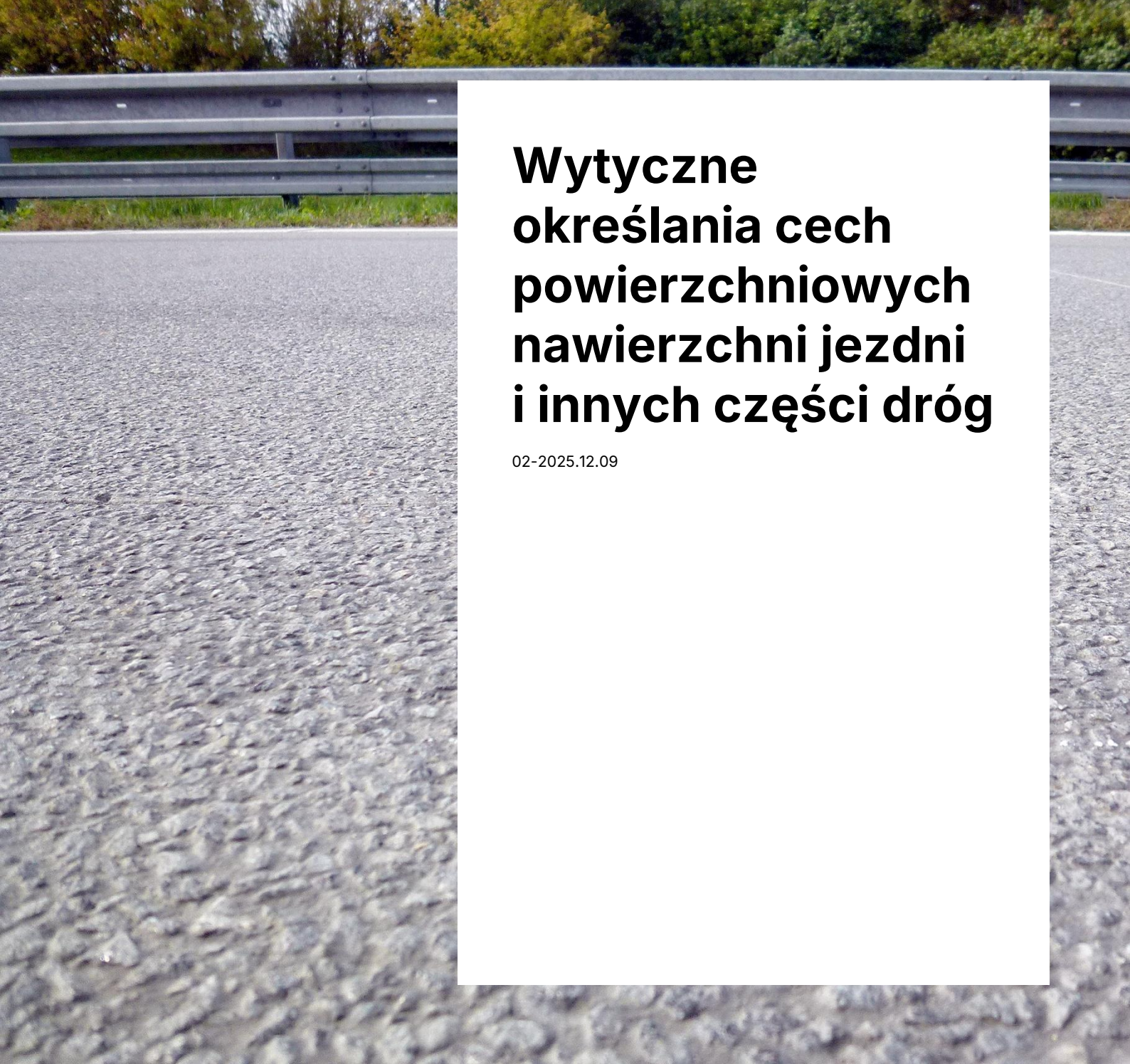




Wytyczne określania cech powierzchniowych nawierzchni jezdni i innych części dróg

02-2025.12.09

**Wzorce i standardy
rekomendowane przez
Ministra właściwego ds. transportu**

WR-D-64

WR-D-64

Wytyczne określania cech powierzchniowych nawierzchni jezdni i innych części dróg

Wersja: **02**

Obowiązuje od: **2025.12.09**

Rekomendował: **Minister Infrastruktury w dniu 9 grudnia 2025 r. (DDP-4.0600.5.2024)**

Wzorce i standardy rekomendowane przez Ministra właściwego ds. transportu:

- 1) nie stanowią przepisów techniczno-budowlanych, ale stanowią jeden ze zbiorów zasad wiedzy technicznej w rozumieniu ustawy – Prawo budowlane,
- 2) zgodnie z ustawą o drogach publicznych przeznaczone są do dobrowolnego stosowania,
- 3) nie zwalniają osób wykonujących samodzielne funkcje techniczne w budownictwie z odpowiedzialności zawodowej.

Opracował Zespół, w skład którego wchodził przedstawiciel: Politechniki Wrocławskiej, Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad oraz Instytutu Badawczego Dróg i Mostów, na podstawie wersji 01-2022.07.18.

Jednostka odpowiedzialna:

Ministerstwo Infrastruktury, Departament Dróg Publicznych
ul. Chałubińskiego 4/6, 00-968 Warszawa

© Skarb Państwa – Minister Infrastruktury

Zdjęcie na okładce © Piotr Mackiewicz

Spis treści

1. Przedmiot i zakres stosowania

2. Wykaz opracowań powołanych

2.1. Normy

2.2. Pozostałe opracowania

3. Definicje i objaśnienia skrótów

3.1. Definicje

3.2. Skróty

3.3. Symbole

4. Właściwości przeciwpoślizgowe

4.1. Pomiar nieciągły współczynnika tarcia

4.2. Pomiar ciągły współczynnika tarcia

5. Makrotekstura

6. Równość podłużna

6.1. Metody pomiarowe

6.2. Warstwa ścierna nawierzchni lub warstwa nawierzchniowa

6.3. Warstwa wiążąca i warstwa podbudowy nawierzchni

7. Równość poprzeczna

Załącznik. Krajowa procedura harmonizacji i badań biegłości urządzeń do wykonywania pomiarów współczynnika tarcia nawierzchni drogowych

1. Przedmiot i zakres stosowania

(1) Przedmiotem opracowania są wytyczne określenia wybranych cech powierzchniowych nawierzchni jezdni i innych części dróg, przeznaczonych do ruchu pojazdów samochodowych, przed oddaniem ich do użytkowania, a w przypadku właściwości przeciwpoślizgowych również dla pomiarów powtórnych.

(2) Wytyczne skierowane są w szczególności do zarządców, projektantów i wykonawców dróg.

(3) Wytyczne przeznaczone są do stosowania przy projektowaniu, wykonywaniu i odbiorze robót budowlanych polegających na budowie, przebudowie lub remoncie drogi o nawierzchni twardej.

(4) Wytyczne zawierają metodyki pomiaru i wymagania dotyczące parametrów odpowiadających poszczególnym cechom nawierzchni drogowych, tj.:

- a) właściwościom przeciwpoślizgowym,
- b) makroteksturze,
- c) równości podłużnej,
- d) równości poprzecznej.

(5) Metoda pomiaru i wymagania wobec właściwości przeciwpoślizgowych dotyczą warstwy ścieralnej i warstwy nawierzchniowej.

(6) Metoda pomiaru i wymagania wobec makrotekstury dotyczą warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego tekstuowanego metodą odkrytego kruszywa.

(7) Metoda pomiaru i wymagania wobec równości podłużnej oraz równości poprzecznej dotyczą powierzchni następujących warstw konstrukcji nawierzchni: warstwy ścieralnej, warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego lub z kostki, warstwy wiążącej oraz warstwy podbudowy zasadniczej.

2. Wykaz opracowań powołanych

2.1. Normy

- [1] PN-EN 13036-1:2010 Cechy powierzchniowe nawierzchni drogowych i lotniskowych. Metody badań. Część 1: Pomiar głębokości makrotekstury metodą objętościową.
- [2] PN-EN 13036-4:2011 Drogi samochodowe i lotniskowe. Metoda badań. Część 4: Metoda pomiaru oporu poślizgu/poślizgnięcia na powierzchni: Próba wahadła.
- [3] PN-EN 13036-5:2020-01 Cechy powierzchniowe nawierzchni drogowych i lotniskowych. Metody badań. Część 5: Określanie wskaźników nierówności podłużnej.
- [4] PN-EN 13036-6:2008 Właściwości nawierzchni drogowych i lotniskowych. Metody badań. Część 6: Pomiary poprzecznych i podłużnych profili w zakresie długości fali równości i megatekstury.
- [5] PN-EN 13036-7:2004 Drogi samochodowe i lotniskowe. Metody badań. Część 7: Pomiar nierówności nawierzchni: badanie liniałem mierniczym.
- [6] PN-EN 13036-8:2008 Właściwości nawierzchni drogowych i lotniskowych. Metody badań. Część 8: Określenie wskaźników nierówności poprzecznej.
- [7] BN-68/8931-04 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łata.
- [8] PN-EN ISO 13473-1:2019-04 Charakterystyka tekstury nawierzchni przy użyciu profili powierzchniowych. Część 1: Określenie średniej głębokości profilu.

2.2. Pozostałe opracowania

- [9] Specification for a standard test tyre for friction coefficient measurement of a pavement surface: Ribbed test tyre. PIARC Technical Committee 1: Surfaces characteristics, 2004.
- [10] Procedura GDDKIA/STWP/SRT-3. Specyfikacja techniczna. Właściwości powierzchniowe nawierzchni drogowych. Procedura wyznaczania właściwości przeciwoślizgowych nawierzchni drogowych za pomocą urządzenia do nieciągłego pomiaru współczynnika tarcia wzdłużnego LFC, przy współczynniku poślizgu 100%.
- [11] Procedura GDDKIA/STWP/TWO. Specyfikacja techniczna. Właściwości powierzchniowe nawierzchni drogowych. Procedura wyznaczania właściwości przeciwoślizgowych nawierzchni drogowych za pomocą urządzenia do ciągłego pomiaru współczynnika tarcia podłużnego. CFME – Continuous friction measuring equipment (urządzenie do ciągłego pomiaru współczynnika tarcia).
- [12] Procedura GDDKIA/STWP/VF. Specyfikacja techniczna. Procedura określania właściwości przeciwoślizgowych nawierzchni drogowych przy użyciu urządzenia ze wzdłużnie kontrolowanym poślizgiem (LFCN).
- [13] Diagnostyka stanu nawierzchni i jej elementów. Wytyczne stosowania. Załącznik do zarządzenia nr 21 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 17 czerwca 2019 roku.

3. Definicje i objaśnienia skrótów

3.1. Definicje

Cechy powierzchniowe nawierzchni – właściwości techniczno-eksploatacyjne górnej powierzchni nawierzchni, które zmieniają się w procesie eksploatacji.

Długości fali – odległość między okresowo powtarzającymi się odcinkami krzywej sinusoidalnej.

Głębokość koleiny – miara nierówności w przekroju poprzecznym przy metodzie profilometrycznej.

Konstrukcja nawierzchni lub nawierzchnia – zespół odpowiednio dobranych warstw, którego celem jest bezpieczne rozłożenie obciążeń od kół pojazdów na podłoże gruntowe oraz zapewnienie bezpieczeństwa i komfortu ruchu pojazdów. Określenia „konstrukcja nawierzchni” i „nawierzchnia” są równoznaczne i mogą być stosowane wymiennie.

Makrotekstura – odchylenie rzędnych powierzchni nawierzchni od teoretycznie płaskiej powierzchni w zakresie długości fali od 0,5 do 50,0 mm.

Megatekstura – odchylenie rzędnych powierzchni nawierzchni od teoretycznie płaskiej powierzchni w zakresie długości fali od 50 mm do 500 mm.

Międzynarodowy wskaźnik równości IRI – międzynarodowy wskaźnik równości stanowiący podstawowy parametr równości podłużnej, obliczany na podstawie profilu podłużnego nawierzchni, zgodnie z przyjętą powszechnie procedurą. Charakteryzuje komfort jazdy poprzez symulację pracy zawieszenia umownego pojazdu („golden car”, „quarter car”) poruszającego się z prędkością 80 km/h na długości analizowanego odcinka nawierzchni.

Profil nawierzchni – dwuwymiarowe odwzorowanie powierzchni. W sensie fizycznym profil nawierzchni stanowi zbiór punktów wysokościowych zarejestrowanych przez urządzenie pomiarowe w stałych odstępach wzdłuż linii pomiaru w zakresie długości fali równości.

Profil podłużny – przecięcie pomiędzy powierzchnią nawierzchni i konwencjonalną płaszczyzną odniesienia prostopadłą do powierzchni nawierzchni i równoległą do kierunku pasa ruchu. W sensie fizycznym profil podłużny stanowi zbiór punktów wysokościowych zarejestrowanych przez urządzenie pomiarowe w odstępach wzdłuż określonej linii, w zakresie długości fali równości.

Profil poprzeczny – przecięcie pomiędzy powierzchnią nawierzchni i płaszczyzną odniesienia prostopadłą do powierzchni nawierzchni i prostopadłą do kierunku pasa ruchu. W sensie fizycznym profil poprzeczny stanowi zbiór punktów wysokościowych zarejestrowanych przez urządzenie pomiarowe w określonym rozstawie prostopadle do osi drogi, w zakresie długości fali równości i megatekstury.

Równość – właściwość techniczno-eksploatacyjna określająca, w jakim stopniu powierzchnia nawierzchni drogowej jest zbieżna z powierzchnią wymaganą (płaską), w zakresie długości fali równości.

Równość podłużna – właściwość techniczno-eksploatacyjna określająca nierówności nawierzchni w kierunku podłużnym do osi jezdni (zgodnie z kierunkiem jazdy), w zakresie długości fali równości. Określa zdolność nawierzchni jezdni do niewzbudzania wstrząsów i drgań poruszającego się pojazdu.

Równość poprzeczna – właściwość techniczno-eksploatacyjna określająca nierówności nawierzchni w kierunku poprzecznym do osi jezdni (prostopadle do kierunku jazdy), w zakresie długości fali równości.

Średnia głębokość profilu (MPD) – średnia głębokość profilu określona według normy [8].

Średnia głębokość tekstury (MTD) – średnia głębokość tekstury określona za pomocą metody objętościowej według normy [1].

Warstwa nawierzchniowa – wierzchnia warstwa konstrukcji nawierzchni z betonu cementowego poddana bezpośredniemu oddziaływaniu ruchu i czynników atmosferycznych.

Warstwa ścieralna – wierzchnia warstwa konstrukcji nawierzchni podatnej i półsztywnej poddana bezpośredniemu oddziaływaniu ruchu i czynników atmosferycznych wykonana z mieszanki mineralno-asfaltowej.

Właściwości przeciwpoślizgowe – cecha charakteryzująca przyczepność pomiędzy powierzchnią nawierzchni a oponą pojazdu, określona zgodnie ze standaryzowaną metodą.

Współczynnik tarcia – współczynnik (iloraz) pomiędzy siłą poziomą w kierunku ruchu, która pojawia się pomiędzy kołem pomiarowym i badaną nawierzchnią, a siłą pionową dociskającą to koło do nawierzchni drogi.

3.2. Skróty

ETD (ang. Estimated Texture Depth) – szacowana głębokość tekstury.

MPD (ang. Mean Profile Depth) – średnia głębokość profilu.

MTD (ang. Mean Texture Depth) – średnia głębokość tekstury.

PIARC (ang. Permanent International Association of Road Congresses; World Road Association) – Światowe Stowarzyszenie Drogowe.

3.3. Symbole

(1) Wykaz symboli użytych w niniejszych wytycznych wraz z odpowiednią jednostką oraz opisem zestawiono w tab. 3.3.1.

Tab. 3.3.1. Wykaz symboli stosowanych w wytycznych

Symbol	Jednostka	Opis
μ	[-]	współczynnik tarcia
<i>IRI</i>	[mm/m], [m/km]	międzynarodowy wskaźnik równości

4. Właściwości przeciwpoślizgowe

- (1) Właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni określa się za pomocą współczynnika tarcia.
- (2) Współczynnik tarcia określa się za pomocą równoważnych metod pomiaru: nieciągniętego i ciągniętego.

4.1. Pomiar nieciągnięty współczynnika tarcia

- (1) Pomiar nieciągnięty współczynnika tarcia wykonuje się urządzeniem o pełnej blokadzie koła, nie rzadziej niż co 50 m na nawierzchni zwilżanej wodą w ilości 0,5 l/m², przy 100% poślizgu opony testowej rowkowanej („ribbed tyre”) rozmiaru 165 R 15, według [9].
- (2) Temperatura otoczenia w czasie pomiarów powinna wynosić od 5 do 30°C, nawierzchnia powinna być czysta. Pomiar wykonuje się przy prędkości pomiarowej wynoszącej 30 lub 60 km/h.
- (3) Pomiar wykonuje się przed oddaniem nawierzchni do użytkowania oraz powtórnie w okresie od 4 do 8 tygodni od oddania nawierzchni do użytkowania. Badanie powtórne wykonuje się w śladzie koła. Jeżeli warunki atmosferyczne uniemożliwiają wykonanie pomiaru w wymienionym terminie, wykonuje się go z najmniejszym możliwym opóźnieniem.
- (4) Długość ocenianego odcinka nawierzchni wynosi 100 m, a liczba pomiarów powinna być nie mniejsza niż 2.
- (5) Uzyskane wartości współczynnika tarcia rejestruje się z dokładnością do trzech miejsc po przecinku.
- (6) Miarami właściwości przeciwpoślizgowych na ocenianym odcinku nawierzchni są: wartość średnia współczynnika tarcia μ_{sr} oraz wartość minimalna współczynnika tarcia μ_{min} . Wymienione parametry muszą być spełnione łącznie. Wartość średnią i minimalną współczynnika tarcia podaje się z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.
- (7) Podczas pomiaru nieciągniętego współczynnika tarcia nawierzchni rejestruje się dane o lokalizacji toru pomiarowego (np. pikietaż, pas, jezdnia itp.).
- (8) W tab. 4.1.1 zestawiono wymagane średnie i minimalne wartości współczynnika tarcia określone metodą pomiaru nieciągniętego.

Tab. 4.1.1. Wymagane średnie i minimalne wartości współczynnika tarcia określone metodą pomiaru nieciągniętego

Klasa drogi	Część drogi	Wymagane wartości współczynnika tarcia, przy prędkości pomiarowej			
		30 km/h ²⁾		60 km/h	
		μ_{sr}	μ_{min}	μ_{sr}	μ_{min}
A, S	Pas ruchu, pas awaryjny ¹⁾	-	-	0,46	0,44
	Pas włączania, pas wyłączania, jezdnia łącznicy, jezdnia zbierająco-rozprowadzająca	0,56	0,53	0,48	0,46
GP, G	Pas ruchu, opaska zewnętrzna ¹⁾ , jezdnia łącznicy, jezdnia zbierająco-rozprowadzająca	0,46	0,43	0,39	0,37

¹⁾ w przypadku części poboczy o nawierzchni twardej (pasów awaryjnych lub opasek zewnętrznych) wykonywanych w jednym ciągu technologicznym, wymagania można uznać za spełnione na podstawie pozytywnych parametrów nawierzchni pasów ruchu,
²⁾ wartości dotyczące odcinków nawierzchni, na których nie można wykonać pomiarów z prędkością 60 km/h (jezdnie łącznic, jezdnie zbierająco-rozprowadzające, pasy włączania, pasy wyłączania).

- (9) Do pomiarów współczynnika tarcia metodą pomiaru nieciągniętego używa się urządzeń pomiarowych spełniających kryteria polskiego systemu walidacji urządzeń pomiarowych. Harmonizacja urządzenia do pomiaru nieciągniętego współczynnika tarcia odbywa się zgodnie z zasadami określonymi w załączniku.

(10) Urządzenia pomiarowe biorące udział w badaniu biegłości muszą być znormalizowane lub posiadać jednoznaczną i kompletną specyfikację techniczną. W tym celu zaleca się wykorzystanie np. [10].

4.2. Pomiar ciągły współczynnika tarcia

(1) Pomiar ciągły współczynnika tarcia wykonuje się urządzeniem o niepełnej blokadzie koła pomiarowego z oponą testową bezbieżnikową, na nawierzchni zwilżanej wodą w ilości 0,5 l/m².

(2) Temperatura otoczenia w czasie pomiarów powinna wynosić od 5 do 30°C, a nawierzchnia powinna być czysta. Pomiar wykonuje się przy prędkości pomiarowej wynoszącej 60 km/h. Na odcinkach nawierzchni, na których nie można wykonać pomiarów przy prędkości 60 km/h, badania przeprowadza się przy prędkości pomiarowej wynoszącej 30 km/h.

(3) Pomiar wykonuje się przed oddaniem nawierzchni do użytkowania oraz powtórnie w okresie od 4 do 8 tygodni od oddania nawierzchni do użytkowania. Pomiar powtórny wykonuje się w śladzie koła. Jeżeli warunki atmosferyczne uniemożliwiają wykonanie pomiaru w wymienionym terminie, realizuje się go z najmniejszym możliwym opóźnieniem.

(4) Wyniki pomiarów uśrednia się dla kolejnych odcinków o długości 20 m, a uzyskane wartości współczynnika tarcia rejestruje się z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

(5) Długość ocenianego odcinka nawierzchni wynosi 100 m, a liczba pomiarów powinna być nie mniejsza niż 5.

(6) Miara właściwości przeciwpoślizgowych na ocenianym odcinku nawierzchni są: wartość średnia współczynnika tarcia μ_{sr} oraz wartość minimalna współczynnika tarcia μ_{min} . Wymienione powyżej parametry muszą być spełnione łącznie. Wartość średnią i minimalną współczynnika tarcia podaje się z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

(7) Podczas badania ciągłego współczynnika tarcia nawierzchni rejestruje się dane o lokalizacji toru pomiarowego (pikietaż, pas, jezdnia itp.).

(8) W tab. 4.2.1 zestawiono wymagane średnie i minimalne wartości współczynnika tarcia określone dla zharmonizowanych urządzeń do pomiaru ciągłego. Wymagania zostały określone dla aktualnego wzorca opisanego w załączniku. W przypadku zmiany wzorca wartości wymagań należy zweryfikować.

Tab. 4.2.1. Wymagane średnie i minimalne wartości współczynnika tarcia określone dla urządzeń do pomiaru ciągłego

Klasa drogi	Część drogi	Wymagane wartości współczynnika tarcia, przy prędkości pomiarowej			
		30 km/h ²⁾		60 km/h	
		μ_{sr}	μ_{min}	μ_{sr}	μ_{min}
A, S	Pas ruchu, pas awaryjny ¹⁾	-	-	0,33	0,31
	Pas włączania, pas wyłączenia, jezdnia łącznicy, jezdnia zbierająco-rozprowadzająca	0,38	0,36	0,34	0,32
GP, G	Pas ruchu, opaska zewnętrzna ¹⁾ , jezdnia łącznicy, jezdnia zbierająco-rozprowadzająca	0,32	0,30	0,28	0,26

¹⁾ w przypadku części poboczy o nawierzchni twardej (pasów awaryjnych lub opasek zewnętrznych) wykonywanych w jednym ciągu technologicznym, wymagania można uznać za spełnione na podstawie pozytywnych parametrów nawierzchni pasów ruchu,
²⁾ wartości dotyczące odcinków nawierzchni, na których nie można wykonać pomiarów z prędkością 60 km/h (jezdnie łącznic, jezdnie zbierająco-rozprowadzające, pasy włączania, pasy wyłączenia).

(9) Do pomiarów współczynnika tarcia wyznaczanego metodą pomiaru ciągłego używa się urządzeń pomiarowych spełniających kryteria polskiego systemu walidacji urządzeń pomiarowych. Harmonizacja urządzenia do pomiaru ciągłego współczynnika tarcia odbywa się zgodnie z zasadami określonymi w załączniku.

(10) Urządzenia pomiarowe biorące udział w badaniu biegłości muszą być znormalizowane lub posiadać jednoznaczną i kompletną specyfikację techniczną. W tym celu zaleca się wykorzystanie np. [11] lub [12].

5. Makrotekstura

(1) Makroteksturę nawierzchni ocenia się na warstwie nawierzchniowej z betonu cementowego z odkrytym kruszywem. Rozróżnia się dwie metody pomiaru: objętościową i profilometryczną.

(2) Makroteksturę określa się na podstawie metody objętościowej zgodnie z normą [1]. Za zgodą zarządcy drogi dopuszcza się stosowanie metody profilometrycznej do oceny makrotekstury zgodnie z normą [8], pod warunkiem udziału urządzenia w badaniach międzylaboratoryjnych i uzyskania pozytywnej oceny powtarzalności i odtwarzalności wyników pomiaru makrotekstury (aktualnej, tj. nie starszej niż 18 miesięcy) lub posiadania dla urządzenia sprawdzonej zależności korelacyjnej z metodą objętościową.

(3) Ocena makrotekstury mierzona metodą objętościową powinna być wykonana na podstawie pomiarów średniej głębokości tekstury MTD , ustalonej zgodnie z normą [1]. Wartość średnią MTD uzyskuje się z czterech pomiarów wykonanych na jednej płycie oraz określa się co najmniej raz na 300 mb jezdni. Wartość średnia MTD powinna zawierać się w przedziale od 0,8 do 1,3 mm, natomiast pojedynczy wynik pomiaru MTD powinien zawierać się w przedziale od 0,6 do 1,5 mm. Przy ocenie makrotekstury warstwy nawierzchniowej wykonanej w ramach danego zadania wymaga się, aby 95% wartości średnich spełniało powyższe wymagania.

(4) Przy metodzie profilometrycznej ciągły pomiar MPD wykonuje się liniowo na zasadniczym pasie ruchu.

(5) Przy metodzie profilometrycznej pomiar MPD wykonuje się według jednego ustalonego powtarzalnego schematu lokalizacji punktów pomiarowych. Dla wybranego pasa ruchu i odcinka drogi wskaźnik MPD określa się jako wartość średnią dla odcinków o długościach 50 m oraz 1 000 m (wartość średnia z 20 odcinków o długości 50 m każdy). Wyniki obliczeń zaokrągla się do 0,1 mm. Odcinek końcowy o długości mniejszej niż 1 000 m ocenia się łącznie z odcinkiem poprzedzającym.

(6) Przy wykorzystaniu metody profilometrycznej, w pierwszym etapie przetwarzania danych wartość wskaźników MPD normalizuje się względem standardowej prędkości pomiarowej 60 km/h według formuły przeliczeniowej (5.1), zgodnie z [13]:

$$MPD_{60} = MPD_{pom} - 0,002 \cdot (60 - V_{pom}) \quad (5.1)$$

gdzie:

MPD_{60} – wartość wskaźnika MPD przy prędkości 60 km/h,

MPD_{pom} – wartość wskaźnika MPD przy danej prędkości pomiaru V_{pom} ,

V_{pom} – prędkość pomiaru.

(7) W kolejnym etapie, na podstawie znormalizowanego wskaźnika średniej głębokości profilu MPD_{60} określa się szacowaną głębokość tekstury ETD według wzoru (5.2):

$$MTD \approx ETD = 1,1 \cdot MPD_{60} \quad (5.2)$$

gdzie:

MPD_{60} – wartość wskaźnika MPD przy prędkości 60 km/h.

(8) Pomierzone bezpośrednio rzędne profilu nawierzchni są wykorzystywane do obliczenia wskaźnika średniej głębokości profilu MPD . Określenie wskaźników MPD przeprowadza się za pomocą zweryfikowanego programu obliczeniowego, zgodnie z procedurą obliczeniową określoną w normie [8].

6. Równość podłużna

6.1. Metody pomiarowe

(1) Ocena równości podłużnej umożliwia zidentyfikowanie odchylenia powierzchni jezdni od rzeczywiście płaskiej powierzchni, mierzonej wzdłuż kierunku jazdy, w zakresie długości fali od 0,05 do 50,00 m.

- (2) Do oceny równości podłużnej nawierzchni stosuje się metody:
- a) profilometryczną, bazującą na wskaźnikach równości *IRI*,
 - b) pomiaru ciągłego z wykorzystaniem planografu (równoważną metodzie „łaty i klina”),
 - c) „łaty i klina”.

Metoda profilometryczna

(3) W metodzie profilometrycznej zaleca się stosowanie mobilnego profilometru, który umożliwia rejestrację profilu podłużnego z jednostajną prędkością z zakresu od 20 do 100 km/h. Podczas pomiaru rejestruje się dane o lokalizacji toru pomiarowego przez podanie kilometrażu lokalnego lub współrzędnych GPS.

(4) Pomiary z użyciem mobilnego profilometru wykonuje się w warunkach atmosferycznych, podczas których powierzchnia nawierzchni jest sucha. Pomiar mobilnym profilometrem na odcinku przeznaczonym do oceny równości podłużnej wykonuje się jedynie, jeżeli istnieją odpowiednie długości odcinków najazdowych (rozbiegowych) niezbędnych do osiągnięcia wymaganej prędkości pojazdu podczas rejestracji profilu podłużnego oraz odcinków niezbędnych do wytracania prędkości po zakończeniu rejestracji.

(5) Podstawowe parametry czujników profilometru wykonującego badania równości podłużnej nawierzchni powinny być zgodne z normą [4]. Profilometr wykonujący badania równości podłużnej powinien spełniać wymagania określone w tab. 6.1.1.

Tab. 6.1.1. Wymagania sprzętowe dla profilometru wykonującego pomiary równości podłużnej

Parametr	Jednostka	Wymagany zakres	Klasa profilometru
Rozdzielczość pionowa czujnika laserowego	[mm]	$\leq 0,2$	klasa 1
Interwał podłużnego próbkowania sygnału	[mm]	$\leq 50,0$	klasa 1
Interwał rejestracji rzędnych profilu	[mm]	$\leq 100,0$	klasa 1
Filtr fali długiej (-3 dB)	[m]	≥ 00	klasa 1
Prędkość pomiaru	[km/h]	20-100	-
Dokładność określenia dystansu	[m/km]	≤ 1	klasa 2

(6) Zarówno algorytmy oprogramowania profilometrów, które obliczają wartość *IRI* w czasie rzeczywistym podczas prowadzenia pomiarów na nawierzchni drogi, jak i algorytmy niezależnego oprogramowania, które oblicza wartość *IRI* na podstawie pomierzonych profili podłużnych przez urządzenia różnych producentów, muszą być zgodne z algorytmem podanym w normie w załącznikach A i B normy [3].

Metoda pomiaru ciągłego z wykorzystaniem planografu

(7) Planografem wykonuje się pomiar prześwitu pomiędzy płaszczyzną kół jezdnych a badaną powierzchnią, ale tylko w środku rozpiętości.

(8) Pomiar wykonuje się w sposób ciągły. Urządzenie przemieszcza się na kołach jezdnych z prędkością od 3 do 5 km/h i co 50 mm dokonywany jest zapis prześwitu do bazy, z której wybierana jest największa wartość, będąca wynikiem pomiaru „łaty i klina”.

Metoda „łaty i klina”

(9) Pomiar metodą „łaty i klina” polega na położeniu łaty na badanej powierzchni i wyznaczeniu za pomocą klina maksymalnego prześwitu pomiędzy łatą a badaną powierzchnią, według

normy [7]. Wielkość zmierzonego prześwitu jest równa najmniejszej liczbie widocznej na klinie podłożonym pod łatę.

(10) Pomiar wykonuje się w sposób ciągły. W czasie badania łatę układa się równolegle do osi drogi w płaszczyźnie prostopadłej do badanej powierzchni.

(11) Łata pomiarowa do badania równości podłużnej powinna posiadać długość 4 m, odpowiednią sztywność (tj. ugięcie mniejsze niż 0,5 mm) oraz równą dolną płaszczyznę.

(12) Do pomiaru prześwitu stosuje się klin z wyskalowaną podziałką odpowiednią do wysokości.

6.2. Warstwa ścieralna nawierzchni lub warstwa nawierzchniowa

(1) Ocenę równości podłużnej warstwy ścieralnej nawierzchni lub warstwy nawierzchniowej drogi klasy A, S, GP lub G wykonuje się metodą profilometryczną bazującą na wskaźnikach równości IRI [mm/m]. Ocenie podlega równość podłużna w torze pomiarowym w śladzie prawego koła, zgodnie z projektowanym kierunkiem jazdy.

(2) Wartość wskaźnika IRI wyznacza się z krokiem co 50 m oraz dodatkowo – w przypadku pasów ruchu drogi klasy A, S lub GP o dwóch jezdniach głównych – z krokiem co 10 m.

(3) Odcinek drogi, którego warstwa ścieralna nawierzchni lub warstwa nawierzchniowa podlega ocenie równości podłużnej metodą profilometryczną, dzieli się na oceniane odcinki o długości nie większej niż 1 000 m. W przypadku odcinka, którego długość jest mniejsza niż 500 m, ocenę równości podłużnej przeprowadza się łącznie z odcinkiem poprzedzającym o długości równej 1 000 m. W przypadkach szczególnych, tj. początek lub koniec odcinka drogi, oceniane odcinki mogą mieć długości od 500 do 1 500 m.

(4) Wymagana równość podłużna jest w przypadku metody profilometrycznej określona przez dopuszczalną wartość średnią wyników pomiarów $IRI_{\bar{s}_r}$, dopuszczalną wartość maksymalną pojedynczego pomiaru IRI_{max} oraz udział procentowy wskaźników równości IRI_{10} . Dopuszczalne wartości wskaźników IRI określa tab. 6.2.1.

Tab. 6.2.1. Dopuszczalne wartości wskaźników IRI dla warstwy ścieralnej nawierzchni lub warstwy nawierzchniowej drogi klasy A, S, GP lub G określane metodą profilometryczną

Klasa drogi	Część drogi	Dopuszczalne odbiorcze wartości wskaźników IRI dla zadanego zakresu długości odcinka drogi [mm/m]		
		$IRI_{\bar{s}_r}^{1)}$	$IRI_{max}^{1)}$	$IRI_{10}^{2)}$
A, S, GP	Pas ruchu, pas awaryjny, opaska zewnętrzna, pas włączania, pas wyłączania, miejsce poboru opłat	1,1 ³⁾	2,4	95% ≤ 1,8 100% ≤ 2,4
	Jezdnia łącznicy, jezdnia zbierająco-rozprowadzająca	1,3	2,4	–
	Jezdnia manewrowa	1,5	2,7	–
G	Pas ruchu, pas włączania, pas wyłączania, jezdnia łącznicy, jezdnia manewrowa	1,5 ³⁾	3,4	–

¹⁾ z analizy wyłącza się wskaźniki obejmujące miejsca występowania dylatacji drogowych obiektów inżynierskich – nie dotyczy dylatacji pozornych (uciągłych nawierzchni) i przekręć dylatacyjnych.
²⁾ stosuje się wyłącznie przy ocenie równości pasów ruchu drogi klasy A, S lub GP o dwóch jezdniach głównych. Z analizy wyłącza się wskaźniki obejmujące miejsca występowania dylatacji drogowych obiektów inżynierskich, - nie dotyczy dylatacji pozornych (uciągłych nawierzchni) i przekręć dylatacyjnych.
³⁾ w przypadku ulicy klasy GP lub G, jeżeli występują na niej studzienki kanalizacyjne, pokrywy wjazdów itp., w miejscach ich lokalizacji dopuszczalna wartość wynosi 1,7 mm/m.

(5) Równość podłużną warstwy ścieralnej nawierzchni lub warstwy nawierzchniowej w obrębie dylatacji drogowych obiektów inżynierskich (tj. w odległości nie większej niż 3 m od urządzenia dylatacyjnego) weryfikuje się metodą pomiaru ciągłego z wykorzystaniem planografu lub metodą „łaty i klina”. Dopuszczalne wartości odchyłek równości podłużnej określa tab. 6.2.2.

(6) Ocenę równości podłużnej na odcinkach krótkich, o długości mniejszej niż 500 m (za wyjątkiem pasów ruchu zasadniczych, awaryjnych, dodatkowych) można przeprowadzić, metodą pomiaru ciągłego z wykorzystaniem planografu lub łaty i klina, jako weryfikację pomiaru profilometrycznego. Dopuszczalne wartości odchyłek równości podłużnej określa tab. 6.2.2.

(7) Ocenę równości podłużnej warstwy ścieralnej nawierzchni lub warstwy nawierzchniowej drogi klasy A, S, GP lub G w miejscach niedostępnych dla profilometrów wykonuje się metodą pomiaru ciągłego z wykorzystaniem planografu. W miejscach niedostępnych dla planografu ocenę równości podłużnej wykonuje się metodą „łaty i klina”. Dopuszczalne wartości odchyłek równości podłużnej określa tab. 6.2.2.

Tab. 6.2.2. Dopuszczalne wartości odchyłek równości podłużnej dla warstwy ścieralnej nawierzchni lub warstwy nawierzchniowej drogi klasy A, S, GP lub G określane metodą pomiaru ciągłego z wykorzystaniem planografu lub metodą „łaty i klina”

Klasa drogi	Dopuszczalne wartości odchyłek równości podłużnej [mm]
A, S, GP	4 ¹⁾
G	6

¹⁾ w przypadku ulicy klasy GP, jeżeli występują na niej studzienki kanalizacyjne, pokrywy wjazdów itp., w miejscach ich lokalizacji dopuszczalna wartość wynosi 6 mm.

(8) Ocenę równości podłużnej warstwy ścieralnej nawierzchni lub warstwy nawierzchniowej drogi klasy Z, L lub D oraz stanowiska postojowego wykonuje się metodą pomiaru ciągłego z wykorzystaniem planografu. W miejscach niedostępnych dla planografu ocenę równości podłużnej wykonuje się metodą „łaty i klina”. Dopuszczalne wartości odchyłek równości podłużnej określa tab. 6.2.3.

Tab. 6.2.3. Dopuszczalne wartości odchyłek równości podłużnej dla warstwy ścieralnej nawierzchni lub warstwy nawierzchniowej drogi klasy Z, L lub D oraz stanowiska postojowego określane metodą pomiaru ciągłego z wykorzystaniem planografu lub metodą „łaty i klina”

Klasa drogi	Część drogi	Dopuszczalne odbiorcze wartości odchyłek równości podłużnej [mm]
Z	Pas ruchu, pas włączania, pas wyłączania, jezdnia łącznicy, jezdnia manewrowa	6
L, D	Pas ruchu, jezdnia manewrowa	9
-	Stanowisko postojowe	9

6.3. Warstwa wiążąca i warstwa podbudowy nawierzchni

(1) Ocenę równości podłużnej warstwy wiążącej i warstwy podbudowy nawierzchni wykonuje się metodą pomiaru ciągłego z wykorzystaniem planografu. W miejscach niedostępnych dla planografu, ocenę równości podłużnej wykonuje się metodą „łaty i klina”.

(2) Dopuszczalne wartości odchyłek równości podłużnej określa tab. 6.3.1.

Tab. 6.3.1. Dopuszczalne wartości odchyłek równości podłużnej dla warstwy wiążącej i warstwy podbudowy nawierzchni określane metodą pomiaru ciągłego z wykorzystaniem planografu lub metodą „łaty i klina”

Klasa drogi	Część drogi	Dopuszczalne wartości odchyłek równości podłużnej [mm]	
		warstwa wiążąca	warstwa podbudowy
A, S, GP	Pas ruchu, pas awaryjny, opaska zewnętrzna, pas włączania, pas wyłączania, miejsce poboru opłat, jezdnie łącznicy, jezdnie zbierająco-rozprowadzająca	6	9
	Jezdnie manewrowa	9	12
G, Z	Pas ruchu, pas włączania, pas wyłączania, jezdnie łącznicy, jezdnie manewrowa	9	12
L, D	Pas ruchu, jezdnie manewrowa	12	15
-	Stanowisko postojowe	12	15

7. Równość poprzeczna

- (1) Pomiar równości poprzecznej nawierzchni wykonuje się metodą profilometryczną lub metodą „łaty i klina”, zgodnie z normami [5] i [6].
- (2) Ocenę równości poprzecznej warstwy ścieralnej lub warstwy nawierzchniowej dróg klas A, S, GP i G wykonuje się metodą profilometryczną.
- (3) W przypadku warstwy ścieralnej lub warstwy nawierzchniowej dróg klas Z, L i D oraz jezdni manewrowych i stanowisk postojowych, a także w miejscach niedostępnych dla profilometru dopuszcza się wykonanie oceny równości poprzecznej metodą „łaty i klina”.
- (4) Ocenę równości poprzecznej warstwy wiążącej wykonuje się metodą profilometryczną. Dopuszcza się wykonanie tej oceny metodą „łaty i klina”. Metodą referencyjną oceny równości poprzecznej warstwy wiążącej jest pomiar profilometryczny.
- (5) Ocenę równości poprzecznej warstwy podbudowy wykonuje się metodą „łaty i klina” lub metodą profilometryczną.
- (6) Miarą równości poprzecznej, zgodnie z metodą profilometryczną, jest głębokość koleiny określona za pomocą teoretycznej łaty o długości 2 m w prawym i lewym śladzie koła.
- (7) Efektywna szerokość pomiarowa przy ocenie równości poprzecznej jest równa szerokości mierzonego pasa ruchu (części drogi) z tolerancją $\pm 15\%$. Wartość odchylenia równości poprzecznej wyznacza się z krokiem co 1 m, natomiast ocenie podlega wartość średnia z kolejnych 5 m.
- (8) Na pasie ruchu dopuszcza się zastosowanie mobilnego profilometru laserowego, który rejestruje profile poprzeczne nawierzchni z prędkością zbliżoną do prędkości potoku ruchu. Rzędne profili poprzecznych rejestruje się na szerokości pasa ruchu w dostosowaniu do jego szerokości i elementów oznakowania.
- (9) Przy ocenie równości poprzecznej metodą profilometryczną każdorazowo monitoruje się negatywny wpływ czynników zewnętrznych opisanych w instrukcji danego urządzenia.
- (10) Profilometr wykonujący badania równości poprzecznej powinien spełniać wymagania określone w tab. 7.1.

Tab. 7.1. Wymagania sprzętowe dla profilometru wykonującego badania równości poprzecznej

Parametr	Jednostka	Wymagany zakres	Klasa profilometru
Rozdzielczość pionowa czujnika laserowego	[mm]	$\leq 0,2$	klasa 1
Rozstaw czujników pomiarowych	[mm]	$\leq 350,0$	klasa 3
Krok próbkowania profili poprzecznych	[m]	≤ 1	klasa 1
Prędkość pomiaru	[km/h]	20-100	-
Dokładność określenia dystansu	[m/km]	$\leq 1,0$	klasa 2

- (11) Pomiar równości poprzecznej metodą „łaty i klina” wykonuje się z krokiem nie rzadziej niż co 5 m.
- (12) Miarą nierówności poprzecznej jest maksymalna odległość pomiędzy łatą a ocenianą powierzchnią zawartą pomiędzy punktami podparcia łaty na badanej powierzchni. W czasie pomiaru łata powinna leżeć prostopadle do osi drogi i w płaszczyźnie prostopadłej do powierzchni badanej warstwy.
- (13) Łata pomiarowa do badania równości poprzecznej powinna posiadać długość 2 m, odpowiednią sztywność (ugięcie łaty mniejsze niż 0,5 mm) oraz równą dolną płaszczyznę.
- (14) Do pomiaru prześwitu stosuje się klin z wyskalowaną podziałką odpowiednią do wysokości. Klin należy podkładać pod łatę w miejscu, w którym prześwit jest największy (największe odchylenie równości). Wielkość prześwitu jest równa najmniejszej liczbie widocznej na klinie podłożonym pod łatę.

(15) Dopuszczalne wartości odchyień równości poprzecznej przedstawia tab. 7.2.

Tab. 7.2. Dopuszczalne wartości odchyień równości poprzecznej dla warstwy ścieralnej lub nawierzchniowej oraz warstwy wiążącej i podbudowy

Klasa drogi	Część drogi ¹⁾	Dopuszczalne maksymalne wartości odchyień równości poprzecznej [mm]		
		warstwa ścieralna lub nawierzchniowa	warstwa wiążąca	warstwa podbudowy
A, S, GP	Pas ruchu, pas awaryjny, opaska zewnętrzna, pas włączania, pas wyłączenia, miejsce poboru opłat, jezdnia łącznicy, jezdnia zbierająco-rozprowadzająca	4 ¹⁾	6	9
	Jezdnia manewrowa	6	9	12
G, Z	Pas ruchu, pas włączania, pas wyłączenia, jezdnia łącznicy, jezdnia manewrowa	6	9	12
L, D	Pas ruchu, jezdnia manewrowa	9	12	15
-	Stanowisko postojowe	9	12	15
¹⁾ w przypadku ulicy klasy GP, jeżeli występują na niej studzienki kanalizacyjne, pokrywy włazów itp., w miejscach ich lokalizacji dopuszczalna wartość wynosi 6 mm.				

Załącznik. Krajowa procedura harmonizacji i badań biegłości urządzeń do wykonywania pomiarów współczynnika tarcia nawierzchni drogowych

1. Wstęp

1.1. Przedmiot procedury

Procedura określa sposób przeprowadzania badań biegłości mających na celu ocenę dokładności (poprawności i precyzji) urządzeń do pomiaru współczynnika tarcia nawierzchni drogowych oraz wymagania dotyczące oceny uzyskanych wyników.

Procedurę stosuje się w celu potwierdzenia, że jednostki uczestniczące w badaniach biegłości spełniają wymagania przy wykonywanych pomiarach.

1.2. Wykaz opracowań powołanych

- [1] PN-EN ISO/IEC 17043:2023-10 Ocena zgodności. Ogólne wymagania dotyczące kompetencji organizatorów badania biegłości.
- [2] ASTM E1911-09a Standard Test Method for Measuring Paved Surface Frictional Properties Using the Dynamic Friction Tester.

1.3. Definicje

Koordynator – jedna lub więcej osób odpowiedzialnych za organizację i zarządzanie wszystkimi działaniami związanymi z realizacją programu badania.

Metoda referencyjna – metoda badania współczynnika tarcia wskazana jako wzorcowa w porównaniach międzylaboratoryjnych, opisana w normie [2] lub w obowiązującej procedurze w przypadku wykorzystania urządzenia mobilnego.

Obiekt badania (obiekt badawczy) – nawierzchnia odcinka drogi, na której oznacza się wartości współczynnika tarcia za pomocą urządzenia referencyjnego. Obiekt badania może służyć zarówno do regularnej kontroli urządzeń pomiarowych, jak i do ich kalibracji.

Organizator badań – organizacja, która bierze odpowiedzialność za wszystkie zadania związane z opracowaniem i realizacją programu badania.

Pomiar testowy – pomiar współczynnika tarcia na obiekcie badawczym przy określonej prędkości pomiarowej.

Specyfikacja techniczna urządzenia – dokument opisujący kluczowe charakterystyki urządzenia pomiarowego, procedurę testową, sposób rejestracji danych, procedury kalibracji, zasady kontroli poprawności działania sprzętu pomiarowego, precyzję metody pomiarowej (powtarzalność i odtwarzalność) oraz sposób raportowania wyników badań.

Uczestnik (Operator) – laboratorium, organizacja lub osoba, które wykonują pomiary testowe i przekazują wyniki do sprawdzenia przez organizatora badania.

Urządzenie referencyjne – urządzenie opisane w normie [2] lub inne urządzenie mobilne, użytkowane zgodnie z obowiązującą procedurą.

2. Cel badań biegłości

Celem badań biegłości jest ocena rezultatów działania uczestników względem wcześniej ustalonego kryterium poprzez sprawdzenie, czy poszczególne urządzenia pomiarowe spełniają wymagania powtarzalności (r) lub odtwarzalności (R) określone w ich specyfikacjach technicznych.

Celem badań poprawności jest porównanie średniej wartości wyników pomiarów na poszczególnych obiektach badawczych z przyjętą wartością wielkości odniesienia, a tym samym

określenie błędu pomiaru poszczególnych urządzeń pomiarowych oraz różnych metod pomiarowych.

3. Prace przygotowawcze

3.1. Zadania organizatora

Badania biegłości przeprowadza się zgodnie z wcześniej określonym programem według normy [1].

Zadaniem organizatora jest w szczególności:

- a) wyznaczenie koordynatora odpowiedzialnego za przebieg badań,
- b) zaplanowanie terminu porównania międzylaboratoryjnego i poinformowanie o tym fakcie zainteresowanych jednostek,
- c) podejmowanie decyzji o zakresie porównania międzylaboratoryjnego,
- d) decydowanie o liczbie urządzeń pomiarowych biorących udział w badaniach, w celu zachowania jednakowych warunków pomiarowych oraz liczbie pomiarów testowych, które należy wykonać na obiektach badawczych,
- e) wyznaczenie osoby do analizy wyników badań,
- f) zorganizowanie doboru i przygotowanie obiektów badawczych oraz oznakowanie ich w terenie,
- g) określenie formatu wyników pomiarów oraz czas i sposób ich przekazania,
- h) zaprojektowanie odpowiednich formularzy lub nośników dla operatorów, aby umożliwić przekazywanie wyników pomiarów w uzgodniony sposób,
- i) uzyskanie odpowiednich zezwoleń od właściwego organu administracji drogowej na szczególne użytkowanie odcinków dróg, na których są zlokalizowane obiekty badawcze,
- j) sporządzenie harmonogramu porównania międzylaboratoryjnego, który zostanie przesłany wszystkim uczestnikom co najmniej 2 tygodnie przed badaniami, wraz z instrukcjami organizacyjnymi, niezbędnymi dokumentami do pomiaru i przekazania wyników pomiarów oraz przedstawieniem zasad ich analizy w procesie badań biegłości.

3.2. Przygotowanie porównania międzylaboratoryjnego

Przygotowując porównanie międzylaboratoryjne, należy wziąć pod uwagę:

- a) rodzaj urządzeń pomiarowych biorących udział w badaniach,
- b) wymagania, które muszą spełniać urządzenia pomiarowe,
- c) możliwości techniczne wybranej organizacji w zakresie kontroli urządzeń pomiarowych,
- d) sposób analizy wyników badań,
- e) najnowszą wiedzę w zakresie przeprowadzania i oceny wyników badań oraz ewentualne dostosowanie na jej podstawie przebiegu porównania międzylaboratoryjnego.

3.3. Metoda pomiarowa

Metoda badania musi być unormowana lub opisana w specyfikacjach technicznych.

Urządzenia pomiarowe biorące udział w badaniu biegłości muszą mieć przygotowaną jednoznaczną i kompletną specyfikację techniczną.

4. Obowiązki uczestników badań biegłości

4.1. Obowiązki koordynatora

Zadaniem koordynatora jest:

- a) zorganizowanie przebiegu porównania międzylaboratoryjnego,
- b) czuwanie nad prawidłowością postępów i przestrzeganiem harmonogramu prac,
- c) wyjaśnienie operatorom wszystkich kwestii dotyczących przebiegu badań,

- d) wyznaczenie osoby/osób kontrolujących przejazdy urządzeń pomiarowych w odpowiednich odstępach czasowych na obiektach badawczych,
- e) podejmowanie decyzji o dalszym udziale w badaniach w przypadku uszkodzenia lub nieprawidłowego działania urządzenia pomiarowego,
- f) podejmowanie decyzji dotyczących zmian w harmonogramie pomiarów w przypadku nieodpowiednich warunków pogodowych,
- g) zebranie wyników pomiarów i przekazanie ich osobie, która będzie je analizowała,
- h) opracowanie raportu z badania biegłości.

4.2. Obowiązki osób nadzorujących

Obowiązkiem osób nadzorujących badania porównawcze jest:

- a) zorganizowanie weryfikacji i pomiarów każdego urządzenia pomiarowego, zgodnie z instrukcjami koordynatora,
- b) wydawanie operatorowi instrukcji od koordynatora (dane o przebiegu weryfikacji urządzeń pomiarowych, o obiektach badawczych, sposobie i organizacji pomiarów itp.),
- c) nadzorowanie wykonywania weryfikacji urządzeń pomiarowych i pomiarów, w szczególności niezmienności warunków badań powtarzalności,
- d) sprawdzenie kompletności serii pomiarowych, wyników oraz ich formatu,
- e) zapewnienie zgodności prac z harmonogramem,
- f) opracowanie raportu dla koordynatora zawierającego: wyniki sprawdzenia urządzenia pomiarowego, wyniki pomiarów, komentarze operatora, informacje o usterkach, datę i godzinę akceptacji wyników pomiarów, inne istotne informacje.

4.3. Obowiązki operatorów

Obowiązkiem operatorów urządzeń pomiarowych jest:

- a) współpraca z personelem nadzorującym podczas sprawdzania urządzenia pomiarowego,
- b) wykonywanie pomiarów zgodnie z metodą badań opisaną w normie lub specyfikacji technicznej oraz według wskazówek pracownika nadzorującego,
- c) zgłaszanie pracownikowi nadzorującemu wszelkich wad i nieprawidłowości w pomiarze,
- d) zgłaszanie personelowi nadzorującemu błędów pomiarowych i wskazywanie ich w przekazywanych wynikach,
- e) przekazywanie wyników pomiarów bez dokonywania w nich samodzielnych zmian, w uzgodnionym formacie, na uzgodnionym nośniku i w wyznaczonym czasie.

5. Przebieg porównania międzylaboratoryjnego

Podczas weryfikacji urządzenia pomiarowego każdy operator przedstawia specyfikację techniczną urządzenia pomiarowego oraz dokument z ostatniego sprawdzenia sprzętu przez producenta lub autoryzowany serwis. O ile specyfikacja techniczna nie stanowi inaczej, dokument nie może być starszy niż 4 lata.

Przed przystąpieniem do badań przeprowadza się sprawdzenie urządzeń pomiarowych poprzez wykonanie serii pomiarów na wskazanym odcinku drogi, zgodnie z normą lub specyfikacją techniczną. Do badania przystępuje się po uprzednim skalibrowaniu zestawu pomiarowego zgodnie ze specyfikacją techniczną producenta.

Bezpośrednio przed pomiarem, przedstawiciel koordynatora informuje operatora o liczbie i lokalizacji obiektów badawczych. Wyznacza też operatorowi limit czasowy na wykonanie wszystkich pomiarów.

Badania wykonuje się na 5 obiektach badawczych w postaci odcinków dróg, każdy o długości 500 m, wykonanych w różnych technologiach. Wybrane odcinki muszą obejmować możliwie szeroki zakres wartości współczynnika tarcia (od 0,20 do 0,60), oznaczony metodą

referencyjną. Na obiektach badawczych wszystkie pomiary wykonuje się przy prędkości 60 km/h.

Zaleca się ponadto, aby obiekty badawcze:

- a) były zlokalizowane w bliskiej odległości od siebie, aby ograniczyć straty czasu spowodowane przemieszczaniem się na kolejne odcinki pomiarowe,
- b) były zlokalizowane na drogach o małym natężeniu ruchu i dopuszczalnej prędkości nie większej niż 90 km/h, w celu zachowania prędkości pomiarowej oraz zapewnienia bezpieczeństwa uczestnikom ruchu drogowego,
- c) były jednorodne w kierunku podłużnym i poprzecznym, na odcinkach dróg bez większych pochyleń podłużnych i wzniesień,
- d) miały możliwość płynnego rozpędzenia urządzenia pomiarowego do wymaganej prędkości oraz wyhamowania go po przejechaniu powierzchni odniesienia,
- e) były wystarczającej szerokości, aby urządzenie pomiarowe mogło wykonywać badania w śladzie koła, niezależnie od lokalizacji koła pomiarowego względem samochodu, na którym jest umieszczone, lub za którym jest ciągnięte,
- f) były odpowiednio oznaczone, tak aby początek i koniec odcinka był jednoznacznie rozpoznawalny.

Organizator zapewni dostęp do wystarczającej ilości wody, w miejscu bezpiecznym i w pobliżu powierzchni odniesienia. Sprzęt do tankowania musi być w stanie obsłużyć wszystkie typy systemów napełniania zbiorników wodnych urządzeń pomiarowych biorących udział w badaniach porównawczych.

Organizator ma obowiązek przygotowania i przekazania uczestnikom badania pisemnych instrukcji zawierających informacje na temat:

- a) liczby przejazdów na każdym obiekcie badawczym, przy czym wymagane są co najmniej 3 przejazdy na jednym obiekcie badawczym, poprzedzone przejazdem próbnym,
- b) w przypadku urządzeń o pomiarze ciągłym – długości odcinka próbkowania danych pomiarowych (zalecana długość to 20 m),
- c) w przypadku urządzeń o pomiarze nieciągłym – częstotliwości pomiarów (zalecana częstotliwość to 50 m),
- d) formatu przekazywanych wyników pomiarów,
- e) rodzaju nośnika, na którym będą przekazywane wyniki pomiarów.

Ponadto organizator przekazuje operatorowi mapę z lokalizacją każdego obiektu badawczego oraz następujące informacje:

- a) numer i nazwę obiektu badawczego,
- b) lokalizację początku i końca obiektu badawczego,
- c) wskazanie części nawierzchni drogi, na której będą prowadzone pomiary,
- d) lokalizację miejsc, z których urządzenia pomiarowe rozpoczną przejazd, zapewniającą odpowiednio długi odcinek drogi do osiągnięcia wymaganej prędkości pomiarowej,
- e) lokalizację miejsc do zawracania,
- f) lokalizację miejsc poboru wody.

Pomiary na każdym obiekcie badawczym przebiegają według następującego schematu:

- a) każdy obiekt badania oznacza się w terenie,
- b) przed przystąpieniem do pomiarów wykonuje się pomiar na innej nawierzchni niż nawierzchnia na obiekcie badawczym, na długości co najmniej 1 km, w celu dogrzenia opony pomiarowej,
- c) w pierwszej kolejności wykonuje się pomiary urządzeniem referencyjnym, z prędkością 60 km/h i z częstotliwością co 20 m, w punktach zlokalizowanych w odległości 10, 30, ..., 490 m od początku odcinka pomiarowego; w każdym z tych punktów badanie wykonuje się co najmniej 2-krotnie; jeżeli wynik drugiego pomiaru będzie się różnił o więcej niż 0,02 jednostki pomiarowej, wówczas wykonuje się kolejny pomiar; dopiero uzyskanie co najmniej dwóch zbieżnych wyników, różniących się o nie więcej niż 0,02 jednostki pomiarowej, pozwala na wykonanie badań w kolejnej lokalizacji,
- d) następnie wykonuje się pomiary pozostałymi urządzeniami biorącymi udział w porównaniu międzylaboratoryjnym, z prędkością 60 km/h, z próbkowaniem dla

- kolejnych 20 m – w przypadku urządzenia o pomiarze ciągłym oraz z próbkowaniem co 50 m – w przypadku urządzeń o pomiarze nieciągłym, przy czym środek pierwszego odcinka próbkowania (punktu pomiarowego) powinien pokrywać się z pierwszym punktem pomiarowym urządzenia referencyjnego (w odległości 10 m); na każdym obiekcie badawczym przejazd pomiarowy wykonuje się co najmniej 3-krotnie,
- e) uczestnik (operator) wykonuje pomiary na każdym obiekcie badawczym z ustawieniami początkowymi odpowiadającymi funkcji $y = x$,
 - f) kolejne przejazdy pomiarowe rozdziela się przerwami trwającymi co najmniej 5 minut w celu naturalnego osuszenia badanej nawierzchni,
 - g) po zakończeniu serii pomiarowej na obiekcie badawczym przekazuje się wyniki badań osobie nadzorującej.

6. Ocena wyników pomiarów

Celem analizy danych pomiarowych jest znalezienie dla każdego urządzenia pomiarowego za pomocą analizy regresji zależności przeliczeniowej, która posłuży do przeliczenia zmierzonych wartości współczynnika tarcia na poziom wartości referencyjnych. Urządzenie pomiarowe musi również spełniać określone warunki powtarzalności.

Do oceny powtarzalności urządzenia pomiarowego wykorzystuje się wyniki badań w tych samych punktach pomiarowych z kolejnych przejazdów na nawierzchni obiektu badawczego. Dla każdego odcinka badawczego przeprowadza się oddzielną analizę precyzji pomiarów, na podstawie oszacowanej niepewności standardowej powtarzalności, przy 95% przedziale ufności (s). Następnie dla każdego obiektu badawczego wyznacza się współczynnik zmienności V , wyrażony w procentach [%], będący ilorazem niepewności standardowej powtarzalności i wartości średniej (s/E).

Przyjmuje się, że warunek powtarzalności urządzenia pomiarowego jest spełniony, gdy wartość średnia współczynników zmienności wyznaczona dla wszystkich obiektów badawczych będzie nie wyższa niż 5%. Wówczas uznaje się, że urządzenie charakteryzuje się pozytywną oceną zdolności pomiarowej.

Jeżeli na obiekcie badawczym, dla wszystkich urządzeń pomiarowych uzyskano znacznie większe wartości odchylenia standardowego powtarzalności w porównaniu z innymi obiektami, to świadczy to o niewłaściwie dobranej, niejednorodnej nawierzchni obiektu badawczego. Wyniki pomiarów uzyskane na tym obiekcie mogą być wykluczone z dalszych ocen.

W celu znalezienia dla każdego urządzenia pomiarowego zależności przeliczeniowej, która posłuży do przeliczenia zmierzonych wartości współczynnika tarcia na poziom wartości referencyjnych przeprowadza się analizę regresji. Model regresji powinien poprawnie opisywać zależność przynajmniej dla przedziału współczynnika tarcia od 0,20 do 0,60 (wartości współczynnika tarcia uzyskiwane urządzeniem referencyjnym).

W analizie regresji wykorzystuje się pary wyników:

- a) wartość średnią dla odcinka próbkowania z kolejnych przejazdów na obiekcie badawczym oraz
- b) odpowiadającą jej wartość średnią uzyskaną z pomiarów metodą referencyjną.

Jeżeli nie zostaną odrzucone wyniki pomiarów na jednym lub więcej obiektów badawczych, to analiza regresji jest prowadzona na co najmniej 125 wartościach (parach wyników) w przypadku pomiarów ciągłych oraz na co najmniej 50 wartościach dla pomiarów nieciągłych.

Do dalszych rozważań są wybierane jedynie modele regresji, dla których otrzymuje się wartości współczynnika korelacji $r \geq 0,90$. Jeżeli ten warunek nie jest spełniony dla żadnego modelu, to urządzenie pomiarowe do pomiaru współczynnika tarcia nie może być stosowane w badaniach na drogach publicznych w Polsce.

Spośród analizowanych funkcji regresji, spełniających warunek $r \geq 0,90$ preferowana jest regresja liniowa, jako opis zależności wyników uzyskiwanych ocenianym urządzeniem w stosunku do metody referencyjnej.

7. Ważność uprawnień

Uzyskane uprawnienia są ważne przez 18 kolejnych miesięcy, od daty otrzymania raportu z badań biegłości.

Użytkownik urządzenia pomiarowego musi zgłaszać do organizatora badań biegłości wszystkie zmiany dotyczące aparatury pomiarowej i oprogramowania, które mogą mieć wpływ na jej funkcjonalność, nie później niż 30 dni od wprowadzenia w celu oceny ich wpływu na wyniki pomiarów, a tym samym na ocenę uzyskaną w badaniach biegłości. Do zgłoszenia operator musi dołączyć wszelkie dokumenty opisujące dokonane zmiany, w tym opinie dotyczące oceny wpływu zmian na wyniki pomiarów.