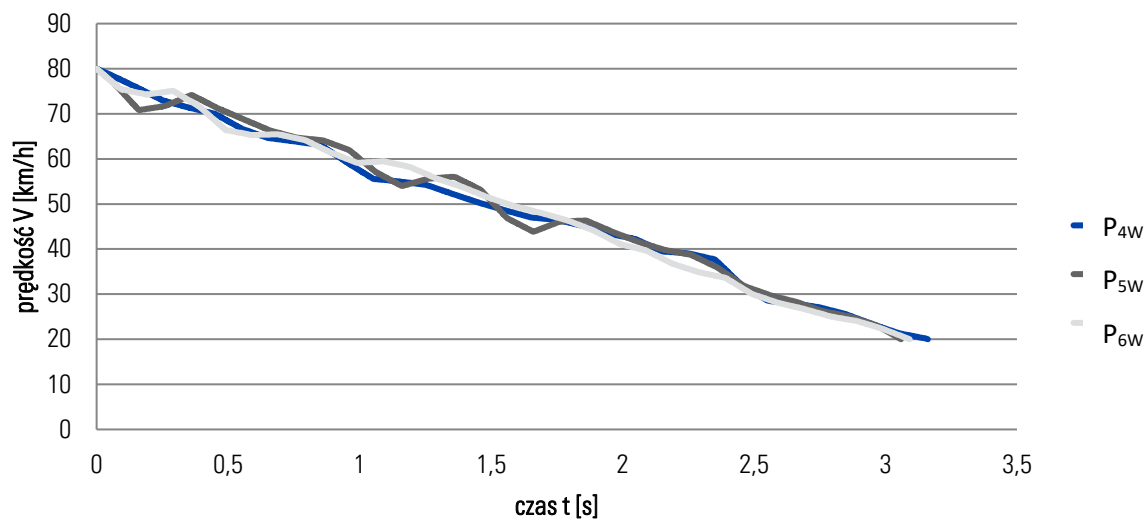
Lp. pomiarowa	Lp. pełnego pomiaru	Przyśpieszenie [m/s ²]	Droga [m]	Prędkość [km/h]	Czas [s]
	START	-10,366	0	80	0
125	1	-4,922	5,901	75	0,281
205	2	-13,717	8,758	70	0,422
316	3	-5,026	14,37	65	0,728
407	4	-3,981	18,276	60	0,952
526	5	-6,61	24,335	55	1,326
612	6	-2,16	27,789	50	1,564
703	7	-7,579	31,6	45	1,851
781	8	-4,241	34,123	40	2,066
855	9	0,354	36,366	35	2,283
927	10	-11,184	38,334	30	2,494
1003	11	-1,361	40,61	25	2,797
1074	KONIEC	-7,027	42,502	20	3,092

Tab. 27. Wyniki pomiarów dotyczące próby szóstej P_{6w}

Średnie Przyśpieszenie		
a(v,t)	-5,39	[m/s ²]
a(v,s)	-5,45	[m/s ²]
a(s,t)	-5,48	[m/s ²]

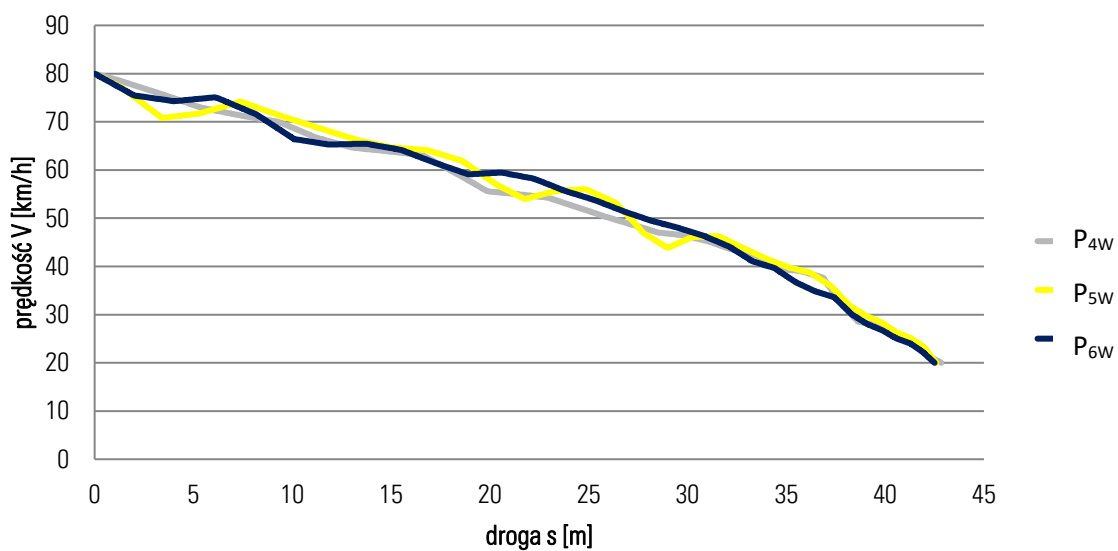
Tab. 28. Średnie wartości przyśpieszenia zarejestrowane podczas badania dla P_{6w}

Przebieg procesu hamowania V(t)



Wyk. 7. Przebieg procesu hamowania, zależność prędkości od czasu

Przebieg procesu hamowania V(s)



Wyk. 8. Przebieg procesu hamowania, zależność prędkości od drogi

7.Podsumowanie

TÜV SÜD Polska przeprowadził badania porównawcze przyczepności opon zimowych na mokrej nawierzchni, które odbyły się na torze Motodrom Poznań początkiem marca 2021r. w oparciu o procedurę ECE R117.

Badaniom poddano 2 kpl. opon w klasie „B” tego samego producenta według klasyfikacji określonej w Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (WE), nr 1222/2009 z dnia 25 listopada 2009r. w sprawie etykietowania opon pod kątem efektywności paliwowej i innych zasadnych parametrów.

Opony wzorcowe były wyprodukowane w 40 tygodniu 2020r., a opony badane pochodziły z 37 tygodnia 2018r

Do testu wykorzystano samochód Skoda Scala z zamontowanym układem pomiarowym DATRON wyposażonym w czujnik optoelektryczny DLS-2 umożliwiający pomiar prędkości na mokrej nawierzchni oraz przebytej drogi w przyjętym przedziale prędkości. Po serii przejazdów kontrolnych w celu przygotowania toru przystąpiono do zasadniczych testów dotyczących badania przyczepności na mokrej nawierzchni. Zgodnie z założeniami w ramach jednego cyklu badawczego, samochodem wykonano 3 poprawne próby awaryjnego hamowania na oponach wzorcowych a następnie 6 prawidłowych prób na komplecie opon badanych. Kolejno przeprowadzono 3 poprawne próby przejazdów na oponach wzorcowych.

8. Wnioski

W przeprowadzonym badaniu wykazano różnicę przyczepności opon poniżej 3% pomiędzy przyjętymi oponami wzorcowymi a oponami badanymi, na mokrej nawierzchni przy uwzględnieniu daty produkcji. Możemy zatem powiedzieć, że dwuletni okres przechowywania opon badanych nie miał wpływu na pogorszenie ich parametrów pod względem przyczepności na mokrej nawierzchni, oraz długości drogi hamowania.

$$G(B) = \left[\frac{BFC(B)}{BFC(W)} \right] = \frac{0,575}{0,562} = 1,023$$

$$1,023 \times 100\% = 102,3\%$$

Parametr	Opony wzorcowe-nowe P _{1W} P _{2W} P _{3W} P _{4W} P _{5W} P _{6W}	Opony badane-2 letnie P _{1B} P _{2B} P _{3B} P _{4B} P _{5B} P _{6B}
Średnie opóźnienie	R= 5,52 m/s ²	R= 5,64 m/s ²
Średnia droga hamowania	D= 41,868 m	D= 40,991m
Średni współczynnik siły hamowania	BFC(W)= 0,562	BFC(B)= 0,575

Tab. 29. Podsumowanie badań – zestawienie wyników.

9.0 TÜV SÜD Polska

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.

Informacja dotycząca kopiowania.

Informacje zawarte w niniejszym dokumencie stanowią opinię TÜV SÜD na omawiane kwestie w dniu publikacji. Ponieważ TÜV SÜD musi reagować na zmieniające się warunki rynkowe, nie powinny być interpretowane jako zobowiązanie ze strony TÜV SÜD i TÜV SÜD nie może zagwarantować dokładności jakichkolwiek informacji po dacie publikacji. TÜV SÜD nie udziela żadnych gwarancji wyraźnych dorozumianych ani ustawowych odnośnie do informacji zawartych w tym dokumencie. Bez ograniczenia praw autorskich, żadna część niniejszego dokumentu nie może być powielana, przechowywana lub wprowadzana do systemu wyszukiwania informacji ani przesyłana w żadnej formie za pomocą jakichkolwiek środków (elektronicznych, mechanicznych, fotokopii, nagrywania lub w inny sposób), albo na rzecz któregośkolwiek celu, bez wyraźnej pisemnej zgody TÜV SÜD. TÜV SÜD ma prawa do patentów, wniosków patentowych, znaków towarowych, praw autorskich lub innych praw własności intelektualnej dotyczących przedmiotu tego dokumentu. Z wyjątkiem przypadków wyraźnie określonych w pisemnej umowie licencyjnej z TÜV SÜD, otrzymanie tego dokumentu nie daje żadnych praw do tych patentów, znaków towarowych, praw autorskich lub innej własności intelektualnej. Wszelka reprodukcja, adaptacja lub tłumaczenie niniejszego dokumentu bez uprzedniego pisemnego zezwolenia jest zabronione, z wyjątkiem przypadków dozwolonych w ramach praw autorskich.

Literatura pomocnicza;

1. Instrukcja programu CeCalWin Pro:
2. Instrukcja obsługi systemu DATRON, 2000
3. Instrukcja badania oporów toczenia A. Jaworski



Polska

Bezpieczeństwo klienta jest Twoim priorytetem

www.tuvsud.com/pl-pl

Zwiększamy wartość. Inspirujemy zaufanie.

TÜV SÜD Polska należy do międzynarodowego koncernu TÜV SÜD AG wiodącej organizacji dostarczającej szeroki zakres usług dla przemysłu i biznesu. Nasi eksperci i rzeczoznawcy, auditorzy posiadają kompleksową wiedzę i doświadczenie realizując szeroki zakres usług w obszarach: certyfikacji, badań, testów, ekspertyz i szkoleń. Zapewniamy wsparcie naszym Klientom na globalnym rynku poprzez wiedzę i doświadczenie prawie 22000 specjalistów w ponad 800 lokalizacjach na całym świecie. Naszym celem jest zapewnienie bezpieczeństwa, niezawodności oraz efektywności - to pozwala zwiększać wartość i konkurencyjność naszych Klientów.

TÜV SÜD Polska Sp. zo.o.

ul. Podwale 17

00-252 Warszawa

+48 22 696 43 96

www.tuvsud.com/pl-pl