

## COMPARISON OF ROAD AND STAND TEST RESULTS OF BRAKING PADS CARRIED ACCORDING TO NO. 90 ECE REGULATION

Edward Wnukowicz, Piotr Pruba

Automotive Industry Institute  
Braking Systems Laboratory  
ul. Obywatelska 85, 93-562 Łódź, Poland  
tel.: +48 42 6486061, fax: +48 42 6486580  
e-mail: blh@pimot.org.pl

### Abstract

Within the range of statutory works in PIMOT-BLH (Braking Systems Laboratory) there were made tests of braking pads according to No. 90ECE Regulation Enclosure 3 by two methods: road tests and stand tests. After those tests we have got many results, which after work out were used to carry out comparative analysis of both methods.

Report presents theory that make possible of comparison, apparatus used in tests, preparing of car, stand and samples, specification of road and stand tests, studying the results of tests, comparative analysis of both methods.

In particular the paper includes test results equivalence of the efficiency in cold, test results sensitiveness on speed, the example course of speed of the vehicle and the pressure in the brake-pipe, test results of appointing of the pressure for sensitivity research on speed.

Authors turns the attention on the problem increasing of mass- moment of inertia of vehicle wheels, as well as have proposed the differentiation of the speed of the brake operating start.

**Keywords:** transport, motor vehicles, safety, homologation, braking systems, brake pads

## PORÓWNANIE WYNIKÓW BADAŃ DROGOWYCH I STANOWISKOWYCH OKŁADZIN HAMULCOWYCH WG ZAŁĄCZNIKA 3 REGULAMINU NR 90 EKG ONZ

### Streszczenie

W ramach prac statutowych w PIMOT-BLH (Laboratorium Hamulców) przeprowadzono badania okładzin hamulcowych wg Załącznika 3 Regulaminu nr 90 EKG ONZ metodami: badań drogowych oraz badań stanowiskowych.

W wyniku tych prac otrzymano szereg wyników, które po opracowaniu zostały wykorzystane do przeprowadzenia analizy porównawczej obu metod badawczych.

Raport przedstawia: podstawy teoretyczne umożliwiające porównanie w/w metod badań, aparaturę pomiarową użytą do badań, przygotowanie pojazdów, stanowiska badawczego i próbek do badań, opis przeprowadzonych badań drogowych i stanowiskowych, zebrane i opracowane wyniki badań, analizę porównawczą obu metod badawczych.

W szczególności artykuł zawiera wyniki badań równoważności skuteczności na zimno, wyniki badań czułości na prędkość, przykładowy przebieg prędkości pojazdu i ciśnienia w przewodzie hamulcowym, wyniki badań wyznaczania ciśnienia dla badania czułości na prędkość.

Zwraca się uwagę na problem zwiększonego masowego momentu bezwładności kół jezdnych, jak również zaproponowano zróżnicowanie prędkości początku hamowania.

**Słowa kluczowe:** transport, pojazdy samochodowe, bezpieczeństwo, homologacja, systemy hamulcowe, okładziny hamulcowe

## 1. Wstęp

Regulamin nr 90 EKG ONZ pod tytułem: „Jednolite warunki homologacji zamiennych zespołów okładzin hamulcowych i zamiennych okładzin hamulców bębnowych do pojazdów o napędzie silnikowym i ich przyczep” określa wymagania stawiane w/w elementom, metody ich badań i warunki, w jakich te badania należy przeprowadzać. Załącznik 3 tego regulaminu zawiera „Wymagania dla zamiennych zespołów okładziny hamulcowej do pojazdów kategorii M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> i N<sub>1</sub>”. W punkcie 1. wymagana jest zgodność z wybranymi punktami Załącznika 4 Regulaminu nr 13 EKG ONZ, którą należy wykazać w badaniach pojazdu w warunkach badań drogowych. W punkcie 2. są przedstawione wymagania dodatkowe. Spełnienie tych wymagań sprowadza się do przeprowadzenia badań:

- a) – równoważności skuteczności na zimno
- b) – czułości na prędkość.

W badaniach równoważności skuteczności na zimno wykonuje się porównanie zamiennego zespołu okładziny hamulcowej z oryginalnym zespołem okładziny hamulcowej. Natomiast w badaniach czułości na prędkość określa się stabilność parametrów zamiennego zespołu okładziny hamulcowej. Badania te można wykonać w warunkach badań drogowych odpowiednio dostosowując reprezentatywny pojazd (hamowanie jedną osią) lub w warunkach badań stanowiskowych (dynamometryczne badania bezwładnościowe).

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie analizy porównawczej obu metod badań dopuszczonych do stosowania w p. 2. Załącznika 3 Regulaminu nr 90 EKG ONZ wykonanej w Laboratorium Hamulców Przemysłowego Instytutu Motoryzacji (PIMOT BLH).

## 2. Podstawy teoretyczne

Proces hamowania, to zjawisko rozpraszania energii kinetycznej masy badanego pojazdu lub mas bezwładnych stanowiska badawczego. Należy wykazać, że energia rozpraszana w porównywanych procesach hamowania jest jednakowa. Aktualnie, w/w dokument podaje poniższą interpretację:

- Badania drogowe (hamowanie jedną osią)

$$E_o = m \cdot V_d^2 / 2, \quad (1)$$

gdzie:

- m – masa całkowita badanego pojazdu [kg],
- V<sub>d</sub> – prędkość pojazdu w badaniach drogowych [m/s],
- E<sub>o</sub> – energia kinetyczna rozpraszana w procesie hamowania (dla osi) [J],

co daje dla jednego koła (mechanizmu hamującego):

$$E_k = E_o / 2. \quad (2)$$

- Badania stanowiskowe

$$E_j = J \cdot \omega^2 / 2, \quad (3)$$

gdzie:

- E<sub>j</sub> – energia kinetyczna ruchu obrotowego mas bezwładnych stanowiska [J],
- ω = V<sub>s</sub>/r<sub>d</sub> – prędkość obrotowa mas bezwładnych stanowiska [rad/s],
- J = u \* m \* r<sub>d</sub><sup>2</sup> / 2 – masowy moment bezwładności mas bezwładnych stanowiska [kg \* m<sup>2</sup>],
- u – udział osi w masie pojazdu wg p.2.2.2.1 Załącznika 3 Regulaminu nr 90,
- r<sub>d</sub> – promień dynamiczny koła badanego pojazdu [m],

$V_s$  – prędkość pojazdu odpowiadająca prędkości obrotowej mas bezwładnych, w badaniach stanowiskowych [m/s].

Zgodnie z założeniem:

$$E_k = E_j. \quad (4)$$

Podstawiając i przekształcając otrzymuje się:

$$(V_d / V_s)^2 = u. \quad (5)$$

Tab. 1. Wyniki badań równoważności skuteczności na zimno  
Tab. 1. Test results of cold performance equivalence test

kategoria pojazdu	badana oś	"u" wg p.2.2.2.1.	$V_d$ wg p.2.1.1.1.	$V_s$ wg p.2.2.3.1.	$(V_d/V_s)^2$	$(c-f)/c*100$
		[-]	[km/h]	[km/h]	[-]	[%]
a	b	c	d	e	f	g
M1	przód	0,77	70	80	0,766	0,57
	tył	0,32	45		0,316	1,12
M2	przód	0,69	50	60	0,694	-0,64
	tył	0,44	40		0,444	-1,01
N1	przód	0,66	65	80	0,660	-0,02
	tył	0,39	50		0,391	-0,16

Tab. 2. Wyniki badań czułości na prędkość  
Tab. 2. Test results of speed sensitivity

kategoria pojazdu	badana oś	"u" wg p.2.2.2.1.	$V_d$ wg p.2.1.1.1.	$V_s$ wg p.2.2.3.1.	$(V_d/V_s)^2$	$(c-f)/c*100$
		[-]	[km/h]	[km/h]	[-]	[%]
a	b	c	d	e	f	g
M1	przód	0,77	65	75	0,751	2,45
	przód		100	120	0,694	9,81
	przód		135	160	0,712	7,54
	tył	0,32	45	75	0,36	-12,50
	tył		65	120	0,293	8,31
	tył		90	160	0,316	1,12
M2	przód	0,69	65	75	0,751	-8,86
	przód		100	120	0,694	-0,64
	przód		135	160	0,712	-3,18
	tył	0,44	45	75	0,36	18,18
	tył		65	120	0,293	33,32
	tył		90	160	0,316	28,09
N1	przód	0,66	65	75	0,751	-13,80
	przód		100	120	0,694	-5,22
	przód		135	160	0,712	-7,87
	tył	0,39	45	75	0,36	7,69
	tył		65	120	0,293	24,77
	tył		90	160	0,316	18,87

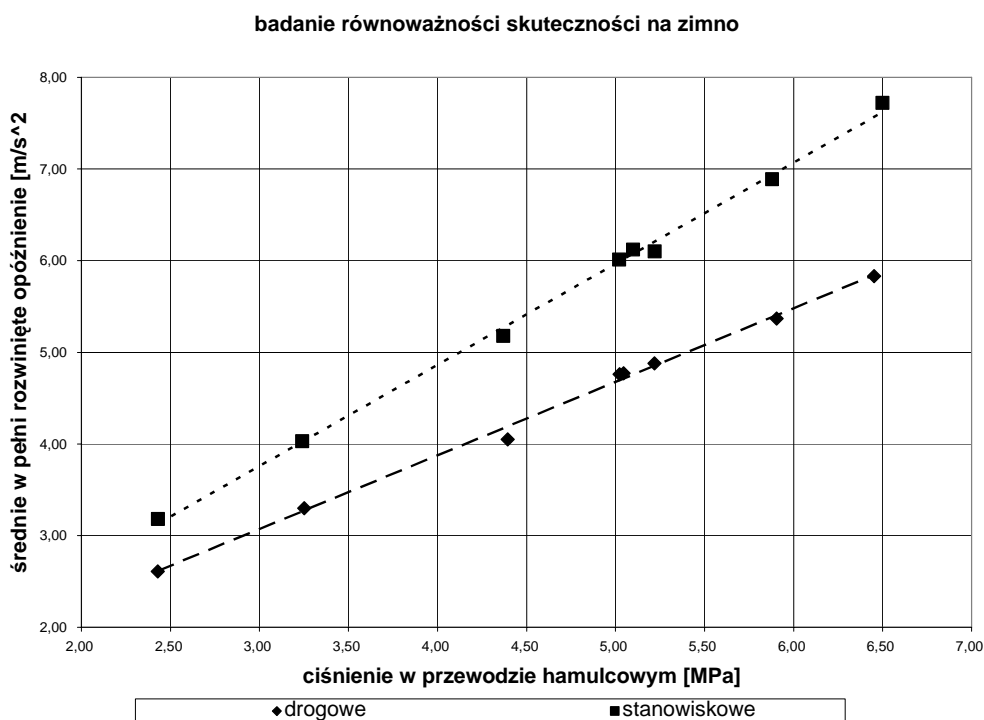
W Tab. 1. i Tab. 2. zebrano wyniki obliczeń przeprowadzonych dla pojazdów objętych załącznikiem 3 Regulaminu nr 90 EKG ONZ tzn. kategorii M1, M2 i N1.

Wyniki obliczeń zebrane w kolumnach „g” powyższych tabel pokazują, że oczekiwaną równość kwadratu ilorazu prędkości „liniowych” i „udziału osi” można uznać za zadowalającą tylko dla badania równoważności skuteczności na zimno. Natomiast w badaniu czułości na prędkość rozbieżności sięgają nawet ponad 30 %.

Należy sądzić, że prawodawca dopuszcza pokazane różnice w badaniach czułości na prędkość zapewne dlatego, że w tym badaniu nie porównuje się różnych okładzin hamulcowych między sobą tylko określa się stabilność własności badanej okładziny.

### 3. Badania

Do badań drogowych użyto mikrokomputerowego zestawu pomiarowego parametrów hamowania, który umożliwia bieżącą rejestrację i wizualizację mierzonych wielkości oraz oblicza średnie w pełni rozwinięte opóźnienie hamowania i inne opóźnienia stosowane w innych badaniach zgodnie z wymaganiami Regulaminu nr 13.



Rys. 1. Wyniki badań równoważności skuteczności na zimno  
Fig. 1. Test results of cold performance equivalence

Do badań stanowiskowych wykorzystano stanowisko bezwładnościowe znajdujące się w BLH-PIMOT, które umożliwia dobór momentu bezwładności, płynną regulację prędkości obrotowej, sterowanie przepływem chłodzącego powietrza, bieżącą rejestrację i wizualizację mierzonych wielkości oraz automatyczną realizację cykli pomiarowych i docierania zgodnie z wymaganiami Regulaminu nr 90.

Wszystkie czujniki i tory pomiarowe zostały sprawdzone i wzorcowane zgodnie z procedurami obowiązującymi w BLH.

Pojazd wykorzystany do badań przygotowano zgodnie z p.2.1. Załącznika 3 Regulaminu nr 90 EKG ONZ ograniczając masę całkowitą do obciążenia dwoma osobami i aparaturą badawczą. Przygotowanie pojazdu polegało na tym, że:

- umożliwiono hamowanie jedną (badaną) osią,

- zamontowano czujnik ciśnienia hydraulicznego w obwodzie badanej osi,
- zamontowano czujniki temperatury „na kołach” badanej osi.

Stanowisko bezwładnościowe przygotowano zgodnie z p.2.2.1. Załącznika 3 Regulaminu nr 90 EKG ONZ tzn.:

- zamontowano badany hamulec,
- ustalono i zamontowano odpowiednią liczbę mas bezwładnych (wartość masowego momentu bezwładności bezwładnika obliczono na podstawie danych zawartych w tabelach pomiarowych z badań drogowych),
- określono i zaprogramowano odpowiednie prędkości obrotowe (wartości prędkości obrotowych wału bezwładnika ustalono na podstawie danych zawartych w tabelach pomiarowych z badań drogowych oraz promienia dynamicznego koła jezdnego,
- ustalono prędkość powietrza chłodzącego,
- zaprogramowano temperatury początku hamowania i ciśnienia hamowania (odpowiadające odpowiednim wartościom uzyskanym w trakcie badań drogowych).

Przygotowanie próbek (klocki hamulcowe).

- Pojazd wyposażano w nowe tarcze hamulcowe.
- Po zamontowaniu nowych klocków hamulcowych przeprowadzano proces docierania w ruchu drogowym na dystansie ok. 800 km . Następnie skontrolowano stan dotarcia okładzin. Przyjęto za p.2.2.1. Załącznika 8 Regulaminu 90, że musi być zapewnione minimum 80 % kontaktu powierzchni współpracującej dla klocków hamulcowych (osiągnięto ponad 99 %).
- Stanowisko bezwładnościowe wyposażano w tarczę hamulcową i klocki hamulcowe używane w badaniach drogowych.
- Proces docierania prowadzono zgodnie z p.2.2.1. Załącznika 8 Regulaminu 90 tak, aby nie przekraczając temperatury 300 °C i zapewnić minimum 80 % kontaktu powierzchni współpracującej dla klocków hamulcowych (osiągnięto ponad 99% nie przekraczając 200 °C) .

Wszystkie badania drogowe wykonano na pasie startowym lotniska w Nowym Mieście nad Pilicą o nawierzchni z płyt betonowych. Miejsce, w którym hamowano, wybrano, tak aby spełnić warunki określone w p.2.1. Załącznika 3 Regulaminu nr 90, tzn. był to prosty, płaski, praktycznie poziomy odcinek drogi.

Wszystkie badania stanowiskowe wykonano w BLH-PIMOT na stanowisku bezwładnościowym zaprojektowanym i wykonanym w BLH.

Dane opisujące badane próbki, pojazd, miejsce, warunki, datę i wyniki badań zebrano w tabelach pomiarowych z badań drogowych. Dane opisujące badane próbki, parametry stanowiska, warunki, datę i wyniki badań zebrano w formie tabel pomiarowych z badań stanowiskowych.

#### **4. Analiza wyników badań**

Aby mieć możliwość przeprowadzenia porównania obu metod badań nałożono na siebie wykresy (wykonane w oparciu o odpowiednie tabele pomiarowe) otrzymując wykres (Rys. 1.). Jak widać, przy zachowaniu parametrów badań narzuconych w Załączniku 3, otrzymujemy rozbieżności wyników badań drogowych i stanowiskowych rzędu 20 – 30 %. Dążąc do osiągnięcia założonej zgodności postanowiono uwzględnić w badaniach stanowiskowych masowe momenty bezwładności kół jezdnych badanego pojazdu oraz przeanalizować przebiegi ciśnień w przewodach hamulcowych w obu typach badań.

W tym miejscu trzeba powrócić do rozważań teoretycznych. Proces hamowania pojazdu to nie tylko rozpraszanie energii kinetycznej jego masy, ale równocześnie rozpraszanie

energii kinetycznej ruchu obrotowego mas wirujących związanych z jego kołami jezdными. Uwzględniając powyższe napisano rozszerzone równanie energii w badaniach drogowych (hamowanie jedną osią):

$$E_o = m \cdot V_d^2 / 2 + E_{do}, \quad (6)$$

gdzie :

$E_{do} = \sum Jk_i \cdot \omega_k^2 / 2$  – energia kinetyczna mas wirujących rozpraszana w procesie hamowania (dla osi) [J],

$Jk_i$  – masowy moment bezwładności i-tego koła badanego pojazdu zawierający zredukowane na jego oś momenty bezwładności mas wirujących związanych z tym kołem [ $kg \cdot m^2$ ],

$\omega_k = V_d / r_d$  – prędkość obrotowa koła jezdного [rad/s],

i jak poprzednio dla koła :

$$E_k = E_o / 2. \quad (7)$$

Zgodnie z założeniem :

$$E_k = E_j \quad (8)$$

przypomnijmy:  $E_j$  – energia kinetyczna ruchu obrotowego mas bezwładnych stanowiska [J], podstawiając i przekształcając otrzymano:

$$\left( V_d / V_s \right)^2 = 2 \cdot J \cdot u / \left( 2 \cdot J + \sum Jk_i \cdot u \right). \quad (9)$$

W celu uproszczenia można przyjąć, że :  $Jk_i = idem$  oraz liczba kół  $i = 4$ , czyli:

$$\left( V_d / V_s \right)^2 = u / \left( 1 + 2 \cdot Jk / J \cdot u \right). \quad (10)$$

Pomijając masowy moment bezwładności koła jezdного otrzymamy jak poprzednio:

$$\left( V_d / V_s \right)^2 = u. \quad (11)$$

Tab. 3. Wyniki badań równoważności skuteczności na zimno

Tab. 3. Test results of cold performance equivalence

kategoria pojazdu	badana oś	"u" wg p.2.2.2.1.	$V_d$ wg p.2.1.1.1.	$V_s$ wg p.2.2.3.1.	$(V_d/V_s)^2$	$(c-f)/c \cdot 100$	$J_k/J=0,05$	$(h-f)/h \cdot 100$	$J_k/J=0,1$	$(j-f)/j \cdot 100$	$J_k/J=0,15$	$(l-f)/l \cdot 100$
		[-]	[km/h]	[km/h]	[-]	[%]	[-]	[%]	[-]	[%]	[-]	[%]
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
M1	przód	0,77	70	80	0,766	0,57	0,715	-7,09	0,667	-14,74	0,626	-22,40
	tył	0,32	45		0,316	1,12	0,310	-2,04	0,301	-5,21	0,292	-8,37
M2	przód	0,69	50	60	0,694	-0,64	0,645	-7,59	0,606	-14,53	0,572	-21,48
	tył	0,44	40		0,444	-1,01	0,421	-5,45	0,404	-9,90	0,389	-14,34
N1	przód	0,66	65	80	0,660	-0,02	0,619	-6,63	0,583	-13,23	0,551	-19,83
	tył	0,39	50		0,391	-0,16	0,375	-4,07	0,362	-7,97	0,349	-11,88

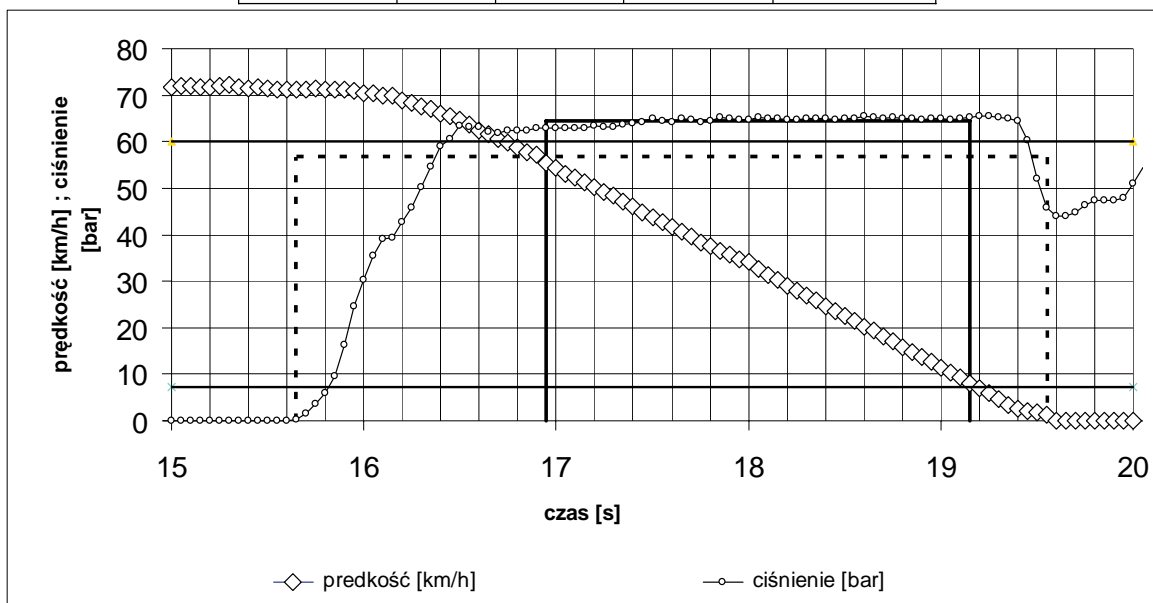
Tab. 4. Wyniki badań czułości na prędkość  
Tab. 4. Test results of speed sensitivity

kategoria pojazdu	badana oś	"u" wg p.2.2.2.1.	$V_d$ wg p.2.1.1.1.	$V_s$ wg p.2.2.3.1.	$(V_d/V_s)^2$	$(c-f)/c*100$	$J_k/J=0,05$	$(h-f)/h*100$	$J_k/J=0,1$	$(j-f)/j*100$	$J_k/J=0,15$	$(l-f)/l*100$
		[-]	[km/h]	[km/h]	[-]	[%]	[-]	[%]	[-]	[%]	[-]	[%]
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
M1	przód	0,77	65	75	0,751	2,45	0,715	-5,06	0,667	-12,57	0,626	-20,08
	przód		100	120	0,694	9,81	0,715	2,87	0,667	-4,08	0,626	-11,02
	przód		135	160	0,712	7,54	0,715	0,42	0,667	-6,69	0,626	-13,81
	tył	0,32	45	75	0,36	-12,50	0,310	-16,10	0,301	-19,70	0,292	-23,30
	tył		65	120	0,293	8,31	0,310	5,38	0,301	2,44	0,292	-0,49
	tył		90	160	0,316	1,12	0,310	-2,04	0,301	-5,21	0,292	-8,37
M2	przód	0,69	65	75	0,751	-8,86	0,645	-16,37	0,606	-23,88	0,572	-31,39
	przód		100	120	0,694	-0,64	0,645	-7,59	0,606	-14,53	0,572	-21,48
	przód		135	160	0,712	-3,18	0,645	-10,30	0,606	-17,41	0,572	-24,53
	tył	0,44	45	75	0,36	18,18	0,421	14,58	0,404	10,98	0,389	7,38
	tył		65	120	0,293	33,32	0,421	30,38	0,404	27,45	0,389	24,52
	tył		90	160	0,316	28,09	0,421	24,93	0,404	21,76	0,389	18,60
N1	przód	0,66	65	75	0,751	-13,80	0,619	-21,32	0,583	-28,83	0,551	-36,34
	przód		100	120	0,694	-5,22	0,619	-12,16	0,583	-19,11	0,551	-26,05
	przód		135	160	0,712	-7,87	0,619	-14,98	0,583	-22,10	0,551	-29,22
	tył	0,39	45	75	0,36	7,69	0,375	4,09	0,362	0,49	0,349	-3,11
	tył		65	120	0,293	24,77	0,375	21,83	0,362	18,90	0,349	15,97
	tył		90	160	0,316	18,87	0,375	15,71	0,362	12,54	0,349	9,38

Tab. 5. Wyniki badań czułości na prędkość – propozycje prędkości początków hamowań  
Tab. 5. Test results of speed sensitivity – proposition of breaking start speeds

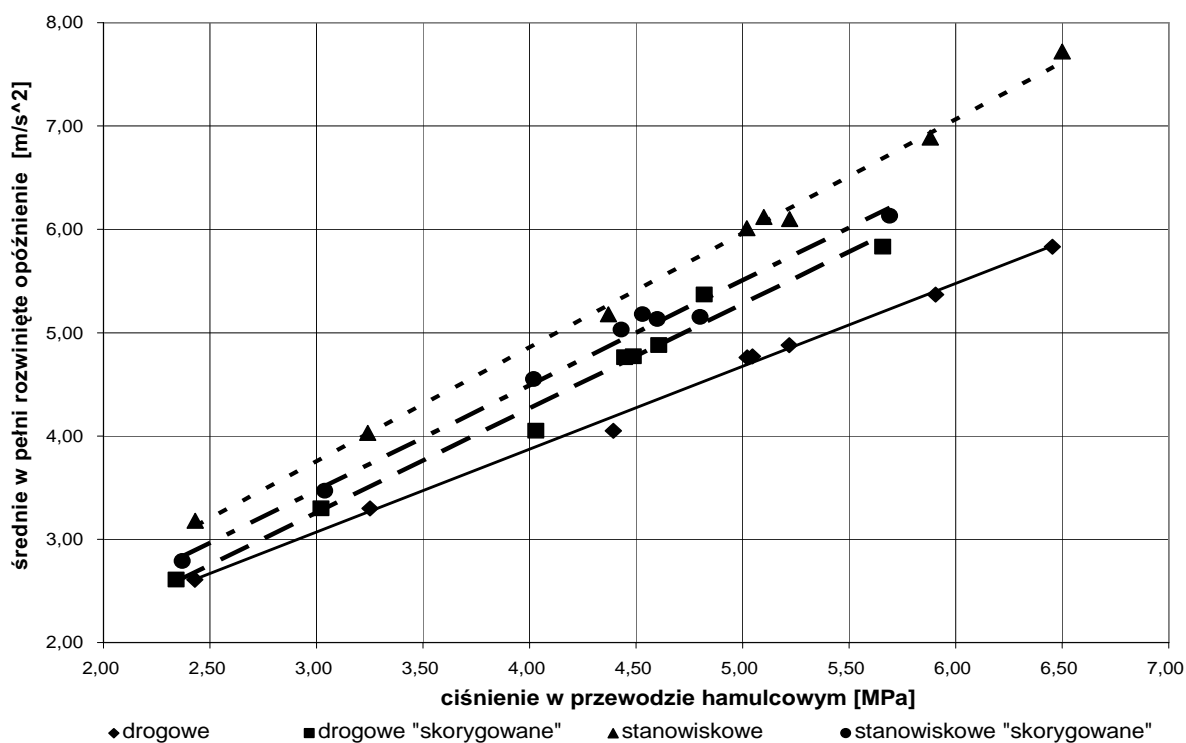
kategoria pojazdu	badana oś	"u" wg p.2.2.2.1.	$V_d$ wg p.2.1.1.1.	$V_s$ wg p.2.2.3.1.	$V_s = V_d/u^{0,5}$	po zaokrągleniu proponowane $V_s$	nowe $(V_d/V_s)^2$	$(c-h)/c*100$
		[-]	[km/h]	[km/h]	[km/h]	[km/h]	[-]	[%]
a	b	c	d	e	f	g	h	j
M1	przód	0,77	65	75	74,1	75	0,751	2,45
	przód		100	120	114,0	115	0,756	1,80
	przód		135	160	153,8	155	0,759	1,48
	tył	0,32	45	75	79,5	80	0,316	1,12
	tył		65	120	114,9	115	0,319	0,17
	tył		90	160	159,1	160	0,316	1,12
M2	przód	0,69	65	75	78,3	80	0,660	4,33
	przód		100	120	120,4	120	0,694	-0,64
	przód		135	160	162,5	165	0,669	2,98
	tył	0,44	45	75	67,8	70	0,413	6,08
	tył		65	120	98,0	100	0,423	3,98
	tył		90	160	135,7	135	0,444	-1,01
N1	przód	0,66	65	75	80,0	80	0,660	-0,02
	przód		100	120	123,1	125	0,640	3,03
	przód		135	160	166,2	165	0,669	-1,43
	tył	0,39	45	75	72,1	70	0,413	-5,97
	tył		65	120	104,1	105	0,383	1,74
	tył		90	160	144,1	145	0,385	1,22

$V_0$	[km/h]	71,2	pśr $V_0-0$	pśr $V_b-V_e$
$V_b=0,8*V_0$	[km/h]	56,96	[bar]	[bar]
$V_e=0,1*V_0$	[km/h]	7,12	56,58	64,50



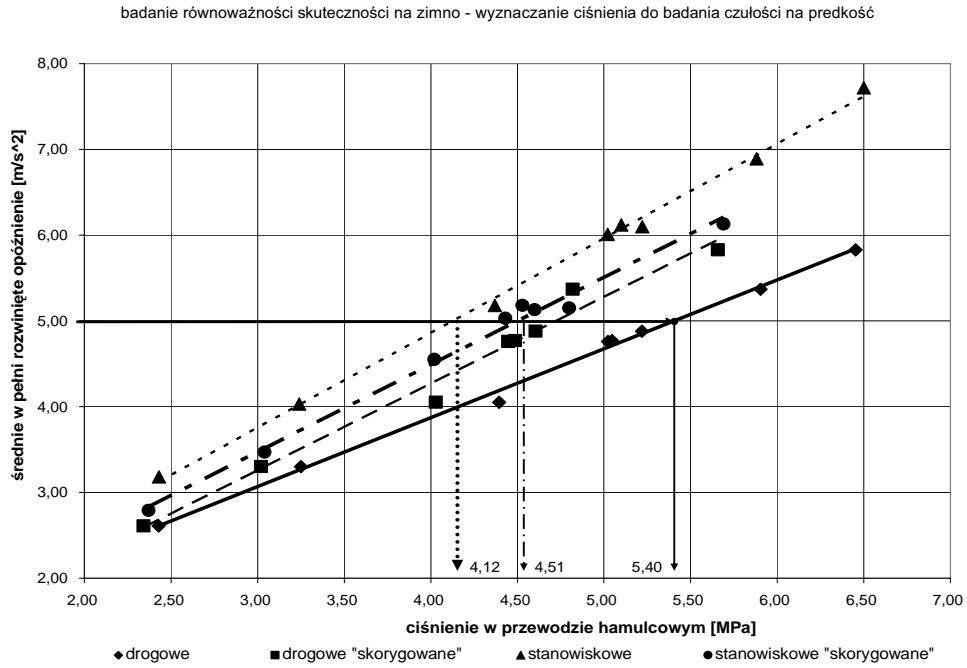
Rys. 2. Przykładowy przebieg prędkości pojazdu i ciśnienia w przewodzie hamulcowym  
 Fig. 2. Plots for example of course the vehicle speed and pressure in the braking tube

**badanie równoważności skuteczności na zimno**

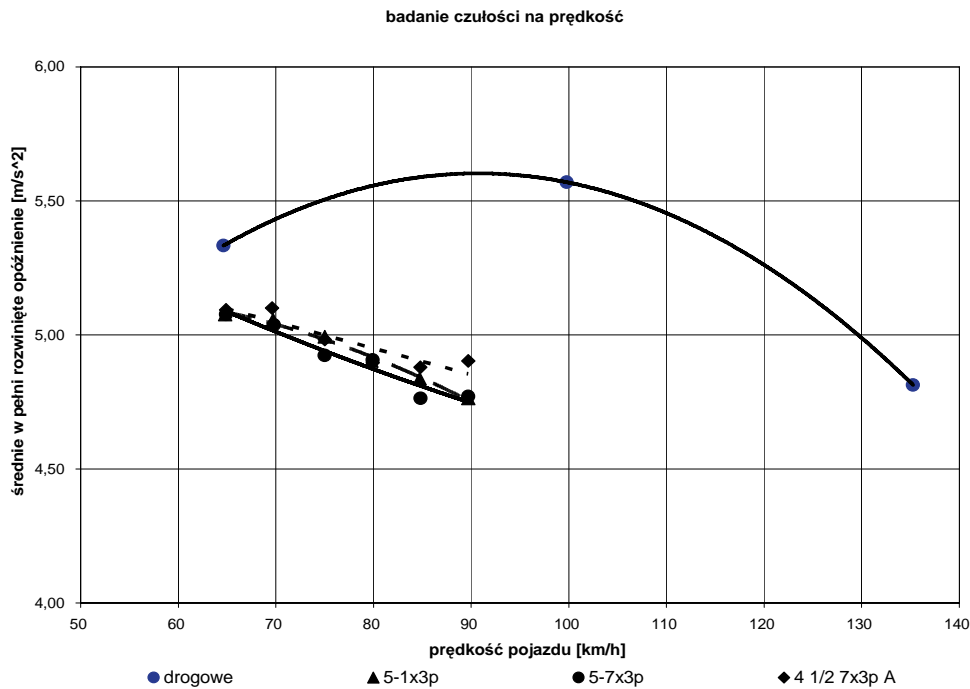


Rys. 3. Wyniki badań równoważności skuteczności na zimno – „skorygowane”  
 Fig. 3. Test results of cold performance equivalence test – “after correcting”





Rys. 4. Wyniki badań wyznaczania ciśnienia dla badania czułości na prędkość  
 Fig. 4. Test results of pressure appointing for sensitivity research on speed



Rys. 5. Wyniki badań czułości na prędkość  
 Fig. 5. Test results of speed sensitivity

Na podstawie zależności (10) wykonano obliczenia, które przedstawiono w Tab. 3. i Tab. 4. Wyniki obliczeń zebrane w kolumnach „g” , „i” , „k” oraz „m” pokazują, że rozbieżność wielkości rozpraszanych energii jest tym większa im większy jest udział masowego momentu bezwładności koła jezdnego w masowym momencie bezwładności stanowiska. Niepokojące jest zatem zaniedbanie wpływu masowego momentu bezwładności

koła jezdnych. Tym bardziej, że ostatnio obserwuje się zwiększenie wymiarów felg kół jezdnych, szczególnie w pojazdach kategorii M1.

Masowy moment bezwładności 14" koła samochodu DAEWOO Lanos wynosi około  $1,05 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ , co daje wartość  $2\cdot J_k / J \sim 5 \%$ . Zmieniono więc wartość masowego momentu bezwładności bezwładnika stanowiska i wykonano ponowne badania stanowiskowe. Wyniki tych badań nałożono na poprzednie i pokazano na wykresie Rys. 3.

Analiza przebiegu ciśnienia w przewodach hamulcowych w obu typach badań wymaga szerszego omówienia. Na wykresie Rys. 2. przedstawiono przykładowy przebieg prędkości pojazdu i ciśnienia w przewodzie hamulcowym w czasie badań drogowych. Zaznaczono na nim również wyznaczone wartości średniego ciśnienia dla zakresu obliczania średniego w pełni rozwiniętego opóźnienia, tj. od  $0,8\cdot V_0$  do  $0,1\cdot V_0$  oraz dla zakresu od początku hamowania do zatrzymania, tj. od  $V_0$  do 0. Jak widać obie wartości ciśnień średnich znacząco różnią się od siebie. Jest to podyktowane przede wszystkim prędkością narastania ciśnienia w początkowym okresie hamowania. W badaniach stanowiskowych, gdzie ciśnienie jest wytwarzane przez siłownik pneumatyczny, jego przebieg jest praktycznie prostokątny. Uznano, że należy, w celu porównania obu typów badań, skorygować otrzymane wyniki badań drogowych przedstawiając badanie równoważności skuteczności na zimno w funkcji średniego ciśnienia w przewodzie hamulcowym w całym zakresie hamowania. Sporządzony na tej podstawie wykres nałożono na poprzednie, co pokazano na wykresie Rys. 3. W ten sposób wykazano różnicę między wynikami badań równoważności skuteczności na zimno dla obu metod badawczych rzędu  $5 - 8 \%$ .

Na wykresie Rys. 4. pokazano sposób wyznaczania ciśnienia do badań czułości na prędkość. Wyniki, jakie tu otrzymano w obu metodach badań są znacząco od siebie różne zarówno, co do wartości jak i co do przebiegu. Pokazano je na wykresie Rys. 5. Przedstawione przebiegi badań stanowiskowych potwierdzają dużą powtarzalność wyników tej metody badawczej oraz bardzo mały wpływ na jej wyniki zmian wielkości masowego momentu bezwładności stanowiska.

## 5. Wnioski.

Zastrzegając się, że opisane porównania należy powtórzyć przy udziale znacznie większej liczby zróżnicowanych próbek, przeprowadzona analiza sugeruje wprowadzenie następujących poprawek w procedurach badawczych opisanych w Załączniku 3 Regulaminu nr 90 EKG ONZ:

- Zróżnicowanie prędkości początku hamowania w badaniach stanowiskowych – proponowane wartości przedstawiono w Tab. 5.
- Zwiększenie masowego momentu bezwładności stanowiska o masowe momenty bezwładności kół jezdnych jednej strony pojazdu, do którego są przeznaczone badane okładziny hamulcowe.