

**Wytyczne diagnostyki stanu technicznego
nawierzchni dla dróg wojewódzkich**
Dział 2 Równość podłużna
(Podprojekt PP-Nx)

- wersja robocza -

Historia dokumentu

Nazwa dokumentu	Wytyczne diagnostyki stanu technicznego nawierzchni dla dróg wojewódzkich, Dział 2 Równość podłużna (Podprojekt PP-Nx)
Nazwa pliku	równość_podłużna_180719
Data utworzenia	1. lutego 2018
Data ostatniej zmiany	19. lipca 2018

Wersja	Data	Opis zmian	Autor
0.1	01.02.2018	Pierwsza wersja	Anna Niedzielska
0.2	02.02.2018	Recenzja	Paulina Brzezińska
0.3	04.02.2018	Recenzja	Wojciech Smęt
0.4	12.02.2018	Prace redakcyjne	Marek Skakuj
0.5	12.02.2018	Prace redakcyjne	Paulina Brzezińska
0.6	12.02.2018	Wersja do konsultacji	Marek Skakuj
0.7	26.02.2018	Prace redakcyjne	Paulina Brzezińska
0.8	01.03.2018	Prace redakcyjne	Paulina Brzezińska
0.9	12.02.2018	Korekta	Wojciech Smęt
0.10	12.04.2018	Prace redakcyjne	Anna Niedzielska
0.11	13.04.2018	Prace redakcyjne	Paulina Brzezińska
0.12	17.04.2018	Prace redakcyjne	Marek Skakuj
0.13	15.05.2018	Wprowadzenie zmian po uwagach zamawiającego	Anna Niedzielska
0.14	30.05.2018	Wprowadzenie zmian po uwagach zamawiającego	Anna Niedzielska
0.15	06.06.2018	Prace redakcyjne	Paulina Brzezińska
0.16	12.06.2018	Rewizja dokumentu, ujednoczenie, uwzględnienie ustaleń ze spotkań roboczych	Marek Skakuj
0.17	14.06.2018	Wersja do konsultacji z zamawiającym	Marek Skakuj
0.18	02.07.2018	Uwzględnienie ustaleń ze spotkań roboczych	Anna Niedzielska
0.19	04.07.2018	Wersja do konsultacji z zamawiającym	Marek Skakuj

Wytyczne diagnostyki stanu technicznego nawierzchni dla dróg wojewódzkich

Dział 2 Równość podłużna (Podprojekt PP-Nx)

- wersja robocza -

Stan na: 19.07.2018

0.20	06.07.2018	Kontrola przez zamawiającego	Zamawiający
0.21	16.07.2018	Wersja do konsultacji z zamawiającym	Marek Skakuj
0.22	17.07.2018	Kontrola przez zamawiającego	Zamawiający
0.23	18.07.2018	Wersja do konsultacji z zamawiającym	Marek Skakuj
0.24	19.07.2018	Wersja do konsultacji z wykonawcami	Marek Skakuj

Stopka redakcyjna

Wytyczne diagnostyki stanu technicznego nawierzchni dla dróg wojewódzkich (WDSN) zostały opracowane w ramach realizacji zadania „Dostosowanie wytycznych diagnostycznych stanu nawierzchni do potrzeb dróg wojewódzkich” (numer umowy: ZDW/2/ND/1/2018) na zlecenie następujących Zarządów Dróg:

1. Zarząd Dróg Wojewódzkich w Olsztynie
2. Zarząd Dróg Wojewódzkich w Gdańsku
3. Zachodniopomorski Zarząd Dróg Wojewódzkich w Koszalinie
4. Zarząd Dróg Wojewódzkich w Bydgoszczy
5. Wielkopolski Zarząd Dróg Wojewódzkich w Poznaniu
6. Podlaski Zarząd Dróg Wojewódzkich w Białymstoku

Podstawą do opracowania Wytycznych diagnostyki stanu technicznego nawierzchni dla dróg wojewódzkich była dokumentacja systemu Diagnostyka Stanu Nawierzchni opracowanego przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad.

Spis treści

1	Wprowadzenie	6
1.1	Odniesienia	7
2	Metodologia badań i technika pomiarowa	8
3	Prowadzenie pomiarów	10
3.1	Wymagania jakościowe.....	10
3.2	Wymagania jakościowe odnośnie fotorejstracji kontrolnej.....	11
3.3	Oznaczenie danych ważnych i nieważnych	12
4	Zapewnienie jakości	14
4.1	Wzorcowanie jednostek pomiarowych	14
4.2	Kontrola własna wykonawcy	14
4.3	Pomiary kontrolne wykonywane przez podmioty trzecie	15
4.4	Kontrola danych	15
4.5	Kontrola obmiaru prac	15
5	Procedury obliczania wielkości stanu.....	16
5.1	Międzynarodowy wskaźnik równości (IRI).....	16
5.2	Symulacja planografu (PGR_AVG i PGR_MAX)	17
6	Katalog typowych błędów popełnianych podczas pomiarów	18
6.1	Występowanie miejscowych ograniczeń	18
6.2	Błędy w wykonaniu fotorejstracji kontrolnej	25

1 Wprowadzenie

Równość jest jedną z podstawowych **cech** nawierzchni, która określa w jakim stopniu geometria nawierzchni drogowej jest zbieżna z geometrią wymaganą (idealną).

W ramach diagnostyki dokonywana jest identyfikacja i ocena równości niezależnie w kierunku podłużnym (**równość podłużna**) i w kierunku poprzecznym (**równość poprzeczna**). W niniejszym dokumencie opisana została równość podłużna.

Równość podłużna wyraża zdolność drogi do niewzbudzania drgań i wstrząsów, co jest szczególnie ważne z punktu widzenia użytkownika pojazdu. Równość podłużna jest opisywana poprzez tzw. **profil nierówności**, czyli zbiór punktów wysokościowych, pomierzonych w śladzie prawego koła, w stałych odstępach co 10 cm. Dane opisujące profil nierówności są traktowane jako dane elementarne i kodowane w plikach o ustalonym (standardowym) formacie. Profil nierówności stanowi podstawę do obliczenia parametrów równości podłużnej oraz jest wykorzystywany także do szeregu innych celów, np. kontroli jakości danych czy synchronizacji danych z różnych kampanii pomiarowych.

Nowoczesne systemy diagnostyczne umożliwiają opisanie geometrycznego kształtu nawierzchni w postaci powierzchni wielościennej¹. Punkty tego wielościanu tworzą regularną siatkę o krawędziach długości np. 1 cm. Tak precyzyjny model nierówności umożliwia wyznaczenie parametrów stanu dla większości praktycznych zastosowań. Jakkolwiek nowoczesne techniki diagnostyczne pozwalają na uzyskanie modelu nierówności w postaci powierzchni wielościennej o tak dużej gęstości punktów pośrednich, to wykorzystanie tych technik w skali masowej do analiz sieciowych jest niecelowe i nie dostarcza dodatkowych informacji.

W niniejszym dokumencie opisano metodologię badań równości podłużnej oraz przedstawiono najistotniejsze wymagania, jakie muszą być spełnione w trakcie pomiarów równości podłużnej w zakresie gęstości pomiaru, dokładności poszczególnych odczytów, dopuszczalnych odchyleń, itp. Wymaga się, aby w kampanii diagnostycznej były spełnione wszystkie wymienione w niniejszym dokumencie wymagania.

¹ Powierzchnia wielościenne, mat. figura geometryczna utworzona z wielokątów o rozłącznych wnętrzach leżących w różnych płaszczyznach, przy czym każdy bok jest wspólny dla dwóch wielokątów.

1.1 Odniesienia

Odniesienie	Opis
[DOK1]	E1926 – 08 Standard Practice for Computing International Roughness Index of Roads from Longitudinal Profile Measurements, ASTM 2008
[DOK2]	ISO 8608:2016 – Mechanical vibration – Road surface profiles – Reporting of measured data, ISO 2016
[DOK3]	ISO 2631-1:1997 – Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 1: General requirements, ISO 2010
[DOK4]	VDI guideline 2057 Part 1 – Human exposure to mechanical vibrations – Whole-body vibration, VDI 2007

2 Metodologia badań i technika pomiarowa

W najwcześniejszych etapach rozwoju diagnostyki stanu nawierzchni dróg równość podłużną określano na podstawie wielkości prześwitu pod czterometrową łątą. W kolejnych etapach stosowano planografy, pozwalające na bardziej precyzyjne pomiary równości. Współczesne pojazdy diagnostyczne są wyposażone w laserowe dalmierze lub skanery, które pozwalają wyznaczyć rzeczywisty profil nierówności z bardzo wysoką rozdzielczością. Profil taki pozwala nie tylko na obliczenie parametrów równości podłużnej, zgodnie z zasadą planografu oraz z innymi metodami geometrycznymi, lecz umożliwia także symulację oddziaływania nierówności na pojazdy różnych typów.

Równość podłużna rejestrowana jest profilografami laserowymi zapisującymi przybliżenie rzeczywistego profilu podłużnego. Przybliżenie to jest ciągiem próbek odzwierciedlających przebieg profilu. Profil podłużny należy mierzyć wzdłuż linii biegnącej w śladzie prawego koła. Szczegóły dotyczące dokładności przybliżenia (gęstość pobierania próbek, rozdzielczość przyrządu pomiarowego itp.) podane są w Rozdziale 1.

Pomiary równości podłużnej należy wykonywać przy pomocy pojazdów pomiarowych poruszających się w normalnym ruchu.

Pomiaru równości podłużnej dokonuje się w śladzie prawego koła i odbywa się on na sieci dróg wojewódzkich, na drogach jednojezdniowych na prawym zewnętrznym pasie ruchu w kierunku zgodnym z narastającym kilometrażem drogi, natomiast na drogach dwujezdniowych pomiarem objęty jest wyłącznie prawy zewnętrzny pas ruchu jezdni w kierunku zgodnym z narastającym kilometrażem. W zależności od potrzeb zamawiający może zdecydować o zmianie zakresu pomiarów.

Wynikiem pomiaru na poziomie danych elementarnych dla pomiaru równości w kierunku podłużnym jest cyfrowa reprezentacja profilu nierówności podłużnej. Składa się ona z ciągu wartości odzwierciedlających odległości od czujnika do nawierzchni wzdłuż toru przejazdu, zarejestrowanych przez czujnik na danym fragmencie przejechanej drogi. Poszczególne próbki są średnimi odległościami od czujnika do nawierzchni. Fragment nawierzchni ma długość wynikającą z gęstości pobierania próbek.

W przypadku, kiedy łącznie z pomiarem równości podłużnej nie jest wykonywana fotorejestracja korytarza drogi (podprojekt PP-F), w ramach pomiarów równości podłużnej wykonuje się fotorejestrację kontrolną z kamery frontowej, pozwalającą na obserwowanie drogi i warunków w trakcie wykonywania pomiaru (dokumentacja wykonania pomiaru). Informacje o zdjęciach muszą zostać zapisane w pliku z geograficznymi danymi elementarnymi.

Podczas pomiarów, lokalizacja danych pomiarowych odbywa się wyłącznie za pomocą przypisania wyników do **metra bieżącego pomiaru** oraz do **współrzędnych geograficznych punktów** określających tor przejazdu pojazdu pomiarowego.

Przypisanie pomiarów do lokalizacji geograficznych następuje poprzez zapisanie ich w plikach z geograficznymi danymi elementarnymi. W pliku z geograficznymi danymi elementarnymi zawarte są również informacje dodatkowe, takie jak:

- dane określające system pomiarowy,
- dane określające podmiot odpowiedzialny za produkcję systemu pomiarowego,
- przyporządkowanie pomiaru do kampanii pomiarowej,
- czas i data wykonania pomiaru.

Format geograficznych danych elementarnych jest opisany w Wytycznych, Dział 13.

3 Prowadzenie pomiarów

3.1 Wymagania jakościowe

Na potrzeby Wytycznych, w odniesieniu do pomiaru równości podłużnej, ustala się następujące wymagania:

	Nazwa	Jednostka	Wymagany zakres
Równość podłużna	1. Gęstość pomiarów	[m]	=0,1
	2. Dokładność pojedynczego pomiaru	[mm]	≤1
	3. Najmniejsza rejestrowana długość fali	[m]	=0,05
	4. Największa rejestrowana długość fali	[m]	=100
	5. Dane rozbiegowe i pobiegowe	[liczba odczytów]	1650-3000
	6. Dokładność lokalizacji współrzędnych geograficznych	[m]	≤1
	7. Gęstość pomiarów współrzędnych geograficznych	[m]	10

Rysunek 1: Wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru równości podłużnej

gdzie:

1. Gęstość pomiarów [m] – odległość między kolejnymi punktami wysokościowymi profilu wzdłuż kierunku przejazdu.
2. Dokładność pojedynczego pomiaru [mm] – najmniejsza różnica w wartości punktu wysokościowego profilu, jaką jest w stanie zarejestrować przyrząd pomiarowy.

- Wymaganie to określa się zgodnie z wytycznymi dla systemu pomiarowego klasy 1 dla „Vertical sensor resolution of longitudinal profiling” w [DOK2].
3. Najmniejsza rejestrowana długość fali [m] – dolna granica zakresu długości fal (w rozumieniu analizy spektralnej profilu nierówności), dla którego zmierzony profil wiernie oddaje profil rzeczywisty. Wymaganie to określa się zgodnie w wytycznymi dla systemu pomiarowego klasy 1 dla „Vertical sensor resolution of longitudinal profiling” w [DOK2].
 4. Największa rejestrowana długość fali [m] – górna granica zakresu długości fal (w rozumieniu analizy spektralnej profilu nierówności), dla którego zmierzony profil wiernie oddaje profil rzeczywisty.
 5. Dane rozbiegowe i pobiegowe [liczba odczytów] – liczba dodatkowych odczytów pobranych przed pierwszym odczytem należącym do mierzonego odcinka i po ostatnim odczytzie należącym do mierzonego odcinka. W praktyce oznacza to przejechanie i zbieranie danych na minimum 165 metrach przed początkiem i 165 metrach za końcem mierzonego odcinka.
 6. Dokładność odczytu współrzędnych geograficznych [m] – dokładność, z jaką określane są współrzędne geograficzne skojarzone ze zdjęciami pasa drogowego.
 7. Gęstość pomiarów współrzędnych geograficznych [m] – odległość między kolejnymi pomiarami współrzędnych geograficznych.

Ponadto:

8. Z profilu będącego wynikiem pomiaru musi być odfiltrowany wpływ drgań pojazdu i czujnika pomiarowego.
9. Podczas pomiaru powierzchnia jezdni musi być czysta i sucha.
10. Pomiar musi zostać wykonany przy świetle dziennym, aby możliwa była kontrola warunków wykonania pomiaru (fotorejestracja kontrolna).
11. Wykonawca pomiarów zobowiązany jest do zapewnienia bezpieczeństwa podczas wykonywania pomiarów. Urządzenie pomiarowe musi być odpowiednio oznakowane podczas wykonywania pomiaru. Oznakowanie pojazdu pozostaje w gestii wykonawcy pomiarów.

3.2 Wymagania jakościowe odnośnie fotorejestracji kontrolnej

W przypadku, kiedy łącznie z pomiarem równości podłużnej nie jest wykonywana fotorejestracja korytarza drogi (podprojekt PP-F), w ramach pomiarów równości podłużnej wykonuje się fotorejestrację kontrolną z kamery frontowej, pozwalającej na obserwowanie drogi i warunków w trakcie wykonywania pomiaru (dokumentacja wykonania pomiaru). Informacje o zdjęciach muszą zostać zapisane w pliku z geograficznymi danymi elementarnymi.

Fotorejestracja kontrolna musi spełniać następujące wymagania:

1. Fotorejestracja kontrolna ma być wykonana w kolorze, z kamery frontowej (widok do przodu). Zdjęcia należy wykonywać z krokiem 10 metrów.
2. Fotorejestrację kontrolną należy wykonać przy dobrych warunkach pogodowych. Zakłada się, że widoczność na zdjęciu wynosi co najmniej 100 metrów. Należy mieć na uwadze, że jezdnia zajmuje około 2/3 zdjęcia.
3. Fotorejestracja kontrolna musi pokazywać miejsce wykonania pomiaru równości podłużnej, wynikające z lokalizacji danych pomiarowych za pomocą współrzędnych geograficznych punktów określających tor przejazdu pojazdu pomiarowego, a nie drogę z przodu pojazdu pomiarowego (przed punktem wykonania pomiaru).
4. Podczas pomiaru należy zadbać, aby zabrudzenie kamery wykonującej fotorejestrację kontrolną (owady, pył, krople deszczu itd.) nie wpływało negatywnie na czytelność zdjęcia. Jakość zdjęcia należy kontrolować podczas jazdy i jeżeli jest to konieczne, przerwać pomiary i kontynuować je dopiero po oczyszczeniu kamery.
5. Ustawienia ekspozycji kamery muszą zostać tak dobrane, żeby nagłe zmiany oświetlenia, względnie bocznie padające światło słoneczne nie prowadziły do niedoświetlenia lub prześwietlenia zdjęcia (zdjęcia nie mogą być przyćmione, zaciemnione, źle oddające barwy albo mocno zaszumione).
6. Minimalna rozdzielczość fotorejestracji kontrolnej ma wynosić 1024 x 768 px.
7. Zdjęcia z fotorejestracji kontrolnej muszą zostać zanonimizowane (uniemożliwienie rozpoznania twarzy osób oraz numerów rejestracyjnych pojazdów poprzez „zamazanie” fragmentu zdjęcia).

3.3 Oznaczenie danych ważnych i nieważnych

Wszelkie zdarzenia szczególne podczas wykonywania pomiarów muszą zostać udokumentowane i dołączone do danych pomiarowych w postaci flag ważności. Flagi ważności zapisuje się w plikach z danymi elementarnymi. Wyróżnia się następujące wartości flag ważności danych:

Flaga G	Znaczenie
0	Dane pomiarowe ważne bez ograniczenia
-99	Brak istniejących danych pomiarowych, z reguły z powodu brakującego przejazdu
-98	Dane nieważne z powodu miejscowych ograniczeń, np. zabrudzenie jezdni, przejazd kolejowy, omijanie parkujących samochodów, przejazd przez plac budowy, manewr wymijania
-97	Niedopuszczalne promienie skrętu w PP-T (promień mniejszy niż 35 m)
-96	Nieprzejezdne z powodu miejscowych ograniczeń, np. objazd, blokada, droga jednokierunkowa

-95	Odcinek diagnostyczny istnieje w tabeli wynikowej, ale jest nieprzejezdny, ponieważ fragment drogi nie istnieje lub jego przeznaczenie zostało zmienione (błąd w danych podstawowych)
-94	Zarezerwowana do przyszłych zastosowań
-93	Ocena stanu uwzględniająca przejazd przez miejscowość / poza miejscowością podała, że nakazana prędkość pomiaru nie została zachowana
-92	Ocena stanu wykazała niedopuszczalne zapisy danych elementarnych, które były oznaczone poprzez G=0
-91	Wartości pomiaru, które zostały zadeklarowane przez kierowcę, jako nieważne, np. - opona pomiarowa nie osiągnęła jeszcze wystarczającej temperatury - brak prawidłowego dopływu wody - brak prawidłowego prowadzenia linii pomiarowej

Rysunek 2: Znaczenie flag ważności danych (Flagi G)

4 Zapewnienie jakości

Procesy związane z zapewnieniem jakości opisane zostały w Dziale 10. Znajdują się tam także wyjaśnienia znaczenia poszczególnych działań związanych z zapewnieniem jakości w trakcie przygotowań do pomiarów, podczas wykonywania prac pomiarowych oraz kontroli i weryfikacji zmierzonych danych.

W poniższym Rozdziale podano wartości kontrolne parametrów stosowanych w tych procesach i uszczegółowiono wymagania pod kątem ich stosowania w pomiarach równości podłużnej.

4.1 Wzorcowanie jednostek pomiarowych

Proces wzorcowania jednostki pomiarowej opisany jest w Dziale 10.

Jeżeli pojazd pomiarowy wyposażony jest w systemy pomiarowe umożliwiające wykonywanie badań w kilku podprojektach WDSN to wzorcowanie wykonuje się niezależnie dla każdego systemu pomiarowego.

Przed podpisaniem umowy wykonawca pomiarów zobowiązany jest do przedstawienia zamawiającemu świadectwa wzorcowania dotyczącego urządzenia pomiarowego. Świadectwo musi zawierać szczegółowy opis zweryfikowanych i zatwierdzonych wymagań. Wzorcowanie musi potwierdzać spełnienie wszystkich wymagań dotyczących urządzenia pomiarowego, zawartych w niniejszym dokumencie.

W celu uzyskania świadectwa wzorcowania muszą zostać zachowane tolerancje określone na rysunku 3.

Parametr	r	σ_r	R	σ_R
IRI [m/km]	0,7	1,5	0,7	1,5
PGR_AVG [mm]	0,8	2,0	0,8	2,0

Rysunek 3: Wartości tolerancji powtarzalności i odtwarzalności dla wielkości stanu stosowane do oceny badania wzorcowania i kontrolnego badania wzorcowania dla pomiaru równości podłużnej

4.2 Kontrola własna wykonawcy

Procedura wykonywania kontroli własnej opisana jest w Dziale 10.

Rezultat pomiaru kontroli własnej uważa się za zaakceptowany, gdy zachowane zostały tolerancje podane na rysunku 4.

Parametr	r	σ_r
IRI [m/km]	0,7	1,5
PGR_AVG [mm]	0,8	2,0

Rysunek 4: Wartości tolerancji powtarzalności dla wielkości stanu stosowane do oceny powtarzalności pomiarów wykonawcy w ramach kontroli własnej dla pomiaru równości podłużnej

4.3 Pomiary kontrolne wykonywane przez podmioty trzecie

Procedura wykonywania pomiarów kontrolnych opisana jest w Dziale 10.

Wynik pomiaru kontroli wykonywanej przez podmioty trzecie uważa się za zaakceptowany, gdy zachowane zostały tolerancje określone na rysunku 5.

Parametr	R	σ_R
IRI [m/km]	1,0	2,0
PGR_AVG [mm]	1,2	2,5

Rysunek 5: Wartości tolerancji odtwarzalności dla wielkości stanu stosowane do oceny wyników pomiarów w ramach kontroli zewnętrznej dla pomiaru równości podłużnej

4.4 Kontrola danych

Kontrola danych w ramach terminu pośredniego i terminu końcowego realizowana jest zgodnie z Wytuczynymi zawartymi w Dziale 10.

4.5 Kontrola obmiaru prac

Kontrola obmiaru prac dla celów fakturowania dokonywana jest przez zamawiającego lub wskazanego przez niego konsultanta. Kontrola obmiaru prac opisana jest w Dziale 10.

5 Procedury obliczania wielkości stanu

Parametry opisujące równość podłużną można podzielić na 2 kategorie:

- parametry opisujące oddziaływanie nierówności na pojazd (np. IRI),
- parametry statystyczne (PGR_AVG, PGR_MAX).

Podstawowym parametrem opisującym równość podłużną, obliczanym na podstawie profilu nierówności jest **międzynarodowy wskaźnik równości IRI** (ang.: *International Roughness Index*). Ponadto obliczane są następujące parametry uzupełniające:

- **symulacja planografu – wartość średnia PGR_AVG** (wskaźnik równości bazujący na symulacji pomiaru nierówności za pomocą planografu, belką pomiarową o długości 4m),
- **symulacja planografu – wartość maksymalna PGR_MAX**.

Dla wymienionych powyżej parametrów równości podłużnej w ramach diagnostyki obliczane są zarówno ich wielkości, jak i wartości stanu.

Na rysunku 6 zestawiono parametry równości podłużnej.

Cecha	Parametr	Jednostka	Skrót	Wielkość	Wartość
Równość podłużna	międzynarodowy wskaźnik równości	m/km	IRI	X	X
	symulacja planografu – wartość średnia	mm	PGR_AVG	X	
	symulacja planografu – wartość maksymalna	mm	PGR_MAX	X	

Rysunek 6: Parametry równości podłużnej

5.1 Międzynarodowy wskaźnik równości (IRI)

Międzynarodowy wskaźnik równości (IRI) obliczany jest dla profilu zapisanego w sieciowych danych elementarnych dla danego odcinka diagnostycznego zgodnie ze standardem [DOK1].

Parametr ten charakteryzuje pracę układu zawieszenia w obliczeniowym modelu pojazdu samochodowego podczas poruszania się po profilu podłużnym nawierzchni jezdni przy prędkości jazdy 80 km/h. Wielkość IRI równa się ilorazowi prędkości ugięcia układu zawieszenia (mm/s lub m/h) do założonej prędkości jazdy (m/s lub km/h). Otrzymany wynik (mm/m lub m/km) w praktyce określa stosunek wielkości wychylenia układu zawieszenia (mm lub m) do przejechanej w tym czasie odległości (m lub km). Gdy parametr IRI ma zerową wartość, to profil jest idealnie płaski. Dla wielkości IRI powyżej 8 m/km droga jest w praktyce nieprzejezdna przez zwykły pojazd jadący z przeciętną prędkością. Parametr IRI można stosować do wyrażenia komfortu jazdy, sterowności pojazdu, a także są próby jego powiązania z bezpieczeństwem na drodze, gdyż jest on skorelowany z przyspieszeniem działającym na pasażera oraz wzajemnym oddziaływaniem nawierzchni i opony.

Zwykle wartość IRI, jako ostateczny wynik oceny równości nawierzchni dla badanego odcinka drogi, podaje się w postaci liczby dziesiętnej z rozdzielczością ograniczoną do jednego miejsca po przecinku, a w obliczeniach pośrednich co najmniej do dwóch miejsc po przecinku.

Warte podkreślenia jest, że IRI nie jest miarą kształtu danej nierówności nawierzchni, lecz oceną wielkości jej oddziaływania na jadący pojazd.

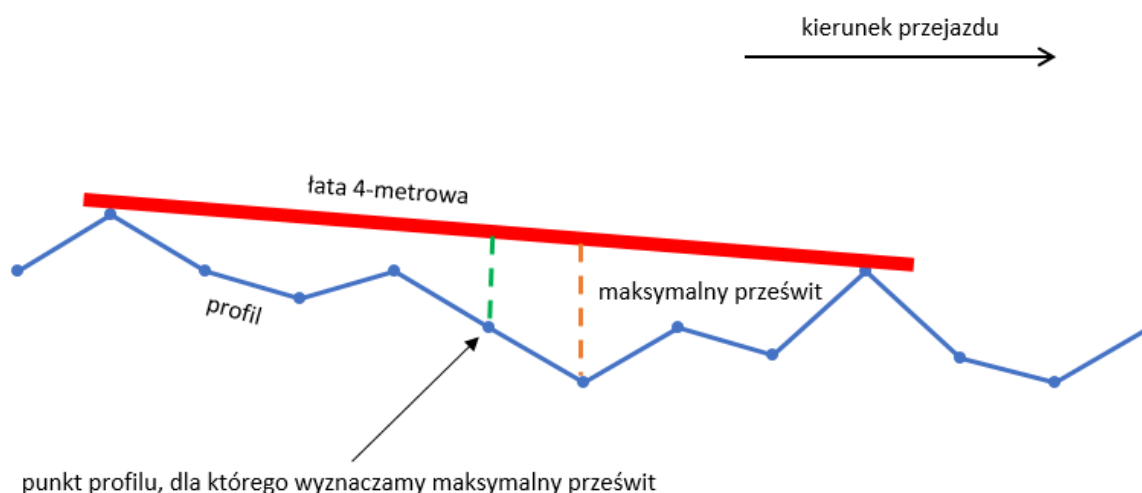
5.2 Symulacja planografu (PGR_AVG i PGR_MAX)

Parametry PGR_AVG i PGR_MAX odzwierciedlają pomiar prześwitu pod łątą czterometrową.

Podstawą wyliczenia ich wielkości jest profil podłużny zapisany w sieciowych danych elementarnych dla danego odcinka diagnostycznego, rozszerzonego równomiernie z obu stron za pomocą danych z sąsiadujących odcinków, bądź danych rozbiegowych i pobiegowych. Rozszerzenie następuje tak, aby można było obliczyć prześwit pod łątą w każdym z punktów profilu odcinka diagnostycznego (rysunek 7).

- Dla każdego punktu profilu oblicza się maksymalny prześwit pod 4 metrową łątą położoną centralnie nad tym punktem profilu.
- Dla takiego położenia łąty należy wyznaczyć 2 punkty podparcia łąty oraz wyznaczyć maksymalną odległość od łąty do profilu.
- Z ciągu prześwitów obliczonych dla całego odcinka diagnostycznego oblicza się maksimum (PGR_MAX) i średnią (PGR_AVG).

Rysunek 7 poniżej przedstawia metodę obliczania parametru równości podłużnej przy wykorzystaniu „wirtualnego” planografu. Dla każdego położenia łąty w obrębie odcinka diagnostycznego rejestrowane są prześwity pod łątą, a następnie obliczane: wartość maksymalna oraz wartość średnia dla całego odcinka diagnostycznego. Na tej podstawie jest wyznaczana wartość parametru PGR (symulacja planografu).



Rysunek 7: Zasada obliczania prześwitu dla symulacji planografu

6 Katalog typowych błędów popełnianych podczas pomiarów

Z uwagi na to, że pomiary równości podłużnej z reguły wykonywane są przy pomocy pojazdów pomiarowych poruszających się w normalnym ruchu, natrafiają one na sytuacje wpływające negatywnie na wyniki pomiarów. W związku z tym opracowano katalog opisujący najczęstsze problemy i typowe błędy popełniane podczas pomiarów równości podłużnej oraz podano sposoby prawidłowej reakcji jednostki wykonującej pomiary.

6.1 Występowanie miejscowych ograniczeń

Opis problemu:

Wykonanie pomiarów równości podłużnej na odcinkach, gdzie występują różnego rodzaju miejscowe ograniczenia, skutkuje błędnymi danymi o równości podłużnej. Parametry równości podłużnej na odcinku występowania danego ograniczenia osiągną zawyżone lub zaniżone wartości, co ma wpływ na wartość danego parametru. Do najczęściej występujących miejscowych ograniczeń należą: przejazdy przez tory kolejowe, manewry wyprzedzania, pomiary na mokrej lub zabrudzonej nawierzchni, pomiary na nawierzchniach nieutwardzonych lub wykonanych z kostki brukowej oraz pomiary na odcinkach będących w remoncie.

Rozwiązanie:

W sytuacji, przejazdu pojazdu pomiarowego przez obszar objęty ograniczeniami, które mogą wpłynąć negatywnie na wyniki pomiaru należy na odcinku występowania danego ograniczenia zastosować flagę ważności danych G=-98 (dane nieważne z powodu miejscowych ograniczeń).

Przykłady:

Poniższe przykłady obrazują najczęstsze ograniczenia miejscowe występujące podczas realizacji pomiarów:



Przykład 1: Przejazd przez tory kolejowe



Przykład 2: Przejazd przez tory kolejowe



Przykład 3: Przejazd przez tory kolejowe na jezdni



Przykład 4: Manewr omijania pojazdu stojącego na poboczu



Przykład 5: Manewr wyprzedzania pojazdu



Przykład 6: Manewr wyprzedzania pojazdu



Przykład 7: Manewr wyprzedzania rowerzysty



Przykład 8: Mokra nawierzchnia



Przykład 9: Pomiar podczas złych warunków pogodowych (deszcz)



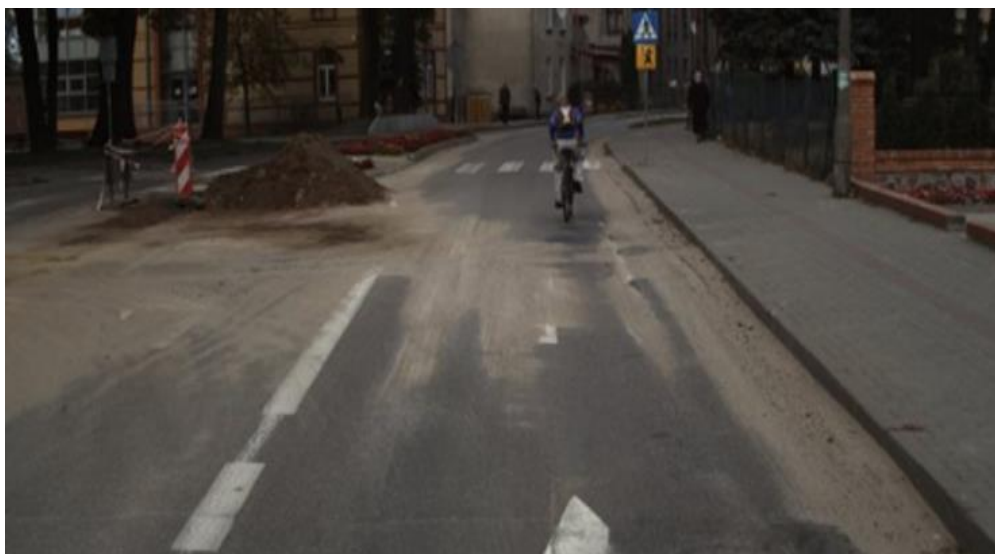
Przykład 10: Przebudowa drogi



Przykład 11: Nawierzchnia z kostki brukowej



Przykład 12: Zabrudzenie nawierzchni (liście)



Przykład 13: Zabrudzenie nawierzchni (kruszywo, piasek)

6.2 Błędy w wykonaniu fotorejestracji kontrolnej

Opis problemu:

W przypadku, kiedy łącznie z pomiarem równości podłużnej nie jest wykonywana fotorejestracja korytarza drogi (podprojekt PP-F), w ramach pomiarów równości podłużnej wykonuje się fotorejestrację kontrolną z kamery frontowej, pozwalającej na obserwowanie drogi i warunków w trakcie wykonywania pomiaru. Jeżeli fotorejestracja kontrolna nie spełnia wymagań określonych w Rozdziale 3.2, wykonawca pomiarów zobowiązany jest do podjęcia stosownych kroków w celu spełnienia narzuconych wymagań.

Rozwiązanie:

Jeżeli dokumentacja fotograficzna nie pozwala jednoznacznie stwierdzić, czy warunki wykonania pomiaru zostały spełnione, wyniki pomiarów należy oznaczyć jako nieważne i wykonać pomiar ponownie na danym odcinku.

Przykłady:

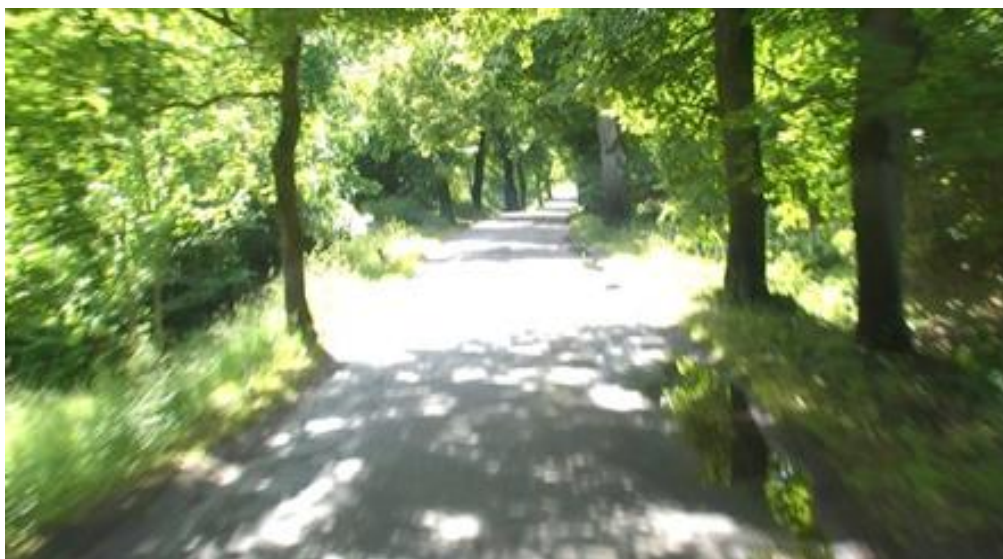
Poniższe przykłady obrazują najczęstsze błędy uniemożliwiające kontrolę pomiarów:



Przykład 14: Pomiar podczas złych warunków pogodowych (deszcz)



Przykład 15: Zdjęcie frontowe złej jakości uniemożliwiające kontrolę pomiarów



Przykład 16: Zdjęcie frontowe złej jakości uniemożliwiające kontrolę pomiarów



Przykład 17: Zdjęcie frontowe złej jakości uniemożliwiające kontrolę pomiarów

Spis rysunków

Rysunek 1: Wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru równości podłużnej.....	10
Rysunek 2: Znaczenie flag ważności danych (Flagi G).....	13
Rysunek 3: Wartości tolerancji powtarzalności i odtwarzalności dla wielkości stanu stosowane do oceny badania wzorcowania i kontrolnego badania wzorcowania dla pomiaru równości podłużnej	14
Rysunek 4: Wartości tolerancji powtarzalności dla wielkości stanu stosowane do oceny powtarzalności pomiarów wykonawcy w ramach kontroli własnej dla pomiaru równości podłużnej	15
Rysunek 5: Wartości tolerancji odtwarzalności dla wielkości stanu stosowane do oceny wyników pomiarów w ramach kontroli zewnętrznej dla pomiaru równości podłużnej	15
Rysunek 6: Parametry równości podłużnej.....	16
Rysunek 7: Zasada obliczania prześwitu dla symulacji planografu	17