

Wytyczne diagnostyki stanu technicznego nawierzchni dla dróg wojewódzkich

Dział 3 Równość poprzeczna (Podprojekt PP-Ny)

Historia dokumentu

Nazwa dokumentu	Wytyczne diagnostyki stanu technicznego nawierzchni dla dróg wojewódzkich, Dział 3 Równość poprzeczna (Podprojekt PP-Ny)
Nazwa pliku	równość_poprzeczna_181009
Data utworzenia	31 stycznia 2018
Data ostatniej zmiany	10. października 2018

Wersja	Data	Opis zmian	Autor
1.0	10.10.2018	Opracowanie wersji 1.0	

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	5
1.1	Odniesienia	5
2	Metodologia badań i technika pomiarowa	6
3	Prowadzenie pomiarów	8
3.1	Wymagania jakościowe	8
3.2	Wymagania jakościowe odnośnie fotorejestracji kontrolnej	10
3.3	Oznaczenie danych ważnych i nieważnych	11
4	Zapewnienie jakości	12
4.1	Kontrola własna wykonawcy	12
4.2	Pomiary kontrolne wykonywane przez podmioty trzecie	12
4.3	Kontrola danych	12
4.4	Kontrola obmiaru prac	12
5	Procedury obliczania wielkości stanu	13
5.1	Średnia głębokość koleiny (GK)	13
5.2	Średnia teoretyczna głębokość wody w koleinie (GW)	14
5.3	Pochylenie poprzeczne (PP)	15
6	Katalog typowych błędów popełnianych podczas pomiarów	16
6.1	Skrajne odczyty wykraczające poza zakres pomiaru	16
6.2	Skrajne odczyty w przypadku przekroju daszkowego	18
6.3	Odbijanie promienia lasera od urządzeń bezpieczeństwa ruchu	19
6.4	Występowanie miejscowych ograniczeń	20
6.5	Pomiary wykonane w nieodpowiednich warunkach	26
6.6	Błędy w wykonaniu fotorejestracji kontrolnej	28

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 Dziale opisana została równość poprzeczna.

Równość poprzeczna opisuje odkształcenia nawierzchni, rejestrowane wzdłuż linii prostopadłych do osi drogi. Nierówność poprzeczna jest reprezentowana przez **przekroje poprzeczne nierówności**. Przekroje poprzeczne nierówności są opisane przez linię łamaną, składającą się z punktów wysokościowych umieszczonych w odstępach stałych lub nieregularnych z zagęszczeniem punktów w obrębie kolein. Im mniejsza odległość pomiędzy punktami wyznaczającymi przekroje poprzeczne nierówności, tym większa precyzja opisu nierówności poprzecznej i możliwość wykorzystania wyników do przyszłych zastosowań. Podstawową formą nierówności poprzecznej są koleiny.

Przekroje poprzeczne są identyfikowane wzdłuż drogi w stałych odstępach. Wyniki identyfikacji nierówności poprzecznych są zapisywane w danych elementarnych.

W niniejszym dokumencie opisano metodologię badań równości poprzecznej oraz przedstawiono najistotniejsze wymagania, jakie muszą być spełnione przez wyniki pomiarów równości poprzecznej w zakresie gęstości pomiaru, dokładności poszczególnych odczytów, dopuszczalnych odchyleń, itp. W kampanii diagnostycznej muszą być spełnione wszystkie wymienione w niniejszym dokumencie wymagania.

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 8608:1995(E) – Mechanical vibration – Road surface profiles – Reporting of measured data, ISO 1995
[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
[DOK5]	PN-EN 13036-6 "Właściwości nawierzchni drogowych i lotniskowych - Metody badań" - Część 6: "Pomiary poprzecznych i podłużnych profili w zakresie długości fali równości i megatekstury", PKN Warszawa 2008

2 Metodologia badań i technika pomiarowa

W najwcześniejszych etapach rozwoju diagnostyki stanu nawierzchni dróg równość poprzeczną określano na podstawie wielkości prześwitu pod dwumetrową łatą. Współczesne pojazdy diagnostyczne wyposażone są w laserowe dalmierze lub laserowe skanery rotacyjne, które pozwalają wyznaczyć profil nierówności z bardzo wysoką rozdzielczością (duża liczba punktów wysokościowych budujących profil poprzeczny). Profil taki pozwala na obliczenie parametrów równości poprzecznej, zgodnie z zasadą łaty dwumetrowej, umożliwia obliczenie teoretycznej głębokości wody w koleinie oraz umożliwia wyznaczenie pochylenia poprzecznego.

Równość rejestrowana jest profilografami lub laserowymi skanerami rotacyjnymi. W profilografie laserowym dalmierze rozmieszczone są wzdłuż belki pomiarowej prostopadłej do kierunku przejazdu, symetrycznie względem linii odniesienia umieszczonej centralnie pomiędzy śladami kół. W przypadku profilografów laserowych stosuje się dwie konfiguracje rozmieszczenia dalmierzy pomiarowych. W pierwszej konfiguracji dalmierze są rozmieszczone równomiernie wzdłuż belki pomiarowej. W drugiej konfiguracji dalmierze „skupione są” w obszarach kolein. W odróżnieniu od profilografów laserowych, laserowe skanery rotacyjne dostarczają danych o równości poprzecznej z bardzo dużą rozdzielnością. Z tak zarejestrowanego profilu poprzecznego wybiera się punkty wysokościowe profilu poprzecznego z rozdzielnością dopasowaną do aktualnych potrzeb. Wszystkie wymienione metody i konfiguracje umożliwiają odwzorowanie profilu poprzecznego i określenie pochylenia poprzecznego jezdni. Natomiast większa ilość odczytów zwiększa dokładność odwzorowania profilu poprzecznego oraz ilość potencjalnych zastosowań danych. Razem z wynikami pomiaru, w geograficznych danych elementarnych należy podawać rozmieszczenie odczytów w przekroju poprzecznym poprzez podanie ich odległości od odczytu centralnego, gdzie odczyty po jego lewej stronie przyjmują wartości ujemne, a po prawej dodatnie.

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

Jeżeli zamawiający nie zdecyduje inaczej, pomiary zarówno na drogach jedno- jak i dwujezdniowych muszą być wykonane na prawym zewnętrznym pasie ruchu w kierunku zgodnym z narastającym kilometrażem.

Pomiar profilu podłużnego wykonuje się na nawierzchniach asfaltowych i betonowych.

Rejestracja równości poprzecznej polega na rejestrowaniu geometrii powierzchni drogi, tj. na rejestrowaniu w równych odstępach kolejnych profili poprzecznych. Każdy zarejestrowany profil jest przybliżeniem rzeczywistego profilu poprzecznego – jest to ciąg odczytów wysokościowych, z których każdy określa dokładną odległość od dalmierza do nawierzchni, zarejestrowaną na przestrzeni jednego przejechanego fragmentu nawierzchni. W przypadku pomiarów wykonywanych za pomocą skanerów laserowych odczyty podawane są jako różnice wysokości względem odczytu centralnego. Każdy zarejestrowany profil poprzeczny odzwierciedla pochylenie poprzeczne na danym fragmencie jezdni. Sekwencje odczytów

reprezentujących kolejne profile poprzeczne zapisywane są w geograficznych danych elementarnych.

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 zapisywane 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 został opisany w Wytycznych, Dział 23.

W przypadku, kiedy łącznie z pomiarem równości poprzecznej nie jest wykonywana fotorejestracja korytarza drogi (podprojekt PP-F), w ramach pomiarów równości poprzecznej 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.

3 Prowadzenie pomiarów

3.1 Wymagania jakościowe

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

	Nazwa	Jednostka	Wymagany zakres
Równość poprzeczna	1. Gęstość pomiarów	[m]	=1
	2. Dokładność pojedynczego odczytu	[mm]	≤1
	3. Szerokość profilu poprzecznego	[m]	≥3
	4. Odstęp pomiędzy odczytami w przypadku pomiaru z zastosowaniem belki pomiarowej z równomiernie rozmieszczonymi dalmierzami	[mm]	=100
	5. Ilość odczytów w przypadku pomiaru z zastosowaniem belki pomiarowej z nierównomiernie rozmieszczonymi dalmierzami	[szt.]	≥15
	6. Odstęp między odczytami w przypadku pomiaru z zastosowaniem lasera rotacyjnego	[mm]	=100
	7. Dokładność określenia odstępu pomiędzy punktami odczytu	[mm]	≤5
	8. Dokładność lokalizacji współrzędnych geograficznych	[m]	≤1
	9. Gęstość pomiarów współrzędnych geograficznych	[m]	=10

Rysunek 1: Wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru równości poprzecznej

gdzie:

1. Gęstość pomiarów [m] – odległość między kolejnymi, rejestrowanymi w pliku z danymi elementarnymi, profilami poprzecznymi wzdłuż kierunku przejazdu.
2. Dokładność pojedynczego odczytu [mm] – najmniejsza różnica w wartości punktu wysokościowego profilu, jaką jest w stanie zarejestrować przyrząd pomiarowy. Zgodnie z wymaganiem dla systemu pomiarowego klasy 1 dla „*Vertical resolution of transverse profiling*” w [DOK5].
3. Szerokość profilu poprzecznego [m] – szerokość, na której rejestrowany jest profil poprzeczny (odległość pomiędzy skrajnymi punktami odczytu dla pojedynczego profilu poprzecznego). W przypadku pomiarów na odcinkach, na których pas ruchu jest węższy niż ta wartość, punkty wysokościowe profilu poprzecznego zmierzone poza pasem ruchu objętym pomiarem należy w plikach z danymi elementarnymi oznaczyć jako dane nieważne. Przez szerokość pasa ruchu rozumiany jest obszar wyznaczany według oznakowania oddzielającego pasy ruchu od strony wewnętrznej (lewej), zaś od zewnętrznej (prawej) według krawędzi jezdni. W przypadku niewystępowania oznakowania poziomego za linię rozdzielającą przeciwne pasy ruchu przyjmuje się oś jezdni, którą należy możliwie najlepiej przybliżyć.
4. Odstęp pomiędzy odczytami w przypadku pomiaru z zastosowaniem belki pomiarowej z równomiernie rozmieszczonymi dalmierzami [mm] – odległość (mierzona na płaszczyźnie jezdni) pomiędzy odczytami z dwóch sąsiednich dalmierzy.
5. Ilość odczytów w przypadku pomiaru z zastosowaniem belki pomiarowej z nierównomiernie rozmieszczonymi dalmierzami [szt.] – minimalna ilość odczytów (dalmierzy) w przypadku pomiarów przy wykorzystaniu belki pomiarowej z nierównomiernie rozmieszczonymi dalmierzami. Należy zapewnić, że dalmierze skoncentrowane są w obszarze kolein, a zmierzony w ten sposób profil poprzeczny umożliwi wyznaczenie głębokości koleiny.
6. Odstęp między odczytami w przypadku pomiaru z zastosowaniem lasera rotacyjnego [mm] – odległość pomiędzy dwoma sąsiednimi punktami odczytu dla pojedynczego profilu poprzecznego. Odległość mierzona jest na płaszczyźnie jezdni.
7. Dokładność określenia odstępu pomiędzy punktami odczytu [mm] – dotyczy dokładności, z jaką określana jest odległość pomiędzy dwoma sąsiednimi odczytami. Odległość określana jest na płaszczyźnie jezdni.
8. Dokładność odczytu współrzędnych geograficznych [m] – dokładność, z jaką określane są współrzędne geograficzne skojarzone ze zdjęciami pasa drogowego.
9. Gęstość pomiarów współrzędnych geograficznych [m] – odległość między kolejnymi pomiarami współrzędnych geograficznych.

Ponadto:

10. Uzyskane pojedyncze profile równości poprzecznej muszą umożliwiać obliczenie pochylenia poprzecznego pasa ruchu za pomocą regresji liniowej punktów wysokościowych profilu poprzecznego.

11. Z profilu będącego wynikiem pomiaru musi być odfiltrowany wpływ drgań pojazdu.
12. Wykonawca pomiarów zobowiązany jest do usunięcia odczytów (ograniczenie zakresu profilu poprzecznego) uwzględniających pomiar na krawężnikach i poboczach oraz wychodzących na przeciwległy pas ruchu.
13. Podczas pomiaru powierzchnia jezdni musi być czysta i sucha. Dane zebrane na odcinkach dróg, na których występują lokalne, tymczasowe zabrudzenia, np. wyjazd z pola, z budowy, powinny zostać oznaczone przez wykonawcę pomiarów jako dane nieważne.
14. Pomiar musi zostać wykonany przy świetle dziennym, aby możliwa była kontrola warunków wykonania pomiaru (fotorejestracja kontrolna).
15. 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

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 co 10 metrów.
2. 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 poprzecznej, 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 kamera wykonująca fotorejestrację kontrolną była czysta. Owady, pył, krople deszczu itd. nie mogą negatywnie wpływać na możliwość wykorzystania zdjęć do określenia warunków i miejsca wykonania pomiarów. 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 przeświecenia zdjęcia (zdjęcia nie mogą być przyćmione, zaciemnione, źle oddające barwy albo mocno zaszumione). Dopuszcza się pojedyncze zdjęcia niespełniające tego wymagania.
6. Rozmiar zdjęć z fotorejestracji kontrolnej ma wynosić 1280 x 720 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 teren budowy, manewr wymijania
-96	Odcinek nieprzejezdny 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 sieciowych danych podstawowych)
-92	Ocena stanu wykazała niedopuszczalne zapisy danych elementarnych, które były oznaczone poprzez G=0
-91	Dane pomiarowe zostały zadeklarowane przez wykonawcę pomiarów jako dane nieważne. Brak ważności danych wynika z przyczyn leżących po stronie wykonawcy pomiarów

Rysunek 2: Znaczenie flag ważności danych (Flagi G)

4 Zapewnienie jakości

Procesy związane z zapewnieniem jakości opisane zostały w Dziale 20. 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 poprzecznej.

4.1 Kontrola własna wykonawcy

Procedura wykonywania kontroli własnej opisana jest w Dziale 20.

Rezultat pomiaru kontroli własnej uważa się za zaakceptowany, gdy zachowane zostały tolerancje określone na rysunku 3.

Parametr	r	σ_r
GK [mm]	0,7	1,5
PP [%]	0,3	0,5

Rysunek 3: Wartości tolerancji powtarzalności dla wielkości stanu stosowane do oceny powtarzalności pomiarów wykonawcy w ramach kontroli własnej dla pomiaru równości poprzecznej

4.2 Pomiary kontrolne wykonywane przez podmioty trzecie

Procedura wykonywania pomiarów kontrolnych opisana jest w Dziale 20.

Wynik pomiaru kontroli wykonywanej przez podmioty trzecie uważa się za zaakceptowany, gdy zachowane zostały tolerancje określone na rysunku 4.

Parametr	R	σ_R
GK [mm]	1,0	2,5
PP [%]	0,3	0,8

Rysunek 4: Wartości tolerancji odtwarzalności dla wielkości stanu stosowane do oceny wyników pomiarów w ramach kontroli zewnętrznej dla pomiaru równości poprzecznej

4.3 Kontrola danych

Kontrola danych w ramach terminu pośredniego i terminu końcowego realizowana jest zgodnie z Wytycznymi zawartymi w Dziale 20.

4.4 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 20.

5 Procedury obliczania wielkości stanu

Dla danych elementarnych, opisujących równość poprzeczną są obliczane następujące parametry podstawowe:

- **średnia głębokość koleiny** (maksimum ze średniej głębokości koleiny lewej i prawej) **GK**,
- **średnia teoretyczna głębokość wody w koleinie** (maksimum ze średniej głębokości wody w koleinie lewej i prawej) **GW**.

Dla powyższych parametrów równości poprzecznej w ramach diagnostyki obliczane są wielkości i wartości.

Na podstawie przekrojów poprzecznych nierówności w każdym przekroju jest obliczane **pochylenie poprzeczne PP**. Pochylenie poprzeczne nie wylicza się w przypadku pomiarów wykonanych belką pomiarową z nierównomiernie rozmieszczonymi czujnikami laserowymi.

Ponadto są obliczane wielkości następujących parametrów uzupełniających:

- **średnia głębokość koleiny lewej GK_L**,
- **średnia głębokość koleiny prawej GK_P**,
- **średnia teoretyczna głębokość wody w koleinie lewej GW_L**,
- **średnia teoretyczna głębokość wody w koleinie prawej GW_P**.

Dla tych uzupełniających parametrów równości poprzecznej są obliczane wyłącznie wielkości.

Na rysunku 5 zestawiono parametry równości poprzecznej.

Cecha	Parametr	Jednostka	Skrót	Wielkość	Wartość
Równość poprzeczna	średnia głębokość koleiny	mm	GK	X	X
	średnia teoretyczna głębokość wody w koleinie	mm	GW	X	X
	średnia głębokość koleiny lewej	mm	GK_L	X	
	średnia głębokość koleiny prawej	mm	GK_P	X	
	średnia teoretyczna głębokość wody w koleinie lewej	mm	GW_L	X	
	średnia teoretyczna głębokość wody w koleinie prawej	mm	GW_P	X	

Rysunek 5: Parametry równości poprzecznej

5.1 Średnia głębokość koleiny (GK)

Głębokość koleiny oblicza się przez symulację przyłożenia łąty dwumetrowej do profili poprzecznych.

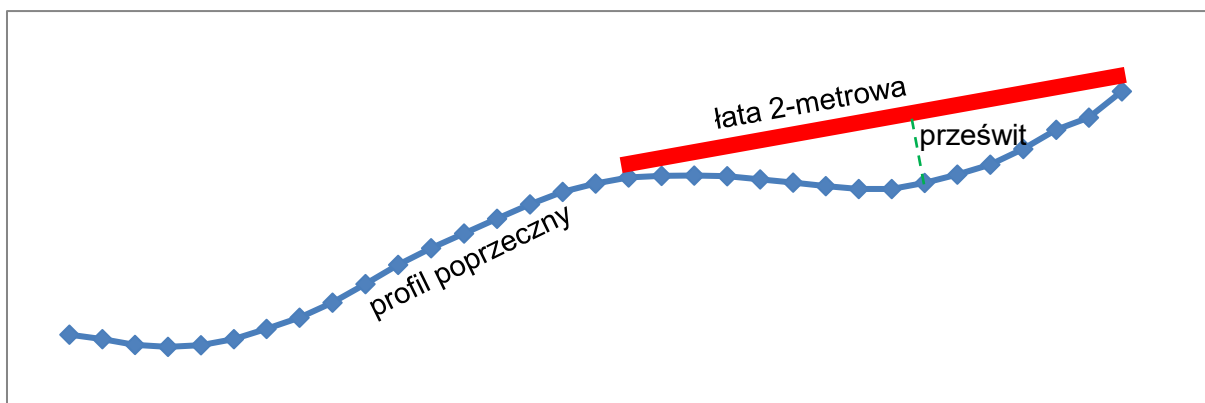
Podstawą obliczeń jest profil poprzeczny zapisany dla danego metra bieżącego pomiaru w metrowym rekordzie danych elementarnych. Dla każdego profilu poprzecznego oblicza się głębokość lewej i prawej koleiny jako największy prześwit pod łątą. Prawa koleina odpowiada prześwitom uzyskanym przy łącie o środku umieszczonym na prawo od linii odniesienia

(umiejscowionej centralnie pomiędzy śladami kół), lewa koleina – na lewo (Rysunek 6). Określenia „prawa” i „lewa” odnoszą się tutaj do kierunku przejazdu.

Uśredniając wielkości prześwitów na odcinku diagnostycznym otrzymujemy dwa parametry:

- **GK_L** – średnią głębokość koleiny lewej oraz
- **GK_P** – średnią głębokość koleiny prawej.

GK jest obliczane jako maksimum tych dwóch wartości na odcinku diagnostycznym.



Rysunek 6: Wyznaczanie głębokości prawej koleiny w jednym przekroju poprzecznym poprzez pomiar prześwitu pod łatą dwumetrową

5.2 Średnia teoretyczna głębokość wody w koleinie (GW)

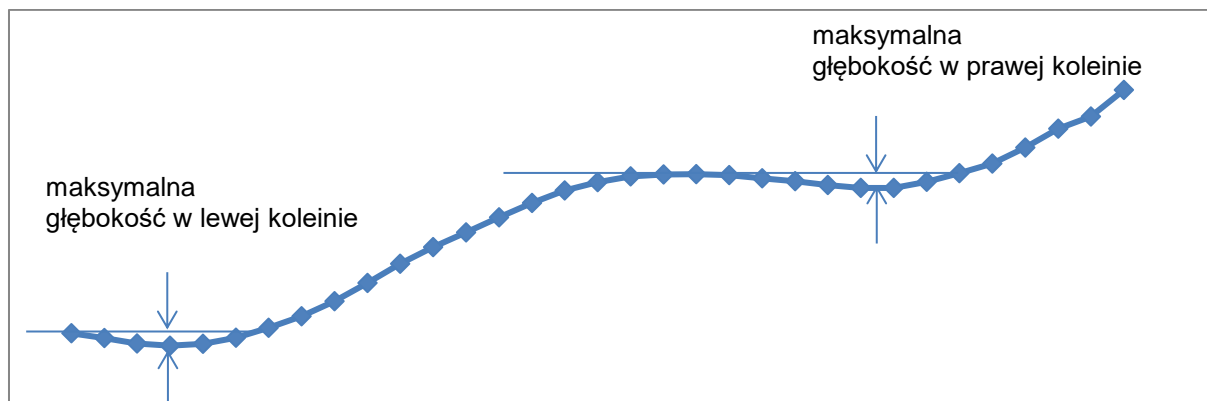
Średnią teoretyczną głębokość wody w koleinie oblicza się przez symulację zbierania się wody na podstawie geometrii profili poprzecznych.

Dla każdego profilu poprzecznego zapisanego dla danego metra w rekordzie metrowym, oblicza się w każdym punkcie głębokość wody. Następnie określa się maksymalną głębokość dla prawej i lewej strony, gdzie granicą pomiędzy prawą i lewą stroną jest centralnie położona linia odniesienia (pomiędzy śladami kół). Określenia „prawa” i „lewa” odnoszą się tutaj do kierunku przejazdu.

Uśredniając maksymalne głębokości na odcinku diagnostycznym otrzymujemy dwa parametry:

- **GW_L** – średnią teoretyczną głębokość wody w koleinie lewej oraz
- **GW_P** – średnią teoretyczną głębokość wody w koleinie prawej.

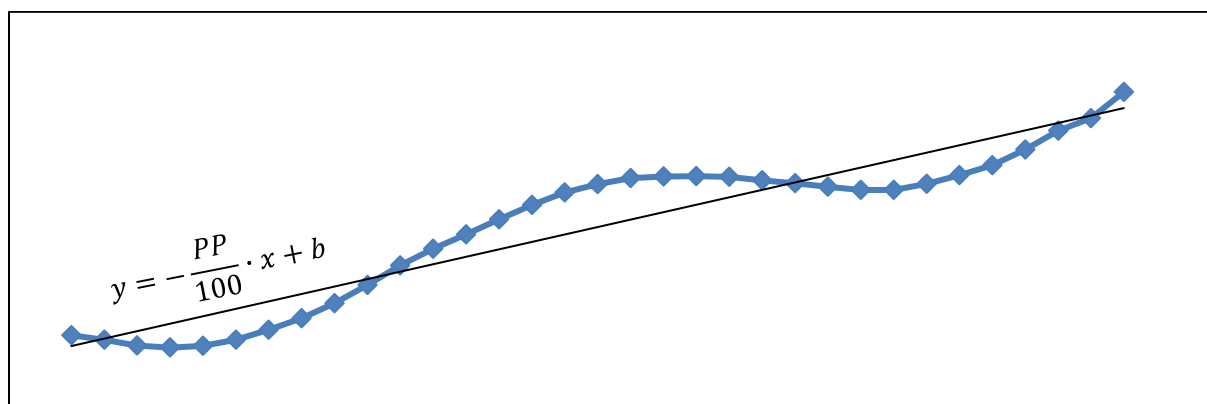
GW jest obliczane jako maksimum tych dwóch wartości na odcinku diagnostycznym.



Rysunek 7: Zasada obliczania maksymalnych głębokości wody dla pojedynczego przekroju poprzecznego

5.3 Pochylenie poprzeczne (PP)

Pochylenie poprzeczne jest obliczane jako nachylenie prostej regresji dopasowanej do punktów wyznaczających profil poprzeczny względem poziomej linii odniesienia. Dla pochylenia w prawą stronę przyjmuje się wartości **dodatnie**. Określenie „prawa” odnosi się tutaj do kierunku narastania pikietażu. Pochylenie poprzeczne obliczane jest w procentach. Pochylenie poprzeczne wylicza się jedynie w przypadku pomiarów wykonanych z belką z równomiernie rozmieszczonymi czujnikami pomiarowymi.



Rysunek 8: Schematyczna ilustracja obliczania pochylenia poprzecznego

6 Katalog typowych błędów popełnianych podczas pomiarów

Z uwagi na to, że pomiary równości poprzecznej 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 poprzecznej oraz podano sposób prawidłowej reakcji jednostki wykonującej pomiary.

Niniejszy rozdział ma charakter informacyjny, a podane przykłady służą jedynie celom ilustracyjnym. Wybrane przykłady odzwierciedlają najczęściej spotykane błędy i nie są one katalogiem zamkniętym.

6.1 Skrajne odczyty wykraczające poza zakres pomiaru

Opis problemu:

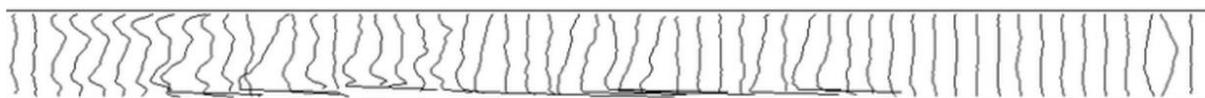
Pomiar równości poprzecznej ogranicza się do jednego pasa ruchu. Wszelkie odczyty laserów wychodzące poza ten obszar, np. obejmujące pobocze, mają wpływ na zawyżenie lub zaniżenie wartości parametrów równości poprzecznej, co będzie miało niepożądany wpływ na średnią wartość danego parametru na całej drodze. Najczęściej tego typu sytuacje występują na wąskich drogach oraz na łukach i zakrętach.

Rozwiązanie:

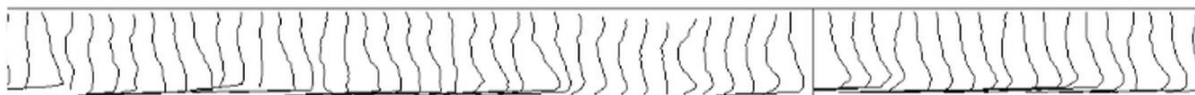
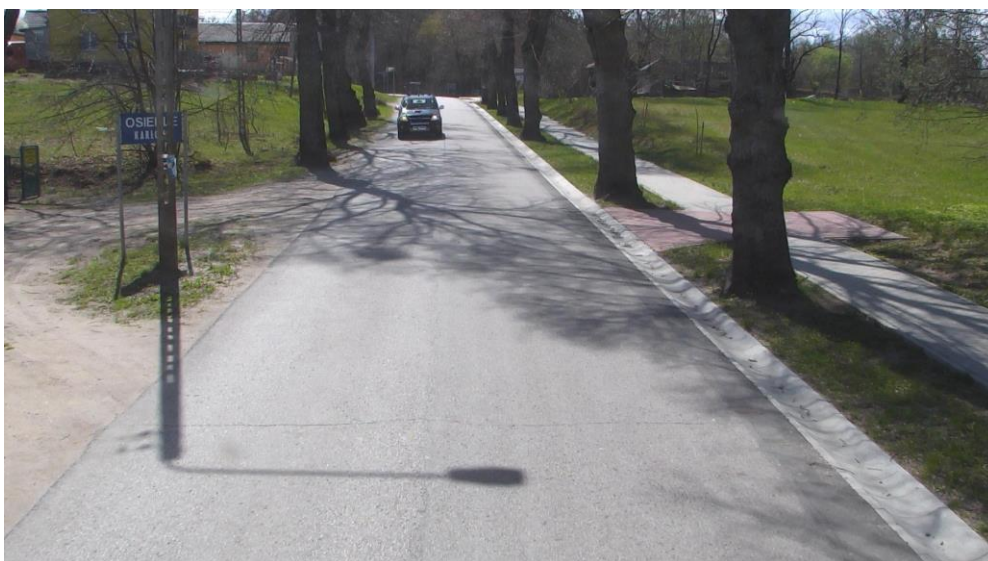
Skrajne odczyty, wykraczające poza obszar objęty pomiarem, muszą zostać usunięte z danych wynikowych (lub odczyty mają być oznaczone jako nieważne) przez wykonawcę pomiarów.

Przykłady:

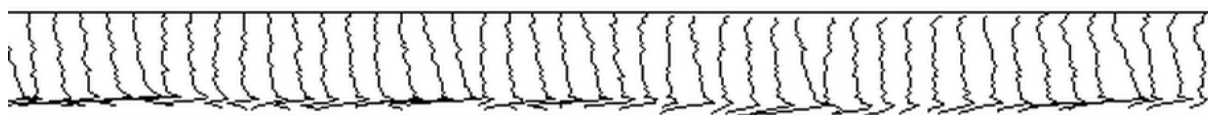
Poniższe przykłady obrazują najczęstsze sytuacje wykroczenia poza zakres jezdni występujące podczas realizacji pomiarów:



Przykład 1: Pomiar na wąskiej drodze. Skrajne prawe punkty wysokościowe profilu poprzecznego zostały zarejestrowane poza pasem ruchu (pobocze)



Przykład 2: Skrajne prawe punkty wysokościowe profilu poprzecznego zostały zarejestrowane poza pasem ruchu (odwodnienie)



Przykład 3: Skrajne prawe punkty wysokościowe profilu poprzecznego zostały zarejestrowane poza pasem ruchu (krawężnik)

6.2 Skrajne odczyty w przypadku przekroju daszkowego

Opis problemu:

Drogi wojewódzkie często posiadają przekrój daszkowy. W takim przypadku odczyty równości poprzecznej wychodzące poza środek przekroju daszkowego będą miały niepożądany wpływ na średnią wartość danego parametru na całej drodze.

Rozwiązanie:

Skrajne odczyty, wykraczające poza obszar objęty pomiarem, muszą zostać usunięte z danych wynikowych przez wykonawcę pomiarów.

Przykłady:

Poniższy przykład obrazuje najczęstsze sytuacje występujące podczas realizacji pomiarów:



Przykład 4: Skrajne lewe odczyty wykraczają poza pas ruchu obejmując pas w kierunku przeciwnym widoczne na wizualizacji równości poprzecznej na profilu liniowym

6.3 Odbijanie promienia lasera od urządzeń bezpieczeństwa ruchu

Opis problemu:

W wypadku pomiarów wykonywanych metodą skanowania laserowego elementy bezpieczeństwa ruchu, takie jak bariery i znaki znajdujące się w bezpośredniej okolicy jezdni, mogą powodować zakłócenia w odczytach. Zakłócone odczyty będą miały niepożądany wpływ na średnią wartość danego parametru na całej drodze.

Rozwiązanie:

Skrajne odczyty, wykraczające poza obszar objęty pomiarem, muszą zostać usunięte z danych wynikowych przez wykonawcę pomiarów.

Przykłady:

Poniższy przykład obrazuje najczęstsze sytuacje odbijania laserów od urządzeń bezpieczeństwa ruchu występujące podczas realizacji pomiarów:



Przykład 5: Zakłócenia spowodowane odbiciem sygnału laserowego skanera rotacyjnego od bariery znajdującej się przy jezdni widoczne na wizualizacji równości poprzecznej na profilu liniowym

6.4 Występowanie miejscowych ograniczeń

Opis problemu:

Wykonanie pomiarów równości poprzecznej na odcinkach, gdzie występują różnego rodzaju ograniczenia, skutkuje błędnymi danymi o równości. Parametry równości poprzecznej na odcinku występowania danego ograniczenia osiągną zawyżone lub zaniżone wartości, co będzie miało wpływ na średnią wartość danego parametru na całej drodze. 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 pojazdem pomiarowym 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 6: Przejazd przez tory kolejowe



Przykład 7: Przejazd przez tory kolejowe



Przykład 8: Torowisko w jezdni



Przykład 9: Manewr omijania pojazdu stojącego na poboczu widoczny na wizualizacji równości poprzecznej na profilu liniowym



Przykład 10: Manewr wyprzedzania pojazdu



Przykład 11: Manewr wyprzedzania pojazdu widoczny na wizualizacji równości poprzecznej na profilu liniowym



Przykład 12: Manewr wyprzedzania rowerzysty



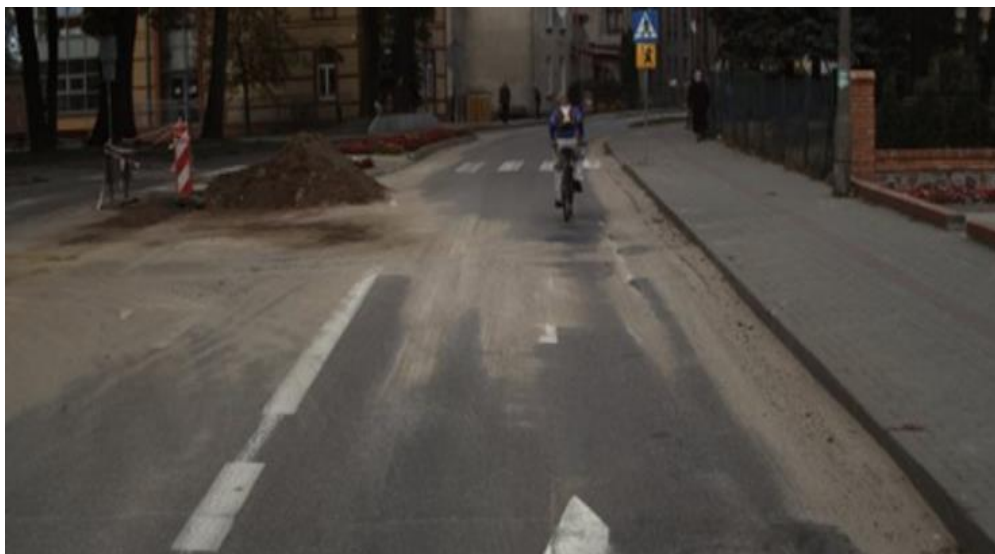
Przykład 13: Przebudowa drogi



Przykład 14: Nawierzchnia z kostki brukowej



Przykład 15: Zabrudzenie nawierzchni (liście)



Przykład 16: Zabrudzenie nawierzchni (kruszywo, piasek)

6.5 Pomiary wykonane w nieodpowiednich warunkach

Opis problemu:

W rozdziale 3.1 zostały określone warunki, w których powinien być wykonany pomiar.

Rozwiązanie:

Jeżeli warunki, w których wykonano pomiar nie odpowiadają warunkom wykonania pomiaru określonych w Wytycznych to wykonawca pomiaru powinien oznaczyć dane pomiarowe zebrane w nieodpowiednich warunkach jako dane nieważne i powtórzyć pomiar.

Przykłady:

Poniższe przykłady obrazują najczęstsze błędy podczas realizacji pomiarów:



Przykład 17: Pomiar podczas deszczu



Przykład 18: Pomiar podczas deszczu



Przykład 19: Pomiar na mokrej nawierzchni



Przykład 20: Pomiar wykonany w nocy

6.6 Błędy w wykonaniu fotorejestracji kontrolnej

Opis problemu:

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 podczas realizacji pomiarów:



Przykład 21: Zdjęcie frontowe złej jakości uniemożliwiające kontrolę pomiarów



Przykład 22: Zdjęcie frontowe złej jakości uniemożliwiające kontrolę pomiarów

Spis rysunków

Rysunek 1: Wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru równości poprzecznej.....	8
Rysunek 2: Znaczenie flag ważności danych (Flagi G).....	11
Rysunek 3: Wartości tolerancji powtarzalności dla wielkości stanu stosowane do oceny powtarzalności pomiarów wykonawcy w ramach kontroli własnej dla pomiaru równości poprzecznej	12
Rysunek 4: Wartości tolerancji odtwarzalności dla wielkości stanu stosowane do oceny wyników pomiarów w ramach kontroli zewnętrznej dla pomiaru równości poprzecznej	12
Rysunek 5: Parametry równości poprzecznej	13
Rysunek 6: Wyznaczanie głębokości prawej koleiny w jednym przekroju poprzecznym poprzez pomiar prześwitu pod łąką dwumetrową	14
Rysunek 7: Zasada obliczania maksymalnych głębokości wody dla pojedynczego przekroju poprzecznego	15
Rysunek 8: Schematyczna ilustracja obliczania pochylenia poprzecznego.....	15