



INSTYTUT BADAWCZY
DRÓG I MOSTÓW

ROAD AND BRIDGE
RESEARCH INSTITUTE



BADANIA WSPÓŁCZYNNIKA TARCIA NAWIERZCHNI DROGOWYCH W POLSCE: SPRZĘT, PROCEDURY POMIAROWE I WYMAGANIA

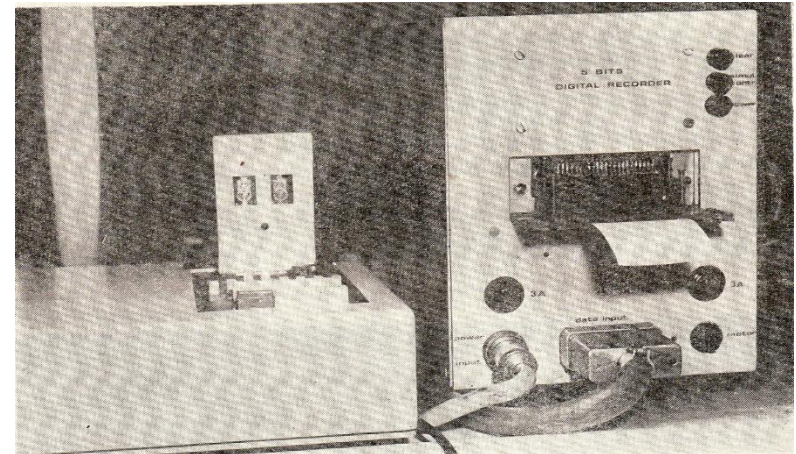
Tomasz Mechowski

Kierownik Zakładu Diagnostyki Nawierzchni

Warszawa, 20 czerwca 2017 r.

Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

- **1964 rok** – prototyp SRT-1 (prof. E. Habich z PW),
- **1978 rok** – prototyp SRT-2 (dr inż. B. Szwabik z PW),
- **1980 rok** – przekazanie 5 zestawów SRT-2 do GDDP,
- **1992 rok** – wykonanie pierwszego zestawu SRT-3,



Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

- **1995 rok** – budowa 5 nowych zestawów SRT-3,
- **1996 rok** – modernizacja 4 SRT-2 do parametrów SRT-3,
- **2010 rok** – budowa 3 nowych zestawów SRT-3,
- **2011 rok** – budowa 1 nowego zestawu SRT-3,
- **2017 rok** – 12 zestawów SRT-3 pracuje dla GDDKiA



Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Lata 1981 - 1984 – praca badawcza IBDiM, pomiary na sieci ok. 15 tys. km dróg, udział w badaniach 5 zestawów SRT-2.

- zebranie danych o wypadkach drogowych,
- analiza zależności wskaźnika wypadkowości od wartości współczynnika tarcia,
- wstępna klasyfikacja nawierzchni (1985 rok).

Klasa	Wartość współczynnika tarcia
I	$\mu > 0,35$
II	$0,31 \leq \mu \leq 0,35$
III	$0,26 \leq \mu \leq 0,30$
IV	$0,21 \leq \mu \leq 0,25$
V	$\mu \leq 0,20$

Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

1989 rok - pierwsze Wytyczne SOSN (współczynnik miarodajny jako 3-cia z najniższych wartości na odcinku 1 km),

2002 rok - nowelizacja SOSN (współczynnik miarodajny jako średnia na odcinku 1 km pomniejszona o odchylenie stand.),

2015 rok – wprowadzenie systemu DSN

Klasa	Wartość miarodajnego współczynnika tarcia		
	1989 rok	2007 rok	2015 rok
A	$\mu > 0,35$	$\mu > 0,52$	$\mu > 0,49^*$
B	$0,26 \leq \mu \leq 0,35$	$0,37 \leq \mu \leq 0,51$	$0,49 \leq \mu \leq 0,35$
C	$0,21 \leq \mu \leq 0,25$	$0,30 \leq \mu \leq 0,36$	$0,29 \leq \mu \leq 0,34$
D	$\mu \leq 0,20$	$\mu \leq 0,29$	$\mu \leq 0,28$

Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Opony pomiarowe

- opona z bieżnikiem „generalskim” (SRT-2),
- opona bezbieżnikowa rowkowana (Dębica) - **1,377**,
- opona Barum Bravura - **1,079**,
- opona Barum Bravuris - **1,007**,
- opona PIARC - **0,974**



Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

“International PIARC Experiment to Compare and Harmonize Texture and Skid Resistance Measurements” (1992 rok)

- urządzenia z 16 krajów,
- pomiary na 54 odcinkach drogowych,
- różne nawierzchnie drogowe i specjalne.

Organizator: PIARC “World Road Association”

Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Projekt normy EN 13036-2

$$SRI = A + B \cdot F \cdot e^{(S - 30)/Sp}$$

$$Sp = 57 + 56 \cdot MPD$$

$$Sp = 43 + 70 \cdot MTD$$

A, B - parametry związane z urządzeniem pomiarowym,

F - wartość współczynnika tarcia,

S - prędkość poślizgu,

MPD - średnia głębokość profilu makrotekstury,

MTD - średnia głębokość tekstury.

Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania



HERMES (lata 2001 – 2002)

“Harmonisation of European Routine and Research Measurement Equipment for Skid Resistance of Roads and Runways”

- 15 urzędzeń,
- 9 serii pomiarowych,
- różne nawierzchnie drogowe i specjalne.

Organizator: FEHRL “Forum of European National Highway Research Laboratories”

Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Główne cele projektu HERMES:

- udowodnienie powtarzalności i przydatności procedury kalibracji urządzeń pomiarowych opartej na EFI (Europejski Indeks Tarcia),
- ustalenie specyfikacji (wymagań technicznych) dla przyszłościowego urządzenia pomiarowego lub nawierzchni drogowej o cechach referencyjnych – w związku z przygotowaniem urządzeń nowej generacji,
- wykorzystanie rezultatów nowych badań dla uściślenia modelu tarcia w oparciu o EFI.

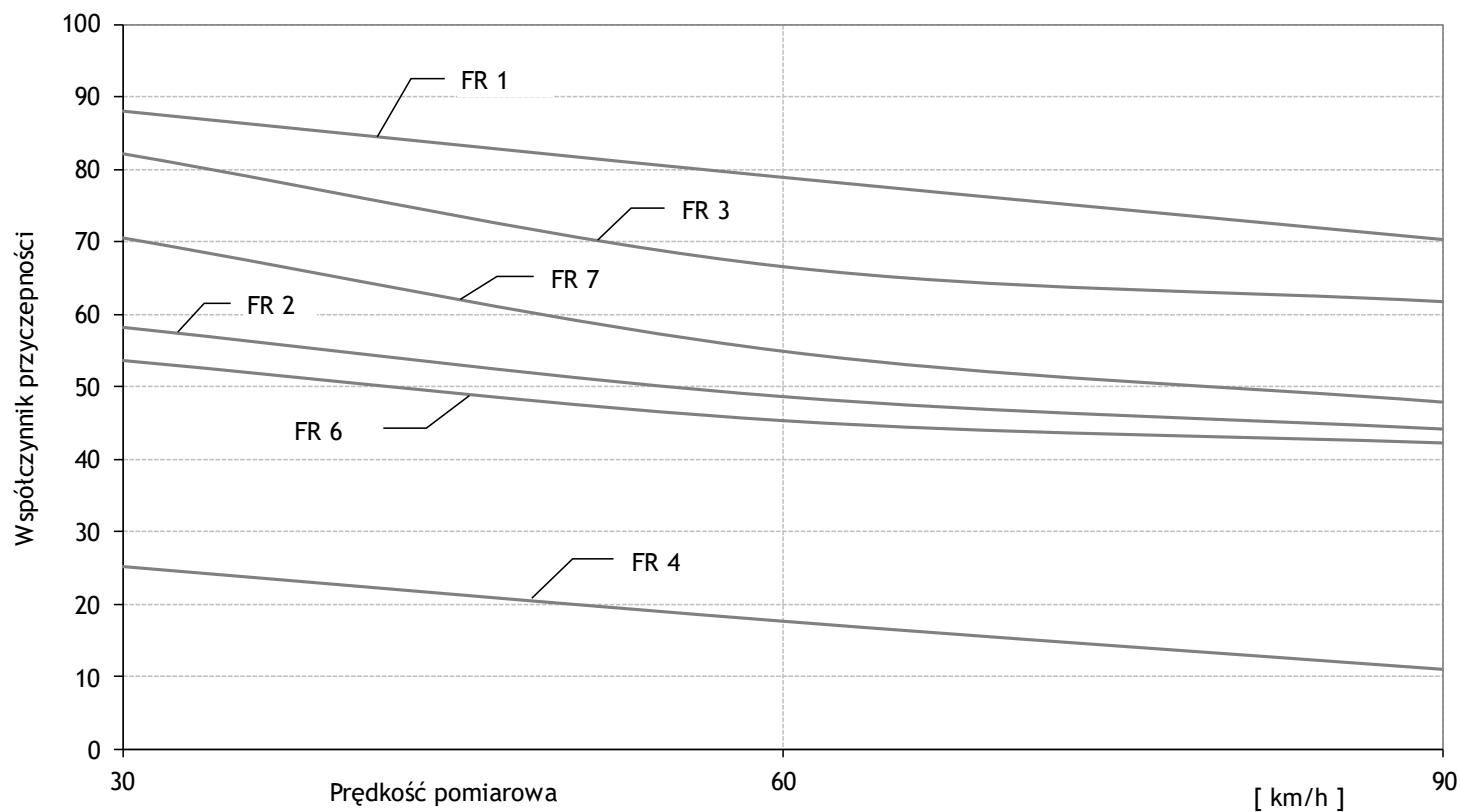
Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

W konfrontacji z innymi urządzeniami pomiarowymi zaprezentowane zostały własności pomiarowe zestawu SRT-3:

- możliwość wyznaczania pełnych charakterystyk wsp. tarcia $\mu=f(s)$ (w funkcji poślizgu względnego w każdym hamowaniu),
- samokontrolę poprawności wyników pomiarów w dwóch niezależnych torach pomiarowych – z sygnalizacją ewentualnych błędów pomiaru bezpośrednio na monitorze komputera pokładowego,
- dużą skalę możliwości pomiarowych przy jednoczesnej prostocie budowy i obsługi urządzenia.

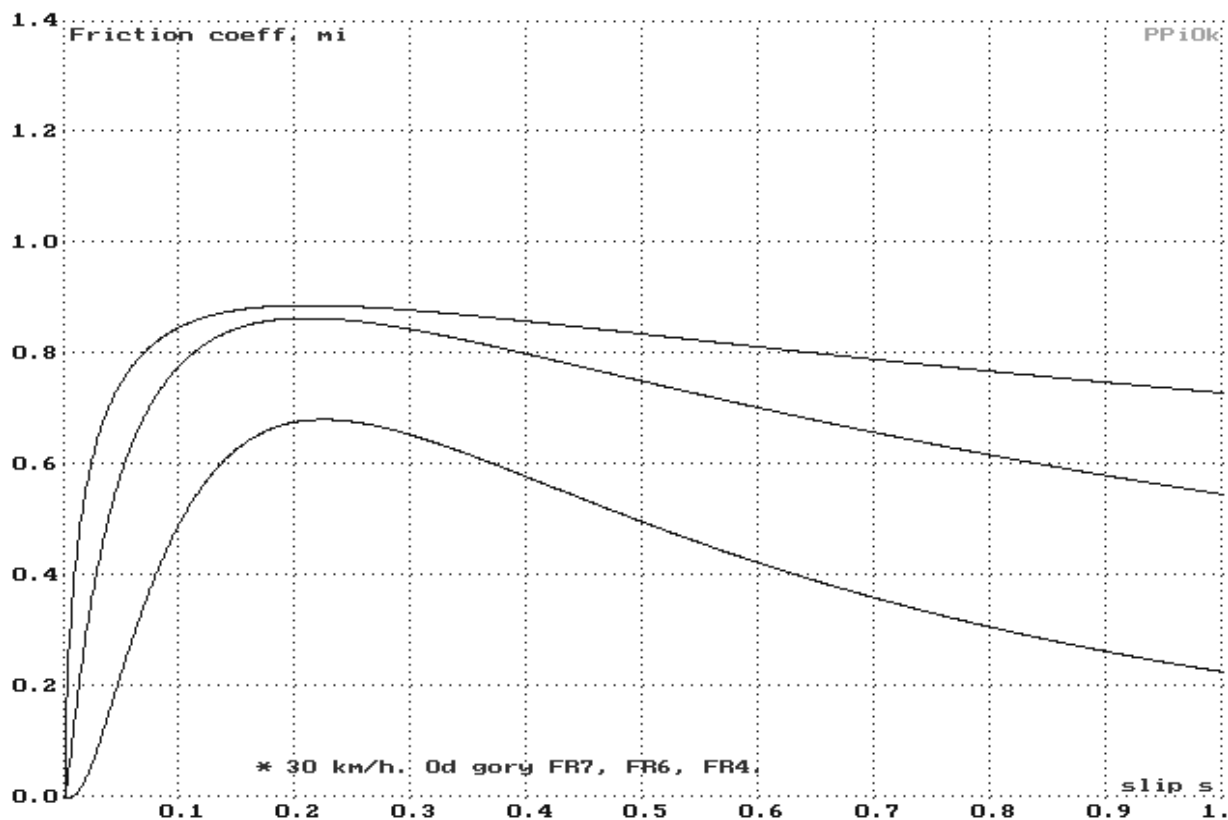
Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Przykład uśrednionych wyników pomiarów na odcinkach LCPC

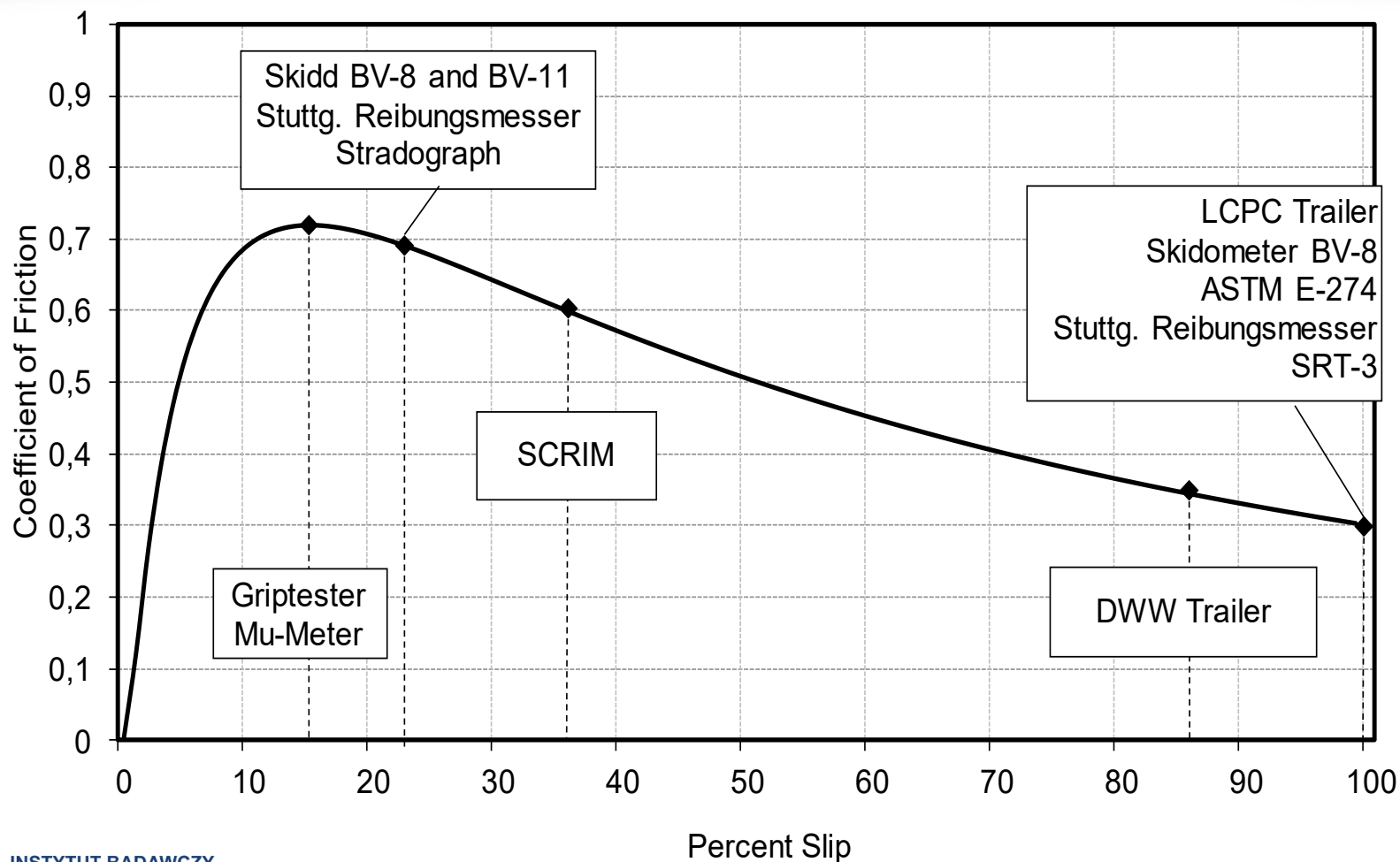


Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Przykład wyników pomiarów $\mu=f(s)$ na jednym z odcinków

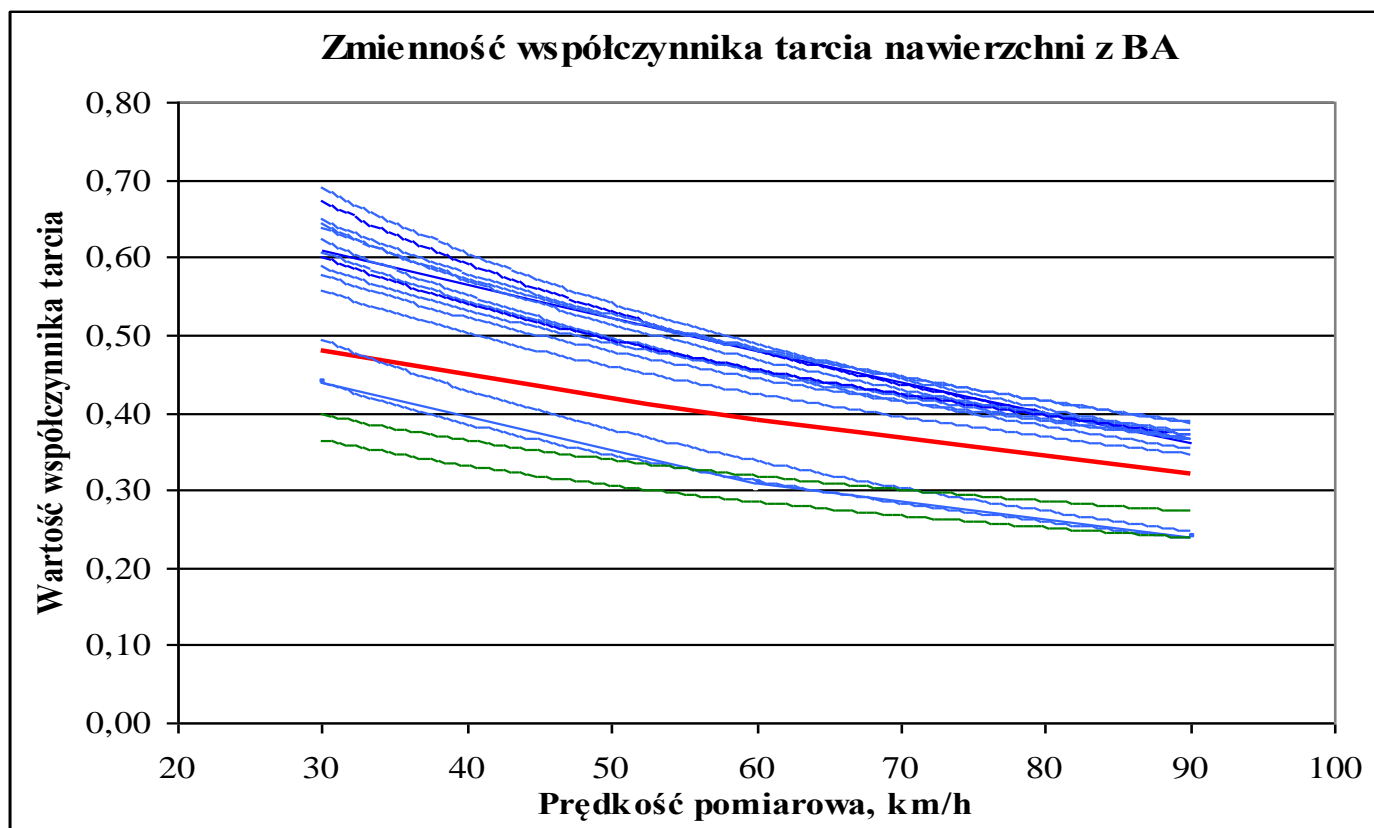


Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania



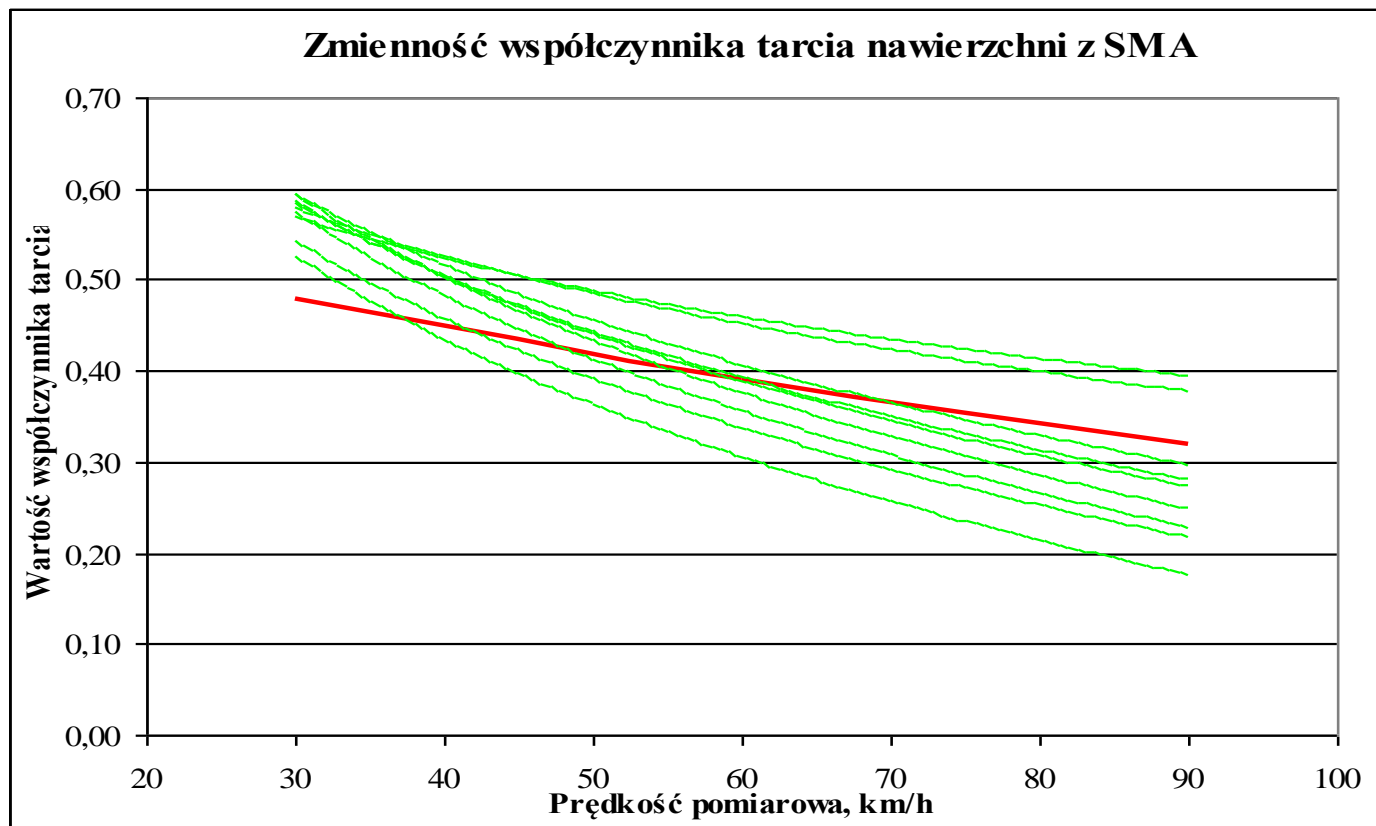
Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Wyniki badań na nowych odcinkach z BA i BC (2004 rok)



Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Wyniki badań na nowych odcinkach z SMA (2004 rok)





INSTYTUT BADAWCZY
DRÓG I MOSTÓW
ROAD AND BRIDGE
RESEARCH INSTITUTE

Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Wspólne badania SRT-3 i SKM (2009 rok)



($\alpha = 20^\circ$, $s = 34\%$)



Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Przeniesienie wymagań niemieckich na wartości SRT-3 (PIARC)

Klasa drogi	Element nawierzchni	Miarodajny współczynnik tarcia		
		30 km/h	60 km/h	90 km/h
A, S	Pasy ruchu zasadnicze, dodatkowe, awaryjne	-	0,49* (0,39)	0,44 (0,34)
	Pasy włączania i wyłączania, jezdnie łącznic	0,55** (0,51)	0,51 (0,39)	-
GP, G	Pasy ruchu, pasy dodatkowe, jezdnie łącznic, utw. pobocza	0,51** (0,51)	0,41 (0,39)	-

Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Wymagania w okresie gwarancji SRT-3 - (SKM)

Klasa drogi	Element nawierzchni	Miarodajny współczynnik tarcia		
		30 km/h	60 km/h	90 km/h
A, S	Pasy ruchu zasadnicze, dodatkowe, awaryjne	-	0,40 (0,37)	-
	Pasy włączania i wyłączania, jezdnie łącznic	-	0,42 (0,37)	-
GP, G	Pasy ruchu, pasy dodatkowe, jezdnie łącznic, utw. pobocza	-	0,36 (0,37)	-



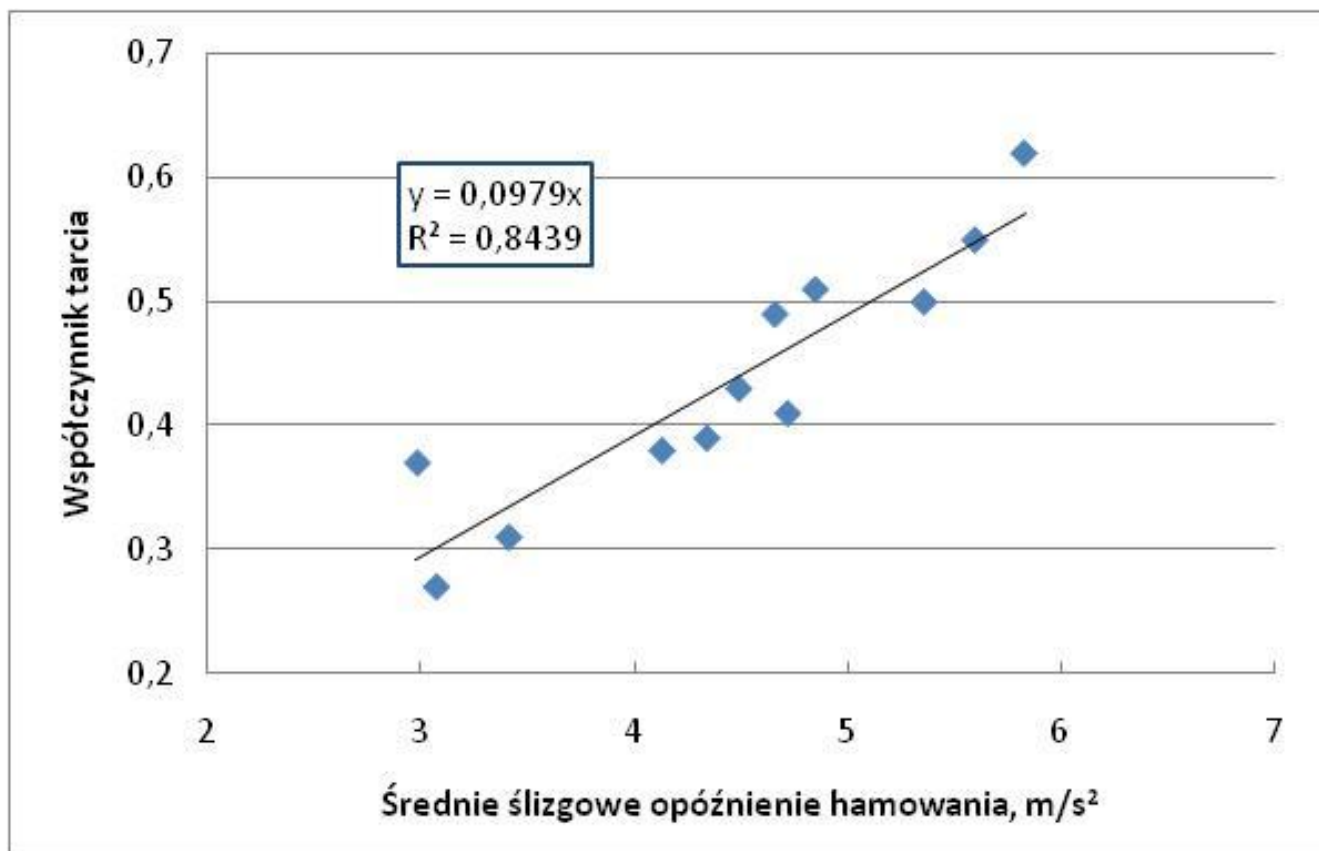
Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Wspólne badania współczynnika tarcia i opóźnienia hamowania



Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Wspólne badania współczynnika tarcia i opóźnienia hamowania



Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Propozycje wymagań dla nowych dróg (projekt rozporządzenia)

Klasa drogi	Element nawierzchni	Miarodajny współczynnik tarcia	
		60 km/h	90 km/h
A, S	Pasy ruchu zasadnicze, dodatkowe, awaryjne	0,44 (0,39)	0,39 (0,34)
	Pasy włączania i wyłączania, jezdnie łącznic	0,46 (0,39)	-
GP, G	Pasy ruchu, pasy dodatkowe, jezdnie łącznic, utw. pobocza	0,37 (0,39)	-

Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Propozycje wymagań w okresie gwarancji (WT-2 2008)

Klasa drogi	Element nawierzchni	Miarodajny współczynnik tarcia	
		60 km/h	90 km/h
A, S	Pasy ruchu zasadnicze, dodatkowe, awaryjne	0,42 (0,37)	0,37 (0,33)
	Pasy włączania i wyłączania, jezdnie łącznic	0,43 (0,37)	-
GP, G	Pasy ruchu, pasy dodatkowe, jezdnie łącznic, utw. pobocza	0,35 (0,37)	-

Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Ocena wyników badań wsp. tarcia w latach 2010 - 2016

Badania odbiorcze

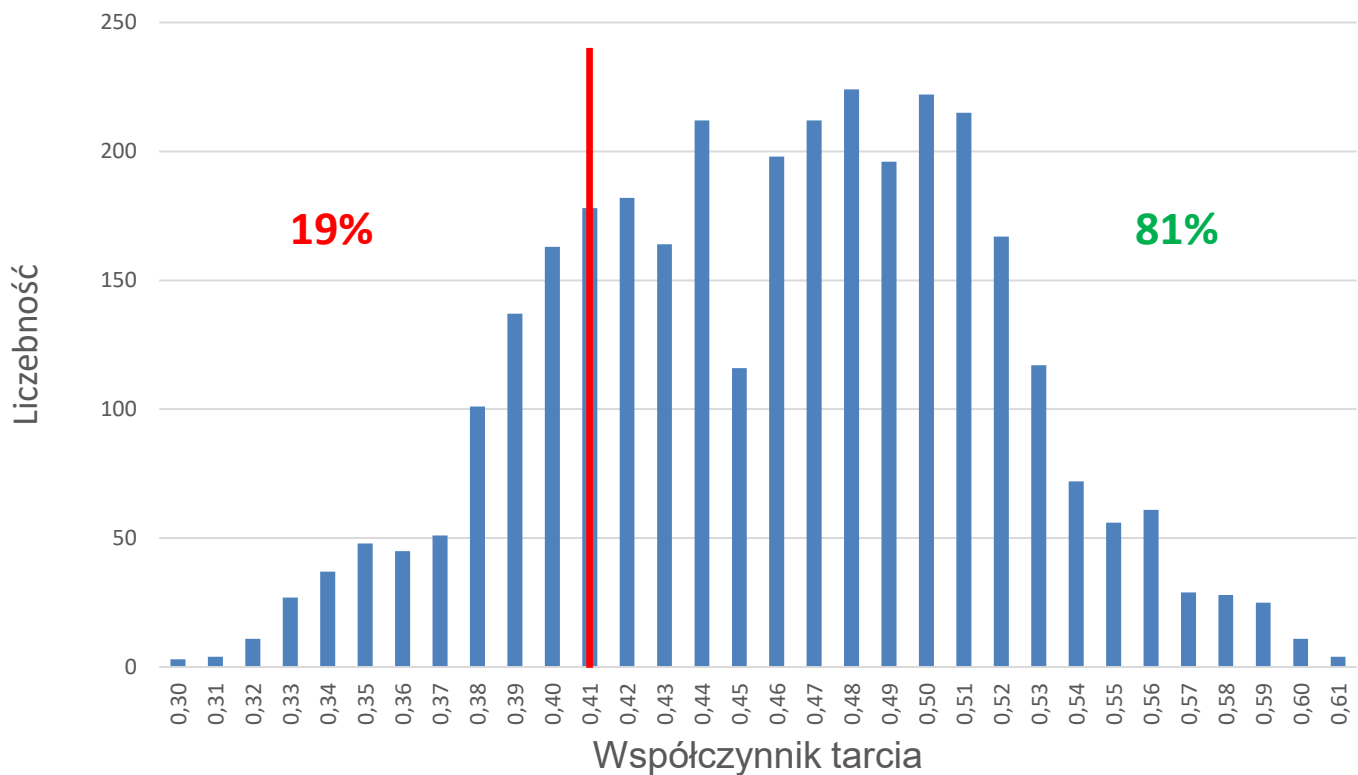
- łącznie **4113** wartości miarodajnych (ponad 3.900 km pasa ruchu),
- **28** wartości uzyskano przy prędkości pomiarowej 90 km/h,
- **128** wartości przy kryteriach innych niż w rozporządzeniu,
- **637** wartości dla dróg, na których obowiązywało wymaganie $\mu \geq 0,49$,
- **3320** wartości dla dróg, na których obowiązywało wymaganie $\mu \geq 0,41$.

Badania SOSN i DSN

- łącznie **1641** wartości miarodajnych.

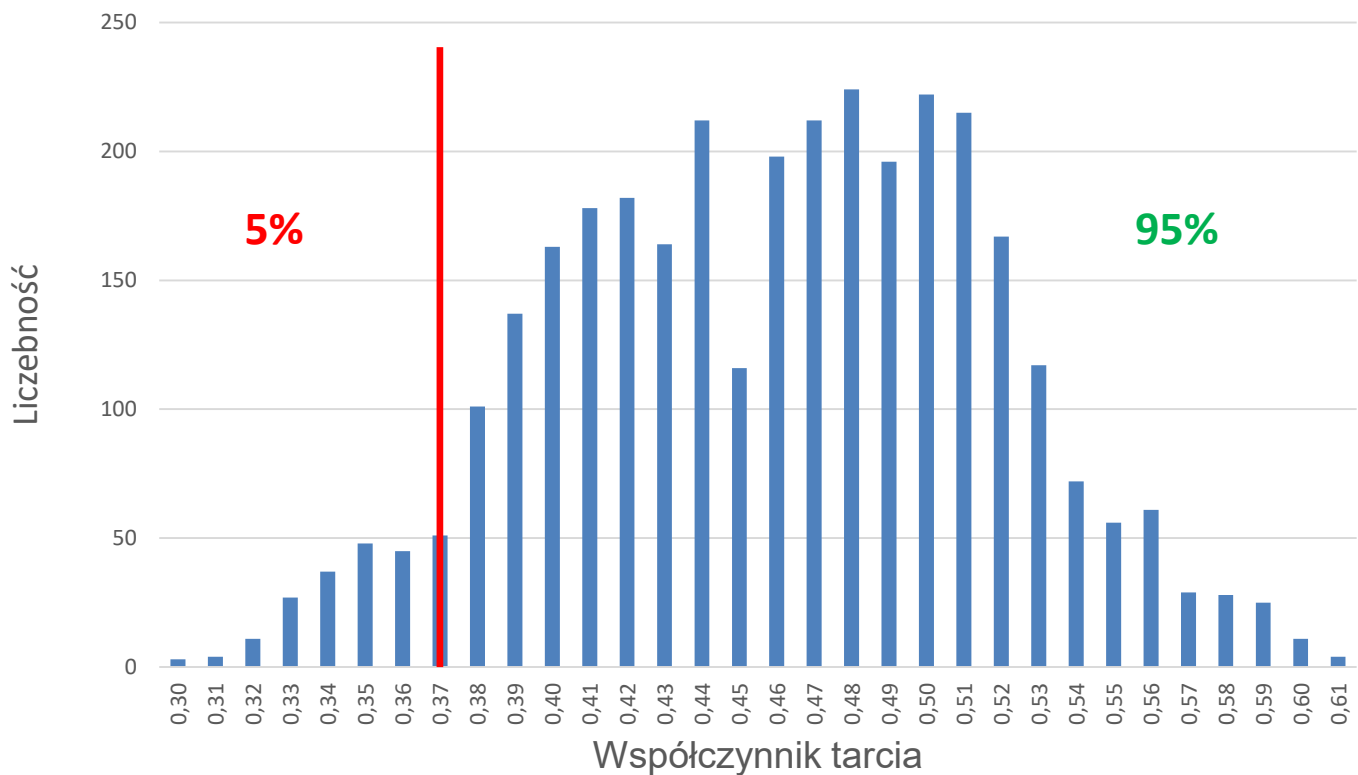
Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Badania odbiorcze – kryterium $\mu_m \geq 0,41$ (G, GP)



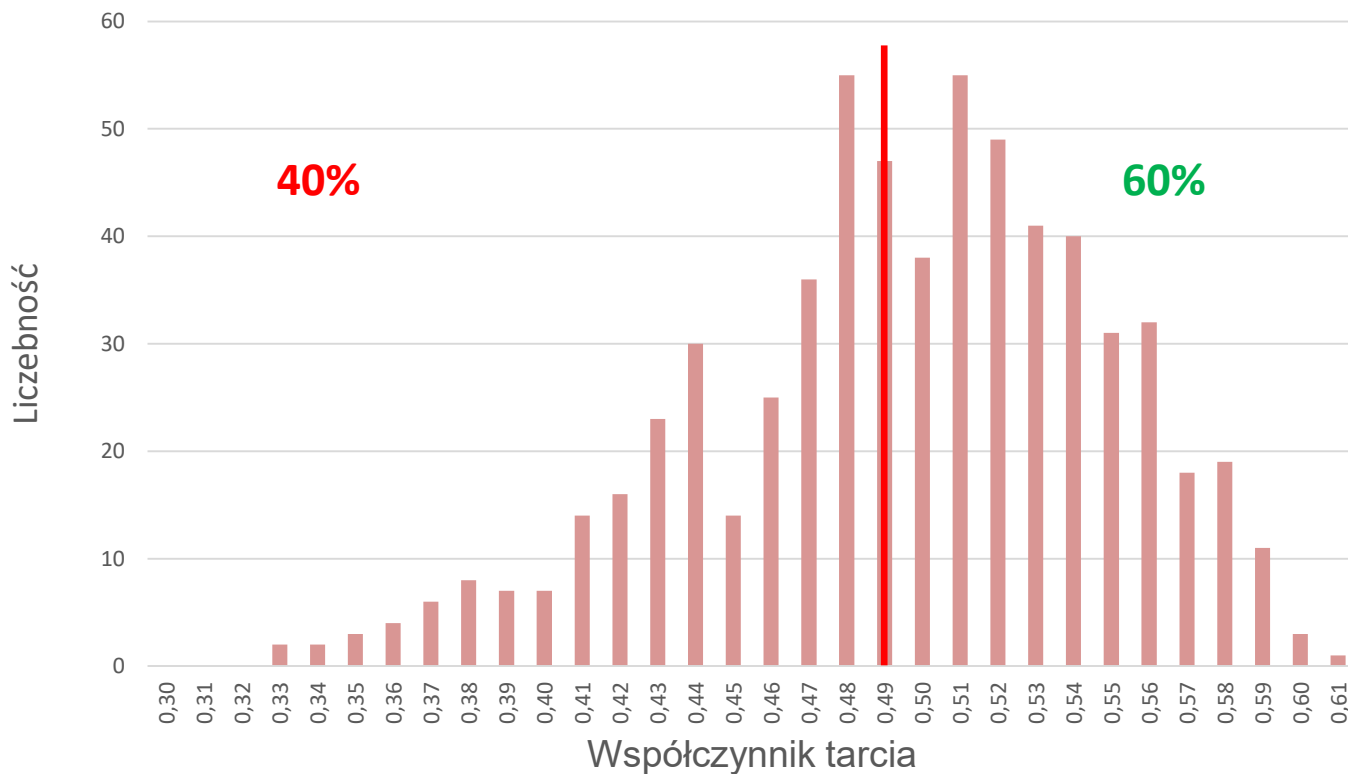
Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Badania odbiorcze – kryterium $\mu_m \geq 0,37$ (G, GP) - propozycja



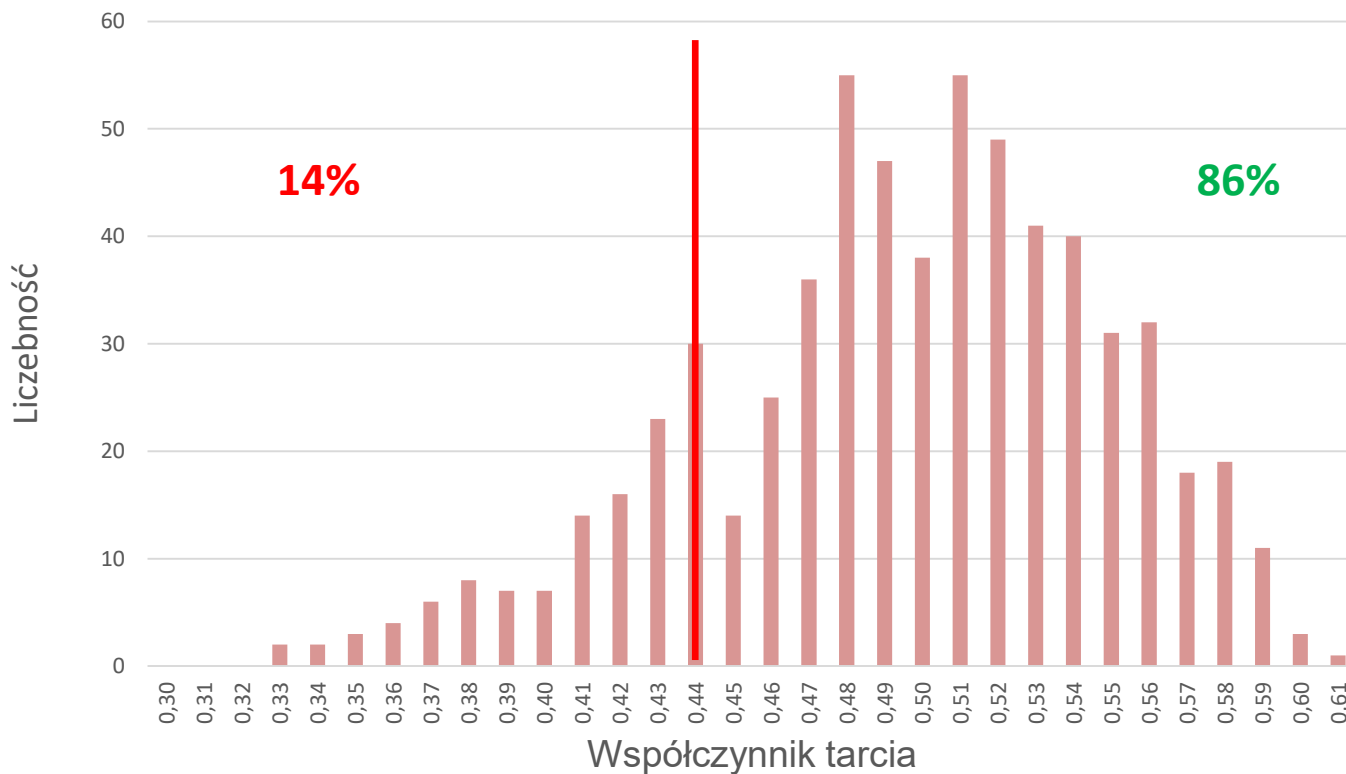
Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Badania odbiorcze – kryterium $\mu_m \geq 0,49$ (A, S)



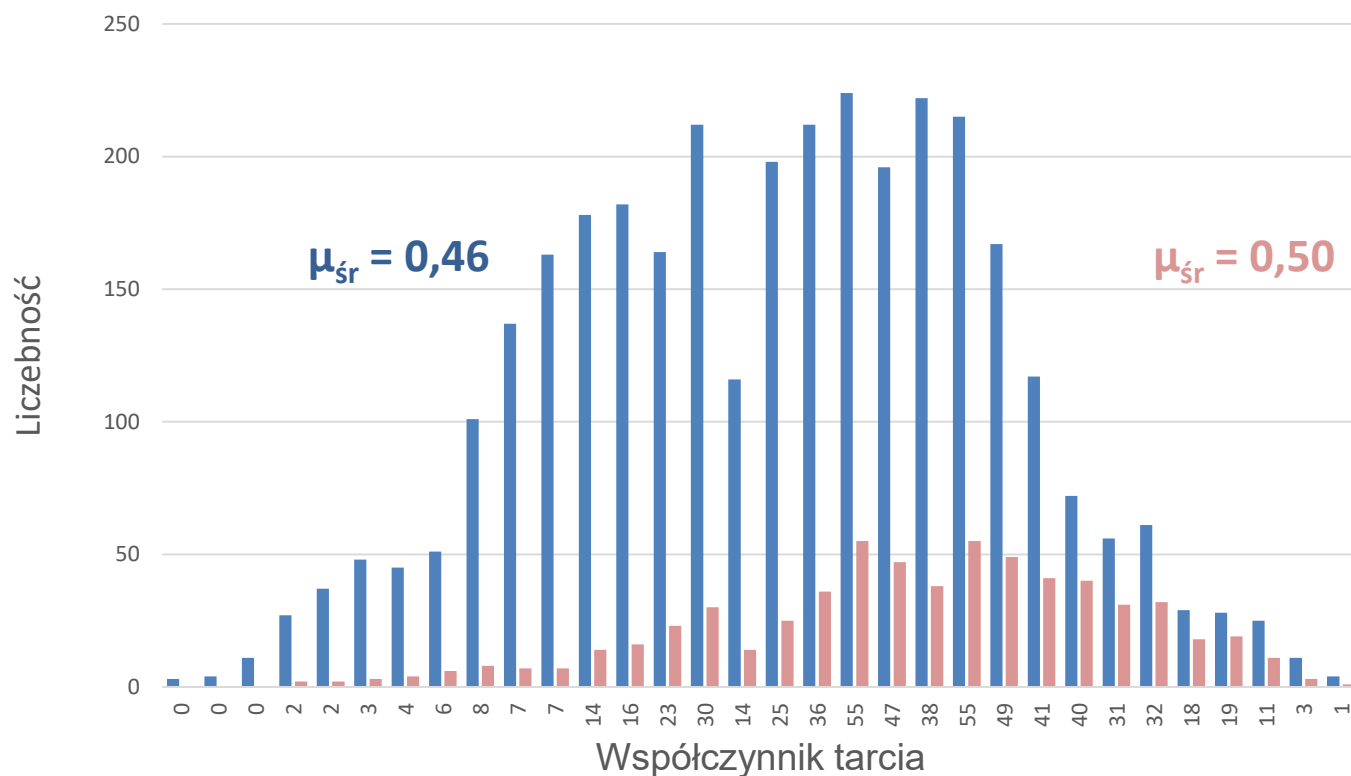
Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Badania odbiorcze – kryterium $\mu_m \geq 0,44$ (A, S) - propozycja



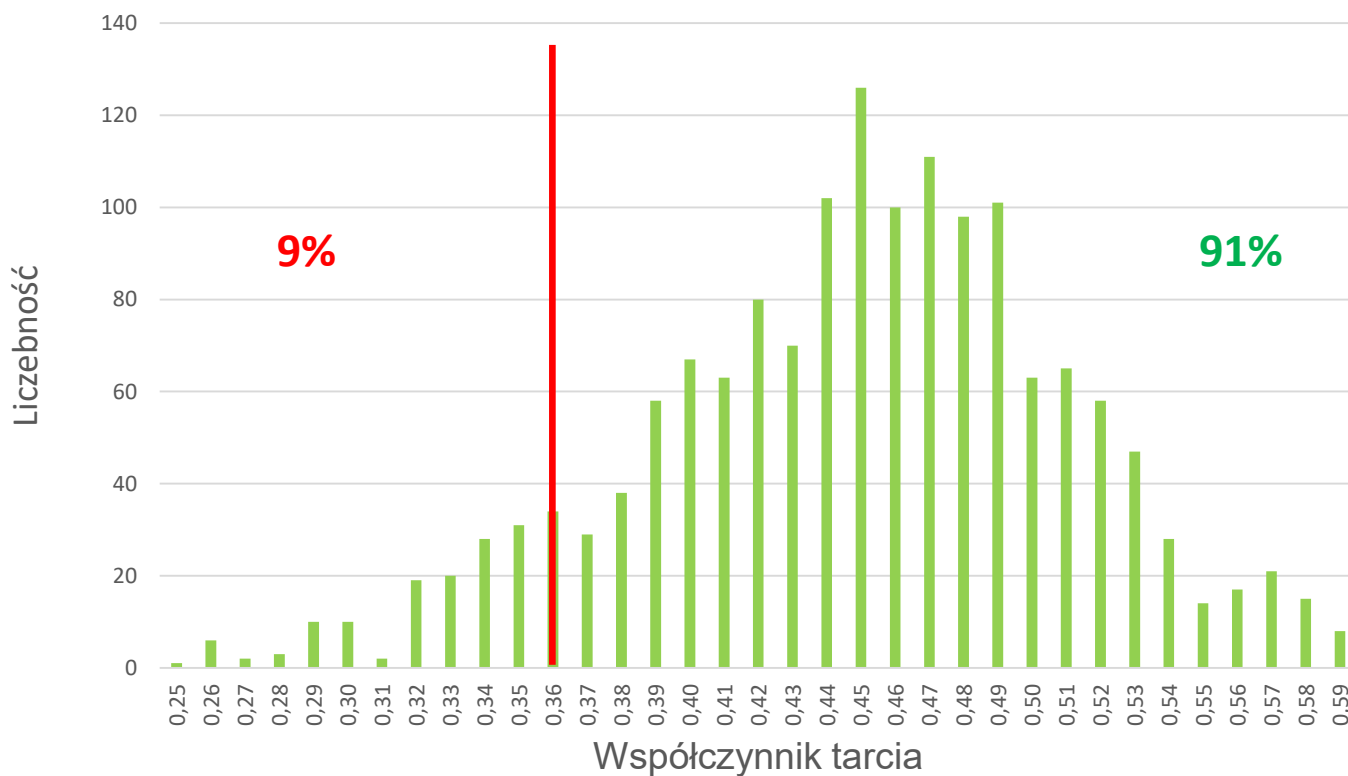
Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Badania odbiorcze – wszystkie



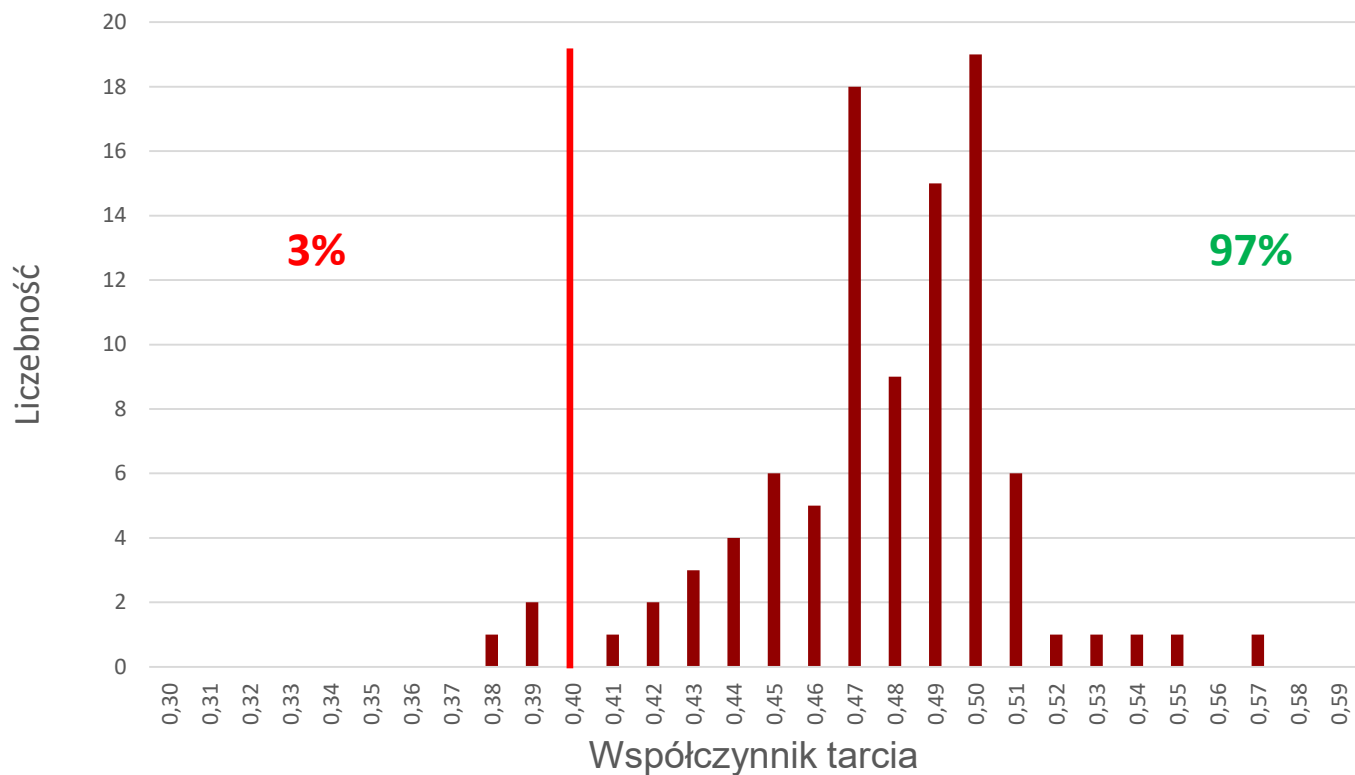
Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Badania SOSN/DSN – kryterium $\mu_m \geq 0,36$ (G, GP)



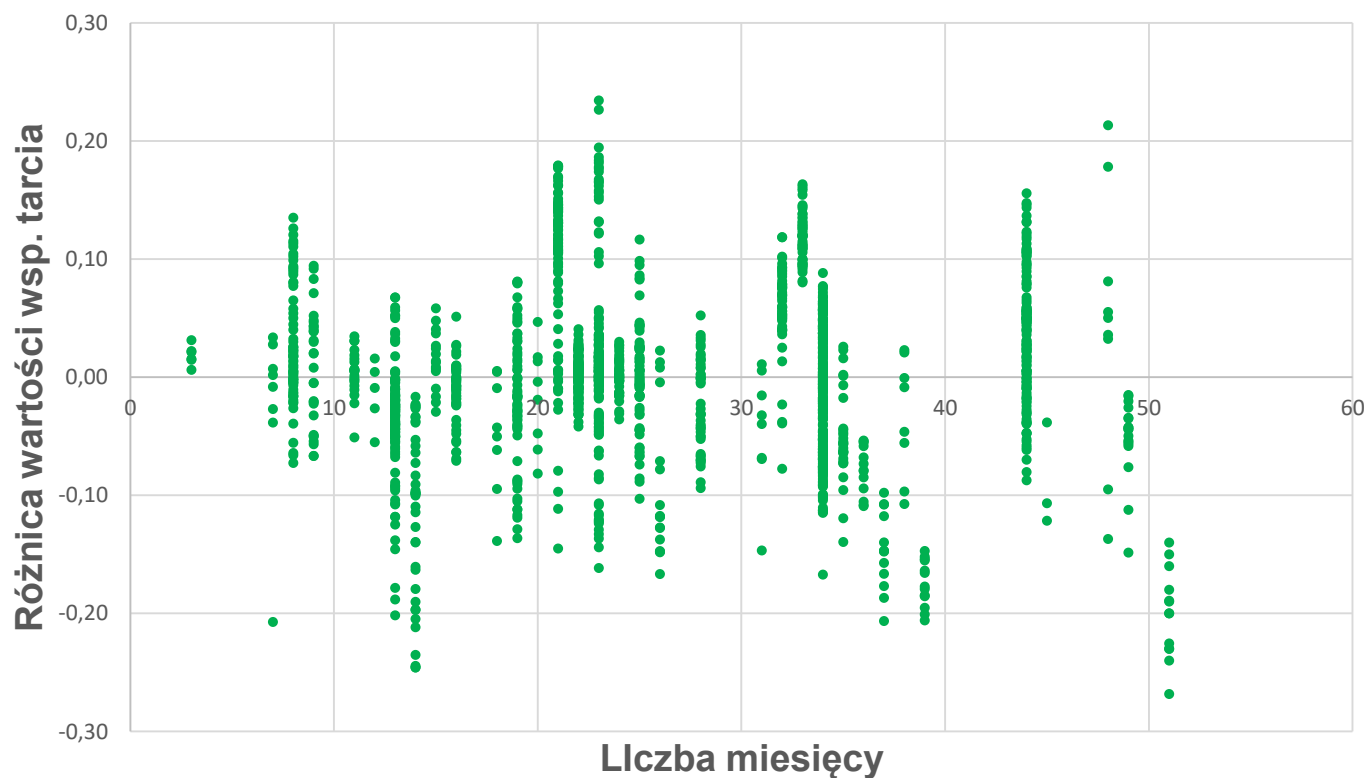
Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Badania SOSN/DSN – kryterium $\mu_m \geq 0,40$ (A, S)



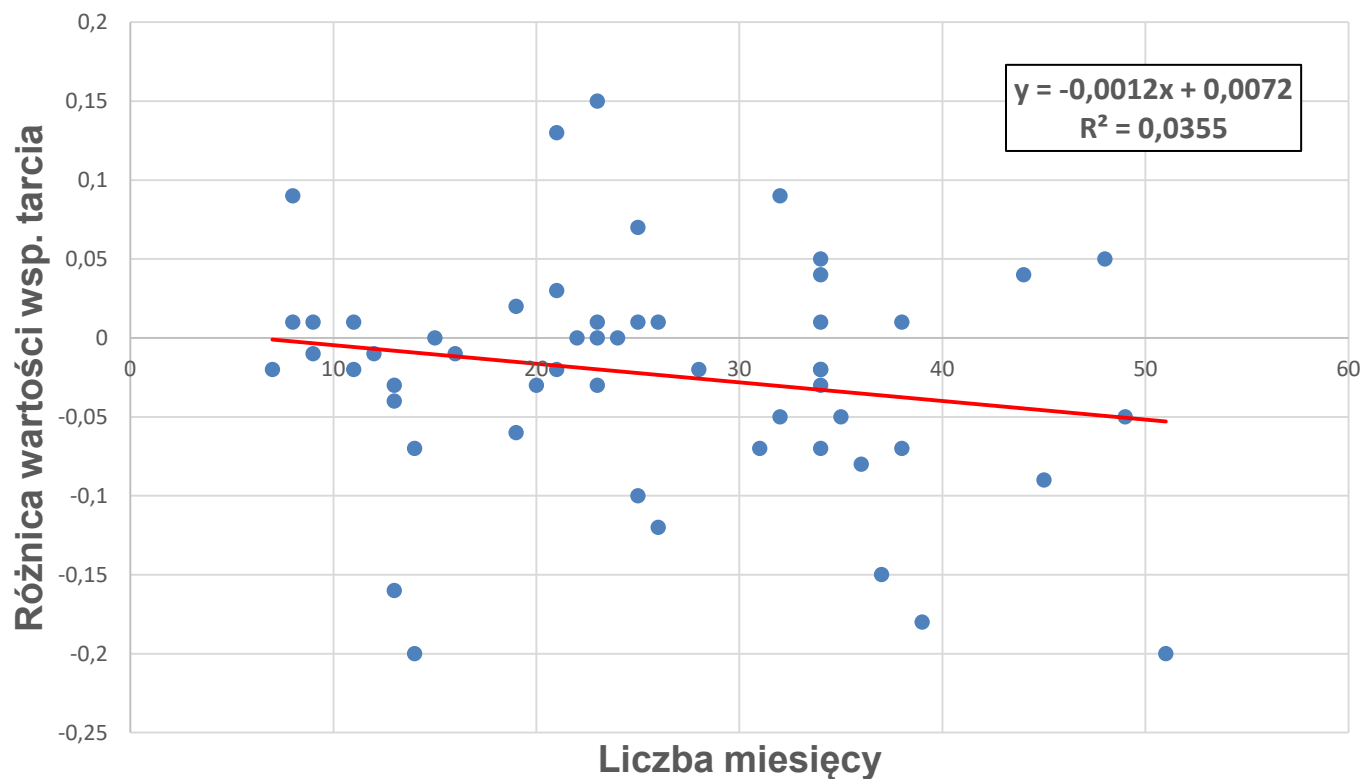
Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Różnice wartości wsp. tarcia (SOSN/DSN – odbiorcze)



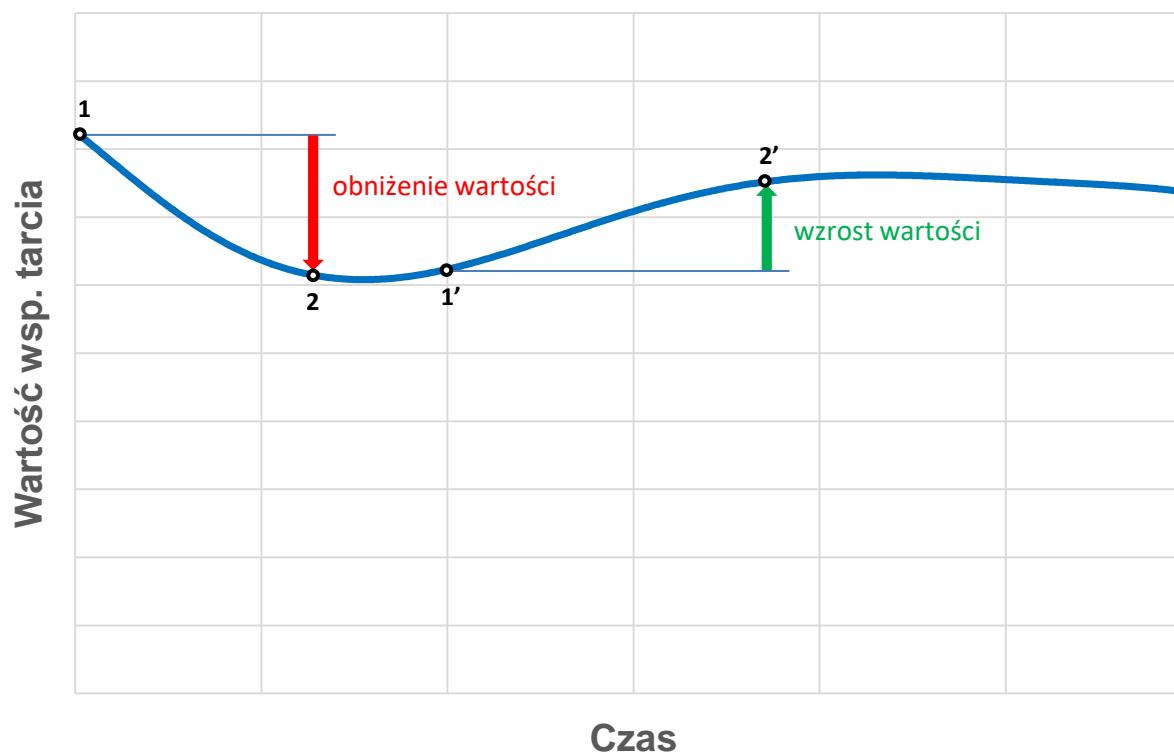
Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Różnice wartości wsp. tarcia (SOSN/DSN – odbiorcze)



Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Zmienność wsp. tarcia w początkowym okresie eksploatacji



Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

Obecnie obowiązujące przepisy techniczne określające wymagania jakie powinna spełniać nawierzchnia drogowa, bazują na kryteriach opracowanych w latach 90-tych ubiegłego wieku. Zmiany w technologii wykonania warstwy ścieralnej, rozwój w produkcji opon i systemów bezpieczeństwa aktywnego w pojazdach oraz duży wzrost ruchu drogowego skłaniają do kompleksowego uporządkowania problematyki pomiaru i oceny właściwości przeciwpoślizgowych w Polsce. Dlatego należy zrealizować pracę badawczą, której głównymi celami będą:

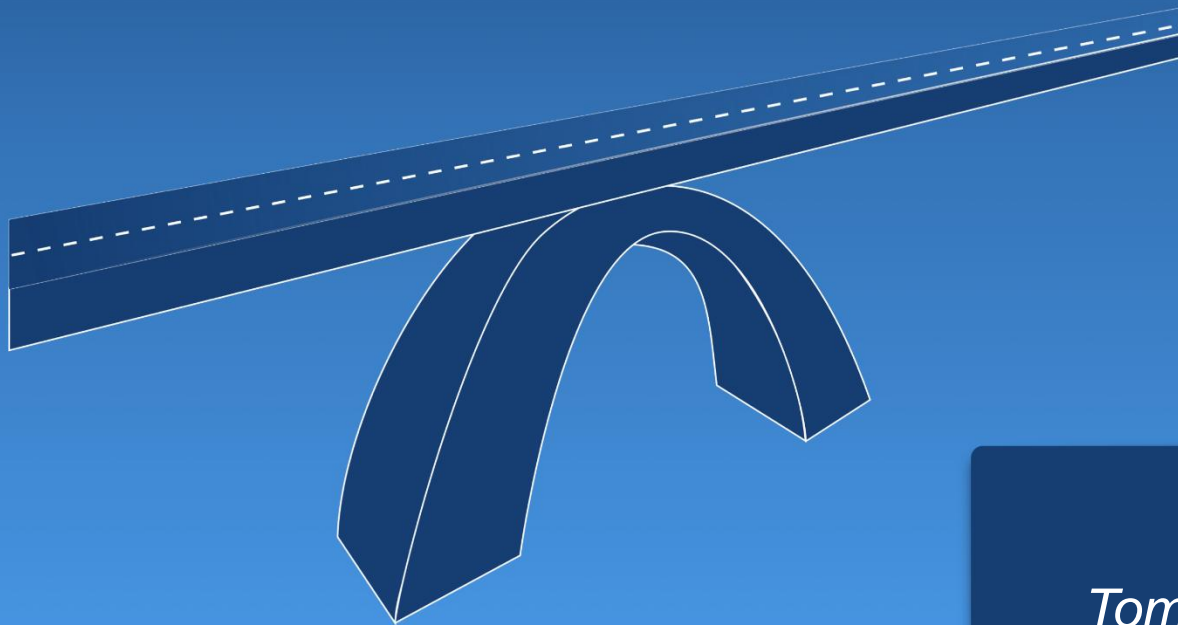
Badania współczynnika tarcia nawierzchni drogowych w Polsce: sprzęt, procedury pomiarowe i wymagania

- A. Weryfikacja metod pomiarowych i opracowanie zależności funkcyjnych między wynikami uzyskiwanymi przy użyciu różnych urządzeń do pomiaru wsp. tarcia.
- B. Określenie minimalnych wartości współczynnika tarcia, zapewniających bezpieczeństwo użytkowników dróg różnych klas technicznych.
- C. Weryfikacja wymagań dla nowych dróg oraz w okresie trwania gwarancji.
- D. Weryfikacja klasyfikacji stanu technicznego nawierzchni w systemie DSN.

Dziękuję za uwagę



INSTYTUT BADAWCZY
DRÓG I MOSTÓW
ROAD AND BRIDGE
RESEARCH INSTITUTE



*Tomasz Mechowski,
tmechowski@ibdim.edu.pl*