

Konsultacje nowego systemu wymagań technicznych w drogownictwie

Dr hab. inż. Piotr Mackiewicz

WRD-64

Wytyczne określania wybranych cech powierzchniowych nawierzchni jezdni



Forum dyskusyjne: www.konsultacje.viaexpert.pl

organizator :



na zlecenie :



3.1. Skróty

DSN – diagnostyka stanu nawierzchni.

ETD (Estimated Texture Depth) – szacowana głębokość tekstury.

IRI (International Roughness Index) – międzynarodowy wskaźnik równości

MPD (Mean Profile Depth) – średnia głębokość profilu.

MTD (Mean Texture Depth) – średnia głębokość tekstury.

RSP (Road Surface Profiler) – profilometr nawierzchni drogowej

SRT (Skid Resistance Tester) – tester odporności na poślizg i tarcie

TWO (Traction Watcher One) – rejestrator siły tarcia

4. Właściwości przeciwpoślizgowe

4.1. Pomiar punktowy

(1) Właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni **określane są współczynnikiem tarcia**

- na podstawie pomiarów **w prawym lub w lewym** śladzie kół
- przy prędkości urządzenia pomiarowego **30 km/h, 60 km/h** lub inną stałą prędkością w zależności od możliwości pomiarowych i przy grubości filmu wodnego pod kołem pomiarowym 0,5 mm.
- **pomiar punktowy wykonuje się z pełną (100% poślizg) blokadą koła pomiarowego** z oponą testową
- przy temperaturze otoczenia 5–30°C,
- na czystej nawierzchni, zwilżanej wodą w ilości 0,5 l/m² w punkcie pomiarowym, czyli na jednostkowym odcinku nawierzchni o długości 10 m.

4. Właściwości przeciwpoślizgowe

4.1. Pomiar punktowy

(2) Do pomiaru właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni najczęściej stosuje się **zestaw pomiarowy SRT-3** składający się z przyczepki pomiarowej oraz samochodu holującego Stanowi on trzecią generację urządzeń do pomiaru współczynnika tarcia.

(3) Głównym elementem jest przyczepa dynamometryczna posiadająca oryginalny schemat kinematyczny i szereg korzystnych własności, które wyróżniają ją z pośród podobnych urządzeń pomiarowych.

- 1) obciążenie nominalne koła pomiarowego – 2 943 N (300 kG),
- 2) nominalna prędkość pomiarowa – 60 km/h,
- 3) zakres prędkości pomiarowych – 30-120 km/h,
- 4) opona testowa – 165 R15/PIARC rowkowana (ribbed tyre),
- 5) masa całkowita – 370 kg,
- 6) hydropneumatyczny system hamowania,
- 7) pneumatyczny system wypływu wody,
- 8) regulowany czas hamowania,
- 9) regulowany czas uśredniania mierzonych wartości



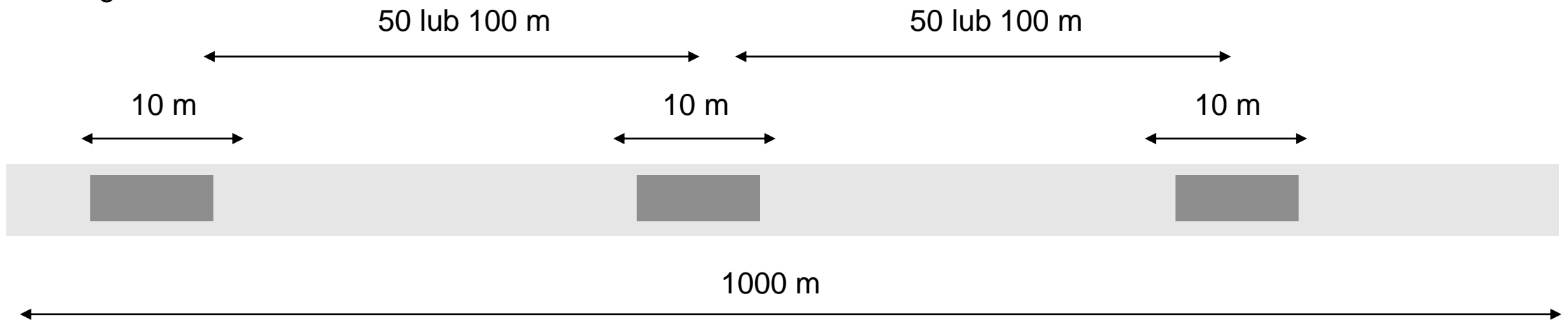
(4) Podczas badania pomiaru punktowego właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni powinno rejestrować się **dane o lokalizacji toru pomiarowego (pikietaż, punkty systemu referencyjnego oraz współrzędne geograficzne)**.

(5) Pomiar punktowy **(na długości 10 m)** urządzeniem o pełnej blokadzie koła przeprowadza się co 50 lub 100 m. Uzyskane wartości współczynnika tarcia należy rejestrować **z dokładnością do trzech miejsc po przecinku**.

Miarą właściwości przeciwpoślizgowych jest **miarodajny współczynnik tarcia (różnica wartości średniej i odchylenia standardowego)**. Wyniki miarodajnego współczynnika tarcia podaje się z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

Długość ocenianego odcinka nawierzchni **nie powinna być większa niż 1000 m, a liczba pomiarów nie mniejsza niż 10**.

(6) Do wykonywania badań współczynnika tarcia może być wykorzystane tylko to urządzenie pomiarowe, które posiada aktualne świadectwo dopuszczenia do wykonywania pomiarów. Należy regularnie przeprowadzać kalibrację urządzeń, stosować wymagane opony referencyjne oraz wykonywać badania kontrolne i kalibracyjne odpowiednie dla danego zestawu pomiarowego.



(7) Wymagane współczynniki tarcia określone pomiarem punktowym.

Klasa drogi	Element nawierzchni	Minimalna wartość miarodajnego współczynnika tarcia przy prędkości zablokowanej opony względem nawierzchni	
		30 km/h	60 km/h
A, S	Pasy ruchu zasadnicze, dodatkowe, awaryjne ¹⁾	0,48 ²⁾	0,44
	Pasy włączania i wyłączania, jezdnie łącznic	0,50 ²⁾	0,46
GP, G, Z, L, D	Pasy ruchu zasadnicze, dodatkowe, jezdnie łącznic, opaski, pobocza o nawierzchni utwardzonej ulepszonej ¹⁾	0,46 ²⁾	0,37

¹⁾ w przypadku pasów awaryjnych, opasek i poboczy o nawierzchni utwardzonej ulepszonej wykonywanych w jednym ciągu technologicznym wymagania można uznać za spełnione na podstawie pozytywnych parametrów nawierzchni pasów ruchu.

²⁾ Wartości wymagań dla odcinków nawierzchni, na których nie można wykonać pomiarów z prędkością 60 km/h.

W wymaganiach uwzględniono dwie prędkości pomiarowe, które należy **dostosować do możliwości technicznych na odcinkach pomiarowych**. W przypadku stosowania innych prędkości pomiarowych w przedziale 30-60 km/h należy zastosować zweryfikowane funkcje przeliczeniowe.

4.2. Pomiar ciągły

(1) Właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni określane są współczynnikiem tarcia.

- należy je wyznaczać na podstawie pomiarów **w prawym lub w lewym** śladzie kół.
- pomiar ciągły wykonuje się **z niepełną (17,8%) blokadą koła pomiarowego** z oponą testową bezpieczeństwa,
- przy temperaturze otoczenia 5–30°C, na czystej nawierzchni, zwilżanej wodą w ilości 0,5 mm grubości filmu wodnego pod kołem pomiarowym
- przy prędkość **58–62 km/h**
- uzyskane wartości współczynnika tarcia rejestruje się z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

(2) Do pomiaru ciągłego właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni zaleca się stosować **system pomiarowy TWO.**



(3) Pracuje ono w zestawie z pojazdem holującym. Pozwala na przeprowadzenie badań w różnych śladach i z różnymi prędkościami pomiarowymi przy zadeklarowanym przyhamowaniu koła pomiarowego. Do pomiaru używa się **dwóch kół, które są sprzężone za sobą przekładnią łańcuchową. Pierwsze koło jest toczne swobodnie ze stałą prędkością pojazdu holującego (5-10 km/h), natomiast drugie koło obraca się z wymuszonym poślizgiem (zgodnym z zakresem przedziału systemu ABS)**. Należy stosować opony zalecane przez World Road Association PIARC bezpiecznikową o wymiarach 4.00 × 8.

(4) W skład systemu pomiarowego TWO wchodzi następujące elementy główne:

- 1) **dwukołowy układ pomiarowy** zamontowany na przyczepce umożliwiający niepełne hamowanie koła pomiarowego (17,8%),
- 2) **system podawania wody** pod oponę pomiarową (umożliwiający utrzymanie 0,5 mm filmu wodnego w trakcie pomiarów niezależnie od prędkości pomiaru),
- 3) **zbiornik na wodę**,
- 4) układ sterujący procesem badawczym (dozowanie wody dostosowane do prędkości pomiaru),
- 5) **frontowa kamera cyfrowa** umożliwiająca uzyskanie obrazów cyfrowych,
- 6) **dystansomierz** zamontowany na przednim kole układu pomiarowego,
- 7) **odbiornik GPS** umożliwiający określenie lokalizacji pomiaru,
- 8) **system komputerowy wraz z oprogramowaniem** – komputerowa jednostka rejestrująca i przetwarzająca dane ze wszystkich urządzeń i czujników systemu o parametrach podzespołów i mocy obliczeniowej zapewniających płynne przetwarzanie danych pomiarowych..

(5) Podczas badania rejestrowane są dane o lokalizacji toru pomiarowego, przez podanie pikietaża/systemu referencyjnego i współrzędnych geograficznych.

(6) Pomiar ciągły (**na długości 10 m**) urządzeniem o niepełnej blokadzie koła przeprowadza się **co 10 m**. Właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni na odcinku diagnostycznym są określane przez średnią wartość pomierzonych współczynników tarcia na pięciu kolejnych odcinkach o długości 10 m. Długość odcinka podlegającego ocenie **nie powinna być większa niż 1000 m**, a liczba pomiarów **nie mniejsza niż 100**.

(7) Do wykonywania badań współczynnika tarcia może być wykorzystane tylko to urządzenie pomiarowe, które posiada aktualne świadectwo dopuszczenia do wykonywania pomiarów. Należy regularnie przeprowadzać kalibrację urządzeń, stosować wymagane opony referencyjne oraz wykonywać badania kontrolne i kalibracyjne odpowiednie dla danego zestawu pomiarowego.

(8) **Za wymagane wartości współczynnika tarcia oznaczanego pomiarem ciągłym należy przyjąć sprawdzone wartości korelacyjne ze współczynnikiem tarcia uzyskanym metodą punktową.**

4.3. Pomiar makrotekstury

(1) Makroteksturę nawierzchni należy identyfikować metodą profilometryczną, na podstawie pomiaru profilu podłużnego nawierzchni w zakresie długości fali makrotekstury, **za pomocą profilografu mobilnego RSP** wykonującego pomiar z prędkością potoku ruchu. Profil nawierzchni powinien zostać odwzorowany z wymaganą dokładnością, umożliwiającą obliczenie wskaźnika Średniej Głębokości Profilu MPD w mm w prawym śladzie kół dla odcinka bazowego o długości 100 mm.

(3) Do pomiaru makrotekstury **wystarczający jest co najmniej jeden czujnik laserowy** umożliwiający pomiar z prędkością zbliżoną do prędkości potoku ruchu. Wymagania czujnika:



Lp.	Parametr	Jednostka	Wymagany zakres
1	Rozdzielczość pionowa czujnika laserowego	mm	$\leq 0,05$
2	Interwał podłużnego próbkowania sygnału	mm	≤ 1
3	Interwał obliczania wskaźnika MPD	mm	$= 100$
4	Zakres makrotekstury	m	0,5-2,0
5	Prędkość pomiaru	km/h	20-100

(7) W pierwszym etapie przetwarzania danych wartość wskaźników MPD należy znormalizować względem standardowej prędkości pomiarowej 60 km/h według następującej formuły przeliczeniowej:

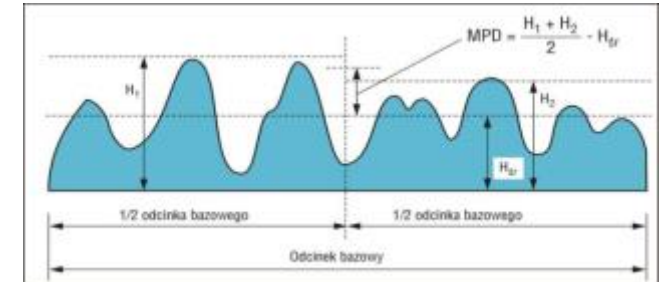
$$MPD_{60} = MPD_{pom} - 0,002(60 - V_{pom})$$

gdzie:

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

MPD_{pom} – wartość współczynnika MPD przy danej prędkości pomiarowej profilografu V_{pom} ,

V_{pom} – prędkość pomiaru.



(8) W kolejnym etapie, na podstawie znormalizowanego wskaźnika średniej głębokości profilu MPD_{60} , należy określić wskaźnik ETD stanowiący przybliżenie wartości wskaźnika MTD:

$$MTD \approx ETD \approx 1,1 MPD_{60}$$

(9) Dla wybranego pasa ruchu należy wyznaczyć miarodajny wskaźnik MTD jako wartość średnią, którą oblicza się dla zbioru **n** wyników z pomiaru **dla odcinka 50 m**. Wyniki obliczeń zaokrągla się do 0,01 mm/m.

(10) W dalszym etapie oblicza się miarodajny wskaźnik makrotekstury dla odcinka drogi o ustalonej długości (50 m i 1 000 m). Stanowi on wartość średnią z miarodajnych wskaźników MTD wyznaczonych dla odcinka 50 m. Wyniki obliczeń zaokrągla się do 0,1 mm/m.

Klasa drogi	Wymagane minimalne wartości miarodajnego wskaźnika MTD [mm]
A, S, GP	1,1
G, Z, L, D	0,8

5. Równość podłużna oraz uskoki płyt betonowych

(1) Równość podłużna pozwala zidentyfikować odchylenia powierzchni jezdni od rzeczywiście płaskiej powierzchni, mierzona wzdłuż kierunku jazdy **w zakresie długości fali 0,05–50,00 m** (równości i megatekstury).

(2) W pomiarach równości podłużnej nawierzchni rozróżnia się **metodę profilometryczną bazującą na wskaźnikach równości IRI** oraz **metodę pomiaru ciągłego równoważną użyciu łąty** (o długości 4 m) i klina, np. z wykorzystaniem planografu (w miejscach niedostępnych dla planografu pomiar z użyciem łąty i klina).

(4) Podczas pomiaru równości profilu podłużnego profilografem laserowym możliwa jest także **rejestracja uskoków płyt betonowych**. Rejestrowane są jedynie uskoki o wartościach równych lub większych od zadanej wartości granicznej (5 mm) oraz ich lokalizacje.

(5) Do oceny równości podłużnej nawierzchni **drogi klasy Z, L, D** oraz placów i parkingów dopuszcza się metodę pomiaru ciągłego równoważną **użyciu łąty i klina**, np. z wykorzystaniem planografu, umożliwiającego wyznaczenie odchyleń równości podłużnej jako największej odległości (prześwitu) pomiędzy teoretyczną linią łączącą spody kółek jezdnych urządzenia a mierzoną powierzchnią warstwy [mm].

(9) Typowy **profilograf RSP** do pomiaru równości podłużnej nawierzchni oraz uskoków płyt betonowych składa się z odpowiednio przystosowanego pojazdu, wyposażonego elementy pomiarowe. Głównym elementem zestawu jest belka pomiarowa (montowana najczęściej z przodu pojazdu), w której **zamontowane są czujniki laserowe, akcelerometry i żyroskop**. Ponadto na wyposażenie składa się: **czujnik dystansu** na kole profilografu, jednostki przetwarzania danych, komputer z zainstalowanym oprogramowaniem sterującym, odbiornik GPS, kamera zewnętrzna. Wymagania:

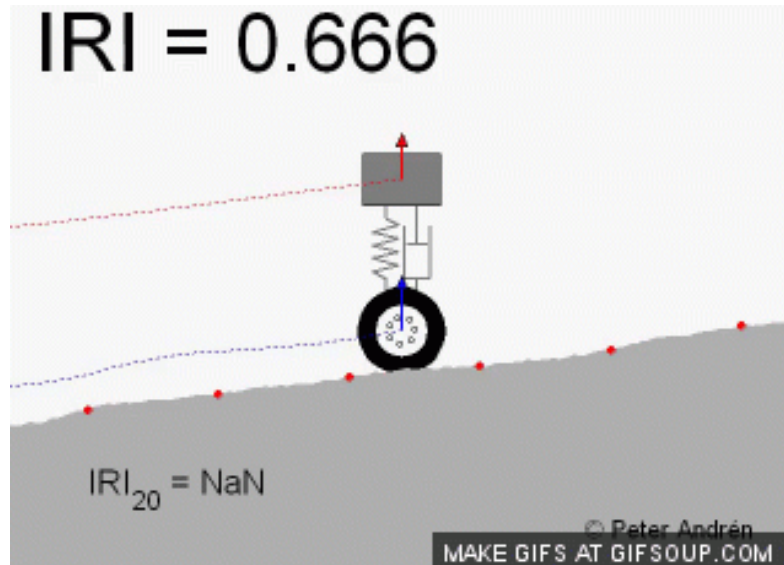


Lp.	Parametr	Jednostka	Wymagany zakres	Klasa profilografu
1	Rozdzielczość pionowa czujnika laserowego	mm	$\leq 0,2$	klasa 1
2	Interwał podłużnego próbkowania sygnału	mm	≤ 50	klasa 1
3	Interwał rejestracji rzędnych profilu	mm	≤ 100	klasa 1
4	Filtr fali długiej (-3 dB)	m	≥ 100	klasa 1
5	Prędkość pomiaru	km/h	20-100	—

(14) Wartość IRI należy wyznaczać z krokiem co 50 m. Długość ocenianego odcinka nawierzchni **nie powinna być większa niż 1 000 m**.

Wyniki obliczeń wskaźnika IRI dla odcinków pomiarowych zaokrągla się do 0,1 mm/m.

$$IRI = \frac{1}{L} \int_0^{x/V} |\dot{z}_s - \dot{z}_u| dt \quad (1)$$



Gdzie:

IRI (w mm / m lub M / km).

L = długość odcinka (m).

X = odległość wzdłużna (m).

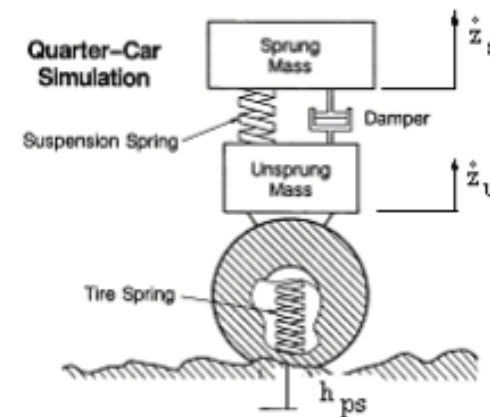
V = prędkość modelu ćwierć samochodowego (m / s) .

x / V = czas model potrzeba do uruchomienia pewnej odległości x .

dt = czas przyrostu.

\dot{z}_s = pionowa prędkość masy zawieszanej.

\dot{z}_u = prędkość pionową masy nieresorowanej.



(19) Inną dopuszczalną w niektórych przypadkach metodą oceny równości podłużnej nawierzchni jest **metoda łąty i klina**, która polega na położeniu łąty na badanej powierzchni i wyznaczeniu za pomocą klina **maksymalnego prześwitu** pomiędzy łątą a badaną powierzchnią według normy.

(20) Łata pomiarowa do pomiaru równości podłużnej powinna posiadać **długość 4 m**, być wykonana **z metalu lub drewna**, posiadać równą dolną płaszczyznę, szerokość stopki nie większą niż 6 cm oraz sztywność zapewniająca ugięcie mniejsze niż 5 mm przy podparciu łąty jedynie w skrajnych punktach.

(21) Klin powinien być wykonany **z metalu lub twardego suchego drewna**, posiadać **kształt graniastosłupa** o podstawie trapezu i **wysokości 20 mm**. Wymiary trapezu to długości **podstawy 70 mm oraz wysokości 6 i 16 mm**. Dopuszcza się inne wysokości trapezu w przypadku wykonywania pomiaru wysokości o większych prześwitach, jednak z zachowaniem **kąta wzniosu**.



(22) Metodą zautomatyzowanych pomiarów **zbliżoną do metody łąty i klina** jest metoda wykorzystująca **planograf**. Składa się on podłużnej ramy, **czternastu kół jezdnych** zamocowanych sztywno tak, aby ich spody znajdowały się w jednej płaszczyźnie (częściowe odwzorowanie dolnej łąty) i koła pomiarowe w środku rozpiętości ramy z czujnikiem przemieszczenia, mierzącym odległość od płaszczyzny wyznaczonej przez koła jezdne do badanej powierzchni.

Rozstaw skrajnych kół planografu **wynosi 4 000 mm**, co odpowiada długości łąty do pomiaru równości podłużnej. Wykonywany jest pomiar prześwitu pomiędzy płaszczyzną kół jezdnych a badaną powierzchnią, ale tylko w środku rozpiętości. **Pomiar jest wykonywany w sposób ciągły**, planograf 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. łąty i klina.



Wymagane wartości równości podłużnej nawierzchni określanych metodą profilometryczną

Klasa drogi	Element nawierzchni	Dopuszczalne wartości wskaźników <i>IRI</i> dla zadanego zakresu długości odcinka drogi [mm/m]	
		<i>IRI_{sr}</i> ¹⁾	<i>IRI_{max}</i>
A, S, GP	Pasy ruchu zasadnicze, awaryjne, dodatkowe, włączenia i wyłączenia, jezdnie łącznic	1,3	2,4
	Jezdnie MOP, opaski, pobocza o nawierzchni utwardzonej ulepszonej	1,5	2,7
G, Z, L, D	Pasy ruchu zasadnicze, dodatkowe, włączenia i wyłączenia, postojowe, jezdnie łącznic, opaski, pobocza o nawierzchni utwardzonej ulepszonej	1,7	3,4

¹⁾ W przypadku:

- a) odbioru odcinków warstwy nawierzchni o całkowitej długości mniejszej niż 500 m,
 - b) odbioru robót polegających na ułożeniu na istniejącej nawierzchni jedynie warstwy ścieralnej (niezależnie od długości odcinka robót)
- dopuszczalną wartość *IRI_{sr}* według tabeli należy zwiększyć o 0,2 mm/m.

Wymagane wartości odchyłek równości podłużnej nawierzchni dróg klasy Z, L i D oraz placów i parkingów i z użyciem metody planografu (łaty i klina)

Klasa drogi	Element nawierzchni	Dopuszczalne wartości odchyłek równości podłużnej nawierzchni[mm]
Z	Pasy ruchu zasadnicze, dodatkowe, włączenia i wyłączenia, postojowe, jezdnie łącznic, opaski, pobocza o nawierzchni utwardzonej ulepszonej	6
L, D, place I parkingi	Wszystkie pasy ruchu i powierzchnie przeznaczone do ruchu i postoju pojazdów	9

Wymagane wartości odchyień równości podłużnej nawierzchni odcinków dróg, na których występują dylatacje mostowe z użyciem metody łaty (o długości 4 m) i klina

Klasa drogi	Dopuszczalne wartości odchyień równości podłużnej nawierzchni, na których występują dylatacje mostowe[mm]
A, S, GP	4
G, Z, L, D	6

Wymagane wartości uskoków płyt betonowych

Klasa drogi	Dopuszczalne wartości uskoków płyt betonowych[mm]
A, S, GP	4
G, Z, L, D	6

6. Równość poprzeczna

(1) W pomiarach równości poprzecznej nawierzchni rozróżnia się metodę profilometryczną równoważną użyciu łąty i klina oraz metodę łąty i klina.

Klasa drogi	Element nawierzchni	Dopuszczalne wartości odchyłeń równości poprzecznej nawierzchni [mm]
A, S, GP	Pasy ruchu zasadnicze, awaryjne, dodatkowe, włączenia i wyłączenia, jezdnie łącznic	4
	Jezdnie MOP, opaski, pobocza o nawierzchni utwardzonej ulepszonej	6
G, Z	Pasy ruchu zasadnicze, dodatkowe, włączenia i wyłączenia, postojowe, jezdnie łącznic, opaski, pobocza o nawierzchni utwardzonej ulepszonej	6
L, D, place I parkingi	Wszystkie pasy ruchu i powierzchnie przeznaczone do ruchu i postoju pojazdów	9

Dziękuję za uwagę

